



21 世纪高职高专电类系列规划教材

电路CAD教程

主 编 钟国文

副主编 赵 英 贾卫华

华南理工大学出版社



21世纪高职高专电类系列规划教材

电路CAD教程

主 编 钟国文

副主编 赵 英 贾卫华

华南理工大学出版社

·广州·

内 容 简 介

本书详细介绍了 Protel 99 SE 系统的基础知识,原理图元件的制作和管理,电路原理图的设计方法、典型技巧,元件封装的制作和管理,印制电路板设计中的元件布局和印制电路板布线操作,电路仿真功能,以及印制电路板设计的其他软件 PADS Power 5.0。本书采用实例教学的方法,将 Protel 99 SE 的各项指令的功能、具体使用方法、对话框的设置等与实例结合起来讲述,使读者能更容易掌握 Protel 99 SE 的使用方法。

本书可作为电子与信息类、通信技术类、机电类等专业的专业课教材,也可作为其他专业自学或电路设计与制版人员的培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

电路 CAD 教程/钟国文主编. —广州:华南理工大学出版社,2007.8

(21 世纪高职高专电类系列规划教材)

ISBN 978 - 7 - 5623 - 2653 - 3

I . 电… II . 钟… III . 电子电路-电路设计:计算机辅助设计-应用软件,
Protel 99 SE-高等学校:技术学校-教材 IV . TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 127076 号

总 发 行: 华南理工大学出版社 (广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

营销部电话: 020 - 87113487 22236386 87111048(传真)

E-mail: scutc13@scut.edu.cn

<http://www.scutpress.com.cn>

责任编辑: 赵 鑫

印 刷 者: 广州市穗彩印厂

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 15.75 字数: 403 千

版 次: 2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 1~3000 册

定 价: 25.00 元

版权所有 盗版必究

21 世纪高职高专电类系列规划教材

编写委员会

- 顾 问：陈可中（广西大学教授）
熊伟建（广西职业技术学院副院长）
- 主 任：卢勇威（广西职业技术学院）
- 副主任：秦培林（广西机电职业技术学院）
葛仁华（桂林航天工业高等专科学校）
唐冬雷（柳州职业技术学院）
- 编 委 （按姓氏笔画）：
方 明（邕江大学）
韦 抒（广西电力职业技术学院）
李兴富（桂林航天工业高等专科学校）
李崇芬（柳州运输职业技术学院）
陈光会（广西水利电力职业技术学院）
陈铁军（玉林师范学院高职院）
林勇坚（广西机电职业技术学院）
周红锴（桂林工学院南宁分院）
姚旭明（广西电力职业技术学院）
诸小丽（南宁职业技术学院）
凌艺春（广西工业职业技术学院）
陶 权（广西工业职业技术学院）
梁鸿飞（广西电力职业技术学院）

总 策 划：范家巧 潘宜玲

执行策划：毛润政 吴兆强

总序

随着科学技术的发展,电工电子技术的应用越来越广泛,并已渗透到人们日常生活的方方面面。掌握必要的电工电子知识已成为当代大学生特别是理工类大学生必备的素质之一。而电工电子技术的教学一直存在着学时少与内容多、基本内容与新技术、理论教学与实验教学三大矛盾。如何让学生在有限的时间内学到系统而扎实的电类知识,是摆在教育工作者面前的一个重要课题。

高职高专教育是以培养应用型、工艺型人才为目标的一种教育形式,目前正处于一个全新的发展时期,对它的研究也处于探索阶段。作为高职高专教育重要的一环——其教材的编写,需要认真对待和深入研究。

高职高专教材的编写,应在保证一定的理论教学的基础上,注重培养学生的实际动手能力,为社会培养出合格的应用型人才。但是,目前我国高职高专院校之间的教学条件、教学水平、学生层次、发展模式等均不平衡,硬性规定选用统一的“规划教材”、“精品教材”显然有悖科学规律,但每个学校的教材自成体系、“自编自用”则更不现实。那么,在教材的选用和编写过程中,如何既考虑学科的前瞻性,同时又兼顾各个学校发展水平不一的现实情况,是每一位教材编写者必须首先思考的问题。在基本相似的教学背景下,联合各种优秀的教学资源,在一定的地域范围内共同研究和探讨,共同编写有一定地域特色又富有创新性的教材,则不失为一种行之有效的方法。

出于以上考虑,在华南理工大学出版社的组织策划下,我们联合了广西、贵州两省 10 余所高职高专院校共同编写了“21 世纪高职高专电类系列规划教材”。

为了出版一套高质量的“21 世纪高职高专电类系列规划教材”,华南理工大学出版社做了大量的前期组织准备工作。他们邀请了各个参编院校中富有教学经验且负责教学管理的专家、学者担任本系列教材的编委,多次召开编

委会会议，就教材内容的定位、写作的要求、参编人员的要求及组成、主编的落实、写作大纲的确定等事项进行了具体而细致的商讨。在前期准备工作基本就绪的基础上，召开了全体参编人员出版研讨会，讨论每种教材的写作大纲和具体分工。参编人员均为从事高职高专教学工作多年的老师，他们熟知高职高专的教学现状，对未来高职高专的发展方向有深刻的认识和研究。

全体参编人员按照编委会提出的“理论适度、注重实操、切合实际”的编写原则，以高度负责的态度对待教材的出版工作。我相信，“天道酬勤”，经过华南理工大学出版社的精心策划，经过广大作者的辛勤劳动，该套教材会成为一套比较理想的、切合高职高专教学实际的教材。该套教材的出版，对推动高职高专电类专业的教学改革具有积极意义。

高职高专教育正处于一个探索和发展的阶段，我们编写的“21世纪高职高专电类系列规划教材”肯定还存在一些疏漏与不足，我们将依据高职高专发展的趋势，充分把握科学发展的最新动态，不断修订和完善本系列教材。同时，我们也衷心希望使用本套教材的同仁们不吝赐教，更欢迎加入到本系列教材的后续出版工作或修订再版的作者队伍中来，共同促进高职高专人才培养事业的发展。

衷心祝愿本系列教材出版成功。

广西大学教授 陈可中

2007年5月于南宁

前言

Protel 软件是 Protel 公司 (Protel International Limited, 现已更名为 Altium 公司) 开发的功能强大的电子设计自动化 (Electronic Design Automation, EDA) 系列软件, 是目前国内流行的 EDA 通用软件之一。Protel 99 SE 是 Protel 系列产品中功能最完备的版本之一, 其以强大的功能和实用性逐渐获得广大硬件设计人员的青睐, 是电子制造行业的首选设计软件。

全书共 8 章。第 1 章介绍了 Protel 99 SE 系统的基础知识, 第 2 章介绍了原理图元件的制作和管理, 第 3 章和第 4 章详细地介绍了电路原理图的设计方法以及电路原理图设计过程中的典型技巧和高级技术等, 第 5 章介绍了元件封装的制作和管理, 第 6 章介绍了印制电路板设计中的元件布局和印制电路板布线操作, 第 7 章介绍了电路仿真功能, 第 8 章介绍了印制电路板设计的其他软件 PADS Power 5.0。本书以讲解实例为主, 将 Protel 99 SE 的各项指令的功能、具体使用方法、对话框的设置等与实例结合起来讲述, 使读者能更容易掌握 Protel 99 SE 的使用方法, 并通过简单介绍 PADS Power 5.0, 使读者能对其他的印制电路板设计软件有一个粗略的了解和对比。

本书第 1 章和第 5 章由广西机电职业技术学院钟国文编写, 第 2 章由广西职业技术学院卢善勇编写, 第 3 章和第 4 章由广西职业技术学院邓云编写, 第 6 章由广西机电职业技术学院赵英编写, 第 7 章由广西机电职业技术学院周政杰编写, 第 8 章由广西职业技术学院刘东海编写, 附录由广西水利电力职业技术学院贾卫华编写, 全书由钟国文统稿。

本书的特点是全面、实用、条理清晰、通俗易懂, 可作为电子与信息类、通信技术类、机电类等专业的专业课教材, 也可作为其他专业自学或电路设计与制版人员的培训教材使用。

由于编者水平有限, 书中难免存在不当之处, 敬请广大读者批评指正。

编 者

2007 年 7 月

目 录

第1章 Protel 99 SE 基础	(1)
1.1 EDA 技术的概念	(1)
1.2 Protel 99 SE 的特性及发展	(2)
1.3 Protel 99 SE 的使用环境	(2)
1.4 Protel 99 SE 的安装	(3)
1.5 Protel 99 SE 基础	(7)
1.5.1 Protel 99 SE 文件系统	(7)
1.5.2 启动 Protel 99 SE	(8)
1.5.3 创建新的设计数据库文件	(8)
1.5.4 打开已有的设计数据库文件	(10)
1.5.5 启动各种编辑器	(11)
1.5.6 退出 Protel 99 SE	(12)
1.5.7 删除设计文件	(12)
1.5.8 设计数据库文件用户管理	(12)
思考与习题	(16)
第2章 原理图元件库编辑器	(17)
2.1 原理图元件库编辑器概述	(17)
2.1.1 加载原理图元件库编辑器	(17)
2.1.2 原理图元件库编辑器界面简介	(18)
2.1.3 元件绘图工具	(18)
2.2 新元件的创建	(20)
2.3 元件库的管理	(23)
2.3.1 元件管理器	(23)
2.3.2 利用“Tools”菜单管理元件	(25)
2.3.3 查找元件	(26)
思考与习题	(27)
第3章 绘制电路原理图	(28)
3.1 电路原理图设计的一般步骤	(28)
3.2 Protel 99 SE 的电路原理图编辑器	(28)
3.2.1 启动电路原理图编辑器	(28)
3.2.2 主菜单栏	(30)
3.2.3 工具栏	(31)
3.2.4 元件库浏览管理器	(31)
3.2.5 状态栏	(34)

3.3	电路原理图的参数设置	(34)
3.3.1	设置图纸参数	(34)
3.3.2	设置网格及光标	(36)
3.4	放置元件	(37)
3.5	放置电源符号和接地符号	(39)
3.6	元件的布局	(40)
3.6.1	选中元件	(40)
3.6.2	取消选中的元件	(40)
3.6.3	移动元件	(41)
3.6.4	旋转元件	(41)
3.6.5	删除元件	(41)
3.6.6	复制、剪切与粘贴元件	(41)
3.7	连接线路	(42)
3.8	电路原理图设计实例	(46)
	思考与习题	(50)
第4章	电路原理图高级设计	(51)
4.1	层次电路原理图的设计	(51)
4.1.1	自顶向下设计层次电路原理图	(51)
4.1.2	自底向上设计层次电路原理图	(55)
4.2	电路原理图电气规则检查	(55)
4.3	网络表文件的生成	(58)
4.3.1	生成网络表	(58)
4.3.2	网络表格式	(59)
4.4	其他报表文件的生成	(60)
4.4.1	生成引脚列表	(60)
4.4.2	生成元件清单	(60)
4.5	电路原理图的输出	(63)
4.5.1	设置打印机	(63)
4.5.2	打印输出	(65)
	思考与习题	(65)
第5章	元件封装编辑器	(66)
5.1	元件封装概述	(66)
5.2	创建新的元件封装	(68)
5.3	使用向导创建元件封装	(72)
5.4	元件封装库管理	(77)
	思考与习题	(79)
第6章	印制电路板的设计	(80)
6.1	印制电路板概述	(80)
6.2	印制电路板设计流程	(81)
6.3	设置印制电路板的工作层	(83)

6.3.1	工作层的类型	(83)
6.3.2	工作层的设置	(84)
6.4	PCB 编辑器	(89)
6.4.1	PCB 编辑器界面	(89)
6.4.2	工具栏的使用	(92)
6.5	设置 PCB 电路参数	(94)
6.6	PCB 绘图工具	(101)
6.6.1	交互式布线	(102)
6.6.2	绘制连线	(103)
6.6.3	放置焊盘	(103)
6.6.4	放置过孔	(106)
6.6.5	放置字符串	(106)
6.6.6	放置位置坐标	(107)
6.6.7	放置尺寸标注	(108)
6.6.8	放置相对原点	(108)
6.6.9	放置圆弧导线	(109)
6.6.10	放置元件	(111)
6.6.11	放置矩形金属填充	(112)
6.6.12	放置多边形金属填充	(112)
6.7	规划印制电路板	(115)
6.7.1	人工规划印制电路板	(115)
6.7.2	利用制板向导创建和规划 PCB	(116)
6.8	网络表的导入	(123)
6.8.1	导入网络表	(123)
6.8.2	改正导入网络表的错误	(125)
6.8.3	利用同步器更新原理图与 PCB	(126)
6.9	人工布局	(128)
6.9.1	编辑元件封装的属性	(128)
6.9.2	排列元件封装	(130)
6.10	人工布线	(132)
6.10.1	人工布线前的准备工作	(132)
6.10.2	人工布线的基本操作	(135)
6.11	自动布局	(139)
6.11.1	自动布局前的准备工作	(139)
6.11.2	执行自动布局	(143)
6.12	自动布线	(145)
6.12.1	设置自动布线设计规则	(145)
6.12.2	预布线	(153)
6.12.3	执行自动布线	(154)
6.13	设计规则检查	(156)

6.13.1	设置设计规则检查	(156)
6.13.2	清除错误标记	(158)
6.14	各种PCB报表文件生成及输出	(159)
6.14.1	建立引脚文件	(159)
6.14.2	印制电路板信息	(159)
6.14.3	建立网络状态表	(161)
6.14.4	在CAM管理器中建立元件表	(162)
6.14.5	在CAM管理器中建立钻孔文件	(165)
6.14.6	在CAM管理器中建立插置文件	(165)
	思考与习题	(166)
第7章	简单的电路仿真	(167)
7.1	主要的仿真元件	(167)
7.2	SIM 99 中的激励源	(174)
7.3	简单的电路仿真	(177)
7.3.1	仿真流程	(177)
7.3.2	“Simulate”仿真菜单的子菜单项	(178)
7.3.3	电路仿真举例	(183)
	思考与习题	(188)
第8章	PADS Power 5.0 电路设计软件	(189)
8.1	PADS Power 软件简介	(189)
8.2	PowerLogic 的启动界面	(189)
8.3	认识元件库结构及创建新的元件库	(190)
8.3.1	元件及元件库	(190)
8.3.2	建立CAE封装的方法和流程	(192)
8.3.3	建立PCB封装的方法和流程	(196)
8.3.4	建立元件类型的方法和流程	(201)
8.4	绘制原理图	(206)
8.5	PCB设计	(210)
	思考与习题	(215)
附 录		(216)
附录1	Protel 99 SE 常用命令热键	(216)
附录2	电路原理图元件库清单	(217)
附录3	元件封装库清单	(221)
附录4	常用元件图形符号	(223)
附录5	印制电路板封装库注释(Advpcb.LIB)	(234)
附录6	非标准符号与国际符号对照表	(235)
附录7	印制电路板的抗干扰设计	(236)
参考文献		(240)

第 1 章 Protel 99 SE 基础

【学习重点】

Protel 99 SE 的基本功能、特性和应用范围; Protel 99 SE 的产生与发展; Protel 99 SE 主界面的基本操作; Protel 99 SE 设计的基本步骤。

【学习难点】

Protel 99 SE 主界面的基本操作; Protel 99 SE 设计的基本步骤。

Protel 软件是 Protel 公司在 20 世纪 80 年代末推出的电子设计自动化 (Electronic Design Automation, EDA) 软件, 是目前国内流行的 EDA 通用软件之一。它较早就在国内开始使用, 在国内的普及率也较高, 是电子制造行业的首选设计软件。

1.1 EDA 技术的概念

20 世纪 80 年代之前, 大多数图形 (包括地图、平面布置图和工程设计图) 都是在纸上用墨水进行绘制的。80 年代之后, 由于计算机技术的快速发展, 计算机的应用领域越来越广泛, 出现了将人与计算机结合, 以人为主, 以计算机为工具, 对产品和工程进行设计、绘图、分析和编写技术文档等设计活动, 这就是计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD) 技术。CAD 技术主要服务于机械、电子、宇航、建筑、纺织、化工等产品的总体设计、造型设计、结构设计、工艺过程设计等, 而不同的专业所使用的 CAD 软件也不尽相同。借助 CAD 技术对产品或工程的设计, 可以大大缩短设计周期, 提高设计效率, 节省人力物力。

EDA 是电子设计自动化 (Electronic Design Automation) 的缩写, 是从计算机辅助设计 (CAD)、计算机辅助制造 (CAM)、计算机辅助测试 (CAT) 和计算机辅助工程 (CAE) 的概念发展而来的。EDA 技术是指以计算机为工作平台, 融合应用电子技术、计算机技术、信息处理及智能化技术的最新成果, 进行电子产品的自动设计。EDA 技术的出现, 极大地提高了电路设计的效率和可靠性, 利用 EDA 工具, 电子设计师的大量工作可以通过计算机完成, 减轻了设计者的劳动强度。

20 世纪 90 年代, 国际上电子和计算机技术较先进的国家一直在积极探索新的电子电路设计方法, 并在设计方法、工具等方面进行了彻底的变革, 取得了巨大成功。目前, EDA 技术已在各大公司、企事业单位和科研教学部门广泛使用, 包括在机械、电子、通信、航空航天、化工、矿产、生物、医学、军事等各个领域, 都有 EDA 的应用。例如, 本书所介绍的 Protel 99 SE 软件, 就是一个主要针对电子电路原理图的设计、印制电路板的设计和绘制以及电子电路逻辑分析和仿真等, 基于 Windows 平台的 32 位 EDA 设计系统。



1.2 Protel 99 SE 的特性及发展

Protel 99 SE 是一个工作在 Windows 平台上的电子线路设计 EDA 软件, 功能强大, 是一个完整的电子电路原理图和印制电路板电子设计系统。它采用 Client/Server (客户/服务器) 体系结构, 包含了电子电路原理图设计、多层印制电路板设计 (包含印制电路板自动布线)、通用可编程逻辑器件设计、模拟电路与数字电路混合信号仿真及分析、图表生成、电子表格生成、同步设计、联网设计、3D 模拟等功能。它在文档管理上采用设计数据库对文档进行统一管理, 并兼容一些其他设计软件的文件格式, 如 ORCAD、PSPICE、EXCEL 等。

Protel 公司 (Protel International Limited) 于 1985 年推出的第一套 DOS 版本 PCB 设计工具被澳大利亚电子行业广泛接受, 到 1986 年中期, 开始向美国和欧洲出口。

20 世纪 80 年代晚期, 由于 Windows 平台的发展, 越来越多的设计工程师开始使用 Windows 操作系统。因此, Protel 公司于 1991 年发行了世界上第一套基于 Windows 的 PCB 设计系统 Advanced PCB。

1997 年, Protel 公司发布了 Protel 98, 专为 Windows NT 平台构建, 是第一套集成五大功能的工具: 原理图设计、可编程逻辑设备 (PLD) 设计、仿真、印制电路板设计和自动布线等。1999 年, Protel 公司又推出 Protel 99 以及第二次修正版 Protel 99 SE, 进一步增强了设计过程的自动化程度和设计工具的集成程度。Protel 99 SE 是 Protel 公司的第一个涵盖所有电子设计技术范围的完全集成化的设计系统。

2001 年 8 月 6 日, Protel 公司正式更名为 Altium 公司 (Altium Limited)。Altium 公司计划用主要品牌来代表所有产品品牌并为未来的发展提供统一的平台。2002 年, Altium 公司重新推出了 Design Explorer (DXP) 平台。

2005 年年底, Altium 公司推出了 Protel 系列的最新高端版本 Altium Designer 6.0 (AD 6)。Altium Designer 6.0 是业界首例将流程设计、集成化 PCB 设计、可编程器件 (如 FPGA) 设计和基于处理器设计的嵌入式软件开发功能整合在一起的产品, 一种同时进行 PCB 和 FPGA 设计以及嵌入式设计的解决方案。

通常所说的 DXP 是指 DXP 2002 版本, 后来又有 DXP 2004 SP1、SP2、SP3、SP4 几个版本。Altium Designer 是 Altium 公司在推出 DXP 2004 SP3 时改换的名称, 一直到 Altium Designer 6.0。但国内一般将汉化 Protel 软件称为 Protel 2002、2004、2006 等。

1.3 Protel 99 SE 的使用环境

1. Protel 99 SE 使用的硬件环境

为能充分发挥 Protel 99 SE 的强大功能, PC 机的性能越高越好, 软件运行的最低配置为:

- CPU: Pentium 100/166 以上;
- RAM: 16 MB 以上;
- 硬盘: 剩余 1 GB 以上;

- 显示器分辨率: 800×600 (建议使用 1024×768);
- 显示卡: 显存 1 MB 以上。

显示器推荐使用 17" 以上、分辨率不低于 1024×768 , 原因是 17" 显示器的标准分辨率是 1024×768 , 而在分辨率为 800×600 时浏览管理器窗口的下半部分会被截去。

2. Protel 99 SE 使用的软件环境

软件环境主要是指对操作系统的要求, Protel 99 SE 是基于 Windows 平台的 32 位 EDA 设计系统, 建议使用的操作系统为 Windows 98、Windows NT、Windows 2000 和 Windows XP 等。

1.4 Protel 99 SE 的安装

(1) 将 Protel 99 SE 软件安装光盘放入到计算机光盘驱动器中, 或到 Altium 公司网站将 Protel 99 SE 软件免费版本下载到计算机中。

(2) 放入光盘, 可以进行自动安装, 出现欢迎信息窗口 (图 1-1); 也可以在安装文件中找到 "Setup.exe" 可执行文件, 双击进行安装。

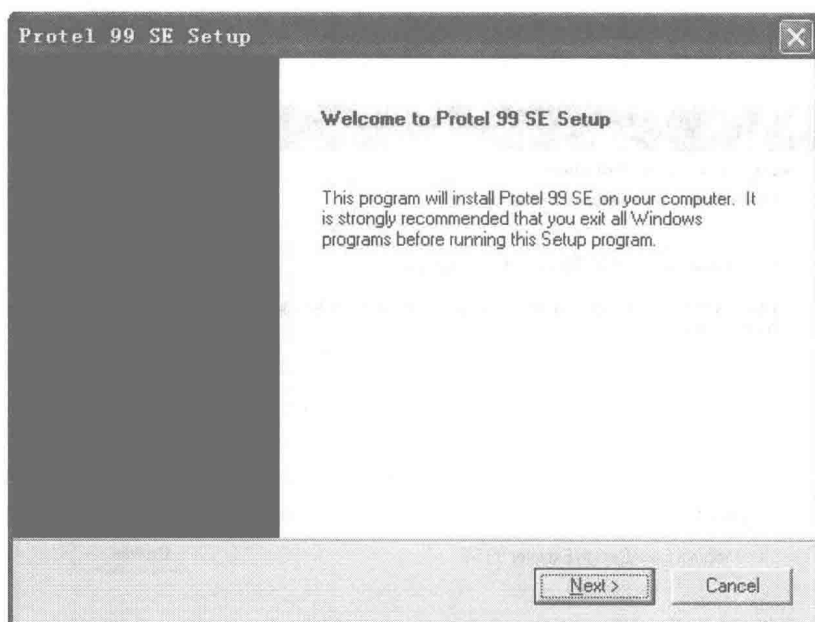


图 1-1 欢迎信息

(3) 单击 "Next" 按钮, 进入用户注册对话框 (图 1-2)。按提示输入用户信息及序列号, 单击 "Next" 按钮。

(4) 选择安装路径 (图 1-3)。默认安装路径为 "C:\Program Files\Design Explorer 99 SE", 也可单击 "Browse" 按钮更改安装路径 (图 1-4)。

(5) 选择好安装路径后单击 "Next" 按钮, 进入选择安装模式对话框 (图 1-5)。一般选择典型安装 (Typical) 模式, 如有其他要求可选择自定义安装 (Custom) 模式。选择 Typical 安装模式后, 单击 "Next" 按钮。

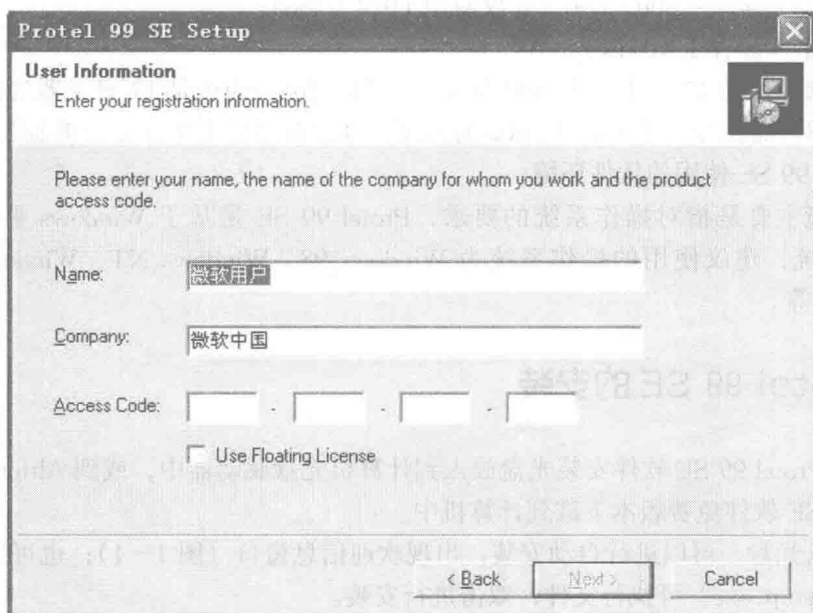


图 1-2 用户注册

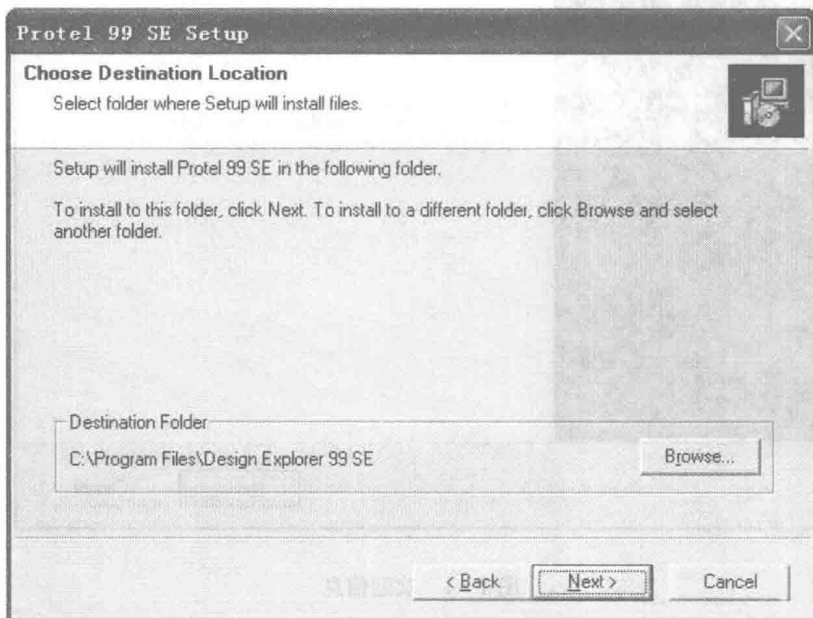


图 1-3 默认安装路径

- (6) 进入设置程序组对话框 (图 1-6), 单击 “Next” 按钮继续。
- (7) 系统开始复制文件安装 (图 1-7)。
- (8) 安装结束后, 单击 “Finish” 按钮完成整个安装过程。

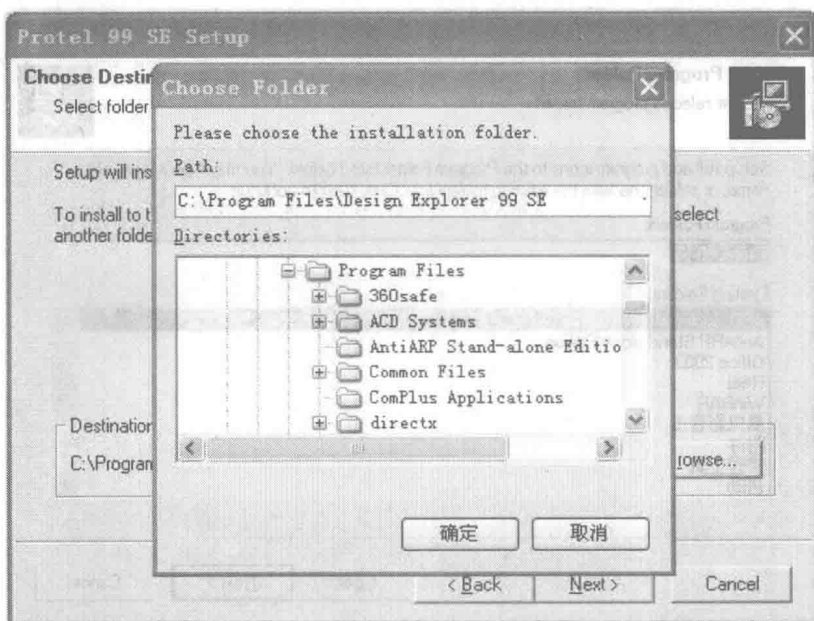


图 1-4 更改安装路径

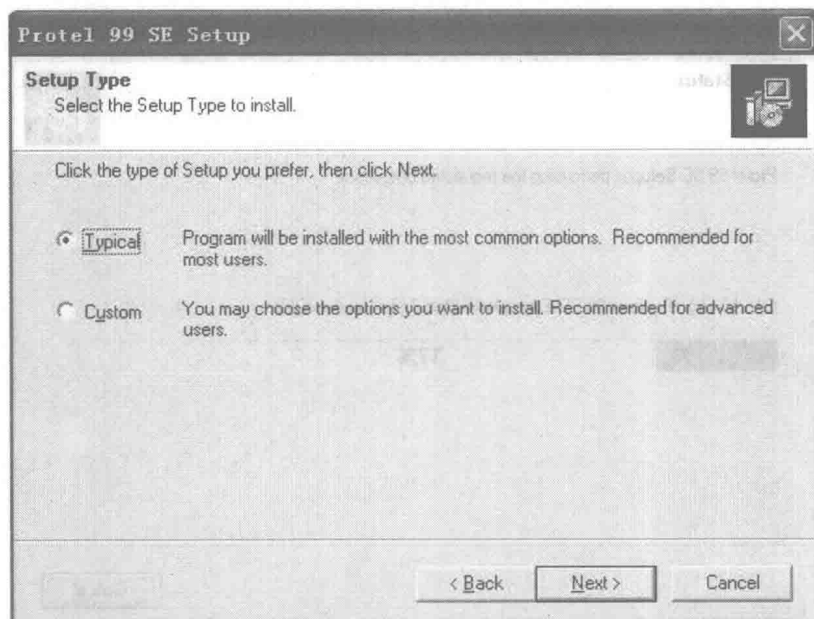


图 1-5 选择安装模式

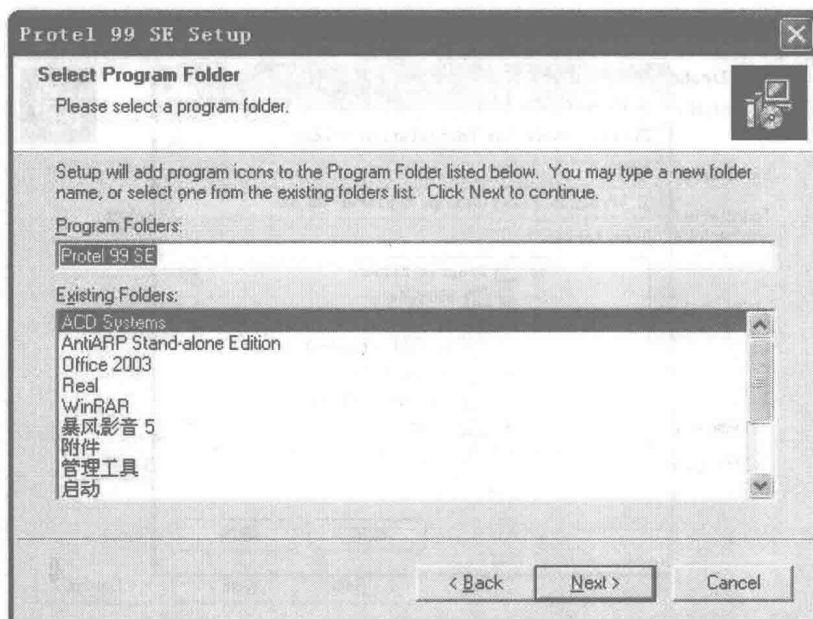


图 1-6 设置程序组

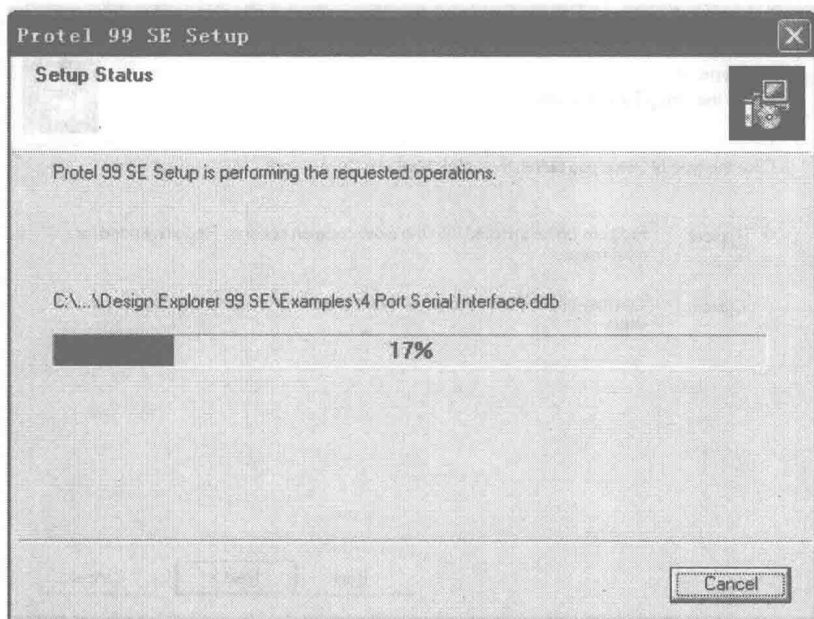


图 1-7 复制文件