

中等职业教育电子信息类专业
“双证课程”培养方案配套教材

国家信息化
计算机教育认证

CEAC

指定教材

电子线路 计算机辅助设计 (Protel 2004)

主编 王廷才 王崇文
指导 中国职业技术教育学会
审定 CEAC 信息化培训认证管理办公室



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

中等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案配套教材

电子线路计算机辅助设计

(Protel 2004)

主编 王廷才 王崇文

指导 中国职业技术教育学会

审定 CEAC 信息化培训认证管理办公室

高等教育出版社

内容提要

本书是中等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案配套教材,是CEAC培训认证唯一指定用书。

Protel 2004 是 Altium 公司于 2004 年初推出的完整的板卡级设计系统,包括原理图设计、印制电路板(PCB)设计、混合信号电路仿真、布局前/后信号完整性分析、规则驱动 PCB 布局与编辑、改进型拓扑自动布线及计算机辅助制造(CAM)输出和 FPGA 设计等。Protel 2004 的功能在 Protel DXP 版本的基础上得到进一步增强,是电子线路设计人员首选的计算机辅助设计软件。

本书以“学以致用”为原则,结合实例系统地介绍了应用 Protel 2004 进行电路原理图设计、原理图电气检查及报表、集成元器件库、电路仿真、印制电路板(PCB)设计和 PCB 信号完整性分析的方法和操作步骤,特别是对 Protel 2004 新增功能讲解透彻。全书内容编排由浅入深、结构合理、图文并茂,可作为职业院校和成人教育学院电子类、电气类、自动化类、计算机类及相关专业的 EDA 教材,也可供从事电子线路设计的工程技术人员和电子爱好者参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子线路计算机辅助设计: Protel 2004/王廷才,王崇文主编. —北京:高等教育出版社,2006.7

ISBN 7-04-019792-8

I. 电... II. ①王... ②王... III. 印刷电路-计算机辅助设计-应用软件, Protel 2004-资格考核-教材

IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 060302 号

策划编辑	李宇峰	责任编辑	许海平	封面设计	于涛
版式设计	王艳红	责任校对	杨雪莲	责任印制	毛斯璐

出版发行 高等教育出版社

购书热线 010-58581118

社址 北京市西城区德外大街 4 号

免费咨询 800-810-0598

邮政编码 100011

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

总 机 010-58581000

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

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司

网上订购 <http://www.landaco.com>

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

印 刷 唐山市润丰印务有限公司

畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787×1092 1:16

版 次 2006 年 7 月第 1 版

印 张 23

印 次 2006 年 7 月第 1 次印刷

字 数 560 000

定 价 33.30 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19792-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

中等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案配套教材

编 审 委 员 会

顾 问	黄 尧	陈 伟	刘来泉	李怀康	马叔平	余祖光
	王军伟	姜大源	高 林	刘 杰	周 明	王文瑾
	吕忠民	邹德林	张 方			
主 任	和 枫	鲍 涌				
课程审定	程 周	贾长云	赵佩华	谭建伟		
行业审定	洪京一	许 远				
秘 书 长	马 旭	曹洪波	杨春慧			
编 委	张百章	杨元挺	李明生	王廷才	戎 磊	钟名湖
	陈振源	曹德跃	林理明	耿德普	章 夔	史新人
	谢文和	谭建伟	虞 勤	田文雅	谢 川	吴 伟
	赵佩华	韩希义	张凌杰	王协瑞	郑 宇	成宏超
	陈海斌	耿 骞	江林升	贾长云	张荣胜	

出版说明

中等职业教育肩负着为社会主义建设培养数以亿计的高素质劳动者的历史任务。要完成这个历史重任,职业教育应增强服务于社会经济发展的意识,要从学科本位向就业与职业技能为本位转变。职业学校要坚持以服务为宗旨,以就业为导向,面向社会、面向市场办学,深化办学模式和人才培养模式改革,努力提高职业教育的质量和效益。

在职业教育中,国家提倡学历证书、培训证书或职业资格证书并举的双证书制度。双证书制度作为沟通职业教育与行业用人需求,联系职业教育与劳动就业制度的桥梁,起到越来越重要的作用,是促进职业学校学生就业的重要举措之一。

《中华人民共和国职业教育法》中明确规定了“在我国实行学历证书、培训证书和职业资格证书制度”。“证书标准”有助于推动职业学校人才培养模式的转变,起到促进就业作用,职业教育工作者、行业企业专家、相关政府部门或行业组织需要共同努力,科学、理智地选择各类职业认证及培训教学资源。

全国哲学社会科学“十五”规划重点课题“职业教育与就业准入制度互动关系研究”课题组在中国职业技术教育学会、信息产业部信息化培训认证管理办公室的指导下,在教育行政部门、劳动和社会保障行政部门有关领导和学者的支持下,研发成功了中等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案,该方案于2005年通过中国职业技术教育学会、信息产业部信息化培训认证管理办公室组织的专家鉴定。根据该方案,我们共同组织编写了中等职业教育电子信息类专业“双证课程”唯一配套教材,并列入劳动和社会保障部全国职业培训与技能鉴定教材。

本套教材贯彻了课题改革的成果,突出行业需求、符合教学管理要求,力图体现当前中等职业教育教学改革与创新思想。主要特点有:

(1)依据行业企业需求开发。配套教材根据信息产业发展对复合型高技能人才需求的特点,结合信息产业部最新推出的“CEAC——院校IT职业认证证书”标准要求,通过认证表明了持证人具备了相应认证的技术水平和应用能力,可以作为相关岗位选聘人员、技术水平鉴定的参考依据。将其引入学历教育,可以使中职学生在不延长学制的情况下,同时获得职业证书,提高就业的竞争力。

(2)依据最新专业目录开发。配套教材以教育部最新制定的《中等职业教育专业目录》中的电子信息类专业设置情况为依据,进行专业课程建设。根据行业的职业认证的要求,每个专业的培养方案中,有3~5门课程与相应的职业认证要求直接对应。

通过对电子信息行业的职业分析,我们重点开发了一系列职业专项能力教材。因为职业专项能力采用循序渐进的方式进行培养,反映了某项职业专门技术从易到难的训练过程,也是理论学习从简到难的过程,故又称为“链式课程”(Chain Curriculum)教材。同时将努力配套立体化教学资源,以保证这些课程的授课质量。

本套教材包括“电子与信息技术专业”(电子测量技术方向、电子电路CAD/CAM方向、

电子声像设备方向、电子产品营销方向)和“通信技术专业”(无线电通信设备方向、通信用户终端维护技术方向)的13门认证课程教材。

教材根据教育部“技能型紧缺人才培养方案”和中等职业教育电子信息类“企业技能型人才培养方案”编写,运用以就业为导向的职业能力系统化的开发方法开发而成。教材注重对学生职业技能的培养,使认证考试和中职学校日常教学紧密结合。教材出版的同时,将为教师提供可供教学使用的电子演示文稿和考证复习题,以帮助学生顺利取得“CEAC——院校IT职业认证证书”。

由于时间仓促,本套教材还不可避免地存在这样那样的不足,甚至由于学识水平所限,虽竭智尽力,仍难免谬误,希望专家、同行、学者给予批评指正。

高等教育出版社

CEAC 信息化培训认证管理办公室

2006年4月

序

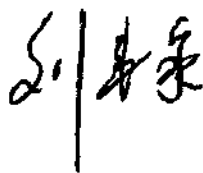
我很高兴看到,根据全国哲学社会科学“十五”规划重点课题“职业教育与就业准入制度互动关系研究”成果之一的“中等职业教育‘双证课程’培养方案”,编制出了“中等职业教育电子信息类专业‘双证课程’培养方案”。该培养方案的系列配套教材,将由高等教育出版社出版。

中等职业教育肩负着为社会主义建设培养数以亿计的高素质劳动者的历史任务。全面建设小康社会,走新型工业化道路,提高产业竞争力,推进城镇化,解决“三农”问题,促进就业和再就业,对提高劳动者素质、加快技能型人才培养提出了迫切要求。

为适应经济社会迅速变革的需要,职业教育应坚持以学生为中心、以能力为本位的原则,增强服务经济社会发展和人的发展的能力。以服务为宗旨,以就业为导向,面向社会和市场办学,深化办学模式和人才培养模式改革,提高教育教学质量,是职业教育一项长期的任务。中等职业教育要根据行业企业需求,设置专业、开发课程,推进精品课程和精品教材建设。紧跟当今世界行业企业生产和技术进步的要求,不断更新教材和教学内容,增强职业教育的适应性和针对性。实行产教结合,加强校企合作,积极开展“订单式”培养。优化课堂教学和实训环节,强化就业技能和综合职业能力培养,大力推行学历证书和职业资格证书教育。

“中等职业教育电子信息类专业‘双证课程’培养方案”及其系列配套教材,是国家信息化培训认证管理办公室和中国职业技术教育学会合作的结果,是进行电子信息类专业建设和课程改革的有益探索。这种由电子信息领域教育专家和信息产业行业部门合作,在对信息产业人才需求进行分析基础上,有针对性地设计出符合产业发展需求的技能型人才培养方案,编写出配套教材并由行业部门颁发相应的职业资格证书,将有利于提高学生的职业能力,有利于职业学校人才培养“供需对路”,有利于教育更好地为行业企业服务。在国内还少有成套方案、成熟经验的情况下,能在较短的时间内编写出系列教材及相应的数字化教学资源,实属难能可贵。

希望这套教材的出版,对中等职业教育电子信息类专业建设有所裨益和推动,并再接再厉,在不断借鉴国内外经验的基础上,在教育教学中不断改革和实践,以期该套教材日臻完善。



2006年4月10日

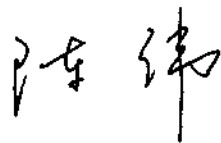
序

党的十六大、十六届五中全会和《2006—2020年国家信息化发展战略》对推进信息化建设提出了更新、更高的要求。要完成好信息化推进的各项任务，人才是关键。培养大批既有专业技术，又能熟练运用电子信息技术的人才，已成为加快经济社会发展的迫切任务之一。

马叔平同志牵头研究的全国哲学社会科学“十五”规划重点课题“职业教育与就业准入制度互动关系研究”取得了一系列成果，其中之一“中等职业教育电子信息类专业‘双证课程’培养方案”已通过评审。本课题以信息产业和信息化的需求为导向，研究如何培养急需的信息化人才和信息产业一线技术工人，我感到非常及时。

我非常欣慰地看到，该课题在研究中很好地体现了“坚持以就业为导向，增强职业教育主动服务经济社会发展的能力”的原则。在对信息产业行业的人才需求进行调查分析的基础上，结合国家有关的职业标准、行业认证标准，制定符合信息产业发展和信息化建设需要的“人才培养”方案，既有利于培养符合需求、供需对路的人才，促进信息产业和信息化的发展，同时也有利于教育部门深化教育改革，提高办学质量和效益，实在是值得肯定的。

信息化推进司作为信息产业部负责推进信息化工作的职能部门，肩负着推动信息化人才培养的职责。该方案符合推进信息化建设、促进信息化人才培训的工作目标。期待该方案在推动信息产业人才培养方面能够发挥积极作用，为我国信息化建设做出应有的贡献。



2006年4月6日

前 言

本书是中等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案配套教材,是 CEAC 培训认证唯一指定用书,也可作为电子类、电气类、自动化类、计算机类及相关专业的 EDA 教材,亦可供从事电子线路设计的工程技术人员和电子爱好者参考。

EDA (Electronic Design Automation) 即电子设计自动化技术,是在电子 CAD 技术基础上发展起来的计算机设计软件系统,它集计算机、电子、信息和 CAM (计算机辅助制造)、CAT (计算机辅助测试) 等技术于一体,不仅具有强大的设计能力,还具有测试、分析及管理的功能,可完整实现电子产品从电学观念设计到生成物理生产数据的全过程。它改变了以往采用定量计算和搭电路实验为基础的传统设计方式,使电子线路的分析与设计方法发生了重大变革。

Protel 设计系统是世界上第一套将 EDA 设计环境引入 Windows 平台的开发工具,Protel 2004 是 Ahium 公司于 2004 年初推出的板卡级电路设计系统,它将原理图设计、电路仿真、PCB 设计、设计规则检查、文档报表输出、VHDL、FPGA 及逻辑器件设计等完美融合,为用户提供了全面的设计解决方案,是电子线路设计人员首选的 EDA 设计软件。

本书共 9 章,第 1 章介绍了 Protel 2004 基础知识;第 2 章至第 5 章详细介绍了电路原理图设计系统,包括原理图设计、电气规则检查、集成元器件库的创建和管理、各种报表的生成和原理图的输出等;第 6 章介绍了电路仿真;第 7 章至第 9 章详细介绍了印制电路板设计系统,包括印制电路板的设计基础、印制电路板的设计制作方法和步骤、PCB 图生成各种报表文件、PCB 图的输出、PCB 元器件封装库的创建与管理以及 PCB 图的设计规则检查等。

本书以“学以致用”为原则,以实例贯通各个章节,通俗易懂、结构合理、内容翔实、图文并茂,每章后附有练习题,方便教学使用和工程技术人员自学。

本书中的元器件符号及电路图采用的是 Protel 2004 软件的符号标准,可能与国家标准不符,特提请读者注意。

本书由王廷才、王崇文主编,参加编写的人员有:第 1 章由兰岚和苏亚辉编写,第 2 章由胡应占编写,第 3 章由王崇文编写,第 4 章由贾建华编写,第 7 章由王利峰编写,其余章节由王廷才编写。北京理工大学博士生导师曹元大教授担任本书主审,他提出了许多宝贵的意见;在编写过程中,编者参阅了许多同行专家的编著文献,在此一并真诚致谢。

感谢您选择本书。限于编者水平,疏误之处敬请批评指正。

编 者

2006 年 3 月

目 录

第 1 章 Protel 2004 基础	1
1.1 Protel 2004 概述	1
1.1.1 Protel 发展回顾.....	1
1.1.2 Protel 2004 的主要组成.....	2
1.1.3 Protel 2004 的特点.....	2
1.1.4 Protel 2004 的新功能.....	3
1.2 Protel 2004 的系统配置和安装	6
1.2.1 Protel 2004 的系统配置.....	6
1.2.2 Protel 2004 的安装.....	7
1.3 Protel 2004 的窗口界面	10
1.3.1 Protel 2004 的主窗口界面.....	11
1.3.2 Protel 2004 的主页.....	13
1.3.3 Protel 2004 的工作面板.....	14
1.4 Protel 2004 资源用户定制	16
1.4.1 编辑选单命令.....	16
1.4.2 创建下拉选单.....	21
1.4.3 删除选单命令.....	21
1.4.4 恢复系统资源.....	22
1.5 Protel 2004 的环境参数设置	22
1.5.1 Protel 2004 的屏幕分辨率设置.....	22
1.5.2 Protel 2004 的系统参数设置.....	22
1.6 Protel 2004 项目文件的管理和编辑	27
1.6.1 Protel 2004 项目文件的管理 方式.....	27
1.6.2 新项目文件的建立.....	27
1.6.3 打开和编辑已有的项目文件.....	30
1.6.4 项目文件的组织.....	33
1.6.5 关闭文件及工作窗口.....	33
1.7 设置项目选项	33
1.7.1 Error Reporting (错误报告).....	33
1.7.2 Connection Matrix (连接矩阵).....	34
1.7.3 Comparator (比较器).....	35

1.7.4 ECO (工程变化顺序).....	35
1.7.5 Options (选项).....	36
1.7.6 Multi-Channel (多通道).....	37
1.7.7 Default Prints (设置项目打印 输出).....	37
1.7.8 Search Paths (搜索路径).....	38
1.7.9 编译项目.....	39
1.8 练习题	39
第 2 章 原理图设计	40
2.1 原理图设计基础	40
2.1.1 原理图设计的一般步骤.....	40
2.1.2 Protel 2004 原理图设计工具栏.....	41
2.1.3 图样的放大与缩小.....	42
2.2 原理图的图样设置	44
2.2.1 设置图样大小.....	44
2.2.2 Parameters 标签页.....	49
2.3 原理图的环境参数设置	50
2.3.1 Schematic 标签页.....	50
2.3.2 Graphical Editing 标签页.....	54
2.3.3 Compiler 标签页.....	58
2.3.4 AutoFocus 标签页.....	59
2.3.5 Default Primitives 标签页.....	59
2.4 载入元器件库	62
2.4.1 元器件库管理器.....	62
2.4.2 装载元器件库.....	63
2.4.3 查找元器件.....	64
2.5 连线工具栏	66
2.6 放置元器件	67
2.6.1 通过输入元器件名放置元器件.....	67
2.6.2 从元器件管理器的元器件列表中 选取放置.....	68
2.6.3 使用常用元器件工具命令放置	

元器件	68	2.11.2 设置图样参数	102
2.6.4 放置电源和接地组件	69	2.11.3 载入元器件库	102
2.7 编辑元器件属性	70	2.11.4 放置元器件	104
2.7.1 设置元器件属性	70	2.11.5 编辑元器件属性	104
2.7.2 向元器件添加新的模型	71	2.11.6 放置电源和接地组件	105
2.8 元器件位置的调整	74	2.11.7 放置连线和节点	105
2.8.1 选择元器件	74	2.11.8 放置网络标号	106
2.8.2 元器件的移动	75	2.11.9 画图案和放置文字	106
2.8.3 元器件的旋转	76	2.12 练习题	107
2.8.4 取消元器件选择	76	第3章 原理图高级设计	108
2.8.5 删除元器件	77	3.1 原理图编辑器工作面板的使用	108
2.8.6 剪切复制粘贴元器件	77	3.1.1 打开工作面板的方法	108
2.9 连接线路	79	3.1.2 工作面板标签及工作面板的名称	108
2.9.1 连接导线	79	3.1.3 几个主要面板功能介绍	110
2.9.2 放置线路结点	80	3.2 元器件的排列	116
2.9.3 设置网络标号	81	3.2.1 左对齐	117
2.9.4 放置 I/O 端口	82	3.2.2 右对齐	118
2.9.5 放置总线	83	3.2.3 元器件按水平中心线对齐	118
2.9.6 绘制总线出/入端口	83	3.2.4 元器件水平平铺	118
2.9.7 绘制电路方块图	85	3.2.5 元器件顶端对齐	119
2.9.8 放置电路方块图的端口	86	3.2.6 元器件底端对齐	119
2.9.9 放置 No ERC 标志	87	3.2.7 元器件按垂直中心线对齐	119
2.9.10 放置 PCB 布线标记	87	3.2.8 元器件垂直均布	120
2.9.11 超越图样连接器	90	3.2.9 同时进行综合排列或对齐	120
2.10 绘图工具命令的使用	91	3.3 对象整体编辑	121
2.10.1 绘图工具命令	91	3.3.1 Find Similar Objects 对话框	121
2.10.2 绘制直线	92	3.3.2 执行整体编辑	122
2.10.3 绘制多边形	93	3.4 编辑元器件标识	123
2.10.4 绘制圆弧	94	3.4.1 元器件标识的手工编辑	124
2.10.5 绘制椭圆弧	94	3.4.2 元器件的自动标识	124
2.10.6 绘制 Bezier 曲线	95	3.5 层次原理图的设计	129
2.10.7 放置注释文字	96	3.5.1 层次原理图概述	129
2.10.8 放置文本框	97	3.5.2 层次原理图的设计	131
2.10.9 绘制矩形与圆角矩形	98	3.6 多通道电路设计	136
2.10.10 绘制圆与椭圆	99	3.6.1 设计多通道电路	137
2.10.11 绘制扇形图	100	3.6.2 由多通道电路产生网络表	138
2.11 原理图绘制实例	101	3.6.3 察看多通道原理图	139
2.11.1 创建原理图设计文件	101		

3.6.4 通道的切换	140	5.2.7 产生元器件库报表	175
3.7 练习题	141	5.3 创建 PCB 元器件封装	175
第 4 章 原理图电气检查及报表	142	5.3.1 启动 PCB 元器件封装库 编辑器	176
4.1 电气连接检查	142	5.3.2 手工创建元器件封装	177
4.1.1 设置电气连接检查规则	142	5.3.3 利用向导创建元器件封装	181
4.1.2 检查结果报告	144	5.4 PCB 元器件封装库管理器	183
4.2 创建网络表	144	5.4.1 PCB 元器件封装库管理器面板	183
4.2.1 设置网络表选项	145	5.4.2 元器件封装库管理器的应用	186
4.2.2 产生网络表	146	5.5 创建集成库	186
4.2.3 Protel 网络表格式	147	5.5.1 准备基本元器件库文件	187
4.3 产生元器件列表	148	5.5.2 创建集成库项目文档	188
4.3.1 元器件清单报表	148	5.5.3 为集成库项目文档添加源库 文件	188
4.3.2 元器件交叉参考表	150	5.5.4 编译集成库项目文档	190
4.3.3 简易元器件材料表	150	5.6 练习题	191
4.4 生成层次表	152	第 6 章 电路仿真	192
4.4.1 元器件交叉引用报表	152	6.1 仿真元器件库	192
4.4.2 层次报表	155	6.1.1 常用仿真元器件库	192
4.4.3 端口引用参考	155	6.1.2 仿真信号源组件库	192
4.5 批量输出工作文件	156	6.1.3 仿真专用函数组件库	195
4.5.1 创建输出任务配置文件	156	6.1.4 仿真数学函数组件库	195
4.5.2 输出配置	157	6.1.5 信号仿真传输线组件库	195
4.5.3 数据输出	158	6.1.6 元器件仿真属性编辑	195
4.6 原理图输出	159	6.1.7 仿真源工具	197
4.7 练习题	161	6.2 仿真设置	197
第 5 章 集成元器件库	162	6.2.1 节点电压 (NS) 设置	197
5.1 原理图元器件库编辑器	162	6.2.2 初始条件 (IC) 设置	197
5.1.1 打开原理图元器件库编辑器	162	6.2.3 仿真器的设置	198
5.1.2 绘图工具	163	6.3 运行电路仿真	205
5.1.3 IEEE 工具	164	6.3.1 对电路图进行仿真分析的方法 与步骤	205
5.1.4 元器件库编辑管理器	164	6.3.2 电路仿真举例	206
5.2 创建原理图元器件	166	6.4 练习题	214
5.2.1 绘制原理图元器件	167	第 7 章 印制电路板设计基础	216
5.2.2 复制导入元器件	170	7.1 印制电路板概述	216
5.2.3 原有元器件编辑修改	172	7.1.1 印制电路板结构	216
5.2.4 给元器件添加一个别名	173		
5.2.5 元器件报表	173		
5.2.6 产生元器件规则检查报表	174		

7.1.2 元器件封装	218	8.8.1 导孔的放置	259
7.2 PCB 图设计流程及遵循原则	220	8.8.2 导孔的属性设置	259
7.2.1 PCB 图设计流程	220	8.9 放置文字	260
7.2.2 PCB 设计应遵循的原则	221	8.9.1 文字的放置	260
7.3 PCB 的文件管理和工具栏	223	8.9.2 文字的属性设置	260
7.3.1 PCB 的文件管理	223	8.10 放置坐标指示	261
7.3.2 PCB 的工具栏	226	8.10.1 坐标指示的放置	261
7.3.3 PCB 的 3D 显示	228	8.10.2 坐标指示的属性设置	261
7.4 PCB 参数设置	230	8.11 放置尺寸标注	262
7.5 练习题	235	8.11.1 尺寸标注的放置	262
第 8 章 PCB 的设计	236	8.11.2 尺寸标注的属性设置	262
8.1 新建 PCB 文件	236	8.12 放置相对原点	263
8.1.1 使用 PCB 向导创建新的文件	236	8.13 放置圆弧导线	263
8.1.2 将 PCB 文件添加到设计项目	240	8.13.1 圆弧导线的放置	263
8.2 规划 PCB	240	8.13.2 圆弧导线的属性设置	266
8.2.1 Protel 2004 工作层的设置	240	8.13.3 圆弧导线的移动和调整	266
8.2.2 PCB 选项设置	243	8.14 放置矩形铜膜填充	267
8.2.3 定义 PCB 形状及尺寸	245	8.14.1 矩形铜膜填充的放置	267
8.3 装载元器件封装库的操作	245	8.14.2 矩形铜膜填充的属性设置	267
8.3.1 装载元器件封装库	246	8.14.3 矩形铜膜填充的修改	268
8.3.2 浏览元器件库	247	8.15 放置多边形敷铜	268
8.3.3 搜索元器件库	247	8.15.1 多边形敷铜的放置	269
8.4 网络与元器件的装入	248	8.15.2 多边形敷铜的属性设置	269
8.4.1 编译设计项目	249	8.15.3 调整敷铜	270
8.4.2 装入网络与元器件	249	8.16 分割多边形敷铜	271
8.5 放置元器件封装	250	8.17 放置屏蔽导线	271
8.5.1 元器件封装的放置	250	8.18 放置泪滴	272
8.5.2 设置元器件封装的属性	252	8.19 自动布局	272
8.5.3 元器件封装的修改	253	8.20 手工编辑调整元器件封装的布局	274
8.6 放置导线	254	8.20.1 选取元器件封装	274
8.6.1 放置导线操作	254	8.20.2 元器件封装的基本操作	275
8.6.2 导线的修改和调整	255	8.20.3 排列元器件封装	278
8.6.3 导线的删除	256	8.21 添加网络连接	280
8.6.4 设置导线属性	257	8.21.1 使用“网络表管理器”添加 网络连接	280
8.7 放置焊盘	257	8.21.2 使用“焊盘属性”添加网络 连接	282
8.7.1 焊盘的放置	257	8.22 设计规则	282
8.7.2 焊盘的属性设置	258		
8.8 放置导孔	259		

8.22.1	PCB 设计规则和约束编辑对话框	283	8.25.1	调整布线	317
8.22.2	Electrical (与电气有关) 的设计规则	284	8.25.2	调整焊盘	318
8.22.3	Routing (与布线有关) 的设计规则	286	8.25.3	电源/接地线的加宽	319
8.22.4	SMT (与 SMD 布线有关) 的设计规则	292	8.25.4	对 PCB 敷铜	319
8.22.5	Mask (与焊盘延伸量有关) 的设计规则	294	8.25.5	文字标注的调整	320
8.22.6	Plane (与内层有关) 的设计规则	295	8.25.6	补泪滴处理	323
8.22.7	Testpoint (与测试点有关) 的设计规则	297	8.26	设计规则检查	323
8.22.8	Manufacturing (与印制电路板制造有关) 的设计规则	299	8.27	练习题	325
8.22.9	High Speed (与高频电路设计有关) 的设计规则	301	第 9 章 PCB 报表与输出	326	
8.22.10	Placement (与元器件封装的布局有关) 的设计规则	304	9.1	生成的 PCB 报表	326
8.22.11	Signal Integrity (信号完整性) 分析	308	9.1.1	生成电路板信息报表	326
8.23	设计规则向导	312	9.1.2	生成元器件清单报表	327
8.24	手动布线和自动布线	313	9.1.3	生成元器件交叉参考表	330
8.24.1	手动布线	314	9.1.4	生成项目文件层次报表	330
8.24.2	自动布线	315	9.1.5	生成网络状态表	331
8.25	手工调整印制电路板	317	9.1.6	生成网络表	331
			9.1.7	生成元器件插置文件	332
			9.1.8	生成测试点报表	333
			9.1.9	生成底片文件	334
			9.1.10	生成数控钻文件	335
			9.1.11	其他报表	337
			9.2	PCB 图打印输出	338
			9.3	练习题	341
			附录 Protel 2004 常用元器件图形符号	343	
			参考文献	349	

Protel 2004 基础

近年来, 电子科技蓬勃发展, 新型元器件层出不穷, 电子线路变得越来越复杂, 电子产品的设计工作已经无法单纯依靠手工来完成, 电子线路计算机辅助设计已经成为必然趋势, Protel 正是在这样的环境下产生和发展的, Protel 2004 具有前所未有的丰富的设计功能和人性化设计环境, 熟练使用这一软件必将使电子线路设计的质量和效率大大提高。

1.1 Protel 2004 概述

Protel 2004 也称为 DXP 2004, 是 Altium 公司于 2004 年 2 月推出的板卡级设计系统, 主要运行在 Windows XP 操作系统。该软件从多方面改进和完善了 Protel DXP 版本, 通过原理图设计、电路仿真、PCB 绘制编辑、拓扑自动布线、信号完整性分析和设计输出等技术的完美融合, 为设计者提供了全新的板卡级设计解决方案。

1.1.1 Protel 发展回顾

Protel 的发展经历了从 Protel for DOS 到 Protel 2004 的历程, 早在 1988 年, 美国 ACCEL Technologies 公司推出的 TANGO 软件包, 是 Protel 的前身。大规模和超大规模集成电路的使用和电子线路辅助设计 (CAD) 技术的发展促成了 TANGO 的发展。随着电子工业的飞速发展, TANGO 越来越难满足时代的需求, Protel Technology 公司及时推出了 Protel for DOS 软件作为 TANGO 的升级版本。

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 Technology 公司于 1991 年开始陆续推出 Protel for windows 版, 包括: Protel for windows 1.0、Protel for windows 2.0、Protel for windows 3.0、Protel 98、Protel 99 以及 Protel 99 SE 等产品。2002 年, Altium 公司推出 Protel DXP, 2004 年 2 月 Altium 公司又推出了 Protel 2004。

Protel 2004 的功能在 Protel DXP 版本的基础上得到进一步增强, 以支持 FPGA 及其他可编程器件设计及其在 PCB 上的集成。Protel 2004 的 PCB 电路图设计系统利用了 Windows XP 和 Windows 2000 平台的优势, 具有改进的稳定性、增强的图形功能和超强的用户界面等特点。Protel 2004 是第一套完整的板卡级设计系统, 可以真正实现在单个应用程序中的集成, Protel 2004 可以选择最适当的设计途径, 并按设计者指定的方式工作。其中包括原理图设计、印制电路板设计、混合信号电路仿真、设计规则驱动 PCB 布局与编辑、改进型拓扑自动布线、布局前

后信号完整性分析及计算机辅助制造 (CAM) 输出等。

1.1.2 Protel 2004 的主要组成

Protel 2004 主要由 4 大部分组成:

1. SCH (原理图) 设计系统

主要用于电路原理图的设计, 为印制电路板的制作做准备工作。

2. PCB (印制电路板) 设计系统

主要用于印制电路板的设计, 由它生成的 PCB 文件将直接应用到印制电路板的生产中。

3. FPGA 设计系统

主要用于可编程逻辑器件的设计。设计完成之后, 就可以制作具备特定功能的元器件。

4. VHDL 设计系统

硬件描述语言设计编译系统。

1.1.3 Protel 2004 的特点

相对于 Protel DXP 版本, Protel 2004 具有以下特性:

1. 层次化多信道原理图编辑环境

Protel 的原理图编辑环境支持针对板级 PCB 或 FPGA 级的设计解决方案。扩展的项目导航特性和错误检查允许设计者以一个合理的方式, 即具有从顶部到底部或从底部到顶部分割设计支持的方式进行设计。对原理图的数量和层次深度没有任何限制, 设计者可以实现任意复杂的设计。

2. 混合模式的 SPICE 3f5/Xspice 仿真

Protel 2004 使集成的信号仿真成为现实。设计者可以直接从原理图编辑环境运行混合信号 SPICE 3f5/XSpice 仿真, 并且可以完整地实现仿真分析, 包括例如温度和蒙特卡罗 (MonteCarlo) 组件误差扫描等先进的仿真分析。

在集成库中, Protel 具有 16000 多个预设置好的仿真组件, 新的模块可以很容易建立并附加到任何组件中。

3. 布局前后的信号完整性分析

初步的阻抗和反射仿真可以在最终板级布线之前的原理图中实现, 允许对潜在的问题进行仿真分析, 例如不匹配的网络阻抗检查。完整的阻抗、信号反射和串扰分析可以在最终的印制电路板上进行, 以便检查设计的实际性能。

信号完整性分析内置于 Protel 2004 设计规则系统中, 允许将信号完整性问题作为通用的板级 DRC 检查过程中的一项。

当信号完整性问题被发现时, Protel 的结果顾问 (Termination Advisor) 会通过应用不同的信号到有问题的网络来仿真其效果, 从而帮助设计者选择最好的方法进行修改。

4. 基于 FPGA 设计的现场交互式开发

Protel 2004 产品是第一个认识到 FPGA 在当今电子设计中重要性不断提高的板级设计系统。它具有基于 FPGA 的器件库, 这些器件库可以用于原理图级的布线, 使得不需要 HDL (硬件描述语言) 也能完成一个基于 FPGA 的设计。基于 FPGA 的组件是预综合和预验证的, 可以用于许多目标器件, 从而可以很容易改变目标器件。Protel 也支持基于 VHDL 的 FPGA 器件的开发过程。