

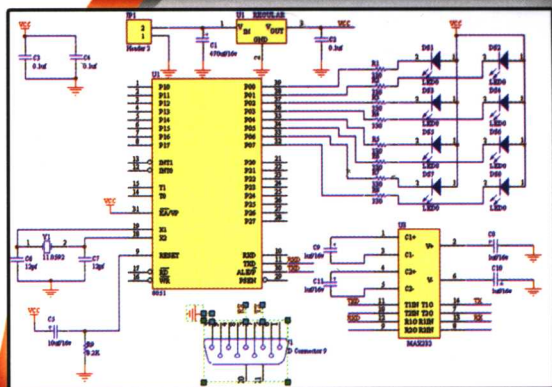
计算机辅助工程系列规划教材

Protel DXP

电路设计与应用

臧铁钢 唐才峰 陈学锋 刘伟俭 编著

- 全面介绍了Protel DXP集成开发系统的操作和使用技巧
- 专门提供了一个应用Protel DXP进行电子线路开发的综合性实例，使读者快速而全面地掌握Protel DXP的精髓
- 可作为大专院校相关专业教材，也可作为广大爱好电路设计人员的培训教材和参考书



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



Protel DXP

电路设计与应用

臧铁钢 唐才峰 陈学锋 刘伟俭 编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

Protel DXP 是 Altium 公司开发的一款功能强大的电路设计自动化软件, 是 Protel 系统软件中的最新版本。

本书面向广大电子工程师、电子专业学生和电子技术爱好者, 从实用的角度出发, 通过实例详细地介绍了 Protel DXP 集成开发环境中进行电路原理图的设计、PCB 印刷电路板的设计、库扩展、电路仿真、可编程逻辑器件 FPGA 设计和 VHDL 语言的应用等广泛的内容。本书不仅在每章内提供了相应的实例, 把系统的各项实例与具体的应用紧密结合在一起, 在第 13 章还专门提供了一个应用 Protel DXP 进行电子线路开发的综合性实例, 使读者能快速而全面地掌握 Protel DXP 的精髓。

本书的特点是技术介绍全面、详实, 讲述通俗易懂, 不仅对初学者, 对于高级用户也有一定的参考价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

Protel DXP 电路设计与应用/臧铁钢等编著. —北京: 中国铁道出版社, 2005. 3

(计算机辅助工程系列规划教材)

ISBN 7-113-06467-1

I. P… II. 臧… III. 印刷电路-计算机辅助设计-应用软件, Protel DXP-高等学校-教材 IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 027355 号

书 名: Protel DXP 电路设计与应用

作 者: 臧铁钢 唐才峰 陈学锋 刘伟俭

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

策划编辑: 严晓舟 商其坤

责任编辑: 苏 茜 秦绪好 王占清

封面制作: 白 雪

印 刷: 北京化工印刷厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21.25 字数: 507 千

版 本: 2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 1~5000 册

书 号: ISBN 7-113-06467-1/TP·1468

定 价: 28.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社计算机图书批销部调换。

前 言

电子设计自动化 EDA (Electronic Design Automation) 技术是电子工程领域的新技术, 对电子技术的发展起了非常大的作用。EDA 技术的深入发展和广泛应用, 带给电子系统设计人员更完善的设计方法、更短的设计周期, 使其产品更具竞争力。对于广大电子类专业的学生而言, EDA 技术的掌握是一项基本技能。

EDA 软件中应用得最为广泛的是 Protel 电子电路设计开发工具, Protel 是世界上第一个以 Windows 操作系统为平台的 EDA 系统, 功能强大, 易学易用, 具有调度集成性和可扩展性。因此, Protel 以前的多个版本在电子工程界得到了广泛的应用。Protel DXP 是澳大利亚 Altium 公司于 2002 年底推出的一个基于 Windows 2000/XP 的第七代 EDA 软件。Protel DXP 与以前的版本相比在功能和稳定性方面都有了很大的提升。例如, Protel DXP 提供了完全集成化的用户界面、更完善的项目管理能力、新的工程分析和验证功能、新的设计输入方法和实现方法、更完善的电路仿真功能等。

本书全面介绍了 Protel DXP 集成开发系统的操作和使用技巧, 详细讲解了电路原理图的设计、PCB 印刷电路板的设计、电路仿真和信号分析, 以及可编程逻辑器件 FPGA 的电路设计和 VHDL 描述语言具体应用等。

本书共分 3 大部分, 共 15 章, 其中:

第 1、2 章简要介绍 Protel DXP 的历史、系统配置要求和安装步骤, 以及系统的界面元素和 Protel DXP 一般的设计流程等。

第 3~6 章介绍了 Protel DXP 原理图设计系统, 包括原理图设计基础、原理图设计界面设置、原理图元件库、层次原理图的设计过程和原理图报表。

第 7~12 章介绍了印刷电路板的基础知识、设计流程和操作环境、元器件封装、PCB 报表等内容。

第 13 章给出了一个完整的 Protel DXP 工程应用的实例。

第 14 章介绍了电路信号仿真的基本步骤、仿真元件库的构造和使用、仿真方式及应用实例。

第 15 章介绍了可编程逻辑电路 FPGA 的设计过程和操作步骤, 并介绍了可编程逻辑电路设计语言 VHDL 的语法及其应用, 还进一步介绍了 Protel DXP 关于可编程逻辑器件的功能扩展。

此外, 本书附录中列出了 Protel DXP 自带的元器件库, 以供读者查询。

本书实例丰富, 在每一部分均结合了工程实践, 特别在第 13 章给出了一个完整的 Protel DXP 工程应用实例。使读者能在阅读完本书后不但能迅速提高印刷电路板设计的理论水平, 还能轻松地掌握 Protel DXP 的具体操作技巧和过程。

本书可作为广大电子电路工程设计人员学 Protel DXP 的学习资料, 也可作为高等院校电子类专业的教材。同时, 由于本书收集的相关设计资料详实, 还可作为高级用户的使用参考手册。

陈学锋参与编写了本书的 1~7 章, 唐才峰参与编写了 8~15 章, 刘伟俭参与编写了 8~15 章的部分内容, 臧铁钢参与了全书的编写与审校。马万太、樊树海、胡细东等积极参与了本书的编辑工作。

由于编者水平有限, 时间仓促, 书中的不足之处在所难免, 敬请广大读者批评指正。

编者

2005 年 3 月于南京航空航天大学

目 录

第 1 部分 设计基础

第 1 章 认识 Protel DXP	1
1-1 Protel DXP 与 EDA 设计	1
1-2 Protel DXP 安装的基本配置	1
1-3 安装 Protel DXP 软件	2
1-4 本书约定	5
1-5 本章小结	5
1-6 习题	5
第 2 章 Protel DXP 电路设计系统	6
2-1 进入 Protel DXP 系统	6
2-1-1 启动 Protel DXP	6
2-1-2 基本界面元素	6
2-2 定制用户工作界面	7
2-2-1 定制 Protel DXP 界面元素	7
2-2-2 设置系统属性	10
2-3 Protel DXP 集成环境	11
2-3-1 Protel DXP 工作界面	11
2-3-2 原理图编辑环境	12
2-3-3 印刷线路板编辑环境	13
2-3-4 信号仿真编辑环境	13
2-3-5 VHDL 语言编辑环境	14
2-3-6 各设计系统之间的切换	14
2-4 Protel DXP 线路板设计一般流程	14
2-4-1 电路原理图设计	14
2-4-2 生成网络表	15
2-4-3 印刷线路板设计	15
2-5 文档管理	15
2-5-1 Protel DXP 设计项目操作	15
2-5-2 Protel DXP 文档的基本操作	17
2-6 本章小结	17
2-7 习题	18

第 2 部分 原理图设计

第 3 章 电路原理图设计	19
---------------------	----

3-1	原理图的设计流程.....	19
3-2	新建原理图及初始化工作.....	20
3-2-1	新建 PCB 项目和原理图.....	20
3-2-2	原理图文件属性设置.....	20
3-2-3	系统参数设置.....	22
3-3	原理图设计环境.....	27
3-3-1	库文件面板.....	27
3-3-2	工具栏及其管理.....	30
3-3-3	导航器面板的显示导航功能.....	33
3-4	放置和编辑元器件.....	36
3-4-1	载入元器件库.....	36
3-4-2	放置元器件.....	40
3-4-3	编辑元器件属性.....	41
3-4-4	选择、取消选择元器件.....	43
3-4-5	复制、剪切、粘贴、删除元器件.....	45
3-4-6	调整元器件位置和方向.....	46
3-5	绘制电路原理图.....	49
3-5-1	绘制网络连线.....	49
3-5-2	绘制总线和总线连接.....	49
3-5-3	放置网络标号.....	50
3-5-4	放置电源端口.....	50
3-5-5	放置原理图图符.....	51
3-5-6	连接各原理图设计端口工具.....	51
3-5-7	Place Off Sheet Connector 工具.....	53
3-5-8	放置网络连接节点.....	53
3-5-9	屏蔽错误诊断工具.....	54
3-5-10	添加布局布线规则工具.....	54
3-5-11	绘制直线段.....	56
3-5-12	绘制多边形.....	56
3-5-13	绘制圆弧.....	57
3-5-14	绘制贝兹曲线.....	58
3-5-15	添加文本说明.....	58
3-5-16	绘制矩形.....	59
3-5-17	插入图片.....	60
3-6	实例.....	60
3-7	打印输出原理图.....	67
3-7-1	打印设置.....	67
3-7-2	打印输出.....	68
3-8	本章小结.....	68
3-9	习题.....	69

第4章 原理图库元件操作.....	70
4-1 原理图元件编辑器.....	70
4-1-1 新建 Sch 元器件库文件	70
4-1-2 编辑 Sch 元件库文件	70
4-1-3 原理图元件库编辑环境	71
4-2 原理图库元件编辑过程.....	74
4-2-1 创建原理图元器件	74
4-2-2 创建分立多功能原理图元器件	80
4-3 编辑原理图库文件.....	82
4-4 产生元件报表.....	84
4-4-1 元件报表	84
4-4-2 元件库报表	84
4-4-3 元件规则检查报表	85
4-5 本章小结.....	86
4-6 习题.....	86
第5章 层次原理图设计.....	87
5-1 层次原理图设计工具.....	87
5-1-1 层次原理图设计简介	87
5-1-2 层次原理图工具操作	88
5-2 层次原理图设计方法.....	91
5-2-1 自上而下的设计方法	91
5-2-2 自下而上的设计方法	94
5-3 层次电路图的管理.....	95
5-4 本章小结.....	97
5-5 习题.....	97
第6章 原理图报表文件.....	98
6-1 项目编译及查错.....	98
6-1-1 设置编译项目选项	98
6-1-2 项目编译	100
6-2 网络表文件.....	101
6-3 层次项目组织列表.....	103
6-4 元器件报表清单.....	103
6-5 交叉参考元件报表.....	105
6-6 端口交叉参考.....	106
6-7 本章小结.....	106
6-8 习题.....	107

第3部分 印刷电路板设计

第7章 认识印刷电路板.....	108
------------------	-----

7-1	印刷电路板的结构.....	108
7-2	印刷电路板板层及板框.....	109
7-2-1	板层	109
7-2-2	板框	110
7-3	印刷电路板上的元器件.....	110
7-4	元器件封装.....	111
7-5	本章小结.....	113
7-6	习题.....	113
第 8 章	印刷电路板设计流程及操作环境.....	114
8-1	印刷电路板的基本设计流程.....	114
8-2	PCB 板设计环境设置	115
8-2-1	编辑窗口介绍	115
8-2-2	编辑区的缩放	115
8-3	创建 PCB 文件	116
8-4	PCB 编辑器放置工具栏	119
8-4-1	绘制交互式铜膜走线	120
8-4-2	绘制单纯铜膜走线	120
8-4-3	放置焊盘	121
8-4-4	放置导孔	123
8-4-5	放置说明字符串	124
8-4-6	放置坐标指示.....	125
8-4-7	放置尺寸标注	125
8-4-8	放置元器件封装	126
8-4-9	绘制圆及圆弧	127
8-4-10	区域填充操作	128
8-4-11	放置线路板铺铜	129
8-4-12	元器件阵列操作	130
8-4-13	放置螺丝孔	131
8-5	PCB 编辑器的编辑功能	131
8-5-1	选择和取消选择功能	131
8-5-2	基本编辑功能	132
8-5-3	移动元器件	133
8-5-4	元器件的对齐操作	133
8-5-5	跳转功能	134
8-6	本章小结.....	135
8-7	习题.....	135
第 9 章	绘制 PCB 板	136
9-1	准备电路原理图和网络表.....	136
9-2	设置工作层面及其颜色.....	137

9-3 设置电路板设计参数.....	138
9-3-1 图面属性参数设置	138
9-3-2 系统参数设置	139
9-4 规划印刷电路板.....	143
9-5 引入网络表.....	144
9-6 元器件布局.....	146
9-6-1 印刷电路板的自动布局	146
9-6-2 印刷电路板的手工布局	149
9-6-3 印刷电路板的半自动布局	150
9-7 PCB 板布局性能评定	151
9-7-1 3D 仿真显示电路板	151
9-7-2 密度分析	152
9-8 电路板布线参数设置.....	153
9-9 自动布线.....	160
9-10 手工布线.....	163
9-10-1 设置布线设计规则	164
9-10-2 手工调整布线的相关技巧	165
9-11 印制电路板设计高级操作.....	166
9-11-1 包地	166
9-11-2 补泪滴	167
9-11-3 铺铜	168
9-12 设计规则检验.....	169
9-13 本章小结.....	170
9-14 习题.....	171
第 10 章 元器件封装库	172
10-1 元器件封装库编辑器.....	172
10-2 手工创建元器件封装.....	173
10-3 利用向导创建元器件封装.....	176
10-4 创建集成元器件库.....	177
10-5 自制元器件封装库常见问题.....	179
10-6 本章小结.....	180
10-7 习题.....	180
第 11 章 生成 PCB 报表和打印 PCB 图	181
11-1 电路板信息报表.....	181
11-2 网络信息报表.....	182
11-3 元器件列表.....	183
11-4 钻孔信息报表.....	185
11-5 打印 PCB 图	186
11-6 本章小结.....	188

11-7 习题.....	188
第 12 章 信号完整性分析.....	189
12-1 设置信号完整性分析的规则参数.....	189
12-2 信号完整性分析与仿真.....	193
12-3 本章小结.....	196
12-4 习题.....	196
第 13 章 电路板设计项目综合实例.....	197
13-1 设计任务.....	197
13-2 确定电路板的电气功能.....	198
13-3 关键电路及元器件选型.....	199
13-3-1 CPU 电路.....	199
13-3-2 轨迹跟踪传感器.....	199
13-3-3 电机驱动.....	199
13-3-4 光源模拟量采样电路.....	200
13-3-5 显示电路图.....	200
13-3-6 其他电路单元.....	201
13-4 创建 PCB 设计项目.....	201
13-4-1 新建 PCB 项目设计文件.....	201
13-4-2 设置环境参数.....	202
13-4-3 创建集成元件库.....	202
13-4-4 绘制原理图.....	202
13-4-5 原理图编译查错.....	203
13-4-6 生成网络表.....	204
13-4-7 原理图最后的编辑工作.....	206
13-4-8 PCB 板设计.....	206
13-5 DRC 设计检查.....	208
13-6 输出元器件列表.....	209
13-7 本章小结.....	209
13-8 习题.....	209

第 4 部分 Protel DXP 功能扩展

第 14 章 Protel DXP 电路仿真技术.....	210
14-1 电路仿真概述和基本步骤.....	210
14-1-1 电路仿真概述.....	210
14-1-2 电路仿真的基本步骤.....	211
14-2 常用元件简介及其仿真参数的设置.....	212
14-2-1 添加仿真元件库.....	212
14-2-2 电阻元件.....	212
14-2-3 电容元件.....	213

14-2-4	电感元件	214
14-2-5	二极管元件	215
14-2-6	三极管元件	215
14-2-7	场效应管元件	216
14-2-8	晶振	217
14-2-9	熔断丝元件	217
14-2-10	继电器	218
14-2-11	互感器	218
14-2-12	节点电压设置元件	219
14-2-13	节点电压初始值设置元件	219
14-3	仿真电源参数的设置	220
14-3-1	直流仿真电源 (Constant(DC) Simulation Sources)	220
14-3-2	交流仿真电源 (Sinusoidal Simulation Sources)	220
14-3-3	周期性脉冲仿真电源 (Periodic Pulse Simulation Sources)	221
14-3-4	指数仿真电源 (Exponential Simulation Sources)	222
14-3-5	调频仿真电源 (Frequency Modulated Simulation Sources)	223
14-3-6	分段线性仿真电源 (Piece-Wise Linear Simulation Sources)	223
14-3-7	非线性受控源 (Non-Linear Dependant Simulation Sources)	224
14-3-8	线性受控源 (Linear Dependant Simulation Sources)	224
14-4	仿真类型的设置	225
14-4-1	通用参数设置	225
14-4-2	仿真点分析 (Operating Point Analysis)	227
14-4-3	瞬态 / 傅里叶分析 (Transient / Fourier Analysis)	227
14-4-4	直流扫描分析 (DC Sweep Analysis)	228
14-4-5	交流小信号分析 (AC Small Signal Analysis)	229
14-4-6	噪声分析 (Noise Analysis)	230
14-4-7	极点-零点分析 (Pole-Zero Analysis)	231
14-4-8	传输性能分析 (Transfer Function Analysis)	232
14-4-9	温度扫描分析 (Temperature Sweep Analysis)	232
14-4-10	参数扫描分析 (Parameter Sweep Analysis)	233
14-4-11	蒙特卡洛分析 (Monte Carlo Analysis)	234
14-5	模拟电路仿真实例	235
14-6	数模混合电路仿真实例	239
14-7	本章小结	246
14-8	习题	246
第 15 章	可编程逻辑电路 PLD/FPGA 设计	248
15-1	可编程逻辑器件概述	248
15-2	Protel DXP 对 FPGA 设计的支持	249
15-2-1	设计工具	249

15-2-2 设计步骤	249
15-3 FPGA 设计实例	250
15-3-1 创建 FPGA 工程项目和原理图文件	250
15-3-2 项目和原理图文件属性设置	251
15-3-3 原理图配置和 EDIF-FPGA 网络表	254
15-4 可编程逻辑电路设计语言 VHDL	257
15-4-1 VHDL 语言概述和基本语法	257
15-4-2 VHDL 和原理图混合设计	274
15-5 Protel DXP 与第三方布线软件的接口	289
15-6 本章小结	291
15-7 习题	291
附录 A Protel DXP 操作快捷键	293
附录 B Protel DXP 各厂商元器件集成库	296
附录 C Protel DXP 常用的 PCB 封装库	321
参考文献	325

第 1 部分 设计基础

第 1 章 认识 Protel DXP

本章介绍了 Protel DXP 在 EDA 设计中的作用及安装、卸载过程。对于已经熟练掌握计算机软件安装相关知识的用户，可以直接跳过本章，进入下一章的学习。

1-1 Protel DXP 与 EDA 设计

随着计算机和信息技术的发展，EDA (Electronic Design Automation, 电子设计自动化) 技术已经代替了传统手工设计和制作印刷电路板的方法，成为现代电子工程领域的一门新技术。EDA 技术的发展和推广极大地推动了电子工业的发展，由此各类 EDA 工具软件也如雨后春笋般地蓬勃发展起来。原理图设计、PCB 设计、电路仿真和 PLD 设计都是 EDA 设计技术中的重要组成部分，而 Altium 公司 (原 Protel Technology 公司) 推出的 Protel DXP 软件全面集成了 EDA 设计这几大技术。而且，Protel DXP 还包含了电路仿真印刷电路板的信号完整性分析、可编程逻辑器件 FPGA 数字电路设计和 VHDL 硬件描述语言的应用。本书对 Protel DXP 的各个模块进行了详细介绍，因此读者可以全面了解和掌握 Protel DXP 设计的各个方面。

Protel 系列软件在国内很早得到了应用，是国内最早的电子设计软件之一。而且也是国内高校中最被普遍应用的 EDA 设计软件，它已经在我国的航天、航空、国防、电子、家电等领域得到了广泛地应用。现在 Altium 公司提供的 Protel DXP 不仅集成了先前版本的优点，而且稳定性更好、图形处理功能更强以及用户界面更加友好，这使得用户能够更加轻松、高效地完成电子线路的设计。

1-2 Protel DXP 安装的基本配置

安装 Protel DXP 时，对系统的要求如下：

- 操作系统：Windows 2000 professional 或者 Windows XP
- CPU：Pentium 4, 1GHz
- RAM：512MB
- 硬盘空间：至少 700MB
- 显示分辨率：1024×768 像素，32 位彩色，32MB 显存

注意上述系统要求只能保证 Protel DXP 能够正常启动,若要获得更加流畅的操作,需要更高的配置,特别是提高系统的 CPU 主频、RAM 和显存容量。

1-3 安装 Protel DXP 软件

Altium 公司在推出 Protel DXP 正式版的同时,用户也可在其网站上下载 Protel DXP 的 30 天试用版本及各种服务包 (Service Packet)。安装 Protel DXP 的正式版本和试用版步骤基本相同,只不过正式版本的安装直接单击插入光盘中的 Setup.exe 文件即可,而试用版本的安装需要到 Protel DXP 公司 <http://www.altium.com/protel/downloads/> 主页上下载 proteldxp_trial_version_withsp2 压缩文件。

下面就以 Protel DXP 试用版本为例详细介绍其安装过程。

(1) 双击下载的文件 proteldxp_trial_version_withsp2.exe,开始解压缩安装文件,此时会弹出如图 1-1 所示的对话框,要求用户输入获取的安装许可密码。

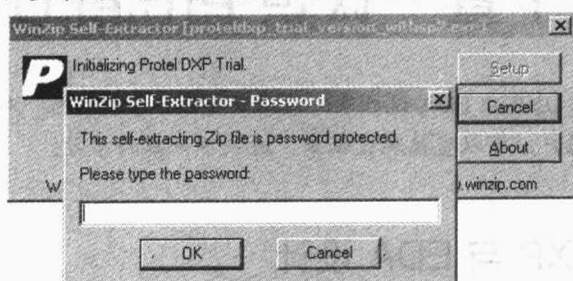


图 1-1 压缩文件解压对话框

(2) 输入安装许可密码后,单击 OK 按钮,开始解压缩安装文件,如图 1-2 所示的对话框。

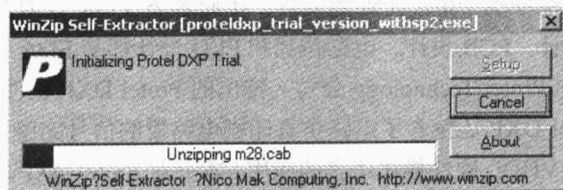


图 1-2 开始解压对话框

(3) 解压缩所有文件后,将自动进入 Protel DXP 的安装向导第一步,如图 1-3 所示。

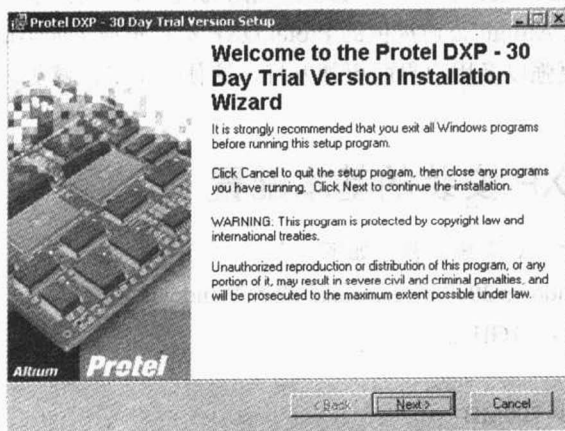


图 1-3 安装向导第一步对话框

(4) 单击 Next 按钮, 进入安装协议许可对话框, 如图 1-4 所示。

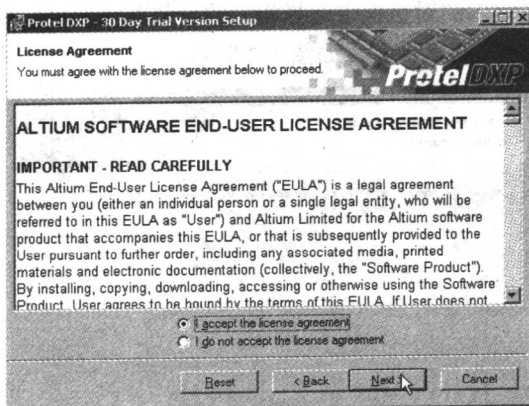


图 1-4 安装协议许可对话框

(5) 单击图 1-4 中的 I accept the license agreement 单选框, 接受安装许可协议, 然后单击 Next 按钮, 进入安装信息输入对话框, 如图 1-5 所示。

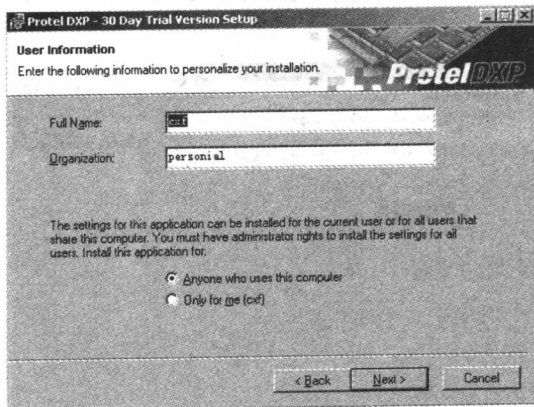


图 1-5 安装向导第三步对话框

(6) 安装进程自动搜索安装信息, 在如图 1-5 所示的对话框中采用默认设置即可, 单击 Next 按钮, 继续设置安装过程, 弹出如图 1-6 所示的安装路径设置对话框。

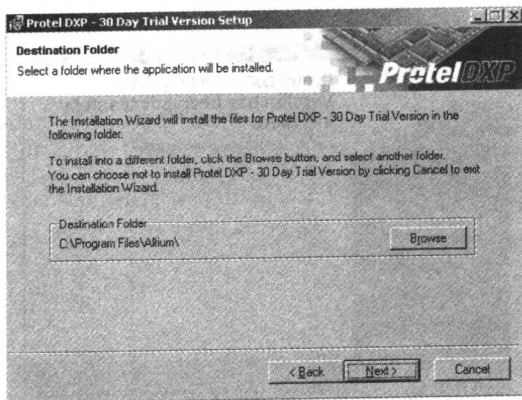


图 1-6 修改安装路径对话框

(7) Protel DXP 的默认安装路径为 C:\Program files\Altium\, 若要改变其安装路径, 单击对话框中的 Browse 按钮, 在弹出的对话框中选择相应的安装路径即可。设定完毕后, 单击 Next 按钮进入 Protel DXP 开始安装确认对话框, 如图 1-7 所示。

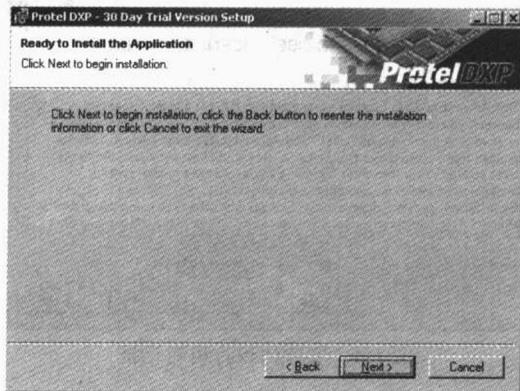


图 1-7 安装向导第五步对话框

(8) 单击图 1-7 中的 Next 按钮, 开始安装 Protel DXP 软件, 如图 1-8 所示的对话框显示了整个安装进程。

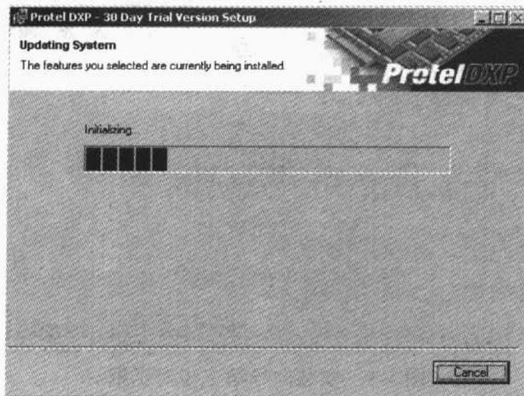


图 1-8 开始安装对话框

(9) 整个安装进程结束后, 弹出如图 1-9 所示的对话框, 单击 Finish 按钮, 确认 Protel DXP 软件安装完毕。



图 1-9 安装完毕确认对话框

1-4 本书约定

Protel DXP 电路设计软件为电路设计人员绘制各种电路图提供了一个方便的平台，和电路设计一样，在 Protel DXP 中绘制电路原理图和对 PCB 线路板进行布局布线也需要按照一定的步骤来完成整个电路项目的设计。为此，本书对其中的关键操作采用一步一步的方法引导读者完成整个过程的操作。在遇到需要着重向读者说明一些情况的时候，采用以“注意”开头的黑体字说明，以引起读者重视。

1-5 本章小结

本章主要介绍了 Protel DXP 的安装过程，只有完整地安装 Protel DXP 设计软件，才能进入后面章节的设计环节。

1-6 习题

1. 熟悉 Protel DXP 的安装过程。
2. 访问 Protel 公司的网站主页，充分利用网络资源。