

21世纪高等学校规划教材

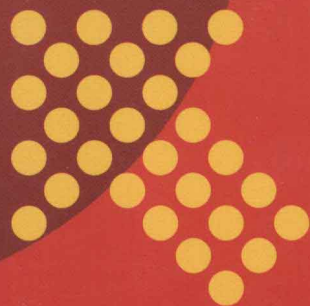


单片机应用开发技术

——基于Proteus单片机仿真和C语言编程

瓮嘉民 主 编

冯建勤 陶春鸣 副主编



中国电力出版社
<http://jc.cepp.com.cn>

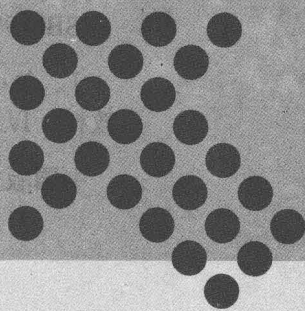
21世纪高等学校规划教材



单片机应用开发技术

——基于Proteus单片机仿真和C语言编程

主 编	瓮嘉民	陶春鸣	
副主编	冯建勤	陈志武	屈芳升
编 写	陈 涛	雷万忠	何淑霞
主 审	梁义涛		
	张 齐		



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为 21 世纪高等学校规划教材。全书共有 14 章, 主要内容包括单片机概述、单片机开发软件快速入门、AT89S51 单片机的结构和原理、C51 语法简介、AT89S51 汇编指令系统、定时器和中断、单片机串行通信、AT89S51 单片机的扩展、键盘和显示、点阵字符型液晶模块 LCD1602、点阵图形液晶模块 128×64、A/D 和 D/A 转换器、常见串行总线、红外线和无线遥控等。本书所有实例均采用 C 语言编程, 大部分实例采用 Proteus 进行仿真和 SP-28 USB 实验板进行下载验证, 通过 Proteus 仿真使单片机课堂教学可视化, 可使读者真正做到理论和实践相结合, 在动手实践中掌握单片机开发的基本方法和技能。

本书附有光盘, 其中含所有例程的源程序、电路图、Proteus 仿真文件和电子教案。

本书可作为普通高等院校电子、电信、自动化、机电一体化等专业的本专科教材, 也可作为相关工作技术人员及计算机爱好者的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机应用开发技术: 基于 Proteus 单片机仿真和 C 语言编程 / 瓮嘉民主编. —北京: 中国电力出版社, 2009

21 世纪高等学校规划教材

ISBN 978-7-5083-9485-5

I. 单… II. 瓮… III. 单片微型计算机—高等学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 174949 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 1 月第一版 2010 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.5 印张 447 千字 1 插图

定价 31.00 元 (含 1CD)

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

随着电子信息技术的迅猛发展,单片机在国民经济的各个领域得到了广泛的应用。单片机以体积小、功能全、性价比高等诸多优点在工业控制、生产自动化、机电一体化设备、电器、智能仪器仪表、家电、航空航天、通信导航、汽车电子等领域得到了广泛的应用。单片机开发技术已成为电子信息、电气、通信、自动化、机电一体化等相关专业的学生、技术人员必须掌握的技术。

本书主要特色有:

(1) 实例通过 Proteus 仿真,方便教师上课演示,生动直观。

(2) 实例编程采用当前流行的 C 语言,易学易用,移植性和通用性好。

(3) 注重实战。单片机应用开发技术是一门实践性非常强的课程,本教材选用配套的 SP-28 USB 开发板集成了目前流行的、经典的、应用模块电路,只需一条 USB 线就可以做单片机实验,加上 RS-232 串口即可进行硬件仿真,方便读者自学。

(4) 提供良好的技术支持。随书光盘提供所有例程源程序、电路图和 Proteus 仿真文件等。

本书可作为普通高等院校和高职高专计算机、电子、电气、通信、自动化、机电一体化等专业学生的教材,也可作为自学和从事单片机工作的工程技术人员的参考书。

本书由瓮嘉民主编,冯建勤和陶春鸣任副主编。河南工程学院的瓮嘉民老师编写第二、五、七章,并负责全书的统稿、大量实例验证和仿真。河南工程学院的陶春鸣老师编写第一、十章,陈涛老师编写了第十二章,雷万忠老师编写了第四章。郑州轻工业学院冯建勤老师编写了第六、十一章,郑州轻工业学院陈志武老师编写了第三、十三章,河南工业大学梁义涛老师编写了第八章,河南职业技术学院屈芳升老师编写了第九章,中州大学何淑霞老师编写了第十四章。

在本书编写过程中得到郑州金聚宝电子科技有限公司宋占孝经理和家人的大力支持,在此一并表示感谢。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,敬请读者和同仁批评指正,请通过 wengjiamin@tom.com 致信于我;也可发邮件到 qiao_li@cepp.com.cn 与本书策划编辑进行交流。

编 者

2009 年 10 月

目 录

前言

第一章 单片机概述	1
第一节 单片机简介	1
第二节 单片机的开发条件	1
习题	4
第二章 单片机开发软件快速入门	5
第一节 Proteus 7.2 安装	5
第二节 Proteus 7.2 快速入门	6
第三节 Keil μ Vision2 安装	17
第四节 Keil μ Vision2 快速入门	17
第五节 Keil μ Vision2 和 Proteus 7.2 联调	26
习题	34
第三章 AT89S51 单片机的结构和原理	35
第一节 AT89S51 单片机的基本结构	35
第二节 AT89S51 单片机的引脚及片外总线结构	39
第三节 AT89S51 单片机的存储器配置	41
第四节 CPU 的时序及辅助电路	45
第五节 I/O 口应用举例	47
习题	51
第四章 C51 语法简介	52
第一节 关键字	52
第二节 数据与数据类型	53
第三节 变量定义的格式	54
第四节 直接对 51 单片机的 SFR 的定义	56
第五节 51 单片机 SFR 中可位寻址的单元的位的定义	56
第六节 51 单片机中可位寻址区 (0x20~0x2f) 的访问	57
第七节 关键字 bit 与 sbit 区别	57
第八节 51 单片机外扩 I/O 口的访问	57
第九节 函数的递归调用与再入函数	58
第十节 中断服务函数与寄存器组定义	59
第十一节 C51 的运算符和表达式	61
第十二节 C51 流程控制语句	62
第十三节 C51 的指针类型	64
习题	65

第五章 AT89S51 汇编指令系统	67
第一节 AT89S51 指令系统的格式及符号说明	67
第二节 寻址方式	68
第三节 按功能分类指令介绍	70
习题	82
第六章 定时器和中断	85
第一节 定时器/计数器概述	85
第二节 定时器/计数器 4 种工作方式	91
第三节 定时器/计数器的应用举例	94
第四节 AT89S51 单片机中断系统	102
习题	109
第七章 单片机串行通信	111
第一节 串行通信概述	111
第二节 AT89S51 单片机的串行口及控制寄存器	115
第三节 AT89S51 单片机串行通信工作方式	117
第四节 串行口通信实例	122
习题	131
第八章 AT89S51 单片机的扩展	132
第一节 AT89S51 单片机系统的扩展	132
第二节 简单 I/O 口扩展	137
第三节 单片机和 CPLD 接口设计	139
习题	145
第九章 键盘和显示	146
第一节 键盘及其接口	146
第二节 LED 显示器件	156
第三节 LED 点阵显示器件	167
习题	179
第十章 点阵字符型液晶模块 LCD1602	180
第一节 点阵字符型液晶模块 LCD1602 简介	180
第二节 LCD1602 总线方式的应用	189
第三节 LCD1602 间接方式的应用	194
习题	207
第十一章 点阵图形液晶模块 128×64	208
第一节 128×64 点阵液晶显示屏	208
第二节 128×64 点阵型 LCD 总线方式的应用	215
第三节 128×64 点阵型 LCD 间接方式的应用	216
习题	224
第十二章 A/D 和 D/A 转换器	225
第一节 D/A 转换器	225

第二节	AT89S51 和 D/A 转换器的接口	228
第三节	A/D 转换器	233
第四节	标度变换(工程量变换)——现场物理量的显示	236
第五节	ADC0832 转换器的应用	239
	习题	249
第十三章	常见串行总线	250
第一节	I ² C 总线及其应用	250
第二节	SPI 总线及其应用	257
第三节	单总线温度传感器 DS18B20	263
	习题	272
第十四章	红外线和无线遥控	273
第一节	红外线遥控原理及其应用	273
第二节	无线遥控模块及其应用	277
	习题	285
附录	SP-28 USB 开发板原理图(见文后插页)	
参考文献		286

第一章 单片机概述

本章主要讲述了单片机的定义和单片机开发的软硬件条件等。

第一节 单片机简介

单片机就是把中央处理器 CPU (Central Processing Unit)、随机存取存储器 RAM (Random Access Memory)、只读存储器 ROM (Read Only Memory)、定时器/计数器以及 I/O (Input/Output) 接口电路等主要计算机部件, 集成在一块集成电路芯片上的微型计算机。虽然单片机只是一个芯片, 但从组成和功能上看, 它已具有了微型系统的属性, 为此称它为单片微型计算机 SCMC (Single Chip Micro Computer), 简称单片机。

单片机的应用主要体现在以下几个方面:

(1) 在工业自动化方面, 例如过程控制、数据采集和测控技术、机器人、机电一体化技术。

(2) 仪器仪表方面, 例如测试仪表和医疗仪器——数字化、智能化、高精度、小体积、低成本、便于增加显示报警和自诊断功能。

(3) 在家用电器方面, 例如冰箱、洗衣机、空调机、微波炉、电视机、音像设备等。

(4) 信息和通信产品方面 (计算机的键盘、打印机、磁盘驱动器; 传真机、复印机、电话机、考勤机等)。

(5) 在军事方面, 例如飞机、大炮、坦克、军舰、导弹、火箭、雷达等。

第二节 单片机的开发条件

单片机是一门实践性很强的软硬件紧密结合的技术。学习者必须拥有相关软硬件条件。

一、硬件条件

硬件通常需要: 计算机一台、实验板一块、万用表等常规工具。在此特别推荐郑州金聚宝电子科技有限公司的 SP-28 USB 开发板, 只需要一条 USB 线就可以做单片机实验。

SP-28 USB 开发板硬件如图 1-1 所示, 其功能主要有如下三方面。

1. 作为编程器使用时可编程的芯片

(1) ATMEL 公司: AT89S51、AT89S52。

(2) 使用串口, 第三方软件可以对 STC 系列如 STC89C51RC、STC89C52RC、STC89C53RC、STC89C54RD+、STC89C55RD+、STC89C58RD+、STC89C61RD+、STC89C516RD+、STC89LE51RC、STC89LE52RC、STC89LE53RC、STC89LE54RD+、STC89LE55RD+、STC89LE58RD+、STC89LE61RD+、STC89LE516RD+、STC89LE52AD、STC89LE54AD、STC89LE58AD、STC89LE516AD、STC89LE516X2、STC89C516RD 等烧写。

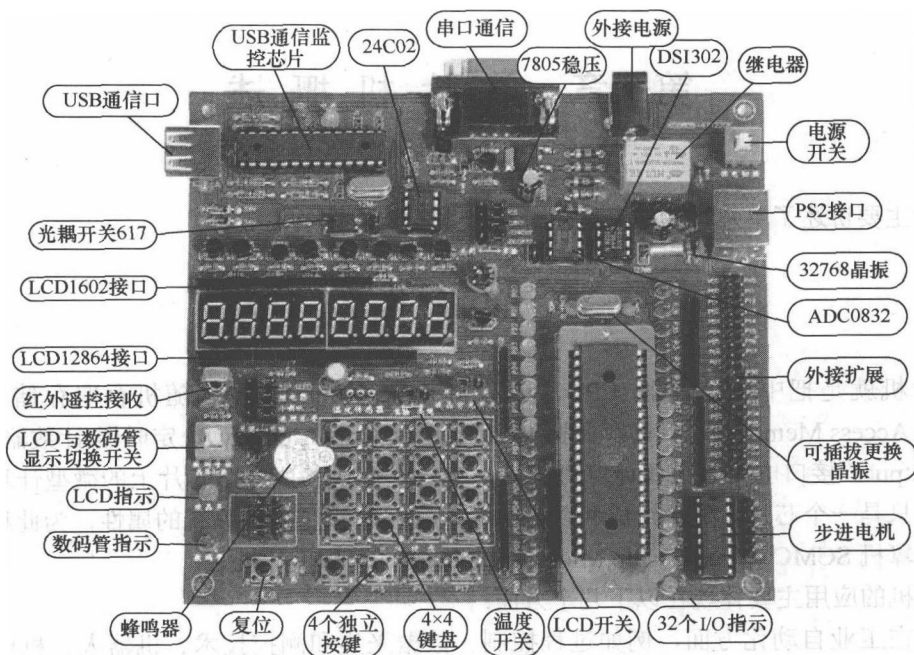


图 1-1 SP-28 USB 开发板

2. 作为仿真器（需要 SST89E516RD 芯片）使用的主要功能

(1) 直接使用 Keil C51 的集成开发仿真环境，源码级在线仿真调试支持汇编语言、C 语言以及二者混合在线调试。

(2) 调试执行支持单步执行 (STEP)、跨步执行 (STEP OVER)、全速运行 (RUN)、运行到光标处，也支持断点调试；可设置/移除断点，最大可设置 10 个固定断点和 1 个临时断点。

(3) 可以读写 Data 区、Code 区、专用寄存器 (SFR) 以及读写端口。

(4) 完全仿真 P0、P1、P2、P3 口，可对系统内的所有硬件资源在线仿真。

(5) 支持硬件复位。

(6) 可通过跳线设置是否给目标板提供电源，通过单片机控制的过载、短路保护功能，过载短路保护状态指示。

(7) 仿真程序空间 63KB，仿真频率 0~40MHz，晶振可选，系统配置 11.0592MHz，可调波特率 300~115 200b/s。

(8) 支持最新的 Keil C51 软件。

3. 作为实验板（采用 USB 通信和供电系统，不需另接直流电源）的主要资源和主要实验项目

(1) 8 位 LED 数码管。它可以试验和仿真各种计数器、数字显示以及用单片机做电子钟等仿真，比如计数器、秒表、电子钟等。

(2) 32 路 LED。可以显示 32 个 P 口的状态，以及试验和仿真各种 LED 实验，比如正反流水灯、交通指示等。

(3) 音乐输出小喇叭。它可以完成各种奏乐、报警等发声类实验。

(4) 继电器试验。可以做一个以弱控强的系统。以弱控强器件是工控最常用器件之一，与其他驱动器件相比明显的优点是抗过载能力强，强弱端隔离能力强。

(5) I²C 串行 EEPROM 24C02。如果试验仿真的是 SST89C54 一类的芯片，则 24C02 就没用，因为 SST89C54 一类芯片内部已经含有 24C02 同样功能的单独存储空间。

(6) 1602 液晶屏。2 行，每行 16 个字符，自带字符库、带背光，经典的液晶显示器件通过液晶屏显示想要的字符信息，比发光管、数码管的显示更加漂亮，专业。

(7) 12864 图形液晶接口。常见的 128×64 标准液晶模块，用来显示汉字和图形。

(8) 红外线遥控发射接收。它可以做红外线解码实验、红外线遥控器等。配合遥控器完成遥控解码及红外遥控实验。如按遥控器的数字键 1~8，即可点亮实验板上的第一个发光管至第八个发光管。当然，也可以通过改动程序来达到红外遥控其他资源的目的。

(9) 所有芯片管脚都接有外扩排针，有利于外扩更多的功能，外扩实验的功能没有限制，完全由用户决定。

(10) 双面红色工艺 PCB 板，彩色跳线，做工精细，运行稳定。

(11) PC817 光电耦合器。它是光电耦合器中的经典型号，让初学者可以了解电气隔离系统的控制原理和作用。

(12) 串行时钟芯片 DS1302。一种比较常见的 SPI 串行时钟芯片，用来完成时间项目。

(13) ADC0832。它用于“模拟信号→数字信号”的转换试验，是一个 8 位串行 A/D 转换芯片。

(14) 单总线的温度传感器 DS18B20。通过这个接口连好 18B20 后，可以实现对温度的高精度测量，通过多个 DS18B20 传感器也可以做一个多点的温度采集系统，它属于工业环境中常见的一种高精度温度传感器。

(15) RS-232 串口通信电路。它是单片机和 PC 电脑完成联机通信的接口。

(16) 其他用于升级和外扩的接口。板载 2 个不同类型的仿真、外扩接口以及 1 个 ISP 外扩接口，以便日后做更多的外扩试验。ISP 外扩接口主要是用来烧写已经固化在其他电路板上的具有 ISP 功能的 51 和 AVR 芯片。

(17) 步进电机。步进电机驱动电路，配接实验步进电机。

(18) PS2 键盘接口。PS 接口的 104 键标准键盘，连接 PC 键盘进行单片机与键盘的通信实验。

(19) 4×4 矩阵键盘。共 16 个键位。

(20) 无线遥控开关实验。

(21) 超声波测距实验。

很多用户想用笔记本来连接实验板，而目前很多笔记本都没有串口，SP-28 USB 单片机学习板可直接使用 USB 口烧写程序，用户通过 USB 接口连接电脑后，电脑提示发现新硬件，安装光盘里的 USB 驱动程序后便可直接使用。

二、软件条件

源程序编辑、编译和调试软件：伟福 e6000 或者 Keil μ Vision2 等。

单片机硬件仿真软件：Proteus 7.2。

印刷电路板设计软件：Protel 99SE、Protel DXP 和 Altium Design6.9 等。

习 题

1. 什么是单片机？单片机具有哪些优点？
2. 单片机的主要应用领域有哪些？
3. 简述单片机开发的软硬件条件。

第二章 单片机开发软件快速入门

本章主要讲述单片机仿真软件 Proteus 7.2 和开发软件 Keil μ Vision2 的安装、快速入门和联合调试。

第一节 Proteus 7.2 安 装

单片机仿真软件 Proteus 7.2 的安装主要有五步：

(1) 先安装 Proteus 72 文件夹里的 setup72.exe，一直“下一步”就可完成安装。

(2) 选择“开始→程序→Proteus 7 Professional→Licence Manager→Browse For Key File”进行浏览，选择 72sp2patch 文件夹里的“72sp2patch→Labcenter_LICENCE.lxk”，单击图 2-1 所示的左框，使“Install”按钮有效→单击“Install”→选择“是(Y)”→“关闭”。

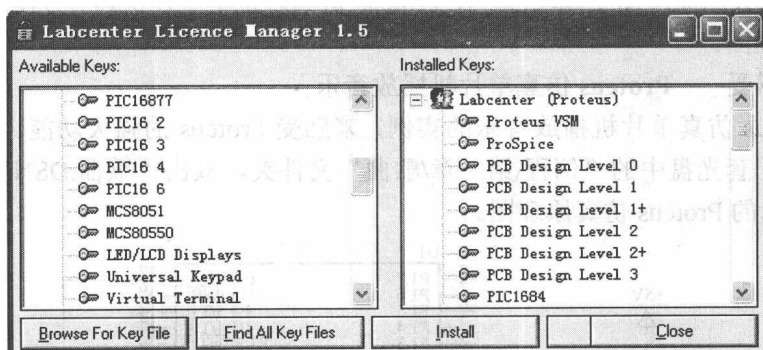


图 2-1 Proteus 7.2 安装

(3) 把 72sp2patch 文件夹下的 proteus.7.x.professional-patch.exe 拷贝到安装目录的 BIN 文件夹里，再双击运行，出现图 2-2 所示的对话框时，单击 PATCH 按钮，然后弹出 AVR.DLL 对话框选择是(Y)按钮，接着查找安装路径下的 MODELS 文件夹（如图 2-3 所示），打开该文件夹下的 AVR.DLL 文件，最后出现*PATCHING DONE* 时，关闭即可顺利完成授权安装。

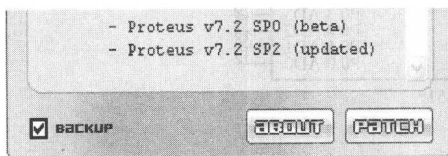


图 2-2 Proteus 7.2 授权安装

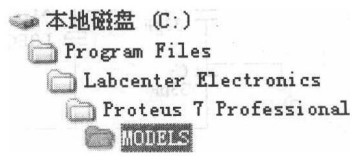


图 2-3 Proteus 7.2 单片机模型文件

(4) 运行 Proteus 72 文件夹里面的 update72.exe。

(5) 如果需要与 Keil μ Vision 连接使用，再双击 Proteus 72 文件夹里面的“vdmagdi.exe”进行驱动安装，详细安装步骤见本章第五节的安装驱动部分。

特别声明：上面的安装步骤仅供学习参考使用。

第二节 Proteus 7.2 快速入门

Proteus 软件能对单片机应用系统同时进行软件和硬件的仿真，为设计单片机应用系统提供了一个非常好的平台。

一、Proteus 7.2 的主要功能特点

本书采用 Proteus 7.2 英文版，其特点如下：

(1) 实现了单片机仿真和 Spice 电路仿真相结合。Proteus 具有模拟电路仿真、数字电路仿真、单片机及其外围电路组成的系统的仿真、RS-232 动态仿真、I²C 调试器、SPI 调试器、键盘和 LCD 系统仿真的功能，还有各种虚拟仪器，如示波器、逻辑分析仪、信号发生器等。

(2) 支持主流单片机系统的仿真。目前支持的单片机类型有 68000 系列、8051 系列、AVR 系列、PIC12 系列、PIC16 系列、PIC18 系列、Z80 系列、HC11 系列以及各种外围芯片。

(3) 提供软件调试功能。Proteus 仿真系统具有全速、单步、设置断点等调试功能，同时可以观察各个变量、寄存器的当前状态；还支持第三方的软件编译和调试环境，如 Keil C51。

(4) 具有强大的原理图绘制功能。在 Proteus 仿真系统中可以快速、方便地绘制出单片机应用系统的原理图。

二、功能感受——Proteus 仿真单片机播放音乐

通过 Proteus 仿真单片机播放音乐的实例，来感受 Proteus 的强大功能。制作步骤如下：

(1) 打开配套光盘中的“例程/第二章/歌曲”文件夹，双击“歌曲.DSN”彩色图标，弹出如图 2-4 所示的 Proteus 仿真原理图。

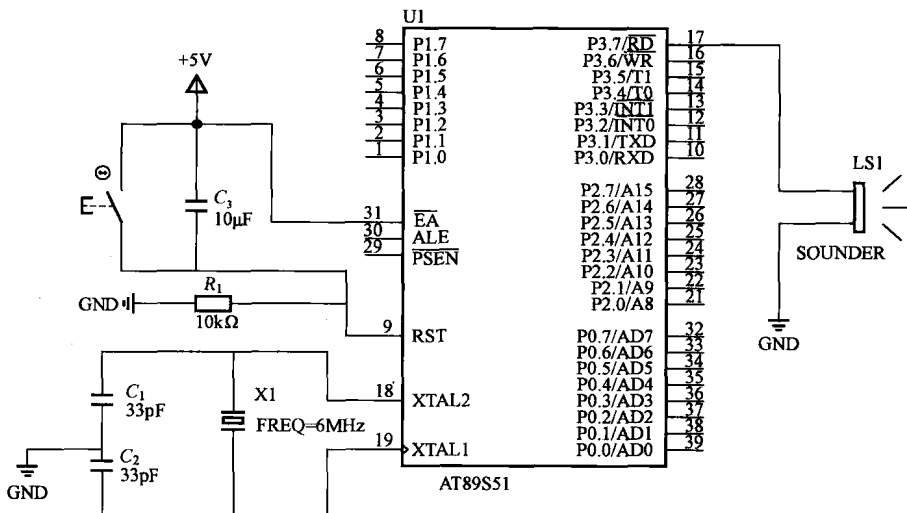


图 2-4 播放音乐的 Proteus 仿真原理图

注：Proteus 仿真图中符号按照新标准绘制，与 Proteus 库符号有所不同；

Proteus 仿真所需元件表中的“元件库中名称”一栏以 Proteus 库为准。

(2) 用鼠标右键单击单片机 AT89S51（标号 U1），选择 Edit Properties 选项，弹出如图 2-5 所示的“Edit Component”对话框，单击“Program File”右侧文本框旁边的打开按钮，选

取目标文件 PlayMusic.Hex。

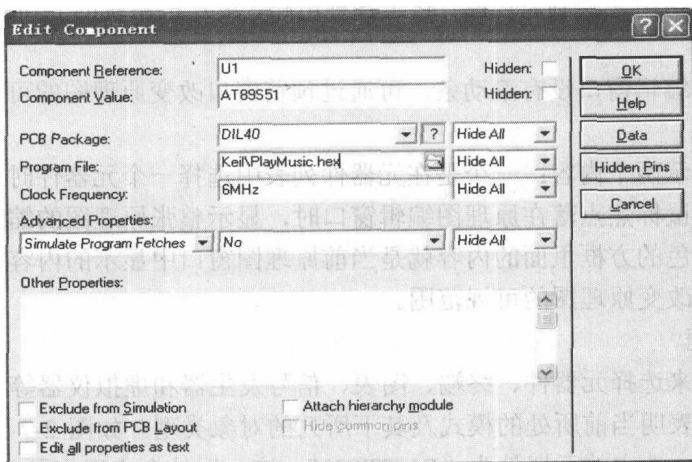


图 2-5 “Edit Component”对话框

(3) 在“Clock Frequency”(时钟频率)文本框中输入 6MHz, 使仿真系统以此频率运行。
注意: 若没有特别说明, 本书所有实例均采用 12MHz 的频率进行仿真。

(4) 单击“OK”按钮返回 Proteus 工作界面。

(5) 单击“Debug”菜单下的“Execute”命令, 或按下“F12”键, 或者直接单击仿真工具栏中的“play”按钮, 系统就会启动仿真。只要计算机上接有音箱或耳机, 就会听到《挥着翅膀的女孩》、《同一首歌》、《两只蝴蝶》三首优美的乐曲。

三、Proteus 软件的界面与操作介绍

本书只介绍 Proteus 原理图输入系统 (ISIS) 的工作环境和基本操作。

单击“开始→程序→Proteus 7.2 Professional→ISIS 7.2 Professional”或者双击快捷图标, 即可进入图 2-6 所示的 Proteus ISIS 工作界面, 它是一种标准的 Windows 界面, 下面简单介绍各部分的功能。

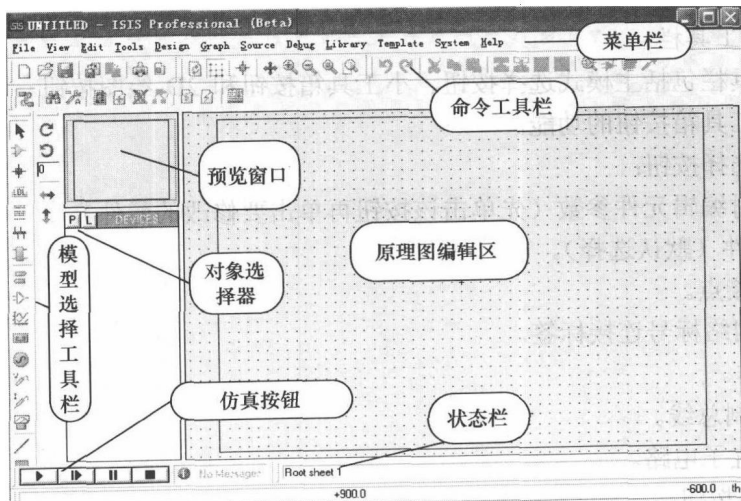


图 2-6 Proteus ISIS 工作界面

1. 原理图编辑窗口

原理图编辑窗口用来绘制原理图。它是各种电路、单片机系统的 Proteus 仿真平台。元器件要放到编辑区。

注意：原理图编辑窗口没有滚动条，可通过预览窗口改变原理图的可视范围。

2. 预览窗口

预览窗口可显示两个内容：一个是在元器件列表选择一个元器件时，显示该元器件的预览图；另一个是鼠标焦点落在原理图编辑窗口时，显示整张原理图的缩略图，并会显示一个绿色的方框，绿色的方框里面的内容就是当前原理图窗口中显示的内容。通过改变绿色的方框的位置，可以改变原理图的可视范围。

3. 对象选择器

对象选择器用来选择元器件、终端、图表、信号发生器和虚拟仪器等。对象选择器上方有一个条形标签，表明当前所处的模式及其下所列的对象类型。如图 2-7 所示，当前模式为“选择元器件模式”，选中的元器件为“BUTTON”，该元器件会出现在预览窗口。单击“P”按钮可将选中的元器件放置到原理图编辑区。

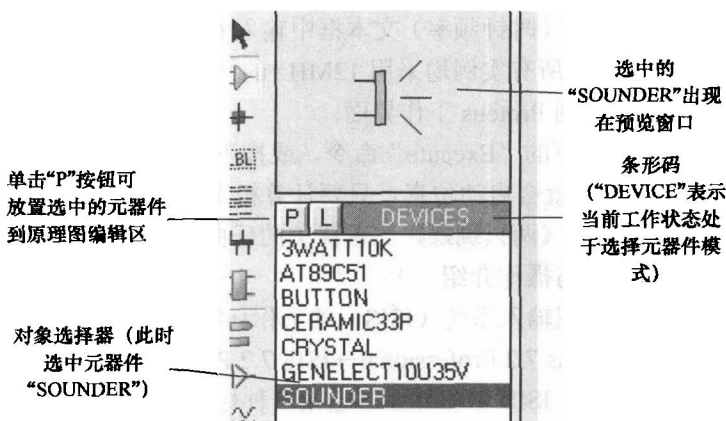


图 2-7 对象选择器

4. 模型选择工具栏

模型选择工具栏包括主模式选择按钮、小工具箱按钮和 2D 绘图按钮。这里只列出主模式选择按钮和小工具箱按钮的功能。

(1) 主模式选择按钮：

▢：用于即时编辑元件参数（先单击该按钮再单击要修改的元件）。

➤：选择元件（默认选择）。

✚：放置连接点。

LBL：放置网络标号连接标签。

≡：放置文本。

⚡：用于绘制总线。

⌂：用于放置子电路。

(2) 小工具箱按钮：

⏏：终端接口，有 V_{CC} 、地、输出、输入等接口。

↗: 器件引脚, 用于绘制各种引脚。

📊: 仿真图表, 用于各种分析, 如 Noise Analysis。

🎧: 录音机。

🔊: 信号发生器。

🔍: 电压探针, 使用仿真图表时要用到。

🔍: 电流探针, 使用仿真图表时要用到。

📺: 虚拟仪表, 有示波器等(可显示工作波形)。

5. Proteus 操作特性

下面列出 Proteus 不同于其他 Windows 软件的操作特性:

- (1) 在元件列表中选择元器件后可对其进行放置操作。
- (2) 用鼠标右键选择元件后, 弹出快捷菜单。
- (3) 双击鼠标右键可删除元件。
- (4) 先单击鼠标右键后再单击鼠标左键可以编辑元件的属性。
- (5) 连线用鼠标左键, 可通过双击鼠标右键来删除画错的连线。
- (6) 改连接线走线方式, 可先单击鼠标右键连线, 再按住鼠标左键拖动。
- (7) 滚动鼠标中键可放缩原理图。

四、Proteus 仿真设计快速入门

本实例采用 Proteus 软件绘制如图 2-8 所示的仿真原理图, 再将编译好的流水灯控制程序“流水灯.hex”载入单片机, 启动仿真, 观察流水灯点亮效果。表 2-1 列出了所需添加的元器件。

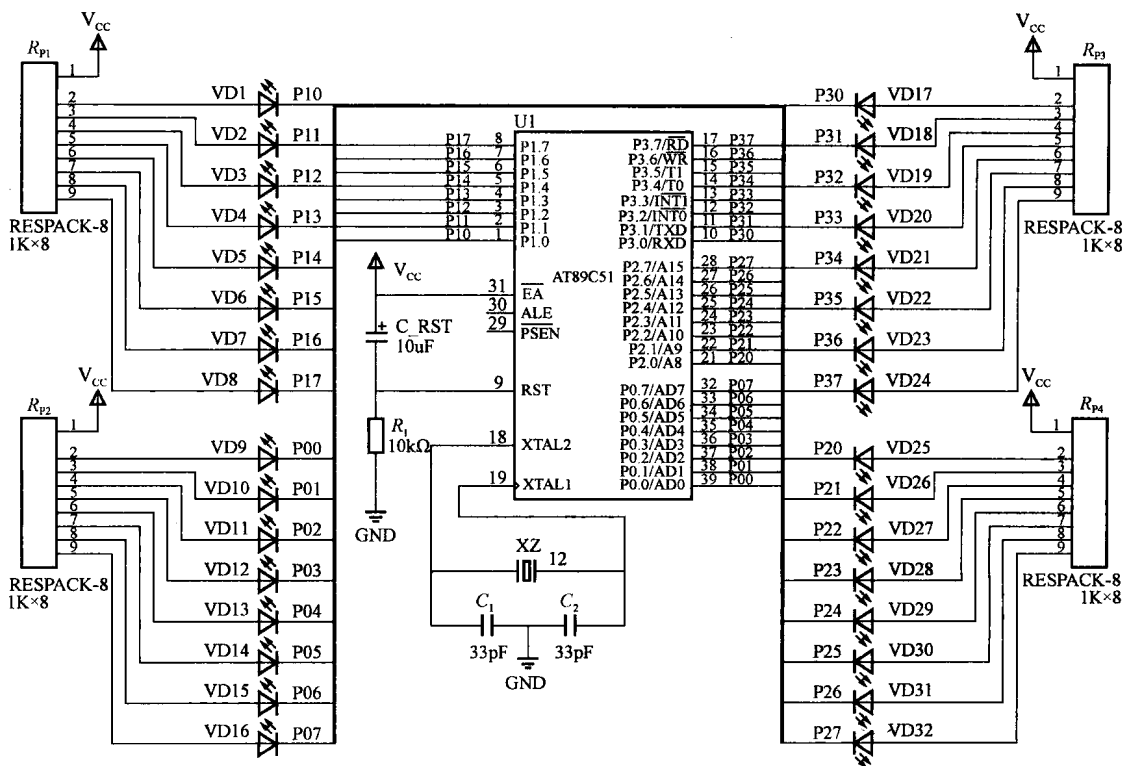


图 2-8 单片机控制流水灯的仿真原理图

表 2-1 单片机控制流水灯仿真所需元件

元 器 件	元件库中名称	描 述
单片机 U1	AT89C51	—
电阻排 $R_{P1} \sim R_{P4}$	RESPACK-8	—
电阻 R0	resistors	10k Ω (0.6W)
发光二极管 VD1 $\sim$ VD32	led-yellow (黄色)	—
电容 $C_1 \sim C_2$	capacitors	33pF (50V)
电解电容 C_RST	capacitors	10 μ F (50V)
晶振 XZ	crystal	—

1. 新建设计文件

打开 Proteus ISIS 工作界面，单击菜单“File→New Design”命令，弹出选择模板窗口，从中选择 DEFAULT 模板，单击“OK”按钮，然后单击“Save Design”按钮，弹出如图 2-9 所示的“Save ISIS Design File”对话框。设置好保存路径，在文件名框中输入“流水灯”后，单击“保存”按钮，则完成新建设计文件的保存，文件自动保存为“流水灯.DNS”。

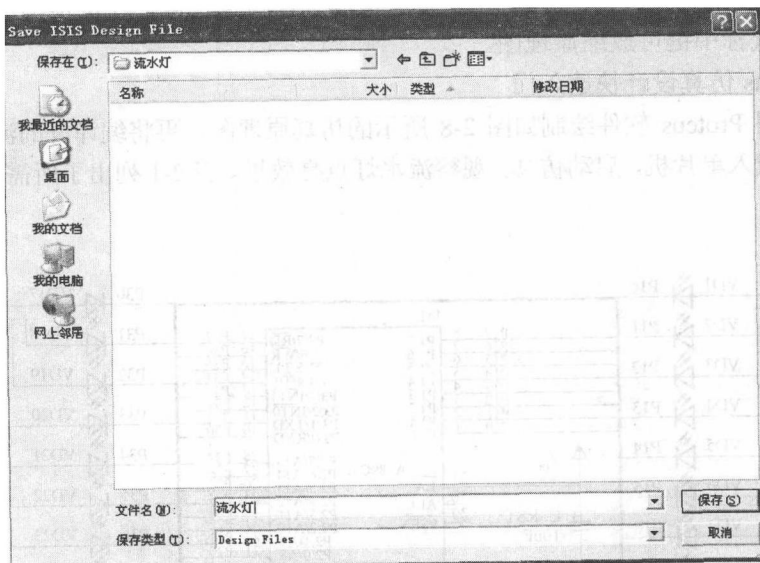


图 2-9 “Save ISIS Design File”对话框

2. 从元件库中选取元器件

单击如图 2-7 所示元件选择器上的“P”按钮，弹出“Pick Devices”对话框，如图 2-10 所示。

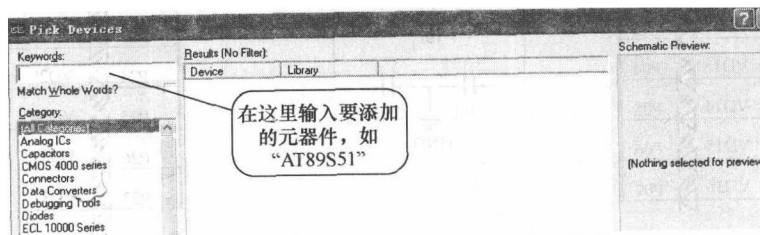


图 2-10 “Pick Devices”对话框