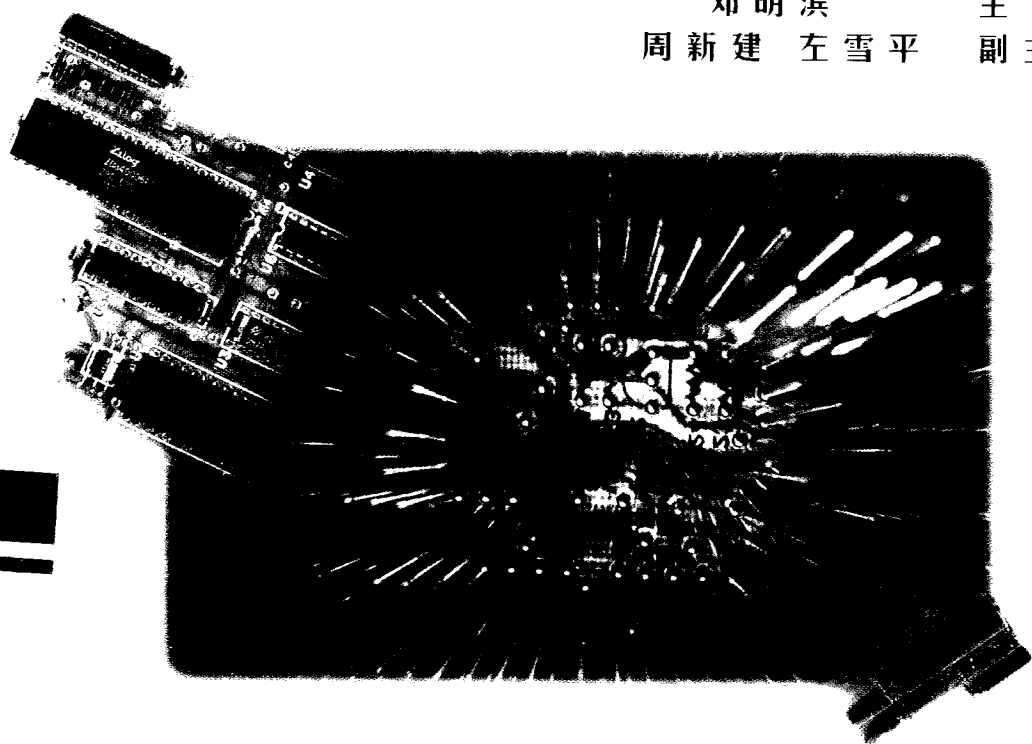


华东高校计算机基础教育研究会推荐教材

电子电路

Protel 98实用教程

邓胡滨 主 编
周新建 左雪平 副主编



中国水利水电出版社
上海交通大学出版社
东南大学出版社

00010616



TN702

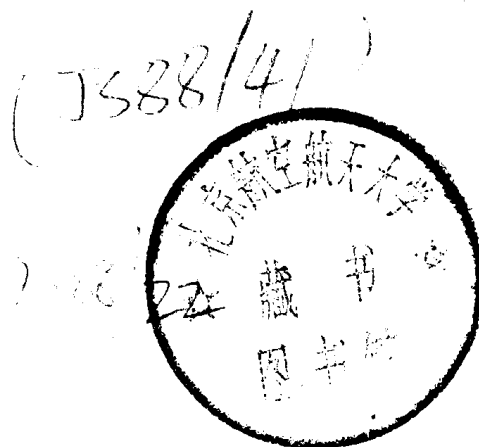
07

华东高校计算机基础教育研究会推荐教材

电子电路 Protel 98 实用教程

邓胡滨 主编

周新建 左雪平 副主编



中国水利水电出版社
上海交通大学出版社
东南大学出版社



C0485925

内 容 提 要

Protel 98 是一种电路 CAD 设计软件, 是一个基于 Windows 平台上的 EDA 设计系统。全书以实例为主线, 将 Protel 98 的各种命令、功能串联起来, 使读者能够方便快捷地掌握 Protel 98。

本书通俗易懂、图文并茂、每章配有小结、习题, 各部分配有相应的上机实验内容, 是专门为大专院校的师生编写的教材, 同时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

电子电路 Protel 98 实用教程/邓胡滨主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2000.4
华东高校计算机基础教育研究会推荐教材
ISBN 7-5084-0277-4

I. 电… II. 邓… III. 电路设计-应用软件, Protel-高等学校-教材
IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 04137 号

书 名	电子电路 Protel 98 实用教程
作 者	邓胡滨 主编
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sale@waterpub. com. cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 18.75 印张 438 千字
版 次	2000 年 4 月北京第一版 2000 年 4 月北京第一次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	24.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

华东高校计算机基础教育研究会

教材编委会名单

名誉主任：潘云鹤 顾冠群

主任：张森

副主任：李文忠

秘书长：赵民德

编委（以姓氏笔画为序）：

石冰	石文俊	宁正元	东鲁红
冉榴红	朱 敏	吕 刚	李正凡
张钧良	张 煦	陈 轩	陈凤兰
杭必政	周金辉	俞俊甫	徐安东
秦 军	詹国华		

前 言

Protel 98 可以在 Windows 98 环境下运行, 并能够充分享受 Windows 98 提供的超强功能。Protel 98 是一个基于 Windows 平台上的 EDA 设计系统, 它主要包括原理图设计系统 (Advanced Schematic) 和印刷电路板设计系统——Advanced PCB。它具有 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、完美的在线库编辑和库管理功能以及支持 Windows 平台上所有的输出外设等强大的功能。现成为许多电子线路设计人员首选的电路 CAD 设计软件。

本书的编者着眼于“学以致用”的指导思想。全书以实例为主线, 将 Protel 98 的各种命令、功能串联起来, 使读者能够方便快捷地掌握 Protel 98。全书共有 9 章, 第一章介绍印刷电路板设计的发展史、Protel 98 运行环境以及 Protel 98 安装步骤。第二章、第三章依据电路设计的实际操作过程, 详细讲解了简单原理图和层次原理图的设计; 如何利用 Protel 98 的输出功能进行原理图的输出。第四章、第五章介绍画图工具和网络报表, 并讲述了如何利用 Protel 98 提供的强大的库编辑和库管理功能进行新元件的创建。第六章介绍印刷电路板 PCB 设计系统。第七章、第八章详细叙述印刷电路板的单面板和双面板的制作过程; 如何利用 Protel 98 的编辑功能进行 PCB 印刷电路板图的编辑和修改; 以及利用 Protel 98 的输出功能进行印刷电路板图的输出。第九章介绍印刷电路板及电路的抗干扰设计, 本章告之读者, 在实际设计过程经常会遇见的问题以及解决的办法, 以便提高自己的设计水平。

本书主编是邓胡滨, 并编写了第六、七、八章以及第一章第二节; 副主编周新建编写了第四、五章以及第一章第一节; 副主编左雪平编写了第二、三章; 尹菊坤编写了附录; 洪家娣编写了第九章。

本书通俗易懂、图文并茂、每章配有小结、习题, 各部分配有相应的上机实验内容, 是专门为大专院校的师生编写的教材, 同时对从事电子线路设计的人员有较大的参考价值。

编者
2000.2

序

为了适应我国高校面向 21 世纪计算机基础教育的发展和需要,华东高校计算机基础教育研究会于 1998 年 11 月在浙江金华召开了理事扩大会,对高校计算机基础教育的教材建设问题进行了专题研讨。会议认为,华东地区经济发达、科教先进,高校多达 300 余所,而现有的计算机基础教育的教材建设与现有的地区优势极不相符。80 年代中期华东高校计算机基础教育研究会曾组织出版过一批深受读者欢迎的计算机教材。面对当前计算机科学与技术的飞速发展,计算机基础教育已成为理、工、农、医、商、经贸、政治、文化、艺术等各行各业的公共基础教育。培养大批掌握计算机科学知识与应用技能的跨世纪高级人才,已成为历史赋予高校的一项重要任务。为此,加强高校计算机基础教材建设已提到重要议事日程,学会决定组织力量,编写一套面向 21 世纪的、适应高校计算机基础教学需要的新教材,推动华东高校计算机教育事业的发展。

学会于 1999 年 1 月在南京召开了华东地区高校计算机基础教育教材编委会第一次会议,编委会由浙江大学、上海交通大学、东南大学、同济大学、华东理工大学等知名高校的专家学者及上海交通大学出版社、东南大学出版社、中国水利水电出版社的代表共同组成。学会特邀中国工程院院士、浙江大学校长潘云鹤教授和中国工程院院士、东南大学校长顾冠群教授担任编委会名誉主任;由学会会长张森教授任编委会主任,学会副会长李文忠教授任编委会副主任,学会秘书长赵民德兼编委会秘书长。编委会汇集了浙江大学、上海交通大学、东南大学、复旦大学、华东师范大学等数十所院校长期从事高校计算机基础教育、有丰富教学实践经验的资深教师共同研讨,确定编写“华东高校计算机基础教育教材”。第一批教材计 21 种,由上海交通大学出版社、东南大学出版社、中国水利水电出版社分别负责出版发行,并作为华东高校计算机基础教育研究会的推荐教材面向大专院校。

教材是教学过程中的“一剧之本”,是当前高校计算机教学的首要问题。在编委会的领导下,经过参编教师的辛勤劳动和三家出版社的共同努力,编写及出版工作进展顺利,预计 2000 年可全部推出。第二批教材的组织准备工作正在进行中。

三家出版社联合策划、分工协作、联合出版、联合发行,在华东乃至全国还是首创,得到了教师和同行们的赞赏。

教材建设是一项长期艰巨的系统工程,尤其是计算机科学技术发展迅速,更新快,因此,教学内容就要不断更新。为使教材更新跟上科学技术的发展,本会将密切注视计算机科学技术的发展新动向,使我们的教材编写不断推陈出新,逐步与国际接轨,不断提高教材质量,为华东高校计算机基础教育的教材建设作出应有的贡献。

华东高校计算机基础教育研究会

1999 年 10 月

目 录

1 绪论	1
1.1 印刷电路板计算机辅助设计与 Protel 98 简介	1
1.1.1 印刷电路板设计方法变革	1
1.1.2 Protel 98 简介	2
1.1.3 Protel 98 运行环境	2
1.1.4 Protel 98 安装步骤	2
1.2 Protel 98 入门	5
1.2.1 如何进入 PROTEL 98 工作平台	6
小结	8
习题	8
2 简单原理图设计	9
2.1 绘制原理图的基本步骤和预备知识	9
2.1.1 绘制原理图的基本步骤	9
2.1.2 绘制原理图的一些基本概念	10
2.1.3 选项操作(Options)	12
2.1.4 工具栏操作	14
2.1.5 工作区的放大或缩小 (Zoom)	16
2.1.6 元件库浏览管理器	16
2.2 设置图纸样本	17
2.2.1 设置图幅的步骤	17
2.2.2 设置文件信息对话框	20
2.3 元器件布置	21
2.3.1 元器件的放置	21
2.3.2 元件的位置调整	25
2.4 绘制电路图工具 (Wiring Tools) 简介	27
2.4.1 布线	28
2.4.2 放置电源及接地符号 (Power Port)	30
2.4.3 放置总线 (Bus) 和总线分支 (Bus Entry)	31
2.4.4 制作电路 I/O 的端口	32
2.4.5 设置网络标号 (Net Label)	34
2.4.6 放置线路接点 (Junction)	35
2.4.7 元器件及电气符号属性的编辑	36
2.5 电路原理图的编辑	37
2.5.1 剪切板的使用(Cut, Copy, Paste, Paste Array, Clear)	38
2.5.2 删除图形对象操作 (Delete)	41

2.6	原理图文件的管理	41
2.6.1	新建原理图文件 (New)	41
2.6.2	打开原理图文件 (Open)	42
2.6.3	关闭原理图文件 (Close)	42
2.6.4	原理图文件的保存 (Save)	43
2.7	原理图文件的输出	44
	小结	46
	习题	46
	实验一 简单原理图制作	47
3	建立层次式原理图	50
3.1	建立工程文件 (Project)	51
3.2	建立层次原理图	57
3.3	由原理图文件产生方块电路符号	68
3.4	不同层次电路文件之间的切换	69
3.5	工程文件的管理和输出	70
	小结	70
	习题	71
	实验二 层次原理图制作	71
4	画图工具 (Drawing Tools) 的灵活使用	74
4.1	画图工具 (Drawing Tools) 简介	74
4.1.1	画图工具图标	74
4.1.2	画图工具菜单	74
4.1.3	画图工具各按钮功能介绍	75
4.2	利用 Drawing Tools 画一张图	76
4.2.1	画正弦信号图	76
4.3	在电路图放置文字	79
4.3.1	放置单行文字	79
4.3.2	放置多行文字	80
4.4	图件的排列与对齐	82
4.4.1	图件对齐与排列菜单项简介	82
4.4.2	图件左对齐、右对齐、水平中心线对齐	83
4.4.3	图形水平均布排列	84
4.4.4	图件顶端对齐、下端对齐、垂直中心线对齐	85
4.4.5	图形垂直均布排列	86
4.4.6	复合对齐与排列	87
4.5	制作原理图元件	88
4.5.1	进入原理图元件库编辑器	89
4.5.2	元件库画图工具 (SchLib Drawing Tools) 及相应菜单项简介	90
4.5.3	IEEE 图形符号工具 (SchLib IEEE Tools) 及相应菜单项 Place/IEEE Symbol 简介	90

4.5.4	元件库编辑器 Place 下拉菜单简介	92
4.5.5	制作一个元件并存入一个新的元件库	92
4.5.6	在原有库中添加一个新元件	95
小结		95
习题		95
实验三	制作原理图元件	95
5	产生各种报表	97
5.1	建立网络表文件—Tools\Create Netlist	97
5.1.1	网络表的定义和作用	97
5.1.2	网络表的格式	97
5.1.3	产生网络表的步骤	98
5.2	元器件列表（或器材清单）—— Reports\Bill of Material	99
5.3	层次式项目组织列表—— Reports\Projects Hierachy	101
5.4	交叉参考元器件列表—— Reports\Cross Reference	101
5.5	电气法则测试报告—— Tools\ERC	102
5.5.1	电气法则测试的步骤	102
5.5.2	电气法则测试规则设置	103
5.6	比较两个网络表文件—Tools\Netlist Compare	105
小结		105
习题		105
6	印刷电路板 PCB 设计系统	106
6.1	印刷电路板的布线	106
6.2	菜单 View 命令	107
6.2.1	菜单 View/Zoom In 命令	108
6.2.2	菜单 View/Area 命令	109
6.2.3	菜单 View/Around Point 命令	110
6.2.4	菜单 View/Pan 命令	110
6.2.5	菜单 View/Out 命令	110
6.2.6	菜单 View/Fit 命令	110
6.2.7	菜单 View/Fit Document 命令	110
6.2.8	菜单 View/Zoom Last 命令	111
6.2.9	菜单 View/Refresh 命令	111
6.2.10	菜单 View 其他命令	111
6.3	窗口管理	112
6.3.1	窗口平铺显示	112
6.3.2	窗口的层叠显示	113
6.3.3	关闭所有的窗口	114
6.3.4	排列图标	114
6.4	设置印刷电路板工作层面	114

6.4.1	Protel 98 工作层面的设置	115
6.4.2	Protel 98 工作层面显示颜色的设置	119
6.4.3	特殊功能的设置	120
小结		123
习题		123
7	单面板制作	124
7.1	规划电路板	124
7.2	准备原理图和网络表	126
7.3	装入元件和网络表	128
7.3.1	装入元件库	129
7.3.2	载入元件和网络表	130
7.4	元件的布置	131
7.4.1	自动布置	131
7.4.2	手工调整元件的布置	134
7.5	自动布线	136
7.5.1	设置自动布线参数	137
7.5.2	菜单 Auto Route 命令	142
7.6	电路板的修整	147
7.7	打印输出	150
7.8	菜单 Place 命令与绘图工具介绍	153
7.9	PCB 的编辑功能	162
7.9.1	菜单 View/Select 命令	162
7.9.2	菜单 Edit/DeSelect 命令	164
7.9.3	菜单 Edit/Delete 命令	165
7.9.4	菜单 Edit/Change 命令	165
7.9.5	菜单 Edit/Move 命令	167
小结		168
习题		169
实验四	单面电路板制作	169
8	双面板设计	172
8.1	双面板布线前的准备	172
8.1.1	布线前的准备	172
8.1.2	元件布局的调整	173
8.1.3	网络密度分析	175
8.2	电路板布线过程	176
8.2.1	对布线设计规则的要求	177
8.2.2	设置布线规则	177
8.2.3	自动布线	179
8.2.4	设计规则的检测	180

8.3	双面板的打印输出	182
8.4	PCB 报表的生成.....	185
8.4.1	引脚信息报表	186
8.4.2	电路板信息报表	187
8.4.3	元件列表	193
8.4.4	自动布线报表	196
8.4.5	其他报表的生成	199
	小结	200
	习题	201
	实验五 双面板制作	201
9	印刷电路板及电路的抗干扰设计	204
10	附录	208
	附录 1 Protel 98 的 SCHEMATICS 元件库	208
	E.0 AMD1.LIB	209
	E.1 AMD2.LIB	210
	E.2 D_ADCDAC.LIB	211
	E.3 D_CMOS.LIB	212
	E.4 D_COMPAR.LIB	212
	E.5 D_DEVICE.LIB	213
	E.6 D_INTEL.LIB	214
	E.7 D_LINEAR.LIB	214
	E.8 D_MEM.LIB	215
	E.9 D_MOTO.LIB	216
	E.10 D_MOTO.LIB	216
	E.11 D_OPAMPS.LIB	216
	E.12 D_SYNT.LIB	220
	E.13 D_TTL.LIB	220
	E.14 D_VOLTRE.LIB	226
	E.15 D_WESTDG.LIB	227
	E.16 D-AILOG.LIG.....	228
	E.17 DEVICE.LIB	228
	E.18 EESOF.LIB	230
	E.19 IN02.LIB	231
	E.20 IN01.LIB	231
	E.21 IN03.LIB	231
	E.22 IN04.LIB	232
	E.23 IN05.LIB	232
	E.24 IN06.LIB	232
	E.25 M01-C.LIB	232

E.26	M03-C.LIB	234
E.27	M04.LIB	235
E.28	M05.LIB	236
E.29	M06.LIB	236
E.30	M07.LIB	238
E.31	M10.LIB	238
E.32	M11.LIB	238
E.33	NEC.LIB	238
E.34	NS01-C.LIB	239
E.35	NS02-C.LIB	240
E.36	NS03-C.LIB	241
E.37	NS04-C.LIB	243
E.38	NS05-C.LIB	243
E.40	NS06-C.LIB	244
E.41	NS07.LIB	245
E.42	NS08.LIB	245
E.43	NS09.LIB	246
E.44	NS10.LIB	247
E.45	NS11.C.LIB	248
E.46	PSPICE.LIB	249
E.47	SPICE.LIB	267
E.48	TI01-C.LIB	267
E.49	TI02-C.LI	270
E.50	TI03-C.LIB	271
E.51	TI04-C.LIB	274
E.52	TI05-C.LIB	275
E.53	TI06-C.LIB	275
E.54	TI07.LIB	276
E.55	TI08.LIB	278
E.56	TI09.LIB	278
E.57	TI10.LIB	279
E.58	TI11.LIB	280
E.59	WD1.LIB	280
E.60	WD2.LIB	280
E.61	Z01.LIB	281
E.62	Z03.LIB	281
附录 2	PCB 图形样本	282
附录 2.1	PCB 库文件图形样本	282
附录 2.2	原理图元件符号库图形样本	284

1 绪论

主题词提要

● 印刷电路板计算机辅助设计与 Protel 98 简介

● Protel 98 入门

1.1 印刷电路板计算机辅助设计与 Protel 98 简介

1.1.1 印刷电路板设计方法变革

以电子计算机为标志的信息技术近年来得到飞速发展。现在，高质量、高性能的电子产品已渗透到人类社会经济、生活和服务各个方面。电子技术是现代广播电视技术、通信技术、计算机技术、自动化技术的基础。随着大规模集成电路的发展和计算机的应用，现代电子产品已具有集成化程度高、体积小、性能可靠、功耗小、功能全、寿命长等优点。电路板导线图形的布线密度、导线精度和可靠性的要求也越来越高，以往传统的手工设计方法设计和生产线路板技术已很难满足需要。电子产品的设计方法发生了很大的变化。

70 年代，电子产品的设计主要以制作样机为主，设计人员根据设计的要求制作出原型样机。至于电路是否正确、优化，只能反复调试电路和改进原形样机来实现。这里，调试人员的经验起着很大的作用。80 年代，人们开始利用计算机辅助设计 CAD (Computer Aided Design) 技术和软件在计算机上设计电子产品，并能模拟产品的功能，使设计更为合理、方便和快捷。90 年代，电子产品的设计、模拟实验、制造生产已形成一体化。也就是说，电子产品的设计制造已从早期的人工设计、样机制作试验、产品制造，跨入了利用计算机辅助设计 (CAD)、计算机辅助测试 (CAT) 和计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing) 的设计制造一体化时代。

印刷电路板 PCB (Printed-Circuit Board) 是电子产品的重要组成部分，是电子产品的心脏。印刷电路板设计用 CAD 系统是众多计算机辅助设计软件系统中的一个重要部分。

早期的市场上可以见到 SMARTWORK、Eesystem、PCAD、TANGO 等电子 CAD 软件。

SMARTWORK 是最早出现的一种能设计双面板的 CAD 软件包，它首先使手工画线变为手工布线，特点是操作极其简单、键盘命令易记易懂，对输出设备要求较低。美国 ACCEL Technologies Inc 于 1987 年推出了 TANGO 软件包。TANGO 软件包是一个功能强大、使用方便的电子线路 CAD 软件包。它可以用来设计原理图，有一定的自动布局能力。自动布线为 4 层板，手动布线可以设计 8 层板。

1.1.2 Protel 98 简介

随着新型器件的产生和电路复杂程度的增加, TANGO 也显示出不足。为了适应时代的发展, Protel Technology 公司推出了 Protel for DOS, 作为 TANGO 的升级版。进入 90 年代以来, Windows 操作系统占领了整个计算机行业, Protel Technology 公司为了适应这一情况, 相继推出了 Protel For Windows 1.0, Protel For Windows 2.0, Protel For Windows 3.0, 直到今天的 Protel 98。由于其功能强大、操作方便, Protel 98 很快成为印制电路板设计的首选 CAD 软件。

1.1.3 Protel 98 运行环境

Protel 98 运行环境建议为:

CPU: Pentium 233 以上;

RAM: 32MB 或更多;

操作系统: Windows 95 以上;

硬盘: 1GB 以上;

显示器: 800×600 (1024×768)

1.1.4 Protel 98 安装步骤

Protel 98 安装步骤如下:

- 启动 Windows 95 或 Windows 98。
- 将 Protel 98 安装盘插入光盘驱动器。
- 进入 Protel 98 子目录。
- 运行 setup.exe 安装程序, 系统弹出如图 1.1 所示对话框。

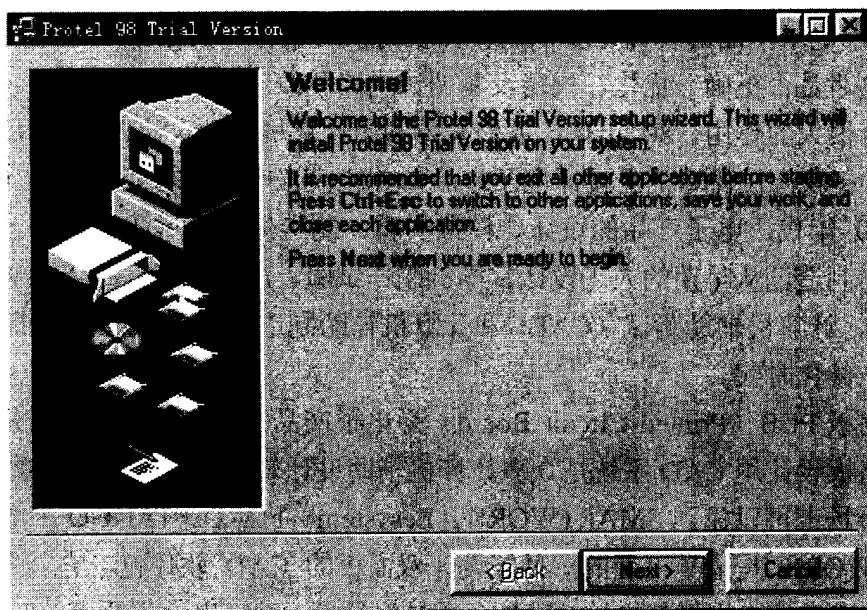


图 1.1 Protel 98 安装对话框一

- 鼠标左键单击 Next 按钮, 系统弹出如图 1.2 所示对话框。

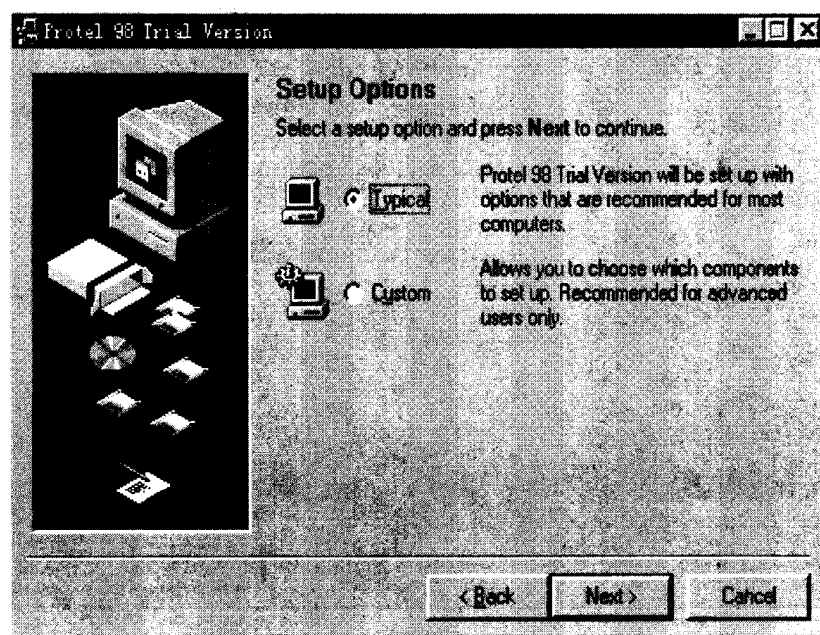


图 1.2 Protel 98 安装对话框二

• 在对话框二中，选择 Typical，系统进行典型安装，一般推荐使用这种安装；选择 Custom 按钮，系统进行选择安装，这种安装方法一般适合于熟练用户。鼠标左键单击 Typical 选项，系统弹出如图 1.3 所示对话框。

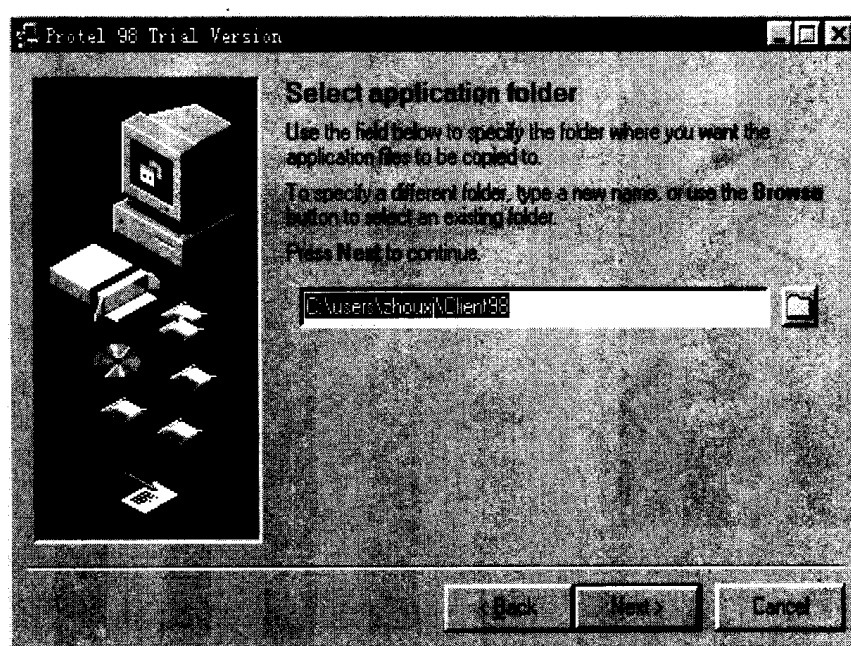


图 1.3 Protel 98 安装对话框三

• 在如图 1.3 所示对话框中选择 Protel 98 将要安装的路径，如 C:\users\zhouxj\Client98。可以直接在文本输入框中输入路径，也可以通过鼠标左键单击文本输入框右边的 Browse 按钮进行选择。路径选择完成后鼠标左键单击 Next 按钮，系统首先进行磁盘空间检查，检查通过后弹出如图 1.4 所示对话框。

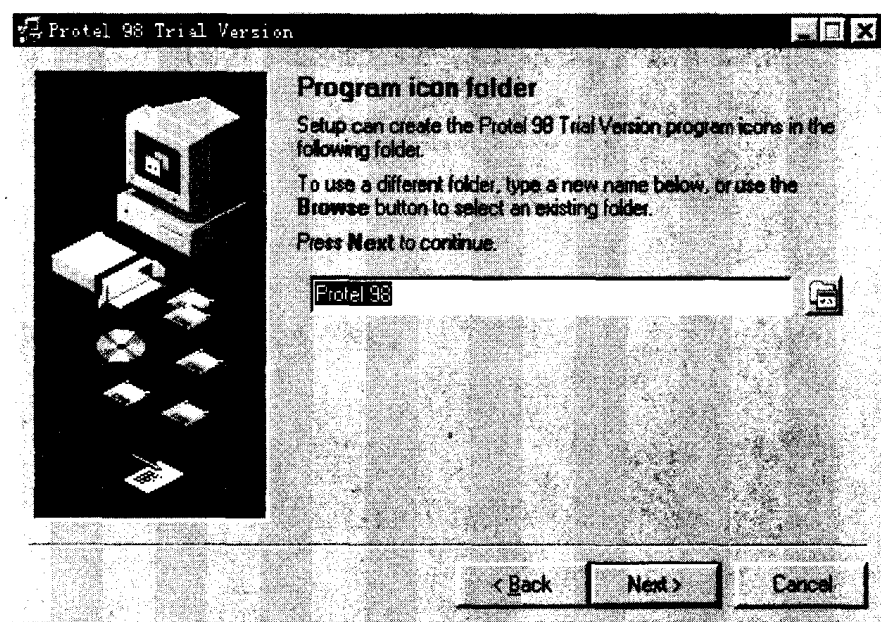


图 1.4 Protel 98 安装对话框四

- 在如图 1.4 所示对话框中显示缺省的程序图标所在的文件夹名称，可以在文本输入框中输入不同的名称改变程序图标所在的文件夹，也可以通过鼠标单击文本输入框右边的 Browse 按钮改变。鼠标单击 Next 按钮，系统弹出如图 1.5 所示对话框。

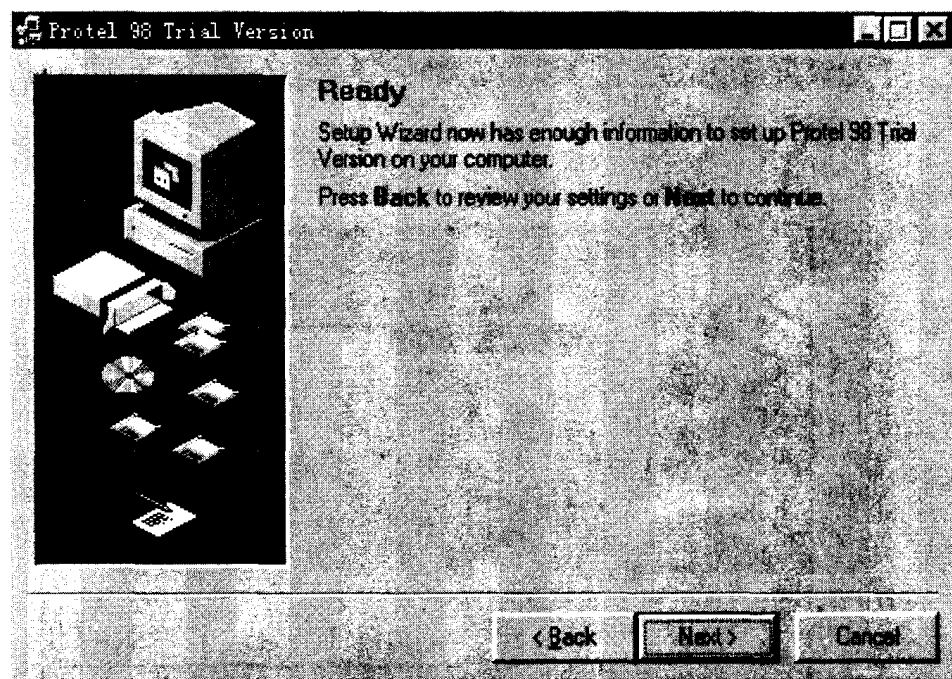


图 1.5 Protel 98 安装对话框五

- 在如图 1.5 所示对话框中，显示安装准备已经做好，按 Next 按钮可以进行安装，按 Back 按钮可以退回到前面的对话框中查看各项设置，如果对前面的设置不满意可以对其进行修改。按 Next 按钮后，系统开始进行拷贝文件，如图 1.6 所示。这一过程可能要持续几分钟。

- 系统成功安装完成后，会弹出如图 1.7 所示对话框，鼠标单击 Close 按钮结束安装程序。

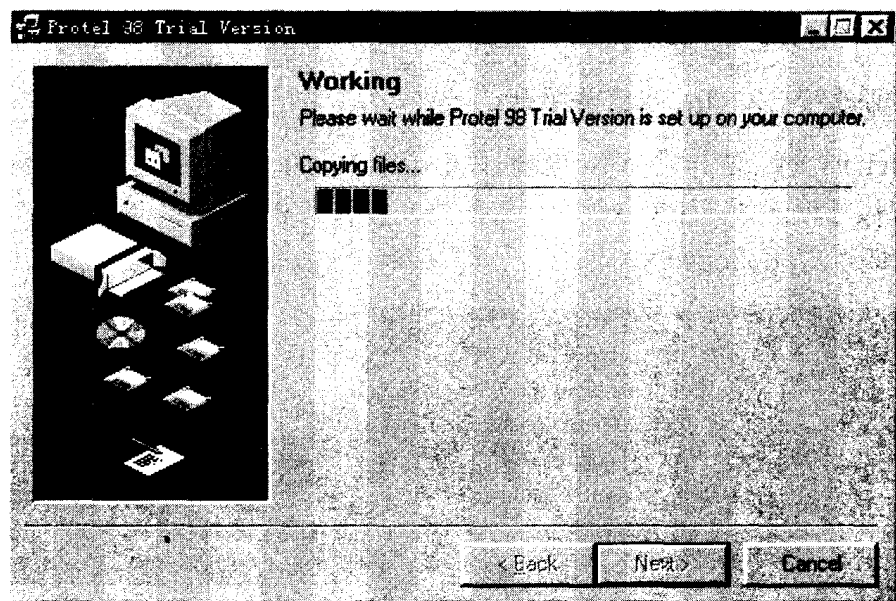


图 1.6 Protel 98 安装对话框六

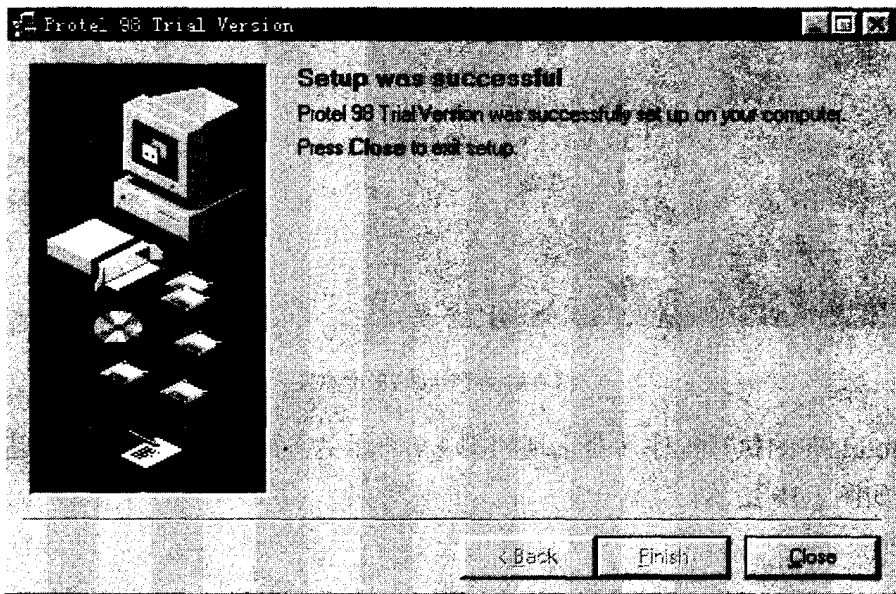


图 1.7 Protel 98 安装对话框七

1.2 Protel 98 入门

电路板的设计主要由电路原理图的设计、产生网络表和印刷电路板设计三个步骤组成。Protel 98 提供了相应的原理图设计系统 (Advanced Schematic)、生成网络表以及印刷电路板设计系统——Advanced PCB 等软件。我们可以利用原理图设计系统 (Advanced Schematic) 以及各种原理图绘图工具和编辑功能, 来绘制一张正确、精美的电路原理图。而网络表可以从电路原理图中获得, 有了网络表就建立了电路原理图 (Sch) 与印刷电路板设计 (PCB) 之间的一座桥梁。网络表是电路板自动布线的灵魂, 同时我们可以使用 Protel 98—PCB 提