

程 凡 阎华文 等编著

Protel 98 for Windows

**电路设计
应用指南**

人民邮电出版社

计算机技术丛书

Protel 98 for Windows

电路设计应用指南

程 凡 阎华文 等编著

人民邮电出版社

内容提要

Protel 98 是一个功能强大、使用灵活的电路设计应用软件, 主要包括电气原理设计软件 Advanced Schematic 98 和印刷板电路设计软件 Advanced PCB 98。全书共 7 章, 内容包括: Protel 98 for Windows 概述、Schematic 98 入门、Advanced Schematic 98 电气原理设计、Advanced Schematic 98 和其他软件的连接、电路板设计软件 Advanced PCB 98 入门及电路板设计、双面 PCB 板的制作实例等。

本书内容丰富, 叙述详细, 实用性强。适合广大的电路设计人员阅读。

Protel 98 for Windows 电路设计应用指南

◆ 编 著 程 凡 阎华文 等
责任编辑 王晓明

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787 × 1092 1/16
印张: 24.5
字数: 613 千字 1999 年 11 月第 1 版
印数: 5 001 - 9 000 册 2000 年 3 月北京第 2 次印刷

ISBN 7-115-08233-2/TP·1401

定价: 36.00 元

丛 书 前 言

世界上发达国家普遍重视发展以计算机和通信为核心的信息技术、信息产业和信息技术的应用，一些经济发达国家信息产业发展迅速。

当前，我国处于国民经济高速发展时期。与此相伴随，必将有信息技术、信息产业和信息技术应用的高速发展。各行各业将面临信息技术应用研究与发展的大课题以及信息化技术改造的大任务、大工程。

为了适应信息技术应用大众化的趋势，提高应用水平，我们组织编写、出版了这套“计算机技术丛书”。这套丛书以实用化、系列化、大众化为特点，介绍实用计算机技术。

这套丛书采取开放式选题框架，即选题面向我国不断发展着的计算机技术应用的实际需要和国际上的实用新技术，选题不断增添又保持前后有序。

这套丛书中有的著作还拟配合出版软件版本，用软盘形式向读者提供著作中介绍的软件，以使读者方便地使用软件。

我们希望广大读者为这套丛书的出版多提意见和建议。

前 言

Protel 98 是一个功能强大的电路设计应用软件, 主要包括电气原理设计软件 Advanced Schematic 98 和印刷板电路设计软件 Advanced PCB 98。作为标准的 Windows 应用程序, Protel 98 采用了 Windows 操作方法来打开、保存或打印文件, 其它大部分功能操作也和标准的 Windows 操作方法大同小异。Protel 98 的 Advanced Schematic 98 是基于 Windows 平台的新一代电气原理图设计系统, 而 Advanced PCB 98 则是用于电子产品电路板设计的软件, 可与 Advanced Schematic 98 协同进行电子设计。

本书由浅入深地介绍电路设计软件 Protel 98 的使用操作方法, 同时通过一些具体的实例介绍使用 Protel 98 进行电路设计的流程。其中主要介绍了电气原理设计软件 Advanced Schematic 98 和印刷板电路设计软件 Advanced PCB 98 的各项功能和使用方法。读者通过阅读本书, 可以学习并掌握使用 Protel 98 的基本操作, 完成相应的电路设计应用。

本书主要分为三大部分。第一部分主要介绍 Protel 98 的基本内容及安装的过程。第二部分主要介绍电气原理图设计软件 Advanced Schematic 98 的使用方法: 其中第二章介绍了 Advanced Schematic 98 的基本使用方法; 第三章介绍了 Advanced Schematic 98 的一些高级功能, 同时介绍了进行电气设计的基本流程; 第四章主要介绍了 Advanced Schematic 98 同其它电子设计软件之间的连接。第三部分主要介绍 Advanced PCB 98 的基本使用方法: 其中第五章介绍了 Advanced PCB 98 的基本使用方法; 第六章介绍了 Advanced PCB 98 的一些高级功能, 同时介绍了进行电路板设计的基本流程; 第七章通过一个实例系统地讲解了如何使用 Advanced PCB 98 进行双层电路板设计。

参加本书编写并提供例子的人员包括: 程凡、闫华文、钱力鹏、程卫锋、刘韬、钟明、何斌、袁亚玓、赵昊彤、杨珏、吴频、许庆丰、姚伟、刘宝华、林勇、宋征、岳进、黄诚昆、莫微、王保东、骆小来、王雅琴、赵海宇、闫义洲、何旭洪、邢庆子、黄浩和谢国锋等。

由于计算机技术的飞速发展, 加上作者水平有限, 书中疏漏之处在所难免, 敬请读者批评指正。

作 者

1999 年 8 月

目 录

第一章 Protel 98 for Windows 概述	1
1.1 绪言	1
1.1.1 当代 EDA 技术的迅速发展	1
1.1.2 Protel 98 的发展演变	1
1.2 桌面 EDA/Client 98 的安装	3
1.2.1 EDA/Client 98 对软硬件的要求	3
1.2.2 安装 EDA/Client 98 到硬盘上	3
1.3 桌面 EDA/Client 98 简介	6
1.4 Advanced Schematic 98 的安装	8
1.5 Advanced Schematic 98 的特点简介	9
1.6 Advanced PCB 98 的安装	12
1.7 Advanced PCB 98 简介	13
1.8 开始使用 Protel 98	18
1.8.1 菜单栏	18
1.8.2 工具栏	19
1.8.3 状态栏及命令行	19
1.8.4 电气原理图编辑器 Sch	19
1.8.5 印刷电路板图编辑器 PCB	20
第二章 电气原理设计系统 Schematic 98 入门	22
2.1 初识 Advanced Schematic 98	22
2.1.1 步入 Advanced Schematic 98	22
2.1.2 电气原理图编辑器界面操作	22
2.2 Advanced Schematic 98 图形设计入门	30
2.2.1 选择库和放置元器件	30
2.2.2 原理图工具箱的使用	43
2.2.3 作图工具箱的使用	61
2.2.4 电源工具箱的使用	84
2.2.5 器件工具箱的使用	87
2.2.6 与图形设计有关的其它常用操作	90
2.3 使用元器件库编辑器	92
2.3.1 步入元器件库编辑器	92
2.3.2 控制面板简介	93

2.3.3	元器件库绘图工具介绍	94
2.3.4	元器件库 IEEE 符号工具介绍	96
2.3.5	建立专用元器件库	99
2.4	设计结果的处理	101
2.4.1	网络表的作用和结构	101
2.4.2	网络表的产生	102
第三章	Advanced Schematic 98 电气原理图设计	106
3.1	电气原理图的设计流程	106
3.2	设计前的准备工作	107
3.2.1	设置图纸文件的属性	107
3.2.2	设置图纸信息	111
3.2.3	建立图纸模板	112
3.2.4	使用图纸模板	116
3.3	元器件和元器件库	118
3.3.1	元器件和元器件库概述	118
3.3.2	元器件和元器件库的关系	118
3.3.3	元器件的属性	119
3.3.4	元器件标号、型号和 16 个文本域的属性	124
3.3.5	制作一个元器件	125
3.4	层次原理图的设计	132
3.4.1	层次原理图简介	132
3.4.2	层次原理图的连接	133
3.4.3	由方块电路产生新原理图中的端口符号	138
3.4.4	由原理图产生方块电路	141
3.4.5	层次原理图之间的相互切换	143
3.4.6	生成层次原理图的网络表文件	145
3.4.7	层次原理图的一个实例	146
3.5	设计结果的处理	150
3.5.1	设计结果处理简介	150
3.5.2	自动标注元器件	150
3.5.3	电气规则检查	152
3.5.4	元器件列表的生成	158
3.5.5	层次原理图结构列表的生成	161
3.5.6	交叉参考元器件列表的生成	162
3.5.7	元器件引脚列表的生成	163
3.6	电气原理图的打印	165
3.6.1	设置打印机	165
3.6.2	打印	169

第四章	Advanced Schematic 98 和其它软件的连接	170
4.1	连接到数据库	170
4.1.1	数据库连接简介	170
4.1.2	元器件与数据库之间的直接连接	170
4.1.3	与数据库之间的数据输入和输出	174
4.2	SPICE 接口	178
4.2.1	SPICE 接口简介	178
4.2.2	生成 SPICE 网络表文件	178
4.3	EEsof 接口	181
4.3.1	EEsof 接口简介	181
4.3.2	设置为 EEsof 使用的元器件参数	181
4.3.3	生成 EEsof 网络表文件	182
4.4	Xilinx 接口	186
4.4.1	Xilinx 接口简介	186
4.4.2	设计中使用的元器件库	186
4.4.3	生成 Xilinx 网络表文件	187
4.5	OrCAD 接口	189
4.5.1	OrCAD 接口简介	189
4.5.2	Advanced Schematic 98 和 OrCAD 的兼容性	190
4.5.3	处理 OrCAD 原理图文件前的准备工作	190
4.5.4	OrCAD 原理图文件的调入和保存	191
第五章	电路板设计软件 Advanced PCB 98 入门	194
5.1	初识 Advanced PCB 98	194
5.1.1	步入 Advanced PCB 98	194
5.1.2	印刷电路板图编辑器界面操作	194
5.2	构成 PCB 的图素	208
5.2.1	元件和自由图素	208
5.2.2	导线 (Track)	209
5.2.3	焊盘 (Pad)	211
5.2.4	中继孔 (过孔——Via)	213
5.2.5	圆弧 (Arcs)	215
5.2.6	填充区 (Fill)	216
5.2.7	多边形覆铜 (Polygon Plane)	217
5.2.8	字符串 (String)	218
5.2.9	坐标 (Coordinate)	220
5.2.10	尺寸标注 (Dimension)	221
5.2.11	系统工作环境的设置	223
5.2.12	系统的全局编辑功能	228

5.3	元件封装库	230
5.3.1	进入印刷电路元件封装库编辑器	230
5.3.2	浏览 ADVPCB.LIB 元件封装库	231
5.4	Advanced Route 98 简介	239
5.4.1	神经网络	239
5.4.2	神经开销	240
5.4.3	神经网络形状算法	240
5.4.4	灵活的布线策略	240
第六章	Advanced PCB 98 下的电路板设计	241
6.1	PCB 设计的流程	241
6.2	定义用户 PCB 板	242
6.2.1	印刷电路板的结构	242
6.2.2	开始制作新的印刷电路板	243
6.3	调入连接网络表	247
6.3.1	网络表的产生	247
6.3.2	元件封装库的装入	251
6.3.3	网络表的装入	253
6.4	在用户板上放置元件	255
6.4.1	元件自动布局	255
6.4.2	元件手工布局	258
6.5	使用电路板设计规则	267
6.5.1	PCB 布线规则	267
6.5.2	生产加工规则	272
6.5.3	高速电路规则	276
6.5.4	其它规则	279
6.6	自动布线	280
6.6.1	自动布线参数设置	280
6.6.2	对整个电路板进行布线	281
6.6.3	对选定网络进行布线	282
6.6.4	对指定连接进行布线	283
6.6.5	对指定元件进行布线	285
6.6.6	对指定设计区域进行布线	285
6.6.7	自动布线的停止、暂停和恢复	285
6.7	手工布线	286
6.7.1	选择和移动	286
6.7.2	调整布线	289
6.8	设计结果检查	294
6.9	输出生产图和报表	297
6.9.1	印刷电路板统计信息	297

6.9.2	印刷电路板元件清单	302
6.9.3	印刷电路板钻孔数据文件	304
6.9.4	印刷电路板自动装机用文件	305
6.9.5	印刷电路板图打印输出	305
6.10	与 Gerber 格式文件之间的转换	311
6.10.1	输出 Gerber 数据	311
6.10.2	导入 Gerber 数据	316
6.11	印刷电路板向导	318
6.11.1	制作普通电路板	318
6.11.2	制作 PCI 总线的板卡	324
第七章	双面 PCB 板的制作实例	327
7.1	电气原理设计	327
7.1.1	设计原理框图	327
7.1.2	建立自己的元器件库	328
7.1.3	层次原理图	336
7.1.4	具体模块的电气原理图	337
7.1.5	网络表和交叉参考元件列表	344
7.2	电路板设计及布线	352
7.2.1	添加新的元件封装形式	352
7.2.2	修改设计规则	353
7.2.3	新建用户 PCB 板	355
7.2.4	装入网络表文件	355
7.2.5	元件布局	357
7.2.6	电路板布放导线	362
7.2.7	报表输出	365
7.3	多层板简介	366
7.3.1	电源层和接地层的设置	366
7.3.2	自动布线	368
附录	PCB 设计实用资料	369
附录 A	Advanced Schematic 98 中的库元件列表	369
附录 B	Advanced PCB 98 中的库元件	372
附录 C	Protel 98 中宏的使用简介	375

第一章 Protel 98 for Windows 概述

1.1 绪言

1.1.1 当代 EDA 技术的迅速发展

随着电子、微电子技术的发展,各种大规模集成电路的应用越来越广泛,电路板的走线日益复杂和精密,这就使得电子产品的设计与计算机设计系统相结合得越来越密切。在另一方面,电子产品的市场寿命周期越来越短,使得如不采用计算机的设计系统电子产品便不可能适应市场的需要,用手工的方法设计和制作电路板已经被彻底淘汰。计算机辅助电路设计技术的发展同微细加工技术一起,使得电子产品在质量提高、功能增加、体积减小的同时,价格却不断地下降。

早在 60 年代,就已经开始出现用计算机设计的硬件,从而产生了计算机辅助设计(Computer Aided Design)的概念。而早期的电子 CAD 系统的功能过于简单,往往只有纯粹的电路板图形绘制功能。随着 CAE(Computer Aided Engineering)的兴起,新的电子 CAD 系统通过引入网络表的概念集成了电路的功能设计和结构设计。这样电子 CAD 系统才逐渐广泛地应用于电子产品的设计中。为了与其它领域的计算机辅助设计系统区别开来,人们用 ECAD 表示电子领域的 CAD 系统。

尽管 ECAD 系统得到了广泛的应用,并在实际应用中取得了巨大的成绩,但是 ECAD 系统对人的依赖性还是太大,自动化程度低,众多电子设计环节间没有很好的衔接,容错的性能也很低,还是未能将设计人员从烦琐的机械性工作中解放出来。而且 ECAD 系统往往依赖于具体的硬件,软件没有任何兼容性可言,必须与硬件平台同时提供。用户界面也令人乏味,菜单、指令多且难记,的确使用户望而生畏。

在 CAD 技术日益成熟的同时,人们迫切希望设计自动化贯彻于整个设计过程,EDA(Electric Design Automation)即电子设计自动化的概念应运而生。

EDA 是继 ECAD 之后的新一代计算机设计系统,它的目标是在设计人员的指导下,由计算机自动完成设计任务的全过程。实践证明利用 EDA 技术进行电子产品的设计,不仅能大幅度缩短产品研究和开发(R&D)的周期、降低开发成本,而且能够最大限度地将设计资源应用到产品设计的每个过程和生产、管理的各阶段中,使得设计结果在性能、可靠性以及适合产业化生产等方面均可得到一定的保证。

现在,随着个人电脑硬件性能的增强,操作系统环境的完善,EDA 的设计已经从工作站走向了个人电脑。另外,外设性能的飞速进步也为 EDA 系统的进一步普及和推广提供了强大的硬件平台。可以认为,新一次的 EDA 革命已经到来。

1.1.2 Protel 98 的发展演变

接触过多种 EDA 系统的电子产品设计人员往往对 EDA 软件的选择深有感触。他们都

希望有一种方便、易学、实用和快速的 EDA 软件。1987 年美国的 ACCEL Technologies Inc 公司推出了 Tango 软件包, 对设计人员的要求有了充分的考虑, 在当时是一个令人满意的软件包。但是随着新型器件的产生和电路复杂程度的增加, Tango 也显示出其不适应时代发展需要的弱点。为了适应技术的发展, Protel Technology 公司推出了 Protel for DOS, 它其实是 Tango 的升级版本。在 90 年代初, Protel for DOS 曾经在国内风靡一时, 在电子界掀起了热潮, 在我国电子产品设计中得到了广泛的应用, 取得了可喜的成果。

进入 90 年代以后, 特别是微软公司推出了 Windows 以来, 计算机行业发生了翻天覆地的变化, Windows 操作系统占据了整个计算机行业, 尤其是个人计算机业, DOS 操作系统随之退入幕后。各种基于 DOS 下的软件无不纷纷升级版本, 以便在 Windows 环境下运行。在这一点上, Protel 公司抢得了先机。Protel for Windows 是世界上第一个运行于 Windows 平台上的 EDA 软件。在 1993 年德国汉诺威的 CIBiT 展览会上, 一举赢得了用户的关注。从那时起, 一直是世界上在个人计算机平台上最流行、销量最大的电子设计自动化软件, 并且取代 OrCAD 称为新一代电气原理图设计的工业标准。

从 Protel for Windows 1.0 发展到 Version 2.0、Version 3.0, 直到现在的 Protel 98。Protel 系列都以其方便的操作和强大的功能, 成为广大电路设计人员首选的 EDA 软件。特别是 Protel for Windows 第三代软件版本引入了客户机/服务器的体系结构, 代表了当今桌面 EDA 软件技术的最新发展水平。

Protel for Windows 电气原理设计软件 Advanced Schematic 和印刷板电路设计软件 Advanced PCB 作为标准的 Windows 应用程序, 文件的打开、保存、打印等操作是标准的 Windows 操作, 其它大部分功能操作也和标准的 Windows 操作大同小异。

Protel for Windows 第三代软件版本引入了客户机/服务器体系结构, 使得该软件成为一个开放的客户机/服务器体系。用户可以根据需要从不同的厂家购置需要的设计系统, 嵌入客户机/服务器体系中。这个客户机/服务器体系提供了标准化的用户环境和运行的各种服务器(即 EDA 工具的平台), 任何符合该体系的工具服务器软件, 都可以协调一致地运行在 EDA 客户机中。

同样作为 Protel for Windows 的特色, “规则驱动”体系也是深受用户喜爱的功能, 该体系中共包含 23 条规则, 大致分为四类:

- (1) PCB 布线规则;
- (2) 高速电路规则;
- (3) 生产加工规则;
- (4) 其他规则。

我们将在后文中详细介绍这些设计规则。

根据默认的设计规则或用户自定义的规则, 能够很好地解决串扰、阻抗匹配、信号延迟和特殊加工等问题。

Protel for Windows 同时也在自动布线方面取得了很大的进展, 推挤式 (Push-n-Shove) 布线器和基于形状 (Shape-based) 的无网格布线器均是近年来涌现出的高性能的布线器, 这些使得设计者的精力可以完全从人工的烦琐操作解脱出来, 而投入决策和总体设计的处理上。

1.2 桌面 EDA/Client 98 的安装

Protel 98 for Windows 的核心是 EDA/Client 98, 它提供了所有 Protel 98 的 EDA 工具的一个集成环境, 对 Protel 98 的所有 EDA 工具的底层操作和界面要求进行了处理。而电气原理设计 (schematic editing)、电路板设计 (PCB design) 和网络表生成 (netlist generation) 等是作为 32 位的 Windows 动态链接库提供为插件 (plug-in) 的形式, 也即客户机/服务器体系中的服务器。因此, 如果要利用服务器中的功能, 首先必须安装 EDA/Client 98 这一集成环境。下面讲解 EDA/Client 98 的安装过程。

1.2.1 EDA/Client 98 对软硬件的要求

要安装 EDA/Client 98 应该满足如下的硬件要求:

- CPU: Pentium100 (最低配置) /166 (建议配置) 或更高。
- RAM: 16MB 或更多。
- 硬盘: 1GB 以上。
- 操作系统: Windows9x, Windows NT 4.0 以上版本。
- 显示器: 800×600 以上 (建议 1024×768 以上)。

在此硬件配置的基础上, 配以鼠标 (灵敏度一定要好), 就可以开始安装 EDA/Client 98 了。

1.2.2 安装 EDA/Client 98 到硬盘上

安装 EDA/Client 的步骤如下:

- (1) 安装程序启动后将显示如图 1-1 所示的界面, 单击 **Next >** 按钮进入下一步。

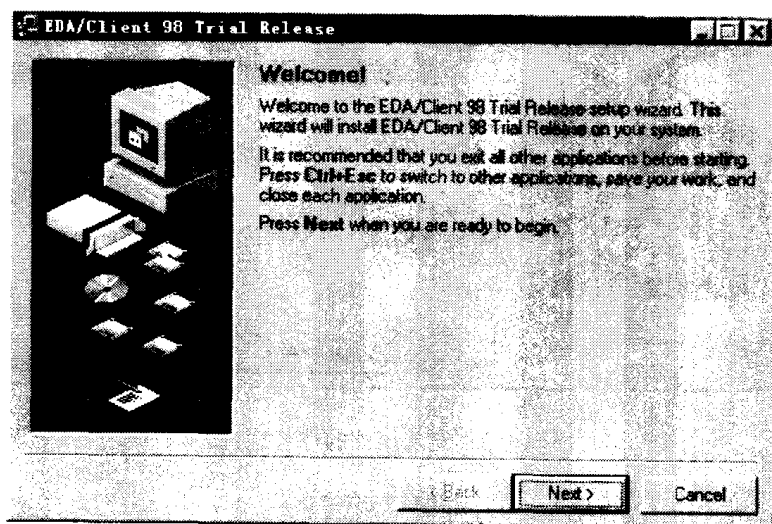


图 1-1 EDA/Client 98 安装的启动界面

(2) 在 Setup Options 窗口中, 用户可以选择两种不同的安装模式, 如图 1-2 所示。建议读者选择 Typical 模式, 这样 EDA/Client 98 将把最常用的工具安装到系统中。高级用户可以选择 Custom 模式, 这样可以自己定义要安装的组件, 以下的步骤对应于 Custom 模式。

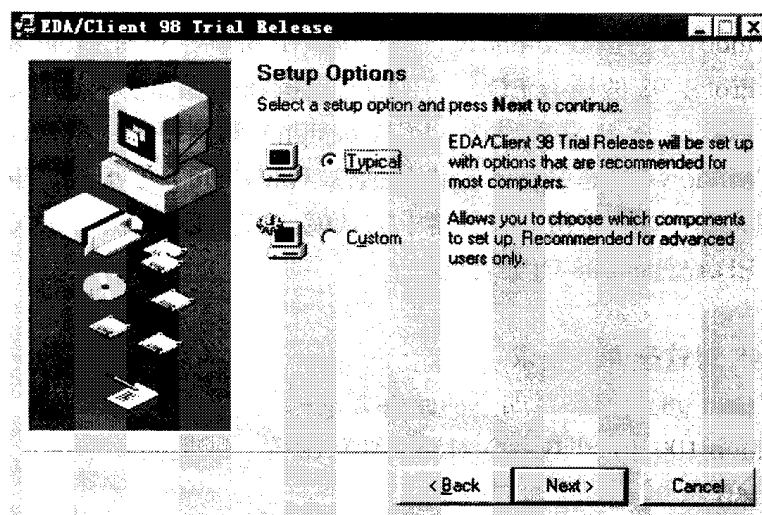


图 1-2 安装模式的选择窗口

(3) 在 Setup Options 窗口中选了一种安装模式后, 可以单击 **Next >** 按钮继续安装。若选择了 Custom 模式, 将显示如图 1-3 所示的 Select components 窗口。在窗口中列出了所有可以选择安装的组件, 用户可以根据自己需要设置。要选中某一组件, 只需在标记框中单击选中。

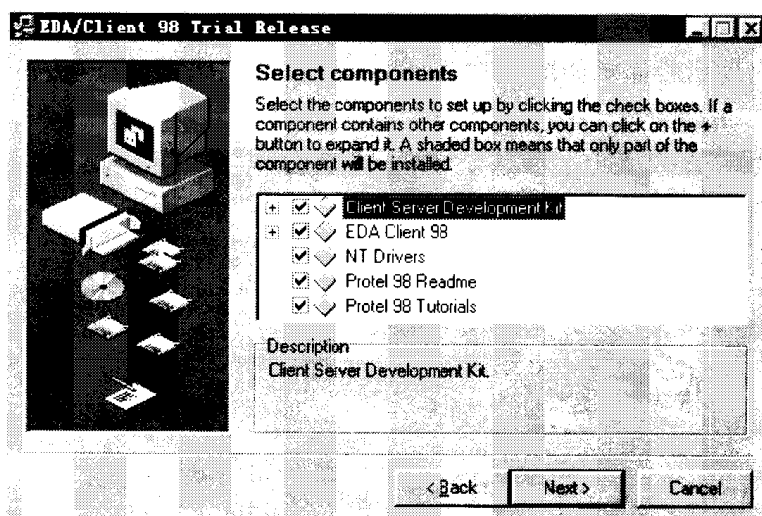


图 1-3 安装组件的选择窗口

(4) 选择完毕需要安装的组件后, 单击 **Next >** 按钮, 将显示选择安装路径的窗口, 如图 1-4 所示。默认路径为 C:\Client98, 用户可以根据需要修改该路径。

(5) 用户选择完毕安装的路径后, 单击 **Next >** 按钮, 安装程序将对磁盘剩余空间的大小进行检测。检测完毕后, 单击 **Next >** 按钮, 将显示选择开始菜单路径的窗口, 如图 1-5 所示。默认路径为开始\程序\Protel 98, 用户可以根据需要修改该路径。

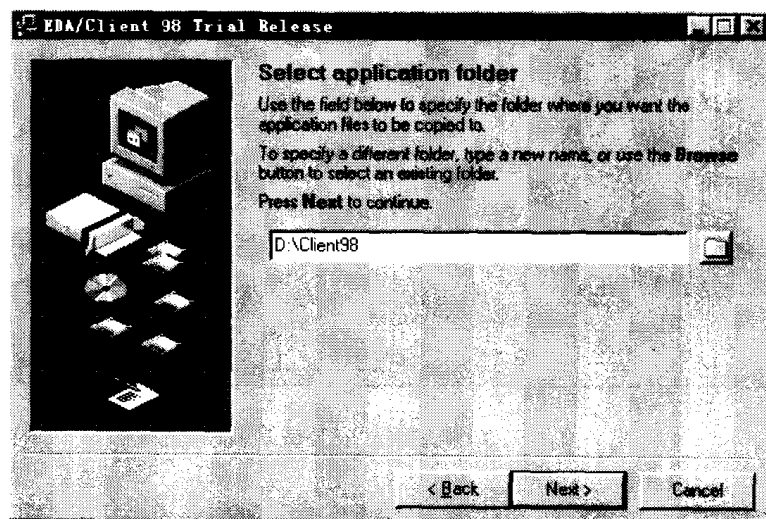


图 1-4 安装路径的选择窗口

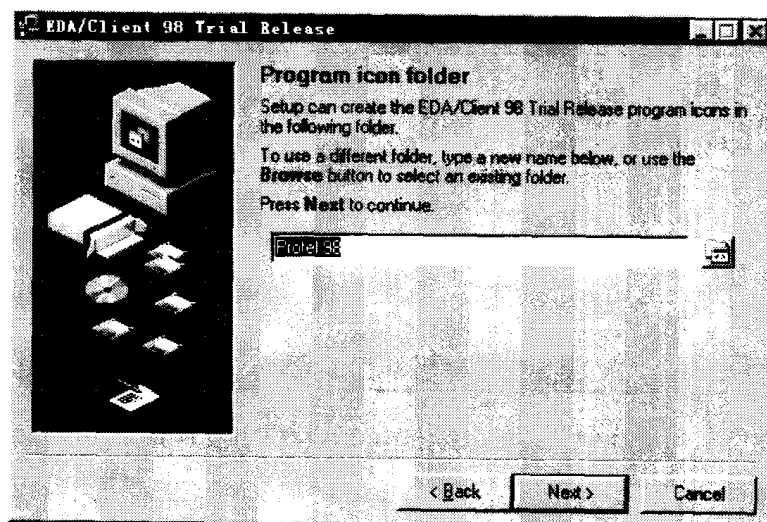
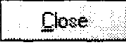


图 1-5 开始菜单路径的选择窗口

(6) 用户选择完毕开始菜单路径后, 单击 **Next >** 按钮, 将提示目前的各项选择。继续单击 **Next >** 按钮后, 进入文件复制窗口, 窗口中的进度条代表目前文件复制的进度。文件复制结束后, 将显示 Setup was successful 窗口, 如图 1-6 所示, 提示安装成功。同时显示开始菜单路径的快捷方式文件夹, 如图 1-7 所示, 提示安装程序对开始菜单的操作。单

击  按钮，退出安装程序，就完成 EDA/Client 98 的安装。

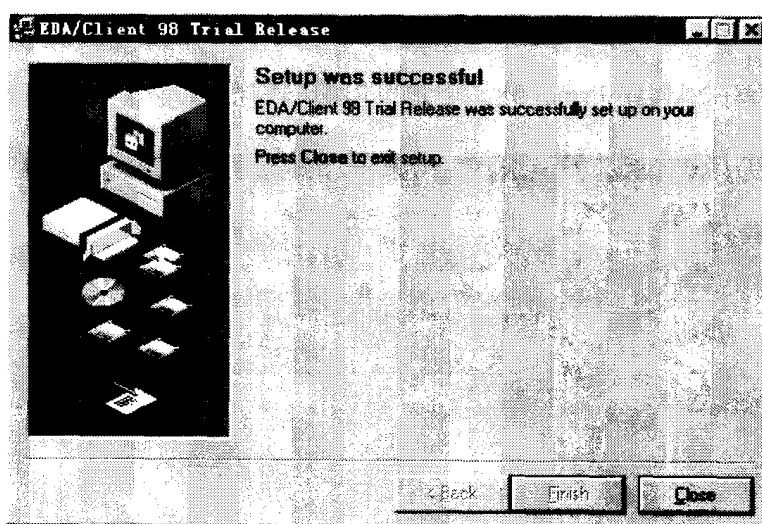


图 1-6 EDA/Client 安装成功窗口

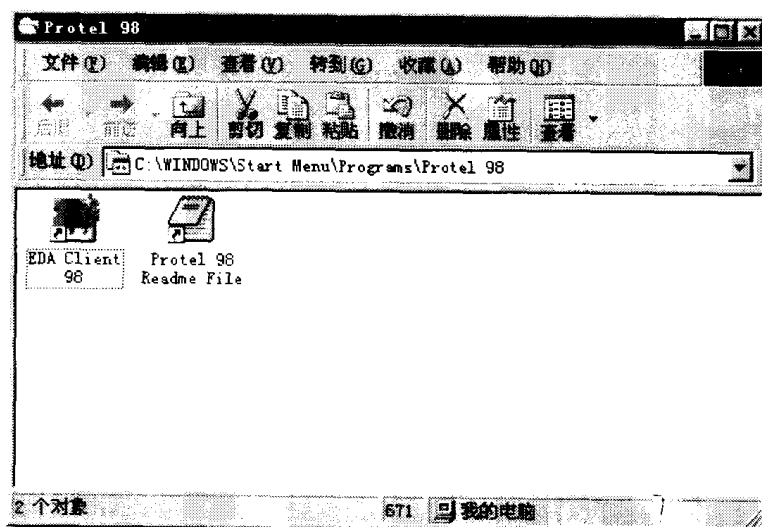


图 1-7 添加至开始菜单的快捷方式文件夹

1.3 桌面 EDA/Client 98 简介

EDA/Client 98 安装成功之后，我们可以通过选择“开始”菜单中的“程序”文件夹中的“Protel 98”子文件夹（如果没有改变该路径的话），单击“EDA Client 98”快捷方式，便可进入 EDA/Client 98 的运行开发环境，如图 1-8 所示。

但是用户可以发现在这个运行界面中几乎不能进行任何电路设计的工作。这是因为我们还未安装客户机/服务器体系中的“服务器”，即 EDA 的工具。现在的界面，其实只是一个空的框架，当然没有任何实际功能。

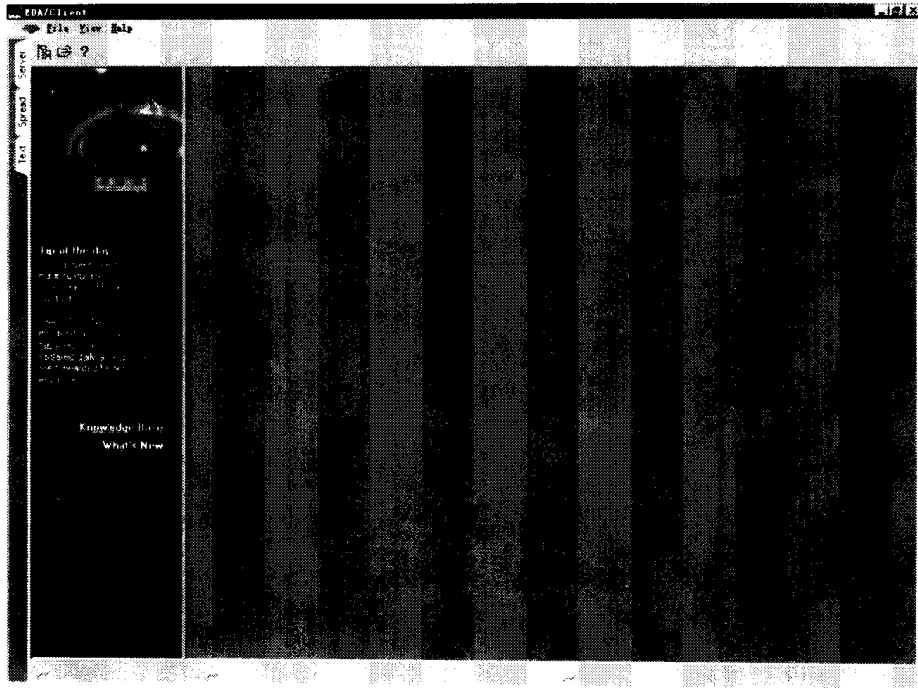


图 1-8 EDA/Client 98 运行界面

单击运行窗口主菜单的  菜单，选择“Servers...”选项，会出现“服务器”的列表对话框，如图 1-9 所示，我们可以发现在服务器的列表中，并没有任何在电路设计中的主要工具。

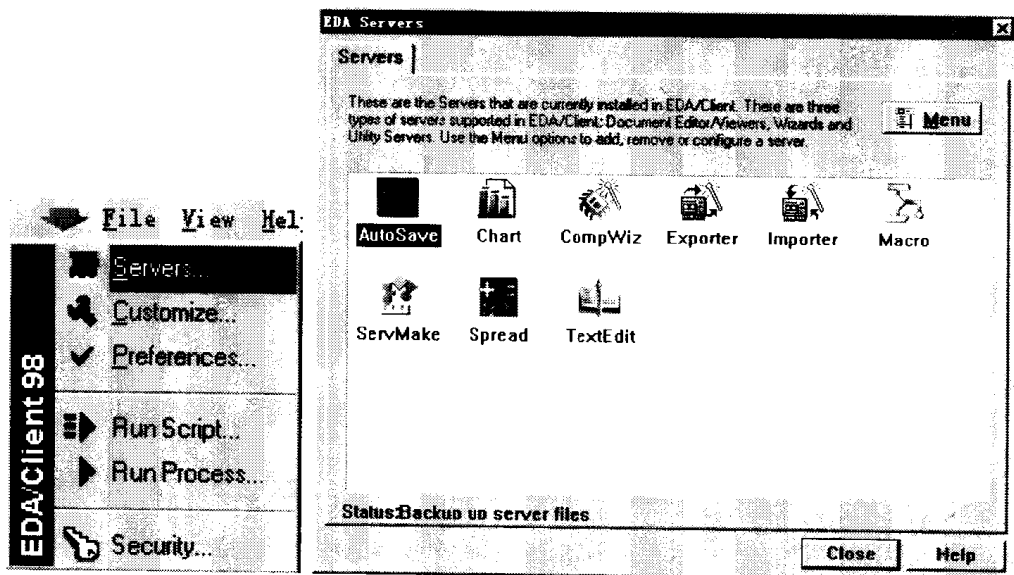


图 1-9 “服务器”的列表窗口