

自动化技术入门与应用实例系列书

电子CAD入门 —Protel 99 SE

主 编 胡继胜

- “淡化”理论知识
- “强化”实际技能
- 以实际案例为基础
- 重点介绍新技术、新产品的应用



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



自动化技术入门与应用实例系列书

电子CAD入门

—— Protel 99 SE

主 编 胡继胜



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是一本旨在帮助初学者迅速掌握 Protel 99 SE 基本功能与熟练操作的电子 CAD 入门教程。本书作者长期在教学一线工作,积累了丰富的教学与实践经验。作者从教、学、做相结合的能力本位出发,用典型的实例贯穿全书,通过操作的方式来展开对 Protel 99 SE 的学习,使初学者很容易上手。

全书共八章,前四章内容针对 Protel 99 SE 的原理图设计系统进行了介绍,主要包括 Protel 99 SE 概述、原理图设计系统、原理图绘制和原理图元件制作;第 5~7 章内容介绍了印制电路板设计系统,主要包括印制电路板设计基础、印制电路板设计、元件封装及制作;最后一章介绍了 Protel 99 SE 的实用操作技巧。

本书是电子 CAD 入门教程,全书结构合理、内容丰富、叙述简明扼要、深入浅出、实例典型、图文并茂。本书除了对初学者具有很强的指导意义,也可作为大中专院校学生和从事电路产品设计人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子 CAD 入门: Protel 99 SE/胡继胜主编. —北京: 中国电力出版社, 2008

(自动化技术入门与应用实例系列书)

ISBN 978-7-5083-7899-2

I. 电… II. 胡… III. 印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel 99 SE—教材 IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 151949 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>)

北京铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 1 月第一版 2009 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13 印张 284 千字

印数 0001—3000 册 定价 25.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前言

自动化技术入门与应用实例系列书 电子CAD入门——Protel 99 SE

《自动化技术入门与应用实例系列书 电子CAD入门——Protel 99 SE》为“自动化技术入门与应用实例系列书”之一，本书面向现代化工业技术从业的工程技术人员，是一本从入门讲起的实用技术书。本书基本特色是：对理论知识做“淡化”处理；对实际技能做“强化”处理；以具体的“案例”为基础，旨在使读者迅速掌握并灵活运用这一技术。

随着信息技术的发展，电子电路设计与制作越来越复杂，集成度越来越高，产品更新换代周期越来越短，加之新的元器件不断涌现，用电子设计自动化软件来设计制作电路已成为必然的趋势。

Protel 99 SE 是 Altium 公司推出的电子设计自动化（EDA，Electronic Design Automation）软件，是当今最流行的电子电路计算机辅助设计软件（Computer Aided Design）之一。它是基于 Windows 平台的 32 位 EDA 设计系统，它将电路原理图设计、印制电路板（Printed Circuit Board，PCB）设计等多个实用工具软件组合起来，具有强大的设计能力、高速有效的编辑功能、灵活有序的设计管理手段，友好的操作界面、良好的数据开放性和互换性，是众多工程技术人员和电子爱好者进行电子设计的首选入门软件。

本书根据作者多年的教学和实践经验，按照电路板设计的一般步骤对教程进行了整体规划。从教、学、做相结合的能力本位出发，结合实例，由浅入深、循序渐进，力求向读者全面介绍 Protel 99 SE 软件设计系统的基本概念、方法和原则。通过阅读全书，使读者能够快速熟悉电路板设计的全过程。

全书共分八章，前四章内容针对 Protel 99 SE 的原理图设计系统进行了介绍，第 5~7 章内容介绍了印制电路板设计系统，最后一章介绍了 Protel 99 SE 的实用操作技巧。本书最突出的特点是通过实例操作代替陈述性的讲解，从而使读者感到“易学、实用”。

本书由安徽职业技术学院胡继胜副教授编写，在编写过程中得到了安徽职业技术学院实训中心程周主任的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促，编者水平有限，疏忽与错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

2008 年 7 月

目 录

自动化技术入门与应用实例系列书 电子CAD入门——Protel 99 SE

前 言

第1章 Protel 99 SE 概述	1
1.1 Protel 的发展	1
1.2 Protel 99 SE 的组成	2
1.3 Protel 99 SE 的特点	2
1.4 Protel 99 SE 的安裝配置	3
1.4.1 基本配置	3
1.4.2 建议配置	3
1.5 Protel 99 SE 的安裝与卸载	4
1.5.1 Protel 99 SE 的安裝	4
1.5.2 Protel 99 SE 的卸载	6
1.6 Protel 99 SE 的启动	9
1.7 Protel 99 SE 的主界面与系统参数设置	10
1.7.1 Protel 99 SE 的主界面	10
1.7.2 Protel 99 SE 的系统参数设置	11
1.8 Protel 99 SE 的文件管理	15
1.8.1 Protel 99 SE 的文件组成	15
1.8.2 Protel 99 SE 的文件类型	15
1.8.3 Protel 99 SE 的文件编辑器	15
1.8.4 Protel 99 SE 的文件编辑	16
1.9 工作组管理	25
1.9.1 设置访问密码	25
1.9.2 访问新建的设计数据库	26
1.9.3 增加访问成员	26
1.9.4 访问成员权限的修改	27
本章小结	29
思考与练习	29
第2章 原理图设计系统	30
2.1 原理图设计环境	30
2.1.1 新建原理图设计文件	30
2.1.2 原理图编辑器界面	30
2.1.3 原理图编辑器界面的管理	31
2.2 原理图图纸设置	35

2.2.1	设置图纸外观参数	35
2.2.2	设置图纸栅格参数	37
2.3	原理图工作环境设置	38
2.3.1	设置环境参数	38
2.3.2	图形属性设置	39
2.4	添加原理图元件库和放置元件	41
2.4.1	添加与卸载	41
2.4.2	放置元件	43
2.5	元件的编辑	45
2.5.1	元件的属性编辑	45
2.5.2	元件的选取与消除	45
2.5.3	元件的复制/剪切、粘贴与删除	47
2.5.4	元件的阵列粘贴	49
2.5.5	元件位置的改变	49
2.5.6	元件的排列与对齐	51
2.6	原理图电气连接	53
2.6.1	放置导线	54
2.6.2	放置总线	55
2.6.3	绘制总线分支线	55
2.6.4	放置网络标号	55
2.6.5	放置电源对象	56
2.6.6	放置电气接点	57
2.6.7	放置输入/输出端口	58
2.7	应用实例：用绘图工具栏绘图（举例如画圆步骤）	60
2.7.1	绘制直线	60
2.7.2	绘制多边形	61
2.7.3	绘制椭圆弧线	61
本章小结		62
思考与练习		62
第3章 原理图绘制		63
3.1	原理图设计的基本步骤	63
3.2	单个原理图设计实例	64
3.3	层次原理图设计	69
3.3.1	层次原理图设计的概念	69
3.3.2	层次原理图设计的方法	70
3.4	层次原理图设计实例	71
3.4.1	自上而下的原理图设计	71
3.4.2	自下而上的原理图设计	75
3.4.3	层次原理图之间的切换	79

3.5 原理图报表输出	80
3.5.1 生成网络表文件	81
3.5.2 生成元件列表文件	82
3.5.3 元件交叉参考列表文件	84
本章小结	85
思考与练习	85
第4章 原理图元件制作	87
4.1 原理图元件库编辑器	87
4.1.1 启动原理图元件库编辑器	87
4.1.2 原理图元件库编辑器环境	90
4.2 工具栏	91
4.2.1 画图工具栏	91
4.2.2 符号工具栏	91
4.3 元件符号库管理器	93
4.3.1 元件符号浏览窗口	93
4.3.2 元件符号操作窗口	93
4.3.3 元件符号引脚浏览窗口	95
4.3.4 元件符号模式显示窗口	95
4.4 应用实例: 创建原理图元件	96
4.4.1 创建单功能元件——LCD 元件	96
4.4.2 创建多功能元件——74LS00	99
4.4.3 通过已有库元件创建新元件	101
本章小结	104
思考与练习	104
第5章 印制电路板设计基础	105
5.1 PCB 的基础知识	105
5.1.1 PCB 的基本元素	105
5.1.2 PCB 的结构	108
5.2 PCB 设计基本步骤	108
5.3 PCB 设计编辑器	109
5.3.1 新建 PCB 文件	109
5.3.2 PCB 界面简介	109
5.4 PCB 的工作环境设置	110
5.4.1 设置板层	110
5.4.2 设置工作层类型与栅格	113
5.4.3 PCB 设计的环境参数设置	115
5.5 PCB 的绘图工具	122
5.5.1 主工具栏	122
5.5.2 放置工具栏	122

本章小结	123
思考与练习	123
第 6 章 印制电路板设计	124
6.1 单面板的制作	124
6.1.1 准备原理图和网络表	124
6.1.2 规划电路板	125
6.1.3 导入网络表和元件封装库	127
6.1.4 元件布局	131
6.1.5 元件布线	139
6.1.6 元件布线后处理	156
6.1.7 调整布线	156
6.2 示例一: 稳压电源设计	157
6.3 示例二: 双面板设计	163
6.4 PCB 设计规则检查	165
本章小结	167
思考与练习	167
第 7 章 元件封装及制作	168
7.1 常用封装介绍	168
7.1.1 针脚式元件的封装	168
7.1.2 表贴式元件的封装	170
7.2 元件封装编辑器	171
7.2.1 启动元件封装编辑器	171
7.2.2 元件封装环境参数设置	172
7.2.3 示例一: 手工创建元件封装	173
7.2.4 示例二: 修改库中元件封装	175
7.2.5 利用向导创建元件封装	177
本章小结	181
思考与练习	181
第 8 章 Protel 99 SE 的实用操作技巧	182
8.1 自动存盘的设定	182
8.2 原理图元件的快速查找与添加	183
8.2.1 在已知库中查找	183
8.2.2 在未知库中查找元件	183
8.3 导线的移动	185
8.4 全局编辑功能	187
8.4.1 改变导线宽度	187
8.4.2 编号大小的设置	188
8.5 布线操作技巧	190
8.5.1 自动清除已布导线	190

8.5.2 点取调整导线	190
8.6 敷铜的应用	191
8.7 包地与补泪滴的应用	193
8.7.1 包地	193
8.7.2 补泪滴	194
本章小结	195
思考与练习	195
参考文献	196



第 1 章

Protel 99 SE 概述

随着电子技术的飞速发展和新型电子元器件的不断涌现,电路设计与制作越来越复杂,而另一方面由于计算机技术的迅猛发展,计算机电路辅助设计软件也应运而生,电子CAD(EDA的一部分)软件一出现,就以方便、快捷、高效、准确的特点为广大电路设计人员所喜爱。在众多的电子CAD软件中,Protel 99 SE是众多工程技术人员和电子爱好者进行电子设计的首选软件,本章主要介绍Protel 99 SE的发展、组成、特点、安装、文件管理和工作组管理等,使读者初步认识Protel 99 SE。

1.1 Protel 的发展

20世纪80年代中期计算机应用进入各个领域,人们开始用计算机辅助进行电路设计,美国ACCEL Technologies Inc推出了第一个应用于电子线路设计软件包——TANGO,开创了计算机辅助设计(CAD)的先河。这个软件包现在看来比较简陋,但在当时给电子线路设计带来了设计方法和方式的革命,随着电子业的飞速发展,TANGO日益显示出其不适应时代发展需要的弱点。为了适应科学技术的发展,Protel Technology公司以其强大的研发能力推出了Protel for DOS作为TANGO的升级版本,从此Protel这个名字在业内日益响亮。

由于在DOS环境下,受图形接口及内存、CPU等硬件条件的限制,Protel for DOS仅仅是一个CAD开发工具的初级版本,20世纪80年代末,Windows系统开始日益流行,Protel For Windows 1.0、Protel For Windows 1.5等版本相继推出。这些版本的可视化功能给用户设计电子线路带来了很大的方便,设计者再也不用记一些繁琐的命令,也让用户体会到资源共享的乐趣。后来,随着计算机操作系统不断升级和电子电路业的迅速发展,Protel软件也不断升级。20世纪90年代中期推出了基于Windows 95的Protel For Windows 3.1,并且引入了客户机(Client)/服务器(Server)的主从式工作环境结构,但在自动布线方面没有改进,1998年推出了Protel 98,其应用程序代码从16位历史性地提高到了32位,是第一个包含5个核心模块的CAD工具,开始基本满足了大多数用户的需求,特别是出色的自动布线功能得到了用户的支持。1999年推出了Protel 99,Protel 99是基于Windows 95/Windows NT/Windows 98/Windows 2000的纯32位电路设计制版系统。Protel 99提供了一个集成的设计环境,它引入了数据库的管理模式,用户可直观地对项目中的文件进行管理与操作,构成从电路设计到真实电路板分析的完整体系。2001年Protel公司正式推出了Protel 99 SE,相对于Protel 99,其综合设计环境功能更加强大,性能进一步提高,可以对设计过程有更大控制力。

作为第一款将电子电路设计环境导入Windows操作界面的开发工具,Protel是目前EDA行业中使用最方便,操作最快捷,人性化界面最好的辅助工具,虽然近年来Protel公司又推出了Protel DXP、Protel 2004和最新版Altium Designer 6.0,但它们对计算机硬件配置要求较高且价

格昂贵, Protel 99 SE 仍是目前中国电子工程师进行电子设计使用最多的软件, 很多大、中专院校的电类专业还专门开设 Protel 课程。基于上述情况, 本书将以 Protel 99 SE 为基础来进行介绍。

1.2 Protel 99 SE 的组成

Protel 99 SE 设计系统由两大部分共 6 个程序模块组成。

第一部分是电路设计部分, 主要由三个模块组成:

(1) 原理图设计程序 (Advanced Schematic 99)。这是 EDA 系统中主要的设计工具之一, 主要用于电子电路的原理图设计、自定义原理图元件、仿真电路的设计和参数设置, 还可以为印制电路板设计提供网络表, 该模块完成的是电子产品电学阶段的设计。这个模块主要由原理图编辑室、原理图元件库编辑器、各种报表生成器组成。

(2) 印制电路板程序 (Advanced PCB 99)。这个程序模块主要用于在 PCB 环境下, 设计出可以制作真正印制电路板的 PCB 文件。它主要包括设计印制电路板的电路板编辑器以及用于修改和创建元件封装的元件封装编辑器。

(3) 自动布线程序 (Advanced Route 99)。这个模块主要功能是对已经完成布局的电路板进行自动布线, 它主要是由一个自动布线器构成。

第二部分是电路仿真与 PLD 设计部分, 主要由三个模块组成:

(1) 电路仿真程序 (Advanced Sim 99)。这个模块主要可提供连续的模拟信号和数字信号仿真, 它主要包括一个功能强大的数/模混合信号电路仿真器, 这是一个基于 SPICE 3F5 的信号仿真器。

(2) 高级信号完整性分析程序 (Advanced Integritiy 99)。这是用于 PCB 后分析的高级信号仿真模块, 它主要用于分析 PCB 设计和检查设计参数, 测试过冲、下冲、阻抗和信号斜率。

(3) 可编程逻辑器件设计程序 (Advanced PLD 99)。这个模块主要用于数字系统的 PLD 设计, 它主要由支持硬件描述语言的文本编辑器、用于编译和仿真设计结果的 PLD 以及用来观察仿真波形的 Wave 组成。

1.3 Protel 99 SE 的特点

Protel 99 SE 是一款功能强大的电路板设计软件, 它是基于 Windows 的完全 32 位 EDA 设计系统, 它采用了客户机 (Client) /服务器 (Server) 的体系结构, 提供给用户标准的主控环境, 给设计工作带来很大方便。在继承了 Protel 98 特点的基础上, 又增加了很多新的特点, 其主要特点如下:

(1) 智能文档 (SmartDoc) 技术。所有文件都存储在一个综合设计数据库中, 可以方便有效地统一管理。

(2) 智能工具 (SmartTool) 技术。把所有的设计工具 (如原理图编辑器、PCB 编辑器、文本编辑器等) 都集成在一个设计环境下。

(3) 智能工作组 (SmartTeam) 技术。支持多个成员通过网络同时访问同一个设计数据库, 通过内置组管理功能, 对每个成员赋予不同的权限, 确保设计组成员对设计任务的分工协作。

(4) 支持层次化设计。对于设计复杂的系统, 可将系统分解为若干个子系统或子模块, 然后

分层实现。用户可先设计出子模块，再将它们组成总体方案；或者先用模块来表示总体方案，再将各个子模块具体化。这种无论是自上而下还是自下而上的设计方法都使系统设计更加清晰可靠。

(5) 丰富、灵活的编辑功能。具有自动连接、PCB 同步更新、交互式全局编辑、在线编辑和异地网络编辑等功能。

(6) 设计检查功能。Protel 99 SE 提供的电气规则检查 (ERC) 功能可以快速地对原理图进行相关设计规则检查并生成报表，同时还在原理图中用特殊符号标记出来，方便用户修改；Protel 99 SE 提供的设计规则检查 (DRC) 功能是方便用户对设计好的电路板进行各项规则检查。

(7) 完善的库管理功能。Protel 99 SE 提供了数量丰富的原理图元件库和 PCB 封装库。用户可以自由编辑、创建、查找库元件。

(8) 改进的自动布局。对印刷电路板设计时的自动布局采用两种不同的布局方式，即组群式 (Cluster Placer) 和基于统计方式 (Statistical Placer)。在以前版本中只提供了基于统计方式的布局。

(9) 增强的布线功能。新的 PCB 自动布线系统使用了人工智能技术 (如人工神经网络、模糊专家系统、模糊理论和模糊神经网络等技术)，PCB 自动布线规则条件的复合选项极大地方便了布线规则的设计，在线规则检查使布线水平进一步提高。

(10) 信号完整性分析功能。集成了高级信号完整性分析和电路板分析工具，对电路设计结果进行质量和干扰分析。

(11) 良好的兼容性和可扩展性。

(12) 文件输出多样化。支持 Windows 平台上的所有输出外设和多种文件格式。

(13) 功能强大的混合信号仿真。

(14) 快速生成元器件类。

(15) 更容易进行 PLD 设计，可以针对用户的需要进行 PLD 设计。

(16) 强大的电路图层面管理功能，可以让用户创建各种面板。

1.4 Protel 99 SE 的安裝配置

1.4.1 基本配置

为了使 Protel 99 SE 正常运行，推荐基本配置如下：

- (1) CPU 为 Pentium II、300MHz 以上；
- (2) 内存为 128MB；
- (3) 硬盘空间为 4GB 以上；
- (4) 显示器分辨率为 1024×768 及 32 位真彩色；
- (5) 操作系统为 Windows。

1.4.2 建议配置

为了确保 Protel 99 SE 有更好的运行速度及视觉效果，建议提高系统配置如下：

- (1) CPU 为 Pentium III 以上；
- (2) 内存为 256MB 或更高；
- (3) 硬盘空间为至少 30GB 以上；

(4) 显示器分辨率为 1024×768 及 32 位真彩色；

(5) 操作系统为 Windows2000/NT/XP 或以上。

1.5 Protel 99 SE 的安装与卸载

1.5.1 Protel 99 SE 的安装

Protel 99 SE 安装过程十分简单，只需要根据安装向导，适当修改安装选项即可按照步骤安装软件。具体安装步骤如下：

(1) 打开安装文件夹，可以看到文件夹里共有安装文件 14 个，如图 1-1 所示。

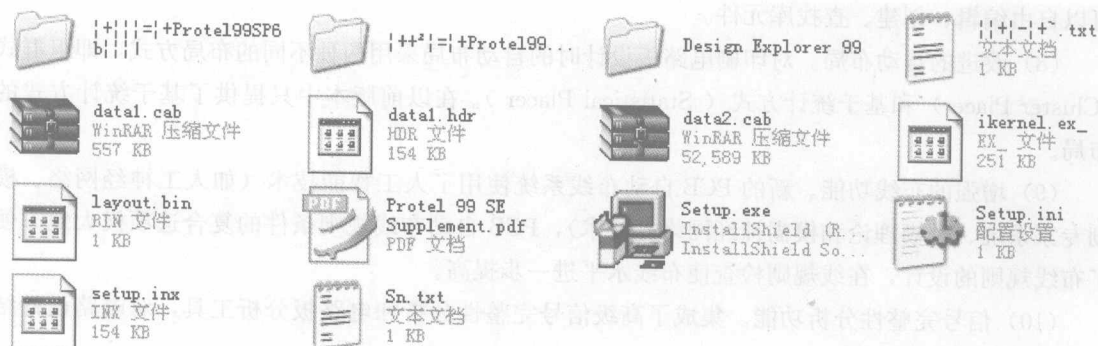


图 1-1 Protel 99 SE 安装文件

(2) 在文件夹中找到 Protel 99 SE 安装文件“Setup.exe”，双击“Setup.exe”图标即开始运行安装程序，出现如图 1-2 所示界面，提示用户按照安装向导的提示进行操作。

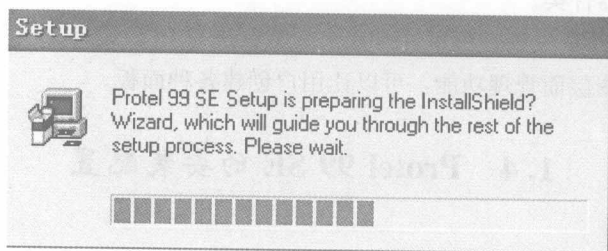


图 1-2 安装向导指示

(3) 稍微等待一会，进入如图 1-3 所示的安装程序对话框，单击 Next 按钮。

(4) 在如图 1-4 所示的安装信息对话框，输入用户的姓名和公司的名字，然后在 Access Code 文本框中输入软件的安装序列号。

(5) 单击【Next】按钮，系统弹出如图 1-5 所示的安装路径选择对话框，图中显示的是默认安装路径：C:\Program Files\Design Explorer 99 SE。单击 Browse 按钮可以选择或修改安装路径。

(6) 单击【Next】按钮，系统弹出的如图 1-6 所示的安装方式选择对话框中，可以选择 Typical 单选框进行典型安装，也可选择 Custom 单选框进行自定义安装，这里选 Custom 自定义安装，因为该模式安装 SIM99 仿真器，这在后续仿真分析时要用到。



图 1-3 安装程序对话框

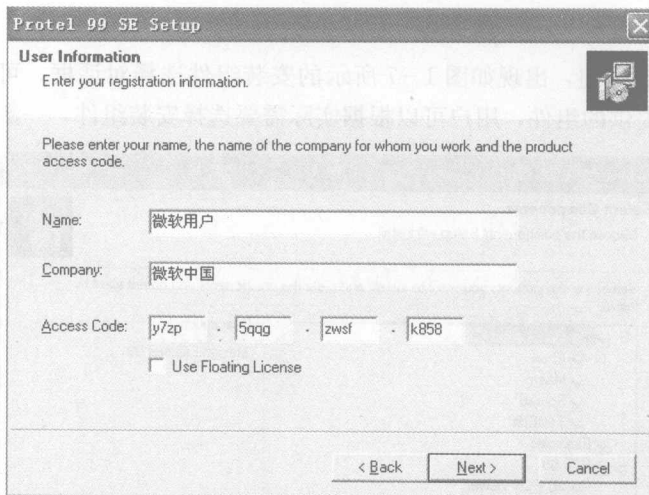


图 1-4 安装信息对话框

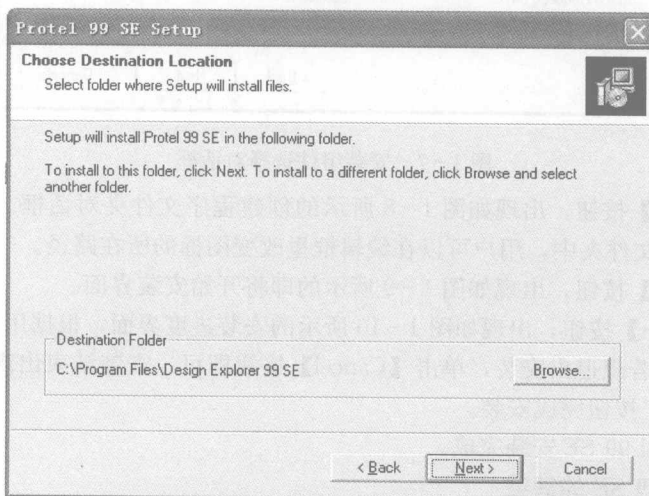


图 1-5 安装路径选择对话框

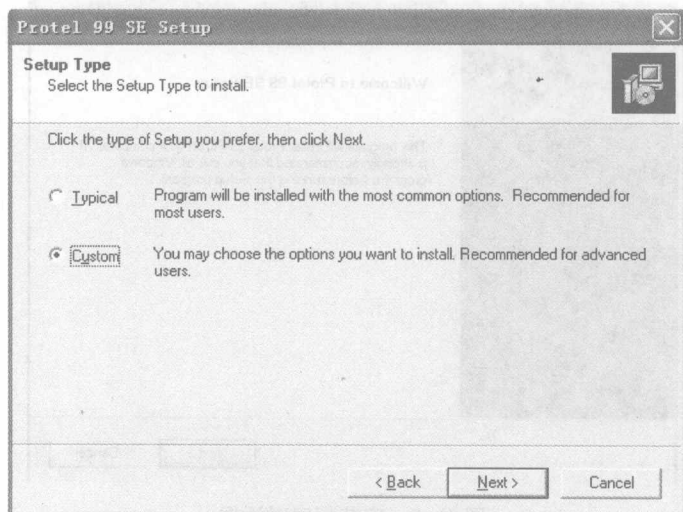


图 1-6 安装方式选择对话框

(7) 单击【Next】按钮，出现如图 1-7 所示的安装组件选择对话框，可以通过拖动滚动条观看 Protel 99 SE 所提供的组件，用户可以根据实际需要选择安装组件，一般不必修改。

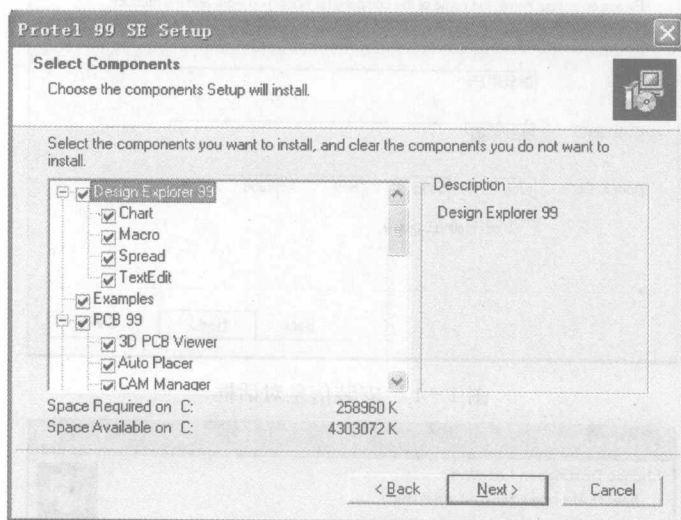


图 1-7 安装组件选择对话框

(8) 单击【Next】按钮，出现如图 1-8 所示的创建程序文件夹对话框。系统默认将启动图标放在 Protel 99 SE 文件夹中，用户可以在编辑框里改变图标的所在路径。

(9) 单击【Next】按钮，出现如图 1-9 所示的即将开始安装界面。

(10) 单击【Next】按钮，出现如图 1-10 所示的安装进度界面，根据用户软硬件配置不同，需要等待一段时间，若想退出安装，单击【Cancel】按钮即可。安装结束出现如图 1-11 所示的界面，单击【Finish】按钮完成安装。

到此为止，Protel 99 SE 安装完成。

1.5.2 Protel 99 SE 的卸载

Protel 99 SE 在使用过程中有时由于系统或其他原因而不能正常运行，这时可以先卸载 Protel

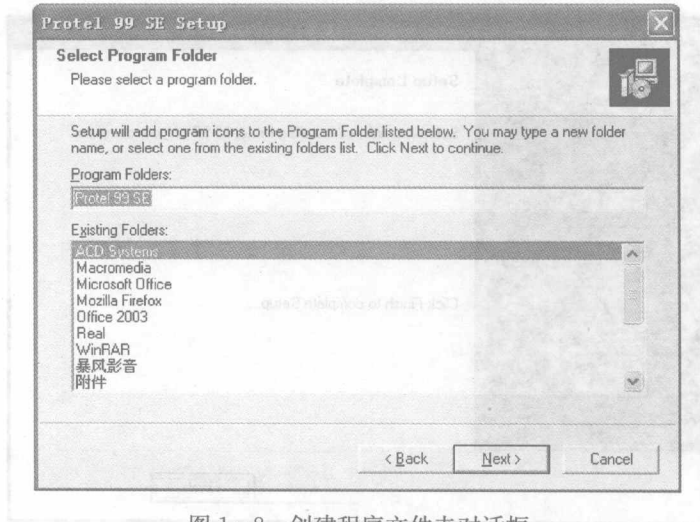


图 1-8 创建程序文件夹对话框

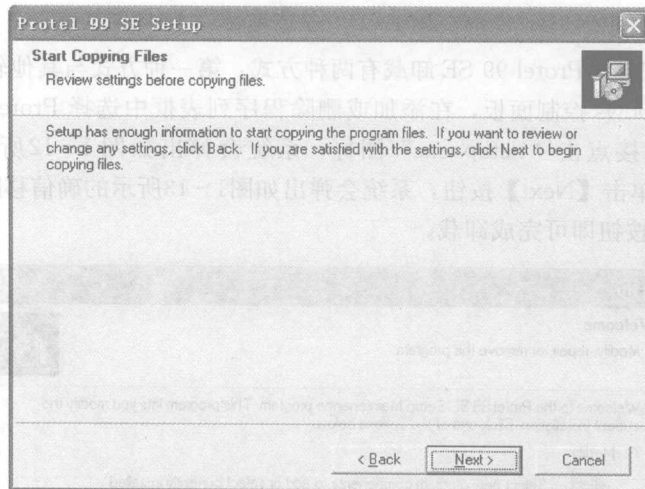


图 1-9 开始安装文件

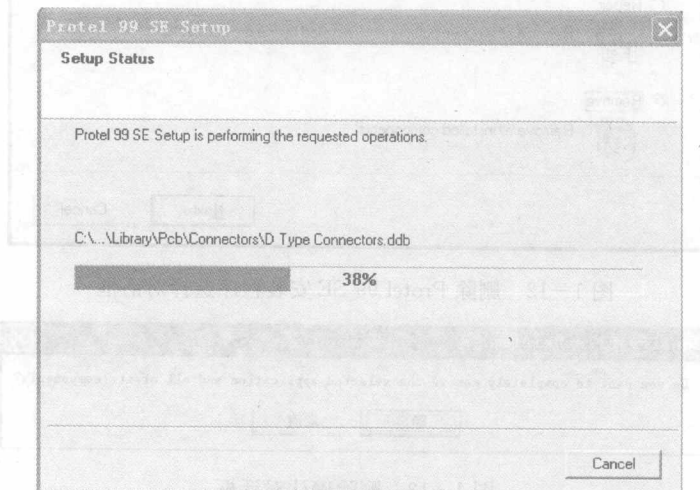


图 1-10 安装进度显示

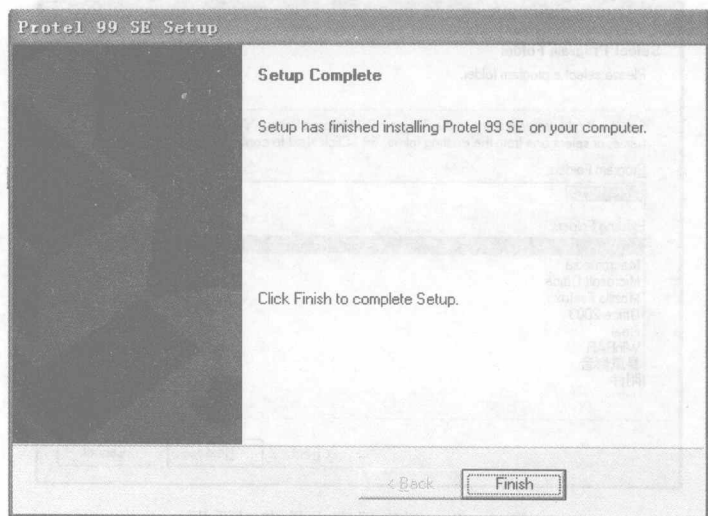


图 1-11 安装完成

99 SE, 然后再重新安装。Protel 99 SE 卸载有两种方式: 第一种方式与其他软件的卸载方法完全相同, 只要进入 Windows 控制面板, 在添加或删除程序列表框中选择 Protel 99 SE 组件即可卸载; 第二种方式是直接点击“Setup.exe”图标, 系统会弹出如图 1-12 所示的对话框, 选择“Remove”单选项, 单击【Next】按钮, 系统会弹出如图 1-13 所示的确信移除 Protel 99 SE 的对话框, 点击【确定】按钮即可完成卸载。

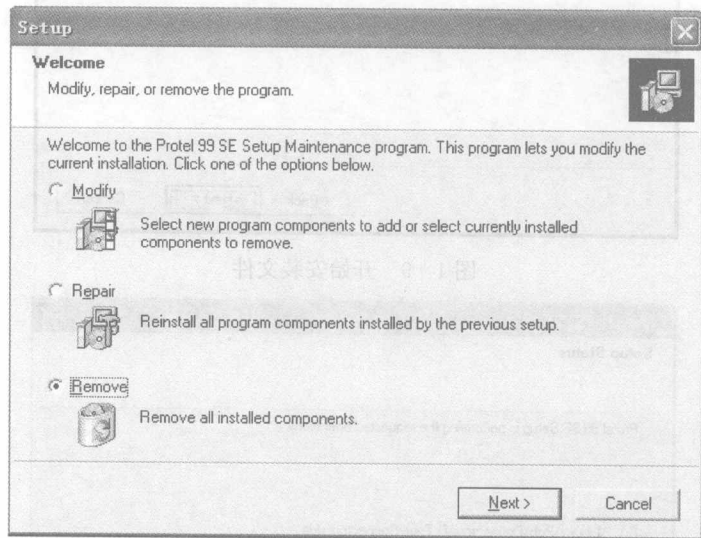


图 1-12 删除 Protel 99 SE 安装程序选择对话框

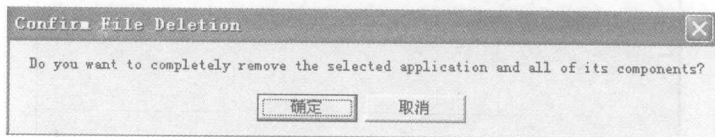


图 1-13 删除确认对话框