

21
世纪

高等学校计算机应用型本科规划教材精选



Protel DXP

电路设计与应用教程



赵辉 渠丽岩 主编



清华大学出版社

21 世纪高等学校计算机应用型本科规划教材精选

Protel DXP 电路设计与应用教程

赵 辉 渠丽岩 主编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

Protel DXP 是应用最广泛的电子线路设计软件,具有使用简单、易于学习、功能强大等优点。本书以 Protel DXP 英文版为基础,以应用型人才培养为目标,结合相关专业课程,从实用角度出发,通过典型实例系统地介绍电路原理图的设计、电路原理图仿真以及印制电路板的设计方法。

本书的主要内容有 Protel DXP 的基础知识、电路原理图的设计、层次原理图的设计、创建原理图元件、电路原理图仿真、印制电路板的设计和创建元件封装等。全书内容详实、语言简练、图文并茂、实例丰富,为便于读者轻松掌握电路设计的方法和技巧,每章后还附上上机练习题,便于读者练习。

本书面向普通高等院校电气与电子信息类、计算机及相关专业本科学生,也可作为电子线路设计工作者的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Protel DXP 电路设计与应用教程/赵辉,渠丽岩主编. —北京:清华大学出版社,2011. 1

(21 世纪高等学校计算机应用型本科规划教材精选)

ISBN 978-7-302-23043-4

I. ①P… II. ①赵… ②渠… III. ①印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel DXP—高等学校—教材 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 113416 号

责任编辑:索 梅 薛 阳

责任校对:焦丽丽

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954, jsjjc@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:16 字 数:384 千字

版 次:2011 年 1 月第 1 版 印 次:2011 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:26.00 元

产品编号:037210-01

21 世纪高等学校计算机应用型本科规划教材精选

编写委员会成员

(按姓氏笔画)

王慧芳	朱耀庭	孙富元
高福成	常守金	



序

PREFACE

“教

育部、财政部关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见”(教高[2007]1号)指出:“提高高等教育质量,既是高等教育自身发展规律的需要,也是办好让人民满意的高等教育、提高学生就业能力和创业能力的需要”,特别强调“学生的实践能力和创新精神亟待加强”。同时要求将教材建设作为质量工程的重要建设内容之一,加强新教材和立体化教材的建设;鼓励教师编写新教材,为广大教师和学生提供优质教育资源。

“21世纪高等学校计算机应用型本科规划教材精选”就是在实施教育部质量工程的背景下,在清华大学出版社的大力支持下,面向应用型本科的教学需要,旨在建设一套突出应用能力培养的系列化、立体化教材。该系列教材包括各专业计算机公共基础课教材;包括计算机类专业,如计算机应用、软件工程、网络工程、数字媒体、数字影视动画、电子商务、信息管理等专业方向的计算机基础课、专业核心课、专业方向课和实践教学的教材。

应用型本科人才教育重点面向应用、兼顾继续深造,力求将学生培养成为既具有较全面的理论基础和专业基础,同时也熟练掌握专业技能的人才。因此,本系列教材吸纳了多所院校应用型本科的丰富办学实践经验,依托母体校的强大教师资源,根据毕业生的社会需求、职业岗位需求,适当精选理论内容,强化专业基础、技术和技能训练,力求满足师生对教材的需求。

本丛书在遴选和组织教材内容时,围绕专业培养目标,从需求逆推内容,体现分阶段、按梯度进行基本能力→核心能力→职业技能的培养;力求突出实践性,实现教材和课程系列化、立体化的特色。

突出实践性。丛书编写以能力培养为导向,突出专业实践教学内容,为有关专业实习、课程设计、专业实践、毕业实践和毕业设计教学提供具体、翔实的实验设计,提供可操作性强的实验指导,完全适合“从实践到理论再到应用”、“任务驱动”的教学模式。

教材立体化。丛书提供配套的纸质教材、电子教案、习题、实验指导和案例,并且在清华大学出版社网站(<http://www.tup.com.cn>)提供及时更新的数字化教学资源,供师生学习与参考。



IV Protel DXP电路设计与应用教程

课程系列化。实验类课程均由“教程+实验指导+课程设计”三本教材构成一门课程的“课程包”，为教师教学、指导实验，学生完成课程设计提供翔实、具体的指导和技术支持。

希望本丛书的出版能够满足国内对应用型本科学生的教学要求，并在大家的努力下，在使用中逐渐完善和发展，从而不断提高我国应用型本科人才的培养质量。

丛书编委会

2009年6月

前言

FOREWORD



本书是“21 世纪高等学校计算机应用型本科规划教材精选”中的教材。本教材旨在贯彻实施“质量工程”,为适应应用型人才培养的需要,以及新的课程体系和教学改革的需要,结合相关专业课程知识点的交叉和融合,引入典型的电路项目作为教学实例,配合课堂教学内容及教学方法的改革,编写而成。

Protel DXP 是电子产品设计中应用最为广泛的一种设计工具,它具备强大便捷的编辑功能,为电路原理图和印制电路板的设计提供了良好的操作环境,并具备完善灵活的设计管理方式,已成为电子线路设计人员首选的计算机辅助设计软件。本书以 Protel DXP 英文版为基础,从实用角度出发,按照循序渐进、理论联系实际的原则,根据电子电路设计的特点,结合典型实例系统介绍了电路原理图的设计、电路原理图仿真以及印制电路板的设计方法。全书内容详实、层次分明、语言简练、图文并茂、实例丰富,为便于读者轻松掌握电路设计的方法和技巧,每章后还附上机练习题,便于读者练习。

本书共 9 章,包括 Protel DXP 的基础知识,原理图设计快速入门,电路原理图的设计,层次原理图的设计,创建原理图元件,电路原理图仿真,电路板设计入门,印制电路板的设计以及创建元件封装。

本书由赵辉和渠丽岩共同编写完成。其中第 1~5 章由渠丽岩编写,第 6~9 章由赵辉编写。本书在编写过程中查阅和参考了许多文献资料,得到很多教益和启发,在此向参考文献的作者致以诚挚的谢意;本书在编写过程中,还得到了清华大学出版社和天津理工大学中环信息学院的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

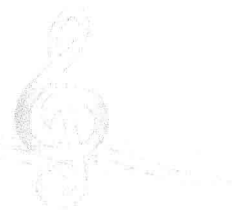
本书面向普通高等院校电气与电子信息类、计算机及相关专业本科学生,也可作为电子线路设计工作者的参考用书。

由于编者水平有限,书中不当之处欢迎广大同行和读者批评指正。

编 者

目 录

CONTENTS



第 1 章 Protel DXP 基础知识	1
1.1 Protel DXP 概述	1
1.1.1 Protel DXP 的新特性	1
1.1.2 Protel DXP 设计系统的组成	3
1.2 Protel DXP 的主窗口介绍	4
1.2.1 启动 Protel DXP	4
1.2.2 Protel DXP 的工作区	4
1.2.3 菜单栏和主工具栏	6
1.2.4 Protel DXP 的工作面板	6
1.3 Protel DXP 的文件管理	7
1.4 系统参数的设置	12
1.4.1 General 标签页	13
1.4.2 View 标签页	13
1.4.3 Transparency 标签页	15
1.4.4 Version Control 标签页	16
1.4.5 Backup Options 标签页	16
1.4.6 Projects Panel 标签页	17
1.5 小结	19
习题 1	19
第 2 章 原理图设计快速入门	20
2.1 电路原理图设计流程	20
2.2 原理图编辑器	22
2.2.1 进入原理图编辑器	22
2.2.2 菜单栏	22
2.2.3 工具栏	23
2.2.4 原理图编辑器的画面管理	24
2.3 原理图设计环境设置	25

2.3.1	图纸的设置	25
2.3.2	环境参数的设置	28
2.4	原理图设计实例	33
2.5	小结	38
	习题 2	39
第 3 章	电路原理图的设计	40
3.1	元件库的管理	40
3.1.1	元件库管理面板	40
3.1.2	添加/删除元件库	41
3.1.3	查找元件	43
3.2	元件操作	45
3.2.1	放置元件	45
3.2.2	编辑元件属性	46
3.2.3	元件的调整	49
3.3	布线工具栏的使用	55
3.3.1	布线工具栏	55
3.3.2	绘制导线	55
3.3.3	放置节点	57
3.3.4	放置电源和接地符号	58
3.3.5	放置总线、总线进出点及网络标号	59
3.3.6	放置 I/O 端口	62
3.4	图形工具栏的使用	63
3.4.1	图形工具栏	63
3.4.2	非电气图形符号制作举例	64
3.4.3	绘制椭圆弧线	65
3.4.4	放置文本框	65
3.5	原理图电气规则检查	66
3.5.1	电气检查规则的设置	67
3.5.2	原理图编译实例	68
3.6	报表生成及原理图输出	70
3.6.1	生成网络表	70
3.6.2	生成元件列表	71
3.6.3	生成交叉参考元件列表	73
3.6.4	生成层次项目组织列表	75
3.6.5	原理图输出	75

3.7 小结.....	77
习题 3	78
第 4 章 层次原理图的设计	82
4.1 层次原理图概述.....	82
4.1.1 层次原理图的结构	82
4.1.2 层次原理图的设计方法	84
4.2 层次原理图的设计.....	85
4.2.1 系统总图的设计	85
4.2.2 由方块电路符号产生模块原理图	88
4.2.3 由原理图文件产生方块电路符号	90
4.3 层次原理图之间的切换.....	94
4.4 小结.....	95
习题 4	95
第 5 章 创建原理图元件	98
5.1 创建原理图元件库.....	98
5.1.1 创建新的元件库文件	98
5.1.2 对当前原理图文件创建一个元件库	99
5.2 原理图元件编辑器.....	99
5.2.1 SCH 库管理面板	100
5.2.2 元件绘图工具.....	101
5.2.3 放置 IEEE 符号工具	101
5.3 原理图元件的制作	103
5.4 多子元件的制作	110
5.5 Protel 99SE 元件库的使用	113
5.6 小结	114
习题 5	115
第 6 章 电路原理图仿真.....	117
6.1 仿真的基本概念	117
6.1.1 仿真的概念.....	117
6.1.2 仿真的基本流程.....	118
6.2 仿真元件及参数设置	119
6.2.1 电阻元件.....	119
6.2.2 电容元件.....	122



6.2.3	电感元件	123
6.2.4	二极管	123
6.2.5	三极管	124
6.3	仿真信号源及参数设置	125
6.3.1	直流信号源	125
6.3.2	正弦信号源	126
6.3.3	周期性脉冲信号源	127
6.3.4	线性受控源	128
6.3.5	非线性受控源	129
6.3.6	分段线性源	130
6.4	设置仿真初始状态	131
6.4.1	节点电压设置元件	131
6.4.2	初始条件设置元件	132
6.5	仿真分析类型及参数设置	132
6.5.1	常规设置	133
6.5.2	直流工作点分析	134
6.5.3	瞬态/傅里叶分析	134
6.5.4	直流扫描分析	135
6.5.5	交流小信号分析	136
6.5.6	噪声分析	137
6.5.7	极点-零点分析	138
6.5.8	传递函数分析	138
6.5.9	温度扫描分析	139
6.5.10	参数扫描分析	140
6.5.11	蒙特卡罗分析	141
6.6	原理图仿真实例	142
6.7	小结	147
习题 6		148
第 7 章	电路板设计入门	153
7.1	印制电路板基础	153
7.1.1	电路板的结构	153
7.1.2	PCB 设计的工作层	154
7.1.3	电路板设计中的图件	156
7.2	电路板设计流程	157
7.3	Protel DXP 的 PCB 编辑器	158

7.3.1	PCB 编辑器工作界面	158
7.3.2	菜单栏与工具栏	159
7.3.3	PCB 工作面板	160
7.3.4	PCB 编辑器的画面管理	161
7.4	PCB 工作参数的设置	162
7.4.1	PCB 环境参数的设置	163
7.4.2	PCB 板层的设置	164
7.4.3	系统参数的设置	167
7.5	PCB 设计快速入门	173
7.6	小结	177
习题 7		178
第 8 章	印制电路板的设计	179
8.1	规划电路板	179
8.1.1	手工规划电路板	179
8.1.2	使用向导创建 PCB 文件	181
8.2	载入网络 and 元件封装	186
8.2.1	使用网络表文件载入网络 and 元件封装	187
8.2.2	设计同步器的使用	189
8.3	PCB 设计规则的设置	190
8.3.1	电气规则的设置	190
8.3.2	布线规则的设置	193
8.3.3	布局规则的设置	200
8.4	PCB 元件布局	205
8.4.1	自动布局	205
8.4.2	手工布局	206
8.5	PCB 布线	209
8.5.1	自动布线	209
8.5.2	手工布线	211
8.6	PCB 设计的其他操作	213
8.6.1	布线工具栏介绍	213
8.6.2	多边形覆铜	214
8.6.3	包地	215
8.6.4	补泪滴	216
8.7	设计规则检查	216
8.8	报表生成与电路板输出	218

8.8.1 生成电路板信息报表	219
8.8.2 生成元件报表	219
8.8.3 生成网络状态报表	220
8.8.4 PCB 电路板图的输出	221
8.9 小结	223
习题 8	224
第 9 章 创建元件封装	228
9.1 创建 PCB 元件封装库	228
9.1.1 创建新的元件封装库	228
9.1.2 对当前 PCB 文件创建一个 PCB 元件封装库	229
9.2 元件封装编辑器	229
9.3 手工创建元件封装	230
9.4 使用向导创建元件封装	233
9.5 小结	236
习题 9	237
参考文献	240

第1章

Protel DXP基础知识

本章学习目标

- 了解 Protel DXP 的新特性和 Protel DXP 设计系统的组成;
- 认识 Protel DXP 的主窗口、菜单栏、工具栏及工作面板;
- 掌握 Protel DXP 的文件管理方法,掌握设计项目的建立和保存方法,以及在设计项目内建立文件的方法;
- 了解 Protel DXP 系统参数的设置方法。

EDA 是 Electronic Design Automation(电子设计自动化)的简称。随着计算机和电子信息技术的发展,各类 EDA 应用软件应运而生,而 Protel DXP 全面集成了 EDA 设计的主要技术,提供了一套完全集成化的设计环境,实现了电子产品从概念设计到成品所需的全过程。它整合了电路原理图设计、PCB 设计、电路原理图仿真、FPGA 设计和信号完整性分析等众多功能。同时以其强大的管理功能、良好的设计平台、可自行定义的操作环境等优点,成为电子行业中最为流行的电路设计软件。

本章介绍 Protel DXP 的基础知识,主要内容有 Protel DXP 的新特性和系统组成,Protel DXP 的主窗口介绍,Protel DXP 的文件管理方法,并通过实例介绍设计项目及设计文件的建立和保存方法,最后介绍 Protel DXP 系统参数的设置。

1.1 Protel DXP 概述

Protel 是国内电子行业中最早得到广泛应用的电子设计软件之一。Protel DXP 是 Altium 公司推出的最新产品,它不仅集成了 Protel 软件先前版本的优点,而且具有更好的稳定性、更强大的图形处理功能以及更友好的用户界面,使用户能够更轻松、更高效地完成电子产品的设计。本节介绍 Protel DXP 的新特性以及 Protel DXP 设计系统的组成。

1.1.1 Protel DXP 的新特性

Protel DXP 与以前的版本相比,增加了许多新的功能和特性。



1. 使用项目管理的新模式

Protel DXP 引入了项目的概念,任何设计任务都从创建一个项目开始,项目管理采用整体的设计概念,其中的各种文件,如原理图文件、仿真文件、PCB 文件和库文件等都可以放在任意目录中,使设计项目的管理更加智能化,提高了设计效率。

2. 灵活的工作面板操作

Protel DXP 采用更直观的设计环境,大量使用工作面板的概念。用户可以通过这些工作面板方便地进行文件访问和显示,还可以管理库文件和浏览项目文件等。采用工作面板具有更加灵活的操作界面,从而适应各种设计工作的需要。

3. 实现了多通道电路设计方法

多通道电路设计方法是一种非常有效、快捷的设计手段。在电路设计的过程中,设计人员经常会遇到重复性设计的问题。采用多通道电路设计方法,只要设计出其中一部分电路原理图,即可自动地重复引用该原理图,并且不会产生元件或者网络重复命名的情况。

4. 引入元件集成库

Protel DXP 采用了一种新的元件库管理方式,引入了元件集成库的概念,在 Protel DXP 的元件集成库中集成了元件的原理图符号、PCB 封装形式、SPICE 仿真模型和信号完整性分析,这样在调用元件的时候可以把相应的信息同步传递给具体的设计项目,大大加快了设计进程。同时在元件的组织和管理方面,还增加了图形显示功能,无论在原理图编辑器还是在 PCB 编辑器中,从元件库管理面板上能够同时看到元件的原理图符号和 PCB 封装形式。

5. 采用了 SITUS 布线器

Protel DXP 的 PCB 设计系统在进行自动布线时引入了人工智能技术,它的自动布线系统采用了 SITUS 拓扑算法,是一种基于拓扑逻辑分析的布线器,可以胜任大面积、高密度电路板的自动布线。从而可以最大限度地利用电路板上的有限空间,实现较高的布通率。

6. 采用了双向同步设计

与以前版本相比,Protel DXP 的同步化程度更高,支持双向同步设计功能,可以实现电路原理图和 PCB 之间动态连接的功能。Protel DXP 可以通过原理图编辑器的设计同步器实现与 PCB 板的同步,而不必处理网络表文件的输出与载入,在信息向 PCB 电路板的传递过程中,设计同步器会自动在 PCB 中更新电气连接信息,对修改过程中出现的错误还会提供警告信息。同样在 PCB 设计过程中,也可以通过 PCB 设计系统的设计同步器对电路原理图的设计进行更新。

7. 增加了 FPGA 设计系统

Protel DXP 引入了 FPGA 设计系统,提供了一种全新的 FPGA/CPLD 设计功能,采用

原理图编辑器就可以进行 FPGA 的设计输入,同时还能实现 VHDL 与原理图的混合输入。另外,Protel DXP 的 VHDL 设计部分与 FPGA 厂商的逻辑综合软件具有良好的接口,在完成 FPGA 设计输入之后,可以直接从 FPGA 原理图中编译生成电子设计交换格式(EDIT)网表文件,导入到 FPGA 器件供应商提供的布局布线工具中,同时还支持 FPGA 引脚的反向标注和说明。

8. 全面的设计分析功能

Protel DXP 为用户提供了全面的设计分析功能,这些分析功能主要包括模/数混合电路仿真、信号完整性分析和 VHDL 仿真验证。电路仿真可以在原理图编辑器中直接进行,并且在仿真结束后可以对仿真波形进行后期数学处理。信号完整性分析可以提供有关 PCB 网络阻抗、过冲、下冲、延迟时间和信号斜率等真实性能的详细信息。这些分析的目的在于验证设计的可行性,以便及早发现设计中存在的问题,提高设计效率。

1.1.2 Protel DXP 设计系统的组成

Protel DXP 是一款面向 PCB 设计项目,多方位实现设计任务的 EDA 开发软件。其设计系统主要由以下几部分组成。

1. 原理图(Schematic)设计系统

主要用于电路原理图的设计,是 PCB 电路设计的前期部分。原理图设计系统支持模块化的设计方法,还具有强大的电气规则检查功能,能够快速对大型的复杂电路进行检查。具备完善的库元件编辑和管理功能。

2. 原理图仿真(Simulation)

仿真是指在计算机上通过软件来模拟具体电路的实际工作,以检验电路设计过程中是否存在缺陷。通过电路的仿真运行,观察运行结果是否满足设计要求,从而在设计前期发现问题并给予有效弥补。仿真分析可以有效缩短开发周期,降低成本。

3. 印制电路板(PCB)设计系统

PCB 主要用于印制电路板的设计,设计的 PCB 文件将用于印制电路板的生产。另外 PCB 设计系统具备完善的库元件管理功能,同时还具备在线设计规则检查(DRC)功能,以修正违反设计规则的错误。

4. 信号完整性(Signal Integrity)分析系统

Protel DXP 可直接在 PCB 编辑器中进行信号完整性分析,并且 Protel DXP 集成元件库中的元件已包含信号完整性(Signal Integrity)分析模型。在 PCB 制版前对 PCB 进行信号完整性分析,可以发现 PCB 中可能出现的串扰和反射等传输线问题。

5. FPGA 设计系统

它主要用于可编程逻辑器件的设计,设计完成后,可生成熔丝文件,将该文件烧录到逻

辑器件中,就可以制作具有特定功能的元器件。

6. 集成元件库设计系统

与以前版本不同,Protel DXP 可以将元器件的原理图符号、PCB 封装、SPICE 仿真模型和信号完整性分析模型等信息整合到一起,在调用原理图元件符号的同时,所有相关信息都被调用,这样可以大大加快设计进程。

1.2 Protel DXP 的主窗口介绍

1.2.1 启动 Protel DXP

启动 Protel DXP 的方法有如下几种:

- (1) 双击桌面上的 Protel DXP 图标。
- (2) 单击“开始”菜单中的 DXP 2004,如图 1.1 所示。
- (3) 在“开始”菜单中选择“所有程序/Altium/DXP 2004”。

系统启动后,首先出现软件的启动画面,如图 1.2 所示,随后打开软件的主窗口,Protel DXP 的主窗口如图 1.3 所示。



图 1.1 开始菜单中的 Protel DXP 图标



图 1.2 Protel DXP 的启动画面

在 Protel DXP 主窗口中,最上面分别为标题栏、菜单栏、主工具栏,窗口的左、右两侧和下边的右侧为工作面板标签,单击某一标签可以打开相应的工作面板,主窗口中间较大的区域为工作区,最下面为状态栏。

1.2.2 Protel DXP 的工作区

Protel DXP 的所有电路设计工作都必须在工作区中进行。通常在没有任何设计项目或文件打开时,工作区显示的是 Home 页视图,Home 页中各项内容的含义如下: