



21 世纪高职高专规划教材

计算机系列

EDA 技术

—— Protel 99 SE & EWB 5.0

叶建波 余志强 编著



清华大学出版社

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



北京交通大学出版社

<http://press.bjtu.edu.cn>



21 世纪高职高专规划教材·计算机系列

EDA 技术

——Protel 99 SE & EWB 5.0

叶建波 余志强 编著

清华大学出版社
北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书主要介绍了电子设计自动化(EDA)技术的两款软件——Protel 99 SE 和 Electronics Workbench 5.0 的使用方法。

全书按软件的种类分为两部分,共 12 章。

Protel 99 SE 部分(第 2 章至第 8 章),主要介绍了 Protel 99 SE 概述、电路原理图设计、电路原理图元件绘制、印制电路板设计基础、人工设计 PCB、PCB 元件绘制及 PCB 自动布线技术等内容,详细介绍了从电路原理图设计到 PCB 设计及输出的整个过程。

Electronics Workbench 5.0(简称 EWB 5.0)部分(第 9 章至第 12 章),主要介绍了 EWB 5.0 概述、EWB 的基本操作、EWB 的深入操作及 EWB 的仿真分析等内容,详细介绍了电路原理图的输入、各种虚拟仪器的使用方法及一些实用电路仿真分析方法。

本书通俗易懂、条理清晰,既有对菜单命令的详细讲解又有精选习题和练习供读者上机实训,重点培养读者的印制电路板的设计能力和电路分析能力。

本书可作为高等院校及高职院校应用电子技术、信息电子技术、自动控制技术、通信技术和机电类专业 EDA 技术方面的教材,也可供从事电子技术领域的工程技术人员参考。

版权所有,翻印必究。

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。

(本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。)

图书在版编目(CIP)数据

EDA 技术: Protel 99 SE & EWB 5.0/叶建波,余志强编著. — 北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2005.3

(21 世纪高职高专规划教材·计算机系列)

ISBN 7-81082-461-9

I. E… II. ①叶… ②余… III. 电子电路-电路设计:计算机辅助设计-高等学校:技术学校-教材 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 005973 号

责任编辑:陈 芳

出版者:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京东光印刷厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:17.75 字数:438 千字

版 次:2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-81082-461-9/TN·29

印 数:1~5000 册 定价:24.00 元

21 世纪高职高专规划教材·计算机系列

编审委员会成员名单

主任委员	李兰友	边奠英			
副主任委员	周学毛	崔世钢	王学彬	丁桂芝	赵伟
	韩瑞功	汪志达			
委员	(按姓名笔画排序)				
	马辉	万志平	万振凯	王永平	王建明
	尤晓玮	丰继林	尹绍宏	左文忠	叶华
	叶伟	叶建波	付晓光	付慧生	冯平安
	江中	佟立本	刘炜	刘建民	刘晶
	曲建民	孙培民	邢素萍	华铨平	吕新平
	陈小东	陈月波	李长明	李可	李志奎
	李琳	李源生	李群明	李静东	邱希春
	沈才梁	宋维堂	汪繁	张文明	张权范
	张宝忠	张家超	张琦	金忠伟	林长春
	林文信	罗春红	苗长云	竺士蒙	周智仁
	孟德欣	柏万里	宫国顺	柳炜	钮静
	胡敬佩	姚策	赵英杰	高福成	贾建军
	徐建俊	殷兆麟	唐健	黄斌	章春军
	曹豫莪	程琪	韩广峰	韩其睿	韩劼
	裘旭光	童爱红	谢婷	曾瑶辉	管致锦
	熊锡义	潘玫玫	薛永三	操静涛	鞠洪尧

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,它的根本任务是培养生产、建设、管理和服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高等技术应用型专门人才,所培养的学生在掌握必要的基础理论和专业知识的基础上,应重点掌握从事本专业领域实际工作的基本知识和职业技能,因而与其对应的教材也必须有自己的体系和特色。

为了适应我国高职高专教育发展及其对教学改革和教材建设的需要,在教育部的指导下,我们在全中国范围内组织并成立了“21世纪高职高专教育教材研究与编审委员会”(以下简称“教材研究与编审委员会”)。“教材研究与编审委员会”的成员单位皆为教学改革成效较大、办学特色鲜明、办学实力强的高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院,其中一些学校是国家重点建设的示范性职业技术学院。

为了保证规划教材的出版质量,“教材研究与编审委员会”在全国范围内选聘“21世纪高职高专规划教材编审委员会”(以下简称“教材编审委员会”)成员和征集教材,并要求“教材编审委员会”成员和规划教材的编著者必须是从事高职高专教学第一线的优秀教师或生产第一线的专家。“教材编审委员会”组织各专业的专家、教授对所征集的教材进行评选,对列选教材进行审定。

目前,“教材研究与编审委员会”计划用2~3年的时间出版各类高职高专教材200种,范围覆盖计算机应用、电子电气、财会与管理、商务英语等专业的主要课程。此次规划教材全部按教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”编写,其中部分教材是教育部《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》的研究成果。此次规划教材编写按照突出应用性、实践性和针对性的原则编写并重组系列课程教材结构,力求反映高职高专课程和教学内容体系改革方向;反映当前教学的新内容,突出基础理论知识的应用和实践技能的培养;适应“实践的要求和岗位的需要”,不依照“学科”体系,即贴近岗位群,淡化学科;在兼顾理论和实践内容的同时,避免“全”而“深”的面面俱到,基础理论以应用为目的,以必要、够用为度;尽量体现新知识、新技术、新工艺、新方法,以利于学生综合素质的形成和科学思维方式与创新能力的培养。

此外,为了使规划教材更具广泛性、科学性、先进性和代表性,我们希望全国从事高职高专教育的院校能够积极加入到“教材研究与编审委员会”中来,推荐“教材编审委员会”成员和有特色、有创新的教材。同时,希望将教学实践中的意见与建议及时反馈给我们,以便对已出版的教材不断修订、完善,不断提高教材质量,完善教材体系,为社会奉献更多更新的与高职高专教育配套的高质量教材。

此次所有规划教材由全国重点大学出版社——清华大学出版社与北京交通大学出版社联合出版。适合于各类高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院使用。

21世纪高职高专教育教材研究与编审委员会

2005年2月

前 言

EDA 是英文 “Electronics Design Automation (电子设计自动化)” 的缩写。EDA 技术是 20 世纪 90 年代迅速发展起来的, 是现代电子设计的最新技术潮流, 是综合现代电子技术和计算机技术的最新研究成果, 是从事电子线路设计与分析的一门技术。EDA 技术包括电子线路的设计、计算机模拟仿真和电路分析、印制电路板的自动化设计三个方面的内容。

本书以 EDA 软件使用的普遍性、技术的先进性、操作的易用性、文档资料的兼容性为出发点, 同时兼顾国内印制电路板制造业的情况, 从众多的 EDA 软件中选择了 Protel 99 SE 和 Electronics Workbench 5.0 两款 EDA 软件作为主要内容。

Protel 99 SE 是澳大利亚 Protel Technology 公司推出的电子线路设计和布线的软件, 专门用于 Windows 9X/2000/NT 操作系统下进行印制电路板设计, 其中集成了一系列的电路设计工具, 如高级设计技巧、智能布局和自动布线、全新的文件管理方式和网络设计机制, 可以实现电路的真正高效并行设计, 该软件是电子技术领域广泛应用的电子设计软件。

Electronics Workbench 5.0 是加拿大 Interactive Image Technologies 公司的产品, 它的中文名称为“虚拟电子工作台”。Electronics Workbench 可将不同类型电路组成的混合电路进行仿真, Electronics Workbench 的仿真体现了“电子工作台”的操作特征及风格。

Protel 99 SE 部分主要介绍了 Protel 99 SE 概述、电路原理图设计、电路原理图元件绘制、印制电路板 (PCB) 设计基础、人工设计 PCB、PCB 元件绘制及 PCB 自动布线技术等内容, 详细介绍了从电路原理图设计到 PCB 设计及输出的整个过程。

Electronics Workbench 5.0 (简称 EWB 5.0) 部分主要介绍了 EWB 5.0 概述、EWB 的基本操作、EWB 的深入操作及 EWB 的仿真分析等内容, 详细介绍了电路原理图的输入、各种虚拟仪器的使用方法及一些实用电路仿真分析方法。

本书在写法上深入浅出、循序渐进、条理清晰, 且注重实用性, 用一些简单的实例使读者快速掌握软件的使用方法, 在短时间内成为印制电路板设计的高手。

本书第 1~8 章由叶建波老师编写, 第 9~12 章由余志强老师编写, 全书由叶建波老师统稿。在编写过程中得到了李雄杰、翁正国、郑发泰等老师的大力支持, 在此表示感谢。

虽然本书经过编者的努力, 但书中难免存在错误和疏漏, 恳请读者批评指正。

编者电子邮件地址: yjbhp@sina.com。

叶建波

2005 年 2 月于宁波

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 EDA 技术概述	1
1.2 EDA 技术的发展过程	3
1.3 本书 EDA 软件的简介	4
本章小结	5
习题	5
第 2 章 Protel 99 SE 概述	6
2.1 Protel 99 SE 概述	6
2.2 Protel 99 SE 的运行环境	7
2.3 Protel 99 SE 的安装与启动	7
2.3.1 Protel 99 SE 的安装	7
2.3.2 Protel 99 SE 的启动	10
2.4 系统参数设置	13
2.5 Protel 99 SE 项目设计组管理	14
本章小结	17
习题	18
第 3 章 电路原理图设计	19
3.1 Protel 99 SE 电路原理图设计的一般步骤	19
3.1.1 印制电路板设计的一般步骤	19
3.1.2 电路原理图设计的一般步骤	19
3.2 Protel 99 SE 电路原理图的设计	20
3.2.1 新建电路原理图文件	20
3.2.2 电路原理图编辑器	20
3.2.3 图纸设置	22
3.2.4 栅格设置	24
3.2.5 活动工具栏	26
3.2.6 常用热键	28
3.2.7 加载原理图元件库	28
3.2.8 放置元件	30
3.2.9 放置电源和接地符号	32
3.2.10 元件的编辑操作	33
3.2.11 元件的导线连接	36
3.2.12 放置总线和网络标号	37
3.2.13 放置电路的 I/O 端口	39
3.2.14 复合式元件的放置	40

3.2.15	对象属性的全局性修改	42
3.2.16	元件标号的自动标注	43
3.3	层次电路原理图的设计	45
3.3.1	层次电路原理图结构	45
3.3.2	自上向下的层次电路原理图设计	47
3.3.3	不同层次电路原理图的切换	50
3.4	报表文件的生成	51
3.4.1	电气规则检查	51
3.4.2	网络表的生成	54
3.4.3	生成元件清单	56
3.5	文件的保存与输出	59
3.5.1	文件的保存	59
3.5.2	文件的打印输出	59
3.5.3	将电路原理图粘贴到 Word 软件中	61
3.6	电路原理图设计实例	62
	本章小结	66
	习题	66
第 4 章	电路原理图元件绘制	69
4.1	新建电路原理图元件库文件	69
4.2	原理图元件库管理器	70
4.3	元件绘制工具	72
4.3.1	绘图工具栏	72
4.3.2	IEEE 电气符号工具栏	73
4.4	新元件绘制实例	74
4.5	生成有关元件的报表	79
	本章小结	80
	习题	81
第 5 章	印制电路板设计基础	82
5.1	印制电路板概述	82
5.1.1	印制电路板结构	82
5.1.2	元件的封装	83
5.1.3	焊盘与过孔	84
5.1.4	铜膜导线和飞线	84
5.1.5	网络和网络表	85
5.1.6	安全间距	85
5.2	PCB 编辑器	85
5.2.1	新建 PCB 文件	85
5.2.2	PCB 管理器的使用	86
5.2.3	画面显示和坐标原点	88

5.3	设计环境设置	88
5.3.1	栅格和计量单位设置	88
5.3.2	工作参数设置	89
5.4	PCB 的工作层	93
5.4.1	工作层的类型	93
5.4.2	工作层的设置	95
	本章小结	97
	习题	98
第 6 章	人工设计 PCB	99
6.1	人工设计 PCB 的步骤	99
6.2	定义电路板	99
6.2.1	物理边界和电气边界	99
6.2.2	直接定义电路板	100
6.2.3	使用向导定义电路板	100
6.3	加载 PCB 元件库	108
6.3.1	加载 PCB 元件库	108
6.3.2	浏览元件封装	108
6.4	放置设计对象	110
6.4.1	放置元件	110
6.4.2	放置焊盘和过孔	111
6.4.3	放置导线和连线	113
6.4.4	放置填充块和铺铜	115
6.4.5	放置尺寸标注和坐标	117
6.4.6	放置字符串	118
6.4.7	放置圆弧	118
6.4.8	补泪滴操作	119
6.5	人工布局	120
6.5.1	移动元件	121
6.5.2	旋转元件	121
6.5.3	排列元件	121
6.5.4	元件标注调整	123
6.6	打印电路板图	123
6.6.1	打印机的设置	123
6.6.2	设置打印模式	125
6.6.3	打印输出层设置	126
6.6.4	打印输出	128
	本章小结	128
	习题	128
第 7 章	PCB 元件绘制	132

7.1	新建 PCB 元件库文件	132
7.2	PCB 元件库管理器	133
7.3	利用向导创建 PCB 元件	133
7.4	人工绘制 PCB 元件	138
7.5	编辑 PCB 元件引脚焊盘	140
	本章小结	141
	习题	142
第 8 章	PCB 自动布线技术	143
8.1	PCB 自动布线技术的步骤	143
8.2	根据电路原理图生成网络表	144
8.3	定义电路板	145
8.4	加载网络表	146
8.4.1	加载网络表的方法	146
8.4.2	加载网络表出错的修改	147
8.5	元件的布局	149
8.5.1	元件布局参数的设置	149
8.5.2	元件自动布局	150
8.5.3	人工调整布局	152
8.6	设计规则设置与自动布线	155
8.6.1	设计规则设置	155
8.6.2	自动布线前的预布线	161
8.6.3	运行自动布线	162
8.7	人工调整布线	164
8.7.1	布线调整	164
8.7.2	添加电源/地的输入端与信号的输出端	164
8.7.3	加宽电源线和接地线	166
8.7.4	文字标注的调整与添加	168
8.7.5	PCB 的 3D 显示功能	168
8.8	PCB 报表的生成	169
8.8.1	生成 PCB 信息报表	169
8.8.2	生成数控钻孔报表	170
8.8.3	生成元件报表	173
8.8.4	生成插件表报表	175
8.9	PCB 输出	176
	本章小结	176
	习题	177
第 9 章	EWB 5.0 概述	180
9.1	EWB 5.0 的特点	180
9.2	EWB 5.0 的安装与启动	181

9.3 EWB 5.0 的基本界面	182
9.3.1 EWB 的主窗口	182
9.3.2 EWB 的工具栏	183
9.3.3 EWB 的元器件库栏	184
本章小结	185
习题	186
第 10 章 EWB 的基本操作	187
10.1 EWB 文件的打开、建立、存盘和退出	187
10.1.1 EWB 文件的打开	187
10.1.2 EWB 文件的新建	188
10.1.3 EWB 文件的保存	188
10.1.4 退出 EWB	189
10.2 元器件的操作	189
10.2.1 元器件的调用	189
10.2.2 元器件的选中	190
10.2.3 元器件的移动	190
10.2.4 元器件的翻转与旋转	190
10.2.5 元器件的属性设置	190
10.2.6 元器件的复制和删除	194
10.2.7 电路图选项设置	194
10.2.8 电路工作区右键快捷菜单	195
10.3 EWB 仪器的操作	196
10.4 导线的操作	197
10.4.1 导线连接	197
10.4.2 导线的删除、改接和移动	198
10.4.3 引脚端点和导线间的导线连接、节点的使用	198
10.4.4 导线的特性设置	199
10.4.5 节点的使用	200
10.4.6 节点的特性设置	200
10.5 电路文件的创建实例	201
10.6 电路的运行仿真与结果查看	203
10.7 电路文件打印输出	204
10.7.1 打印机设置	204
10.7.2 打印输出	205
10.8 EWB 对不同格式文件的导入与导出	206
10.8.1 导入文件	206
10.8.2 导出文件	206
10.9 EWB 的在线帮助	206
10.9.1 帮助文件的调用方法	206

10.9.2 帮助文件的使用	206
本章小结	207
习题	207
第 11 章 EWB 的深入操作	209
11.1 EWB 的元器件库	209
11.1.1 信号源库	210
11.1.2 基本元器件库	212
11.1.3 二极管库	214
11.1.4 三极管库	214
11.1.5 模拟集成元器件库	215
11.1.6 混合集成元器件库	216
11.1.7 数字集成元器件库	216
11.1.8 逻辑门元器件库	217
11.1.9 数字元器件库	218
11.1.10 控制元器件库	219
11.1.11 其他元器件库	221
11.2 EWB 的测试仪器库	222
11.2.1 数字万用表	222
11.2.2 函数信号发生器	224
11.2.3 示波器	225
11.2.4 波特测试仪	227
11.2.5 字信号发生器	229
11.2.6 逻辑分析仪	232
11.2.7 逻辑转换仪	234
11.3 指示仪表库	236
11.3.1 电压表、电流表	237
11.3.2 彩色指示器	237
11.3.3 七段数码管与译码数码管	238
11.4 元器件库的自建	238
11.4.1 子电路的生成与使用	238
11.4.2 仿真元器件的设计	241
11.5 网络表文件的转换	242
11.5.1 网络表文件的用途与转换	242
11.5.2 网络表文件应用实例	243
本章小结	244
习题	244
第 12 章 EWB 的仿真分析	246
12.1 概述	246
12.1.1 电路仿真的基本原理	246

12.1.2	电路分析的参数设置	247
12.1.3	分析显示图	249
12.2	EWB 的基本分析方法	250
12.2.1	直流（静态）工作点分析	250
12.2.2	交流频率分析	251
12.2.3	瞬态分析	252
12.2.4	傅里叶分析	253
12.2.5	噪声分析	255
12.2.6	失真分析	256
12.3	EWB 的仿真分析实例	258
12.3.1	戴维南定理的验证	258
12.3.2	单管放大电路的调试与分析	260
12.3.3	一阶高通滤波电路分析	263
12.3.4	全加器逻辑关系测试	264
12.3.5	计数器电路分析	266
	本章小结	267
	习题	267
	参考文献	269

第 1 章 绪 论

本章要点:

-
- ☒ 电子设计自动化 (EDA) 的基本概念
 - ☒ EDA 技术的主要内容和优点
 - ☒ EDA 技术的发展过程
 - ☒ 本书 EDA 软件的简介
-

1.1 EDA 技术概述

EDA 是英文 “Electronics Design Automation (电子设计自动化)” 的缩写。EDA 技术是 20 世纪 90 年代迅速发展起来的, 是现代电子设计的最新技术潮流, 是综合现代电子技术和计算机技术的最新研究成果, 是从事电子线路设计与分析的一门技术, 其内容包括电子线路的设计、计算机模拟仿真和电路分析、印制电路板的自动化设计 3 个方面。

传统的电子产品的设计必须经过设计方案的提出、电路原理图设计、初步验证、样机制作、小批量试制、大批量生产等几个过程。对于电子产品设计工程师而言, 必须保证理论设计、初步验证两个过程完全正确, 才能按电路原理图绘制电路板图, 并进行进一步的生产。

其中电子产品设计验证工作很多都是按照设计完成的电路图在面包板或自制的印制电路板上进行安装, 然后再用电源、信号发生器、示波器等各种测试仪表来加以验证。这种做法的最大缺点是制作测试电路板的过程费时、费力又损耗材料, 如果结果有误还要花大量的精力来弄清是电路设计的错误还是电路制作的问题。这种方法在早期设计小型电路时还是可以采用的, 但随着电路规模越来越大、复杂度越来越高, 这种设计方法已经不能适应现代设计的需要。

手工设计电路板图也是一项比较复杂的工作, 它需要经过元件布局、绘制草图、修改草图, 最后才能绘制出所需要的电路板图。随着元件的数量增多, 电路板尺寸的减小, 电路板的层数越来越多, 已经无法再用手工进行电路板图设计; 另外随着元件数量的增多, 各元件相互之间的干扰、耦合也就变得更加复杂, 这就需要电路板设计师具有丰富的经验和高超的理论水平。

随着计算机软件技术的发展, 现代电子设计发生了革命性的变化, 利用 EDA 工具, 电子设计师可以从概念、算法、协议等开始设计电子系统, 大量工作可以通过计算机完成, 并将电子产品从电路设计、性能分析、器件制作到设计印制电路板的整个过程在计算机上自动处理完成。

这种由软件进行验证的设计方法克服了传统方法的缺点, 并且由于这种方式可以事先排

除大部分设计上的缺陷,使得设计工程师可以将大量的精力用于设计而不是用于调试,因此大大提高了设计速度,使新产品可以更快地推出,为企业产生更多的经济效益,解决了原来的设计和调试的问题。

另外,早在 20 世纪 70 年代初,计算机软件设计人员就开始解决电子设计方面的另一个问题,即电路板设计问题,设计出许多种电路板设计软件。从最早的仅仅将纸上的布线变成计算机的手工布线,到现在的自动布线,并且将元件之间的各种相互干扰(电磁干扰、热干扰)建成数学模型,电路板设计完成后没有必要进行实物的电磁兼容测试或热兼容测试,借助于计算机就可以模拟出来,根据模拟结果就可以进行调整。即使不是电路板设计专家也可以设计出合格的电路板图。

随着计算机技术的日渐成熟,有了存储量更大、运算速度更高的硬件平台,有了更加完善的操作系统的支持。在电子设计领域,人们迫切追求的是贯通整个设计过程的设计自动化,这就是 EDA 即电子设计自动化的概念。

EDA 技术的应用,改变了电路设计的方式。首先,由于计算机的计算能力强,有可能采用精确的模型,自动建立电路或系统方程,并用它分析、计算电路的性能指标,如果分析、计算结果不满足要求,还可自动修改参数,使所设计的电路达到最优化的目的。其次,可用计算机直接模拟电路的各种功能,用功能程序代替大量的仪器仪表,对电路进行各种分析、计算和模拟,而不需要任何实际元器件。因此,有人称计算机为“现代化实验室”。可见,计算机这一强有力的工具,使设计过程由搭接实验电路进行凑试为主的方式,转变为以计算机进行分析计算和最优化为主的设计方式。由于 EDA 把计算机的快速、高精度、大存储容量、严格的逻辑判断和优秀的数据处理能力与人的创造性思维能力充分结合起来,因而,比传统的电路设计方法优越得多。具体体现在下述几方面。

(1) EDA 的自动化、智能化程度更高,功能更丰富完善,且界面友好。在电子设计自动化技术中,人为操作技术占的比重越来越少,计算机包办的事情越来越多,代替人的重复性劳动,节约人力资源。人则可以有充足的精力、时间,发挥直觉、综合、创造等方面的优势,在最关键的地方决策。

(2) EDA 的开放性和数据交换性好。电子设计自动化技术更注意贯彻在整个产品设计过程中各个设计环节间的有机连接和设计资源的充分利用,允许不同厂家的自动化工具配合使用。

(3) EDA 技术更实用。当今的 EDA 技术更面向设计对象,更贴近实践。EDA 技术一方面是软件技术,另一方面则是软件设计师们对整个设计过程和相关的生产实践活动潜心研究和透彻理解的结晶。因此用 EDA 技术进行设计,不仅能大幅度缩短产品开发周期、降低成本,而且能最大限度地设计资源应用到产品设计的各个过程和生产、管理的各个阶段中,保证设计出来的产品在性能、可靠性和适合工业化生产方面达到令人满意的水平。

(4) EDA 技术的应用节约原材料和减少仪器仪表等,从而降低了成本,而且可以模拟各种极限情况,如超低频、大功率、高温、低温等。

(5) EDA 技术的应用使电子产品质量和产品合格率大大提高。

目前,计算机应用于电子线路设计的许多阶段。例如,在方案设计阶段计算机可用来对各种预选的电子线路方案进行分析、仿真与比较,选取最佳方案;在方案设计成功后,计算机可进行印制电路板和集成电路板的布线设计;在试验阶段,计算机可完成对测量数据的处

理和分析等。虽然利用计算机进行电子线路设计具有以上优点,但目前却不能进行电子线路的完全自动化设计。一般说来,这种设计过程还要依赖于人的智慧和劳动,依赖于对计算机的妥善使用。总之,在此过程中,设计者的思考和意图仍占主导地位,而计算机仅仅作为一种有效的设计工具。

1.2 EDA 技术的发展过程

EDA 技术伴随着计算机、集成电路、电子系统设计的发展,经历了计算机辅助设计(Computer Aided Design,简称 CAD)、计算机辅助工程设计(Computer Aided Engineering,简称 CAE)和电子设计自动化(Electronics Design Automation,简称 EDA)3个发展阶段。

1. 20 世纪 70 年代的计算机辅助设计(CAD)阶段

早期的电子系统硬件设计采用的是分立元件,随着集成电路的出现和应用,硬件设计进入到发展的初级阶段。初级阶段的硬件设计大量选用中小规模集成电路,人们将这些器件焊接在电路板上,做成板级电子系统,对电子系统的调试是在组装好的印制电路板(Printed Circuit Board,简称 PCB)上进行的。与以分立元件为基础的早期设计阶段不同,初级阶段硬件设计的器件选择是各种逻辑门、触发器、寄存器和编码译码器等集成电路,设计师只要熟悉各种集成电路制造厂商提供的标准电路产品说明书,并掌握 PCB 布图工具和一些辅助性的设计分析工具,就可从事设计活动。

传统的手工布线无法满足产品复杂性的要求,更不能满足工作效率的要求。这时,人们开始将产品设计过程中高重复性的繁杂劳动,如布图布线工作用二维图形编辑与分析的 CAD 工具替代,最具代表性的产品就是美国 ACCEL 公司开发的 Tango 布线软件。EDA 技术发展初期,PCB 布图布线工具受到计算机工作平台的制约(计算机性能的限制),能支持的设计工作有限且性能比较差,效率较低。

2. 20 世纪 80 年代的计算机辅助工程设计(CAE)阶段

初级阶段的硬件设计是用大量不同型号的标准芯片实现电子系统设计,随着微电子工艺的发展,相继出现了集成上万只晶体管的微处理器、集成几十万直到上百万存储单元的随机存取存储器(RAM)和只读存储器(ROM)。此外,支持定制单元电路的半导体设计、掩膜编程的门阵列,如标准单元的半定制设计方法及可编程逻辑器件等一系列微结构和微电子学的研究成果都为电子系统的设计提供了新天地。20 世纪 80 年代初的 EDA 工具主要以逻辑模拟、定时分析、故障仿真、自动布局和布线为核心,重点解决电路设计完成之前的功能检验等问题。到了后期,EDA 工具已经可以进行设计描述、综合与优化和设计结果验证。如果说 20 世纪 70 年代的自动布局布线的 CAD 工具代替了设计工作中绘图的重复劳动,那么 20 世纪 80 年代出现的具有自动综合能力的 CAE 工具则代替了设计师的部分设计工作,为成功开发电子产品创造了有利条件。但是,大部分从原理图出发的 EDA 工具仍然不能适应复杂电子系统设计的要求,而且具体化的元件图形制约着优化设计。

3. 20 世纪 90 年代电子系统设计自动化(EDA)阶段

为了满足不同的系统用户提出的设计要求,最好的办法是由用户自己设计芯片,让他们把想设计的电路直接设计在自己的专用芯片上。微电子技术的发展,特别是可编程逻辑器件

的发展,微电子厂家可以为用户提供各种规模的可编程逻辑器件,使设计者通过设计芯片实现电子系统功能。EDA 工具的发展,又为设计师提供了全线的电子系统设计自动化工具。这个阶段发展起来的 EDA 工具,目的是在设计前期将设计师从事的许多高层次设计由工具完成,如可以将用户要求转换为设计技术规范,有效地处理可用的设计资源与理想的设计目标之间的矛盾,按具体的硬件、软件和算法分解设计等。由于微电子技术和 EDA 工具的发展,设计师可以在不太长的时间内使用 EDA 工具,通过一些简单标准化的设计过程,利用微电子厂家提供的设计库,完成数万门专用集成电路(ASIC)系统的设计与验证。

20 世纪 90 年代设计师逐步从使用硬件转向设计硬件,从电路级电子产品开发转向系统级电子产品开发(即片上系统集成——System On a Chip),因此 EDA 工具是以系统级设计为核心,包括系统行为级描述与结构级综合、系统仿真与测试验证、系统划分与指标分配、系统决策与文件生成等一整套的电子系统设计自动化工具。EDA 工具不仅具有电子系统设计的能力,而且能提供独立于工艺和厂家的系统级设计能力,具有高级抽象的设计构思手段。例如提供方框图、状态图和流程图的编辑能力,具有适合层次描述和混合信号描述的硬件描述语言(如 VHDL、AHDL 或 Verilog-HDL),同时含有各种工艺标准元件库。只有具有上述功能的 EDA 工具,才有可能使电子系统工程师在不熟悉各种半导体厂家和各种半导体工艺的情况下,完成电子系统的设计。

随着人们面对的电子系统的规模越来越大,EDA 技术中采用的自上而下(Top-Down)的设计方法给电子设计注入了新的活力。但是就 EDA 发展的现状来说,数字系统的设计基本实现了设计自动化的要求,模拟电路因其复杂性,完全自动化设计还需从事 EDA 技术的研究人员和从事集成电路工艺制造设计师继续不懈地努力。

1.3 本书 EDA 软件的简介

当今 EDA 技术在国内电子设计行业中的应用越来越普遍,可供选择的 EDA 软件也很多。国内最常用的有 OrCAD、PSPICE、EDA 2000、PADS 2000、AutoBord、Protel、Electronics Workbench、Multisim 等多种。在众多的软件中,如何选择一款既适合自己又适合行业的 EDA 系统,是国内很多电子工程技术人员所关心的。作为 EDA 技术的入门教材,本书不可能面面俱到。本书以 EDA 软件使用的普遍性、技术的先进性、操作的易用性、文档资料的兼容性为出发点,同时兼顾国内印制电路板制造业的情况,从众多的 EDA 软件中选择了 Protel 99 SE 和 Electronics Workbench 5.0 两款 EDA 软件作为主要内容。

Protel 99 SE 是澳大利亚 Protel Technology 公司推出的电子线路设计和布线的软件,专门用于在 Windows 9X/2000/NT 操作系统下进行印制电路板设计,其中集成了一系列的电路设计工具,如高级设计技巧、智能布局和自动布线、全新的文件管理方式和网络设计机制,可以实现电路的真正高效并行设计。掌握 Protel 99 SE 的使用,设计者可以轻松实现从原理图设计到最终电路板输出的所有工作。使用户可以轻松地驾驭电子线路设计的全过程。同时 Protel 系列软件的良好信誉、兼容性及 Protel 99 SE 的卓越表现使之成为国内 EDA 用户的首选软件。

Electronics Workbench 5.0 是加拿大 Interactive Image Technologies 公司的产品,它的中文名称为“虚拟电子工作台”。Electronics Workbench 可将不同类型电路组成的混合电路