

- 单片机仿真
- 电子电路仿真

# PROTEUS

# 入门实用教程

周润景 张丽娜 刘印群 编著

本书基于 PROTEUS7.1 版本软件, 通过实例讲解 PROTEUS 软件最基本的操作, 以及如何实现数字电路、模拟电路、单片机电路的设计与仿真。本书包括原理图输入、电路仿真、软件调试及系统协同仿真, 以实际的操作过程为写作的次序, 以实例贯穿全书进行讲解与分析。

本书面向实际、图文并茂、内容具体、通俗易懂, 对于科技开发、电路系统教学、以及学生的实验、课程设计、毕业设计、电子设计竞赛等都有很大帮助。本书实例(包括源代码)免费下载网址为 <http://www.cmpbook.com>。

本书可供从事电子设计的工程技术人员自学参考, 也可作为高等院校相关专业的教材及职业培训教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

PROTEUS 入门实用教程/周润景, 张丽娜、刘印群编著. —北京: 机械工业出版社, 2007. 9

ISBN 978-7-111-22197-5

I. P… II. ①周…②张…③刘… III. 单片微型计算机 - 应用软件, PROTEUS - 教材 IV. TP368

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 129346 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 靳平 版式设计: 冉晓华 责任校对: 李秋荣

封面设计: 王奕文 责任印制: 杨曦

北京机工印刷厂印刷(北京双新装订有限公司装订)

2007 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 22.75 印张 · 562 千字

0 001—4 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-22197-5

定价: 38.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379768

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

现在电子设计手段日新月异,由手工设计到 EDA 阶段,再到虚拟设计阶段,人们不断提高设计水平与效率。PROTEUS 嵌入式系统仿真与开发平台是一款可以实现数字电路、模拟电路、微控制器系统仿真以及 PCB 设计等功能的 EDA 软件。从元器件的选取到连线,直至电路的调试、分析和软件的编译,都是在计算机中完成,所有的工作先在虚拟环境下进行。基于这一设计思想开发的 PROTEUS 软件,可在原理图设计阶段对所设计的电路进行评估、验证,看是否达到设计要求的技术指标,并可以通过改变元器件参数使整个电路性能达到最优化。这样就避免了传统电子电路设计中方案更换带来的多次重复购买元器件及制板,在节省设计时间与经费的同时,提高了设计效率与质量。

PROTEUS 软件提供了三十多个元器件库、数千种元器件。元器件涉及电阻、电容、二极管、晶体管、MOS 管、变压器、继电器、各种放大器、各种激励源、300 多种微控制器、各种门电路和各种终端等。在 PROTEUS 软件中提供的仪表有交直流电压表、交直流电流表、逻辑分析仪、定时/计数器和信号发生器等虚拟仪器。PROTEUS 作为交互可视化仿真软件,提供数码管、液晶屏、LED、按钮、键盘等外设,同时支持图形化的分析功能,具有直流工作点、瞬态特性、交直流参数扫描、频率特性、傅里叶、失真、噪声分析等多种分析功能,并可仿真实曲线绘制到图表中。

本书基于 PROTEUS 7.1 版本软件,通过实例讲解 PROTEUS 软件最基本的操作,包括原理图输入、电路仿真、软件调试及系统协同仿真。

本书共分 6 章,其主要内容如下:

第 1 章: PROTEUS 原理图编辑环境和 PROTEUS PCB 制板环境概述。

第 2 章: 介绍 PROTEUS ISIS 编辑环境,包括图纸、格点及系统参数的设置等,同时介绍电路绘图工具的使用方法、电路原理图的绘制、编辑及复合元件的创建。

第 3 章: 介绍 PROTEUS ISIS 电路仿真中的控制面板、活性元件的使用,并介绍了两种电路调试、仿真方法,即交互式电路仿真和基于图表的电路仿真。

第 4 章: 介绍模拟电路的设计与仿真方法,其中包括模拟激励源的设置、模拟虚拟仪器的使用、探针的放置及模拟电路仿真方法。

第 5 章: 介绍数字电路的设计与仿真方法,其中包括数字激励源的设置、数字虚拟仪器的使用、数字调试工具的使用、探针的放置及数字电路仿真方法。

第 6 章: 介绍单片机的设计与仿真方法,其中包括源代码的编辑、目标代码的生成、第三方编辑器、第三方 IDE 的使用、单片机系统的调试及系统仿真。

本书第 1、2 章及附录由刘印群编写,第 5 章由张丽娜负责编写,其余由周润景负责编写。全书由周润景统稿、定稿。此外张丽敏、袁伟亭、景晓松、张斐、郝晓霞、困雅、张亚东、吕小虎、宋志清、刘培智、陈雪梅、刘怡芳、陈艳梅、张旭、高靖、张云丽、赵阳阳、

#### IV

张雪茹、王亦丰、苏耀东、王晓娟、张斐、张晖、宋建华参与了本书实例的录入与校对工作。

PROTEUS 软件性能非常丰富，作者虽然力求完美，但由于水平和时间有限，书中不妥之处还望指正。

作者

## 温 馨 提 示

若需要 PROTEUS 软件的读者，可联系深圳市风标数码科技有限公司，或到以下网址：<http://www.windway.cn> 或 <http://www.labcenter.co.uk> 下载免费软件。

本书实例（包括源代码）免费下载网址为 <http://www.cmpbook.com>。

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 PROTEUS 概述</b> .....	1
1.1 PROTEUS ISIS 概述 .....	1
1.2 PROTEUS ARES 概述 .....	6
<b>第 2 章 PROTEUS ISIS 电路原理图编辑</b> .....	8
2.1 PROTEUS ISIS 编辑环境 .....	8
2.1.1 编辑窗口显示导航 .....	9
2.1.2 编辑窗口的图纸 .....	10
2.1.3 编辑窗口的点状栅格 .....	11
2.1.4 编辑窗口的坐标 .....	13
2.2 PROTEUS ISIS 原理图输入 .....	13
2.2.1 PROTEUS ISIS 原理图输入的可视工具 .....	13
2.2.2 PROTEUS ISIS 编辑窗口查找元件 .....	15
2.2.3 PROTEUS ISIS 编辑窗口放置元件 .....	21
2.2.4 PROTEUS ISIS 编辑窗口布线 .....	27
2.2.5 PROTEUS ISIS 编辑窗口连接端子 .....	29
2.2.6 PROTEUS ISIS 编辑窗口元件标签 .....	30
2.2.7 PROTEUS ISIS 编辑窗口块编辑功能 .....	32
2.2.8 PROTEUS ISIS 原理图输入进阶 .....	33
2.2.9 PROTEUS ISIS 原理图标注 .....	37
2.2.10 在 PROTEUS ISIS 中创建新的元件 .....	39
2.2.11 PROTEUS ISIS 原理图绘制完善 .....	48
2.2.12 PROTEUS ISIS 原理图保存、打印 .....	54
2.3 PROTEUS ISIS 元件编辑器创建复合元件 .....	56
2.3.1 创建元件外观 .....	56
2.3.2 创建元件 .....	58
<b>第 3 章 PROTEUS ISIS 电路仿真</b> .....	64
3.1 交互式仿真 .....	64
3.1.1 PROTEUS ISIS 交互式仿真控制面板 .....	64
3.1.2 PROTEUS ISIS 交互式仿真活性元件 .....	65
3.1.3 PROTEUS ISIS 交互式仿真过程 .....	66
3.2 交互式仿真中的电路测量 .....	70

3.2.1	仿真动态实时显示 .....	70
3.2.2	电路参数实时显示 .....	87
3.2.3	电压探针与电流探针 .....	96
3.2.4	虚拟仪器 .....	102
3.3	基于图表的电路仿真 .....	112
3.3.1	电路输入 .....	113
3.3.2	放置信号发生器 .....	115
3.3.3	放置仿真探针 .....	116
3.3.4	放置仿真图表 .....	118
3.3.5	设置仿真图表 .....	119
3.3.6	电路输出波形仿真 .....	123
<b>第4章</b>	<b>基于 PROTEUS ISIS 的模拟电路分析 .....</b>	<b>125</b>
4.1	二极管伏安特性分析——直流信号源（电压型）与直流参数扫描分析 .....	125
4.1.1	二极管伏安特性测量电路 .....	125
4.1.2	直流信号源编辑 .....	126
4.1.3	探针及直流分析图表编辑 .....	127
4.1.4	二极管伏安特性分析 .....	131
4.2	晶体管输出特性分析——直流信号源（电流型）与转移特性分析 .....	132
4.2.1	晶体管输出特性测量电路 .....	132
4.2.2	直流信号源编辑 .....	133
4.2.3	探针及直流分析图表编辑 .....	134
4.2.4	晶体管输出特性分析 .....	137
4.3	RC 低通滤波器频率特性分析——正弦波信号源与交流参数扫描 .....	139
4.3.1	RC 低通滤波器电路 .....	139
4.3.2	正弦波信号源编辑 .....	141
4.3.3	探针及交流参数扫描图表编辑 .....	141
4.3.4	RC 低通滤波器幅频特性、相频特性分析 .....	144
4.4	单限比较器分析——模拟脉冲信号源与模拟分析 .....	145
4.4.1	单限比较器电路 .....	145
4.4.2	直流信号源与模拟脉冲信号源编辑 .....	149
4.4.3	探针及模拟图表编辑 .....	150
4.4.4	单限比较器分析 .....	153
4.5	限幅电压放大电路分析——指数信号源、单频率调频波信号源 .....	155
4.5.1	限幅电压放大电路 .....	156
4.5.2	指数脉冲信号源编辑 .....	157
4.5.3	探针及模拟图表编辑 .....	159
4.5.4	限幅电压放大电路分析 .....	160
4.6	音频功率放大器电路分析——频率、音频、噪声、傅里叶及失真分析 .....	163
4.6.1	音频功率放大器前置放大电路 .....	164
4.6.2	音频功率放大器前置放大电路分析 .....	166
4.6.3	音频功率放大器二级放大电路 .....	187

4.6.4	音频功率放大器二级放大电路分析	187
4.6.5	音频功率放大器功率放大电路	205
4.6.6	音频功率放大器功率放大电路分析	206
4.6.7	音频功率放大器电路	212
4.6.8	音频功率放大器电路分析	213
<b>第5章 基于 PROTEUS ISIS 的数字电路分析</b>		<b>226</b>
5.1	异步十进制计数器电路分析——数字时钟、边沿信号源与数字分析	226
5.1.1	异步十进制计数器电路	226
5.1.2	数字时钟信号源编辑	229
5.1.3	探针及数字分析图表编辑	231
5.1.4	异步十进制计数器电路分析	234
5.1.5	异步十进制计数器电路完善	236
5.2	RS 触发器电路分析——数字模式信号源与数字分析	241
5.2.1	RS 触发器电路	241
5.2.2	RS 触发器电路调试	244
5.2.3	RS 触发器数字图表分析——数字模式信号源编辑	245
5.2.4	RS 触发器数字图表分析——探针及数字分析图表编辑	248
5.2.5	RS 触发器电路分析	249
5.2.6	RS 触发器用于消除机械开关振荡引起的脉冲	251
5.3	竞赛抢答器电路分析——数字单周期脉冲信号源与数字分析	257
5.3.1	竞赛抢答器电路	257
5.3.2	数字时钟信号源及数字单周期脉冲信号源编辑	261
5.3.3	竞赛抢答器电路分析	263
<b>第6章 PROTEUS ISIS 单片机仿真</b>		<b>267</b>
6.1	在 PROTEUS ISIS 中输入单片机系统电路	267
6.1.1	选取仿真元件	267
6.1.2	调试 PWM 输出电路中的 ADC0808 模数转换电路	267
6.1.3	设计 PWM 输出控制电路	274
6.2	在 PROTEUS ISIS 中进行软件编程	276
6.2.1	在 PROTEUS ISIS 中创建源代码文件	276
6.2.2	在 PROTEUS ISIS 中编辑源代码	278
6.2.3	在 PROTEUS ISIS 中将源代码文件生成目标代码	281
6.3	系统调试	281
6.3.1	将目标代码添加到电路	281
6.3.2	电路调试	283
6.3.3	仿真电路	299
6.4	在 PROTEUS 中使用第三方源代码编辑器	305
6.4.1	在 PROTEUS ISIS 中建立第三方源代码编辑器	305
6.4.2	使用第三方编辑器编辑源程序	306
6.5	在 PROTEUS 中使用第三方 IDE	308



6.5.1 将 PROTEUS 作为外部调试器调试电路 .....	308
6.5.2 如果将 PROTEUS 作为插件 (In-Circuit) 仿真器 .....	314
6.6 如果将 PROTEUS 与 Keil 联调 .....	314
6.6.1 如果使用 Keil 的 $\mu$ Vision3 集成开发环境 .....	314
6.6.2 PROTEUS 与 Keil 的整合 .....	330
6.6.3 PROTEUS 与 Keil 的联调 .....	332
<b>附录 PROTEUS ISIS 7.1 新增功能</b> .....	<b>340</b>
<b>参考文献</b> .....	<b>353</b>

# 第 1 章 PROTEUS 概述

PROTEUS 软件是由英国 LabCenter Electronics 公司开发的 EDA 工具软件，由 ISIS 和 ARES 两个软件构成，其中 ISIS 是一款便捷的电子系统仿真平台软件，ARES 是一款高级的布线编辑软件，它集成了高级原理布线图、混合模式 SPICE 电路仿真、PCB 设计以及自动布线来实现一个完整的电子设计。

## 1.1 PROTEUS ISIS 概述

通过 PROTEUS ISIS 软件的 VSM（虚拟仿真技术），用户可以对模拟电路、数字电路、模数混合电路，以及基于微控制器的系统连同所有外围接口电子元器件一起仿真，如图 1-1<sup>⊙</sup>所示。

在原理图中，电路激励源、虚拟仪器、图表以及直接布置在线路上的探针一起出现在电路中，如图 1-2 所示。任何时候都能通过“运行”按钮或“空格”键对电路进行仿真。

PROTEUS VSM 有两种截然不同的仿真方式：交互式仿真和基于图表的仿真。其中交互式仿真可实时观测电路的输出，因此可用于检验设计的电路是否能正常工作，如图 1-3 所示。

而基于图表的仿真能够在仿真过程中放大一些特别的部分，进行一些细节上的分析，因此基于图表的仿真可用于研究电路的工作状态和进行细节的测量，如图 1-4 所示。

PROTEUS 软件的模拟仿真直接兼容厂商的 SPICE 模型，采用了扩充的 SPICE3F5 电路仿真模型，能够记录基于图表的频率特性、直流电的传输特性、参数的扫描、噪声的分析、傅里叶分析等，具有超过 8000 种的电路仿真模型。PROTEUS 模拟仿真如图 1-5 所示。

PROTEUS 软件的数字仿真支持 JDEC 文件的物理器件仿真，有全系列的 TTL 和 CMOS 数字电路仿真模型，同时一致性分析易于系统的自动测试。PROTEUS 数字仿真如图 1-6 所示。

PROTEUS 软件支持许多通用的微控制器，如 PIC、AVR、HC11 以及 8051；包含强大的调试工具，可对寄存器、存储器实时监测；具有断点调试功能及单步调试功能；具有对显示器、按钮、键盘等外设进行交互可视化仿真的功能。此外，PROTEUS 可对 IAR C-SPY、Keil  $\mu$ Vision2 等开发工具的源程序进行调试，可与 Keil 实现联调。PROTEUS 中微处理器电路仿真如图 1-7 所示。

此外，在 PROTEUS 中配置了各种虚拟仪器，如示波器、逻辑分析仪、频率计、I<sup>2</sup>C 调试器等，便于测量和记录仿真的波形、数据，如图 1-8 所示。

⊙ 此类图由该软件自动生成，未做标准化处理，下同。

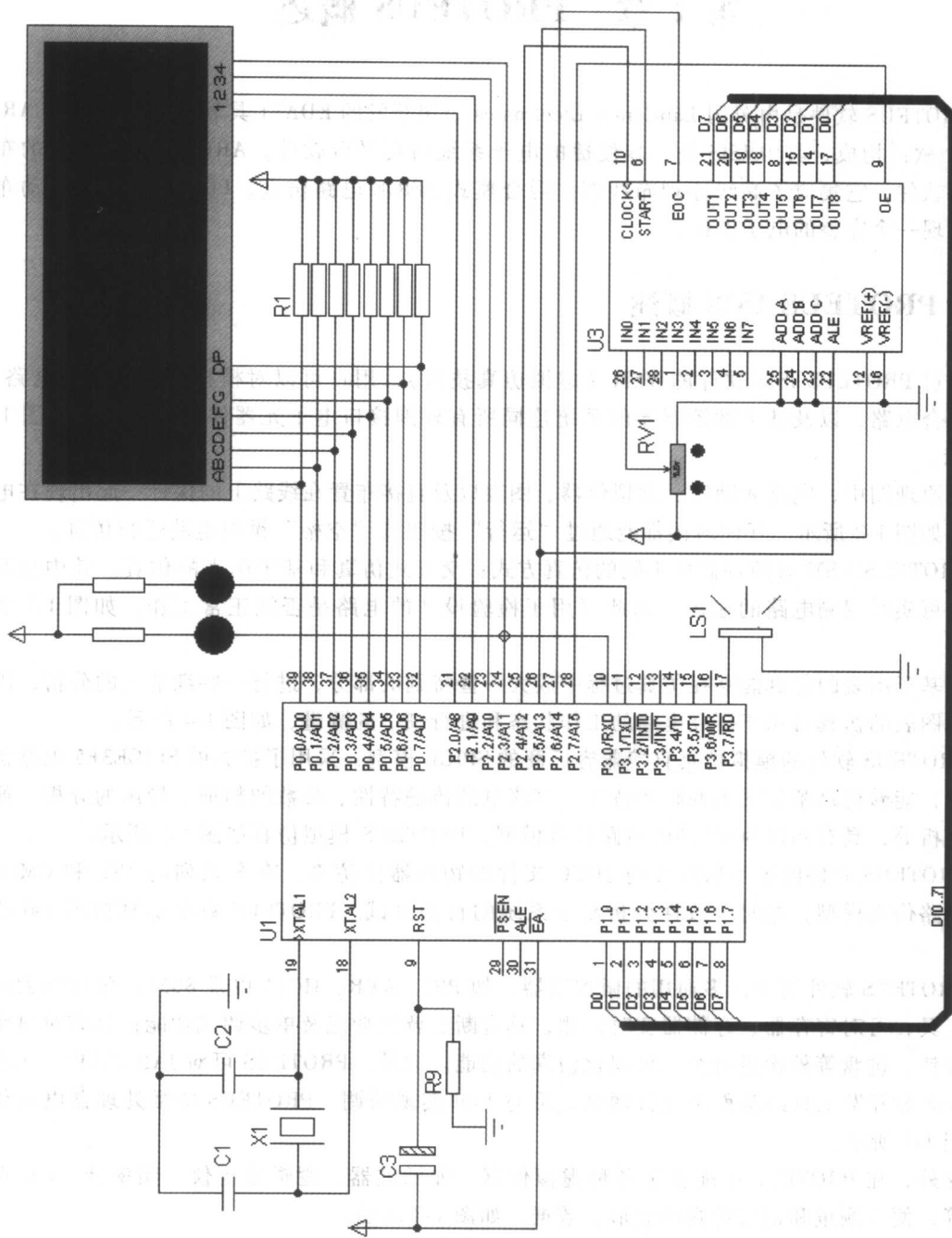


图 1-1 基于微控制器的系统连同所有外围接口电子元件的仿真

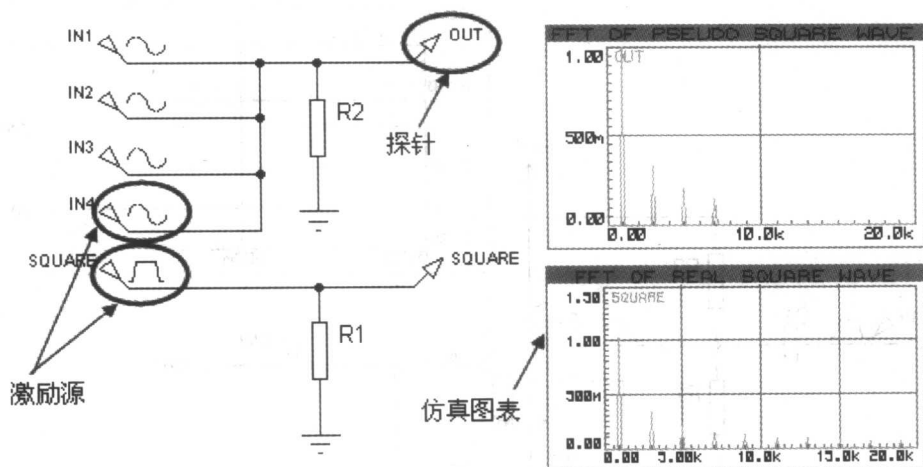


图 1-2 电路激励源、虚拟仪器、图表以及直接布置在线路上的探针一起出现在电路中

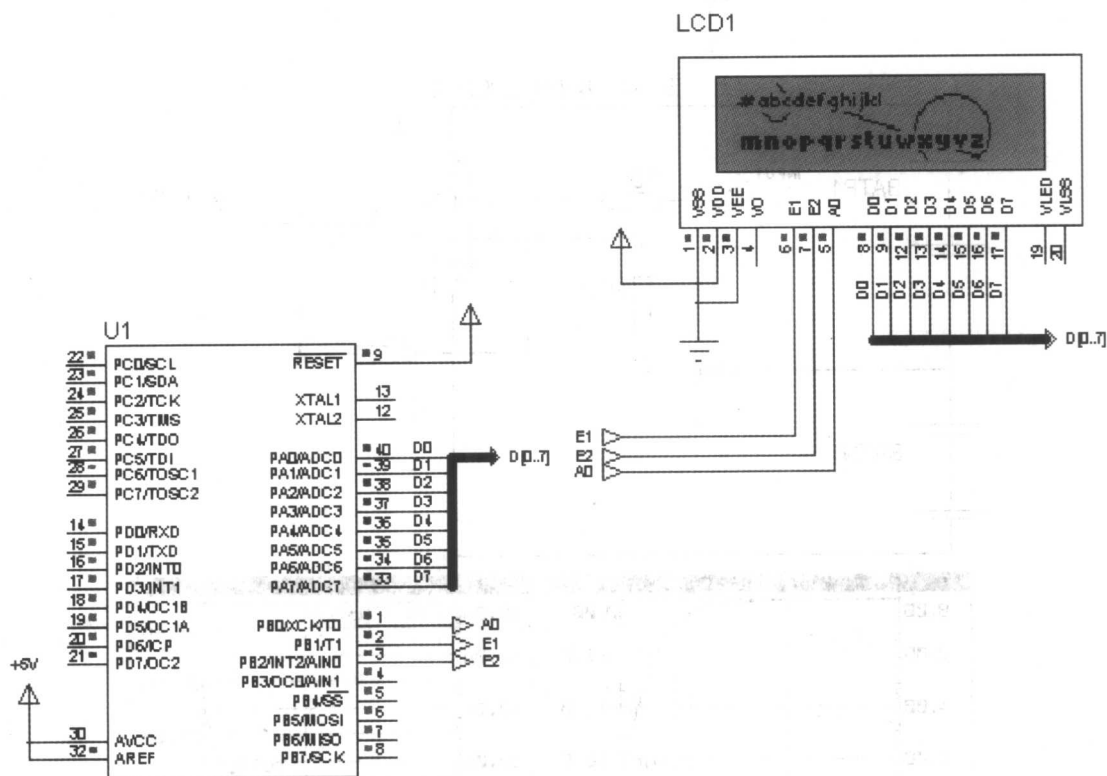


图 1-3 交互式仿真

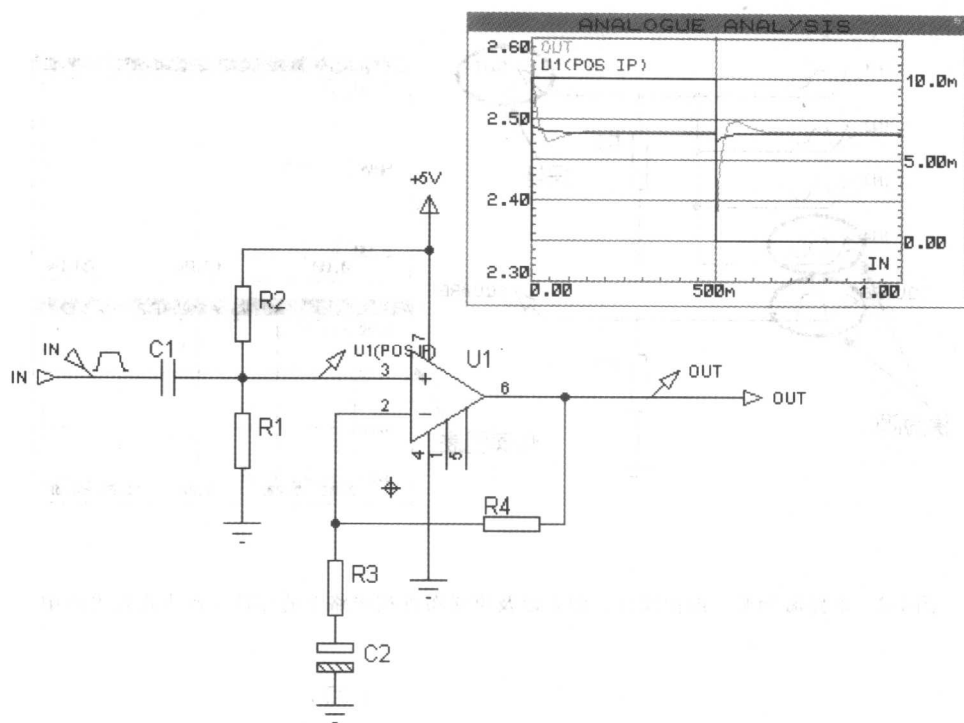


图 1-4 基于图表的仿真

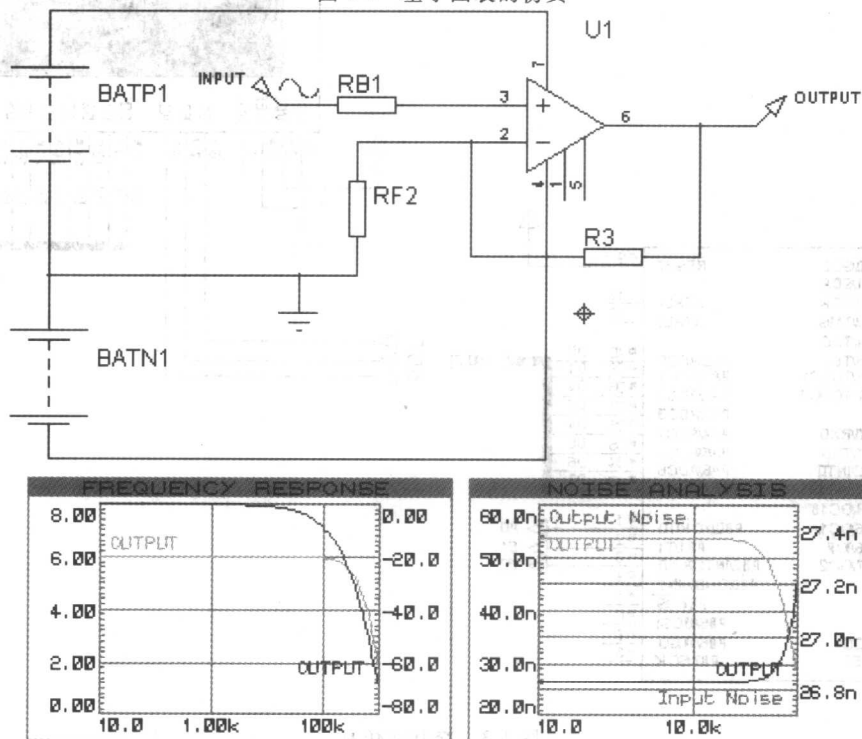


图 1-5 模拟仿真

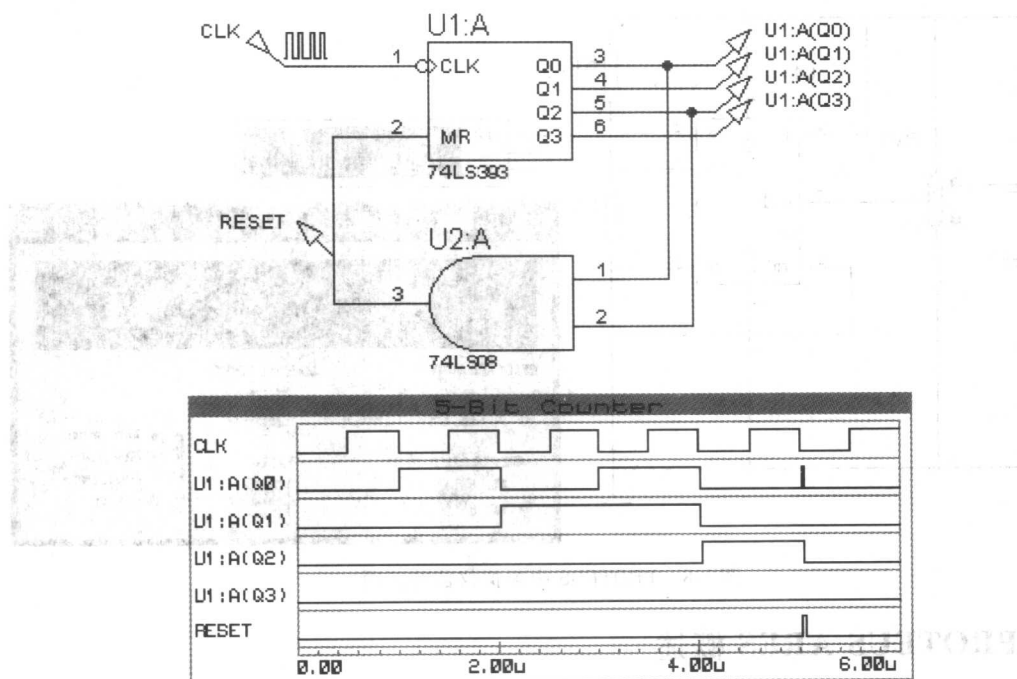


图 1-6 数字仿真

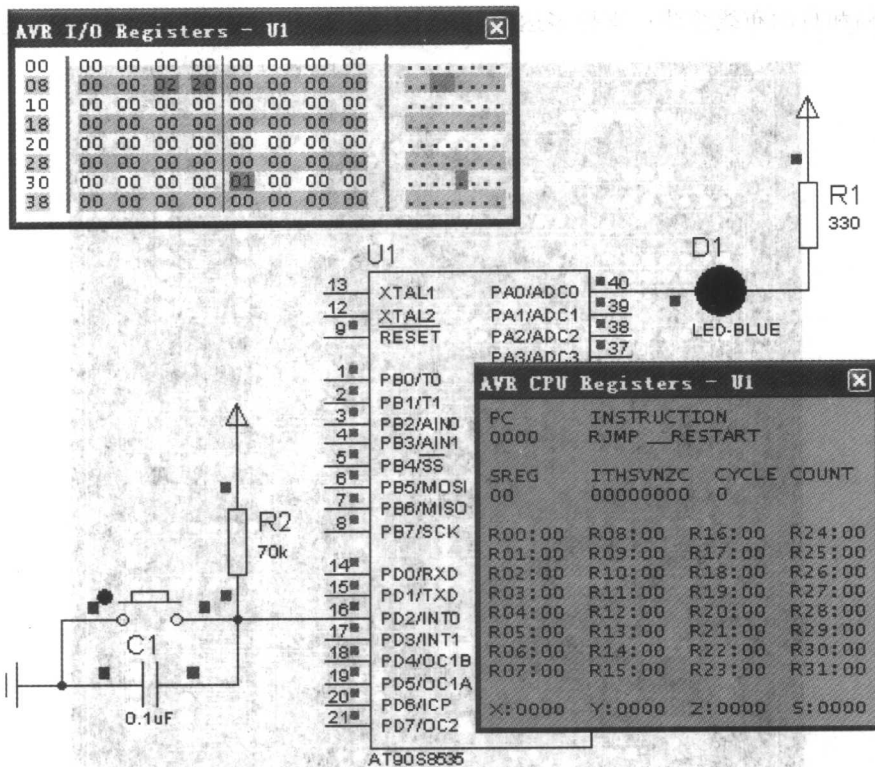


图 1-7 微处理器电路仿真

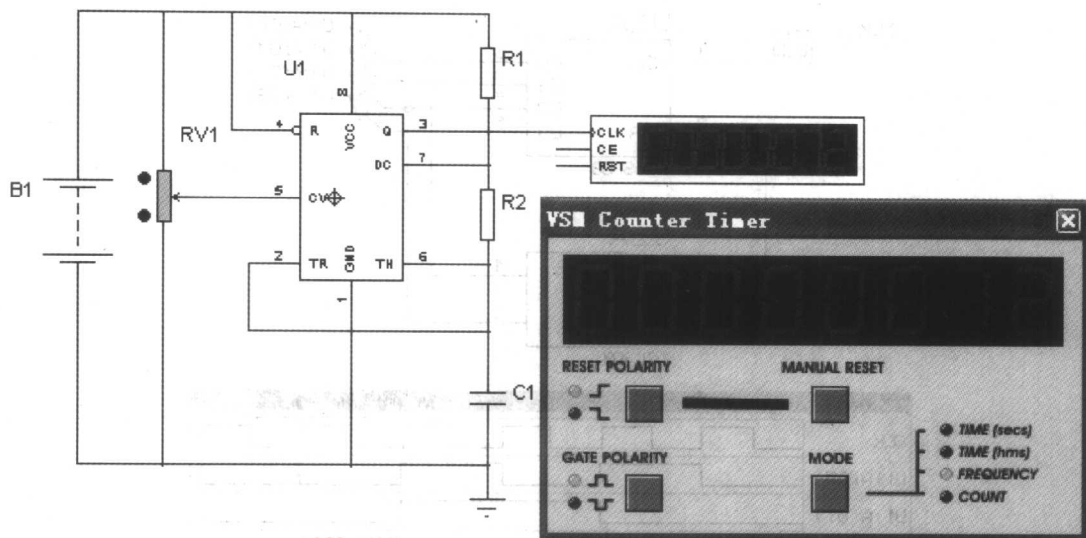


图 1-8 PROTEUS 中虚拟仪器的使用

## 1.2 PROTEUS ARES 概述

PROTEUS ARES PCB 的设计采用了原 32 位数据库的高性能 PCB 设计系统，以及高性能的自动布局和自动布线算法；支持多达 16 个布线层、2 个丝网印刷层、4 个机械层，加上电

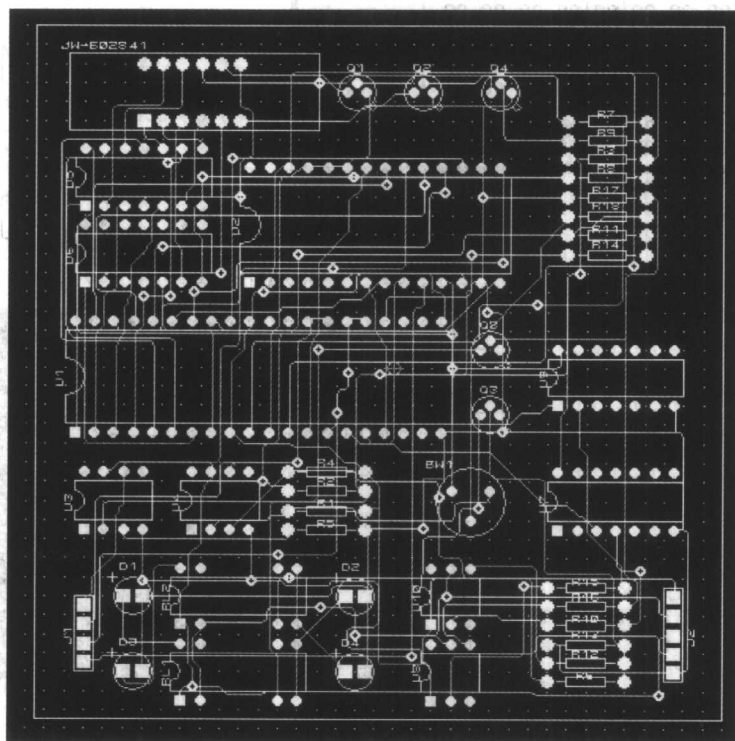


图 1-9 PROTEUS PCB 布线

路板边界层、布线禁止层、阻焊层，可以在任意角度放置元器件和焊盘连线；支持光绘文件的生成；具有自动的门交换功能；集成了高度智能的布线算法；有超过 1000 个标准的元器件引脚封装；支持输出各种 Windows 设备；可以导出其他电路板设计工具的文件格式；能自动插入最近打开的文档；元器件可以自动放置。PROTEUS PCB 布线如图 1-9 所示。



## 第 2 章 PROTEUS ISIS 电路原理图编辑

PROTEUS 电路设计是在 PROTEUS ISIS 环境中进行绘制的。PROTEUS ISIS 编辑环境具有友好的人机交互界面，而且设计功能强大，使用方便，易于上手。

PROTEUS ISIS 可运行于 Windows98/me/2000/XP 及更高操作系统，其对 PC 的配置要求不高，一般的配置就能满足要求。

### 2.1 PROTEUS ISIS 编辑环境

点击“开始”菜单，选择“Proteus 7 Professional”程序，在出现的子菜单中选择“ISIS 7 Professional”选项，如图 2-1 所示。系统启动界面如图 2-2 所示。

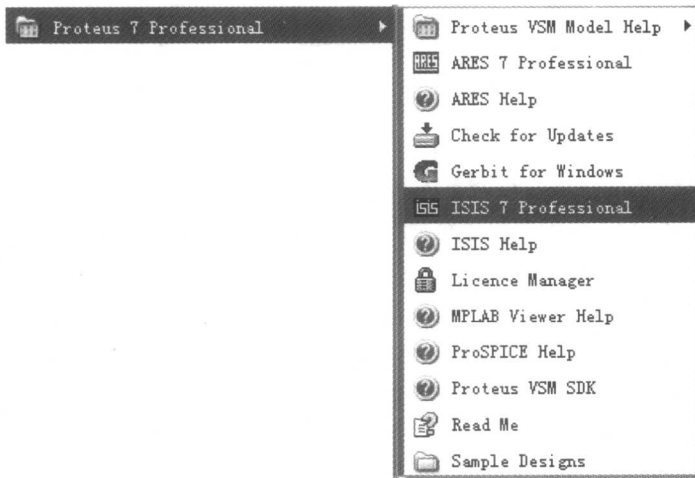


图 2-1 启动 Proteus 7 Professional 中的 ISIS 7 Professional

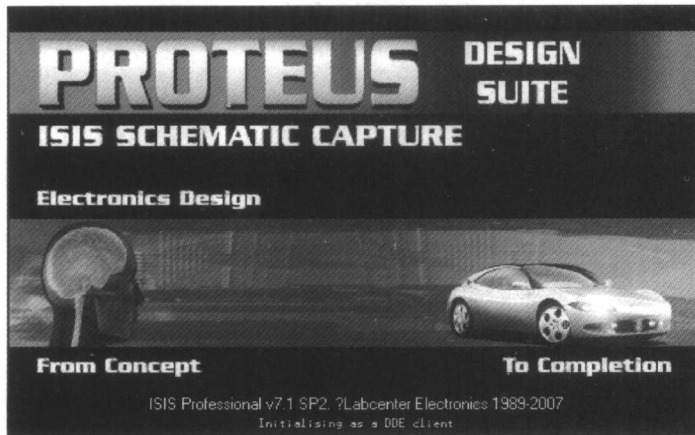


图 2-2 PROTEUS ISIS 启动界面