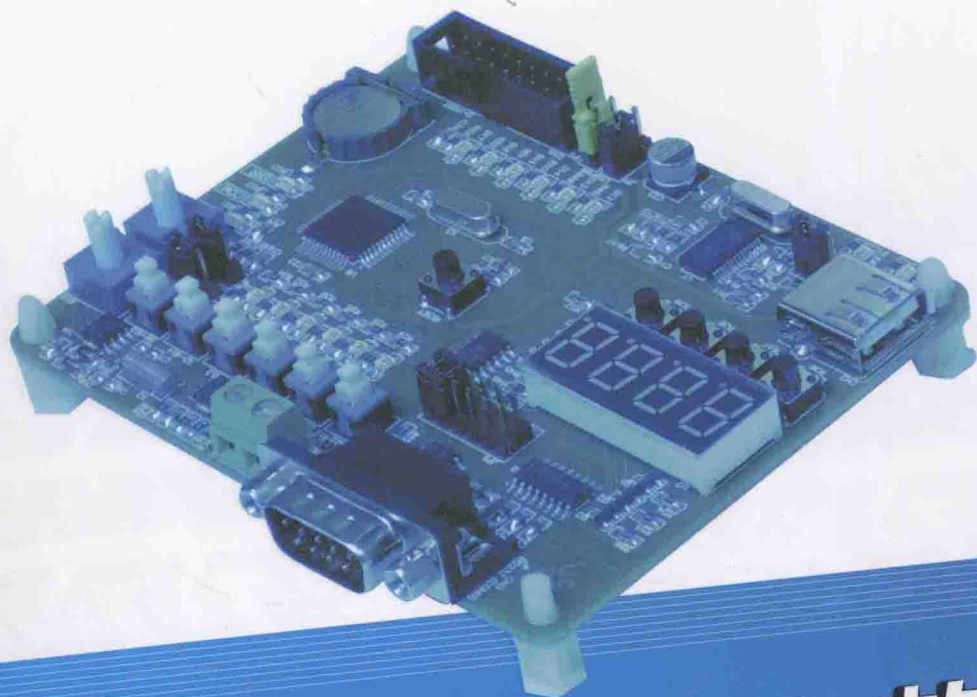


21世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材



# 单片机应用项目化教程

主编 顾亚文 彭丽萍 廖武华  
主审 张静 袁道香 包志家

- 融实训教学和理论教学于一体，体现工学结合教学理念
- 书中硬件电路和软件代码都经成功调试，实操性强
- 配有项目程序和仿真、电子课件等，资源丰富



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材

# 单片机应用项目化教程

主 编	顾亚文	彭丽萍	廖武华	
副主编	朱千峰	顾广寒	陈道林	吴 峰
主 审	张 静	袁道香	包志家	



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

## 内 容 简 介

本书利用 6 个基础项目、18 个子任务向读者介绍了常用单片机的基本功能,最后通过 2 个综合项目,帮助学生进行综合训练。本书主要内容包括单片机系统的认识与使用、流水灯的设计与调试、开关电路的设计与调试、4×4 键盘的设计与调试、码表的设计与调试、双机通信的设计与调试、显示屏的设计与调试、综合项目训练。在这 8 个项目中,前 6 个项目与单片机的理论系统相互对应,分别为基本知识、输出口、输入口、I/O 口的高级应用、串行口、定时和中断;后 2 个项目主要涉及了单片机最常规的综合应用。

本书将每一个基础项目都分成 3~4 个子任务,每一个任务的内容都有详细的功能原理、电路图、元器件的选择,包括在 Proteus 软件中的名称。项目 1 详细地介绍了单片机常用的开发软件,尤其是 Proteus 软件,为后面的任务打好基础,之后的所有任务都通过 Proteus 软件接线并进行仿真,相对应的硬件电路板模块全部经过成功的调试。为了给读者留有思考的余地,本书在每个任务的后面不直接编写代码,而是在每个项目的最后附有每个任务的程序代码。为了适应不同读者的需求,在每个项目最后的参考程序中既编写了汇编指令,又附加了对应的 C 代码。本书实例众多,难度不断递进,在每个项目的后面详细介绍了任务中涉及的理论知识,让读者以最快的速度掌握单片机的核心功能。

本书适合高职高专院校电子信息类相关专业使用,也适合各类电子爱好者阅读。

### 图书在版编目(CIP)数据

单片机应用项目化教程/顾亚文,彭丽萍,廖武华主编. —北京:北京大学出版社,2012.8

(21 世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-21055-0

I. ①单… II. ①顾…②彭…③廖… III. ①单片微型计算机—高等职业教育—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 176960 号

书 名: 单片机应用项目化教程

著作责任者: 顾亚文 彭丽萍 廖武华 主编

策划编辑: 张永见 赖 青

责任编辑: 张永见

标准书号: ISBN 978-7-301-21055-0/TP·1236

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.cn>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: [pup\\_6@163.com](mailto:pup_6@163.com)

印 刷 者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787mm×1092mm 16 开本 16.5 印张 383 千字

2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 32.00 元

---

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

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: [fd@pup.pku.edu.cn](mailto:fd@pup.pku.edu.cn)

# 前 言

目前, 51 系列的单片机应用广泛。例如, 各种仪器仪表的控制, 计算机网络通信与数据传输, 工业自动化过程的实时控制和数据传输, 各类机器人、玩具、电子宠物等, 这些都离不开单片机。因此, 学习和使用单片机是适应社会发展的必然要求。

在我国各类院校中, 机电一体化技术、电气自动化技术、应用电子技术、汽车电子技术、智能仪表控制等各类工科专业都开设了“单片机应用”这门课程。本课程实践性、理论性都很强, 它需要电工电子技术、电力电子技术、传感器技术等基础课程的支撑, 是一门计算机软硬件有机结合的课程。

本书以 51 系列单片机为例, 共有 8 个项目。项目 1 讲述了单片机学习中常用的开发软件的使用方法; 项目 2 利用流水灯实例阐述了单片机输出的基本应用; 项目 3 利用各类开关讲述了单片机输入的基本应用; 项目 4 通过键盘的设计与调试, 介绍了单片机输入/输出的综合应用功能; 项目 5 利用码表来论述单片机定时和中断的内部功能; 项目 6 利用双机通信, 使读者熟悉单片机的串行口; 项目 7 通过显示屏的设计进一步加深了单片机的应用知识; 项目 8 设计了多个任务, 作为单片机常用的扩展功能以及 A/D 和 D/A 转换等各种综合项目的训练。以上各项目的设计, 针对性强, 贴近高职高专学生的实际需求, 由浅入深, 循序渐进, 实例引导, 通俗易懂, 容易激发学生的学习兴趣, 增强学生的自信心和成就感。

本书在具体的任务上, 以 51 系列单片机的 AT89C51 标准型为控制主体, 结合传统的知识体系, 将理论融入项目中, 融实训教学和理论教学于一体, 适合“做一学一教”的教学方法, 真正实现“理实一体, 学做合一”的目标。本书既注重实践为主导的思想, 又不打破传统知识体系, 理论仍具有系统性。本书每个任务的硬件电路和软件代码, 都经过成功的调试, 具有很强的可操作性。每个项目的习题, 全部是相关知识的衍生, 且每个习题都是一个具体的课题设计, 有很强的趣味性和实用性。另外, 为了配合本书的学习, 编者制作了和任务相配套的实物电路板。

本书建议学时见下表。

项目序号	内 容	总学时	授课学时	上机学时	实验学时	实验/上机地点	考核形式
项目 1	单片机系统的认识与使用	6	3	2	1	配有计算机的单片机实验室	上机和实验
项目 2	流水灯的设计与调试	14	7	5	2		项目报告+上机仿真+实物调试
项目 3	开关电路的设计与调试	6	3	2	1		
项目 4	4×4 键盘的设计与调试	8	4	2	2		
项目 5	码表的设计与调试	12	6	4	2		
项目 6	双机通信的设计与调试	8	4	2	2		
项目 7	显示屏的设计与调试	10	5	3	2		
项目 8	综合项目训练	16	8	4	4		建议作为课程设计进行整周训练
总计		80	40	24	16		

本书由顾亚文、彭丽萍、廖武华任主编，朱千峰、顾广寒、陈道林、吴峰任副主编，张静、袁道香、包志家任主审。其中，顾亚文编写了项目 2~4，彭丽萍编写了项目 5、项目 7、项目 8，廖武华、朱千峰编写了项目 6，顾广寒编写了项目 1，陈道林、吴峰编写了所有的 C 代码。

本书由校企合作编写。在硬件制作方面，中国人民解放军总参谋部第六十研究所廖武华工程师给予了很大的帮助；在软件调试方面，南京百敖软件股份有限公司的陈道林工程师也做了很多的工作。在此，编者一并表示感谢。

为了方便教学和学习，本书配有所有任务调试的电子材料、习题参考答案以及相应的课件，读者可以自行到网站 [www.pup6.cn](http://www.pup6.cn) 下载。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免有疏漏之处，请读者提出宝贵意见。

编者  
2012 年 6 月

# 目 录

项目 1 单片机系统的认识与使用 .....	1	三、七段数码管静态显示的设计与 调试 .....	67
项目任务 .....	2	相关知识 .....	70
一、单片机编译软件 Keil 的学习与 使用 .....	2	一、单片机的输入电路 .....	70
二、单片机仿真软件 Proteus 的学习与 使用 .....	6	二、数码管与译码器 .....	75
三、单片机烧录软件的学习与使用 ...	10	三、跳转类指令 .....	80
相关知识 .....	14	项目任务参考程序 .....	85
一、Keil 的学习与使用 .....	14	项目小结 .....	87
二、Proteus 的学习与使用 .....	15	习题 .....	87
三、单片机的基本结构 .....	19	项目 4 4×4 键盘的设计与调试 .....	88
四、单片机的引脚及功能 .....	28	项目任务 .....	89
五、单片机的基本电路 .....	31	一、单数字动态扫描显示的设计与 调试 .....	89
项目小结 .....	33	二、多数字动态扫描显示的设计与 调试 .....	92
习题 .....	33	三、4×4 键盘的设计思路 .....	95
项目 2 流水灯的设计与调试 .....	34	相关知识 .....	98
项目任务 .....	35	一、键盘扫描 .....	98
一、静态点亮 LED 的设计与调试 .....	35	二、算术运算类指令 .....	101
二、八灯交互闪烁的设计与调试 .....	36	项目任务参考程序 .....	106
三、花式流水灯的设计与调试 .....	37	项目小结 .....	110
相关知识 .....	40	习题 .....	110
一、数制转换 .....	40	项目 5 码表的设计与调试 .....	111
二、单片机的 I/O 口 .....	43	项目任务 .....	112
三、汇编语言及指令 .....	48	一、流水灯的中断设计与调试 .....	112
四、数据转移类指令 .....	52	二、30s 定时器的设计与调试 .....	113
项目任务参考程序 .....	59	三、99s 码表的设计与调试 .....	115
项目小结 .....	62	相关知识 .....	117
习题 .....	62	一、中断技术 .....	117
项目 3 开关电路的设计与调试 .....	63	二、定时器与计数器 .....	123
项目任务 .....	64	三、逻辑运算类指令 .....	130
一、指拨开关电路的设计与调试 .....	64	项目任务参考程序 .....	135
二、按钮开关电路的设计与调试 .....	65		

项目小结 .....	140	四、LCD 显示控制原理 .....	187
习题 .....	140	五、汇编伪指令 .....	191
<b>项目 6 双机通信的设计与调试 .....</b>	<b>142</b>	项目任务参考程序 .....	195
项目任务 .....	143	项目小结 .....	213
一、数据串行口的灯控显示 .....	143	习题 .....	213
二、单数字加数循环显示 .....	145	<b>项目 8 综合项目训练 .....</b>	<b>214</b>
三、双机通信设计思路 .....	146	项目任务 .....	215
相关知识 .....	149	一、多路抢答器的设计与调试 .....	215
一、移位寄存器 .....	149	二、数字电压表的设计与调试 .....	216
二、串行通信接口 .....	150	三、步进电动机控制系统的设计与 调试 .....	218
三、布尔指令 .....	154	四、8255A 控制交通灯的设计与 调试 .....	219
项目任务参考程序 .....	157	相关知识 .....	221
项目小结 .....	163	一、单片机产品的开发 .....	221
习题 .....	163	二、单片机与 A/D、D/A 接口 .....	225
<b>项目 7 显示屏的设计与调试 .....</b>	<b>164</b>	三、步进电动机控制 .....	228
项目任务 .....	165	四、单片机系统的扩展 .....	230
一、8×8 点阵显示数字和图形 .....	165	项目任务参考程序 .....	238
二、16×16 点阵显示汉字 .....	171	设计要求 .....	248
三、LCD1602 显示数字符号 .....	174	项目小结 .....	250
四、LCD1602 显示字符串 .....	175	习题 .....	250
相关知识 .....	177	<b>附录 MCS-51 指令速查表 .....</b>	<b>251</b>
一、LED 点阵介绍 .....	177	<b>参考文献 .....</b>	<b>254</b>
二、LED 点阵工作原理 .....	180		
三、LCD 液晶显示器 .....	185		



# 项目 1

## 单片机系统的认识与使用

### 知识目标

- (1) 熟悉单片机开发仿真软件的使用方法。
- (2) 熟悉单片机基本结构。
- (3) 掌握单片机的引脚及功能。
- (4) 掌握单片机的基本电路。

### 能力目标

能力目标	相关知识	权重	自测分数
掌握单片机编译软件 Keil 的操作方法	新建工程、新建文件、加载文件、编写程序、编译和调试	20%	
掌握单片机仿真软件 Proteus 的操作方法	元件库的调用、绘制电路、加载程序、仿真调试	20%	
熟悉单片机烧录软件的使用	加载 HEX 文件、烧录程序、调试	10%	
熟悉单片机的基本结构	单片机的基本定义、硬件结构、存储器	10%	
掌握单片机的引脚及功能	通用 I/O 接口、时钟引脚、复位引脚、电源引脚等	20%	
掌握单片机的基本电路	电源电路、复位电路、时钟电路、存储器选择电路	20%	





## 项目任务

### 一、单片机编译软件 Keil 的学习与使用

#### 1. 任务要求

- (1) 利用 Keil 编译指定的程序。
- (2) 利用 Keil 生成 HEX 文件。

#### 2. 操作步骤

- (1) 双击 Keil 图标，运行 Keil 程序，进入编辑界面。
- (2) 新建工程文件，可以用“Project”→“New Project”命令新建，如图 1.1 所示。按提示将工程文件保存为后缀名为.uv2 的文件，如图 1.2 所示。

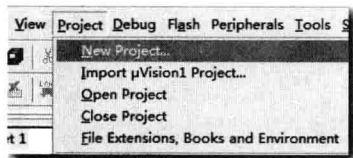


图 1.1 新建工程文件



图 1.2 保存工程文件

选择芯片类型。单击“保存”按钮后，弹出选择芯片对话框，本书使用 89C51 系列芯片，故可以选择 Atmel 公司的 AT89C51 芯片，如图 1.3 所示。

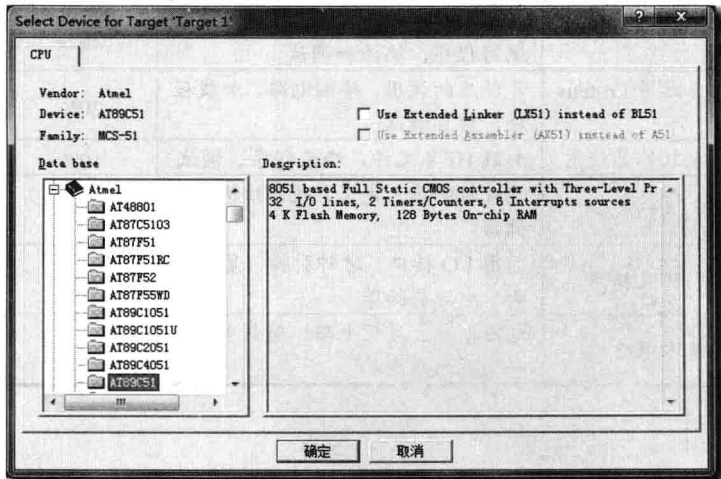


图 1.3 确定芯片类型



单击“确定”按钮后，弹出对话框，提示是否添加 8051 启动代码，此处单击“否”按钮，如图 1.4 所示。

至此，新建工程完毕，此时在 file 状态栏里多出了 Target1 以及 Source Group 1 文件夹，如图 1.5 所示。这说明，工程已建立，但还没有具体文件加入。

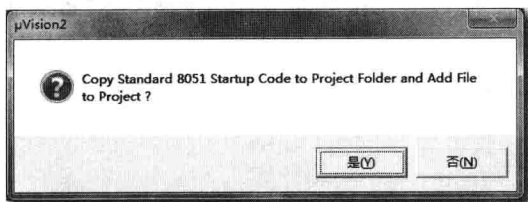


图 1.4 询问是否添加启动代码对话框

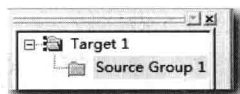


图 1.5 file 状态栏

(3) 加入文件。单击 按钮新建一个程序编辑页面，标题为 Text1，如图 1.6 所示。然后，单击 按钮将其另存为后缀名为.asm 的文件，如 ceshi.asm，如图 1.7 所示。

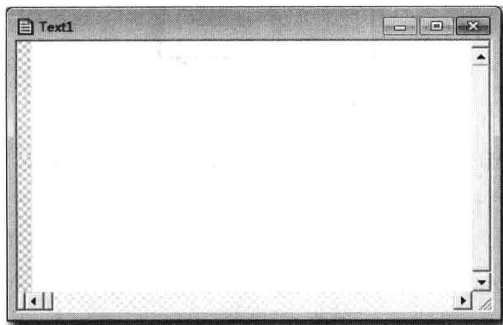


图 1.6 新建程序编辑窗口

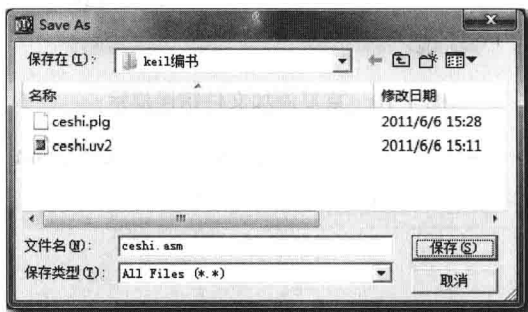


图 1.7 保存 asm 文件

最后，将这个文件添加到工程文件夹中。右击 Source Group 1 文件夹，如图 1.8 所示。

在其快捷菜单中选择“Add Files to Group ‘Source Group 1’”命令，出现添加文件对话框。在该对话框中，需要将文件类型选择为 Asm Source file(\*.s\*; \*.src; \*.a\*)，即汇编语言文件格式，并找到相应文件，单击 Add 按钮一次即可添加到工程文件夹中，如图 1.9 所示。然后，单击 Close 按钮关闭该对话框即可。

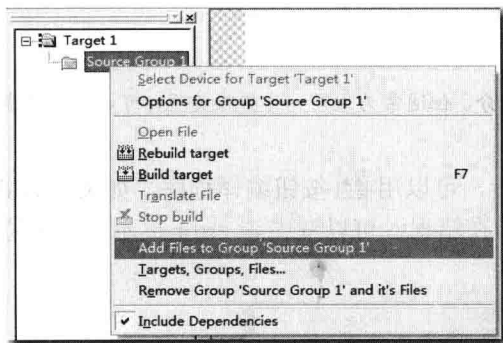


图 1.8 添加文件到工程文件夹

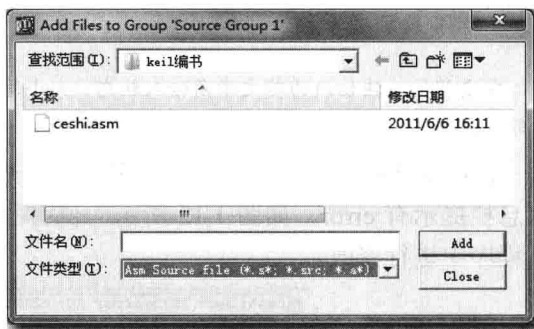


图 1.9 选择需要添加的文件

### 特别提示

文件类型默认为\*.C，即 C 语言文件。

Add 按钮只需单击一次，若单击多次则会提示文件已添加，如图 1.10 所示。此时只要顺次单击图 1.10 中的“确定”按钮以及图 1.9 所示的 Close 按钮即可关闭。

此时，可以观察到 ceshi.asm 文件已经添加到 Source Group 1 文件夹中了，如图 1.11 所示，且可以与图 1.5 做比较。

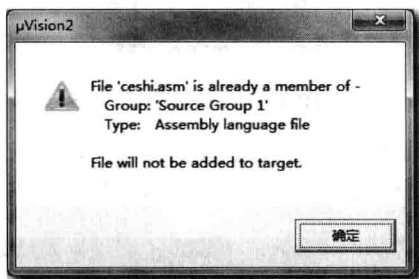


图 1.10 重复添加文件错误提示

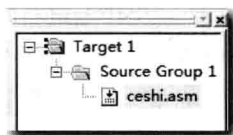


图 1.11 添加文件到文件夹

(4) 编写程序。在刚刚建立的 ceshi.asm 文件中编写程序，本次可以测试以下程序。


```

ORG      0
START:   MOV     A, #0FH
LOOP:    MOV     P2, A
         CPL     A
         CALL   DELAY
         JMP    LOOP
DELAY:   MOV     R7, #200
D1:      MOV     R6, #250
         DJNZ  R6, $
         DJNZ  R7, D1
         RET
         END

```

### 特别提示

需要将输入法切换为英文半角输入状态，大小写不区分，但通常为大写。为排版美观，可以使用键盘上的 Tab 键。

(5) 编译和调试。当编写完程序且检查无误后，可以用  按钮编译程序，如果 Build 信息栏提示有 error，如图 1.12 所示，说明程序存在错误，可以双击该 error 提示行，定位到程序中进行修改。

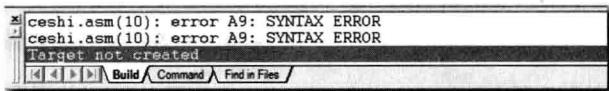


图 1.12 错误提示信息



如果程序无错误，则 Build 信息栏中会提示 0 Error(s), 0 Warning(s)，如图 1.13 所示。

(6) 生成 HEX 文件。以上操作只能验证程序在语法和逻辑上无错误，但是在实际应用中还需要利用仿真或者开发板来实际验证程序是否能达到预期效果，所以需要将程序烧录到单片机中，而烧录到单片机中的程序并不是 ASM 文件，而是经 Keil 编译过的 HEX 文件，其具体生成的方法如下。

右击 Target 1 文件夹弹出快捷菜单如图 1.14 所示。

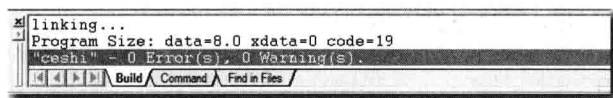


图 1.13 程序正确提示

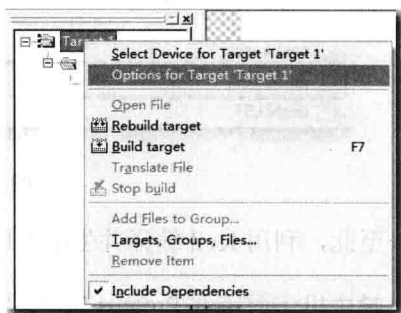


图 1.14 弹出快捷菜单

选择“Options for Target ‘Target 1’”命令，弹出 Target 1 的选项卡对话框，如图 1.15 所示。选中 Output 标签，在 Create HEX File 前打钩号后确定即可。

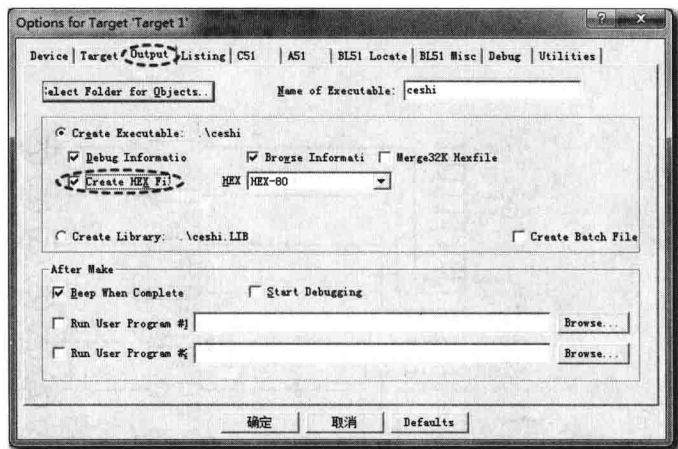


图 1.15 Target 1 选项卡设置



### 特别提示

此处除了修改是否生成 HEX 文件外，还可以修改生成 HEX 文件的路径(默认为工程文件所在文件夹)、HEX 文件的名称、HEX 类型等，平时使用默认设置即可。

修改完毕后再次编译程序，观察 Build 信息框，会发现比之前多了一行：creating hex file from “ceshi”，如图 1.16 所示。这说明已经有 HEX 文件生成了。

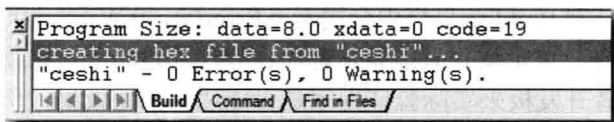


图 1.16 生成 HEX 文件提示

在工程文件所在文件夹下即可找到该 HEX 文件，如图 1.17 所示。

ceshi.asm	2011/6/6 20:35	ASM 文件	1 KB
ceshi.hex	2011/6/6 20:54	HEX 文件	1 KB
ceshi.LST	2011/6/6 20:54	LST 文件	2 KB

图 1.17 生成的 HEX 文件

至此，利用 Keil 编译并生成 HEX 文件的工作已全部完成。

## 二、单片机仿真软件 Proteus 的学习与使用

### 1. 任务要求

- (1) 利用 Proteus 完成图 1.18 所示电路图的绘制。
- (2) 利用 Keil 生成的 HEX 文件在 Proteus 中仿真并观察实验现象。

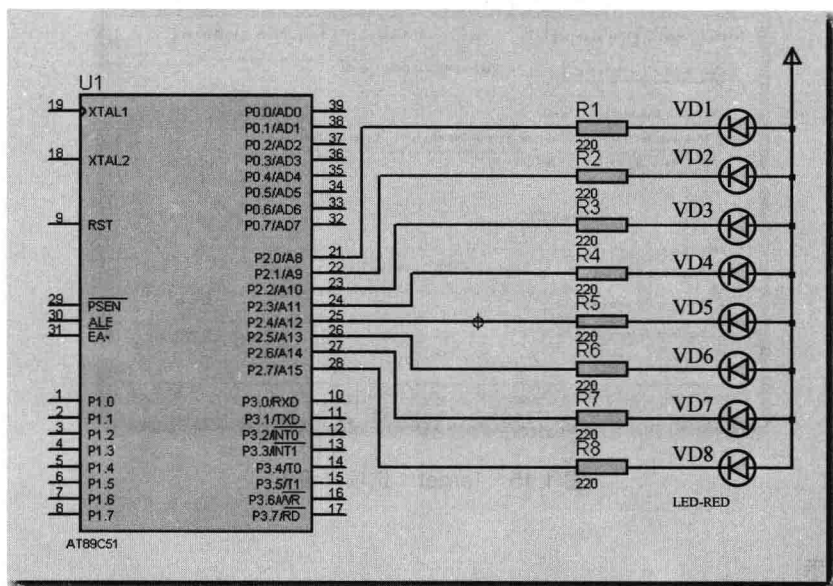


图 1.18 电路图



### 2. 操作步骤

结合图 1.18，介绍该软件的操作步骤。

- (1) 根据图 1.18 所示，列出所需元器件清单，见表 1-1。

表 1-1 电路所需元器件清单

编号	元器件	Proteus 中名称	型号	数量	备注
1	单片机	AT89C51		1	
2	电阻	RES	220Ω	8	
3	LED	LED-RED		8	

(2) 双击 ISIS 图标, 运行 ISIS 程序, 进入编辑界面。如需新建设计文档, 可以用“File”→“New Design”命令新建, 也可以单击  按钮新建。文件新建好后, 记得随时单击  按钮保存。

(3) 左侧工具栏单击  按钮, 然后在预览窗口下单击  按钮, 如图 1.19 所示。

(4) 此时, 弹出 Pick Devices 对话框, 如图 1.20 所示。

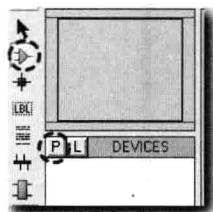


图 1.19 选择元器件

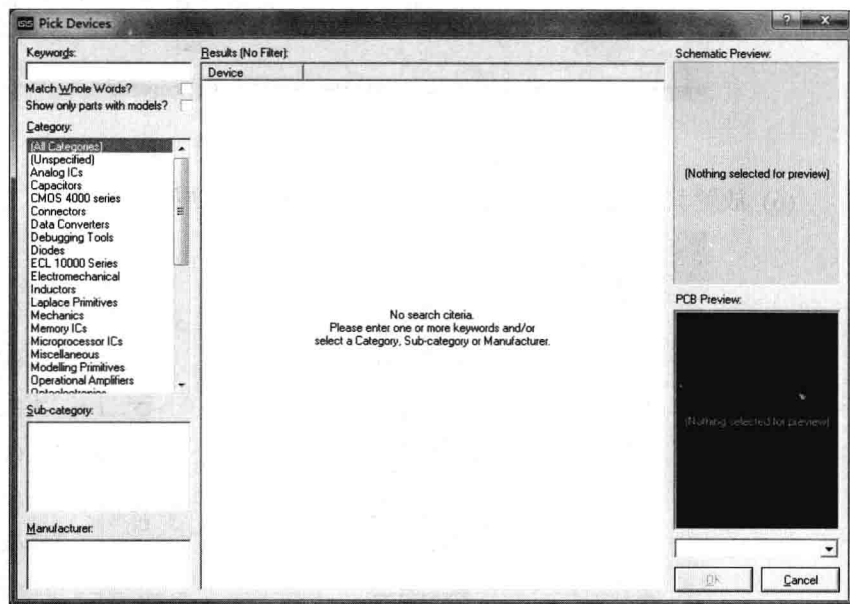


图 1.20 Pick Devices 对话框

在图 1.20 所示对话框中的 Keywords 框中分别输入表 1-1 的 Proteus 元器件名称, 即可找到相应元器件, 双击即可添加到对象选择窗口, 如图 1.21 所示。



### 特别提示

当输入元器件名称时, 合理利用 Keywords 框下的 Match Whole Words?(是否完全匹配关键词?)复选框可以大大提高查找效率。

(5) 放置元器件。在对象选择窗口中选中某个需要放置的元器件(以 AT89C51 为例), 如图 1.21 所示, 选中的元器件为蓝底白字。然后将光标移动到编辑窗口并单击, 即可发现该元器件的虚影。当光标带着该虚影移动到合适的位置后, 再次单击, 即可放置该元器件到图纸, 如图 1.22 所示。

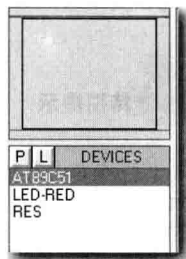


图 1.21 选择元器件

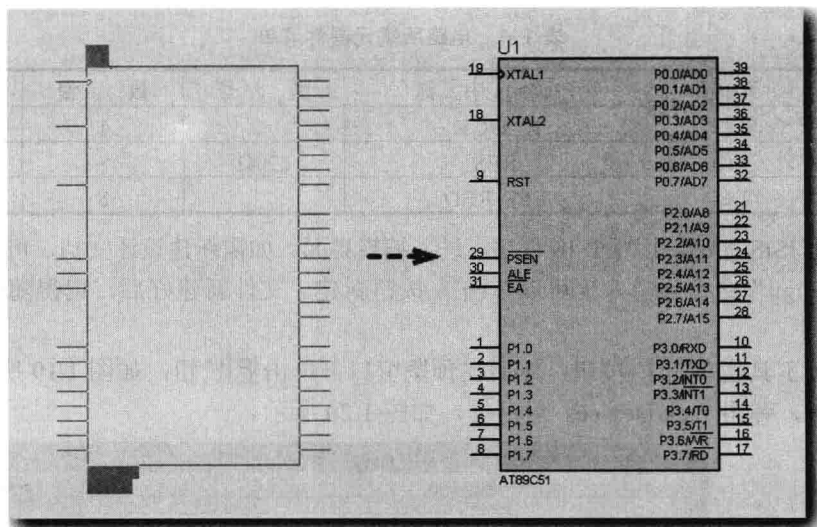


图 1.22 放置元器件

(6) 放置其余元器件，步骤同上，并根据需要对摆放位置微调，如图 1.23 所示。

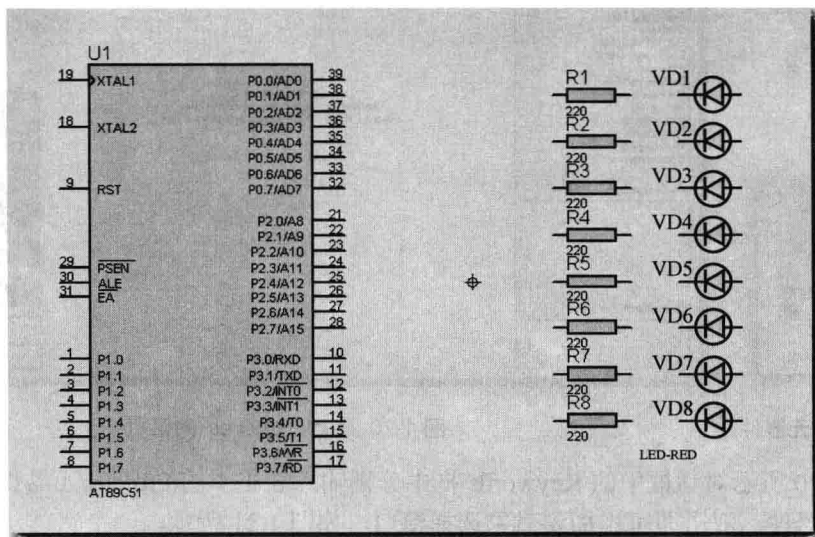



图 1.23 放置其余元器件



**特别提示**

电阻的大小默认为 10kΩ，需要改成 220Ω。在绘图过程中，可以采取“块复制”的方法迅速绘制 8 个电阻和 8 个 LED。另外，注意 LED 的方向不要画错。

(7) 连线，如图 1.24 所示。

(8) 放置电源。在工具箱中单击  按钮，在对象选择窗口中选择 POWER 命令，如图 1.25 所示。



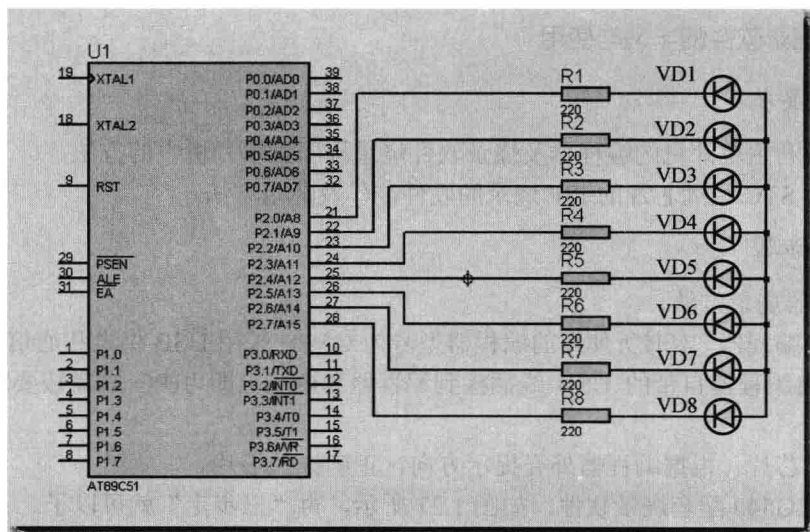


图 1.24 连线

然后，如(5)、(6)、(7)一样放置元器件并连线，并最终完成，如图 1.18 所示。

(9) 调试运行。双击 AT89C51 芯片，弹出编辑元器件属性对话框，如图 1.26 所示。

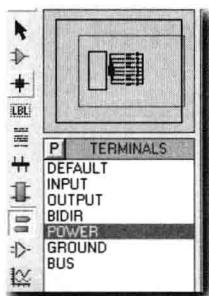


图 1.25 选择 POWER 命令

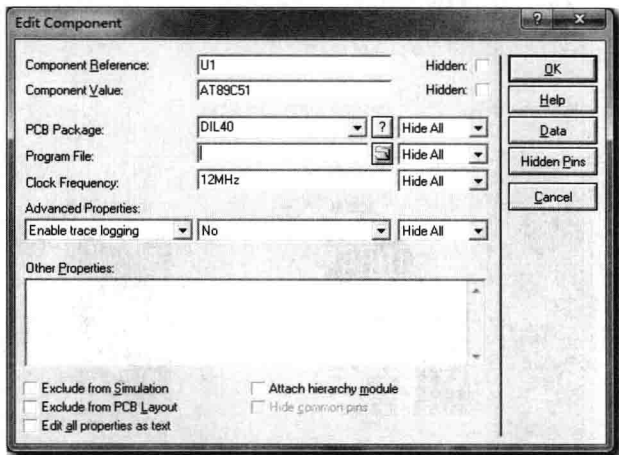


图 1.26 编辑元器件属性对话框

单击 Program File 所在行的 按钮，打开查找对话框，找到之前 Keil 生成的 HEX 文件(本例中为 ceshi.hex)，将其选中后单击“确定”按钮，此时再单击图 1.26 中的 OK 按钮，即相当于将程序烧录到单片机中了。

在编辑界面单击“仿真运行”按钮 ，当这个按钮中的三角形变为绿色的时候，就说明 Proteus 已经开始对程序进行仿真了。用户可以通过 Proteus 的可视化仿真效果，实时观察实验的现象是否满足用户的需求。如需单步运行、暂停或者停止仿真，只需单击“仿真控制”按钮中相应的按钮即可。



### 三、单片机烧录软件的学习与使用

#### 1. 任务要求

- (1) 掌握利用单片机的编程器及烧录软件烧录程序到单片机中的方法。
- (2) 掌握 STC 系列芯片的 ISP 烧录的硬件制作及烧录方法。

#### 2. 操作步骤

##### 1) 编程器烧录方法

(1) 连接编程器。本书所使用的编程器型号为 G540, 采用 USB 供电和通信, 使用方便。连接时只要将编程器自带的 USB 线插接到编程器和电脑上即可(PC 端需按要求安装 USB 驱动程序)。

(2) 安插芯片。根据编程器外壳提示方向, 正确插入芯片。

(3) 打开 G540 配套烧录软件, 如图 1.27 所示, 再“三步走”就可以了。

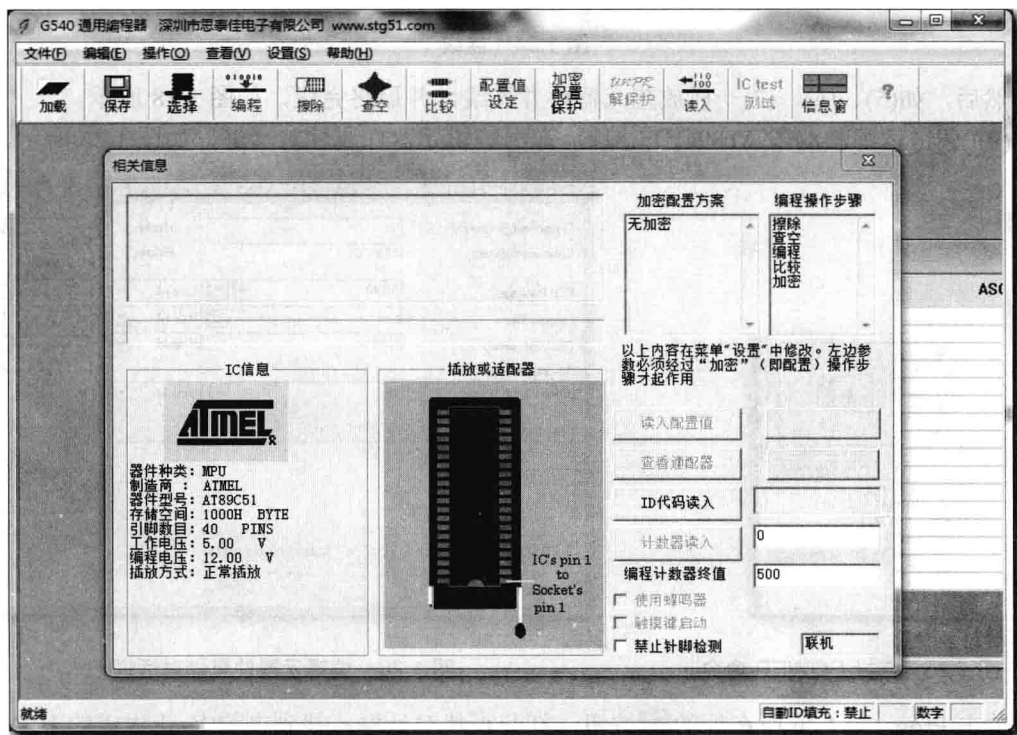




图 1.27 烧录软件主界面

① 单击“加载”按钮, 在弹出的对话框中选择所需烧录的 HEX 文件(本例中为 ceshi.hex)后会弹出“文件格式及加载方式”对话框, 如图 1.28 所示, 并根据需要进行选择, 一般直接单击“确定”按钮即可。

② 单击“选择”按钮, 在弹出对话框中选择单片机类型(本例中为 ATMEL 公司的 AT89C51), 如图 1.29 所示。