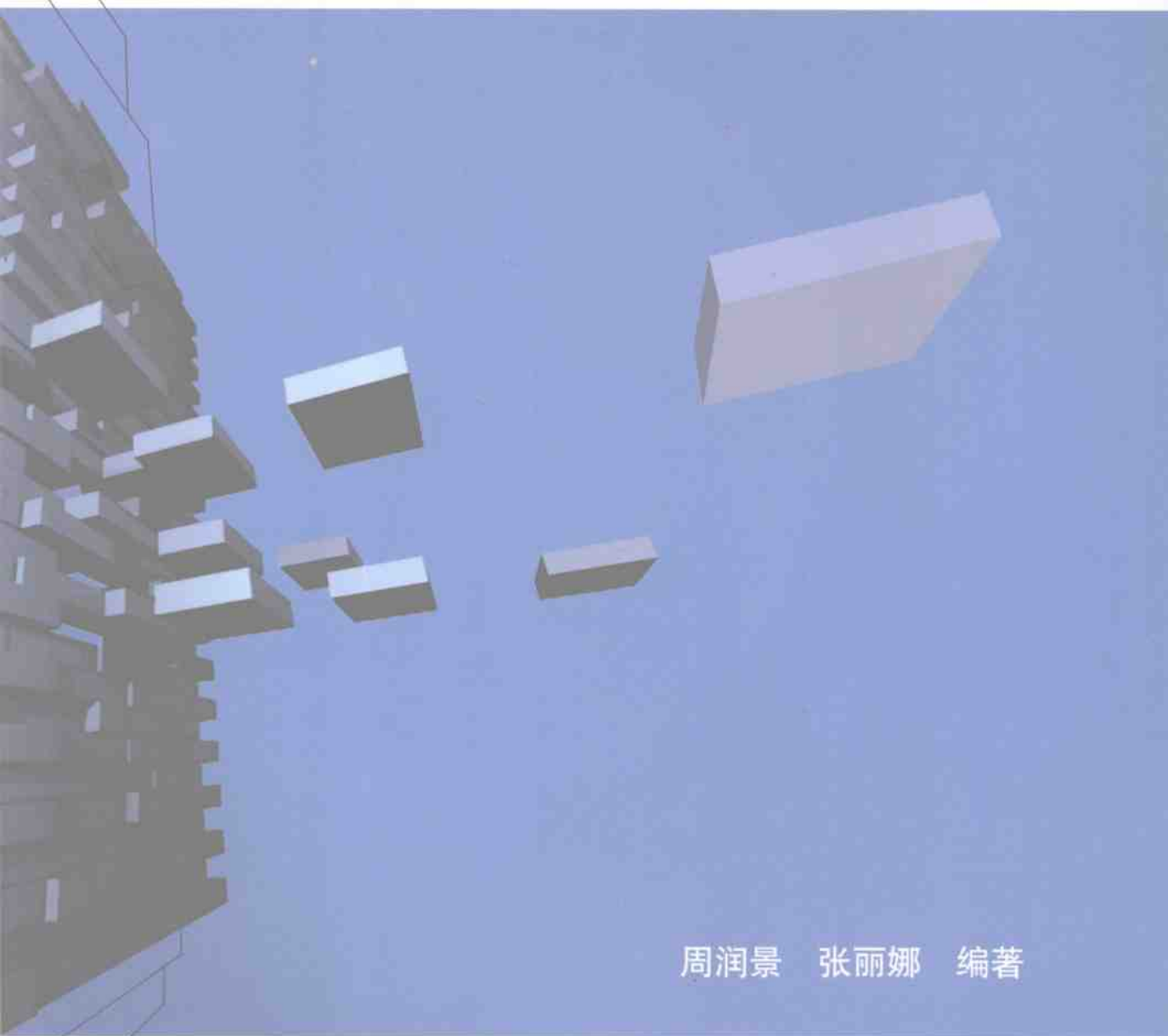


基于**PROTEUS**的电路及单片机系统 设计与仿真



周润景 张丽娜 编著

基于 PROTEUS 的电路及单片机系统 设计与仿真

周润景 张丽娜 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书分为基础篇与应用篇两部分。基础篇讲述软件的使用,包括电子线路部分与单片机部分。电子线路部分介绍了如何使用 PROTEUS 软件分析模拟电路、数字电路及模数混合电路,包括模拟与数字激励信号的编辑、各种分析(如瞬态分析、傅里叶分析、交直流参数扫描分析、直流工作点分析、失真分析、噪声分析、传输函数分析和音频响应分析等)的物理意义及方法;单片机部分详细说明了如何使用该软件设计与仿真单片机系统,包括利用软件自带的编译器编译程序和利用第三方工具编译程序。应用篇通过多个实例说明了 PROTEUS 在模拟电路、数字电路及单片机电路设计中的应用,包括题目、技术指标、系统方案、单元电路设计、软件流程、源程序、调试方法及步骤、测试结果与 PCB 制板等。

本书附带光盘 1 张,包括 PROTEUS 6.9 SP2 demo&lite 软件、本书第 7 章和第 9 章的电路图以及相关数据手册。

本书可作为从事电路设计的科研与工程技术人员、高校师生及广大电子爱好者的参考书籍,对科技开发、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的帮助。

图书在版编目(CIP)数据

基于 PROTEUS 的电路及单片机系统设计与仿真/周润景
等编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2006.5
ISBN 7-81077-835-8

I. 基… II. 周… III. ①单片微型计算机—系统
设计—应用软件, PROTEUS ②单片微型计算机—系统仿
真—应用软件, PROTEUS IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 047116 号

© 2006, 北京航空航天大学出版社, 版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书及其所附光盘内容。

侵权必究。

基于 PROTEUS 的电路及单片机系统设计与仿真

周润景 张丽娜 编著

责任编辑 张冀青

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

http://www.buaapress.com.cn E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:26.25 字数:672 千字

2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-835-8 定价:45.00 元(含光盘 1 张)

序

PROTEUS 嵌入式系统仿真与开发平台是由英国 Labcenter 公司开发(授权风标科技公司为中国大陆的总代理)的,是目前世界上最先进最完整的嵌入式系统设计与仿真平台。PROTEUS 可以实现数字电路、模拟电路及微控制器系统与外设的混合电路系统的电路仿真、软件仿真、系统协同仿真和 PCB 设计等全部功能。

PROTEUS 软件包已有近 20 年的使用历史,在全球拥有庞大的企业用户群,是目前惟一能够对各种处理器进行实时仿真、调试与测试的 EDA 工具,真正实现了在没有目标原形时就可对系统进行调试、测试与验证。PROTEUS 软件包大大提高了企业的开发效率,降低了开发风险。

由于 PROTEUS 软件包逼真、真实的协同仿真功能,得到了包括剑桥在内的众多大学用户,作为电子学或嵌入式系统的课程教学、实验和水平考试平台。

Labcenter 公司支持大学进行电子系统的教学,特别推出了大学优惠计划,充分降低教育机构使用 PROTEUS 软件包用于组建实验室或培训室的门槛。

在中国,有众多教师、工程师、学生及业余爱好者正在兴致勃勃地体验 PROTEUS 软件的奇妙功能。此时此刻,从 2002 年起就一直在使用和研究 PROTEUS 软件的内蒙古大学自动化系周润景副教授,总结自己多年使用该软件的经验和体会,在 Labcenter 公司和风标科技公司的支持下,适时地推出了这本针对 PROTEUS 软件工具的书籍,我向他表示衷心的祝贺与感谢!

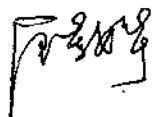
如果读者需要了解更多有关该工具的信息或帮助,请与我们联系。风标科技广州技术支持中心的联系方式如下:

电 话 020-86003026

传 真 020-38807074

E-mail marketing@windway.cn

网 址 Http://www.windway.cn



风标科技公司总经理

前 言

传统的电子设计的流程是：确定题目后，查找资料，确定方案，设计电路图，购买元器件，制板，调试，最后进行测试。如果达不到设计要求，这个过程就要反复进行。如果更换设计方案，就必须重新购买元器件并重新制板，这样不仅费时、费力，而且费用也高。

为了解决上述方法中存在的问题，可以用 EDA 设计技术进行电路的设计与实现。EDA 技术的设计思路是：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。采用 EDA 技术，在原理图设计阶段就可以对设计进行评估，验证所设计电路是否达到设计要求的技术指标，还可以通过改变元器件参数使整个电路性能达到最优化。这样就无须多次购买元器件及制板，节省了设计时间与经费，提高了设计效率与质量。

本书介绍的是一款新的 EDA 软件 PROTEUS。该软件可以对模拟电路、数字电路、模数混合电路、单片机及外围元器件进行系统仿真，并提供了简便易用的印刷电路板设计工具。

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、三极管、MOS 管、变压器、继电器、各种放大器、各种激励源、各种微控制器、各种门电路和各种终端等。在 PROTEUS 软件包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/计时器和信号发生器等。而且 PROTEUS 还提供了一个图形显示功能，可以将线路上变化的信号，以图形方式实时显示出来，其作用与示波器相似。PROTEUS 提供了丰富的测试信号用于电路测试，这些测试信号包括模拟信号和数字信号等。

本软件对科研开发，电路系统的教学，学生的实验、课程设计、毕业设计、电子设计竞赛等都有很大的帮助。借助 PROTEUS 软件可以使从事该行业的专业技术人员加快电路系统开发的速度，缩短开发时间，节约开发成本，提高电子产品开发的效率。

本书采用作者多年来在教学与科研中的例子来讲解 PROTEUS 软件的使用，读者可以很快地熟练使用该软件并应用到工作中。为了便于学习，本书附带 1 张光盘，内容包括：书中电路原理图、程序、PROTEUS 试用软件、软件用户手册、第三方编译器、软件使用演示文档及书中涉及例子。

本书共有 10 章及 2 个附录。其中，第 6 章和第 8 章由张丽娜编写，其余由周润景负责编写。全书由周润景统稿、定稿。

本书的出版首先要感谢深圳风标科技公司匡载华经理的支持。本书所使用的 PROTEUS 软件由英国 Labcenter 公司提供。此外，吕小虎、袁伟亭、赵志鹏、景晓松、郭慧清和杨瑞珍等同学参与本书例子的验证与录入工作，在此一并表示感谢。

PROTEUS 软件的性能非常丰富，作者虽然力求完美，但是水平有限，书中不妥之处还望指正。

作 者

2006 年 1 月 22 日于青城

目 录

基础篇

第 1 章 PROTEUS ISIS 编辑环境

1.1	PROTEUS ISIS 编辑环境简介	3
1.2	进入 PROTEUS ISIS 编辑环境	6
1.2.1	建立和保存设计文件	6
1.2.2	打开和保存设计文件	7
1.3	PROTEUS ISIS 编辑环境设置	8
1.3.1	选择模板	8
1.3.2	选择图纸	11
1.3.3	设置文本编辑器	12
1.3.4	设置格点	12
1.4	PROTEUS ISIS 系统参数设置	13
1.4.1	设置 BOM	13
1.4.2	设置系统运行环境	15
1.4.3	设置路径	16
1.4.4	设置键盘快捷方式	17
1.4.5	设置 Animation 选项	18
1.4.6	设置仿真器选项	19

第 2 章 电路原理图设计快速入门

2.1	电路原理图的设计流程	20
2.2	电路原理图的设计方法和步骤	21
2.2.1	创建一个新的设计文件	21
2.2.2	设置工作环境	22
2.2.3	提取元器件	22
2.2.4	在原理图中放置元器件	25
2.2.5	编辑元器件	26
2.2.6	绘制原理图	27
2.2.7	建立网络表	28
2.2.8	对原理图进行电气规则检测	29
2.2.9	存盘及输出报表	29

第 3 章 电路原理图编辑

3.1	元器件库的管理	30
3.1.1	打开元器件库管理器	30
3.1.2	创建元器件库	31

3.1.3 删除元器件库	32
3.2 电路图绘制工具的使用	33
3.2.1 Component 工具的使用	33
3.2.2 Junction dot 工具的使用	35
3.2.3 Wire labels 工具的使用	36
3.2.4 Text scripts 工具的使用	37
3.2.5 Bus 工具的使用	38
3.2.6 Sub-Circuit 工具的使用	40
3.2.7 Inter-sheet terminal 工具的使用	42
3.2.8 Device pin 工具的使用	43
3.2.9 2D graphics 工具的使用	43
3.2.10 2D graphics symbol 工具的使用	45
3.2.11 Marker 工具的使用	47
3.3 导线的操作	47
3.4 对象的操作	50
3.5 头块的放置	54
3.6 电路原理图编辑实例	56

第4章 电路分析

4.1 激励源	61
4.1.1 直流激励源	61
4.1.2 正弦波激励源	63
4.1.3 模拟脉冲激励源	65
4.1.4 指数脉冲激励源	67
4.1.5 单频率调频波激励源	69
4.1.6 分段线性激励源	71
4.1.7 FILE 信号激励源	73
4.1.8 音频信号激励源	74
4.1.9 单周期数字脉冲激励源	76
4.1.10 数字单边沿信号激励源	78
4.1.11 数字单稳态逻辑电平激励源	79
4.1.12 数字时钟信号激励源	80
4.1.13 数字模式信号激励源	82
4.2 虚拟仪器	85
4.2.1 虚拟示波器	85
4.2.2 逻辑分析仪	86
4.2.3 定时/计数器	88
4.2.4 虚拟终端	90
4.2.5 SPI 调试器	93
4.2.6 I ² C 调试器	96
4.2.7 信号发生器	99
4.2.8 模式发生器	100

4.2.9 电压表和电流表	107
4.3 实 例	109
4.3.1 定时/计数器与示波器的使用	109
4.3.2 模式发生器的应用	111
4.3.3 虚拟终端的应用	113
4.3.4 信号发生器的应用	116
4.4 探 针	117
4.4.1 电压探针	117
4.4.2 电流探针	118
4.5 基于图表的分析	119
4.5.1 基于模拟图表的电路分析	119
4.5.2 基于数字图表的电路分析	123
4.5.3 基于混合图表的电路分析	125
4.5.4 基于频率分析图表的电路分析	127
4.5.5 基于转移特性分析图表的电路分析	129
4.5.6 基于噪声分析图表的电路分析	130
4.5.7 基于失真分析图表的电路分析	133
4.5.8 基于傅里叶分析图表的电路分析	135
4.5.9 基于音频分析图表的电路分析	136
4.5.10 基于交互分析图表的电路分析	138
4.5.11 基于一致性分析图表的电路分析	140
4.5.12 基于直流扫描分析图表的电路分析	144
4.5.13 基于交流扫描分析图表的电路分析	146
4.6 交互式电路仿真	148
4.6.1 控制按钮	148
4.6.2 人性化测量方法	148
4.6.3 设置仿真帧频及每帧仿真时间	150
4.6.4 交互式仿真实例	152

第5章 单片机仿真

5.1 PROTEUS VSM 中的源代码控制系统	154
5.1.1 在 PROTEUS VSM 中创建源代码文件	154
5.1.2 生成目标代码文件	156
5.1.3 使用第三方源代码编辑器	159
5.1.4 使用第三方 IDE	160
5.2 PROTEUS VSM 中的源代码调试	161
5.3 弹出式窗口	162
5.4 断点触发	170
5.4.1 电压断点触发	170
5.4.2 电流断点触发	171
5.4.3 数字断点触发	172
5.5 单片机仿真实例	172

5.5.1 绘制电路原理图	173
5.5.2 程序编制	174
5.5.3 电路仿真	181
5.6 PROTEUS 与 Keil 整合构建单片机虚拟实验室	182
5.6.1 Keil 的 μ Vision2 集成开发环境	183
5.6.2 PROTEUS 与 Keil 整合的实现	198
5.6.3 PROTEUS 与 Keil 整合后的电路仿真	201
5.6.4 PROTEUS 与 Keil 整合的电路仿真实例	202

第 6 章 PROTEUS 设计进阶

6.1 层次电路的设计	203
6.1.1 子电路的设计	203
6.1.2 模块元器件的设计	203
6.1.3 层次设计间的切换	204
6.1.4 层次电路设计实例	204
6.2 属 性	215
6.2.1 对象属性	216
6.2.2 对象属性的编辑	216
6.2.3 属性定义	217
6.2.4 绘图页属性	219
6.2.5 参数电路属性	220
6.2.6 属性替代和属性表达式	222
6.3 属性分配工具	223
6.3.1 PAT 的属性操作	224
6.3.2 PAT 的应用模式	225
6.3.3 Search and Tag 命令与 PAT	225
6.3.4 实 例	226
6.4 温度模型	229
6.5 电源和地	230
6.5.1 共地点	230
6.5.2 电 源	231
6.6 初始条件	232
6.6.1 为网络定义初始条件	232
6.6.2 为元器件定义初始条件	233
6.7 故障查找	233

应用篇

第 7 章 模拟电路设计实例

7.1 设计任务及要求	237
7.2 音频功率放大器简介	237
7.3 OCL 放大器的基本原理及种类	238

7.4 OCL 放大器的设计方法	241
7.4.1 各级电压增益的分配	241
7.4.2 OCL 功率放大器的设计	241
7.5 音调控制电路的设计	245
7.5.1 电路形式及工作原理	245
7.5.2 设计方法	250
7.6 前置级的设计	251
7.6.1 电路选择	251
7.6.2 场效应管共源放大器的设计	251
7.6.3 源极跟随器的设计	252
7.6.4 射极跟随器的设计	252
7.7 设计举例	253
7.7.1 OCL 功率放大器设计举例	253
7.7.2 音调控制电路计算举例	259
7.7.3 前置级计算举例	263
7.7.4 前置级电路加有源滤波器的设计	269
7.8 整个系统的仿真与分析	269
7.9 电路调试	270

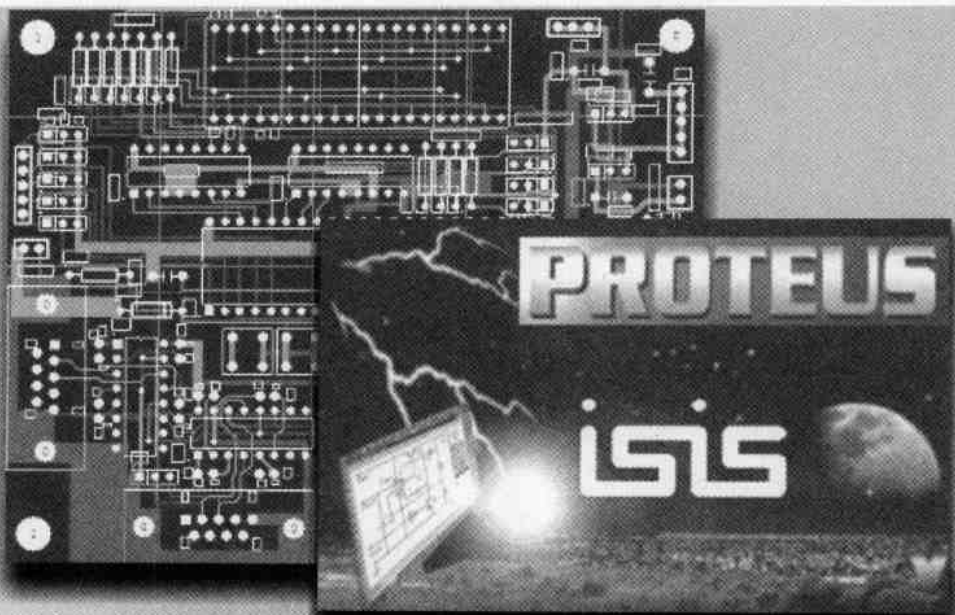
第 8 章 数字电路设计实例

8.1 设计任务及要求	272
8.2 电路设计	272
8.3 电路实现	275
8.4 电路仿真	276
8.5 设计校验	276

第 9 章 单片机应用设计实例

9.1 基于 AT89C52 的模糊控制算法的温控仪的设计	278
9.1.1 设计任务及要求	278
9.1.2 设计背景简介	278
9.1.3 电路设计	278
9.1.4 系统控制算法实现	285
9.1.5 系统软件实现	287
9.1.6 系统仿真	302
9.2 基于 AT90S8515 的 HS1101 湿度测量系统的设计	304
9.2.1 设计任务及要求	304
9.2.2 设计背景简介	304
9.2.3 电路设计	304
9.2.4 系统结构图	310
9.2.5 系统硬件实现	310
9.2.6 系统软件实现	313
9.2.7 系统仿真	319

9.3 基于 DS18B20 的多点温度测量系统的设计	321
9.3.1 设计任务及要求	321
9.3.2 设计背景简介	321
9.3.3 电路设计	322
9.3.4 系统结构图	327
9.3.5 系统硬件实现	328
9.3.6 系统软件实现	329
9.3.7 系统仿真	339
第 10 章 PCB 设计	
10.1 原理图后处理	340
10.2 创建元器件封装符号	340
10.2.1 摆放焊盘	340
10.2.2 分配引脚编号	343
10.2.3 添加元器件丝印外框	343
10.2.4 保存封装符号	344
10.3 指定元器件封装	344
10.4 设定层面	346
10.5 布 局	347
10.5.1 自动布局	347
10.5.2 手工布局	348
10.6 设置约束规则	350
10.6.1 设置约束规则	350
10.6.2 设置默认设计规则	352
10.7 调整文字面	352
10.8 布 线	354
10.8.1 手工布线	354
10.8.2 自动布线	355
10.9 自动修线	356
10.10 规则检查	358
10.10.1 CRC 检查	358
10.10.2 DRC 检查	358
10.11 铺 铜	359
10.12 输出 CAD/CAM	361
附录 A 原理图元器件清单	363
附录 B PCB 元器件封装	396



基础篇

- PROTEUS ISIS 编辑环境
- 电路原理图设计快速入门
- 电路原理图编辑
- 电路分析
- 单片机仿真
- PROTEUS 设计进阶

第1章 PROTEUS ISIS 编辑环境

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。本章将对这一环境的使用进行详尽的介绍。

1.1 PROTEUS ISIS 编辑环境简介

PROTEUS ISIS 运行于 Windows 98/2000/XP 环境,对 PC 的配置要求不高,一般的配置就能满足要求。运行 PROTEUS ISIS 的执行程序后,将出现如图 1-1 所示启动界面。

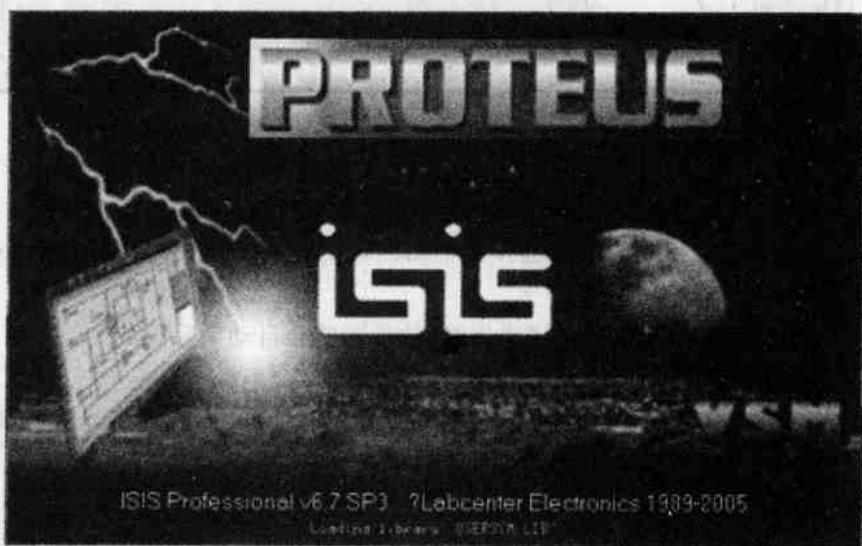


图 1-1 启动 PROTEUS ISIS

启动后随即进入如图 1-2 所示 PROTEUS ISIS 编辑环境。

点状的栅格区域为编辑窗口。左上方为预览窗口,左下方为元器件列表区,即对象选择器。

编辑窗口用于放置元器件,进行连线,绘制原理图。预览窗口可以显示全部原理图。在预览窗口中,有两个框,蓝框表示当前页的边界,绿框表示当前编辑窗口显示的区域。当从对象选择器中选一个新的对象时,预览窗口可以预览选中的对象。在预览窗口上单击,PROTEUS ISIS 将会以单击位置为中心刷新编辑窗口。其他情况下,预览窗口显示将要放置的对象。

这种放置预览特性在下列情况下被激活:

- 当使用旋转或镜像按钮时;
- 当一个对象在对象选择器中被选中时;

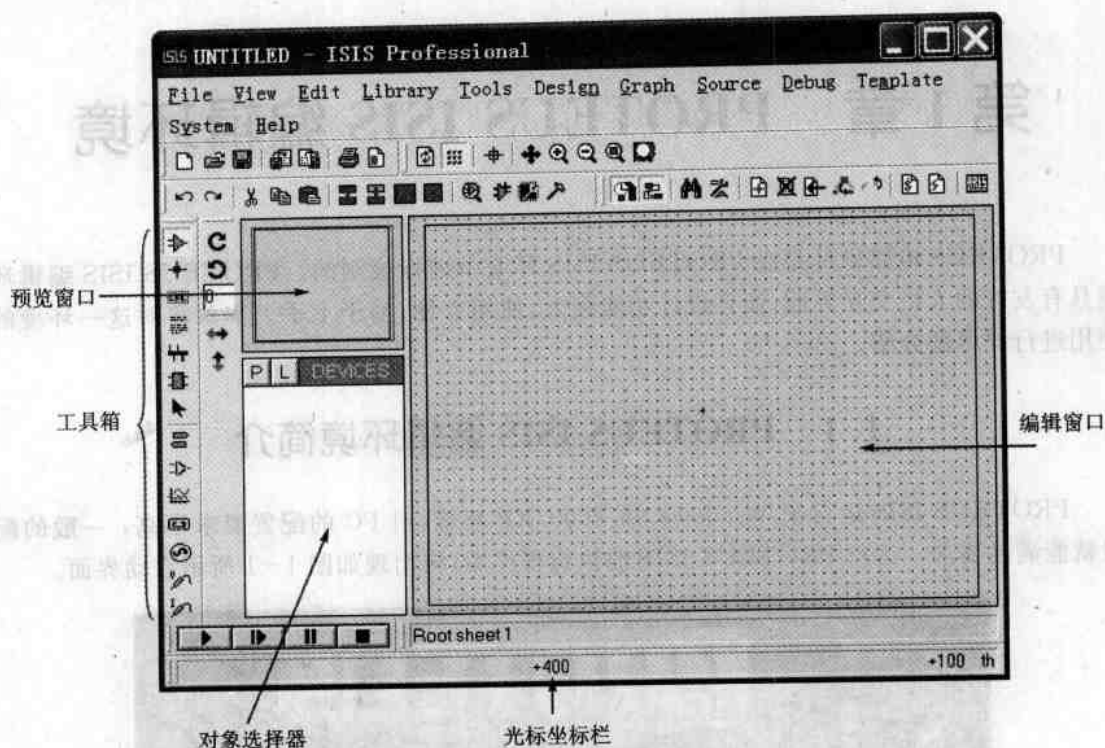


图 1-2 PROTEUS ISIS 编辑环境

► 当为一个可以设定朝向的对象选择类型图标时(例如:Component 图标、Device Pin 图标等);

► 当放置对象或者执行其他非上述操作时,放置预览会自动消除。

有两种方法来调整编辑窗口所显示的区域:

(1) 选择 View→Pan 菜单项,然后将光标移到指定位置单击;或者将光标移到指定位置按 F5 键。

(2) 如果要进行大范围调整,可以在预览窗口单击想要查看的部分。

选择相应的工具箱图标按钮,系统将提供不同的操作工具。对象选择器根据选择不同的工具箱图标按钮决定当前状态显示的内容。显示对象的类型包括元器件、终端、引脚、图形符号、标注和图表等。

工具箱中各图标按钮对应的操作如下:

► Component 按钮  选择元器件。

► Junction dot 按钮  在原理图中标注连接点。

► Wire label 按钮  标志线段(为线段命名)。

► Text script 按钮  在电路图中输入脚本。

► Bus 按钮  在原理图中绘制总线。

► Sub-circuit 按钮  绘制子电路块。

► Instant edit mode 按钮  可以单击任意元器件并编辑元器件的属性。

► Inter-sheet terminal 按钮  对象选择器列出各种终端(输入、输出、电源和地等)。

- Device Pin 按钮  对象选择器将出现各种引脚(如:普通引脚、时钟引脚、反电压引脚和短接引脚等)。
- Simulation graph 按钮  对象选择器出现各种仿真分析所需的图表(如:模拟图表、数字图表、噪声图表、混合图表和 A/C 图表等)。
- Tape recorder 按钮  当对设计电路分割仿真时采用此模式。
- Generator 按钮  对象选择器列出各种激励源(如:正弦激励源、脉冲激励源、指数激励源和 FILE 激励源等)。
- Voltage probe 按钮  可在原理图中添加电压探针。电路进入仿真模式时,可显示各探针处的电压值。
- Current probe 按钮  可在原理图中添加电流探针。电路进入仿真模式时,可显示各探针处的电流值。
- Virtual instrument 按钮  对象选择器列出各种虚拟仪器(如:示波器、逻辑分析仪、定时/计数器和模式发生器等)。

除上述图标按钮外,系统还提供了 2D 图形模式图标按钮。

- 2D graphics line 按钮  直线按钮,用于创建元器件或表示图表时绘制线。
- 2D graphics box 按钮  方框按钮,用于创建元器件或表示图表时绘制方框。
- 2D graphics circle 按钮  圆按钮,用于创建元器件或表示图表时绘制圆。
- 2D graphics arc 按钮  弧线按钮,用于创建元器件或表示图表时绘制弧线。
- 2D graphics path 按钮  任意形状按钮,用于创建元器件或表示图表时绘制任意形状图标。
- 2D graphics text 按钮  文本编辑按钮,用于插入各种文字说明。
- 2D graphics symbol 按钮  符号按钮,用于选择各种符号元器件。
- Markers for component origin etc 按钮  标记按钮,用于产生各种标记图标。

对于具有方向性的对象,系统还提供了各种块旋转图标按钮。

- Set rotation  方向旋转按钮,以 90° 偏置改变元器件的放置方向。
- Horizontal reflection  水平镜像旋转按钮,以 Y 轴为对称轴,按 180° 偏置旋转元器件。
- Vertical reflection  垂直镜像旋转按钮,以 X 轴为对称轴,按 180° 偏置旋转元器件。

在某些状态下,对象选择器有一个 Pick 切换按钮,单击该按钮可以弹出 Pick Devices、Pick Port、Pick Terminals、Pick Pins 或 Pick Symbols 窗体。通过不同窗体,可以分别添加元器件端口、终端、引脚或符号到对象选择器中,以便在今后的绘图中使用。

如图 1-3 所示,PROTEUS ISIS 的菜单栏包括 File(文件)、View(视图)、Edit(编辑)、Library(库)、Tools(工具)、Design(设计)、Graph(图形)、Source(源)、Debug(调试)、Template(模板)、System(系统)和 Help(帮助)。单击任一菜单后都将弹出其菜单项,PROTEUS ISIS 完全符合 Windows 菜单风格。

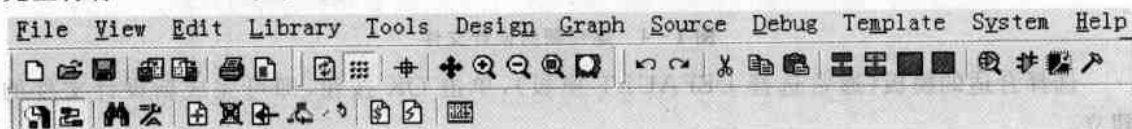


图 1-3 菜单和工具栏

File 菜单：包括常用的文件功能，如打开新的设计、加载设计、保存设计、导入/导出文件，也可打印、显示最近使用过的设计文档，以及退出 PROTEUS ISIS 系统等。

View 菜单：包括是否显示网格、设置格点间距、缩放电路图及显示与隐藏各种工具栏等。

Edit 菜单：包括撤消/恢复操作，查找与编辑、剪切、复制、粘贴元器件，及设置多个对象的叠层关系等。

Library 菜单：包括添加、创建元器件/图标及调用库管理器。

Tools 菜单：包括实时标注、实时捕捉及自动布线等。

Design 菜单：包括编辑设计属性、编辑图纸属性、进行设计注释等。

Graph 菜单：包括编辑图形、添加 Trace、仿真图形和分析一致性等。

Source 菜单：包括添加/删除源文件、定义代码生成工具调用外部文本编辑器等。

Debug 菜单：包括启动调试、执行仿真、单步执行和重新排布弹出窗口等。

Template 菜单：包括设置图形格式、文本格式、设计颜色、线条连接点大小和图形等。

System 菜单：包括设置自动保存时间间隔、图纸大小和标注字体等。

Help 菜单：包括版权信息、PROTEUS ISIS 教程学习和示例等。

工具栏的图标按钮包括 File 工具栏、View 工具栏、Edit 工具栏和 Design 工具栏等。

1.2 进入 PROTEUS ISIS 编辑环境

当对整个 PROTEUS ISIS 开发界面有了初步的了解之后，将以新建设计文件为例说明编辑环境的使用。

1.2.1 建立和保存设计文件

在 PROTEUS ISIS 窗口中，选择 File→New Design 菜单项，弹出如图 1-4 所示对话框。

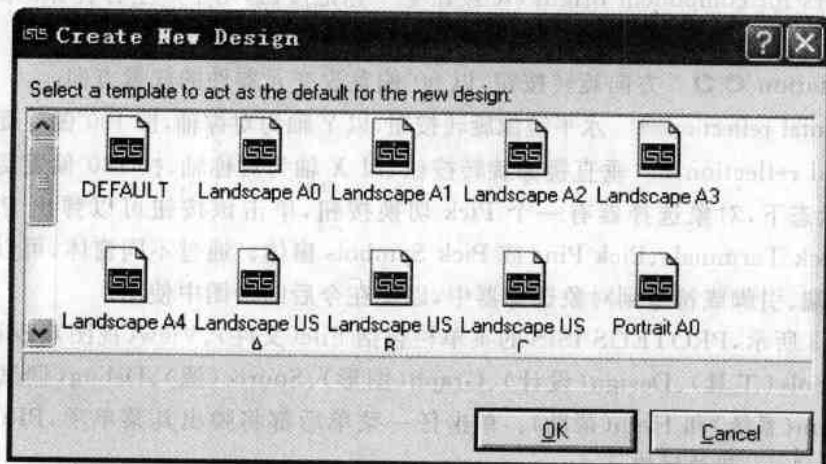


图 1-4 建立新的设计文件

选择合适的模板(通常选择 DEFAULT 模板)，单击 OK 按钮，即可完成新设计文件的建立。

选择 File→Save Design 菜单项，将弹出如图 1-5 所示对话框。