



高等职业教育“十二五”规划教材
基于工作过程的单片机课程改革教材

智能电子产品设计与制作

—— 单片机技术应用项目教程

◎ 刘娟 主编

- ✓ 引入“项目导向”、“工作过程”、“任务驱动”的理念，重构教学体系
- ✓ 以51系列单片机开发应用为主线，介绍了单片机的并行输入/输出端口、定时器/计数器、中断和串行口的应用
- ✓ 以Keil和PROTUES软件为载体



www.Cmpedu.com
电子工业出版社
机械工业出版社

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高等职业教育“十二五”规划教材
基于工作过程的单片机课程改革教材

智能电子产品设计与制作 ——单片机技术应用项目教程

主编 刘 娟
参编 程 莉 廖银萍 梁卫文
主审 赵玉林



机械工业出版社

本教材涵盖了5个项目,以51系列单片机开发应用为主线,介绍了单片机的并行输入/输出端口、定时器/计数器、中断和串行口的应用,同时还介绍了汇编语言指令及程序设计方法,着重介绍了项目设计的实施方案和实施过程,同时在项目实施的过程中还介绍了Keil和PROTUES软件的使用。

本教材是一本基于工作过程的单片机课程改革配套教材,教材内容、结构新颖,具有创新性。教材中以项目驱动教学,项目设置比较严谨,项目中用到的知识由易到难,项目中包含的任务由简单到复杂,做到由浅入深、循序渐进。

本教材可作为全日制高职高专院校电子、电气、自动化等专业的教材,同时也可作为社会培训的培训教材、本科学学生及工程技术人员的参考书。

为方便教学,本教材配有免费电子课件、巩固提高练习答案等,凡选用本教材作为授课教材的学校,均可来电(010-88379564)或邮件(cmpqu@163.com)索取。有任何技术问题也可通过以上方式联系。

图书在版编目(CIP)数据

智能电子产品设计与制作:单片机技术应用项目教程/刘娟主编. —北京:机械工业出版社,2011.8

高等职业教育“十二五”规划教材. 基于工作过程的单片机课程改革教材

ISBN 978-7-111-35076-7

I. ①智… II. ①刘… III. ①单片微型计算机-应用-电子产品-智能设计-高等职业教育-教材 IV. ①TN02-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第164451号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:曲世海 责任编辑:曲世海 曹雪伟 张利萍

版式设计:霍永明 责任校对:陈延翔

封面设计:赵颖喆 责任印制:李妍

唐山丰电印务有限公司印刷

2011年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·12印张·293千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-35076-7

定价:24.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面防伪标均为盗版

前 言

本教材总体设计思路是：引入“项目导向”、“工作过程”、“任务驱动”的理念，重构教学体系，在每个项目的设计中都明确工作任务，让学生的学习过程变成一种完成一个个项目的工作过程，紧紧围绕完成项目的需要来选择课程内容，变知识学科本位为职业能力本位，打破传统的学科型课程目标，从“项目与任务操作能力”分析出发，设定教学目标；变书本知识的传授为动手能力的培养，打破传统知识传授方式的框架，以“项目”为主线，设置工作任务，紧密结合职业资格证书考证（高级工、技师）中对单片机应用技能的要求，确定本课程的项目及任务模块和内容。

为了充分体现“项目导向”、“工作过程”、“任务驱动”、“实践导向”的一体化课程的思想，将本课程的教学活动分解设计成若干项目，以项目为单位组织教学，并把项目设计为若干任务模块，以单片机各内部资源为载体，逐步展开实施，具体项目如下：

项目	项目名称	项目设计目的
项目 1	单片机最小系统的设计与制作	旨在引导学生以单片机为核心,以 I/O 接口为桥梁,连接单片机与外部设备并对其进行编程控制
项目 2	霹雳灯的设计与制作	旨在让学生学会单片机内部资源的输入/输出功能、传送类指令及转移类指令的应用
项目 3	自动计数报警器的设计与制作	旨在让学生学会单片机的定时器/计数器功能及算术类指令和伪指令的应用
项目 4	自动演奏简易电子琴的设计与制作	旨在让学生学会单片机的中断功能应用
项目 5	单片机双机通信的设计与制作	旨在让学生学会单片机的串行口通信功能和键盘接口的应用及汇编语言的综合编程技巧

本教材是一本以项目驱动教学的教材。项目设置比较严谨，按工作模块把每个项目分为几个任务。项目中用到的知识由易到难，项目中包含的任务由简单到复杂，做到由浅入深、循序渐进。教材内容、结构新颖，教材中每个项目的开始都是先让学生自己进行仿真操作，充分理解项目设计的目标和要求，思考如何进行设计、需要什么知识作支持。每个项目完成后都有经验总结和巩固提高练习。教材注重工作过程的设置，学生完成各任务的过程就是项目设计的过程，每个项目完成的过程就是单片机应用开发的过程。每个项目中都使用了 PROTUES 仿真软件对设计的软硬件进行仿真，一方面帮助学生更好地理解理论知识，使设计的项目更直观，另一方面能及时修改设计中的软硬件错误，缩短设计时间，减少硬件资源的浪费，节省教学实训设备经费。

为了达到预期的教学效果，先让学生阅读任务书，使学生对所做项目的要求有所了解，

IV

然后再让学生根据任务书的要求一步步地去学习、去做，这样可达到较好的教学效果。

本书中仿真电路图采用的是 EDA 工具的符号标准，与国家标准不符，特提请读者注意。

本教材项目 1 由程莉编写，项目 3 由廖银萍和梁卫文编写，项目 2、4、5 由刘娟编写。全书由刘娟任主编，负责总体设计及最后统稿，赵玉林任主审。

由于编者水平有限，加上时间仓促，书中难免存在一些不妥和错误，恳请读者批评指正。

编者

目 录

前言

项目 1 单片机最小系统的设计与制作 ... 1

任务 1 最小系统主板的设计与制作 2

任务 1-1 分析任务并写出设计方案 2

任务 1-2 设计原理图并画出焊接图 4

任务 1-3 制作最小系统主板 5

任务 2 PROTUES 仿真软件的使用与主板 调试 6

任务 2-1 在 PROTUES 环境下设计仿真 电路图并仿真 7

任务 2-2 烧录程序及软硬件联调 12

任务 2-3 写项目设计报告 13

项目工作检验与评估 14

经验总结 14

巩固提高练习 15

相关知识 1 16

1-1 认识单片机 16

1-2 51 系列单片机的系统结构及内部 资源 18

1-3 单片机的工作方式和时钟 20

项目 2 霹雳灯的设计与制作 23

任务 1 不可控霹雳灯的设计与制作 24

任务 1-1 分析任务并写出设计方案 24

任务 1-2 在 PROTUES 环境下设计仿真 电路图 25

任务 1-3 画出实现功能要求的程序 流程图 26

任务 1-4 设计实现不可控霹雳灯的程序 并仿真 28

任务 1-5 制作电路板 35

任务 1-6 烧录程序及软硬件联调 37

任务 2 可控霹雳灯的设计与制作 41

任务 2-1 分析任务并写出设计方案 42

任务 2-2 在 PROTUES 环境下设计仿真 电路图 42

任务 2-3 设计实现控制每个灯的程序并 仿真 43

任务 2-4 设计实现可控霹雳灯的程序并 仿真 46

任务 2-5 烧录程序及软硬件联调 48

任务 2-6 写项目设计报告 49

项目工作检验与评估 50

经验总结 50

巩固提高练习 51

相关知识 2 54

2-1 51 系列单片机的 I/O 端口及应用 ... 54

2-2 51 系列单片机的存储器、指令格式与 寻址方式 56

2-3 数据传送类指令 65

2-4 控制转移类指令 68

2-5 位操作类指令 71

2-6 逻辑运算类指令 73

项目 3 自动计数报警器的设计与 制作 76

任务 1 实现自动计数和报警的软件设计 ... 77

任务 1-1 分析任务并写出设计方案 77

任务 1-2 设计实现自动计数程序并 仿真 78

任务 1-3 设计实现报警程序并仿真 81

任务 2 自动计数报警器显示模块及接口 电路的设计与制作 84

任务 2-1 分析任务并写出设计方案 85

任务 2-2 设计实现自动计数报警器程序 并仿真 85

任务 2-3 制作自动计数报警器的 电路板 88

任务 2-4 烧录程序及软硬件联调 90

任务 2-5 写项目设计报告 91

项目工作检验与评估 92

经验总结 92

巩固提高练习 93

相关知识 3 95

3-1 数码管及其驱动译码器 95

3-2 51 系列单片机的算术运算类指令及

伪指令	99	任务 1-2 串行口发送与接收数据的设计 与仿真	142
3-3 51 系列单片机的定时器/计数器	103	任务 1-3 串行口双机通信的设计与 仿真	147
项目 4 自动演奏简易电子琴的设计与 制作	110	任务 1-4 单片机与微机通信的设计与 仿真	149
任务 1 实现自动演奏歌曲的程序设计	110	任务 1-5 4×3 键盘的设计与仿真	151
任务 1-1 分析任务并写出设计方案	111	任务 2 双机接口电路的设计与制作	156
任务 1-2 设计实现简易电子琴的程序并 仿真	111	任务 2-1 分析任务并写出设计方案	156
任务 1-3 设计实现自动演奏歌曲的程序 并仿真	115	任务 2-2 实现单片机双机通信的设计与 仿真	157
任务 2 电子琴电路的设计与制作	120	任务 2-3 制作双机通信的输入/输出 电路板	161
任务 2-1 分析任务并写出设计方案	120	任务 2-4 烧录程序及软硬件联调	163
任务 2-2 设计实现弹奏、自动演奏的 程序并仿真	121	任务 2-5 写项目设计报告	164
任务 2-3 制作电子琴的电路板	126	项目工作检验与评估	165
任务 2-4 烧录程序及软硬件联调	127	经验总结	165
任务 2-5 写项目设计报告	128	巩固提高练习	166
项目工作检验与评估	129	相关知识 5	166
经验总结	129	5-1 串行口通信	166
巩固提高练习	130	5-2 串行口通信及其接口	172
相关知识 4	132	5-3 键盘	174
4-1 发音原理及音乐知识	132	附录	178
4-2 中断	134	附录 A 80C51 单片机指令表	178
项目 5 单片机双机通信的设计与 制作	140	附录 B ASCII (美国标准信息交换码) 表	182
任务 1 实现双机相互传输数据的软件 设计	141	附录 C 各数制对照表	183
任务 1-1 分析任务并写出设计方案	141	参考文献	184

项目 1 单片机最小系统的设计与制作

单片机的应用之广是不言而喻的。日常生活中的电器产品，如电子秤、便携式心率监护仪、中频电疗仪、高级玩具、电视机、洗衣机、电冰箱、电磁炉、微波炉、空调、家用防盗报警器等都有单片机的用武之地。此外，单片机在智能化仪器仪表、工业测控、通信技术等领域中的应用也相当广泛。那么什么是单片机？它又如何应用呢？本项目将一一揭开它的面纱。

● 项目目标与要求

能认识不同类型的单片机。

能根据 51 系列单片机类型及封装方式选出适合项目的 CPU 芯片。

能识别所选出芯片的各引脚并说出其名称及作用。

能根据设计要求写出设计方案。

能设计最小系统主板原理图。

能制作最小系统主板。

熟悉 PROTUES 仿真环境。

● 项目工作任务

设计并制作最小系统主板。

熟悉 PROTUES 仿真软件的使用。

上电调试主板。

写项目设计报告。

● 项目任务书

工作任务	任务实施流程
任务 1 最小系统主板的设计与制作	任务 1-1 分析任务并写出设计方案
	任务 1-2 设计原理图并画出焊接图
	任务 1-3 制作最小系统主板
任务 2 PROTUES 仿真软件的使用与主板调试	任务 2-1 在 PROTUES 环境下设计仿真电路图并仿真
	任务 2-2 烧录程序及软硬件联调
	任务 2-3 写项目设计报告

任务1 最小系统主板的设计与制作

● 学习目标

- 1) 了解几种典型的单片机产品。
- 2) 了解 8051CPU 的基本结构。
- 3) 知道 8051CPU 的引脚及其封装方式。
- 4) 知道 8051CPU 各引脚的作用。
- 5) 知道时钟电路振荡方式及其作用。
- 6) 了解单片机复位后的状态。
- 7) 掌握单片机最小系统的设计方法。
- 8) 熟悉 PROTUES 仿真软件的使用。

● 工作任务

- 1) 能选出适合本项目的 CPU 芯片。
- 2) 能根据设计要求设计时钟电路、复位电路、电源电路及接口电路。
- 3) 能焊接、制作电路板。
- 4) 会用万用表检测元器件，会调试电路。
- 5) 能独立解决在设计与制作中遇到的问题。
- 6) 能使用 PROTUES 仿真软件对设计产品进行仿真。

任务 1-1 分析任务并写出设计方案

一、分析任务

本任务是设计一个系统主板，它由这样几部分组成：单片机、时钟振荡电路、复位电路、电源电路、输入/输出端口等。

二、设计方案

1. 单片机芯片的选择

单片机芯片型号很多，这里为了初学者学习方便，选用 8051 系列单片机，芯片为双列直插式封装。

2. 时钟振荡电路的设计

根据硬件电路的不同，单片机的时钟振荡电路可分为内部时钟方式和外部时钟方式，如图 1-1 所示。一般选择内部时钟方式的振荡电路。

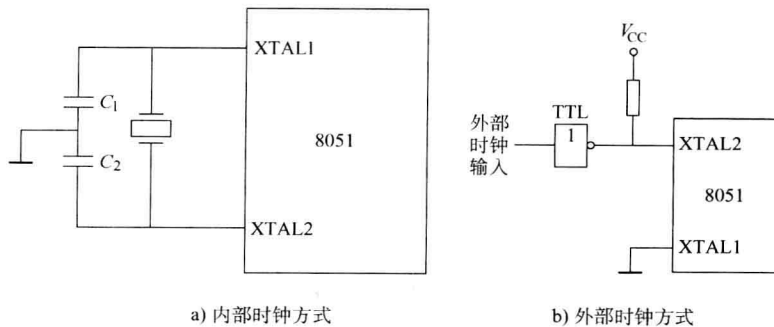


图 1-1 时钟振荡电路

3. 复位电路的设计

复位电路有三种，如图 1-2 所示。

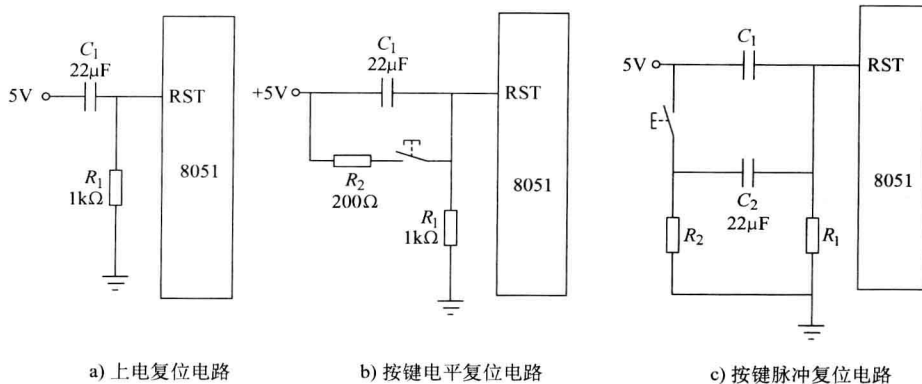


图 1-2 复位电路

4. 电源电路的设计

电源电路如图 1-3 所示。

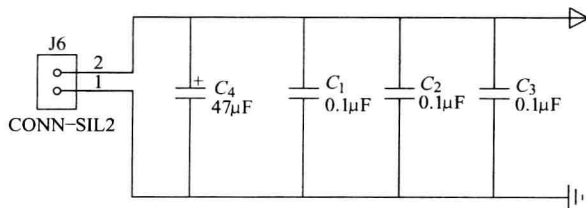


图 1-3 电源电路

5. 输入/输出端口接线的设计

为了实现模块化的设计，将 CPU 的 4 个并行的输入/输出端口 P0 ~ P3 分别接到接线端上，本项目用了 4 个 8 针的针式接线端与单片机的输入/输出端口连接。

● 想一想、议一议

1. 为什么要用上面的方案设计项目？

2. 还有没有其他的设计方案?

● 读一读

1. 要想探讨上面的问题, 先读一读本项目“相关知识 1”的内容。
2. 用单片机学习网搜索相关知识。

任务 1-2 设计原理图并画出焊接图

1. 设计最小系统原理图

根据自己设计的方案, 在 PROTUES 环境下设计最小系统仿真原理图, 如图 1-4 所示。

2. 画出焊接图

在已学过的制板软件下画出焊接图。要求:

- 1) 元器件布局合理, 接线端口要便于与外部控制连接。
- 2) 不要有过多的跨接线。
- 3) 所有电源端要接在一起, 所有地端要接在一起。

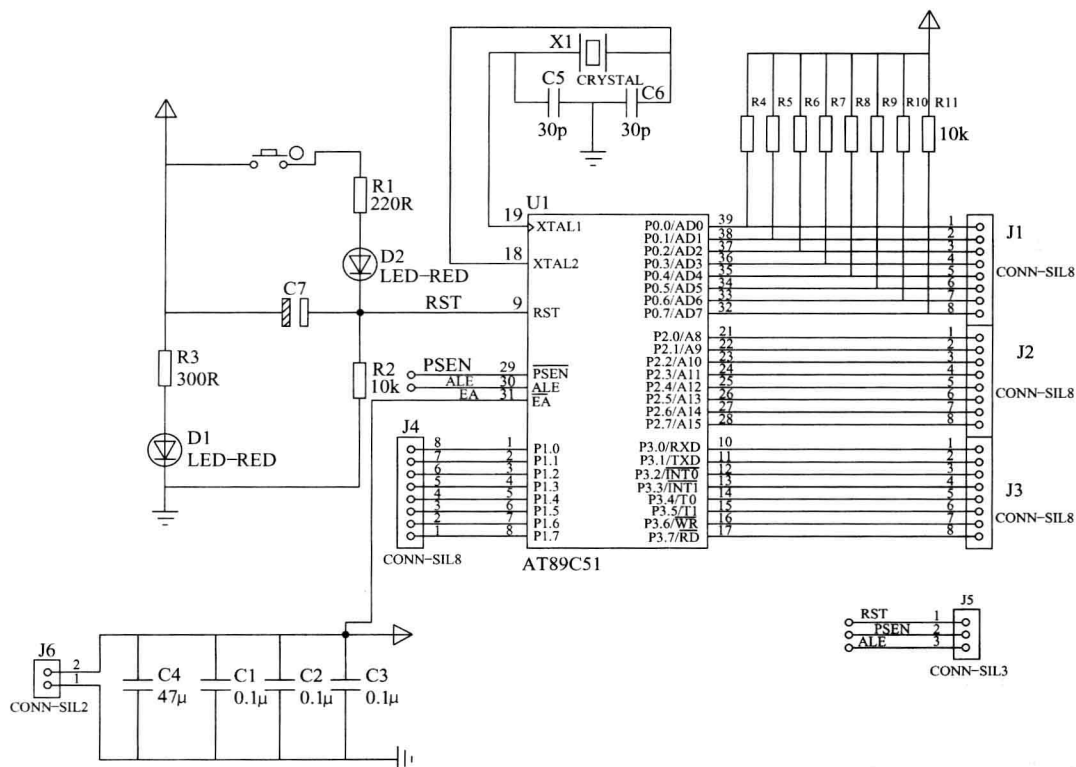


图 1-4 最小系统仿真原理图

任务 1-3 制作最小系统主板

1. 填表

根据所设计的最小系统原理图，将所用的元器件填写在表 1-1 的元器件表中，并测试元器件。

表 1-1 元器件表

序号	标号	元器件名称	数量	单位

2. 工具

- 1) 万用表 20 块（每组 2 人一块）。
- 2) 直流稳压电源 20 台。
- 3) 芯片烧录器 20 个。
- 4) 电烙铁 40 个、焊锡丝若干。

本任务所用工具及元器件如图 1-5 所示。

3. 制作工艺要求

- 1) 输出模块电路布局要合理、美观。
- 2) 控制板 I/O 接线端口的位置要方便与主板接口电路连接。
- 3) 焊点要均匀。
- 4) 在设计电路板焊接图时，要考虑尽量避免出现跨接线。
- 5) 所有接地线都连接在一起，所有电源线也连接在一起。
- 6) 焊接时，每一步都要按焊接工艺要求去做。

主板电路布局参考图如图 1-6 所示。

4. 制作主板

- 1) 选择、测试元器件。
- 2) 安装元器件并焊接。步骤如下：①安装 CPU 插座并焊接；②按焊接图插入时钟振荡电路的元器件并焊接；③按焊接图插入复位电路的元器件并焊接；④按焊接图插入电源电路的元器件并焊接；⑤按焊接图插入输入/输出端口的接线端并焊接；⑥按焊接图将各部分电路连接并焊接。

5. 测试电路板

将测试点、测试结果及原因分析填写在测试记录表中，见表 1-2。

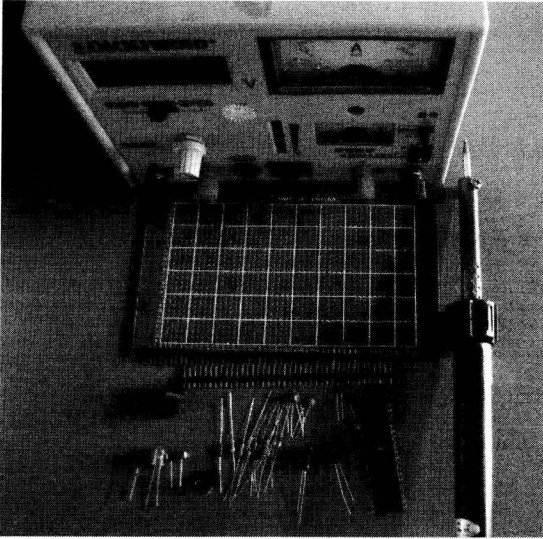


图 1-5 工具及元器件

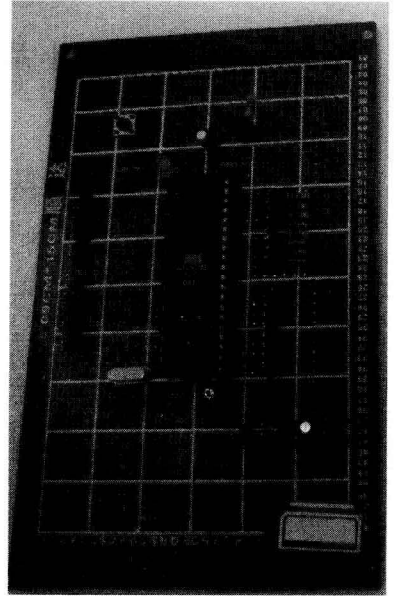


图 1-6 主板电路布局参考图

表 1-2 测试记录表

测试点	测试结果	原因分析

任务 2 PROTUES 仿真软件的使用与主板调试

● 学习目标

- 1) 了解 PROTUES 仿真软件。
- 2) 熟悉用 PROTUES 仿真软件设计仿真电路的方法。
- 3) 熟悉在 PROTUES 环境下仿真的操作。

4) 熟悉电路板的调试方法。

● 工作任务

- 1) 能使用 PROTUES 仿真软件设计仿真电路。
- 2) 能在 PROTUES 环境下进行仿真。
- 3) 能利用适当的测试工具调试主板，完成最小系统主板的设计与制作。

在单片机的开发应用设计过程中，为了减少设备、节省成本、缩短开发时间，通常先用一种仿真软件来验证一下软件和硬件设计的正确性，再进行实际的设计。为了更好地熟悉 PROTUES 的使用，需要设计一个简单的仿真电路，以便验证程序的正确性，为后面调试系统板所使用。

任务 2-1 在 PROTUES 环境下设计仿真电路图并仿真

1. 仿真电路图的设计

在 PROTUES 下设计图 1-7 所示的简单仿真电路图。

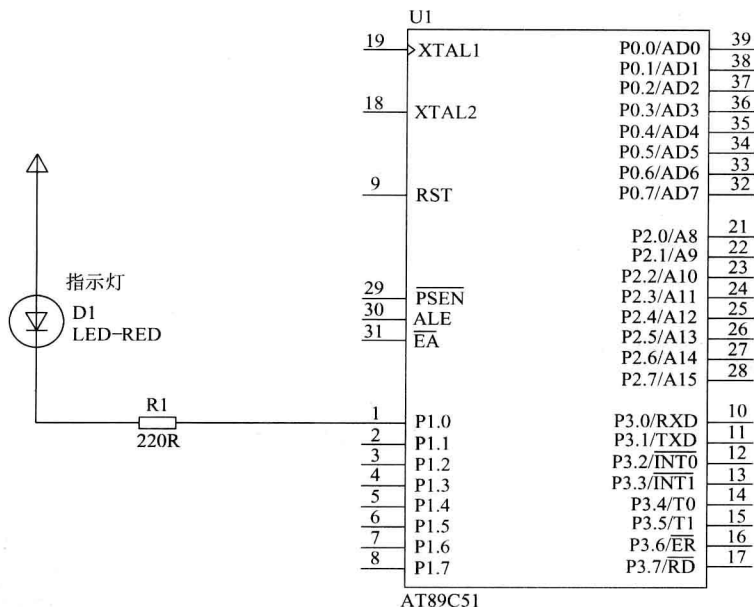



图 1-7 简单的仿真电路图

步骤如下：

- 1) 启动 PROTUES 仿真软件，进入仿真界面，如图 1-8 所示。
- 2) 根据表 1-3，在 PROTUES 元器件库中选择元器件：单击工具栏中的  按钮，然后单击“对象选择器”窗口中的对象选择按钮“P”，在“Keywords”框中输入要选的元器件，如输入元器件名称“LED”，在“Results”中找到元器件，然后单击“OK”按钮，如图 1-9 所示。

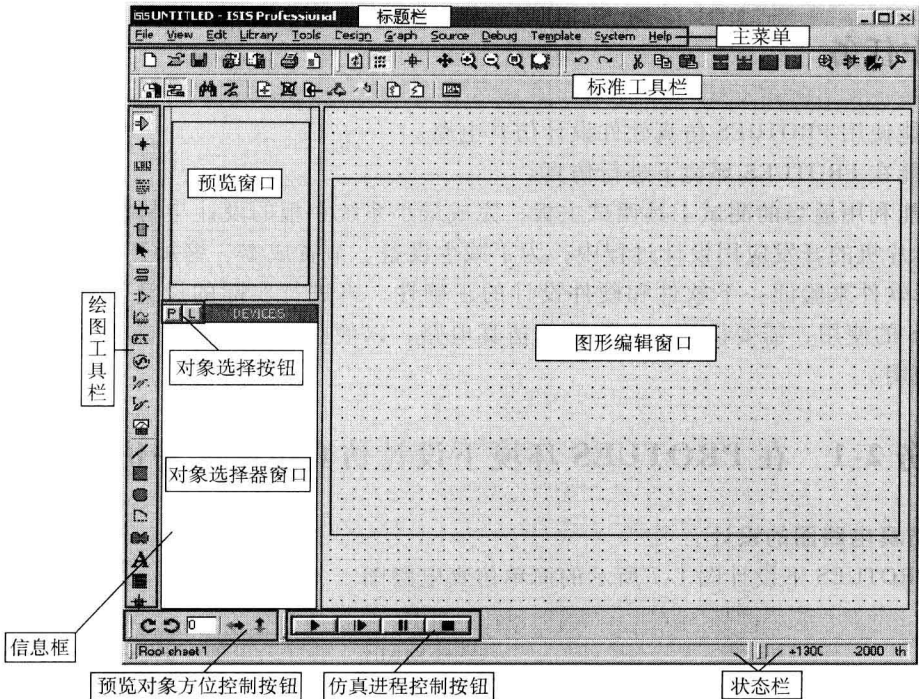


图 1-8 PROTUES 仿真界面

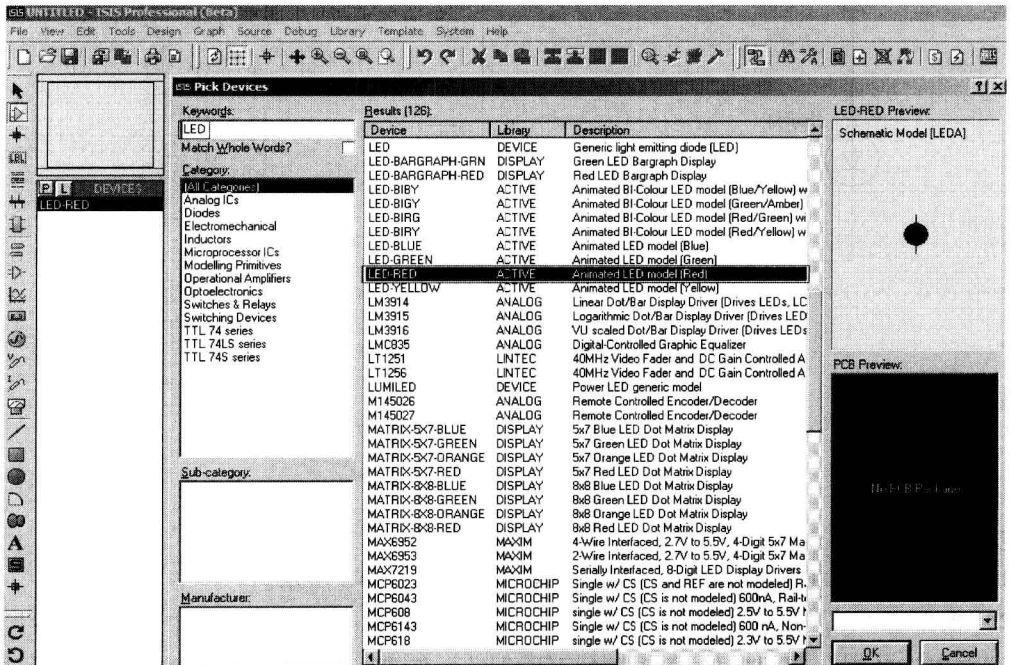



图 1-9 选择元器件

表 1-3 元器件表

元器件名称	所属类	所属子类
AT89C51(单片机)	Microprocessor ICs	8051 Family
LED-RED(发光二极管-红色)	Optoelectronics	LEDS
MINRES220R(电阻 220Ω)	Resistors	All Sub

3) 取出电源和地的接头: 单击工具栏中的  按钮, 选择“对象选择器”窗口中的电源 (“POWER”), 如图 1-10 所示。

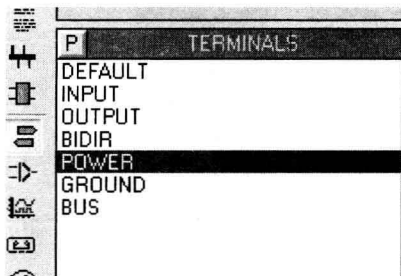





图 1-10 选择电源 (“POWER”)

4) 按图 1-7 所示电路图连线。单击工具栏中的  按钮, 这时设计处于连接线状态, 选中“对象选择器”窗口中的元器件, 在编辑窗口中单击一下, 将元器件放入图形编辑窗口, 并调整好各元器件的位置, 如图 1-11 所示。选中元器件, 然后用工具栏中的  或  按钮可调整元器件的方向。元器件位置调整后, 在元器件的一个引脚上单击, 这时出现一个小方框, 单击并拖住不放, 移到另一个元器件的一个引脚上, 当出现一个小方框时, 单击鼠标即可将两个元器件连接起来。

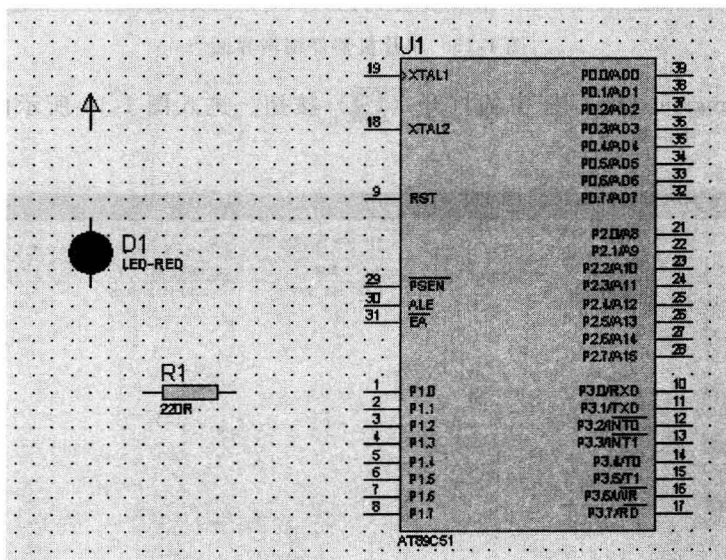



图 1-11 元器件编辑窗口

5) 用图 1-12 所示画图工具中的  工具在图中添加文字。

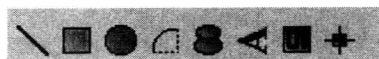


图 1-12 画图工具

6) 所有元器件都连接好后, 单击“文件”中的“保存”, 将电路图保存为名为“指示灯”的文件。

到此为止, 就在 PROTUES 环境下设计好了一个简单的仿真电路图。

2. 仿真操作

(1) 装入文件 将可执行文件“P1s2.hex”（该文件可向出版社索要）装入 AT89C51 CPU 中。步骤如下：

1) 在设计好的电路图上单击 AT89C51，弹出图 1-13 所示的单片机器件编辑界面。

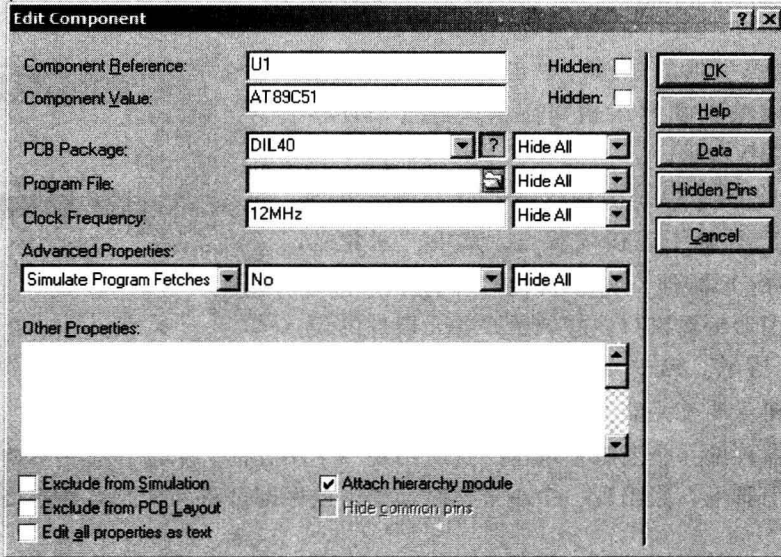


图 1-13 单片机器件编辑界面

2) 单击“Program File”框中的打开 () 按钮，进入图 1-14 所示的选择程序文件界面。



图 1-14 选择程序文件界面