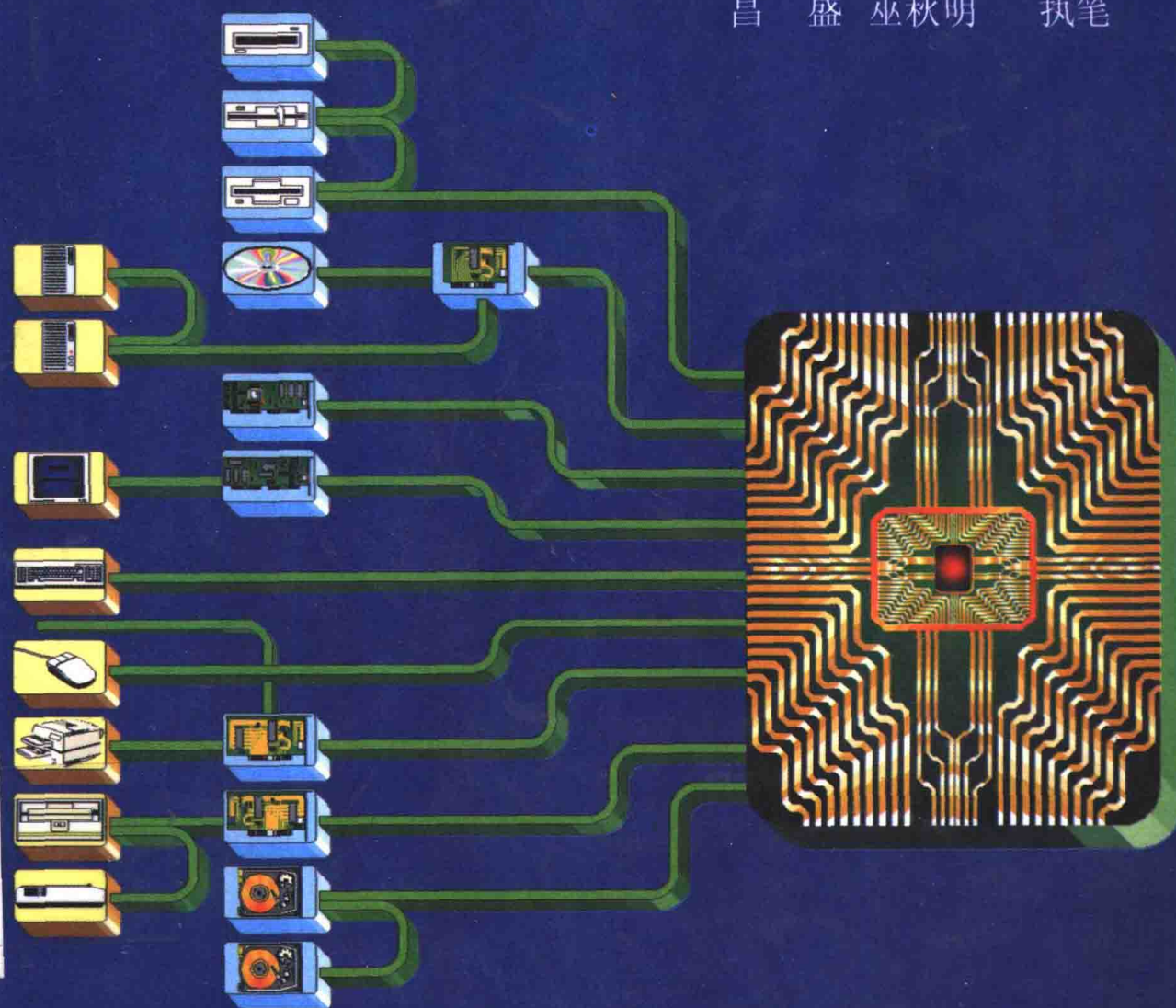


金飞弘道计算机系列丛书

融会贯通

Protel 99 电路设计

弘道工作室 编著
昌盛 巫秋明 执笔



人民交通出版社

金飞弘道计算机系列丛书

融会贯通——

Protel 99 电路设计

弘道工作室

编著

昌盛 巫秋明

执笔

人民交通出版社

内 容 提 要

本书以电路设计的基础知识为主,同时结合实例将 Protel 99 的各种功能菜单、工具的用途详细介绍,使读者对 Protel 99 有个全面的了解并达到熟练掌握。全书共分九章,1~3 章介绍了 Protel 99 的新概念和系统环境。然后根据电路设计的步骤,依次讲述原理图的设计、层次原理图的设计、单面板的设计、以及双面板的设计等电路设计的几个部分。

本书介绍详尽,通俗易懂,结合图文并茂的讲解方式和详细的功能介绍,可以使读者对于计算机电路设计从零开始起步,然后达到熟练掌握的程度。

图书在版编目(CIP)数据

融会贯通 Protel 99 电路设计/弘道工作室编著.
北京:人民交通出版社,2000
ISBN 7-114-03179-3

I.融… II.弘… III.电子电路-电路设计-应用
软件,Protel 99 IV.TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 12390 号

金飞弘道计算机系列丛书

融会贯通 Protel 99 电路设计

弘道工作室 编著

昌盛 巫秋明 执笔

责任印制:杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

各地新华书店经销

新世纪印刷厂印刷

开本:787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张:16.5 字数:413 千

2000 年 1 月 第 1 版

2000 年 1 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001-3000 册 定价:28.00 元

ISBN 7-114-03179-3
TP·00045

前 言

随着科学技术的日新月异, 计算机软硬件技术的飞速发展, 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, 使得越来越多的工作由手工操作转为计算机自动操作。因此, 电路设计软件的推陈出新就成为必然的趋势。

伴随着 Windows 操作系统的强大功能, Technology Protel 公司推出了一系列在 Windows 操作系统中运行的具有 Windows 风格的电路设计软件, 如 Protel For Windows 3.X、Protel 95 及 Protel 98 等。这些电路设计软件的操作风格力求与风靡计算机世界的 Windows 95/98 一致。特别是 Protel 98 的推出, 使用户真正享受到方便快捷而又形象的设计自动化。Protel 98 使设计人员从繁琐的电路设计中解脱出来, 只需一个鼠标便可完成从电路原理图到最终的印刷电路板设计的全部过程。

但是随着网络的发展、信息时代的到来, 单用户的电路设计已经无法跟上时代发展。当今世界, 正在向一个网络协作、资源共享的环境发展, 这就迫切需要电路设计走向网络, 走向多用户共同协作、共享设计库资源的目标。

正是在这种环境下, Technoloty Protel 公司推出了同时面向网络 and 个人的电路设计操作平台 Protel 99。Protel 99 除了提供电路设计平台外, 还提供了网络管理平台, 从而使用户能够在网络环境下进行电子线路的设计, 与其他用户共享设计库资源及元件库资源等。

Protel 99 软件能够在 Windows 95、Windows 98、Windows NT 三种操作系统下运行, 并能够分享 Windows 操作系统的强大功能。而且它本身的设计系统就是完全 Windows 风格的。对于熟悉 Windows 95/98/NT 的电路设计人员来说, 在本书的讲述过程中可以触类旁通地学会所有的操作。

具体地说 Protel 99 具有如下功能:

1. 强大的电路设计自动化
2. 完善的在线元件库编辑和管理
3. 良好的兼容性, 可以对以前版本的 Protel 电路设计文件实现完全转换
4. 丰富的菜单及工具栏
5. 网络协作及资源共享
6. 支持 Windows 操作系统下的所有输出外设

Protel 99 提供了当今时代电路设计所需要的所有功能, 使电路设计更加自动化, 可以说 Protel 99 是面向 21 世纪的最佳电路设计软件。

本书以电路设计的基础知识为主, 同时结合实例详细介绍 Protel 99 的各种功能菜单、工具的用途, 使读者对 Protel 99 有个全面的了解并达到熟练掌握。全书共分 9 章, 1~3 章介绍了 Protel 99 的新概念和系统环境。然后根据电路设计的步骤, 依次讲述原理图的设计、层次原理图的设计、单面板的设计以及双面板的设计等电路设计的几个部分。

本书介绍详尽, 通俗易懂, 结合图文并茂的讲解方式, 可以使读者对于计算机电路设计从零开始起步, 最终达到熟练掌握的程度。

本书由弘道工作室编著, 巫秋明、昌盛执笔, 参加本书编写工作的还有王京、李涛、谢刚、王颖、藤锦程、陈戈、王丽、曹伟、陈禹、张灿、巨磊、杨晓荣、唐前华、冉钊、吴

宁、吕杰、崔羽、刘万鹏、李研、周文斌、赵萌等。由于时间仓促，再加上个人的实际经验毕竟是有限的，书中难免存在一些疏漏欠妥之处，望广大读者能够谅解，并提出宝贵意见。

编者 于清华园

1999 年 12 月

目 录

第一章 Protel 99 概述	1
1.1 Protel 软件包的发展历史.....	1
1.2 Protel 99 的强大功能特点简介.....	2
1.3 关于本书的一些说明.....	3
第二章 Protel 99 软件的安装及卸载	5
2.1 安装 Protel 99 的基本配置.....	5
2.2 Protel 99 的安装.....	5
2.3 Protel 99 的删除.....	10
第三章 Protel 99 电路设计系统	11
3.1 进入 Protel 99 系统环境.....	11
3.2 定义原理图编辑服务器的工作环境.....	17
3.3 Protel 99 的各种集成环境.....	33
3.4 电路板设计一般流程.....	43
3.5 本章小结.....	45
第四章 电路原理图设计系统 SCH	46
4.1 SCH 的系统环境.....	46
4.2 原理图的设计.....	65
4.3 电气法则测试.....	92
4.4 原理图文件的管理.....	94
4.5 本章小结.....	96
第五章 生成各种报表文件	97
5.1 网络表.....	97
5.2 生成层次项目组织列表.....	100
5.3 获得一张交叉参考元件列表.....	101
5.4 产生原理图的元件列表.....	102
5.5 本章小结.....	105
第六章 层次原理图的设计	106
6.1 层次原理图的设计步骤.....	106
6.2 绘制方块电路.....	106
6.3 设计各个模块原理图.....	112

6.4 本章小结.....	118
第七章 印刷电路板设计系统 PCB.....	119
7.1 设计系统 PCB 的环境介绍.....	119
7.2 PCB 印刷电路板的设计步骤.....	144
7.3 印刷电路板的种类.....	145
7.4 单面板的设计.....	145
7.5 本章小结.....	183
第八章 PCB 报表及元件编辑.....	184
8.1 引脚信息报表.....	184
8.2 电路板信息报表.....	185
8.3 元件列表.....	192
8.4 生成网络分析报表.....	195
8.5 生成钻孔文件.....	197
8.6 生成设计库文件组织信息报表.....	198
8.7 元件库的编辑.....	198
8.8 PCBLib 的元件库浏览器.....	209
8.9 创建设计库内的项目元件库.....	210
8.10 本章小结.....	212
第九章 双面板的设计.....	213
9.1 双面板设计步骤.....	213
9.2 双面板的设计.....	213
9.3 电路设计辅助工具——元件管理器的使用.....	236
9.4 双面板的输出打印.....	243
9.5 本章小结.....	244
附录 元件名称、功能、封装参照表.....	245

第一章 Protel 99 概述

在经历了从 Protel for Windows 一系列版本到较为完善的 Protel 98 软件发展过程之后,一种真正的完全以 Windows 95/98 为风格的电子线路设计软件诞生了。这就是面向 21 世纪网络世界的电路设计集成系统 Protel 99。Protel 99 系统相对于以前的无论是 Protel for Windows 还是初具规模的 Protel 98 软件来说都是一种飞跃。它为用户提供了电路设计的所有自动化工具以及最为优秀的电路设计文件管理系统。Protel 99 由一向注重为印制板设计者们开发软件产品的 Protel Technology 公司研制。为了能使读者对 Protel 99 有个整体印象,本章将就以下内容作一简要介绍:

- Protel 软件包的发展历史
- Protel 99 的强大功能简介

1.1 Protel 软件包的发展历史

Protel 印制板设计软件包是 Protel Technology 公司在听取了世界各地数以千计的 Protel 用户的宝贵意见之后开发的 CAD 软件产品,它的神奇功能将使用户无需过多的技巧即可解决设计印制板时的各种困难。

早期的印制板设计软件多运行于 DOS 系统中,如 Tango、Protel for Dos、Pcad、EE System、以及 Auto Board 等。在我国流行比较早的 Protel 软件包的版本是 Protel-Schematic V3.16 和 Protel Autotrax V1.10A,也就是通称的“Tango 3.16”。后来又出现了功能较全的 Protel Schematic V3.31 版。该版本中增加了新内容,如允许混和使用英制和公制两种单位等。

进入 90 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 出现后,DOS 便退居幕后。各种 DOS 下的软件无不想更改其版本,以便能在 Windows 95 环境下运行,并能够分享 Windows 超强型功能。Protel 系列软件在此背景下,也先后推出 Protel for Windows 系列。从 Protel for Windows 1.10 发展到 Protel for Windows 2.21 及 Version 3.1。随着 Microsoft 公司推出的功能强大的 Windows 98,Protel Technology 公司也相应推出了 Protel 95、Protel 98 等。由于 Protel 98 强大的功能和方便的操作,Protel 98 一度成为了 EDA 用户的首选最佳的电路 CAD 软件。Protel 98 是在 Protel 先前版本的基础上,吸收采纳了用户的意见在改进 Protel 软件系列的许多功能后推出的。它充分利用 Windows 95/98 操作系统的资源,并且也采用了其优秀的界面风格。

随着网络世界的不断发展,Protel Technology 公司又推出了本世纪功能最为强大的 Protel 99 电子线路设计集成系统。

Protel 99 与同系列电路设计软件高度兼容,采用清晰明朗的界面,保留了 Protel 98 的

所有优秀特点，如设计全面自动化以及方便快捷的菜单操作等，同时又提供了交互式的多任务工作窗口及完全开放式的操作平台。您只要用鼠标点击即可完成从原理图的制作到印刷电路板设计的所有工作。

1.2 Protel 99 的强大功能特点简介

Protel 99 电路设计软件系统主要由高级原理图设计软件 Advanced Schematic(以下简称 SCH)和印刷电路板图设计软件 Printed Circuit Board (以下简称 PCB)两部分组成。下面就对这两部分的基本功能分别进行介绍。

1.2.1 高级原理图设计 SCH 的特点

1.在中文 Windows 平台上，支持汉字的输入、显示、输出等功能，使用户能够对设计图纸进行注释。而且可以处理任意字体，任意大小的汉字。

2.提供了基于模块化设计思想的层次型设计方法。用户可以将待设计的系统划分为若干子系统，子系统再划分为几个功能模块，每个功能模块再细分为几个基本模块。设计时用户首先从基本模块入手，设计好基本模块电路后，再进行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之间的连接即可完成整个设计过程。这是自上而下设计方案。另外还可以从基本模块开始，进行自下而上的设计。为了方便用户的设计，新版本提供了同时打开或编辑多张原理图的多窗口协调工作的功能。

3.提供丰富的编辑功能。SCH 软件具有自动连接电气元件，交互式全局编辑，自定义选择范围，多层撤消 / 重复，以及在线工具栏连接线功能。此外，为了便于与老版本的兼容还保留了大多数的功能热键操作。

4.使设计自动化。即系统能够根据电气法则自动检查用户的设计。在设计过程的任何时候可以选择“自动标注”功能，这样系统会自动按照电气元件的顺序进行标号。

5.系统为用户提供了 1.6 万多个元器件库，包括 Amd, Intel, Motorola, Texas Instruments, National Instruments, Zilog, Maxim, Xilinx, PSPICE, SPICE 仿真库等。元件可以在线浏览，也可以直接从库编辑器中放置到设计图纸上。库元件可以增加或修改，而且原理图与元件库之间可以互相修改。

6.SCH 可以与 PCB 实现动态链接。即原理图与 PCB 图之间可以交叉查找元件、管脚、电气网络等。在两种设计环境中均可浏览元件库。元件标号时可以从原理图到 PCB 图顺序编号，或者从后者到前者反向编号。

7.SCH 原理图和元件库可以接受 Tango 和 Protel 99 之前的版本设计的文件格式，此外还接受 Orcad 格式。

8.SCH 原理图提供与符合工业标准的模拟，数字以及混合信号仿真软件的连接，如 PSPICE, DolphinSMASH 等。对于 FPGA 设计可通过原理图选项 Xilinx 接口来提供强大的可编程逻辑设计。

9.在设计窗口上提供了多种工具条、状态行和滚动条协助操作，工作光标有大十字、小十字和 45 度交叉光标之别。

10.可以按 CSV 或 Protel 格式生成能被大多数表格软件和数据库调用的报告文件。

1.2.2 印刷电路板设计系统 PCB 的特点

1.丰富的编辑功能。同 SCH 一样有交互式全局编辑,便捷的选择、多层撤消或重复功能。支持飞线编辑功能和网格编辑,用户无需生成新的网络表即可完成对设计的修改。手工布线可自动去除回路。此外,集成的 ECO(工程修改单)会记录每一步修改,并生成 ECO 文件,以供原理图的修改。

2.在线工具栏。

3.设计自动化功能。具有强大的自动布局功能,采用基于人工智能的全局布局方法,可以实现 PCB 板面的优化设计,从而使得布局的结果更加接近实用。可以自动为数字电路添加去耦电容。

4.引入了网络修改功能,从而实现不同网络采用不同的线宽进行自动布线,布通率高。

5.在线式 DRC(设计规则检查),在编辑时系统可自动地指出违反设计规则的错误。此外,系统还可以自动寻找元器件的封装。

6.系统能定时自动对当前正在设计的 PCB 文件进行备份且保留多个备份文件。用户不必担心文件的保存。

7.兼容性高。可以打开的文件格式除 Protel 文件外还有 PADS 2000、PADS PCB、P-CAD、Orcad PCB 以及 Tango 的设计文件。并且可以将各种设计文件转换成 Protel 99 的文件格式。支持多种文件格式。可以直接调用各种版本的 Protel 封装库。

8.可以在不同的环境下访问和浏览库文件,具有完善的库管理功能。

9.支持上层面、下层面、14 个中间层、4 个电源/地线层等多达 20 层 PCB 板的设计。

Protel 99 的性能指标:

- PCB 的分辨率为 0.001mil。
- PCB 板的最大尺寸为 100 英寸×100 英寸(2540mm2×540mm)
- SCH 原理图的绘图分辨率为 10mil,即 0.254mm。
- 最小线宽为 0.001mil,最大线宽为 255mil。

1.3 关于本书的一些说明

本书以基础知识为主,详细介绍 Protel 99 软件的使用方法,并由浅入深地讲解电子线路设计从原理图的设计到印刷电路板的生成的具体流程和操作方法。同时,又兼顾一部分熟悉 Protel 软件系列的用户,选取了具有典型意义的实例,综合 Protel99 强大功能、指令,通过深入剖析帮助读者对 Protel 99 的使用有更好的理解。对于初学者而言,这些实例是很好的练习和启示,有助于熟练掌握所学的知识。

1.3.1 关于本书的使用说明

本书对一些重要的使用注释使用该种方式:

注意:除了使用菜单命令外,用户也可以采用快捷工具的方法。

对于一些关键性的提示和说明,本书采用如下方式:

对电路板进行手工调整布线前，必须将当前层面设置为 Top Layer 层

由于 Protel 99 与以前版本的 Protel 电路设计软件相比有了质的飞跃，在设计平台、文件管理、数据转换等方面都有了很大的改进，所以本书在整体结构上，先介绍了 Protel 99 设计系统的总体风格特点，以及在 Protel 99 主服务器下如何进行工作的基本知识，然后分别介绍电路设计系统 SCH、PCB 的使用方法。

在介绍电路设计系统时，本书先介绍系统环境下的主菜单、工具栏等最重要的窗体元素，以及各菜单、工具的意义和作用。使读者熟悉设计系统的所有元素，然后再结合具体实例对电路设计中常用的菜单、工具进行详细介绍。这样可以兼顾主次，使读者对于 Protel 99 的电路设计系统有个很系统的学习。

对于没有使用过 Protel 系统软件的初学者，可以略过 SCH、PCB 电路设计系统中第一节的较为繁琐的菜单、工具的介绍，而直接跳到第二节的电路设计过程中学习。在学完电路设计的主要菜单、工具的使用后，再回来看第一节的所有元素的系统介绍，这样可以提高学习效率。

1.3.2 关于本书的附录

本书附录中摘录了大部分电路板设计中常用的元件库并作了详细的介绍。Protel 99 软件本身具有强大的元件库管理和方便的在线元件浏览功能，用户能非常方便地在线查询一个元件的封装和型号。但是对于一个熟练电路设计的设计人员而言，可能对于自己所要用到的元件封装、型号已非常熟悉，习惯于使用附录查询的方式，所以本书为方便这部分读者，仍然采用了附录查询的方式。笔者建议用户尽量学会使用元件库的查询方式，并慢慢适应。

通过本章的介绍，相信您对 Protel 99 的界面、用途及其主要的功能有了总体的印象。假如您是初次学习电子线路设计软件，可能对 Protel 99 相对其他版本的新增功能难以理解，那么请阅读完后面的章节，再回来看功能简介，相信会加深理解。

第二章 Protel 99 软件的安装及卸载

本章为一些没有软件安装相关知识的初学者详细介绍 Protel 99 的安装及卸载过程。已经熟练掌握计算机相关知识的用户，可以直接跳过本章，进入下一章的学习。

2.1 安装 Protel 99 的基本配置

系统需求如下：

CPU：586 以上，建议采用 Pentium II 或 Pentium III。

RAM：32MB 以上。

硬盘：1GB 以上。

显示器分辨率：800×600。

操作系统：Windows 95/98 或 Windows NT。

上面所述只是在启动和使用 Protel 99 时所需的基本需求。如果要使机器配备得更齐全、更完善，还必须配备一些输入和输出的设备，如扫描仪、喷墨打印机或激光打印机等。另外，还需要更多的内存和硬盘空间，因为 16MB 内存和 1GB 硬盘空间只是启动和使用时的基本需求。而且 Protel 99 下的电路设计文件也需要占用硬盘空间，所以要想使机器运行得更好，必须要更多的硬盘空间和内存。硬盘空间和内存越大，Protel 99 处理的速度也越快。

2.2 Protel 99 的安装

Protel 99 根据用户的不同有不同的安装方法。首先介绍一般的安装，即假定用户是初次安装并且在此之前没有安装过 Protel 的版本。步骤如下：

1. 单击 Windows 窗口下的【开始】按钮，出现如图 2-1 所示的菜单。

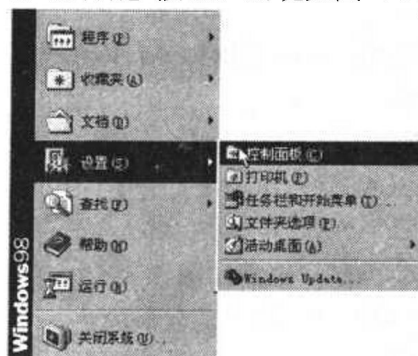


图 2-1 【开始】菜单

单击【设置】，然后选择“控制面板”，打开控制面板的对话框。

2.单击“添加/删除程序”图标，打开【添加/删除程序】对话框，见图 2-3。



图 2-2 控制面板窗口

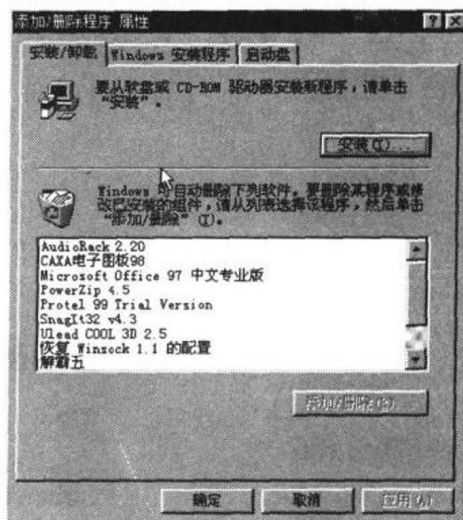


图 2-3 安装程序对话框

3.单击其中的【安装】按钮，打开一个如图 2-4 所示的对话框。

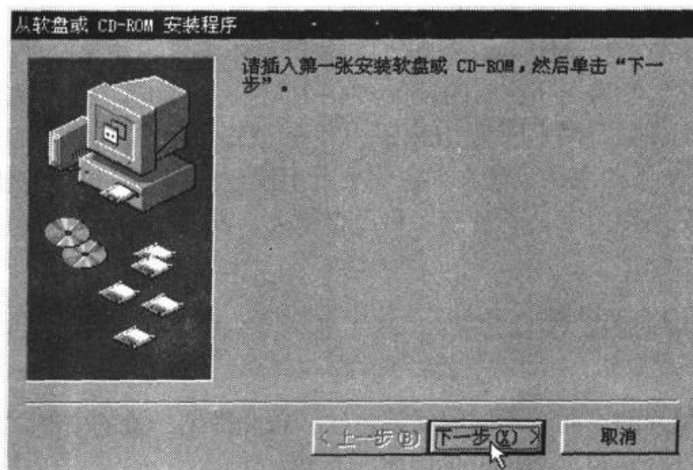


图 2-4 【添加/删除程序】对话框

4.根据提示把 Protel 99 的安装盘放入 CD-ROM 驱动器，单击【下一步】按钮，出现要求选择安装程序对话框。如图 2-5。

5.单击【浏览】命令，将弹出如图 2-6 所示的浏览安装程序对话框。

6.在该对话框中选定 Setup.exe，然后单击【打开】即退出该对话框，返回到图 2-7 的选定安装程序对话框。

7.单击【完成】，则启动安装程序，出现如图 2-8 所示的提示对话框。此时系统正在准备安装向导，该向导是用来指示用户进行软件的安装的。

8.安装向导准备好后，便开始安装软件，如图 2-9 所示。

9.单击【Next】后，将出现如图 2-10 所示的安装类型选项对话框，它提供了两种安装

类型:

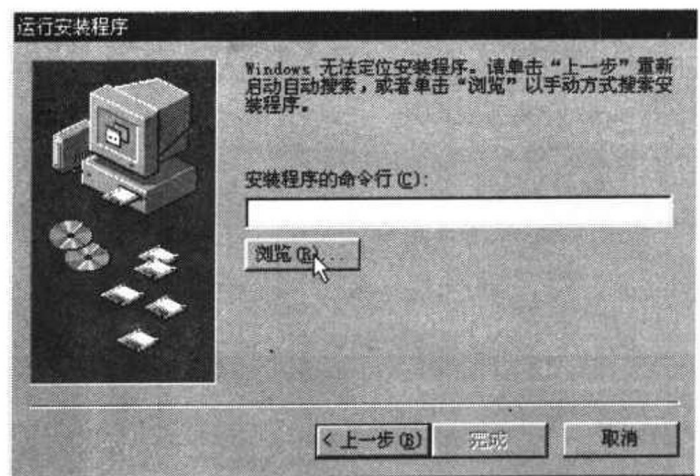


图 2-5 选择安装程序

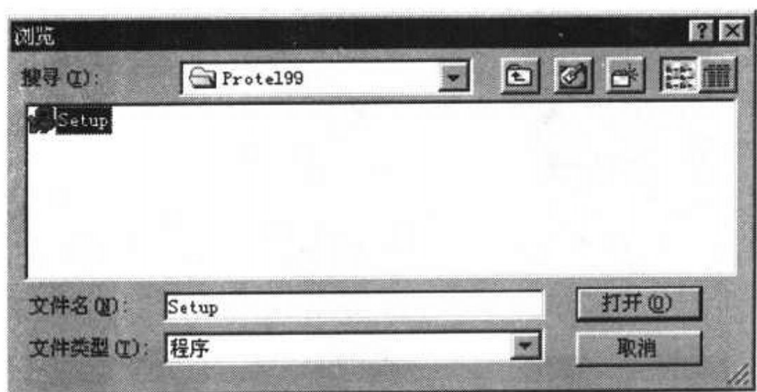


图 2-6 浏览安装程序对话框

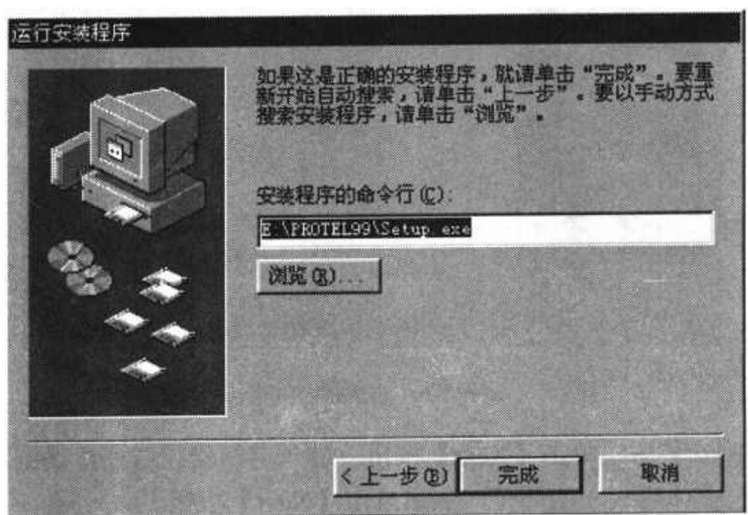


图 2-7 选定安装程序对话框

- Typical (标准安装): 这是一种比较简单、常用的安装方式，该种安装方式将装入程

序中的大部分选项。

- **Custom (定制安装):** 在这种方式下, 你可以安装想要安装的选项, 但需要较丰富的计算机知识及 Protel 软件知识。

一般而言, 选择 Typical 安装方式即可。

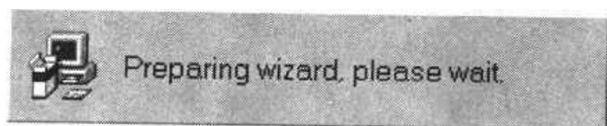


图 2-8 提示对话框



图 2-9 Protel 99 的安装界面

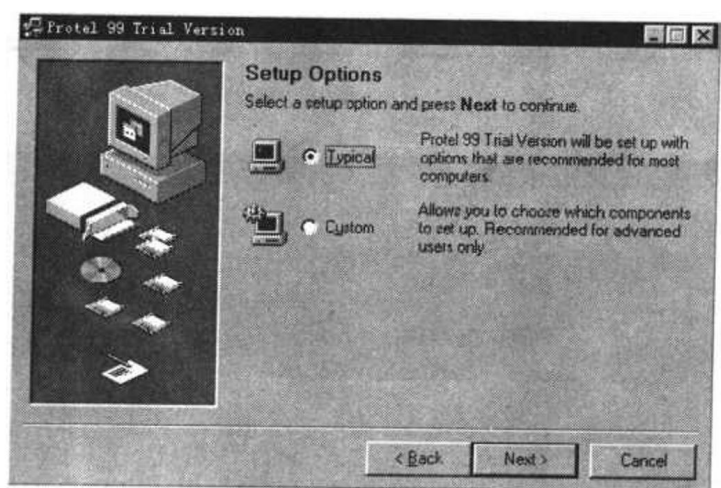


图 2-10 选择安装类型对话框

10. 若选中定制安装后, 单击【Next】按钮, 进入定制安装选项对话框, 如图 2-11 所示, 在这个对话框中选择你想装入的部分, 然后单击【Next】按钮。

在定制安装选项中, 每项前面的均有小方框, 单击该小方框使其出现“√”号即表示选中。安装时便会安装该项, 否则不会将其安装。在这个选项框中包括了 Protel 99 的主服务器系统 Design Explorer 99、原理图设计系统 SCH 99、印刷电路板设计系统 PCB 这三个必

不可少的安装选项，此外还包括了模拟器系统 PLD99 及系统实例 Examples 等用户可选的安装选项。

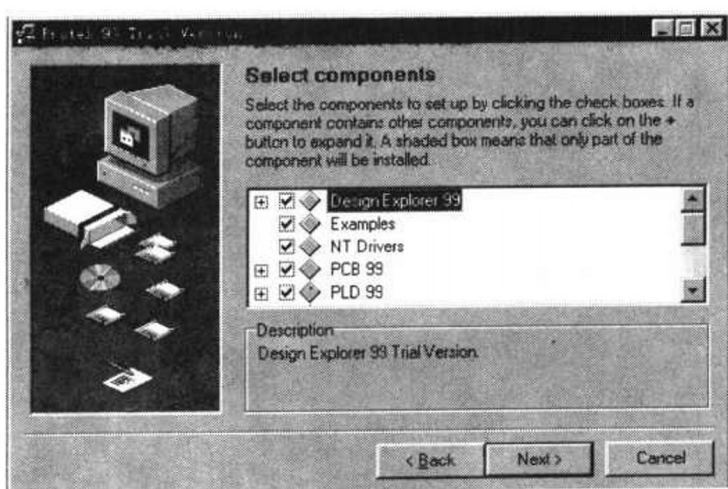


图 2-11 定制安装选项对话框

单击各项前面的“+”号可以打开每项下面的各具体安装项。然后由用户选择需要安装的组件。

11.在图 2-10 中或图 2-11 中单击按钮【Next】即可进入选择安装目录对话框。如图 2-12 所示。



图 2-12 选择安装目录

12.一般可以默认安装目录，如果需要更改安装目录可以单击目录框右侧的文件夹图标。选定了安装目录后，然后单击【Next】，见图 2-13。此时操作系统会进行例行的磁盘空间检查，如果硬盘空间不足 250MB，安装无法继续。

13.如果硬盘有足够的空间，而且引导盘正确，单击【Next】就可以顺利进行安装了。此后没有什么需要特别选择的步骤，只需单击【Next】、【Continue】、【Finish】按钮即可。至此整个安装过程结束。

在安装过程中如果想终止安装，可以在上述的任意一步单击按钮【Cancel】。若已经安装完毕，则必须用下面的删除方法进行删除。

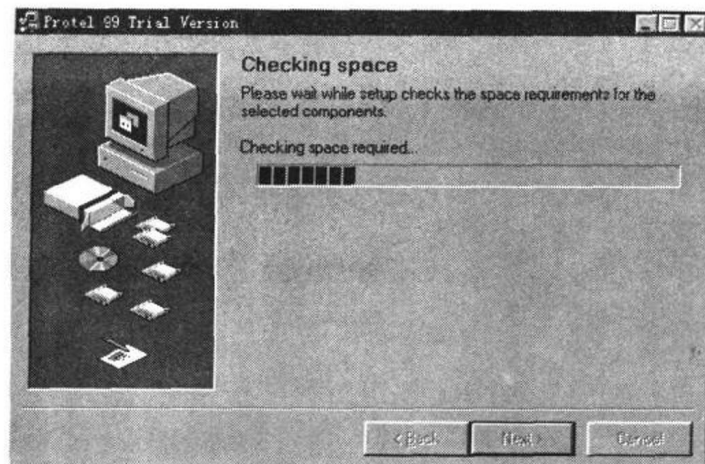


图 2-13 检查硬盘空间

2.3 Protel 99 的删除

要删除 Protel 99，可按以下步骤进行：

1. 在【添加/删除程序】对话框中选中“Protel 99”【单击添加/删除】按钮，
2. 此时会出现一个对话框，选择【是】按钮以表示确定。
3. 确定后，即开始从硬盘中删除 Protel 99，最后系统会提示结果，单击【确定】按钮，则删除工作完成。

需要注意的是，删除 Protel 99 不能使用操作系统的【删除】命令，否则只会删除 Protel 99 的程序文件，而无法删除一些系统注册文件。