

21世纪
高职高专电子信息类规划教材

电子设计自动化 (EDA) 技术及应用

郭兵 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪高职高专电子信息类规划教材

电子设计自动化 (EDA) 技术及应用

郭 兵 主编



机械工业出版社

本教材是 21 世纪高职高专电子信息类规划教材, 全书共 7 章, 其中第 7 章为实训。本书主要介绍了电路仿真分析软件 Electronic Workbench 和 PSPICE 软件以及印制电路板设计软件 Protel 98 (含原理图设计工具 Schematic 和印制电路板设计工具 PCB98) 的使用方法。

本教材介绍了各个软件的功能、特点和使用方法, 写法上深入浅出, 循序渐进, 且注重实用性, 用一些简单的实例使读者快速掌握各种软件的使用方法, 重点培养学生的电路分析能力和设计印制电路板的能力。本教材实践性强, 注重理论联系实际, 实验课与理论课交叉进行, 以期获得较好的教学效果。

本书可作为大中专院校电路仿真和印制电路板设计教材, 也可供广大通信、电子信息类工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子设计自动化 (EDA) 技术及应用/郭兵主编. —北京: 机械工业出版社, 2003.3

21 世纪高职高专电子信息类规划教材

ISBN 7-111-11532-5

I. 电... II. 郭... 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 (2003) 第 003129 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 周 娟

封面设计: 姚 毅 责任印制: 付方敏

北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

1 000mm×1 400mm B5·9.25 印张·359 千字

0 001—4 000 册

定价: 23.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着电子技术和计算机技术的发展,电子产品已与计算机系统紧密相连,电子产品的智能化日益完善,电路的集成度越来越高,而产品的更新周期却越来越短。电子设计自动化(EDA)技术,使得电子电路的设计人员能在计算机上完成电路的功能设计、逻辑设计、性能分析、时序测试直至印制电路板的自动设计,包括印制电路板的温度分布和电磁兼容测试。EDA是在计算机辅助设计(CAD)技术的基础上发展起来的计算机设计软件系统。与早期的CAD软件相比,EDA软件的自动化程度更高、功能更完善、运行速度更快,而且操作界面友善,有良好的数据开放性和互换性,即不同厂家的EDA软件可相互兼容。所以EDA技术已被世界上各大公司、企业和科研单位广泛使用。

目前,世界上已有许多大学将EDA纳入电子类课程的教学。因为学习电子技术,不仅要求掌握基本原理和计算公式,而且要求在掌握基本原理的基础上,着重培养对电路的分析、设计和应用开发能力。在电子技术高速发展的今天,新电路、新器件不断涌现,由于实验室受条件的限制,无法及时满足各种电路的设计和调试要求。采用软件仿真的方法,在计算机上虚拟设计出一个测试仪器先进、元器件品种齐全的电子工作台,一方面弥补了实验室在元器件的品种、规格和数量上的不足,避免了使用中仪器损坏等不利因素;另一方面又可以通过验证、测试、设计、纠错和创新等不同形式的针对性训练,培养学生分析、应用和创新的能力,使学生了解用EDA技术进行产品设计的基本过程。与传统的实验方式相比较,采用计算机虚拟技术进行电子电路的分析和设计,可突出实验教学以学生为中心的开放模式,不仅使实验的效率得到提高,而且在训练学生掌握正确的测量方法和熟练使用各种仪器等方面的能力、电路综合分析能力和创新能力上都有较明显的改善和提高。但是目前在高等职业学校,这方面的教学多还停留在CAD阶段,再者虽有许多高校的教材可供选用,但这些教材对高职学生来说,起点过高。因此,有必要编写一本适合高职学生使用的电子设计自动化教材,以全面推动电子设计自动化的教学。

本书由重庆大学自动化学院邓仁明教授担任主审,重庆电子职业技术学院郭兵老师担任主编。第1章、第2章、第3章、第6章和第7章由郭兵编写,第4章和第5章由汪小华编写,全书由郭兵统稿。

IV

由于 EDA 技术发展迅猛，实用性强，编写时间较短，编者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 EDA 概述	1
1.2 EDA 的发展与现状	3
1.3 常用 EDA 软件简介	6
第 2 章 PSPICE 软件及其应用	9
2.1 PSPICE 7.1 的原理图形编辑器 Schematics 的使用	9
2.1.1 进入 PSPICE 图形编辑器界面	9
2.1.2 电路原理图的输入和编辑	10
2.2 实例分析	12
2.2.1 绘制电路原理图	12
2.2.2 设置分析类型	14
2.2.3 运行分析	15
2.2.4 输出变量模拟曲线图	16
2.2.5 PSPICE 的主要特性	17
2.3 图形编辑器 Schematics 菜单命令	21
2.3.1 File (文件管理) 菜单	21
2.3.2 Edit (编辑) 菜单	22
2.3.3 Draw (画图) 菜单	23
2.3.4 Navigate (导航) 菜单	23
2.3.5 View (观察) 菜单	23
2.3.6 Options (选择项) 菜单	24
2.3.7 Analysis (分析) 菜单	24
2.3.8 Tools (工具) 菜单	24
2.3.9 Marker (标记) 菜单	25
2.4 图形后处理程序 Probe 菜单命令	25
2.4.1 File (文件管理) 菜单	25
2.4.2 Trace (增加模拟曲线) 菜单	25

2.4.3	Plot (曲线图处理) 菜单	26
2.4.4	View (观察) 菜单	26
2.4.5	Tools (工具) 菜单	26
2.4.6	Help (帮助) 菜单	26
2.5	模拟计算程序 PSPICE 菜单命令	27
2.5.1	File (文件操作) 菜单	27
2.5.2	Display (显示) 菜单	27
2.5.3	Help (帮助) 菜单	27
2.6	PSPICE 电路描述语言与文本输入文件	28
第 3 章	印制电路板基础知识	37
3.1	印制电路板基本概念	37
3.2	印制电路板的种类和性能	38
3.3	印制电路板的制作	40
3.4	印制电路板设计的基本过程	45
3.5	印制电路板的布局原则	48
3.6	印制电路板的布线原则	49
第 4 章	原理图编辑	52
4.1	Protel 98/99 的界面和基本命令	52
4.1.1	Protel 99 运行环境	52
4.1.2	Protel 99 的启动和关闭	52
4.1.3	Protel 99 的窗口界面	53
4.1.4	使用设计管理器	54
4.1.5	原理图设计系统的环境设置	57
4.2	原理图绘制入门	59
4.2.1	在工作平面上放置元器件	59
4.2.2	绘制电路原理图	66
4.2.3	高级绘图	76
4.3	层次式电路图设计	79
4.3.1	层次式电路图	79
4.3.2	建立层次原理图	80
4.3.3	不同层电路文件之间的切换	85
4.4	电气规则检查和生成网络表	85
4.4.1	电气规则检查	85
4.4.2	产生网络表	92

4.5	元器件库编辑	96
4.5.1	加载器元器件编辑器	96
4.5.2	库元器件编辑工具	98
4.5.3	创建新的库元器件	98
4.5.4	库元器件的管理	101
4.6	原理图输出	104
第 5 章	PCB 设计	107
5.1	Protel 印制电路板的设计流程	107
5.1.1	印制电路板的设计流程	107
5.1.2	使用向导建立 PCB 文档	108
5.1.3	视图管理	112
5.1.4	印制电路板参数设置	113
5.2	PCB 设计入门	118
5.3	设计规则与自动布线	140
5.4	创建 PCB 新元器件	143
5.4.1	新建和打开 PCB 元器件库	143
5.4.2	手工创建新元器件	145
5.4.3	向导新元器件	148
5.4.4	元器件的管理	153
5.5	印制电路板的输出	155
5.5.1	打印设置	156
5.5.2	打印输出	159
第 6 章	EWB 软件及其应用	160
6.1	EWB 的基本界面	160
6.1.1	EWB 的主窗口	160
6.1.2	EWB 的工具栏	161
6.1.3	EWB 的元器件库栏	162
6.2	EWB 的基本操作	162
6.2.1	EWB 文件的打开与建立	162
6.2.2	元器件的操作	163
6.2.3	导线的操作	167
6.3	EWB 仪器的操作	169
6.3.1	数字万用表的使用	171
6.3.2	函数信号发生器的使用	172

VIII

6.3.3	示波器的使用	172
6.3.4	扫频仪的使用	174
6.3.5	字信号发生器	175
6.3.6	逻辑分析仪的使用	176
6.3.7	逻辑转换仪的使用	179
6.4	子电路的生成与使用	180
6.5	仿真元器件的设计	183
6.5.1	元器件设计的基本步骤	183
6.5.2	元器件设计实例	185
6.6	电路仿真常用分析方法	187
6.6.1	分析的参数设置	187
6.6.2	直流工作点分析 (DC Operating Point Analysis)	188
6.6.3	交流频率分析 (AC Frequency Analysis)	189
6.6.4	瞬态分析 (Transient Analysis)	190
6.6.5	傅里叶分析 (Fourier Analysis)	192
6.6.6	噪声分析 (Noise Analysis)	193
6.6.7	失真分析 (Distortion Analysis)	194
6.6.8	参数扫描分析 (Parameter Sweep Analysis)	195
6.6.9	温度扫描分析 (Temperature Sweep Analysis)	197
6.6.10	零-极点分析 (Pole-Zero Analysis)	198
6.6.11	传递函数分析 (Transfer Function Analysis)	199
6.6.12	直流和交流灵敏度分析 (DC&AC Sensitivity Analysis)	200
6.6.13	蒙特卡罗分析 (Monte Carlo Analysis)	201
6.6.14	最坏情况分析 (Worst Case Analysis)	203
6.6.15	仿真过程的不收敛和分析失效	203
6.7	电路分析实例	205
6.7.1	低通滤波器	205
6.7.2	单管放大电路的调试与分析	206
6.7.3	LC 正弦波振荡电路的分析	210
6.7.4	全加器逻辑关系测试	211
6.7.5	三位数字计数器电路	212
第 7 章	实训练习	214
7.1	实训一 简单差分放大器的分析	214
7.2	实训二 RLC 串联谐振电路的分析	217

7.3 实训三	直流电路的分析	220
7.4 实训四	集成运算放大器电路的分析	223
7.5 实训五	RC 充放电电路的分析	226
7.6 实训六	负载获得最大功率电路的分析	230
7.7 实训七	振荡器电路的分析	234
7.8 实训八	施密特触发器电路的分析	238
7.9 实训九	简易振荡电路的绘制	240
7.10 实训十	接口电路图的绘制	242
7.11 实训十一	层次式电路图的绘制	243
7.12 实训十二	原理图库元器件的制作	246
7.13 实训十三	PCB 98 的基本操作	248
7.14 实训十四	单面电路板的制作	249
7.15 实训十五	双面电路板的制作	251
7.16 实训十六	元器件封装的制作	254
附录		255
附录 A	PSPICE 元器件库	255
附录 B	Advanced Schematic 98 菜单	257
附录 C	Advanced PCB 98 菜单命令	264
附录 D	Protel 原理图常用元器件图形样本	270
附录 E	Protel 常用元器件封装图形样本	278
附录 F	EWB 元器件图形库	283
参考文献		286

第1章 绪 论

1.1 EDA 概述

电子设计自动化 (Electronics Design Automatic, EDA) 是计算机在工程技术上的一项重要应用。EDA 是在电子电路 CAD 技术的基础上发展起来的计算机软件系统, 它是计算机技术、信息技术和计算机辅助制造 (CAM)、计算机辅助测试 (CAT) 等技术发展的产物。电子电路 EDA 是计算机辅助设计技术中发展较早和比较成熟的一个领域。

在相关行业, 工程技术人员迅速掌握电子电路 EDA 应用技术是提高我国电子产品及工程设计质量, 使之具有国际先进水平的一项重要手段。电子和微电子技术的发展, 使电子产品的设计活动与计算机设计系统密不可分。这不仅仅是因为采用计算机设计系统能减轻劳动强度、降低成本, 而且因为电子产品越来越小, 功能越来越复杂, 而产品的市场寿命却越来越短, 不采用计算机设计系统不仅不能满足对设计的精度和质量的要求, 更不能适应不断变化着的市场需求。

电子产品在功能增加、体积缩小、重量减轻、质量提高的同时, 价格却一直呈下降的趋势, 市场更新也越来越快。实现这种进步的主要因素是生产技术和设计技术的发展。前者以微细加工技术为代表, 包括元器件和集成电路的生产技术、印制电路制造技术及安装技术, 都成功地把产品性能的提高与可靠性有机地结合在一起; 代表后者的就是计算机设计技术。现代电子产品的功能设计、逻辑设计和电路设计以及在芯片或电路基板上实现复杂功能的物理结构设计均是高超、复杂的技术, 正是由于有了现代 EDA 工具, 才使得电子工程师能从容地完成高难度的设计任务, 不断推出优质、价廉的新产品。

完成电子产品设计的任务, 最终是要给出一些文件: 一是供产品内嵌处理器使用的程序代码; 二是供专用集成电路 ASIC 制造的版图文件或供 FPGA、CPLD 的熔丝图文件; 三是供 PCB 制造的版图文件; 四是元器件采购清单; 五是可能的测试方案。另外, 还可以包括产品维护、使用等资料。

在计算机不介入设计过程的情况下, 上述设计任务的完成过程是: 根据设计任务和现有的条件设计电路, 进行初步估算, 确定电路参数, 搭试电路验证设计, 根据测试结果修改设计, 反复多次。集成电路的设计风险更大,

产品设计周期很长。

利用 EDA 工具可以在计算机中进行各个层次的仿真分析,使设计师可以在产品出世之前预知其特性,并可以进行优化设计。成熟的现代生产工艺可以保证设计结果的准确性。

在以前,产品设计常常是自下而上进行的,即产品的性能、功能等由低层设计决定。比如,根据市场上现有的集成电路和生产工艺决定选用哪种电路,这些电路再组成系统,系统的特性是不能预先知道的。因此,设计师的经验在设计中是很关键的。

利用 EDA 工具进行产品设计,就可以采用自上向下的设计方式,设计师直接在系统一级分析系统特性。软件工具和技术进步保证了仿真结果是真实可信的。自上向下的设计方式易于描述,设计师可集中注意力在系统功能上,有利于产品技术水平的提高。这种方式在数字系统中应用最成功,在模拟系统中还有困难。

下面以设计一个脉冲拨号电话机为例,简单说明 EDA 的设计过程。

电话机由拨号电路、语音电路和响铃电路等组成。系统总设计师根据电信标准确定这个电话机的功能和电性能参数,将其分配到各个组成部分。

拨号电路设计师根据系统设计师的要求,设计拨号控制电路,用数字电路进行设计。首先设计电路,再进行逻辑仿真。考虑到生产量大,选用专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit, ASIC)。根据 ASIC 生产厂家提供的数据作为约束条件,由工具软件对 ASIC 布局布线,然后再次仿真分析、验证,满意后将 ASIC 版图的文件交给集成电路(IC)工厂生产。

语音电路设计师根据给定参数设计模拟电路,对于电路的性能,可进行模拟仿真分析。通常是对所设计的电路进行各种激励,观察电路的响应,据此判断电路性能。还可以对批量生产情况进行仿真,进行灵敏度分析、最坏情况分析等等。如果对电路特性不满意,可以改动设计,再次仿真分析。

响铃电路也是模拟电路,设计过程相同,模拟电路也可制作 ASIC。

电路设计完成以后,进行 PCB 设计。将在电路设计和 ASIC 设计中生成的有关元器件的封装参数和连接关系(网络表)导入 PCB 设计工具软件,程序根据设计规则进行自动布局布线,生成 PCB 版图,经过设计师检查合格后,将版图文件以及包含加工信息的文档交给 PCB 工厂生产。

生产车间根据电路设计文档和 PCB 设计文档提供的数据,可以采购元器件,制定装配工艺,从 PCB 生产厂得到 PCB,从 ASIC 生产厂得到 IC,就可以装配电话机了。

到此就初步完成了产品的电子设计过程(这其中还有其他的设计和配合,比如设计机壳,也是重要的一环)。

如果现有的电信标准很具体,这个产品涉及的技术比较成熟,总设计师的 EDA 工具和设计资源比较完善,那么在总设计师这层就可以对产品的各项特性进行分析评估,在产品投入生产以前,同时进行产品的宣传准备,核算成本,以及与其他单位的合作等等。其结果是缩短了产品开发的时间,提高了产品的竞争力。

这个例子说明 EDA 的主要内容还是计算机辅助分析和计算机辅助版图设计。只是技术的进步使得这些工作可以让计算机做得更多了。仿真分析的进步是可以进行电路参数的优化、逻辑化简和优化等等;版图设计的进步是自动布局布线,PCB 有各种自动布线工具,ASIC 有布局布线工具,CPLD 和 FPGA 的逻辑综合工具也有布局布线功能。

1.2 EDA 的发展与现状

早在 20 世纪 60 年代和 70 年代,人们就开始用计算机设计硬件,并在电子板设计中诞生了计算机辅助设计(Computer Aided Design)即电子 CAD 概念。

初期的电子 CAD 系统功能比较简单,自动化、智能化程度都很低。随后,经过一段时间的发展,其功能大幅度上升,除了纯粹的图形绘制功能外,还把电路的功能设计和结构设计通过电气连接网络表结合在一起,实现了工程设计,这就是 CAE(Computer Aided Engineering)的概念。

这种 CAD/CAE 系统可以进行电气原理图输入、逻辑模拟、电路分析、布局、布线和电路板的物理特性分析。

采用电子 CAD 技术有如下优点:

- 1) 可以提高设计精度和产品质量,没有 CAD 根本不可能设计出高精度的工业电路板。
- 2) 大大缩短设计时间,只有抢在竞争对手之前推出产品,才能占领市场。
- 3) 设计的修改和完善非常容易,适合产品更新换代快的市场要求。
- 4) 设计数据可以直接供电路板生产、安装、测试、质量控制和生产管理使用。
- 5) 可以利用设计资源对产品进行逻辑模拟和电路分析,对产品进行性能分析。
- 6) 减轻劳动强度,利于生产自动化,降低生产成本。

随着半导体器件的日益复杂,CAD 的应用范围已延伸到硅芯片的设计。CAD 技术的应用,大大推动了电子和微电子技术的进步,技术的进步和市

场竞争，又推动了 CAD 技术的不断发展。

尽管 CAD 技术的应用获得了巨大的成功，但并没有把人从繁重的设计工作中彻底解放出来。在设计工作中，始终是人和计算机协同工作，人是设计工作的主体，计算机是辅助人工作的工具，由人确定设计要求，进行总体设计，提出很具体的方案，计算机接受“人”分派给的设计信息后，靠高存储量的记忆能力和高速运算，对设计方案进行模拟、检验、数据处理。整个设计过程中，计算机完成某些设计步骤的自动化程度还不高，各设计环节间的衔接还不够通畅，设计资源的利用还不够充分，出现错误或设计不理想时，要由人进行大量、烦琐的修改。

也就是说，人的积极因素和智慧因素未得到更充分的发挥。

在软件方面，过去的 CAD 系统除了价格和性能因素外，尚有以下原因影响推广使用：

1) 所谓的交钥匙工程，即软件依赖具体的硬件，软件必须与硬件平台同时提供，软件不能往其他的硬件系统上移植，系统缺乏柔性。

2) 用户界面不友好，厚厚的手册让人望而生畏，一层层的菜单，一条条的指令让人眼花缭乱，尽管都叫 CAD，但功能界面却千差万别，尽管你对某一种 CAD 系统使用得很熟练，一旦换到其他 CAD 系统又得从头学起。

3) 数据交换能力差，互不兼容。面对越来越复杂的需求和越来越先进的生产工艺，任何一个系统都不可能包罗万象，完成所有的设计工作。而任何一个设计又都有可能是由不同的软件合作完成的。如一块电路板需要经历电气原理设计、模拟仿真、电路板布局布线，以及光绘、PCB 制作、安装、检验等过程，每个过程都可能由不同的厂家完成，整个过程的衔接是靠各类格式的数据输入、输出实现的。从一套系统转到另一套系统或从一个设计阶段转到另外一个设计阶段时，数据交换发生阻塞是应用 CAD 系统时，最害怕发生、也是最经常发生的事情。

4) 自动化、智能化程度低。比如对一块密度较高的 PCB 自动布线，布通率只能到 95%左右，而靠人工布通剩下的 5%需要花费 10 倍甚至几十倍于自动布线的時間。

随着 CAD 技术的日渐成熟，有了存储量更大、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 是继 CAD 之后的新一代计算机设计系统，与 CAD 之间界限尚不明显。但可以肯定的是，EDA 是电子领域内基于性能更强的硬件、环境更为完善的操作系统上的、更高级的计算机设计系统。CAD 阶段是计算机辅助人完成任务，而应用 EDA 技术则是在人的指导下，由计算机完成设计任

务。

首先, 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。人类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, 在最关键的地方拍板决策。

其次, EDA 的开放性和数据交换性好。电子设计自动化技术比 CAD 技术更注意贯彻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。最先进的 EDA 技术可以非常容易地把用以完成各设计阶段任务的 EDA 工具, 利用“框生产加工”等一系列活动的开放式的产品的设计系统。

再次, EDA 技术更实用。当今的 EDA 技术更面向设计对象, 更贴近实践。如果说 CAD 技术是软件设计师熟练运用软件技术的杰作, 则 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满意结果。

现代电路设计即电路 EDA, 是以电子计算机为主要工具的。计算机的应用, 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, 如果不满足, 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, 可用电子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, 电子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, 改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 把电子计算机的快速、高精度、存储容量大、严格的逻辑判断和优良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) 设计效率高, 使设计周期大大缩短。
- 2) 设计质量和产品合格率大大提高。
- 3) 可节约原材料和减少仪器仪表等, 从而降低了成本。
- 4) 可模拟各种极限情况, 如超低频、大功率、高温、低温等。
- 5) 代替人的重复性劳动, 节约人力资源。

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, 而计算机仅作为一种有效的设计工具。

1.3 常用 EDA 软件简介

PSPICE 软件是典型的 CAA 电路软件, 是 MicroSim 公司于 20 世纪 80 年代中期推出的基于 PC 机的通用电路模拟分析软件, 可以进行模拟分析、数字分析、模拟/数字混合分析、参数优化等, 应用面很广。现在很多分析软件都是以 PSPICE 为内核的, 历年来经过多次改版, 以其强大的功能及高度的集成性而成为个人电脑上最受欢迎的电路仿真软件。1998 年 1 月 MicroSim 公司与 OrCAD 公司合并, 称为 OrCAD 公司。两公司强强合并后, 连续推出 OrCAD Release7、8、9 EDA 系统。OrCAD Release9 包括原理图输入、器件信息管理系统 OrCAD Capture CIS™ 9.0; 模拟 / 数字混合电路分析与设计 OrCAD PSPICE A/D9.0; 印制电路板图设计 OrCAD Layout Plus 9.0; 可编程逻辑设计 OrCAD Express Product9.0。目前, 国内流行的版本为 PSPICE7.1 评估版, 即 MicroSim Eval7.1 (窗口版 PSPICE), 本书将详述其功能和使用方法。该软件可模拟如下内容:

(1) 直流分析 (包括非线性电路的直流分析)

- 1) 电路的直流工作点
- 2) 直流小信号传输函数值
- 3) 直流转移曲线
- 4) 灵敏度分析

(2) 交流小信号分析

- 1) 频域分析
- 2) 噪声分析
- 3) 失真分析

(3) 瞬态分析

- 1) 瞬态响应
- 2) 大信号正弦模拟

(4) 电路的温度特性分析

(5) 统计分析和最坏情况分析 Protel 软件包是 20 世纪 90 年代初由澳大利亚 Protel Technology 公司研制开发的基于 DOS 平台电子电路 CAD 软件包, 即 Schematic 3.31 和 Autotrax 1.61。之后, 便全面转向 Windows 平台软件的开发。1998 年, 推出 Protel 98, 它是第一个包含 5 个核心模块的真正 32 位 EDA。全新一代 EDA 软件 Protel 98 for Windows 95/NT 是将 Advanced SCH98(电路原理图设计)、PCB98(印制电路板设计)、RoutC98(无网格布线器)、PLD98(可编程逻辑器件设计)、SIM98(电路图仿真/模拟)集成于一体的设计环境。1998 年后, Protel 公司再次引进强大技术——MicroCode Engineering 公司的仿真技术和 Incases Engineering GmbH 公司的信号完整性分析技术, 使得 Protel 的 EDA 软件步入了与 UNIX 上大型 EDA 软件相抗衡的局面。1999 年, Protel 公司正式推出了 Protel 99——具有 PDM(独特的设计管理)功能的强大 EDA 综合设计环境。Protel 98/99 及软件的 Client/Server 体系结构, 代表了当今桌面 EDA 软件技术的最新发展水平; 全面引入“规则驱动”体系, 实现了 EDA 技术从工作站向桌面 PC 转移的重大突破, 适应了日新月异发展着的电子技术对软件功能、速度、易用性的需求。

Protel 电气原理设计软件 Advanced Schematic 和印制电路板电路设计软件 Advanced PCB 本身就是 Windows 应用程序, 熟悉 Windows 的用户, 基本就会用 Protel。诸如文件的调入、存储、打印等操作就是标准的 Windows 操作, 其他大部分功能如编辑、选择、移动、剪切、粘贴、视窗跟随等与标准 Windows 应用程序大同小异。在电子产品的各个设计阶段中, Protel 采用连贯一致的用户界面, 其 Client/Server 即 C/S 体系结构把具有不同功能的软件设置为服务器(Server)在体系中运行, 它们与操作者相互间的交流则一律通过 Client(客户机)进行。在这样的标准化的用户界面下, 用户可以定制工作环境, 例如, 可以按照自己的习惯改变菜单、工具栏、快捷键, 运行和定制宏指令。这样, 不论进入到哪个设计阶段, 用户界面都是相同的, 从一种设计工作转到另一种设计工作几乎用不着学习, 设计师们可以把功夫完全集中于真正的设计上。

Protel 98/99 的另一个特色就是其数据交换能力和开放性。Protel EDA 系统是一个开放式的 C/S 体系, 用户完全可以不受一家 EDA 厂家产品的限制, 可以从不同的厂家购置需要的设计系统, 嵌入 C/S 体系中。这个体系提供了标准化的用户环境和运行各种 Server 即 EDA 工具的平台, 如电气原理设计工具、电路分析工具、PLD 设计工具和文档、图表处理工具等。总之, 任何符合这个体系的工具, 都可以协调一致地运行在 EDA Client 中。各种设计工具既可以集成成套, 又可以根据要求扩展, 并可以充分利用 EDA 资源,