

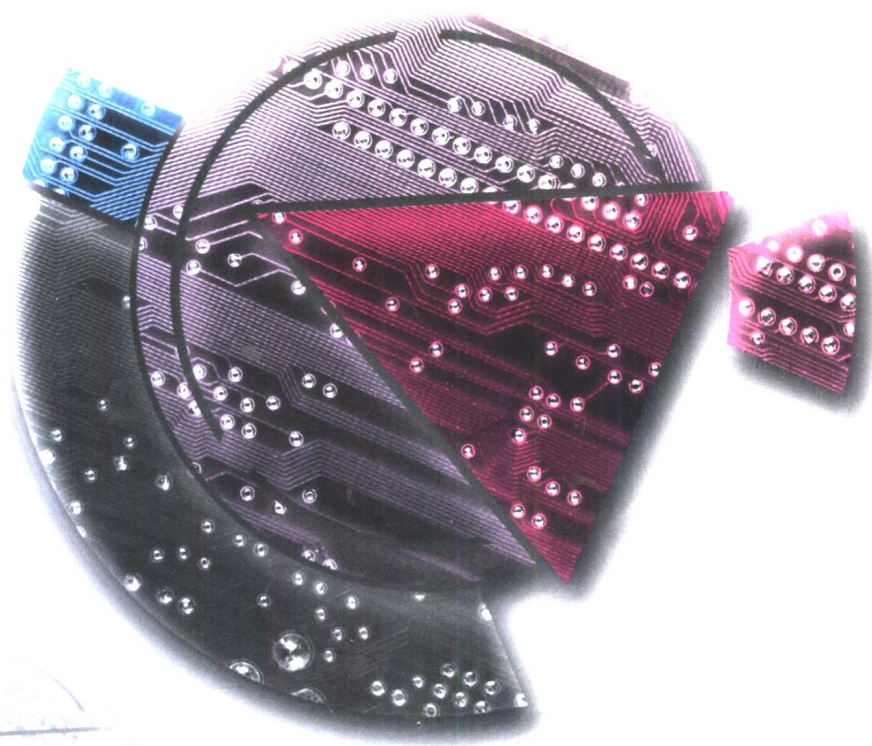


电路设计完全手册

中国电力出版社

电路设计完全手册

精英科技 编著

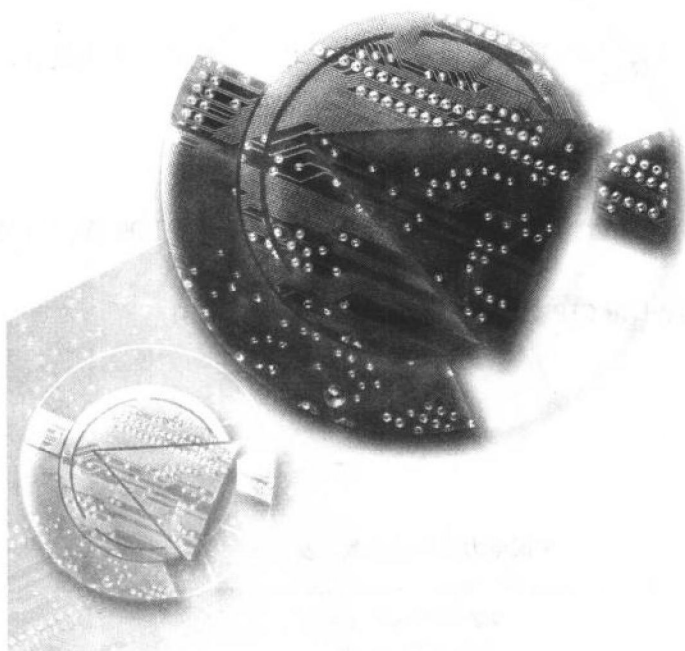


中国电力出版社

www.infopower.com.cn

电路设计完全手册

精英科技 编著



中国电力出版社

内 容 提 要

Protel 99 是在 Protel 98 的基础上发展起来的, 是最新的电路板设计制作专用软件。

本书全面介绍了 Protel 99 的基本组成、工作界面、常用工具等基础知识, 强调了项目设计的思想。并按照设计电路的一般流程, 用多个实例, 全面而详细地介绍了电路设计的方法和技巧。这套书着眼于“学以致用”的指导思想, 不只是泛泛地介绍这个软件的功能、各种命令等等, 而是以多个实例为主线, 把 Protel 99 的各种命令、功能串接在一起, 使读者在跟随作者完成各个实例的过程中轻松地掌握各种技巧。

本书通俗易懂、内容丰富、实例多样, 叙述风格幽默风趣, 对从事电子线路设计的人员有较大的参考价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

电路设计完全手册/精英工作室 编著. -北京: 中国电力出版社,
2001

ISBN 7-5083-0793-3

I. 电… II. 精… III. 电路设计-应用软件, Protel 99 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 066535 号

中国电力出版社出版、发行

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

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2001 年 10 月第一版 2001 年 10 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 14 印张 312 千字
定价 20.00 元

版 权 所 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

JS676/14

前 言

随着计算机软硬件的飞速发展, 新型器件和集成电路的应用越来越广泛, 电路也越来越复杂、越来越精密, 使得原来很多的工作由手工操作转为由计算机来辅助完成。因此, 计算机辅助电路板设计成为设计制作电路板的必然趋势。

计算机软件不断地推陈出新、更新换代, DOS 操作系统的昔日辉煌早已不复存在了, 取而代之的是强大的 Windows 操作系统。Windows 操作系统使计算机用户从复杂难懂而又乏味的字符命令中解脱出来, 代之以形象化的各种图形符号, 从而使计算机的操作界面大为改观。Windows 所具有的人性化的操作环境和无穷无尽的资源已是不争的事实。同其他软件一样, 电路设计软件走入 Windows 更是不可避免的趋势, Protel 98 正是在这种背景下推出的。

最近几年来, 项目设计的概念日益推广。一个大的项目要由许多人协同设计才能完成, 这就需要一个好的管理协调者。Protel 99 中加入了数据库的概念, 对 Protel 98 也做了其他的修改, 加入了信号分析功能。

Protel 99 是一个基于 Windows 平台的 EDA 设计系统, 用户能够充分享受 Windows 提供的超强功能。它具有强大的功能, 其主要特点可以归纳为如下几点:

- 32 位的 EDA 设计系统
- 丰富而灵活的编辑功能
- 强大的设计自动化功能
- 在线式库编辑及完善的库管理
- 良好的开放性
- 完备的输出系统
- 客户/服务器结构

正是由于如此强大的功能, Protel 99 无疑会给电路设计人员带来巨大的方便和效率, 从而成为众多电路设计人员首选的电路 CAD 设计软件。

这套书着眼于“学以致用”的指导思想, 不只是泛泛地介绍这个软件的功能、各种命令等等, 而是以多个实例为主线, 把 Protel 99 的各种命令、功能串接在一起, 使读者在跟随作者完成各个实例的过程中轻松地掌握各种技巧。这套书从原理图设计讲起, 按照电路设计的实际操作过程, 详细介绍了原理图的设计、网络表的生成以及印刷电路板制作的基本方法和相关知识; 并穿插介绍了如何利用 Protel 99 提供的库管理和库元件编辑功能进行

新元件的制作；如何利用 Protel 99 的编辑功能进行原理图、PCB 板图的编辑；如何利用 Protel 99 新增的信号分析功能做简单的信号分析；如何利用 Protel 99 的输出功能进行原理图、PCB 板图的输出。

本书通俗易懂、内容丰富、实例多样，叙述风格幽默风趣，对从事电子线路设计的人员有较大的参考价值。希望读者能够通过本书的学习掌握 EDA 软件的使用，为你走向成功助一臂之力。

作 者

目 录

第 1 章 跨世纪的电路设计软件	1
1.1 EDA 和 Protel 介绍	1
1.2 Schematic 99 的特点	2
1.3 Protel 99 的系统安装	4
1.4 Protel 99 的运行环境	8
1.5 活用联机帮助	10
1.6 电路板设计概念	14
1.7 Protel 99 的文件结构与操作	15
1.8 认识 Schematic 99 的操作环境	27
第 2 章 基本操作技巧	30
2.1 绘制电路图的概念	30
2.2 基本操作工具	30
2.3 关于元件库	32
2.4 窗口操作	38
2.5 图件操作	42
2.6 撤消与重复	53
2.7 打印技巧	54
第 3 章 绘制第一张电路图	57
3.1 元件操作	58
3.2 元件布局与属性编辑	64
3.3 电源符号	64
3.4 连接线路	66
3.5 自动平移的设定	67
3.6 关于接点	68
3.7 说明文字和标题栏	70
3.8 保存和打印	77
第 4 章 通过实例深入学习	78
4.1 基本布局	78
4.2 网络标号的应用	80
4.3 总线的应用	84

4.4	提高效率的方法	85
4.5	I/O 端口的应用	86
4.6	栅格和指针的设置	87
4.7	图纸的设置	88
4.8	保存和打印	89
第 5 章	制作非电气图件	90
5.1	元件布局	91
5.2	整体编辑功能	91
5.3	自动元件排序	95
5.4	非电气图件的应用	97
第 6 章	层次式电路设计	103
6.1	层次式电路图的概念	103
6.2	本章的示范电路图	105
6.3	层次式电路图组件的操作	106
6.4	由上而下的绘图技巧	109
6.5	由下而上的绘图技巧	112
6.6	重复性层次式电路图	114
6.7	各层电路图间的切换	116
第 7 章	元件制作	119
7.1	认识元件与元件编辑环境	119
7.2	LCD 元件制作	121
7.3	七段数码管的制作	128
7.4	LED_BAR 元件的制作	131
7.5	元件检查与数据报表	137
第 8 章	后续工作	140
8.1	文本编辑器	140
8.2	ERC 检查与报表	144
8.3	关于网络表	148
8.4	关于网络比较表	150
8.5	关于层次表	151
8.6	认识电子表格编辑器	152
8.7	元件报表	156
8.8	交叉参考表	159
第 9 章	创建自己的设计环境	160
9.1	Server 的管理	160
9.2	菜单的管理	166
9.3	工具条的管理	175

9.4	快捷键的管理	178
9.5	环境管理	180
9.6	执行其他程序	182
第 10 章	实战演习	184
10.1	绘制根层电路图	185
10.2	绘制下层电路图	195
附录	浏览元件库	196

第1章 跨世纪的电路设计软件

1.1 EDA 和 Protel 介绍

1.1.1 Protel 99 的发展演变

计算机辅助电路设计是必然的！就像打仗一样，使用武器总比赤手空拳强的多！设计电路更是如此，如果还是使用铅笔、鸭嘴板、模板……即使勉强画出一张电路图，那又如何？容易修改吗？能够仿真电路的功能吗？对于设计印刷电路板有多大的帮助？……答案是很明显的。在这个日新月异的时代里，凡事都讲求速度，有了速度，你的产品就能尽快走上市场、占得先机，你才能取胜。利用计算机辅助电路设计，除了改图容易、快速外，还可以进行电路仿真，以及设计印刷电路板，极大地缩短了电路设计与制作的流程，更加强了设计的可靠性和灵活性。这就是 EDA (Electronic Design Automatic)：电路设计的自动化。

现在已经有各种各样的 EDA 软件，早期的有 SMARTWORK、Auto Board、EE System、PCAD、TANGO 等等，这些都各有特色。当然，硬件设计人员都希望有一种“方便、易学、实用、快速”的电路设计软件。在 1987、1988 年由美国 ACCEL Technologies Inc 推出的 TANGO 软件包，考虑到了设计人员本身的愿望和要求，当时可以说是令人满意的软件包。但是随着新型器件的产生和电路复杂程度的增加，为了适应科学技术的发展，Protel Technology 公司推出了 Protel for DOS，为 TANGO 的升级版本。进入九十年代，计算机行业发生了翻天覆地的变化。自从微软公司推出 Windows 以来，Windows 操作系统占领了整个计算机行业。尤其在 Windows 95 推出后，DOS 操作系统便逐渐退居幕后。各种 DOS 软件无不想更改其版本，以便能在 Windows 环境下运行，并能充分分享其超强功能。Protel 99 也正是在这种背景下推出的。从 Protel for Windows 1.0 发展到 Version 2.0、Version 3.0、Protel 98，一直到现在的 Protel 99，由于其强大的功能和方便的操作，Protel 99 很快发展成为众多的 EDA 用户的首选电路 CAD 软件。

1.1.2 Protel 99 的组成与特点

Protel 99 分为 Advanced Schematic、Advanced PCB 设计、电路仿真部分及 PLD 设计部分。Schematic 是原理图设计系统，主要用于电路原理图的设计。图 1.1 即是设计出的一个原理图。PCB 是印刷电路板设计系统，主要用于印刷电路板的设计。图 1.2 是设计出的一个 PCB 图。



软件能够帮助你设计电路，但是我们在这里必须要说明的一点是，电路设计的好坏与设计者的电路水平直接相关，软件再好，也只是帮助你表达自己的设计思想，让设计者更快更好地把自己的设计思想转化成电路图。没有足够的知识和经验，是不可能设计出好的电路的。

1.2 Schematic 99 的特点

任何一套电路设计软件，都有其优点，没有绝对的好或是绝对的差！当然，“老王卖瓜”也是不可避免的！不过，Protel 99 确实很不错，尤其是 Schematic 部分。到底有多好呢？在这里笔者不想介绍它每项的特点（一方面太多，另一方面随着您对本书的阅读和使用软件，你会逐渐发现它的独到之处），现在只是列举几项主要的特点：

1.2.1 团体设计

Protel 99 与 Protel 98 最大的不同就是, Protel 99 是一套可以进行团体设计的软件,也就是在一个项目 (Project) 里, 允许多人同时分工设计, 我们可以设定每个工作伙伴的使用权限, 以达到项目管理的目的。

1.2.2 支持自顶向下 (Top-Down) 的模块化设计方法

用户可以将待设计系统划分为若干子系统, 子系统再划分为若干功能模块, 功能模块再分为若干基本模块, 设计好基本模块电路, 再定义好基本模块与基本模块、功能模块与功能模块以及子系统与子系统的连接关系即可完成这个设计过程。另外也可以从基本模块开始, 逐级向上设计。

用户可以同时读入和编辑多张原理图或设计文件, 图纸之间 (父图和子图、子图和子图之间) 的切换非常快捷方便。

1.2.3 丰富而又灵活的编辑功能

1. 自动连接功能

在原理图设计时, 利用专门的自动化特性来加速电气件的连接。电气栅格特性提供了所有电气件 (包括端口、原理图入口、总线、总线端口、网络标号、连线和元件等) 的真正 “自动连接”。当它被激活时, 一旦光标走到电气栅格的范围内, 它就自动跳到最近的电气 “热点” 上, 接着光标形状发生变化, 指示出连接点。这一特性和自动加入连接点特性配合使用时, 连线工作就变得非常轻松了!

2. 交互式全局编辑

在任何设计对象 (如元件、连线、图形符号、字符等) 上, 只要双击鼠标左键, 就可以打开它的对话框。对话框显示该对象的属性, 你可以立即进行修改, 并可这一修改扩展到同一类型的所有其他对象, 即进行全局修改。如果需要, 还可以进一步指定做全局修改的范围。

3. 便捷的选择功能

你可以选择全体, 也可以选择某个单项, 或者一个区域。已选中的对象可以移动、旋转, 也可以使用你熟悉的 Windows 命令, 如 Cut (剪切)、Copy (复制)、Paste (粘贴)、Clear (清除) 等。

1.2.4 强大的设计自动化功能

Schematic 对大型的复杂设计能根据用户指定的物理/逻辑特性进行快速检查, 输出各种冲突的报表。例如未连接的网络标号、未连接的电源、空的输入管脚等, 同时还可将 ERC 的结果直接标记在原理图中。

1.2.5 客户/服务器结构

Protel 99 是一套客户/服务器 (Client/Server) 软件, 在这种开放式的结构下, 使用者掌握所有资源, 也可以自行编写附加功能, 让使用者成为真正的主人。

另外, Protel 99 还提供 30 天全功能使用版本, 如果你还不太相信 Protel 99 的强大功能, 那么你大可不必现在就去买该软件, 先到某个网站去下载一个试用版的 Protel 99, 功能是完全一样的, 等你学会了, 再去买正式的版本也不迟!

事实上其他电路设计软件所宣称的几乎所有优点, 都是 Protel 99 的基本功能, 当然还有其他软件望尘莫及的功能。千言万语, 一时也说不尽, 留待读者自行体会!

1.3 Protel 99 的系统安装

1.3.1 基本配置

操作系统: Windows 95 或是 Windows NT

计算机: 486 级的 PC, 其配置如下:

20MB 内存

SVGA (分辨率 800×600)

60MB 可用的硬盘空间

根据笔者经验, 推荐配置如下:

操作系统: Windows 95、Windows NT 或是 Windows 98、Windows 2000, 特别是 Windows NT 和 2000

计算机: Pentium 以上的 PC, 其配置如下:

Pentium 200 或更高

32MB 内存, 最好是 64MB 以上

SVGA (分辨率 1024×768), 17 寸显示器

240MB 以上可用硬盘空间

光驱 (安装用)

以笔者的推荐, 只要是 1998 年以后购买的计算机, 几乎都超过这个标准! 而现在是不可能买到这么差的计算机了。所以, 要求也不算太高! 当然, 越好的配置, 越能展现 Protel 99 的风采!

1.3.2 安装过程

Protel 99 对于硬件的要求是高了一点, 但是它的安装却很简单, 在此以完整版为例, 介绍一下在 Windows 98 环境下的安装过程。

(1) 放入 Protel 99 的安装盘后, 将启动自动运行文件, 出现如图 1.3 所示的安装对话框。

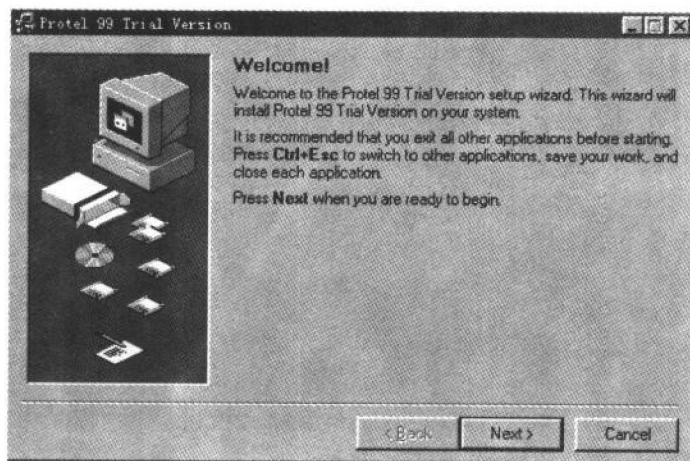


图 1.3 启动安装程序

如果你的光驱没有执行自动运行功能，那也不要着急，按 Windows 桌面上的“开始”按钮，再启动“运行”命令，随后在出现的对话框中输入“F:\Setup.exe”，按“确定”，一样可以启动图 1.3 的安装对话框。在这个对话框中，按“Next>”即可开始安装，出现如图 1.4 的对话框，要求选择安装方式。

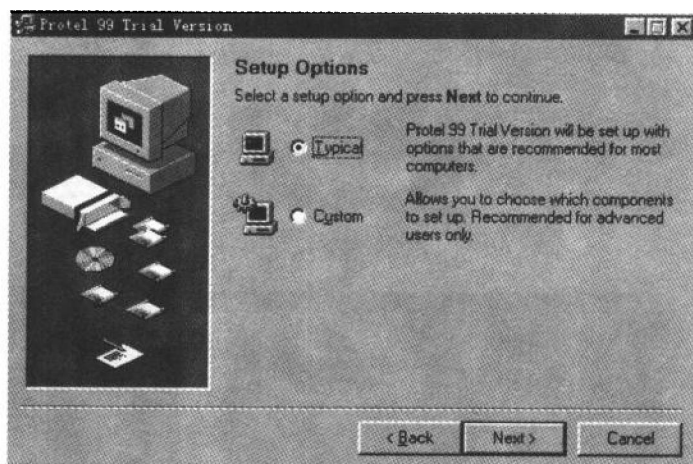


图 1.4 安装方式选择对话框

(2) 可以看到，程序提供两种安装方式，其中“Typical”是按程序预置的选项安装，选择这个安装，按“Next>”就可以了！“Custom”是由使用者选择所要安装的选项。如果选择“Custom”，则按“Next>”后，会出现要求指定安装选项的对话框，选择你要的选项就可以了。这里我们还是建议大家选择“Typical”安装方式！出现如图 1.5 所示的对话框，要求指定安装位置。

(3) 程序默认的是“C:\Clint98”目录，你也可以点开右边的文件夹图标，选择你想安装的位置。选好安装位置后，进入下一步，如图 1.6，要求你选择 Clint 99 程序组名称。

(4) 程序预置为“Clint 99”，这个没有什么不好，我们就不管它了，直接进入下一步，出现如图 1.7 所示的检查硬盘空间对话框。

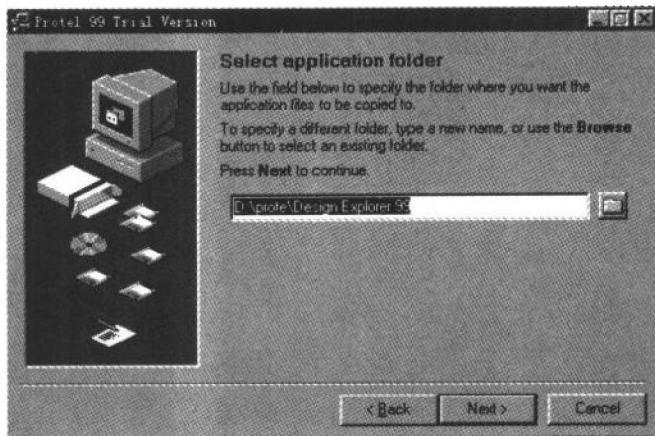


图 1.5 指定文件夹

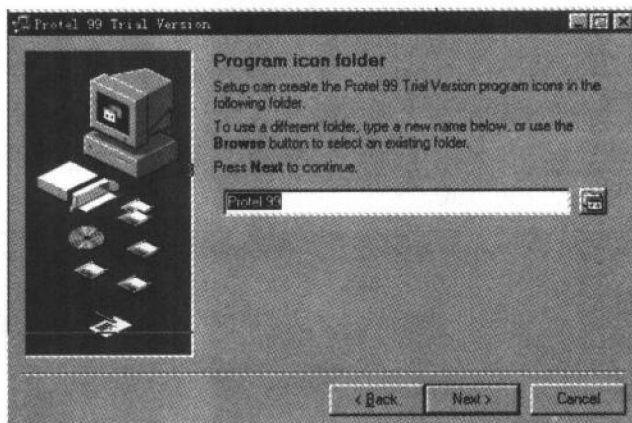


图 1.6 选择程序组所在位置

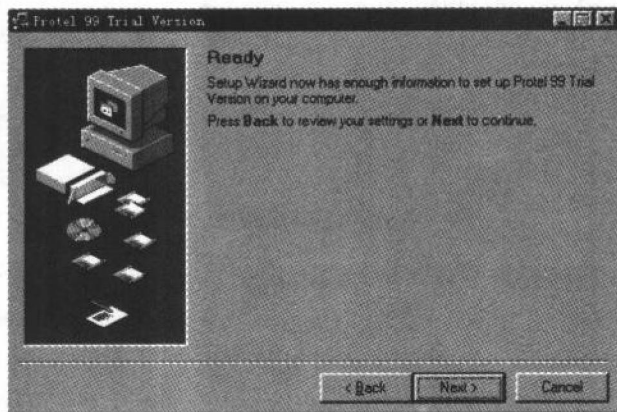


图 1.7 检查硬盘空间

(5) 出现上面的对话框说明选择的安装位置有足够的空间安装程序，如果出现对话框说明硬盘空间不够，那你要退回到前面重新选择安装位置，或者删掉一些别的东西，给 Protel 足够的安装空间。再进入下一步，安装程序开始复制文件（如图 1.8）。

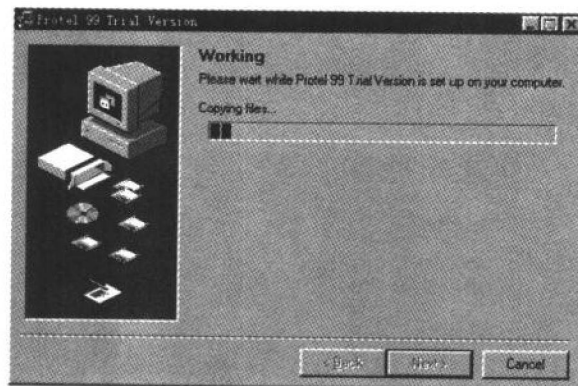


图 1.8 复制文件

(6) Protel 99 功能很多, 自然程序也是蛮大的, 所以你可以去休息一下, 喝杯咖啡, 大约 10~20 分钟后, 即可完成安装 (当然, 你的 PC 越快, 安装的也越快), 出现如图 1.9 所示的安装成功对话框。

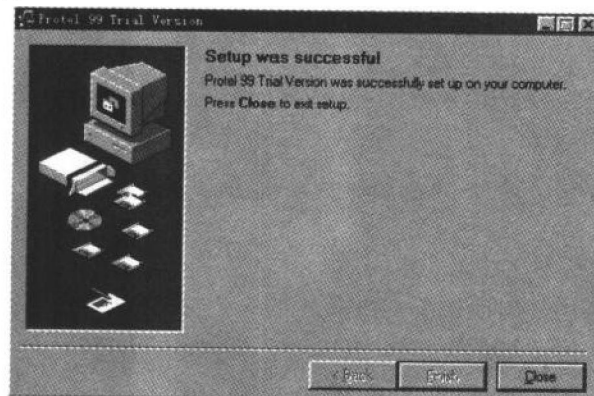


图 1.9 完成安装

(7) 点击 “Finish” 完成安装, 同时出现所产生的程序组窗口, 如图 1.10 所示。

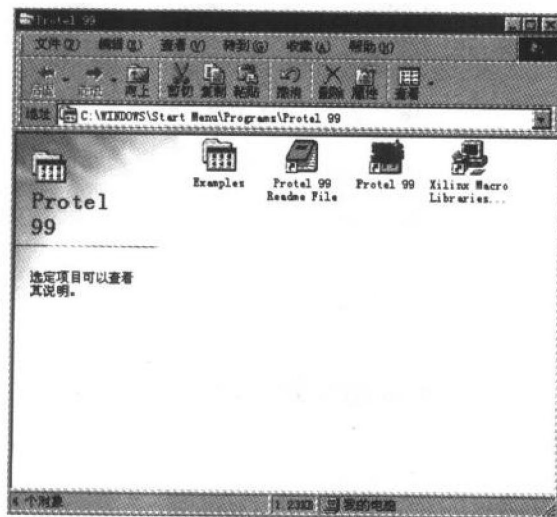


图 1.10 Protel 99 的程序组

(8) 执行光盘中的 `protel99_service_pack3.exe` 后自动安装补丁程序, 出现如图 1.11 所示的对话框 (如果你找不到这个文件, 以为它可能不在光盘的根目录下, 可以试一下查找命令)。

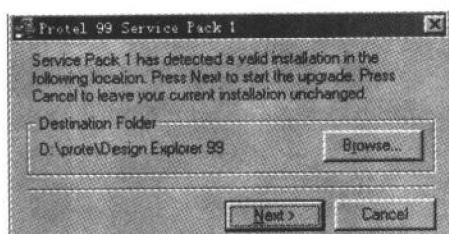


图 1.11 安装补丁程序

(9) 图 1.11 可以选择安装的目标文件夹, 程序已经预先指定了要安装在 Protel 99 目录下面, 不要改变它, 点击 “Next>” 开始安装, 出现如图 1.12 所示的复制文件对话框。

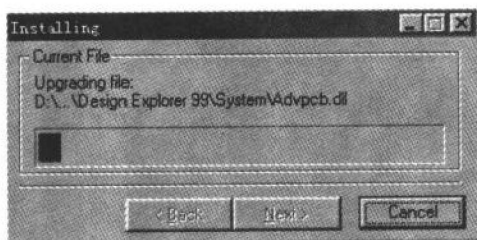


图 1.12 复制文件

补丁程序安装完毕后, 出现如图 1.13 所示的补丁安装完毕对话框。

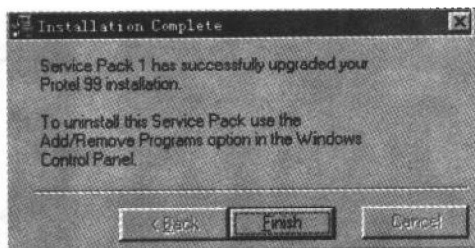


图 1.13 安装完毕对话框

(10) 点击 “Finish” 按钮, 关掉上面的对话框。

哦! 好漫长的安装过程, 不过现在你终于完成了整个安装过程, 先别急, 试试你的 Protel 99 能不能用。在 Windows 桌面上, 点 “开始” 按钮, 在 “程序” 项中找到 “Protel 99”, 再在下一级目录中找到 “Protel 99”, 看能否运行。

1.4 Protel 99 的运行环境

OK, 你的 Protel 99 可以用了, 这时出现如图 1.14 所示的全新的操作环境。这时你可以休息一下, 因为下面我们就要开始对 Protel 99 的初步认识了!

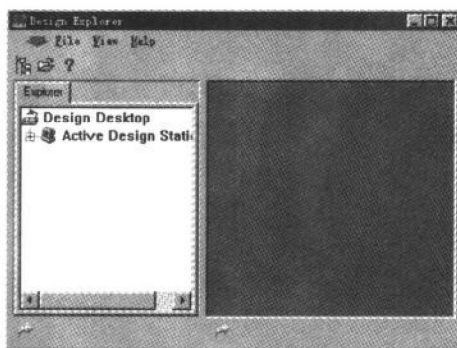


图 1.14 Protel 99 的操作界面

我们已经进入 Protel 99 的操作界面, 由于还没有开启任何编辑器, 所以窗口大部分(右边)都是灰色的, 其中所出现的各种控件介绍如下:

1. 标题栏

Windows 环境下的应用软件, 都是以“窗口”的形式出现的, 窗口上方是该窗口的标题栏, 就是该软件的招牌啦, Protel 99 的招牌是“Design Explorer”。

2. 菜单栏

标题栏的下面是菜单栏, 由于还没有开启任何文件, 所以 Protel 99 的菜单栏只有四个:

■、“File”、“View”和“Help”。

■就是 Server 菜单, 按动这个图标后, 出现如图 1.15 所示的 Server 菜单。

Server 菜单是 Protel 窗口特有的, 其中的各项命令提供我们管理 Server 程序、定义环境、设置密码等功能, 详见第 9 章。

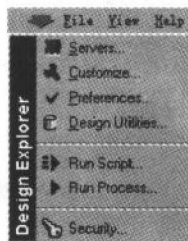


图 1.15 控制菜单

3. 工具条

菜单栏下面是工具条, 当我们还没有打开任何编辑器时, 程序只提供一个简易的工具条, 其中只有■、■和■。前面一个是切换项目管理器的, 你可以点击它试试会出现什么结果, 具体作用留待第 6 章讲解; 后面两个当然是你熟悉的打开文件和帮助按钮了! 打开文件按钮打开不同类型的文件, 同时将启动不同的编辑器, 和直接按服务程序标签栏效果是一样的; 帮助如何使用, 我们将在下一节介绍。

4. 编辑区

通常编辑区是程序的主要部分, 也是我们操作的图纸, 当然, 我们还没有启动任何编