

可下载教学资料

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



高等学校教材
计算机应用

Protel 电路设计教程

(第 2 版)

江思敏 陈明 编著

清华大学出版社



高等学校教材
计算机应用

Protel 电路设计教程 (第 2 版)

江思敏 陈明 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是一本 Protel 电路设计的实例教程。本书详细讲述了如何使用 Protel 软件进行电路原理图的设计、PCB 印制电路板的设计、电路仿真和 PCB 信号分析,以及电路原理图和印制电路板的设计方法及操作步骤,在讲解过程中,以实例贯通全书,并将 Protel 2004 的各项功能结合起来,以便使学生能尽快掌握使用 Protel 进行电路设计的方法。

本书主要面向广大电路设计工作者以及大中专院校师生,并且可以作为初次使用 Protel 2004 进行电路设计的技术人员和具有一定经验的电路设计者的参考书。

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 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

Protel 电路设计教程/江思敏,陈明编著. —2 版. —北京:清华大学出版社,2006.12

(高等学校教材·计算机应用)

ISBN 7-302-13487-1

I. P… II. ①江… ②陈… III. 印制电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel—教材 IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 083339 号

责任编辑:丁 岭 王冰飞

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印 刷 者:清华大学印刷厂

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:23.25 字 数:573 千字

版 次:2006 年 12 月第 1 版 印 次:2006 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:36.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:021822-01

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学

周立柱 教授
覃 征 教授
王建民 教授
刘 强 副教授
冯建华 副教授

北京大学

杨冬青 教授
陈 钟 教授
陈立军 副教授

北京航空航天大学

马殿富 教授
吴超英 副教授
姚淑珍 教授

中国人民大学

王 珊 教授
孟小峰 教授
陈 红 教授

北京师范大学

周明全 教授

北京交通大学

阮秋琦 教授

北京信息工程学院

孟庆昌 教授

北京科技大学

杨炳儒 教授

石油大学

陈 明 教授

天津大学

艾德才 教授

复旦大学

吴立德 教授
吴百锋 教授
杨卫东 副教授

华东理工大学

邵志清 教授

华东师范大学

杨宗源 教授

东华大学

应吉康 教授
乐嘉锦 教授

上海第二工业大学

蒋川群 教授

浙江大学

吴朝晖 教授

南京大学

李善平 教授

南京航空航天大学

骆 斌 教授

南京理工大学

秦小麟 教授
张功萱 教授

南京邮电学院	朱秀昌	教授
苏州大学	龚声蓉	教授
江苏大学	宋余庆	教授
武汉大学	何炎祥	教授
华中科技大学	刘乐善	教授
中南财经政法大学	刘腾红	教授
华中师范大学	王林平	副教授
	魏开平	教授
武汉理工大学	李中年	教授
国防科技大学	赵克佳	教授
	肖 侬	副教授
中南大学	陈松乔	教授
湖南大学	林亚平	教授
	邹北骥	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐 勇	教授
长安大学	巨永峰	教授
西安石油学院	方 明	教授
西安邮电学院	陈莉君	副教授
哈尔滨工业大学	郭茂祖	教授
吉林大学	徐一平	教授
	毕 强	教授
长春工程学院	沙胜贤	教授
山东大学	孟祥旭	教授
	郝兴伟	教授
山东科技大学	郑永果	教授
中山大学	潘小轰	教授
厦门大学	冯少荣	教授
福州大学	林世平	副教授
云南大学	刘惟一	教授
重庆邮电学院	王国胤	教授
西南交通大学	杨 燕	副教授

改革开放以来,特别是党的十五大以来,我国教育事业取得了举世瞩目的辉煌成就,高等教育实现了历史性的跨越,已由精英教育阶段进入国际公认的大众化教育阶段。在质量不断提高的基础上,高等教育规模取得如此快速的发展,创造了世界教育发展史上的奇迹。当前,教育工作既面临着千载难逢的良好机遇,同时也面临着前所未有的严峻挑战。社会不断增长的高等教育需求同教育供给特别是优质教育供给不足的矛盾,是现阶段教育发展面临的基本矛盾。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2001年8月,教育部下发了《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》,提出了十二条加强本科教学工作提高教学质量的措施和意见。2003年6月和2004年2月,教育部分别下发了《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》和《教育部实施精品课程建设提高高校教学质量和人才培养质量》文件,指出“高等学校教学质量和教学改革工程”是教育部正在制定的《2003—2007年教育振兴行动计划》的重要组成部分,精品课程建设是“质量工程”的重要内容之一。教育部计划用五年时间(2003—2007年)建设1500门国家级精品课程,利用现代化的教育信息技术手段将精品课程的相关内容上网并免费开放,以实现优质教学资源共享,提高高等学校教学质量和人才培养质量。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展、顺应并符合新世纪教学发展的规律、代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻

性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。首批推出的特色精品教材包括:

(1) 高等学校教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 高等学校教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 高等学校教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 高等学校教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 高等学校教材·信息管理与信息系统。

(6) 高等学校教材·财经管理与计算机应用。

清华大学出版社经过 20 年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会
E-mail: dingl@tup.tsinghua.edu.cn

Protel 电路辅助设计软件从早期基于 DOS 的版本发展到基于 Windows 的版本 Protel 99 SE, 已经成为广大电路工作者广泛使用的 EDA 软件之一。2004 年, Protel 得到进一步增强, 推出了最新版本 Protel 2004。Protel 2004 的电路设计和 PCB 设计功能不但提高了 PCB 布线的速度和成功率, 而且还集成了 VHDL 和 FPGA 设计模块, 使得 Protel 成为模拟和数字电路设计的重要平台。基于 Windows 2000/Windows XP 的 Protel 2004 凭借其强大的功能大大提高了电子线路的设计效率, 今后必然成为广大电子线路设计工作者首选的计算机辅助电子线路设计平台。

2002 年, 作者基于 Protel 99 SE 编写了《Protel 电路设计教程》, 并由清华大学出版社出版。此书是作者根据其丰富的经验编写而成, 已成为畅销的 Protel 电路设计教程之一, 但是还有很多不尽完善之处。为了让学生更有效地学习使用 Protel 进行电路和 PCB 设计, 特地对第一版进行修改, 并且基于最新版的 Protel 2004 进行编写。修订版中增加了很多关于 PCB 设计的基础知识介绍, 比如 PCB 的叠层设计, 修正了很多以前阐述不清晰的内容。相信修订后的本书更能有助于学生的学习。

本书全面介绍 Protel 2004 的基本操作以及使用环境, 并详细讲解了如何借助 Protel 平台进行电路原理图的设计、印制电路板的设计、电路仿真和信号完整性分析。在讲解过程中, 以实例贯通全书, 在每个知识点的讲解中, 均结合相应的实例, 而且在每讲完一个相关的章节后, 还以一个典型的实例进行深化。作为一本电路设计教程, 本书还为学生提供了适量的思考题, 并在每章的开始告诉学生本章的学习重点和难点。

全书共 14 章, 第 0 章主要讲述了 PCB 设计的预备知识, 让学生掌握一些基本 PCB 设计的概念; 第 1 章讲述了 Protel 2004 的基本知识; 第 2 章~第 6 章讲述了使用 Protel 2004 进行电路原理图设计; 第 7 章讲述了 PCB 设计的基础知识; 第 8 章~第 10 章是 PCB 电路板设计制作与实例讲解; 第 11 章讲述了电路仿真知识; 第 12 章主要讲述了 PCB 信号完整性分析; 第 13 章提供了一些习题和课程设计, 有利于学生读后思考和练习。每章均结合了典型工程设计实例进行讲解, 使学生可以轻松掌握 Protel 2004 各功能模块的使用。

本书主要面向广大电路设计工作者以及大中专院校师生,同时也可作为具有一定经验的电路设计人员的参考书。

本书由江思敏和陈明主编,胡烨、谢东华、刘杰等同志也参与编写了部分章节。由于水平有限,时间仓促,书中缺点和不足在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2006 年 4 月

第 0 章 PCB 设计预备知识	1
0.1 PCB 设计流程	1
0.2 PCB 制造材料	3
0.3 PCB 板的结构	5
0.4 PCB 的走线配置	9
0.5 PCB 设计和电磁兼容	10
0.6 PCB 设计常用术语	13
练习题	14
第 1 章 Protel 2004 基础	15
1.1 Protel 2004 设计环境	15
1.1.1 Protel 2004 主界面	16
1.1.2 新建文件菜单介绍	20
1.1.3 文件工作区面板介绍	21
1.2 设置 Protel 2004 系统参数	22
1.3 Protel 2004 的原理图编辑模块	26
1.4 Protel 2004 的 PCB 模块	28
1.5 Protel 2004 文件管理	29
1.6 设置和编译项目	32
1.6.1 检查原理图的电气参数	33
1.6.2 设置类	34
1.6.3 设置比较器	35
1.6.4 ECO 设置	36
1.6.5 输出路径和网络表设置	37
1.6.6 多通道设置	37
1.6.7 搜索路径设置	38
1.6.8 设置项目打印输出	39
1.6.9 编译项目	39

练习题	40
第2章 Protel 2004 原理图设计基础	41
2.1 原理图的设计步骤	41
2.1.1 电路设计的一般步骤	41
2.1.2 原理图设计的一般步骤	42
2.2 新建原理图文件	43
2.3 Protel 2004 原理图设计工具	44
2.3.1 原理图设计工具栏	44
2.3.2 图纸的放大与缩小	47
2.4 设置图纸	48
2.4.1 设置图纸大小	48
2.4.2 设置图纸方向	49
2.4.3 设置图纸颜色	50
2.4.4 设置系统字体	51
2.5 网格和光标设置	51
2.5.1 设置网格的可见性	51
2.5.2 电气节点	51
2.5.3 设置光标	52
2.5.4 设置网格的形状	53
2.6 文档参数设置	54
2.7 设置原理图的环境参数	55
2.7.1 设置原理图环境	55
2.7.2 设置图形编辑环境	58
2.7.3 设置默认的基本单元	60
2.7.4 Orcad 选项	61
练习题	61
第3章 电路原理图设计.....	62
3.1 元件库管理	62
3.1.1 浏览元件库	62
3.1.2 装载元件库	64
3.2 放置元件	66
3.2.1 放置元件的方法	66
3.2.2 使用工具栏放置元件	69
3.3 编辑元件	69
3.3.1 编辑元件属性	69
3.3.2 设置元件的封装	71
3.3.3 设置仿真属性	73

3.3.4	编辑元件参数的属性	73
3.4	元件位置的调整	74
3.4.1	对象的选取	75
3.4.2	元件的移动	77
3.4.3	单个元件的移动	78
3.4.4	多个元件的移动	78
3.4.5	元件的旋转	79
3.4.6	取消元件的选择	80
3.4.7	复制粘贴元件	80
3.4.8	阵列式粘贴元件	81
3.4.9	元件的删除	82
3.5	元件的排列和对齐	82
3.6	放置电源与接地元件	85
3.7	放置节点	86
3.8	连接线路	87
3.9	更新元件流水号	87
3.10	绘制原理图的基本图元	90
3.10.1	画导线	91
3.10.2	画总线	92
3.10.3	画总线出入端口	93
3.10.4	设置网络名称	95
3.10.5	放置输入输出端口	97
3.10.6	放置电路方块图	100
3.10.7	放置电路方块图的端口	102
3.11	绘制图形	103
3.11.1	绘图工具栏	103
3.11.2	绘制直线	104
3.11.3	绘制多边形	104
3.11.4	绘制圆弧与椭圆弧	105
3.11.5	放置注释文字	107
3.11.6	放置文本框	107
3.11.7	绘制矩形	108
3.11.8	绘制圆与椭圆	110
3.11.9	绘制饼图	111
3.11.10	绘制 Bezier 曲线	112
3.12	原理图设计实例	112
3.12.1	24V 功率驱动模块原理图设计实例	112
3.12.2	译码电路	120
	练习题	122

第 4 章 检验电气规则和生成报表	124
4.1 检查原理图的电气连接	124
4.1.1 设置电气连接检查规则	125
4.1.2 检查结果报告	126
4.2 生成原理图的报表	127
4.2.1 网络表	127
4.2.2 产生元件列表	129
4.2.3 元件交叉参考表	131
4.2.4 项目层次表	132
4.3 原理图的打印输出	132
练习题	135
第 5 章 制作元件与建立元件库	136
5.1 元件库编辑器	136
5.2 元件库的管理	137
5.2.1 元件库编辑管理器	137
5.2.2 利用 Tools 菜单管理元件	141
5.3 元件绘图工具	142
5.3.1 一般绘图工具	143
5.3.2 绘制引脚	143
5.3.3 IEEE 符号	145
5.4 创建一个新元件	145
5.5 生成项目的元件库	151
5.6 产生元件报表	152
5.6.1 元件报表	152
5.6.2 元件库报表	153
5.6.3 元件库报告	154
5.6.4 元件规则检查表	155
练习题	156
第 6 章 设计层次原理图	157
6.1 层次原理图的设计方法	157
6.2 建立层次原理图	159
6.3 由方块电路符号产生新原理图的 I/O 端口符号	165
6.4 由原理图文件产生方块电路符号	167
6.5 生成层次表	167
练习题	168

第 7 章 印制电路板基础	170
7.1 印制电路板概述	170
7.1.1 印制电路板结构	170
7.1.2 元件封装	171
7.1.3 铜膜导线	172
7.1.4 助焊膜和阻焊膜	173
7.1.5 层	173
7.1.6 焊盘和过孔	173
7.1.7 丝印层	174
7.1.8 敷铜	174
7.2 印制电路板布线流程	174
7.3 印制电路板设计的基本原则	175
7.3.1 布局	175
7.3.2 布线	176
7.3.3 焊盘大小	177
7.3.4 印制电路板电路的抗干扰措施	178
7.3.5 去耦电容配置	179
7.3.6 各元件之间的接线	179
7.4 印制电路板的叠层设计	180
7.4.1 多层板	180
7.4.2 六层板	182
7.4.3 四层板	182
7.4.4 单面和双面板	183
7.4.5 叠层设计布局快速参考	186
7.5 在项目中建立 PCB 文件	186
7.6 印制电路板设计编辑器	190
7.6.1 印制电路板编辑器界面缩放	190
7.6.2 工具栏的使用	191
7.7 设置电路板工作层	192
7.7.1 层的管理	192
7.7.2 设置内部电源层的属性	193
7.7.3 定义层和设置层的颜色	193
7.7.4 印制电路板选项设置	196
7.8 印制电路板电路参数设置	197
练习题	204
第 8 章 制作印制电路板	205
8.1 印制电路板布线工具	205

8.1.1	交互布线	206
8.1.2	放置焊盘	207
8.1.3	放置过孔	209
8.1.4	补泪滴设置	211
8.1.5	放置填充	211
8.1.6	放置多边形敷铜平面	212
8.1.7	分割多边形	214
8.1.8	放置字符串	215
8.1.9	放置坐标	216
8.1.10	绘制圆弧或圆	216
8.1.11	放置尺寸标注	218
8.1.12	设置初始原点	219
8.1.13	放置元件封装	220
8.2	单面板与多层板	222
8.3	规划电路板和电气定义	223
8.3.1	手动规划电路板	223
8.3.2	使用向导生成电路板	225
8.4	准备原理图和印制电路板	226
8.5	元件封装库的操作	227
8.5.1	装入元件库	227
8.5.2	浏览元件库	228
8.5.3	搜索元件库	229
8.6	网络与元件的装入	230
8.7	元件的自动布局	232
8.8	手工编辑调整元件的布局	233
8.8.1	选取元件	233
8.8.2	旋转元件	234
8.8.3	移动元件	235
8.8.4	排列元件	236
8.8.5	调整元件标注	237
8.8.6	剪贴复制元件	238
8.8.7	元件的删除	238
8.9	添加网络连接	239
8.10	设计规则的设置	242
8.10.1	布线基本知识	242
8.10.2	布线设计规则的设置	243
8.11	交互手动和自动布线	253
8.11.1	交互手动布线	253
8.11.2	自动布线	255

8.12	调整印制电路板	259
8.12.1	调整布线	259
8.12.2	对印制电路板敷铜	261
8.12.3	电源/接地线的处理	262
8.12.4	文字标注的调整	262
8.12.5	印制电路板补泪滴处理	265
8.13	设计规则检查	266
8.14	完成功率驱动模块的印制电路板	267
8.14.1	印制电路板布线设计	267
8.14.2	印制电路板的 3D 显示	271
	练习题	272
第 9 章	制作元件封装	273
9.1	元件封装编辑器	273
9.1.1	启动元件封装编辑器	273
9.1.2	元件封装编辑器介绍	273
9.2	创建新的元件封装	275
9.2.1	元件封装参数设置	275
9.2.2	层的管理	277
9.2.3	放置元件	277
9.2.4	设置元件封装的参考点	280
9.3	使用向导创建元件封装	280
9.4	元件封装管理	284
9.4.1	浏览元件封装	284
9.4.2	添加元件封装	284
9.4.3	元件封装重命名	285
9.4.4	删除元件封装	285
9.4.5	放置元件封装	285
9.4.6	编辑元件封装引脚焊盘	285
9.5	创建项目元件封装库	286
	练习题	287
第 10 章	生成 PCB 报表和打印电路板	288
10.1	生成电路板信息报表	288
10.2	生成网络状态报表	290
10.3	生成元件报表	290
10.3.1	生成元件报表的一般方法	290
10.3.2	生成元件报表的简单方法	292
10.4	生成 NC 钻孔文件	293

10.5 生成光绘文件	296
练习题	300
第 11 章 电路仿真	301
11.1 Protel 的仿真元件库描述	301
11.1.1 仿真信号源	301
11.1.2 仿真专用函数	304
11.1.3 仿真数学函数	304
11.1.4 信号仿真传输线	304
11.1.5 常用元件库	305
11.1.6 元件仿真属性编辑	305
11.1.7 仿真源工具栏	306
11.2 初始状态的设置	306
11.2.1 节点电压设置	307
11.2.2 初始条件设置	307
11.3 仿真器的设置	308
11.3.1 进入仿真设置环境	308
11.3.2 一般设置	308
11.3.3 瞬态特性分析	308
11.3.4 傅立叶分析	309
11.3.5 直流分析	310
11.3.6 交流小信号分析	310
11.3.7 蒙特卡罗分析	311
11.3.8 参数扫描分析	312
11.3.9 温度扫描分析	313
11.3.10 传递函数分析	314
11.3.11 噪声分析	314
11.3.12 极点-零点分析	315
11.4 设计仿真原理图	316
11.4.1 仿真原理图设计流程	316
11.4.2 调用元件库	316
11.4.3 选择仿真用原理图元件	316
11.4.4 仿真原理图	317
11.5 电路仿真实例	317
11.5.1 模拟电路仿真实例	317
11.5.2 数字电路仿真实例	324
练习题	326