



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

2008年度普通高等教育国家级精品教材

第二届江西省普通高等学校优秀教材一等奖

新世纪高职高专实用规划教材 **机电系列**

Protel DXP

电路设计基础教程

(第2版)

鲁捷 焦振宇 孟凡文 编著

赠送
电子课件

清华大学出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
2008 年度普通高等教育国家级精品教材
第二届江西省普通高等学校优秀教材一等奖
新世纪高职高专实用规划教材 机电系列

Protel DXP 电路设计基础教程 (第 2 版)

鲁 捷 焦振宇 孟凡文 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书由多年从事 Protel 教学工作并具有丰富实践经验的教师编写,为参编教师们多年的教学经验与工程设计经验的结晶。本书内容的编排从好教、易学和实用的原则出发,以图文结合的方式讲解了 Protel DXP 的全部设计过程,收集了学生在学习过程中遇到的典型问题,并在书中给出了有针对性的解决方案。

本书可作为高等职业技术学院、高等专科学校、成人高校和中等职业技术学校的电类及机电类专业的教材,同时也可以作为岗前培训及有关工程技术人员自学参考书。

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 电路设计基础教程/鲁捷,焦振宇,孟凡文编著; --2 版. --北京:清华大学出版社,2010.10
(新世纪高职高专实用规划教材 机电系列)
ISBN 978-7-302-23739-6

I. ①P… II. ①鲁… ②焦… ③孟… III. ①印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel DXP—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 167886 号

责任编辑:黄 飞

装帧设计:杨玉兰

责任校对:李玉萍

责任印制:何 芊

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:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

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

印 刷 者:北京市人民文学印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:24 字 数:576 千字

版 次:2010 年 10 月第 2 版 印 次:2010 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:36.00 元

《新世纪高职高专实用规划教材》序

编写目的

目前,随着教育的不断深入,高等职业教育发展迅速,进入到一个新的历史阶段。学校规模之大,数量之众,专业设置之广,办学条件之好和招生人数之多,都大大超过了历史上任何一个时期。然而,作为高职院校核心建设项目之一的教材建设,却远远滞后于高等职业教育发展的步伐,以至于许多高职院校的学生缺乏适用的教材,这势必影响高职院校的教育质量,也不利于高职教育的进一步发展。

目前,高职教材建设面临着新的契机和挑战:

(1) 高等职业教育发展迅猛,相应教材在编写、出版等环节需要在保证质量的前提下加快步伐,跟上节奏。

(2) 新型人才的需求,对教材提出了更高的要求,即教材要充分体现科学性、先进性和实用性。

(3) 高职高专教育自身的特点是强调学生的实践能力和动手能力,教材的取材和内容设置必须满足不断发展的教学需求,突出理论和实践的紧密结合。

有鉴于此,清华大学出版社在相关主管部门的大力支持下,组织部分高等职业技术学院的优秀教师以及相关行业的工程师,推出了一系列切合当前教育改革需要的高质量的面向就业的职业技术实用型教材。

系列教材

本系列教材主要涵盖以下领域:

- 计算机基础及其应用
- 计算机网络
- 计算机图形图像处理与多媒体
- 网络与通信
- 电子商务
- 计算机编程
- 电子电工
- 机械
- 数控技术及模具设计
- 土木建筑
- 经济与管理
- 金融与保险



另外,系列教材还包括大学英语、大学语文、高等数学、大学物理、大学生心理健康等基础教材。所有教材都有相关的配套用书,如实训教材、辅导教材、习题集等。

教材特点

为了完善高等职业技术教育的教材体系,全面提高学生的动手能力、实践能力和职业技术素质,特意聘请有实践经验的高级工程师参与系列教材的编写,采用了一线工程技术人员与在校教师联合编写的模式,使课堂教学与实际操作紧密结合。本系列丛书的特点如下。

- (1) 打破以往教科书的编写套路,在兼顾基础知识的同时,强调实用性和可操作性。
- (2) 突出概念和应用,相关课程配有上机指导及习题,帮助读者对所学内容进行总结和提高。
- (3) 设计了“注意”、“提示”、“技巧”等带有醒目标记的特色段落,使读者更容易得到有益的提示与应用技巧。
- (4) 增加了全新的、实用的内容和知识点,并采取由浅入深、循序渐进、层次清楚、步骤详尽的写作方式,突出实践技能和动手能力。

读者定位

本系列教材针对职业教育,主要面向高职高专院校,同时也适用于同等学力的职业教育和继续教育。本丛书以三年制高职为主,同时也适用于两年制高职。

本系列教材的编写和出版是高职教育办学体制和运作机制改革的产物,在后期的推广使用过程中将紧紧跟随职业技术教育发展的步伐,不断吸取新型办学模式、课程改革的思路和方法,为促进职业培训和继续教育的社会需求奉献我们的力量。

我们希望,通过本系列教材的编写和推广应用,不仅有利于提高职业技术教育的整体水平,而且有助于加快改进职业技术教育的办学模式、课程体系和教学培训方法,形成具有特色的职业技术教育的新体系。

教材编委会

第2版前言

本教材是《Protel DXP 电路设计基础教程》的第2版。第1版自2005年出版以来,以学生易学、教师好教、通俗易懂、入门容易、实用性强等诸多特点,广受初学者欢迎。2006年获得“江西省第二届普通高校优秀教材”一等奖;2008年初通过教育部专家组的评审,被纳入普通高等教育“十一五”国家级教材;同年秋季,在已经出版的“十一五”国家级教材中再次通过教育部评审,被评为2008年度国家级精品教材。

尽管初学者的专业水平不足以顺利使用英文版 Protel DXP,但从实际设计工作中来看,使用英文版软件的机会远多于使用中文版,而且绝大多数反馈者认为,还是使用英文版软件为好,因为这对今后的工作帮助更大。因此,本次教材改版依然采用英文版软件。如果在学习过程中的确因专业英语水平的原因有困难,我们还有一本使用中文版软件的教材《Protel 2004 电路设计》(ISBN: 978-7-302-13375-9)供学习选用。

职业教育说到底是就业教育,在专业课程的学习中,学生以掌握专业技能为主要学习目标。本教材按照这一思路进行编写,内容包含了作者多年的设计经验和教学经验。在第1版教材正式出版使用的几年中,不少读者和我们联系,征求解决实际问题的方法,对教材也提出了不少改进建议,同时我们征求了不少使用 Protel 软件的现场技术人员、有经验的教师以及在岗位实习的学生的意见,根据他们在工作中碰到的实际问题及在软件使用过程中需要解决的问题进行内容补充和更新。主要体现在以下几个方面。

- 根据学生的要求,在第2章增加了软件安装详细操作步骤,以利于学生自主制定 Protel DXP 电路设计系统。
- 第3章增加了快速修订 PCB 的内容,对教学中设计出来的 PCB 进行实用性的修订,使之能成为真正的产品,实现了从课堂设计到实际应用的跨越,使没有实际设计经验的初学者可以得到面向实际的锻炼,提高专业设计技能。
- 第7章增加了层次原理图的内容,介绍自上而下设计层次原理图的详细步骤,以及自下而上的设计及相关方法。这一部分内容将使初学者受益匪浅。
- 增加第13章内容,主要讲解利用 Protel DXP 软件进行逆向操作的过程。介绍根据实物 PCB 从用手工绘制 PCB 入手到绘制原理图的全部过程,并结合操作题,实现了从实物 PCB→PCB 文档→原理图文档→PCB 文档→实物 PCB 这样一个还原简单电子产品的全部过程。学生从中可以得到解决类似问题的方法,并启发设计思路和找到可借鉴的实物范例。这种逆向操作的范例极具职业教育特色,有很强的实用价值和实际设计参考价值。
- 删除了高职层次学生在校学习过程中因学时限制或者开发设备限制不能实现的 VHDL 和 FPGA 设计章节。
- 快速修订及逆向设计,是根据作者群体多年工程设计经验和专业知识编写出的原



创内容,在现有的类似教材中并不多见,是本教材第2版修订的特色之一。

本书由江西工业贸易职业技术学院鲁捷、焦振宇、孟凡文编著,并由鲁捷统稿。本书第1、2、3、4、5、9、13章由鲁捷编写修订;第6、11、12、14章由江苏信息职业技术学院焦振宇编写修订;第7章由徐绵起编写,孟凡文修订;第8章和全书附录及习题参考答案由山东济宁职业技术学院孟凡文编写修订;第10章由黄河水利职业技术学院胡健编写;无锡市职业教育中心的徐益清老师对全书的内容也付出了辛勤的劳动。

本教材的改版离不开各方面的支持与帮助,在此感谢江西工业贸易职业技术学院院长邓晓红教授、副院长雷晓芬教授的大力支持;感谢南昌大学万国金教授、李迅生教授和江西现代职业技术学院的王连英教授多年来对本教材的关心与指导;感谢南昌大学、江苏信息职业技术学院、山东济宁职业技术学院、黄河水利职业技术学院相关领导的支持;感谢使用过《Protel DXP 电路设计基础教程》的教师和同学们,他们为第2版的修改提出了不少有益的建议!

由于教材篇幅的限制,软件中的许多内容不能进一步深度涉及,无法面面俱到地对 Protel DXP 软件进行介绍。这方面还有待于改进,也诚恳地希望使用教材的读者提出批评与建议。

编者

第 1 版前言

Protel 是进入中国最早的 EDA 软件之一,在国内电子设计行业得到了广泛的应用。以前在教学中使用的版本为 Protel 99SE。随着计算机操作系统的升级换代,计算机性能的提高,各高职高专院校开始陆续采用适合在 Windows 2000 或 Windows XP 环境下的 Protel DXP 作为升级版本进行教学。

本书作为高职高专教材,从讲授 Protel DXP 软件的操作入手,以提高学生动手能力为主线,注重基本操作和实际应用的训练,充分体现了高等职业教育的特点,着眼于高职高专生产一线培养技术应用型高级人才的目标。在介绍原理图、仿真和 PCB 等基础知识的同时,从学生学习的方面和使用软件的系统性考虑,对于 VHDL 和 FPGA 部分,也作了简单的介绍并给出实例,为学生深层次地继续学习提供知识储备。另外,我们还给出了实用性很强的附录,以帮助教学和学习。

本书的电路符号并没有完全按照通常电子专业书籍标注(如 V_{CC} 和 R_1 等),而是从教学方面考虑,利用 Protel DXP 系统本身默认的电路符号(VCC、R1)进行标注,同时在该软件中,电容的单位 μ 可用 U 代替。在实际工作中,可以直接利用欧美标准进行设计,也可以进行自定义设置采用国家标准进行设计以适应不同性质的企业要求。

全书共分 13 个章节。第 1、2 章主要介绍快速入门的基础知识,帮助学生快速掌握整个软件的使用;第 3 章至第 6 章为原理图部分,介绍了从原理图设计到输出的全部设计过程,并介绍了自定义元件和模板设计的实例;第 7 章为电路仿真,不仅介绍了仿真的设置和运行方法,还从电专业的角度对仿真结果进行了分析;第 8 章至第 11 章是 PCB 部分,介绍了 PCB 基础知识、PCB 设计、PCB 封装的制作和 PCB 打印输出的全部过程;第 12 章为 VHDL 语言部分,介绍了两种生成 VHDL 文件的方法,这部分内容多、学时少且相对较难,可以选学;第 13 章为综合实例,是利用 Protel DXP 设计的一个产品,实用性很强,可供学生在今后的工作中作为设计的范例参考。

本书特点:

- 由多年从事 Protel 教学并具有丰富实践经验的教师编写,半数参编教师正在电子厂兼职从事专业设计,书中的内容是参编教师们多年的教学经验与工程设计经验的结晶。与国内外已出版的同类教材相比,教师好教、学生易学、入门迅速、实用性强是本书的最大特点。因此,只要学习了前两章,就能绘制简单的原理图,对其进行初步仿真并能设计出相应的 PCB(印制电路板),基本了解 Protel DXP 的全部设计过程,这在现有的同类教材中是很突出的。
- 在编写过程中,收集了学生在学习过程中遇到的典型问题,并在书中提出了有针对性的解决方案。例如,学生在设计时,如何熟练地在众多的元件库中找到所需的元件;对库中没有的新元件,如何自定义电路符号及其封装;如何设计一个属



于自己的模板；在工程设计过程中，如何自定义一个属于自己的元件库；在 PCB 的设计中，板层的应用及封装的修改。

- 本书的编排也从好教、易学和实用的原则出发，先介绍简单的原理，再进行实例讲解，最后是上机指导。在内容上按照 One-By-One 的编排方式，对操作过程逐步介绍。在实例和上机指导中，既可以按教材的步骤进行，也可以根据具体情况发挥，并在操作中设置学习中的常见问题，在后续的教学中进行排除，从而掌握操作技巧。

我们希望，学生在学习过程中，只要有一台安装了 Protel DXP 软件的计算机，同时使用本教材，在不提问或很少提问的情况下，就能掌握 Protel DXP 软件的基本操作并能进行简单的实用性设计。

本书由江西工业贸易职业技术学院鲁捷主编和统稿。本书的前言和第 1、2、3、4 章由鲁捷编写；第 5、10、11、13 章由江苏信息职业技术学院焦振宇编写；第 6 章由王斌编写；第 7、8 章和全书附录及习题参考答案由山东济宁职业技术学院孟凡文编写；第 9 章由黄河水利职业技术学院胡健编写；第 12 章由徐绵起编写。作为无锡市 Protel 大赛的冠军得主，徐益清老师在书稿完成交付出版社之前，对全书进行了审阅。在此，特别感谢南昌大学在校研究生周远和钱峰，他们对本书初稿的第 5 章至第 10 章的编写付出了辛勤的劳动，也对江西工业贸易职业技术学院林海菁、钟园园老师表示衷心感谢，她们画龙点睛般的高超技艺为全书的插图增色不少。

本书可作为高等职业技术学院、高等专科学校、成人高校的电类、机电类专业的教材，还可供中等职业技术学校电专业及各类培训班使用，同时也适用于岗前培训及有关工程技术人员自学和参考。

读书不易，写书更难，要想在短时间内写一本令教学各方都满意的好教材可谓是难上加难。Protel DXP 不仅远比 Protel 99SE 功能强大，而且二次开发能力也很强。由于篇幅和作者水平的限制，书中难免有一些 Protel DXP 功能没有涉及的内容，请使用本教材的教师和读者给予批评指正，电子信箱：lujie9814@126.com。

编 者

目 录

第 1 章 Protel DXP 基础知识	1	2.2.1 仿真模块简介	24
1.1 Protel DXP 简介	1	2.2.2 仿真元件库	24
1.1.1 Protel 的发展简史	1	2.2.3 仿真操作步骤	25
1.1.2 Protel DXP 的组成	1	2.3 PCB 设计快速入门	26
1.1.3 Protel DXP 的特点	2	2.3.1 PCB 的基础知识入门	26
1.2 Protel DXP 的安装方法	3	2.3.2 PCB 的设计知识入门	27
1.3 Protel DXP 的启动方法	7	2.3.3 PCB 的工艺知识入门	28
1.4 Protel DXP 的主窗口	8	2.4 上机指导	28
1.4.1 菜单栏	8	2.4.1 原理图的快速设计	28
1.4.2 工具栏	9	2.4.2 原理图电路仿真	32
1.4.3 命令栏和状态栏	9	2.4.3 PCB 的快速设计	36
1.4.4 标签栏	9	2.5 习题	40
1.4.5 工作窗口	10	第 3 章 快速修订 PCB 设计	43
1.4.6 工作面板	11	3.1 对原理图进行修订	43
1.5 上机指导	12	3.1.1 原理图中元件的修订	43
1.5.1 个性化设置	12	3.1.2 向 PCB 传输 SCH 的 更新内容	44
1.5.2 工具栏的设置	15	3.2 对 PCB 进行修订	45
1.5.3 工作窗口的使用	15	3.2.1 在 PCB 中进行网络设置	45
1.5.4 状态栏和标签栏的设置	16	3.2.2 在 PCB 中添加装配孔	47
1.6 习题	16	3.2.3 在 PCB 中修订封装	47
第 2 章 Protel DXP 设计快速入门	18	3.2.4 向 SCH 传输 PCB 的 更新内容	52
2.1 原理图设计快速入门	18	3.3 上机指导	52
2.1.1 新建 PCB 工程设计文件和 原理图文件	18	3.4 习题	57
2.1.2 自带库内元件的查找	19	第 4 章 原理图基础	59
2.1.3 自带库外元件的查找	21	4.1 元件编辑	59
2.1.4 元件库的删除与添加	22	4.1.1 选取和取消操作	59
2.1.5 选择元件的依据和布局原则	23	4.1.2 移动和旋转操作	60
2.1.6 原理图设计工具栏	24		
2.2 电路仿真设计快速入门	24		



4.1.3 剪切和删除操作.....	61	第6章 原理图元件制作及修订.....	103
4.1.4 复制和粘贴操作.....	62	6.1 原理图元件基本知识.....	103
4.1.5 排列和对齐操作.....	63	6.1.1 Protel 原理图元件库	
4.2 属性编辑.....	64	基本知识.....	103
4.2.1 元件属性的设置.....	64	6.1.2 Protel 原理图元件基本知识 ..	104
4.2.2 电源与接地属性设置.....	66	6.1.3 制作及修订 Protel 原理	
4.2.3 端口属性设置.....	67	图元件的必要性.....	106
4.2.4 网络标号属性设置.....	68	6.2 电气符号库的建立.....	106
4.2.5 总线和总线分支线属性设置 ...	69	6.2.1 直接新建电气符号库.....	107
4.3 图片及文字编辑.....	69	6.2.2 生成当前原理图文件的	
4.3.1 插入图片.....	69	电气符号库.....	107
4.3.2 插入字符串和文本框.....	70	6.3 电气符号编辑器的使用.....	108
4.3.3 图形工具栏的使用.....	71	6.3.1 Sch Lib Drawing(原理图库	
4.4 上机指导.....	71	元件绘图).....	108
4.5 习题.....	73	6.3.2 Sch Lib IEEE(原理图库	
第5章 绘制原理图.....	75	元件 IEEE).....	109
5.1 绘制原理图的流程.....	75	6.3.3 库元件列表框及关联按钮	110
5.1.1 常规设计流程.....	75	6.3.4 元件引脚列表框及关联	
5.1.2 常规设计步骤.....	76	按钮.....	111
5.1.3 新建项目文件与原理图文件 ...	76	6.3.5 工具菜单.....	113
5.2 图纸参数设置.....	78	6.4 电气符号的制作及修订.....	114
5.2.1 图纸页面设置.....	79	6.4.1 电气符号的制作.....	114
5.2.2 自定义图纸.....	80	6.4.2 电气符号的修订.....	119
5.2.3 图纸选项设置.....	82	6.5 对 Protel 99SE 电气符号库的使用	121
5.2.4 图纸网格设置.....	85	6.5.1 用 Protel 99SE 将	
5.2.5 图纸模板设置实例.....	86	库文件导出.....	121
5.3 原理图绘制实例.....	91	6.5.2 用 Protel DXP 实现	
5.3.1 准备工作.....	91	导出及转换.....	122
5.3.2 选择和放置元件.....	92	6.6 上机指导.....	123
5.3.3 调整布局.....	92	6.7 习题.....	124
5.3.4 放置导线和端口.....	94	第7章 原理图设计相关技术.....	126
5.3.5 放置连接器和注释.....	95	7.1 层次原理图的设计方法.....	126
5.4 上机指导.....	97	7.1.1 创建层次原理图工程组	126
5.5 习题.....	101	7.1.2 自上而下设计层次原理图	127
		7.1.3 自下而上设计层次原理图	131
		7.1.4 层次原理图的操作.....	134

7.2 电气规则检查	134
7.2.1 设置工程选项	134
7.2.2 编译工程及查看系统信息	135
7.3 网络表的生成和检查	136
7.3.1 设置网络表	136
7.3.2 生成网络表	137
7.4 生成其他报表	137
7.4.1 元件采购报表	137
7.4.2 元件引用参考报表	139
7.4.3 设计层次报表	140
7.4.4 自动编号报表	141
7.5 原理图的打印	142
7.6 上机指导	142
7.6.1 编译工程	142
7.6.2 生成网络表及各种报表	144
7.7 习题	145
第 8 章 电路仿真设计基础	148
8.1 仿真概念和仿真操作步骤	148
8.1.1 仿真概念	148
8.1.2 仿真操作步骤	148
8.2 常用仿真元件与激励源	149
8.2.1 常用仿真元件	149
8.2.2 常用仿真激励源	155
8.2.3 初始状态的设置	158
8.3 仿真器的设置与运行	160
8.3.1 启动仿真器	160
8.3.2 设置仿真器	161
8.3.3 运行仿真器	168
8.4 上机指导	168
8.4.1 带直流偏置的两级共射 放大电路	168
8.4.2 RLC 并联谐振电路	173
8.4.3 数字电路仿真	175
8.5 习题	177

第 9 章 PCB 设计基础	179
9.1 PCB 基础知识	179
9.1.1 PCB 的结构	179
9.1.2 PCB 的基本元素	180
9.1.3 PCB 工作层与管理	181
9.1.4 元件封装	184
9.2 PCB 编辑器	186
9.3 图件放置与编辑	188
9.3.1 导线的绘制与编辑	188
9.3.2 圆弧的绘制与编辑	189
9.3.3 焊盘和过孔的放置与编辑	190
9.3.4 元件的放置与编辑	191
9.3.5 字符串和尺寸标注的 放置与编辑	193
9.3.6 矩形和多边形填充区的 绘制与编辑	194
9.3.7 包络线与补泪滴编辑	196
9.4 PCB 设计流程	196
9.5 上机指导	198
9.6 习题	201
第 10 章 设计 PCB	204
10.1 新建 PCB 文档	204
10.1.1 创建新的 PCB 文件	204
10.1.2 将 PCB 文档添加到 设计项目	207
10.1.3 转换设计	208
10.2 电路板设计的规划和环境设置	209
10.2.1 定义 PCB 工作板层	209
10.2.2 PCB 设计的环境设置	210
10.3 设计规则设置	211
10.4 元件的布局	215
10.4.1 自动布局	215
10.4.2 手动布局	216
10.4.3 元件对齐	217
10.5 PCB 的布线	217

10.5.1 手动布线	217	11.6 习题	257
10.5.2 自动布线	219	第 12 章 PCB 文档的打印及交付	259
10.6 更新与验证设计项目	220	12.1 PCB 文档的打印	259
10.6.1 由 PCB 更新 SCH	220	12.1.1 双层板的打印	259
10.6.2 由 SCH 更新 PCB	221	12.1.2 单层板及多层板的打印	269
10.6.3 验证 PCB 设计	222	12.2 PCB 的交付	270
10.7 PCB 的设计	222	12.3 上机指导	270
10.7.1 双层 PCB 的设计	222	12.4 习题	273
10.7.2 多层 PCB 的设计	223	第 13 章 利用实物绘制原理图	274
10.8 用多通道电路设计 PCB	225	13.1 根据实物进行电路分析	274
10.8.1 设计多通道电路	225	13.2 根据实物规划 PCB	275
10.8.2 由多通道电路创建网络表	228	13.2.1 PCB 的设置	276
10.8.3 设计 PCB	228	13.2.2 PCB 元件的封装	276
10.9 上机指导	229	13.2.3 在 PCB 中定义网络节点	278
10.10 习题	230	13.2.4 根据 PCB 文档结合实物 绘制原理图	279
第 11 章 PCB 元件制作	233	13.3 上机指导	282
11.1 对 PCB 元件的基本认知	233	13.4 习题	290
11.1.1 对封装形式复杂 多样性的认知	234	第 14 章 综合实例	292
11.1.2 对封装形式正确性和 合理性的认知	241	14.1 设计要求	292
11.1.3 对封装形式的重要性及元件 制作/修订必要性的认知	242	14.1.1 电气原理图	292
11.2 PCB 元件库的生成	243	14.1.2 外壳形状尺寸	293
11.2.1 通过菜单新建元件库	244	14.2 设计规划	294
11.2.2 从当前 PCB 文件生成 对应元件库	244	14.2.1 PCB 设计的初步规划	294
11.3 PCB 元件编辑器的使用	245	14.2.2 原理图设计规划	294
11.4 上机指导	246	14.3 具体设计	295
11.4.1 元件的制作	246	14.3.1 新建项目	295
11.4.2 元件的修订	254	14.3.2 PANEL.PRJPCB 的设计	295
11.5 上机指导	254	14.3.3 MAINBOAED.PRJPCB 的 设计	305
11.5.1 利用 PCB 元件制作向导 制作元件	254	14.3.4 POWER.PRJPCB 的设计	311
11.5.2 自由方式制作元件	257	14.4 上机指导	317
		14.4.1 电气原理图	317
		14.4.2 设计要求	319

14.4.3 主要元件的基本资料.....	319	附录 C PCB 菜单	339
14.4.4 几点提示	324	附录 D Protel DXP 部分快捷	
14.5 习题	325	命令及解释	352
附录 A 系统文件菜单.....	327	习题参考答案.....	355
附录 B 原理图菜单	330		

第 1 章 Protel DXP 基础知识

教学提示：本章介绍 Protel DXP 的基础知识，其中包括 Protel 的发展简史、组成和特点；演示启动 Protel DXP 的各种方法；介绍主窗口的菜单栏、工具栏、面板控制栏和状态栏，最后在上机指导中介绍 Protel DXP 使用中的一些个性化设置。

教学目标：了解 Protel DXP 的组成、特点；熟练掌握 Protel DXP 的启动操作，Protel DXP 主窗口中的菜单栏、工具栏、面板控制栏和状态栏的设置方法，并结合本书的附录了解菜单栏的使用方法。

1.1 Protel DXP 简介

Protel DXP 是一款 EDA(Electronic Design Automation, 电子系统设计自动化)设计软件，主要用于电路设计、电路仿真和印制电路板(PCB)的设计，同时还提供了超高速集成电路硬件描述语言(VHDL)的设计工具进行现场可编程门阵列(FPGA)设计。

1.1.1 Protel 的发展简史

Protel 公司于 1985 年在澳大利亚的悉尼成立，同年推出第一代 DOS 版设计软件——1988 年 Protel 软件的雏形 TANGO 软件包问世，它支持原理图及 PCB 的设计和打印输出。同年，Protel 公司在美国的硅谷设立研发中心，开发的升级版 Protel for DOS 引入中国内地后，因其方便、易学、实用的特点得到了广泛的应用。进入 20 世纪 90 年代以后，随着个人计算机硬件性能的提高和 Windows 操作系统的推出，Protel 公司于 1991 年发布了世界上第一个基于 Windows 环境的 EDA 工具，奠定了其在桌面 EDA 系统的领先地位。

1998 年，Protel 公司推出 Protel 98，将原理图设计、PCB 设计、无网格布线器、可编程逻辑器件设计和混合电路模拟仿真集成于一体化设计环境中。随后又推出了 Protel 99 及 Protel 99SE 等产品。2002 年，该公司更名为 Altium 公司，又推出 Protel DXP(Design Explorer)。Protel DXP 与以前的 Protel 99SE 相比，在操作界面和操作步骤上有了很大的改进，用户界面更加友好、直观，使用户操作更加便利。

1.1.2 Protel DXP 的组成

Protel DXP 主要由原理图(Schematics)设计模块、电路仿真(Simulate)模块、PCB 设计模块和 CPLD/FPGA 设计模块组成。

- 原理图设计模块主要用于电路原理图的设计，生成.schdoc 文件，为 PCB 的设计做前期准备工作，也可以用来单独设计电路原理图或生产线使用的电路装配图。
- 电路仿真模块主要用于电路原理图的仿真运行，以检验/测试电路的功能/性能，可

生成.sdf和.cfg文件。通过对设计电路引入虚拟的信号输入、电源等电路运行的必备条件,让电路进行仿真运行,观察运行结果是否满足设计要求。

- PCB 设计模块主要用于 PCB 的设计,生成的.PcbDoc 文件将直接应用到 PCB 的生产中。
- CPLD/FPGA 设计模块可以借助 VHDL 描述或绘制原理图方式进行设计,设计完成之后,提交给产品定制部门来制作具有特定功能的元件。

1.1.3 Protel DXP 的特点

Protel DXP 中引入了集成库的概念, Protel DXP 附带了 68 000 多个元件的设计库, 大多数元器件都有默认的封装, 用户既可以对原封装进行修改, 也可以在 PCB 库编辑器设计所需要的新封装。

Protel DXP 有 74 个板层设计可供设计使用, 包括 32 层 Signal(信号层)、16 层 Mechanical(机械层)、16 层 Internal Plane(内电层)、2 层 Solder Mask(阻焊层)、2 层 Paste Mask(锡膏层)、2 层 Silkscreen(丝印层)、2 层 Drill-Layer(钻孔层, 钻孔引导和钻孔冲压)、1 层 Keep out(禁止布线层)和 1 层 Multi-Layer(多维层)。

与以前的 Protel 99SE 相比, Protel DXP 还具有以下特点。

- Protel DXP 中焊盘的外形: Round (圆形)、Rectangle (方形)和 Octagonal (八角形)。
- 焊盘堆叠结构分为: Simple(所有层上焊盘都相同)、Top-Mid-Bottom(顶层、中间层和底层分别定义焊盘形状)和 Full Stack(所有层的每个层都能各自定义焊盘外形)。
- Protel DXP 中过孔的种类: Through-hole(过孔); Board-storey(板层对); Blind & Buried(盲孔和埋孔)。

Protel DXP 采用了改进型 Situs Topological Auto routing 布线规则。这种改进型的布线规则以及内部算法的优化都大大地提高了布线的成功率和准确率。这也在某种程度上减轻了设计负担。

Protel DXP 中的高速电路规则也很实用，它能限制平行走线的长度，并可以实现高速电路中所要求的网络匹配长度的问题，这些都能让设计高速电路也变得相对容易。

在需要进行多层板设计的情况下,只需在层管理器中进行相关的设置即可。可以在设计规则中制定每个板层的走线规则,包括最短走线、水平、垂直等,一般来讲,只要布局适当,进行全自动布线一次性成功率很高。

Protel DXP 不仅提供了部分电路的混合模拟仿真,而且提供了 PCB 和原理图上的信号完整性分析。混合模拟仿真包括真正的混合,混合电路模拟器电路图编辑的无缝集成,使得在设计时就可以直接从电路图进行模拟和全面的分析,包括 AC(交流电)小信号分析、瞬态分析、噪声和 DC(直流电)扫描分析,还包括用来测试元件参数变化和公差影响的元件扫描分析和 Monte Carlo(蒙特卡罗)分析等。

信号完整性分析能够在软件上模拟出整个电路板各个网络的工作情况，并且可以提供多种优化方案供设计时选择。这里的信号完整性分析是属于模拟级别的，分析的是设计需要的 EMC(电磁兼容)、EMI(电磁干扰)及串扰的参数，而且这些分析是完全建立在 Protel

DXP 所提供的强大的集成库之上的。大到 IC(Integrated Circuit, 集成电路)元件, 小到电阻、电容都有各自的仿真模型参数。混合模拟分析和完整性分析的结果以波形的形式显示出来, 且波形的计算算法均较以前版本有较大的优化。同时也可以建立设计的库元件设置模拟参数。

总之, 信号完整性分析给设计带来了很大的方便, 提高了一次性 PCB 制作的成功率。

为了实现真正的、完整的板级设计, Altium 公司提出了 Live-Design-Enabled 的平台概念, 这个平台实现了 Altium 软件的无缝集成。它集成了当今很流行的可设计 ASIC(专门应用集成电路)的功能, 并提供了原理图和 VHDL 混合设计的功能, 而且所有设计 I/O 的改变均可返回到 PCB, 使 PCB 上相应的 FPGA 芯片 I/O 发生改变。

Protel DXP 支持更完美的 3D 预览功能, 在 PCB 加工之前就可以从各个角度观看 PCB 及焊装元件后的“实物”概况。

1.2 Protel DXP 的安装方法

Protel DXP 的安装和大多数 Windows 应用软件的安装方法类似, 但在安装前必须进行语言设置, 否则软件安装将出错以至于无法继续安装。

首先, 在 Windows 桌面上选择“开始”|“设置”|“控制面板”|“区域和语言选项”命令, 如图 1.1 所示。

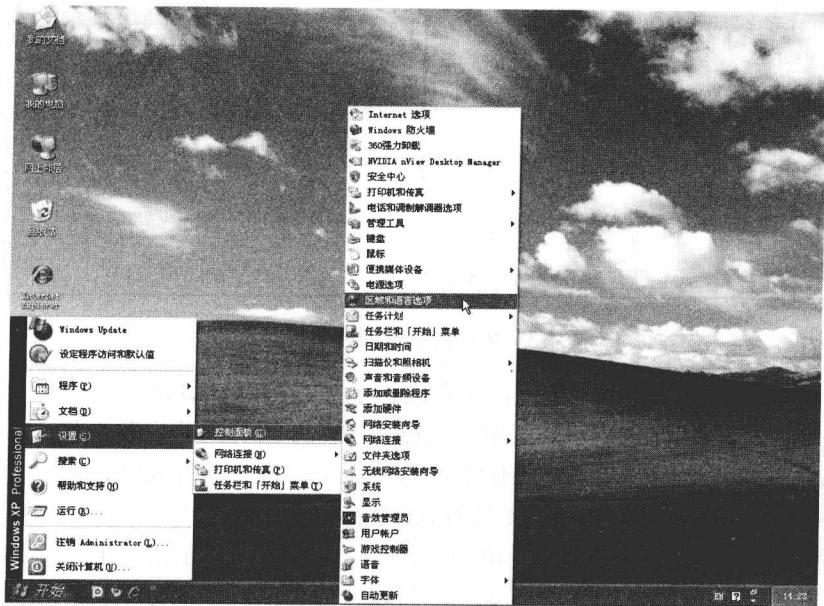


图 1.1 进入区域和语言选项

在“区域和语言选项”对话框中, 切换到“区域选项”选项卡, 将“标准和格式”选项组中的“中文(中国)”改为“英语(美国)”; 将“位置”选项组中的“中国”改为“美国”。更改前后的对比如图 1.2 所示。