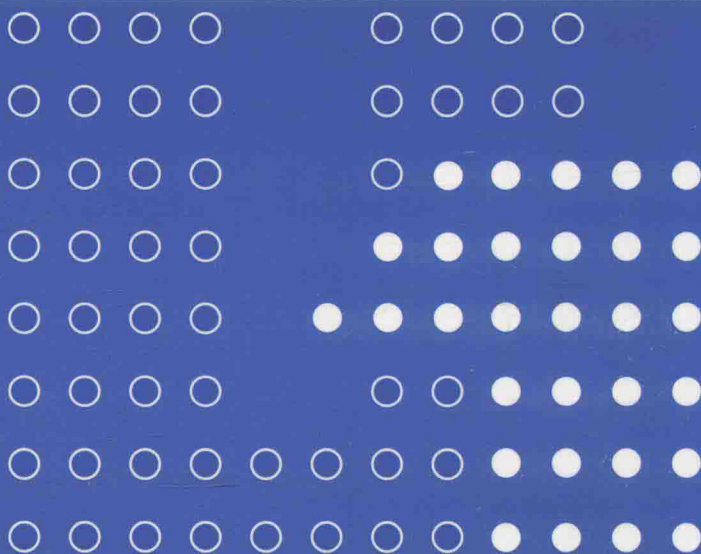
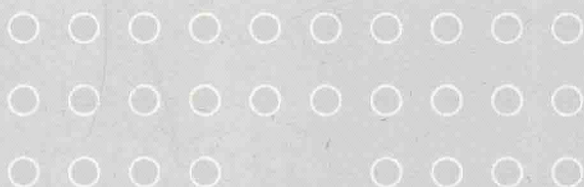


计算机系列教材

单片机及嵌入式 应用技术项目教程



朱伟华 刘金明 信众 编著

清华大学出版社



计算机系列教材

朱伟华 刘金明 信众 编著

单片机及嵌入式 应用技术项目教程



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书详细介绍 MCS-51 系列单片机开发技术、开发工具、典型应用的程序设计及外设接口技术。

全书共包括单片机及应用开发环境初探、LED 花样灯设计、数字电子钟设计、电子记分牌设计、门禁密码锁设计、点阵显示屏设计、波形发生器设计和数字显示温度计设计 8 个教学实践项目,每个项目包含若干教学实践任务,每个任务均按照“任务描述→任务实施→任务小结”的流程讲解。任务之间既有平行关系,又有递进关系,最后都指向该项目整体目标的实现,体现了“项目导向、任务驱动”的教学理念与模式。

本书讲解细致、实例全面,覆盖单片机应用开发技术的诸方面及常见的外设接口,具有很强的代表性与实用性,可作为应用型本科院校及高职高专院校学生学习单片机技术的教材,也可作为相关专业学生课程设计、毕业设计的参考书,还可供单片机应用开发人员及爱好者阅读参考。

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

单片机及嵌入式应用技术项目教程/朱伟华,刘金明,信众编著. —北京:清华大学出版社,2016
计算机系列教材

ISBN 978-7-302-44569-2

I. ①单… II. ①朱… ②刘… ③信… III. ①单片微型计算机—系统设计—高等学校—教材
IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 175221 号

责任编辑:白立军

封面设计:常雪影

责任校对:李建庄

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:12.75

字 数:309 千字

版 次:2016 年 9 月第 1 版

印 次:2016 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:29.00 元

产品编号:065639-01

单片机技术已广泛应用于工业控制、农业生产、通信系统、军事武器以及人们日常生活的方方面面。近年来,单片机技术的快速发展使得其应用范围越来越广,深刻改变了人们的生活,从车载电子、移动终端到智能家居,从可穿戴设备、智能玩具到智慧机器人,技术带来的舒适与便利无处不在。单片机技术的应用与发展,对经济社会有着举足轻重的影响,利用单片机技术不仅可以开发新产品,而且可以改造原有设备,提高工作效率,降低能源消耗。未来,单片机的应用前景将更加广阔。

单片机种类繁多,企业做技术开发时所选用的单片机也不尽相同,但是各高校所讲授的仍大多是 MCS-51 系列单片机,这是因为 MCS-51 单片机与其他类型单片机相比,入门较简单,且多年积淀的技术资料众多。

MCS-51 单片机发展至今,先后经历了汇编语言编程和以 C51 语言为主的编程开发两个阶段。C51 语言一改汇编语言艰深晦涩的风格,承载着面向过程的程序设计思想、结构化程序设计理念,能够敏捷地完成符合预期需求的单片机应用系统开发。本书选用 51 系列单片机中的主流型号,使用当下应用广泛的 C51 编程语言,配合以 Keil 集成开发环境与 Proteus 仿真调试软件,创设了理论与实践一体化,且偏重技术技能传授的教学实践框架。

笔者多年从事单片机应用技术等相关课程的教学与实践指导,在结合平常教学实践经验的基础上,对传统单片机类教材的章节体系进行了重构。本书体现了“项目导向、任务驱动”的教学理念与模式,共设计了 8 个教学实践项目:单片机及应用开发环境初探、LED 花样灯设计、数字电子钟设计、电子记分牌设计、门禁密码锁设计、点阵显示屏设计、波形发生器设计和数字显示温度计设计,每个项目中包含若干任务。为了便于读者学习、查阅,特地将各项目涉及的知识、原理等内容打包放进“知识库”。项目中的每个任务均由“任务描述”、“任务实施”、“任务小结”3 个环节构成。任务间既有平行关系,又有递进关系,最后都指向该项目整体目标的实现。全部 8 个项目覆盖了单片机理论与实践教学的方方面面。

本书由吉林电子信息职业技术学院朱伟华、刘金明、信众负责全书统筹、资料收集和技术指导。在编写过程中得到同事及朋友们的支持和鼓励,在此表示衷心的感谢!参与本书编写的还有耿楠楠、王鹏、王珂和潘谈等。

本书的部分内容是基于北京博创兴盛科技有限公司的“模块化单片机教学实验平台”的,源程序移植后可在该教学实验平台上运行验证,在此谨向他们深表谢意。

前言 《单片机及嵌入式应用技术项目教程》

本书可作为应用型本科院校及高职高专院校学生学习单片机技术的教材,也可作为相关专业学生课程设计、毕业设计的参考书,还可供单片机应用开发人员及爱好者阅读参考。由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请广大读者批评和指正。

作 者

2016年6月

F O R E W O R D

项目 1 单片机及应用开发环境初探 /1

1.1 项目总述 /1

1.2 项目实施 /1

1.2.1 任务一：认识 MCS-51 单片机 /1

1.2.2 任务二：Proteus 的使用 /2

1.2.3 任务三：Keil 的使用 /7

1.2.4 任务四：单片机开发板初探 /11

1.3 知识库 /12

1.3.1 单片机 /12

1.3.2 单片机的应用领域 /12

1.3.3 MCS-51 系列单片机 /13

1.3.4 MCS-51 单片机内部结构 /13

1.3.5 MCS-51 单片机的封装及引脚功能 /17

1.3.6 MCS-51 单片机的存储器结构 /19

1.3.7 时钟电路与复位电路 /21

1.3.8 单片机的最小系统 /23

1.3.9 单片机应用开发语言与环境 /23

1.3.10 开发流程 /24

1.4 项目总结 /25

习题 /25

项目 2 LED 花样灯设计 /26

2.1 项目总述 /26

2.2 项目实施 /26

2.2.1 任务一：用单片机点亮一个 LED /26

2.2.2 任务二：用单片机控制一个 LED 闪烁 /28

2.2.3 任务三：设计 LED 花样灯 /30

2.3 知识库 /32

2.3.1 MCS-51 单片机的 I/O 口 /32

2.3.2 LED /36

2.3.3 程序部分相关知识 /37

2.4 项目总结 /40

习题 /40

项目3 数字电子钟设计 /42

3.1 项目总述 /42

3.2 项目实施 /42

3.2.1 任务一：用1位LED数码管循环显示数字 /42

3.2.2 任务二：用4位数码管显示4位不同数字 /46

3.2.3 任务三：设计0~99秒计时器 /49

3.2.4 任务四：设计简易数字电子钟 /51

3.3 知识库 /55

3.3.1 MCS-51单片机定时器/计数器结构与工作原理 /55

3.3.2 MCS-51单片机定时器/计数器的工作方式 /57

3.3.3 定时器/计数器的使用方法 /59

3.3.4 LED数码管的结构与原理 /60

3.3.5 LED数码管的显示方式 /62

3.3.6 程序部分相关知识 /63

3.4 项目总结 /64

习题 /64

项目4 电子记分牌设计 /66

4.1 项目总述 /66

4.2 项目实施 /66

4.2.1 任务一：矩形波信号负跳变计数 /66

4.2.2 任务二：按键控制1位数码管循环显示数字 /69

4.2.3 任务三：设计电子记分牌 /71

- 4.3 知识库 /75
 - 4.3.1 中断的基本概念 /75
 - 4.3.2 MCS-51 单片机的中断系统 /75
 - 4.3.3 独立按键与键盘 /80
- 4.4 项目总结 /81
- 习题 /81

项目 5 门禁密码锁设计 /83

- 5.1 项目总述 /83
- 5.2 项目实施 /83
 - 5.2.1 任务一：单片机双机串口通信 /83
 - 5.2.2 任务二：单片机向 PC 发送信息 /86
 - 5.2.3 任务三：单片机接收 PC 发送的信息 /91
 - 5.2.4 任务四：矩阵键盘按键识别 /95
 - 5.2.5 任务五：设计门禁密码锁 /98
- 5.3 知识库 /104
 - 5.3.1 MCS-51 单片机串行接口 /104
 - 5.3.2 MAX232 芯片 /111
 - 5.3.3 矩阵式键盘及按键识别 /112
- 5.4 项目总结 /114
- 习题 /114

项目 6 点阵显示屏设计 /115

- 6.1 项目总述 /115
- 6.2 项目实施 /115
 - 6.2.1 任务一：逐行点亮 LED 点阵显示器 /115
 - 6.2.2 任务二：用 LED 点阵显示器显示数字 /117
 - 6.2.3 任务三：用 LED 点阵显示器显示汉字 /119
- 6.3 知识库 /121
- 6.4 项目总结 /123
- 习题 /123

项目7 波形发生器设计 /124

7.1 项目总述 /124

7.2 项目实施 /124

7.2.1 任务一：用 I/O 口产生指定宽度的方波 /124

7.2.2 任务二：用数模转换器产生指定宽度的方波 /128

7.2.3 任务三：设计锯齿波发生器 /130

7.2.4 任务四：设计正弦波发生器 /132

7.3 知识库 /136

7.3.1 波形发生器 /136

7.3.2 模拟量与数字量 /136

7.3.3 模拟量与数字量的转换 /136

7.3.4 D/A 转换 /137

7.3.5 常用 D/A 转换器的性能及应用 /138

7.4 项目总结 /140

习题 /140

项目8 数字显示温度计设计 /142

8.1 项目总述 /142

8.2 项目实施 /142

8.2.1 任务一：用 1602 LCD 屏显示字符串 /142

8.2.2 任务二：设计数字显示温度计 /146

8.3 知识库 /155

8.3.1 1602 LCD 屏 /155

8.3.2 DS18B20 温度传感器 /159

8.4 项目总结 /162

习题 /162

附录A C51 语言 /164

A.1 C51 语言简介 /164

A.2 C51 基本数据类型 /164

A. 2. 1	常量	/164
A. 2. 2	变量	/165
A. 3	运算符与表达式	/167
A. 3. 1	赋值运算	/167
A. 3. 2	算术运算	/167
A. 3. 3	关系运算	/168
A. 3. 4	逻辑运算	/169
A. 3. 5	位运算	/169
A. 3. 6	自增减运算及复合运算	/170
A. 3. 7	条件运算符	/170
A. 3. 8	逗号运算符	/171
A. 4	程序结构与程序语句	/171
A. 4. 1	程序的基本结构与语句	/171
A. 4. 2	常用重要语句说明	/172
A. 5	数组	/175
A. 5. 1	一维数组	/175
A. 5. 2	二维数组	/176
A. 5. 3	字符数组	/177
A. 6	指针	/178
A. 7	函数与变量的作用域	/179
A. 7. 1	主函数	/180
A. 7. 2	其他函数	/180
A. 7. 3	变量的作用域	/182
A. 8	编译预处理	/182
A. 8. 1	宏定义	/182
A. 8. 2	文件包含处理	/183
A. 9	C51 的注释	/184
附录 B	MCS-51 单片机指令表	/185
附录 C	ASCII 码表	/190
参考文献		/192

项目1 单片机及应用开发环境初探

【能力目标】

- (1) 了解单片机的封装与外观。
- (2) 能够使用 Proteus 完成简单的电路原理图设计。
- (3) 能够使用 Keil 建立工程项目与源文件,编译、调试及生成 HEX 文件。
- (4) 能通过某单片机开发板说明书了解其构成及使用方法。

【知识目标】

- (1) 了解单片机及其应用领域。
- (2) 了解 MCS-51 系列单片机。
- (3) 掌握 MCS-51 单片机内部结构及存储器结构、时钟电路与复位电路。
- (4) 了解单片机的最小系统。
- (5) 了解单片机应用开发语言、开发环境与开发流程。

1.1 项目总述

完成单片机应用系统的开发,首先必须认识和了解单片机,不仅要了解单片机的外观,也要了解其内部结构,更要了解其各结构单元对应的基本功能。如此,就掌握了单片机的硬件资源,在应用开发时,方能得心应手。

“工欲善其事,必先利其器”。优秀的工具可以使单片机应用开发过程事半功倍,因此,能够正确而熟练地运用这些工具,就是开发前准备工作的重中之重。本项目将带领读者完成对单片机及应用开发环境的初探。

1.2 项目实施

1.2.1 任务一：认识 MCS-51 单片机

1. 任务描述

观察 MCS-51 系列及其兼容系列单片机中某些型号的单片机,对其外观有初步认识。

2. 任务实施

观察并认识单片机的外观。图 1-1 中自左至右依次为 AT89C52、AT89S51 和 AT89C51 单片机,它们均属于 DIP-40 封装。图 1-2(a)展示的是 AT89S52 单片机的 DIP-40 封装,图 1-2(b)展示的是 AT89S52 单片机的 QFP-44 封装。通过单片机表面印刷的

标识,可以判断其具体型号。

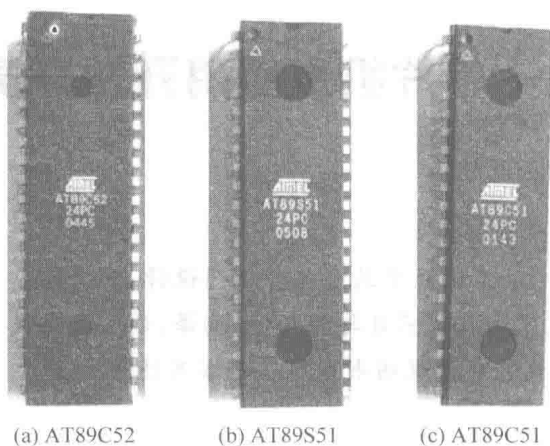


图 1-1 单片机的外观

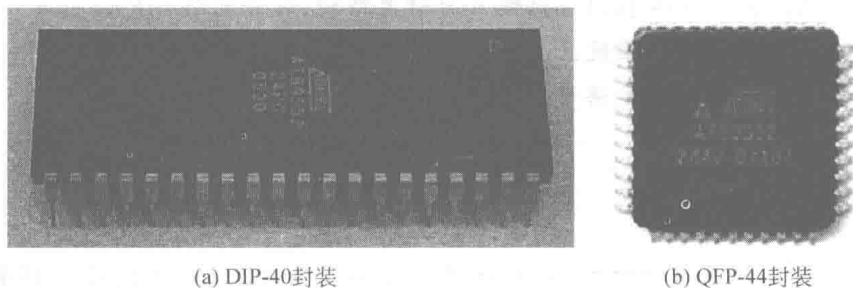


图 1-2 AT89S52 单片机的两种封装

3. 任务小结

本任务使读者初步认识了单片机的封装与外观。

1.2.2 任务二：Proteus 的使用

1. 任务描述

使用 Proteus 完成简单的电路原理图设计,并仿真调试。

2. 任务实施

(1) 正确安装 Proteus 软件(本书以 Proteus 7.8 为例)后,在桌面建立其快捷方式。双击图标后,打开该软件,其工作界面如图 1-3 所示。

(2) 在工作界面中,“绘图工具栏”处于最左侧,左下方为“仿真进程控制按钮”,“绘图工具栏”右侧为“对象选择按钮”与“对象选择窗口”,再向右为“图形编辑窗口”,最下方为“状态栏”,如图 1-4 所示。

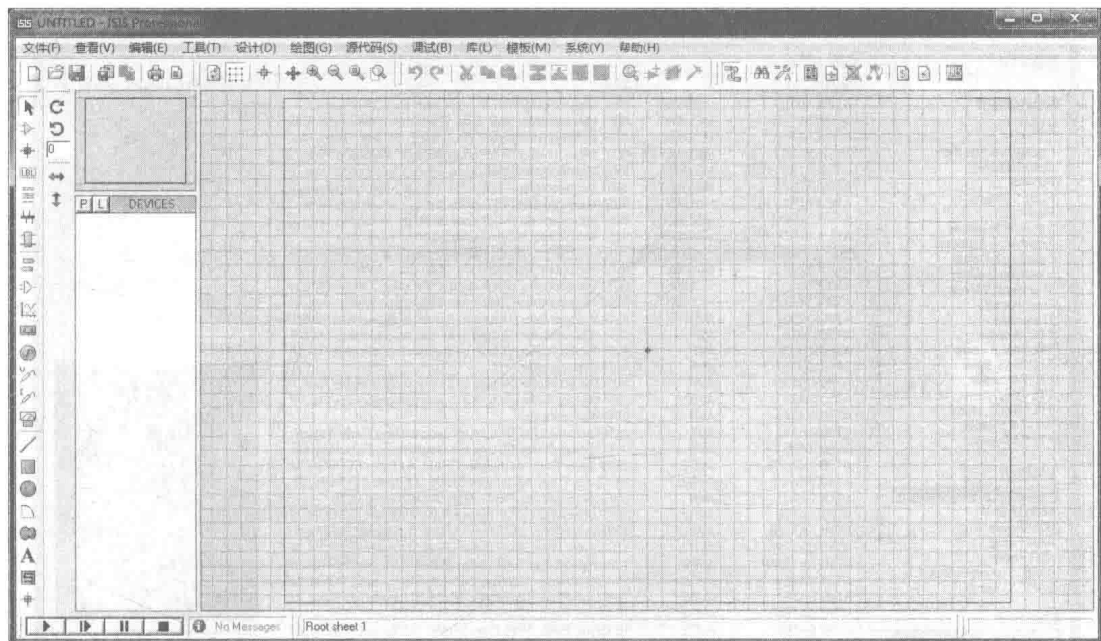


图 1-3 Proteus 的工作界面

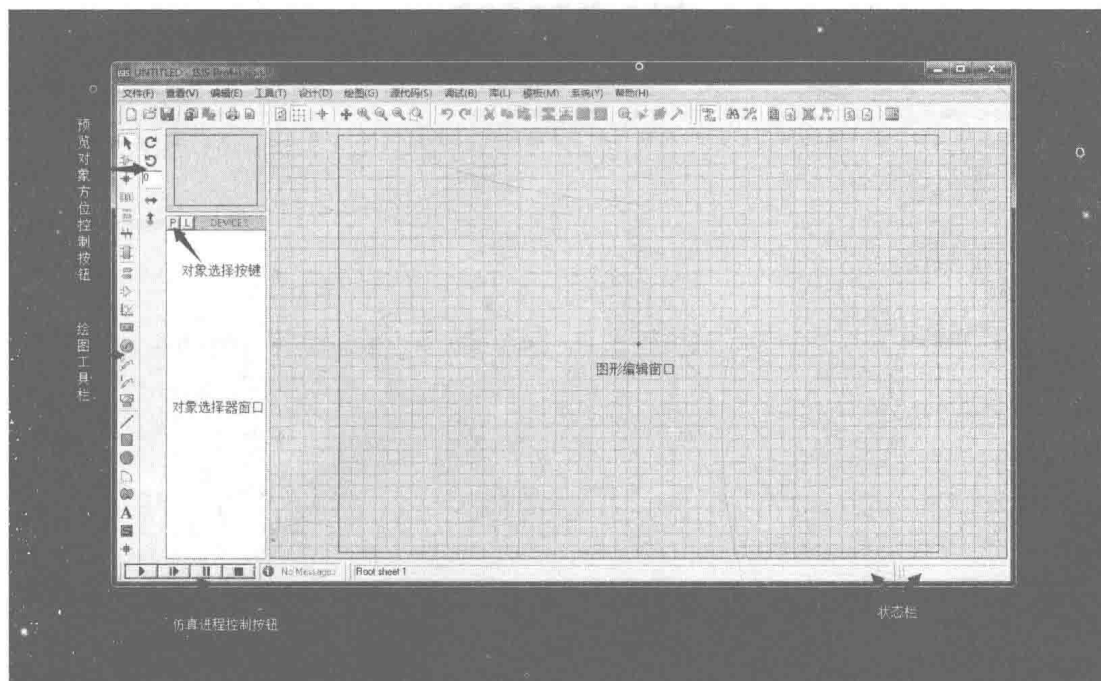


图 1-4 Proteus 工作界面构成

(3) 单击“对象选择按钮”，打开“选择元器件窗口”，用户可在此窗口选择需要的元器件，如图 1-5 所示。

(4) 添加完所需的元器件并设置好其摆放位置后，图形编辑区的状态如图 1-6 所示。

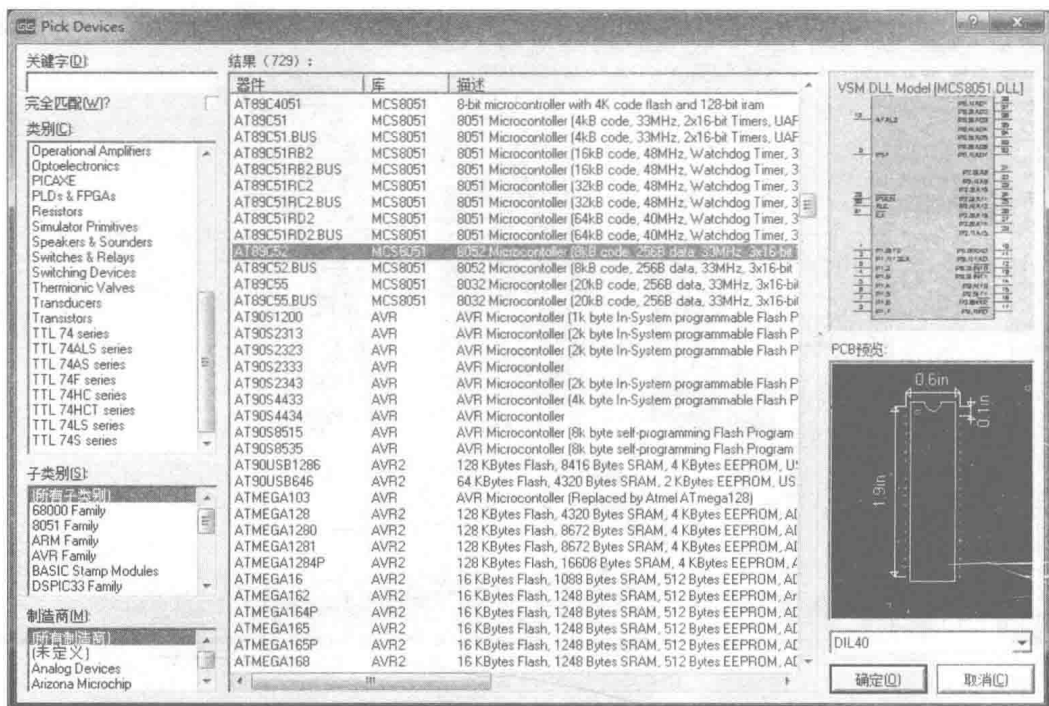


图 1-5 选择元器件窗口

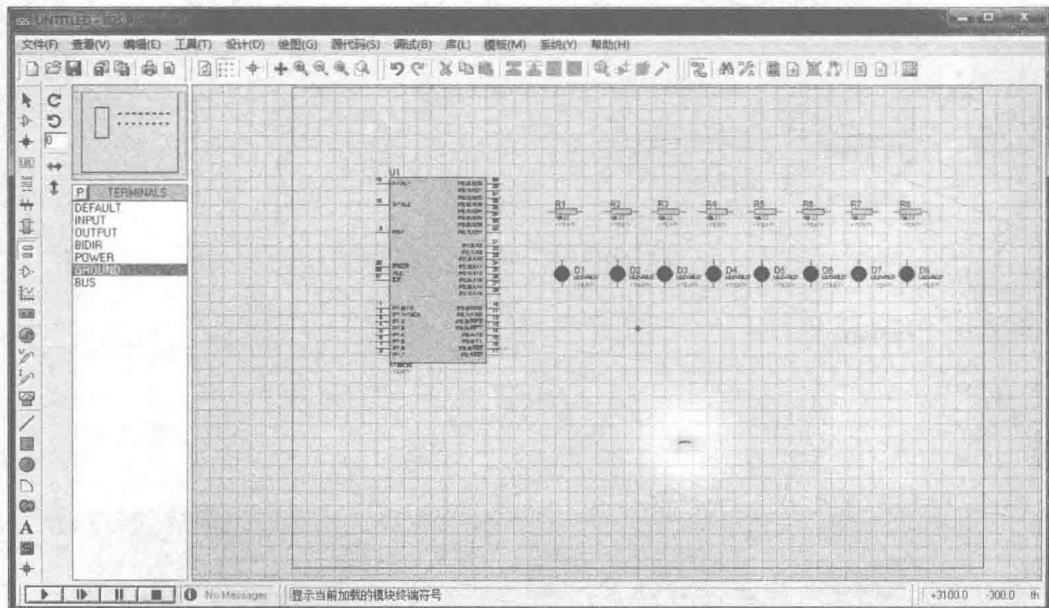


图 1-6 添加元器件后的图形编辑区

(5) 把鼠标指针放在某元器件上,右击,弹出菜单,进入“编辑属性”菜单项,打开“编辑元件”对话框(见图 1-7),在这里完成需要的设置。

(6) 在图 1-6 的基础上编辑元器件属性后的状态如图 1-8 所示。

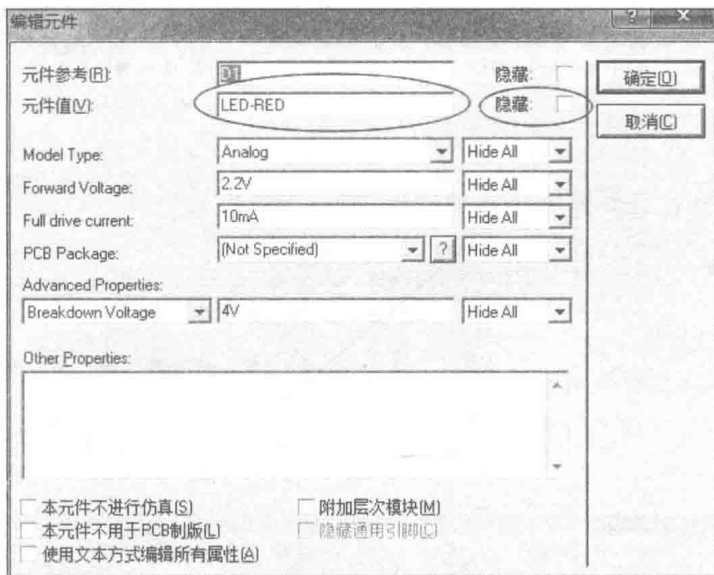


图 1-7 “编辑元件”对话框

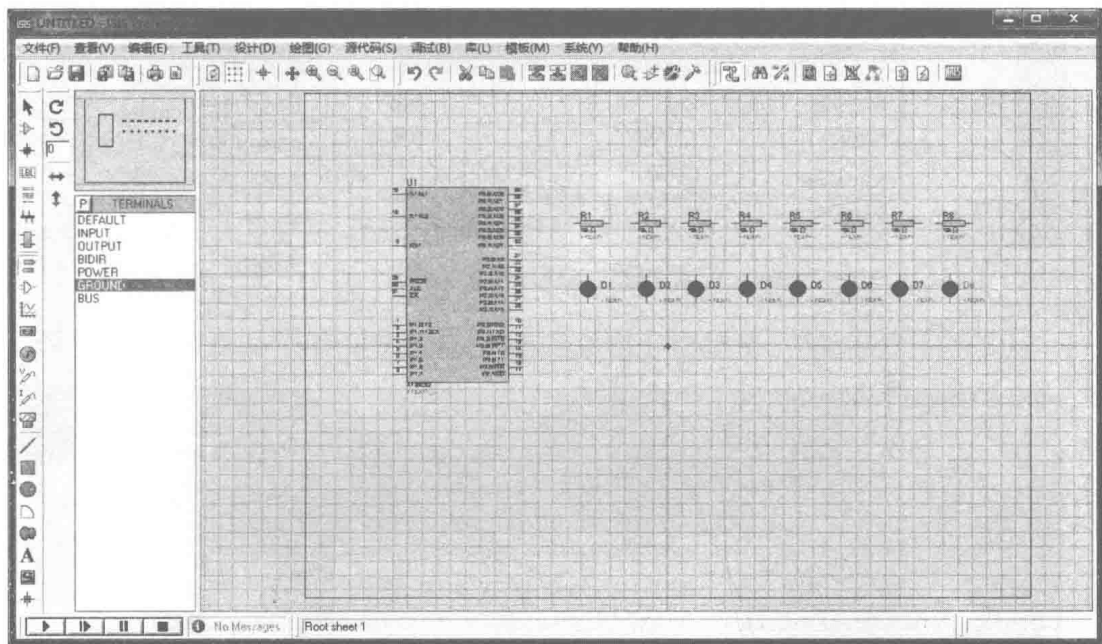


图 1-8 编辑元器件属性后的状态

(7) 将各元器件连线后,形成的电路原理图如图 1-9 所示。

(8) 使用“文件”菜单下的“保存设计”菜单项或工具栏中的  按钮,将电路原理图保存。

(9) 待使用 Keil 生成 HEX 文件后,将鼠标指针放在原理图中的单片机上,右击,弹出菜单,选择“编辑属性”菜单项,打开“编辑元件”对话框。在 Program File 处单击 ,加载 HEX 文件,之后单击“确定”按钮保存该设置。此外,还可以修改单片机工作的时钟频率,如图 1-10 所示。

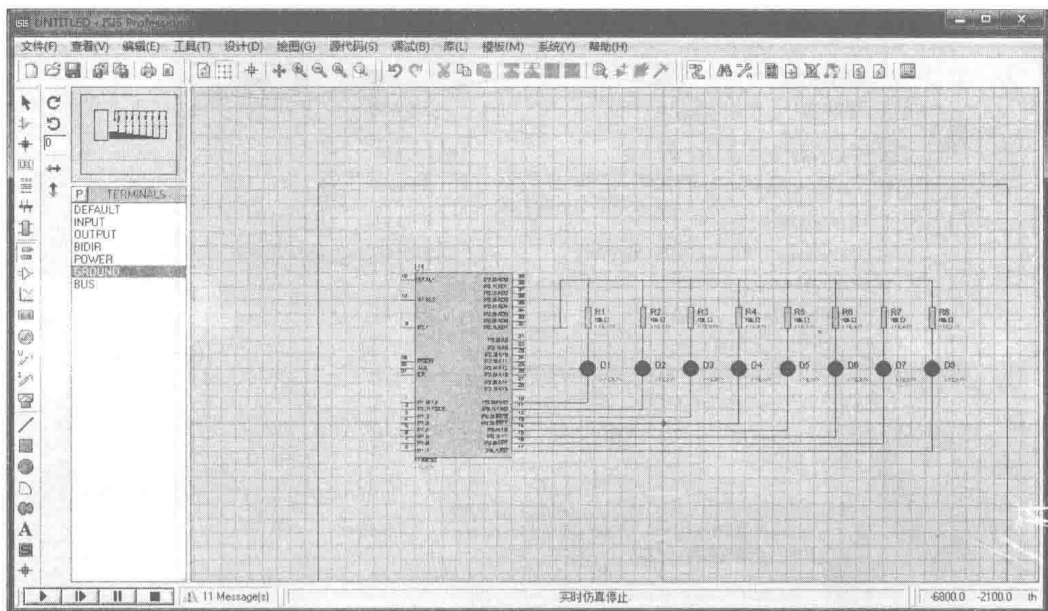


图 1-9 各元器件连线后

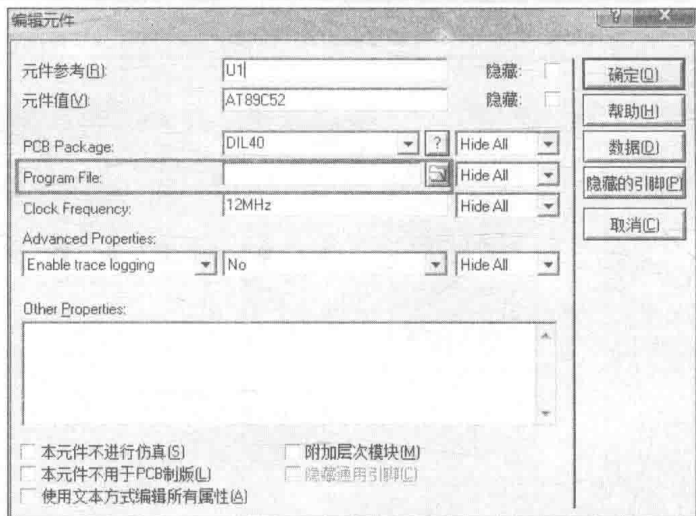


图 1-10 加载 HEX 文件

(10) 回到 Proteus 工作界面后,单击界面左下角的  启动仿真。需要说明的是,在实际使用单片机的过程中,应首先保证其最小系统(除单片机本身外,另需时钟电路、复位电路、电源与接地电路的配合)是完整的,否则不能正常工作;但在 Proteus 仿真软件中,为简化电路设计,即便时钟电路、复位电路、电源与接地电路未绘出,单片机也能仿真工作,这是 Proteus 为用户提供的便利。

3. 任务小结

本任务使读者学会使用 Proteus 完成简单的电路原理图设计,并仿真调试。

1.2.3 任务三：Keil 的使用

1. 任务描述

使用 Keil 完成工程项目与源程序文件的建立,编译源程序文件并调试无误后,生成最终的 HEX 文件。

2. 任务实施

(1) 正确安装 Keil 软件(本书以 Keil μ Vision5 为例)后,在桌面建立其快捷方式。双击图标后,打开该软件,首先建立新的工程项目(通过 Project $\rightarrow$ New μ Vision Project 命令),如图 1-11 所示。

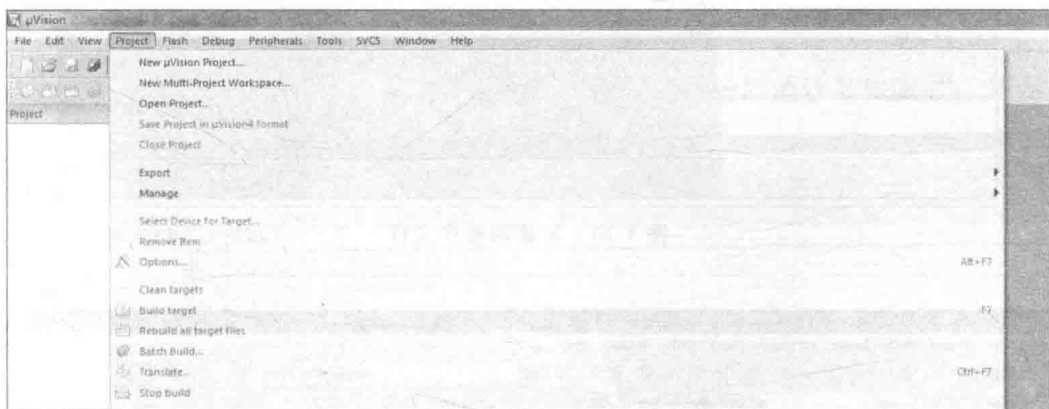


图 1-11 建立新的工程项目

(2) 选择单片机型号,这里选择 AT89S52,如图 1-12 所示。

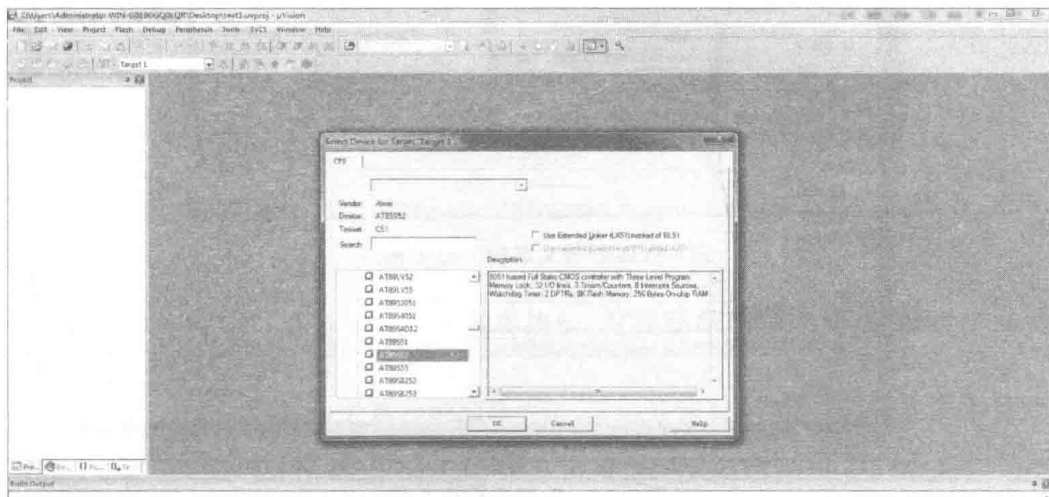


图 1-12 选择单片机型号