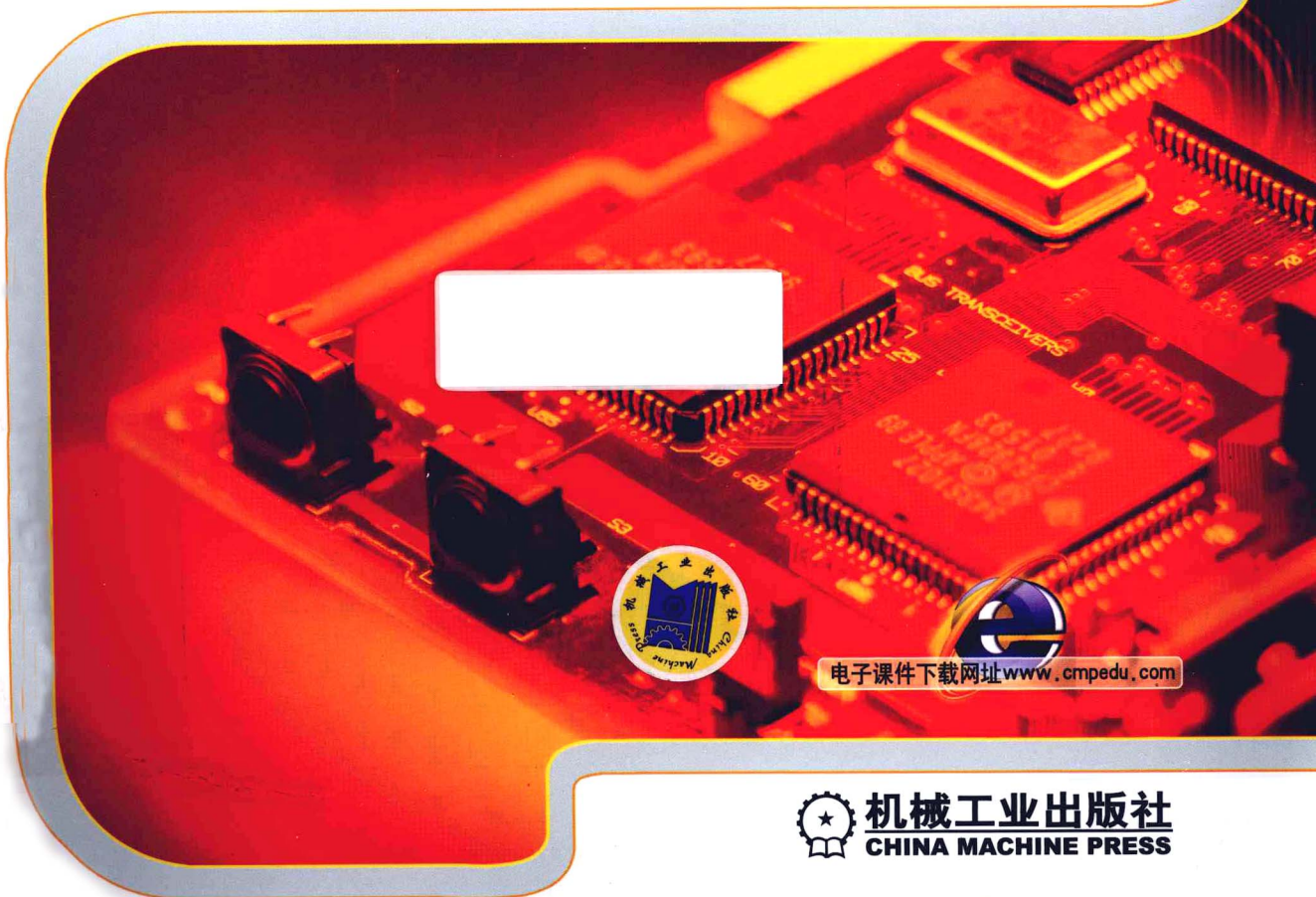




全国高等职业教育规划教材

Protel DXP 2004 SP2 印制电路板设计实用教程 第2版

主编 陈兆梅



电子课件下载网址 www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材

Protel DXP 2004 SP2 印制电路板 设计实用教程

第2版

主 编 陈兆梅
副主编 李春鹏
参 编 李茂松 王然升 赵思成
主 审 马桂婷



机械工业出版社

Protel DXP 2004 SP2 是目前国内使用最广泛的 EDA 软件之一。本书介绍了使用 Protel DXP 2004 SP2 进行印制电路板设计应具备的基础知识,包括原理图设计、印制电路板设计、集成库的创建以及仿真技术。本书充分考虑了高职高专学生的知识结构,以培养学生正确的设计思路、提高学生解决实际问题的能力为目标,合理选择内容和案例,安排了 20 个针对性很强的“上机与指导”内容。

本书可作为高等职业院校电子类、电气类、通信类各专业学生的教材,也可以供职业技术教育、技术培训及从事电子产品设计与开发的工程人员参考。

本书配套授课电子教案,需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册、审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ: 1239258369, 电话: 010 - 88379739)。

图书在版编目(CIP)数据

Protel DXP 2004 SP2 印制电路板设计实用教程/陈兆梅主编. —2 版. —北京:机械工业出版社, 2012. 7

全国高等职业教育规划教材

ISBN 978 - 7 - 111 - 38302 - 4

I. ① P… II. ① 陈… III. ① 印制电路 - 计算机辅助设计 - 应用软件 - 高等职业教育 - 教材 IV. ① TN410. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 091720 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 王 颖

责任印制: 乔 宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2012 年 8 月第 2 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 16. 5 印张 · 404 千字

0001 - 3000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 38302 - 4

定价: 35. 00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社 服 务 中 心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销 售 二 部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

全国高等职业教育规划教材 电子类专业编委会成员名单

主 任	曹建林					
副 主 任	张中洲	张福强	董维佳	俞 宁	杨元挺	任德齐
	华永平	吴元凯	蒋蒙安	祖 炬	梁永生	
委 员	(按姓氏笔画排序)					
	尹立贤	王用伦	王树忠	王新新	邓 红	任艳君
	刘 松	刘 勇	华天京	吉雪峰	孙学耕	孙津平
	朱咏梅	朱晓红	齐 虹	张静之	李菊芳	杨打生
	杨国华	汪赵强	陈子聪	陈必群	陈晓文	季顺宁
	罗厚军	姚建永	钮文良	聂开俊	袁 勇	袁启昌
	郭 勇	郭 兵	郭雄艺	高 健	崔金辉	曹 毅
	章大钧	黄永定	曾晓宏	蔡建军	谭克清	
秘 书 长	胡毓坚					
副秘书长	戴红霞					

出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国近 60 所高等职业院校的骨干教师对在 2001 年出版的“面向 21 世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补,并更名为“全国高等职业教育规划教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师,针对相关专业的课程设置,融合教学中的实践经验,同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的,具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价,并有多品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中,除了保持原有特色外,针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中,核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时,根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来,本系列教材具有以下特点:

- 1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- 2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度,强调专业技术应用能力的训练,适当增加实训环节。
- 3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述要容易理解、清晰简洁,多用图表来表达信息;增加相关技术在生产中的应用实例,引导学生主动学习。
- 4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新,及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念,并积极支持新专业的教材建设。
- 5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

电子设计自动化(EDA)技术的基本思想是借助于计算机,在EDA软件平台上完成电子产品的电路设计、仿真分析以及印制电路板设计的全过程。熟练使用EDA工具进行设计是电子工程人员的必备技能。

Altium公司的Protel DXP 2004 SP2将所有的设计工具集成于一身,从最初的项目模块规划到最终形成生产数据都可以通过Protel DXP 2004 SP2实现。Protel DXP 2004 SP2功能齐全,体系庞大,是EDA设计的综合平台,本书定位于它的基础与低端应用。本书的目的是帮助学生了解Protel DXP 2004 SP2软件的功能,并快速掌握该软件的基本使用方法和技巧。

本书改版后具有以下特点:

1)以学生在电工基础、低频电子线路、数字电子线路和单片机学习中接触到的电路为案例,使学生切实理解软件中各菜单和工具的作用以及相关操作。

2)以引导学生建立正确的作图思路为目的,根据案例的需要介绍菜单和工具的使用。在相应的章节最后列出常用操作,以方便学生查阅。

3)先讲软件的基本使用,包括原理图和印制电路板的制作,再讲原理图库和封装方式库的制作,让学生先学会用,再学会做,最后是设计进阶。内容由简单到复杂,配合案例难度的逐步提高,逐渐深化学生对软件的理解。

4)根据前版教材使用过程中学生的学习情况,结合目前高职教学中广泛推广的基于工作过程的教学方法,再版重新改写并添加了上机与指导,使之更具有指导性,更方便教师使用和学生学习。本书第2版对每一个上机与指导都做了明确的能力要求,并配以提高内容,既保证大多数学生掌握必需的实践操作技能,又兼顾水平较高的学生的提高要求。

根据编者上机指导经验,汇总学生学习以及实验过程中出现的各种问题,对于大多数上机与指导,增加了关键问题点拨这一内容,帮助学生快速准确地定位自己的错误,自行进行修改。

在教学安排上,本课程可采用学期分散授课方式和集中时间授课方式,参考学时为64学时,其中授课24学时,实验40学时。授课方式建议采用机房现场授课。

本书第2、3、7章及附录由陈兆梅编写,第4章由李茂松编写,第5、6章由王然升编写,第1、8章由李春鹏编写,第9章由赵思成编写。全书由陈兆梅统稿,马桂婷主审。

软件中原理图符号采用IEEE标准绘制,与目前国内流行的电子电路教材中的国标符号有诸多不一致的地方,为了方便读者阅读,在本书编写的过程中,对部分案例中常用的元器件符号已经按照国标作了修改,如二极管、电位器等,而集成运放符号和逻辑门电路符号则使用软件中的符号。书中所用部分元器件的文字符号采用了软件默认的文字符号,例如晶体管等,软件中的图形符号以及文字符号与国标的对比,在附录中列出,请读者参考。

编 著

目 录

出版说明

前言

第 1 章 Protel DXP 2004 SP2 概述	1
1.1 软件简介	1
1.1.1 软件发展历史	1
1.1.2 软件新特性	2
1.2 软件安装的系统配置要求、软件安装及运行	2
1.2.1 软件安装的系统配置要求	2
1.2.2 软件安装及运行	3
1.3 文档组织结构与文档管理	6
1.3.1 文档组织结构	6
1.3.2 文档创建	7
1.3.3 文档保存	7
1.4 习题	8
第 2 章 原理图制作基础	9
2.1 制作第一个原理图——单管共射放大电路	9
2.1.1 新建原理图文件	9
2.1.2 工作界面与图样的设置	12
2.1.3 元器件库的加载和使用	14
2.1.4 单管共射放大电路的制作	16
2.1.5 上机与指导 1	18
2.2 图形对象的放置和属性修改	19
2.2.1 元器件的放置和属性修改	19
2.2.2 导线的放置和属性修改	21
2.2.3 手工节点的放置和属性修改	22
2.2.4 电源端口的放置和属性修改	23
2.2.5 文本的放置和属性修改	23
2.2.6 文本框架的放置和属性修改	24
2.2.7 上机与指导 2	25
2.3 网络表	28
2.3.1 元器件封装方式的添加	29
2.3.2 网络的概念及网络表的生成	29
2.3.3 上机与指导 3	32
2.4 多单元元器件的使用——半加器电路的制作	37
2.4.1 多单元元器件的放置	37
2.4.2 半加器电路的制作	38
2.4.3 上机与指导 4	40

2.5	原理图的常用操作	43
2.5.1	菜单	43
2.5.2	工具条	48
2.6	习题	52
第3章	印制电路板制作基础	53
3.1	准备知识	53
3.1.1	印制电路板简介	53
3.1.2	印制电路板的布局原则	54
3.1.3	印制电路板的布线原则	55
3.1.4	PCB 的抗干扰措施	56
3.1.5	元器件实物、符号及其封装方式的识别	57
3.1.6	插孔式元器件和表面封装元器件的识别	58
3.2	手工布线制作单面板	59
3.2.1	案例准备	59
3.2.2	PCB 界面介绍、基本设置以及层的知识	60
3.2.3	将原理图内容同步到 PCB	65
3.2.4	元器件布局	67
3.2.5	手工布线	72
3.2.6	上机与指导 5	75
3.2.7	上机与指导 6	76
3.3	自动布线制作单面板	77
3.3.1	案例准备	78
3.3.2	画禁止布线区	79
3.3.3	布线设置	80
3.3.4	自动布线	84
3.3.5	PCB 的 3D 展示	85
3.3.6	上机与指导 7	86
3.4	自动布线制作双面板	87
3.4.1	案例准备	88
3.4.2	利用向导创建 PCB 文件	88
3.4.3	将原理图内容同步到 PCB	94
3.4.4	布线设置	95
3.4.5	自动布线	96
3.4.6	PCB 的 3D 展示	96
3.4.7	上机与指导 8	97
3.5	印制电路板的常用操作	98
3.5.1	菜单	98
3.5.2	工具条	102
3.6	习题	105

第4章 原理图元器件的制作	106
4.1 原理图元器件编辑器	106
4.1.1 打开成品库文件	106
4.1.2 新建原理图元器件库文件	108
4.2 分立元器件的制作	110
4.2.1 制作准备	110
4.2.2 分析成品库内的电阻	110
4.2.3 网格设置	112
4.2.4 电阻符号的制作过程	113
4.2.5 上机与指导 9	113
4.3 多单元元器件的制作	114
4.3.1 制作准备	114
4.3.2 分析成品库内的 MC74HC00AN	114
4.3.3 MC74HC00AN 的制作过程	117
4.3.4 上机与指导 10	119
4.4 原理图元器件常用操作	120
4.4.1 菜单	120
4.4.2 工具条	121
4.5 习题	123
第5章 封装方式库的制作	124
5.1 手工制作元器件的封装方式	124
5.1.1 封装方式编辑器	124
5.1.2 手工制作封装方式的过程	126
5.1.3 上机与指导 11	128
5.2 利用向导制作封装方式	129
5.2.1 制作过程	129
5.2.2 上机与指导 12	132
5.3 封装方式库的常用操作	133
5.3.1 菜单	134
5.3.2 工具条	134
5.4 习题	135
第6章 集成库的生成和维护	136
6.1 集成库的生成	136
6.1.1 集成库简介	136
6.1.2 集成库的加载与卸载	136
6.1.3 元器件搜索	138
6.1.4 生成集成库	139
6.2 集成库的维护	142
6.3 上机与指导 13	143

6.4 习题	144
第7章 原理图与印制电路板进阶	145
7.1 原理图进阶	145
7.1.1 原理图的电连接性	145
7.1.2 上机与指导 14	158
7.1.3 总线的使用	163
7.1.4 上机与指导 15	165
7.1.5 原理图图形对象的属性修改技巧	167
7.1.6 原理图与 PCB 之间的交叉追踪	173
7.1.7 元器件自动编号	176
7.1.8 在原理图上预置 PCB 设计规则	182
7.1.9 原理图编译与电气规则检查	184
7.1.10 上机与指导 16	187
7.2 印制电路板进阶	189
7.2.1 元器件布局	190
7.2.2 布线	195
7.2.3 制作 PCB 的后期处理	198
7.2.4 设计规则的检查	202
7.2.5 PCB 面板	204
7.3 PCB 工程报表输出	205
7.3.1 元器件采购清单	205
7.3.2 光绘文件和钻孔文件	206
7.3.3 装配文件	209
7.3.4 上机与指导 17	209
7.4 习题	212
第8章 仿真	213
8.1 仿真的意义及类型	213
8.1.1 仿真的意义	213
8.1.2 仿真类型	213
8.2 仿真举例	214
8.2.1 静态工作点分析、瞬态分析和傅里叶分析	215
8.2.2 上机与指导 18	225
8.2.3 参数扫描	227
8.2.4 交流小信号分析	229
8.2.5 DC 扫描	231
8.2.6 上机与指导 19	233
8.3 仿真常见错误	236
8.3.1 仿真常见错误案例分析	236
8.3.2 上机与指导 20	237

8.4 习题	239
第9章 印制电路板综合设计	240
9.1 设计印制电路板的总体思路	240
9.2 BTL 功放电路的印制电路板设计	240
9.2.1 资料分析	243
9.2.2 制作过程	244
9.2.3 电气规则检查	246
9.2.4 报表输出、装配图以及光绘文件输出	247
附录.....	250
附录 A 软件中的符号与国标符号对照表	250
附录 B 书中所用文字符号与国标文字符号对照表	250
参考文献.....	251

第 1 章 Protel DXP 2004 SP2 概述

本章要点

- 软件发展历史
- 软件基本功能
- 软件系统配置要求及其运行
- 文档组织结构与文档管理

1.1 软件简介

在电子行业，借助 Protel、PADS、Power-Logic、PowerPCB、OrCAD 等计算机软件对产品进行设计已经成为一种趋势，熟练使用这类工具软件可以极大地提高设计产品的质量与工程人员的设计效率。

与其他同类电子设计自动化（Electronic Design Automation，EDA）软件相比，Protel 功能相对完善、容易学习和掌握、使用方便、资料丰富，是目前国内使用最广泛的软件之一。

1.1.1 软件发展历史

Altium 的前身为 Protel 国际有限公司。该公司创建于 1985 年，致力于开发基于个人计算机的、为印制电路板（PCB）设计提供辅助的软件。随着 PCB 设计软件包的成功，Altium 公司不断改进其产品的功能，包括原理图输入、PCB 自动布线和自动 PCB 器件布局软件。

1991 年，Altium 公司发布了世界上第一个基于 Windows 的 PCB 设计系统，即 Advanced PCB。

1997 年，Altium 公司认识到越来越需要把所有核心 EDA 软件工具集中到一个集成软件包中，从而实现从设计概念到生产的无缝集成。因此，Altium 发布了专为 Windows NT 平台构建的 Protel 98，这是首次将所有 5 种核心 EDA 工具集成于一体的产品，这 5 种核心 EDA 工具包括原理图输入、可编程逻辑器件（PLD）设计、仿真、板卡设计和自动布线。随后在 1999 年 Altium 公司又发布了 Protel 99 和 Protel 99 SE，这些版本提供了更高的设计流程自动化程度，进一步集成了各种设计工具，并引进了“设计浏览器”平台。设计浏览器平台允许对电子设计的各方面（包括设计工具、文档管理、器件库等）进行无缝集成，它是 Altium 建立涵盖所有电子设计技术的完全集成化设计系统理念的起点。

2002 年，Altium 公司重新设计了设计浏览器（Design Explorer，DXP）平台，并发布第一个在新 DXP 平台上使用的产品 Protel DXP。Protel DXP 是 EDA 行业内第一个可以在单个应用程序中完成整个板级设计处理的工具。随后，Altium 陆续发布了 DXP 2004 SP1、SP2、SP3、SP4 等产品服务包，进一步完善了软件功能，并提供了对多语言的支持。

目前，Altium 公司开发的 EDA 软件的最新版本是 Altium Designer 6。Altium Designer 6 是业界首例将设计流程、集成化 PCB 设计、可编程器件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，是一种能同时进行 PCB 和现场可编程门阵列（Field Programmable Gate Array, FPGA）设计以及嵌入式设计的解决方案，具有将设计方案从概念转变为最终成品所需的全部功能，属于 EDA 设计的高端产品，系统配置要求较高。

1.1.2 软件新特性

从 Protel 98 版本开始，Protel 系列电子线路设计辅助软件都具备了电路设计的基本功能，即原理图设计、原理图元器件设计、印制电路板设计、封装方式设计和仿真，并且用户界面友好。除了操作界面有所区别外，各版本的操作方法大同小异。本书以 DXP 2004 SP2 为参考介绍软件的使用。

与以往软件相比，Protel DXP 2004 SP2 具有如下新特性：

1) Protel DXP 提供丰富和全面的集成环境，全面支持 PCB 和 FPGA 项目设计。

2) Protel DXP 采用集成的方式管理元器件库，把每个元器件的原理图符号和 PCB 封装、通用模/数电路仿真器（Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis, SPICE）模型以及信号完整性模型连接在一起，极大减少了用户的工作量。同时软件提供了强大的库元器件查询功能。

3) Protel DXP 是规则驱动的板图编辑环境，使用户对板图设计全部细节都能充分控制。通过详尽、全面的设计规则定义可以为板图设计符合实际要求提供保证。Protel DXP 采用了最新的 Situs 布线技术，通过生成拓扑路径图的方式，来解决自动布线时遇到的困难。Situs 布线有很高的布通率，接近于人工布线的效果。

1.2 软件安装的系统配置要求、软件安装及运行

1.2.1 软件安装的系统配置要求

1. 推荐的最佳系统要求

- Windows XP（专业版或家用版）
- 3 GHz 奔腾 4 处理器或同等性能
- 1 GB 的 RAM
- 2 GB 的硬盘空间（安装 + 用户文件）
- 分辨率为 1280 × 1024 像素的双显示器，32 位彩色、64 MB 图形卡

2. 对系统配置的最低要求

- Windows 2000 专业版 SP2
- 1.8 GHz 处理器
- 1 GB 的 RAM
- 2 GB 的硬盘空间（安装 + 用户文件）
- 分辨率为 1280 × 1024 像素的主显示器，最低屏幕分辨率为 1024 × 768 像素、32 位彩色、32 MB 图形卡的从显示器

以上配置来源于 Protel 开发商 Altium 公司的软件使用说明。事实上，一般用户的计算机配置达不到这样的要求。但按如下配置，Protel DXP 2004 SP2 软件也可正常运行。

- Windows 2000 专业版 SP2 或 Windows XP

- 1.8 GHz 处理器
- 512 MB 的 RAM
- 2 GB 硬盘空间（安装 + 用户文件）
- 分辨率为 1024 × 768 像素的显示器，32 位彩色、32 MB 图形卡

1.2.2 软件安装及运行

在 DXP 2004 SP2 源文件所在路径下（CD-ROM 或硬盘），找到 Setup.exe 图标，然后按照安装向导的提示，逐步操作，完成安装。

1) 双击 Setup.exe 图标，弹出如图 1-1 所示的安装向导开始界面，开始进行安装。



图 1-1 “安装向导开始” 界面

2) 单击“Next”按钮，弹出如图 1-2 所示对话框，要求用户选择是否接受软件使用协议，选中“I accept the license agreement”（我接受协议）选项。

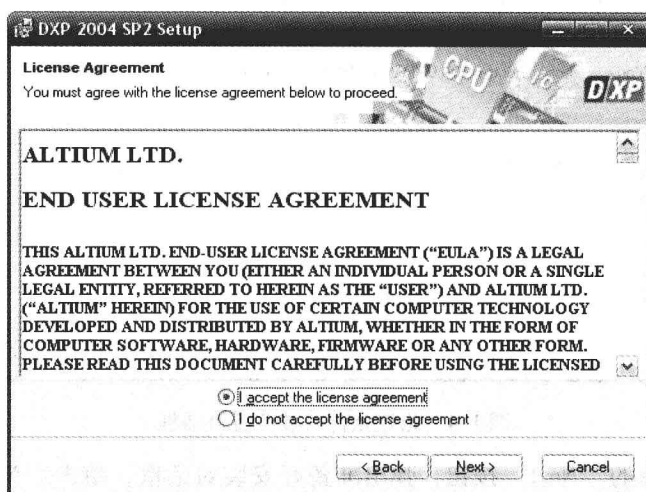


图 1-2 “是否接受软件使用协议” 对话框

3) 单击“Next”按钮，弹出如图 1-3 所示的用户信息对话框，填入用户名，并限定软件使用权限。

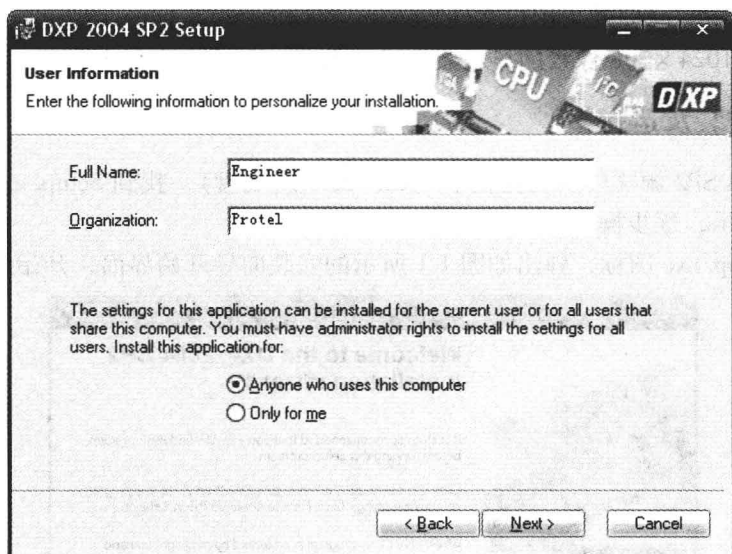


图 1-3 用户信息对话框

4) 单击“Next”按钮，弹出如图 1-4 所示的指定软件安装位置对话框：单击“Browse”按钮，在随后弹出的如图 1-5 所示的对话框中，指定软件安装的位置，本例指定 D:\Program Files\Altium2004 SP2\。选择好路径后，返回到安装向导中。

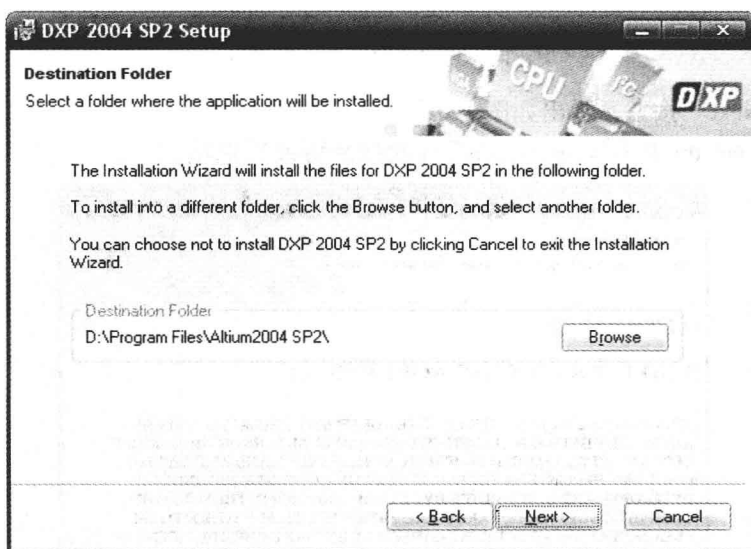


图 1-4 指定软件安装位置对话框

5) 单击图 1-4 中的“Next”按钮，弹出准备好安装对话框，单击“Next”按钮，弹出如图 1-6 所示的“安装进度显示”对话框。在安装过程中，随时可以单击“Cancel”按钮，取消程序的安装。安装完成后，将弹出如图 1-7 所示的对话框，提示安装已经完成。

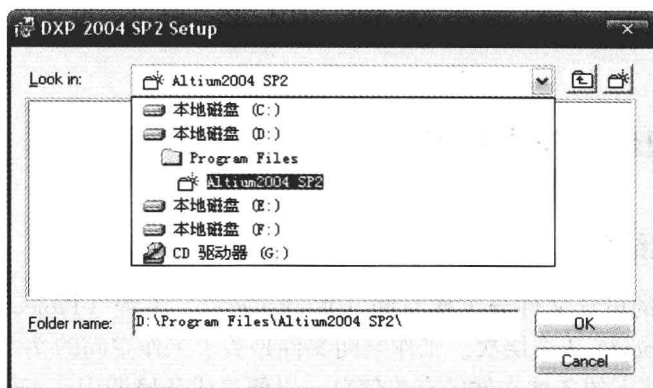


图 1-5 指定软件安装的位置

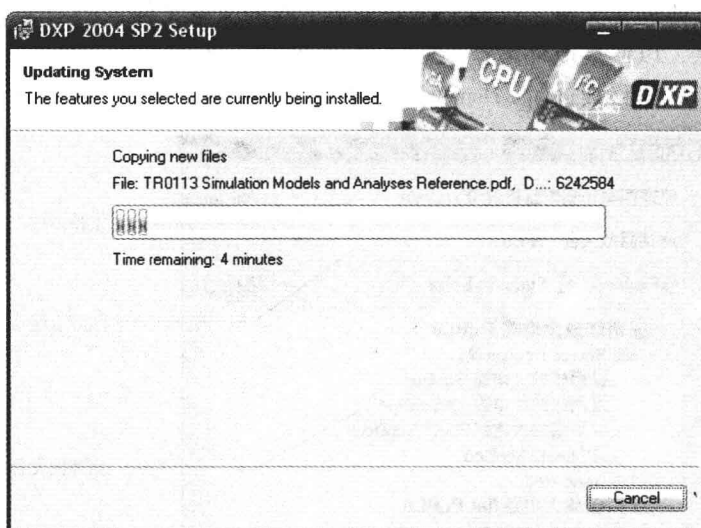


图 1-6 安装进度显示



图 1-7 提示安装已经完成

6) 从 Windows 的“开始”菜单运行 DXP 2004 SP2，经过许可认证后（安装 License），软件方可正常使用。

1.3 文档组织结构与文档管理

1.3.1 文档组织结构

DXP 2004 SP2 的设计文件分工作空间（Workspace）、工程（Project）和含有具体设计内容的文件（Document）3 个层次。工作空间文件是关于工作空间的文本文件，它起着链接的作用，记录它管辖下的各种文件的有关信息，以便集成环境调用。工作空间可以包含多个工程，工程分为 PCB 工程、FPGA 工程、Integrated Library 工程等；在不同的工程中又包含着其相应的各种具体内容文件。工程文件是关于工程的文本文件，记录属于它的各种文件及各种相关链接信息，以便集成环境调用。本书重点介绍 PCB 工程。图 1-8 所示的文档组织结构为原理图与印制电路板进阶 .DsnWrk 工作空间（见第 7 章）所包含的内容。

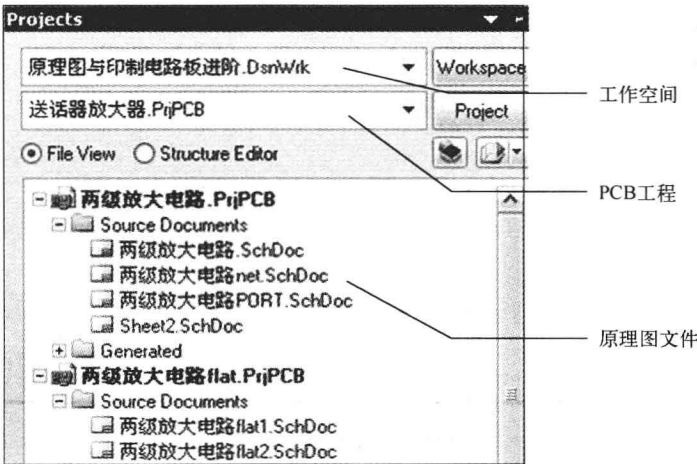


图 1-8 文档的组织结构

本书使用的主要设计文件扩展名一览表如表 1-1 所示。

表 1-1 本书使用的主要设计文件扩展名一览表

设计文件	扩展名
工作空间	.DsnWrk
PCB 工程	.PrjPCB
原理图文件	.SchDoc
PCB 文件	.PcbDoc
原理图元器件库文件	.SchLib
封装方式库文件	.PcbLib
集成库文件	.IntLib