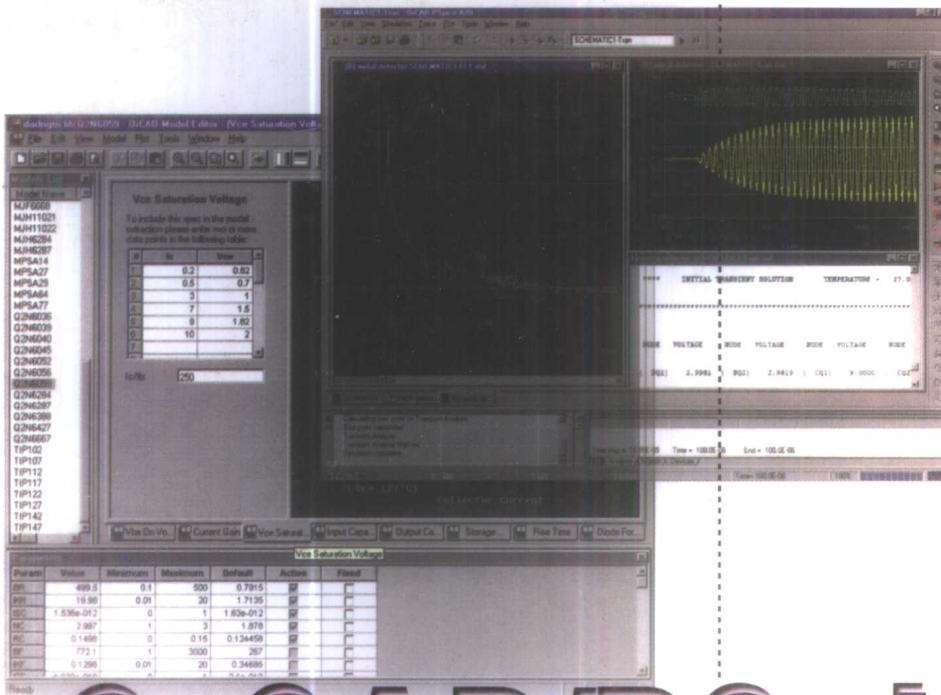


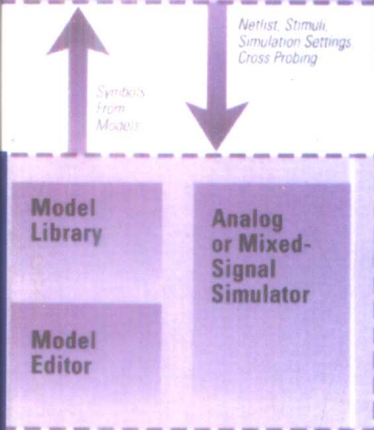
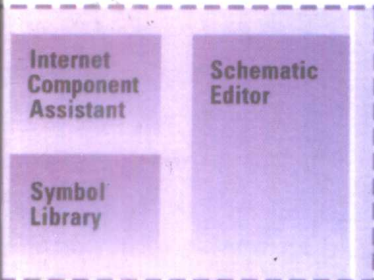
贾新章 等著  
郝 跃 审校



# OrCAD/PSpice 9

## 实用教程

OrCAD Capture/  
OrCAD-Capture CIS



OrCAD PSpice

Purchasing

Inventory

Fabrication,  
Assembly & Test

PCB Layout

Optimized Parameters

PSpice  
Optimizer

Parameters

Measure



西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

# OrCAD/PSpice 9 实用教程

贾新章 等著  
郝 跃 审校

西安电子科技大学出版社

## 内 容 简 介

本书在阐述电子 CAD 技术基本概念的基础上介绍 OrCAD/PSpice 9 软件的使用方法, 可以同时起到教科书和用户手册的作用。书中从基本概念入手, 根据电路设计任务分类介绍相关命令的使用, 并结合具体实例说明主要命令的使用步骤和注意事项, 对初学者难以理解的概念和容易发生的问题, 尽量给予比较详细的说明。另外, 为了方便读者上机练习, 本书附有 OrCAD 公司中国总代理光映公司提供的 OrCAD 9 Demo 光盘一张。附录中详细介绍 OrCAD/ PSpice 9 Demo 的安装方法和功能特点。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

OrCAD / PSpice 9 实用教程 / 贾新章等著—西安: 西安电子科技大学出版社, 1999.10

ISBN 7-5606-0792-6

I. 0… II. 贾… III. 电子电路—计算机辅助设计, 应用程序, OrCAD / PSpice 9  
IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 61102 号

责任编辑 陈宇光

出版发行 西安电子科技大学出版社 (西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)8227828 邮 编 710071

<http://www.xduph.com> E-mail: [xdupfxb@pub.xaonline.com](mailto:xdupfxb@pub.xaonline.com)

经 销 新华书店

印 刷 西安市第三印刷厂

版 次 1999 年 9 月第 1 版 2001 年 10 月第 3 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 21.875

字 数 509 千字

印 数 800 1~10 000 册

定 价 (含光盘): 35.00 元

ISBN 7-5606-0792-6 / TP·0411

\*\*\* 如有印装问题可调换 \*\*\*

本书封面贴有西安电子科技大学出版社的激光防伪标志, 无标志者不得销售。



## Stella Systems Company Limited

RM862, Sino Industrial Plaza, 9 Kai Cheung RD, Kowloon Bay, Kowloon, H.K.

Tel : 852-2751 1956 Fax : 852-2751 1948 E-Mail : dchee@netvigator.com

深圳公司: 罗湖区宝安南路10号北京大厦1101室 邮编: 518008

Tel: 0755-5579254 Fax: 0755-5563373 E-Mail: stella@public.szonline.net

# 授权书

深圳市光映计算机软件有限公司接受美国 OrCAD INC. 公司的书面委托, 负责中国地区其软件系列、产品中文参考书的授权作业。

兹同意西安电子科技大学出版社出版 OrCAD 公司的 Capture、Pspice A/D 系列产品中文使用参考书, 并授权西安电子科技大学微电子研究所贾新章教授编写。本书须引用 OrCAD Capture、Pspice A/D 中的荧幕画面、专用名词、命令功能、使用方法及程序叙述, 并附本公司所提供的软件试用版光碟。

有关 OrCAD 公司所规定的注册商标及专用名词的声明, 必须叙述于所出版之中文书内, 为保障消费者权益, OrCAD 公司产品若有重大版本更新, 本公司得通知西安电子科技大学出版社或作者更新中文版本。

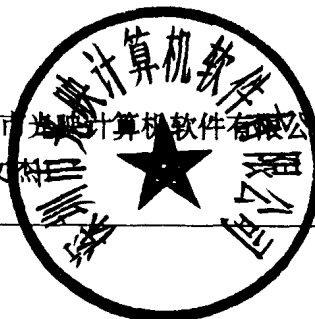
本授权书依规定须装订于上述中文参考书内, 授权才得以生效。

此致

敬礼

授权人: 深圳市光映计算机软件有限公司

代表人: 徐文科



公元一九九九年五月二十日

# 前 言

随着计算机技术的迅速发展,计算机辅助设计(CAD: Computer Aided Design)技术已渗透到电路图生成、逻辑模拟、电路分析、优化设计、最坏情况分析、印制板设计等电子线路设计的各个领域。80年代末期以来,微机的迅速普及及可用于微机系统的电子CAD软件的相继推出,为CAD技术的进一步推广应用创造了良好的条件。CAD技术正逐渐成提高电子线路和系统设计的速度和质量不可缺少的重要工具。现在完全可以说,离开CAD技术,很难圆满地完成一个电路和系统的设计任务。而这其中相当一部分设计任务是采用在微机系统上运行的CAD软件完成的。

针对这一情况,我们于1992年和1994年先后出版了《电子线路CAD技术与应用软件》和《电子电路CAD技术》两本书。这两本书结合OrCAD软件和PSpice软件,介绍电子线路CAD技术的基本概念和上述软件的使用方法,受到了读者的好评,为推广电子CAD技术起到了一定的作用。

1992年出版的《电子线路CAD技术与应用软件》介绍的是OrCAD3和PSpice4软件;1994年出版的《电子电路CAD技术》介绍的则是OrCAD4和PSpice5软件。它们都是当时的最新版本,运行环境均为DOS系统。在随后的几年中,电子CAD领域发生了很大的变化,CAD技术也得到了进一步发展。OrCAD公司与开发PSpice软件的MicroSim公司实现了强强联合。在电子设计领域得到广泛应用的OrCAD软件包和PSpice软件也随之集成在一起,构成了一个在微机上运行的电子CAD软件系统。目前的最新版本是1998年11月推出的版本9。这是一个在Windows环境下运行的CAD软件系统,在电路性能分析、优化设计以及特性数据库等诸多方面均比以前有了很大的扩展。显然,我们在1992年和1994年出版的两本书已完全不能适应新版OrCAD软件系统的要求。为此,在OrCAD公司中国总代理光映公司的组织和大力支持下,针对最新的PSpice9软件,我们重新编写了一套OrCAD软件实用教程。本书是其中的一本,专门介绍OrCAD/PSpice9软件的使用方法。

本书在内容的组织和编写风格上具有下述5个特点:

1. 本书在阐述电子CAD技术基本概念的基础上介绍OrCAD/PSpice9软件的使用方法,可以同时起到教科书和用户手册的作用。未接受过CAD训练的电路设计人员使用本书可以迅速进入CAD领域,掌握OrCAD/PSpice9软件的使用。对于接受过CAD训练的电路设计人员,则可以将本书作为OrCAD/PSpice9软件的使用手册。

2. 在介绍软件的使用方法时,本书从基本概念入手,根据电路设计任务分类介绍相关命令的使用,并结合具体实例说明主要命令的使用步骤和注意事项,与一般的用户手册只是孤立地介绍命令的方法有很大的不同。

3. 根据前两本书的经验,本书注意结合初学者难以理解的概念和容易出现的问题,尽量给予比较详细的说明。对其它内容也力求做到结合实例,深入浅出。

4. 版本8以前的PSpice软件本身带有电路图输入模块Schematic。从版本9开始,PSpice与OrCAD软件系统中的其它软件一样,均采用OrCAD/Capture软件生成电路图。Capture不仅可以与PSpice配合使用,同时也是OrCAD EDA软件包中进行PLD设计和PCB设计的基础,因此我们将专门安排一本分册详细介绍OrCAD/Capture软件的功能和使用方法。

为了方便用户利用本书掌握 PSpice 软件的运行, 本书用一章的篇幅简要介绍如何调用 Capture 软件生成 PSpice 需要的电路图。

5. 为了方便读者上机练习本书介绍的内容, 书后附有 OrCAD 公司中国总代理光映公司提供的 OrCAD9 Demo 光盘一张。附录 A 中将详细介绍 OrCAD/ PSpice 9 Demo 的安装方法和功能特点。

本书共 9 章。按其内容特点可分为 5 个部分。

第一章在简要介绍电子 CAD 技术的基本概念和 OrCAD 软件系统的结构组成与功能特点的基础上, 对 OrCAD/PSpice 9 软件的功能和发展情况作了比较全面的分析。第二章以简单的单页式电路图为例, 简要介绍如何调用 Capture 软件生成电路图, 为 PSpice 电路模拟作好准备。

第三章和第四章是有关模拟电路计算机辅助分析技术的内容。其中第三章集中介绍了 OrCAD/PSpice 9 软件的基本电路特性分析功能, 包括直流分析、交流小信号频率响应、瞬态特性、直流灵敏度分析、噪声计算和傅立叶分析等。第四章介绍温度特性分析、参数扫描技术、蒙特卡诺分析(成品率计算)和最坏情况分析等统计模拟技术。

第五章和第六章介绍 OrCAD/PSpice 9 软件中波形显示模块 Probe 的功能和使用方法。其中第五章介绍 Probe 的基本功能, 即以交互方式显示、分析电路模拟的结果, 第六章介绍 Probe 的高级应用技术, 包括电路设计的性能分析和直方图绘制。

第七章和第八章是关于数字电路的逻辑模拟技术, 包括调用 OrCAD/PSpice 9 软件进行逻辑模拟、数模混合模拟和最坏情况逻辑模拟的具体方法。

第九章介绍 OrCAD/PSpice 9 软件中 Optimizer 模块的电路优化设计功能和方法。

本书由贾新章负责编写。武岳山编写了附录和第二章的部分内容, 贾冬编写了第九章并上机验证了书中的所有实例, 贾新章编写其余章节并对全书进行统稿。全书由郝跃审校。

由于 OrCAD/PSpice 9 的扩展功能很多、涉及面广、实用性强, 而且推出至今仅有数月, 加之编写时间仓促, 编者水平有限, 书中难免有不妥甚至错误之处, 欢迎读者提出宝贵意见。

编者

1999 年 9 月于西安电子科技大学微电子所

邮编: 710071, 西安

# 目 录

第一章 概 论 .....	1
1.1 EDA 技术和 PSPICE 软件 .....	1
1.1.1 CAD 和 EDA .....	1
1.1.2 微机级电子线路 EDA 软件 .....	2
1.1.3 EDA 技术的优点 .....	3
1.1.4 OrCAD/PSpice 软件 .....	3
1.2 ORCAD/PSPICE 软件的功能特点 .....	4
1.2.1 PSpice A/D 支持的元器件类型 .....	4
1.2.2 PSpice A/D 分析的电路特性 .....	5
1.2.3 PSpice A/D 的配套功能软件(模块) .....	6
1.2.4 PSpice A/D、PSpice A/D Basic 和 PSpice .....	7
1.2.5 OrCAD/PSpice A/D 9 版本的新特点 .....	8
1.3 电路模拟过程 .....	10
1.3.1 电路模拟的基本过程 .....	10
1.3.2 运行要求 .....	12
1.4 运行 ORCAD/PSPICE A/D 9 的有关规定 .....	13
1.4.1 PSpice A/D 中的数字 .....	13
1.4.2 PSpice A/D 中的单位 .....	13
1.4.3 PSpice A/D 中的运算表达式和函数 .....	14
1.4.4 电路图节点编号 .....	15
1.4.5 输出变量的基本表示格式 .....	16
1.4.6 输出变量的别名表示(Alias) .....	17
第二章 电路图绘制软件 CAPTURE .....	18
2.1 ORCAD/CAPTURE 绘图软件 .....	18
2.1.1 Capture 中的电路图结构 .....	18
2.1.2 设计项目管理 .....	19
2.1.3 OrCAD/Capture 中的窗口界面 .....	20
2.2 电路图编辑模块 PAGE EDITOR .....	24
2.2.1 电路图生成的基本步骤 .....	24
2.2.2 Page Editor 窗口中的状态栏 .....	27
2.2.3 Page Editor 命令系统 .....	27
2.2.4 工具按钮 .....	32
2.3 PAGE EDITOR 运行环境配置 .....	34
2.3.1 Capture 运行环境配置 .....	34

2.3.2 新设计项目的 Design 环境设置 .....	39
2.3.3 Design 环境设置的修改方法之 .....	43
2.3.4 Design 环境设置的修改方法之 .....	43
2.4 电路图的绘制步骤 .....	45
2.4.1 生成电路图的基本步骤 .....	45
2.4.2 说明 .....	45
2.5 电路图的绘制 .....	46
2.5.1 元器件的绘制(Place/Part) .....	46
2.5.2 电源与接地符号的绘制(Place/Power 和 Place/Ground) .....	52
2.5.3 端口连接符号的绘制(Place/Off-Page Connector) .....	53
2.5.4 图纸标题栏的绘制(Place/Title Block) .....	53
2.5.5 互连线的绘制(Place/Wire) .....	55
2.5.6 电连接结点的绘制(Place/Junction) .....	57
2.5.7 节点名的设置(Place/Net Alias) .....	57
2.5.8 总线的绘制(Place/Bus) .....	58
2.5.9 总线引入线的绘制(Place/Bus Entry) .....	59
2.5.10 书签的绘制(Place/Bookmark) .....	60
2.6 电路图的编辑修改 .....	60
2.6.1 电路图组成元素的选中和去除选中 .....	60
2.6.2 电路元素的移动(Moving Objects) .....	61
2.6.3 电路元素的复制(Copying Objects) .....	62
2.6.4 电路元素的删除 .....	64
2.6.5 "操作"的撤销、恢复和重复执行(Undo、Redo 和 Repeat) .....	64
2.7 电路元素属性参数的编辑修改 .....	65
2.7.1 属性参数与属性参数编辑器 .....	65
2.7.2 元器件属性参数的编辑修改 .....	68
2.7.3 电源和接地符号属性参数的编辑修改 .....	70
2.7.4 其它电路元素的属性参数修改 .....	71
2.8 电路图在屏幕上的显示 .....	72
2.8.1 电路图显示倍率的调整(Zooming) .....	72
2.8.2 坐标网格点和图幅分区的控制 .....	73
2.8.3 电路图特定位置的显示 .....	75
2.9 电路图的打印输出 .....	77
2.9.1 打印设备和纸张的设置 .....	77
2.9.2 打印参数设置 .....	78
2.9.3 打印预览 .....	79
第三章 基本电路特性分析 .....	81
3.1 模拟电路分析计算的基本过程 .....	81



3.1.1 绘制电路图 .....	82
3.1.2 特性分析类型确定和参数设置.....	82
3.1.3 模拟分析计算 .....	84
3.1.4 电路模拟结果分析 .....	85
3.2 直流工作点分析 (BIAS POINT DETAIL) .....	85
3.2.1 功能.....	85
3.2.2 结果输出.....	85
3.3 直流灵敏度分析 (DC SENSITIVITY) .....	86
3.3.1 灵敏度分析的含义 .....	86
3.3.2 灵敏度的定量表示 .....	86
3.3.3 参数设置 .....	87
3.4 直流传输特性分析 (TRANSFER FUNCTION).....	88
3.4.1 功能.....	88
3.4.2 参数设置 .....	88
3.5 直流特性扫描分析 (DC SWEEP) .....	89
3.5.1 功能.....	89
3.5.2 DC 分析的参数设置.....	89
3.5.3 分析结果的输出 .....	91
3.5.4 例: MOS 晶体管输出特性分析.....	91
3.6 交流小信号频率特性分析 (AC SWEEP) .....	92
3.6.1 功能.....	92
3.6.2 频率参数设置 .....	92
3.6.3 输出变量的确定 .....	92
3.7 噪声分析(NOISE ANALYSIS).....	93
3.7.1 功能.....	93
3.7.2 噪声分析中的参数设置 .....	94
3.8 瞬态特性分析 (TRANSIENT ANALYSIS) .....	96
3.8.1 功能.....	96
3.8.2 瞬态分析中的参数设置 .....	96
3.8.3 用于瞬态分析的五种激励信号.....	98
3.8.4 例: RC 充放电电路瞬态分析 .....	102
3.9 傅里叶分析(FOURIER ANALYSIS) .....	103
3.9.1 功能.....	103
3.9.2 傅里叶分析中的参数设置.....	103
3.9.3 结果输出 .....	103
3.10 输入激励信号波形的设置 .....	104
3.10.1 模拟信号激励源图形符号.....	104
3.10.2 模拟信号源波形的参数设置方法.....	105

3.10.3 激励信号波形编辑模块 StmEd.....	106
第四章 参数扫描分析和统计分析 .....	116
4.1 温度分析(TEMPERATURE ANALYSIS).....	116
4.1.1 功能 .....	116
4.1.2 参数设置 .....	116
4.2 参数扫描分析(PARAMETRIC ANALYSIS) .....	118
4.2.1 功能 .....	118
4.2.2 参数设置 .....	118
4.2.3 参数扫描分析实例 1(差分对电路).....	119
4.2.4 参数扫描分析实例 2 (BJT 放大器) .....	122
4.3 蒙特卡诺(MONTE CARLO)分析 .....	123
4.3.1 功能 .....	123
4.3.2 元器件参数变化规律的描述.....	123
4.3.3 MC 分析参数设置 .....	125
4.3.4 MC 分析实例(差分对电路).....	128
4.4 最坏情况分析(WORST-CASE ANALYSIS).....	131
4.4.1 最坏情况分析的概念和功能.....	131
4.4.2 最坏情况分析任选项参数的设置.....	132
4.4.3 WC 分析实例 1(差分对电路) .....	133
4.4.4 关于 WC 分析的一个重要问题 .....	134
4.5 输出文件(OUT 文件) .....	136
4.5.1 输出文件(OUT) .....	136
4.5.2 输出标示符(Printpoints) .....	137
4.5.3 电路特性分析监测符号(WATCH1) .....	139
4.6 初始偏置条件的设置 .....	141
4.6.1 概述 .....	141
4.6.2 IC 符号 .....	142
4.6.3 NODESET 符号 .....	142
4.6.4 电容、电感初始解的设置.....	143
4.6.5 直流偏置解文件 (Load Bias Point) 的调用 .....	143
4.6.6 直流偏置解文件的建立 .....	144
4.7 PSPICE 中的任选项设置(OPTIONS).....	146
4.7.1 概述 .....	146
4.7.2 Analog Simulation 任选项 .....	146
4.7.3 用于控制输出文件的任选项.....	148
第五章 波形显示和分析模块 PROBE.....	150
5.1 PROBE 的功能和调用方式.....	150
5.1.1 Probe 的功能.....	150

5.1.2 Probe 调用和运行模式的设置 .....	151
5.1.3 Probe 程序的直接调用 .....	153
5.1.4 Probe 模块的窗口界面 .....	154
5.1.5 Probe 运行过程中的任选项设置 .....	154
5.2 PROBE 模块的命令系统 .....	156
5.2.1 Probe 的主要命令菜单 .....	156
5.2.2 Probe 窗口的工具按钮 .....	162
5.2.3 Probe 中的快捷键 .....	164
5.2.4 工具按钮和快捷键的设置 .....	165
5.2.5 Probe 中的数字和单位 .....	168
5.3 信号波形的显示 .....	169
5.3.1 Probe 窗口中显示信号波形的基本步骤 .....	169
5.3.2 信号波形的编辑修改 .....	172
5.3.3 输出变量列表控制 .....	173
5.3.4 模拟信号的运算处理 .....	173
5.3.5 多批模拟分析结果波形的显示 .....	174
5.3.6 "宏" (Macro) .....	176
5.4 显示波形的分析处理 .....	178
5.4.1 两根 Y 轴 .....	178
5.4.2 坐标轴的设置 .....	179
5.4.3 坐标网格的设置 .....	182
5.4.4 标尺(Cursor).....	184
5.4.5 标注符(Label).....	186
5.4.6 波形的缩放 .....	189
5.4.7 滚动条的控制 .....	190
5.4.8 波形色彩设置 .....	190
5.5 PROBE 中的多窗口显示 .....	191
5.5.1 波形显示区的控制 .....	191
5.5.2 波形显示窗口的控制 .....	192
5.6 信号波形的传送和打印 .....	194
5.6.1 波形显示窗口内容的存储与调用.....	194
5.6.2 信号波形曲线和数据的传送.....	196
5.6.3 通用模拟数据文件(CSDF).....	196
5.6.4 信号波形的打印输出 .....	197
5.7 PROBE 的文本工作模式 .....	201
5.7.1 信号波形数据的显示 .....	202
5.7.2 数据的编辑处理 .....	202
第六章 PROBE 的高级应用技术 .....	204

6.1 基本名词术语 .....	204
6.2 搜寻命令 .....	205
6.2.1 搜寻命令格式 .....	205
6.2.2 搜寻命令应用实例 .....	207
6.3 特征数据点表达式 .....	208
6.3.1 特征数据点的编号 .....	208
6.3.2 特征数据点表达式格式 .....	208
6.4 特征值函数 .....	209
6.4.1 特征值函数的定义格式 .....	209
6.4.2 特征值函数定义举例 .....	210
6.4.3 特征值函数的处置 .....	212
6.4.4 Trace/Eval Goal Function 子命令 .....	216
6.5 电路性能分析(PERFORMANCE ANALYSIS) .....	218
6.5.1 电路性能分析的基本过程 .....	218
6.5.2 电路性能分析的基本步骤 .....	218
6.5.3 启动和结束 Performance Analysis 的第二种方法 .....	226
6.5.4 电路性能分析状态下的信号波形显示 .....	226
6.5.5 Performance Analysis 应用实例 .....	228
6.6 直方图绘制 .....	235
6.6.1 绘制直方图的基本步骤 .....	235
6.6.2 直方图绘制实例: Chebyshev 滤波器分析 .....	235
6.6.3 与直方图绘制有关的选项设置 .....	239
6.7 傅里叶变换 .....	239
6.7.1 Probe 中的傅里叶分析 .....	239
6.7.2 与 PSpice 中傅里叶分析的比较 .....	240
6.8 PROBE 的监测运行模式 .....	241
6.8.1 波形显示标示符(Marker) .....	241
6.8.2 Probe 的监测运行模式(Monitor Mode) .....	243
6.8.3 模拟过程中间结果的检查 .....	244
6.9 与 PROBE 运行有关的文件 .....	245
6.9.1 输入数据文件(DAT 和 CSD 文件) .....	245
6.9.2 运行命令记录文件(CMD 文件) .....	245
6.9.3 (PRB)文件 .....	246
6.9.4 初始化文件(PSPICE.INI) .....	247
第七章 逻辑模拟 .....	249
7.1 逻辑模拟的基本步骤 .....	249
7.1.1 逻辑模拟的基本概念 .....	249
7.1.2 逻辑模拟的基本步骤 .....	251

7.2 数字电路原理图生成 .....	251
7.2.1 数字电路原理图 .....	251
7.2.2 逻辑模拟中的激励信号源.....	252
7.3 时钟信号源 DIGCLOCK 波形设置.....	253
7.3.1 时钟信号波形设置特点 .....	253
7.3.2 DIGCLOCK 波形设置.....	253
7.4 STIMN 类信号源波形设置.....	254
7.4.1 总线激励信号波形的设置特点.....	254
7.4.2 STIMn 类激励信号波形的设置.....	257
7.5 FILESTIMN 类信号源波形设置.....	258
7.5.1 激励信号波形描述文件格式.....	258
7.5.2 FILESTIMn 信号源波形设置.....	260
7.6 DIGSTIMN 类信号源波形设置.....	261
7.6.1 DIGSTIM 符号和 StmEd 应用程序.....	261
7.6.2 时钟信号波形设置 .....	262
7.6.3 一般信号波形设置 .....	265
7.6.4 总线信号波形设置 .....	267
7.7 启动逻辑模拟 .....	271
7.7.1 逻辑模拟时间的设置 .....	271
7.7.2 逻辑模拟任选项参数设置.....	272
7.7.3 逻辑模拟过程的启动 .....	274
7.8 逻辑模拟结果波形的显示和分析.....	274
7.8.1 数字信号波形的显示 .....	275
7.8.2 总线信号波形的显示 .....	279
第八章 数/模混合模拟和最坏情况逻辑模拟.....	282
8.1 数/模混合模拟 .....	282
8.1.1 数/模接口等效电路 .....	282
8.1.2 数/模混合模拟步骤 .....	285
8.2 最坏情况逻辑模拟 .....	286
8.2.1 逻辑电平变化模糊时间范围及其影响.....	287
8.2.2 最坏情况逻辑模拟 .....	290
8.2.3 最坏情况逻辑模拟的步骤.....	291
8.3 逻辑错误的显示和分析 .....	292
8.3.1 逻辑错误类别和存放控制.....	292
8.3.2 逻辑错误信息列表 .....	292
8.3.3 逻辑错误信息和波形的显示.....	293
8.3.4 逻辑错误的分析 .....	295
第九章 电路优化设计 .....	297

9.1 概 述 .....	297
9.1.1 电路优化设计 .....	297
9.1.2 PSpice Optimizer 模块 .....	298
9.1.3 电路优化设计的步骤 .....	298
9.2 PSPICE OPTIMIZER 程序的命令系统 .....	299
9.2.1 PSpice Optimizer 的启动 .....	299
9.2.2 PSpice Optimizer 窗口结构 .....	300
9.2.3 PSpice Optimizer 命令系统 .....	301
9.2.4 基本任选项参数(Default Options) .....	303
9.2.5 高级任选项参数(Advanced Options) .....	304
9.3 待调整元器件参数的设置 .....	304
9.3.1 二极管偏置电流的优化确定(例) .....	304
9.3.2 在 OrCAD/Capture 中设置待调整的元器件参数 .....	305
9.3.3 在 Optimizer 中设置待调整的元器件参数 .....	307
9.4 目标参数和约束条件的设置 .....	308
9.4.1 与优化指标设置有关的问题 .....	308
9.4.2 新增优化指标 .....	310
9.4.3 优化指标的编辑修改 .....	312
9.5 优化设计过程的启动和结果显示分析 .....	312
9.5.1 电路设计的优化 .....	312
9.5.2 优化结果显示和处理 .....	314
9.6 优化中间过程结果分析 .....	315
9.6.1 优化进程的波形显示 .....	315
9.6.2 改变当前值对优化结果的影响 .....	316
9.6.3 剔除优化项目对优化结果的影响 .....	317
9.6.4 增添或修改优化项目后的优化分析 .....	318
9.6.5 中间优化结果的保存 .....	318
9.7 优化设计实例 .....	318
9.7.1 有源滤波器的优化设计(例) .....	318
9.7.2 晶体管模型参数的优化提取(例) .....	322
9.8 OPTIMIZER 的引导方式和相关文件 .....	329
9.8.1 调用 PSpice Optimizer 的其他方法 .....	329
9.8.2 与 OPTIMIZE 运行有关的文件 .....	331
附录 安装 ORCAD 9 DEMO .....	332
A.1 OrCAD/PSpice 9 Demo 程序的安装步骤 .....	332
A.2 OrCAD/PSpice 9 Demo 的功能特点 .....	335
A.3 安装 OrCAD/PSpice 9 Demo 对计算机的要求 .....	335
A.4 OrCAD/PSpice 9 Demo 的文件系统 .....	335

# 第一章 概 论

本章在简要介绍计算机辅助设计(CAD: Computer Aided Design)和电子设计自动化(EDA: Electronic Design Automation)基本概念的基础上,介绍 OrCAD/PSpice 软件的功能和特点,并具体说明调用 PSpice 软件进行电路模拟的基本步骤。

## 1.1 EDA 技术和 PSpice 软件

### 1.1.1 CAD 和 EDA

电子线路设计,就是根据给定的功能和特性指标要求,通过各种方法,确定采用的线路拓扑结构以及各个元器件的参数值。有时还需进一步将设计好的线路转换为印刷电路板版图设计。要完成上述设计任务,一般需经过设计方案提出、验证和修改(若需要的话)三个阶段,有时甚至要经历几个反复,才能较好地完成。

按照上述三个阶段中完成任务的手段不同,可将电子线路的设计方式分为不同类型。如果方案的提出、验证和修改都是人工完成的,则称之为人工设计。这是一种传统的设计方法,其中设计方案的验证一般都采用搭试验电路的方式进行。这种方法花费高、效率低。从 70 年代开始,随着电子线路设计要求的提高以及计算机的广泛应用,电子线路设计也发生了根本性的变革,出现了 CAD 和 EDA。

#### 1. 计算机辅助设计(CAD)

顾名思义,计算机辅助设计是在电子线路设计过程中,借助于计算机来迅速准确地完成设计任务。具体地说,是由设计者根据要求进行总体设计并提出具体的设计方案,然后利用计算机存储量大、运算速度快的特点,对设计方案进行人工难以完成的模拟评价、设计检验和数据处理等工作。发现有错误或方案不理想时,再重复上述过程。这就是说,由人和计算机通过 CAD 这一工作模式共同完成电子线路的设计任务。

#### 2. 电子设计自动化(EDA)

CAD 技术本身是一种通用技术,在机械、建筑、甚至服装等各种行业中均已得到广泛应用。在电子行业中,CAD 技术不但应用面广,而且发展很快,在实现设计自动化(DA: Design Automation)方面取得了突破性的进展。目前在电子设计领域,设计技术正处于从 CAD 向 DA 过渡的进程中,一般统称为电子设计自动化(EDA)。

### 1.1.2 微机级电子线路 EDA 软件

直到 80 年代初, CAD 软件至少需要在小型计算机或专业用的工作站上才能运行。当时的微机系统受运行速度、存储量等因素限制, 无法运行 CAD 软件。随着计算机技术的发展, 以 OrCAD 为代表的 EDA 技术开发公司, 相继推出了一批可以在微机上运行的 EDA 软件。近几年, 新型微机系统的许多性能已接近工作站, 微机上的 EDA 软件系统也已达到了相当的水平。OrCAD 公司的 EDA 软件是其中的突出代表。OrCAD 软件覆盖了电子设计中的 4 项核心任务: 以 VHDL 和线路图绘制方式进行设计生成, FPGA 和 CPLD 设计综合, 数字、模拟和数/模混合电路模拟, 以及印制电路板(PCB)设计。其软件系统结构如图 1-1 所示。

OrCAD 系统中的每一部分可以根据需要单独使用, 相互之间又有图 1-1 所示的内在联系, 共同构成一个完整的 EDA 系统, 对设计项目实施统一管理。用户不必花过多的时间考虑各个软件间的调用及设计数据格式和交换方式, 而将主要精力放在线路设计本身。

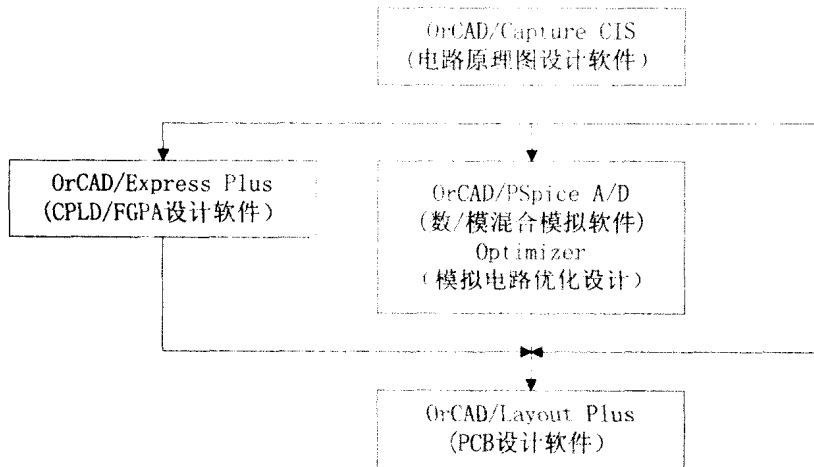


图 1-1 微机级 OrCAD 软件系统构成框图

下面简要介绍 OrCAD 软件系统中主要软件的功能。

(1) OrCAD/Capture: 这是一个功能强大的电路原理图设计软件, 除可生成各类模拟电路、数字电路和数/模混合电路的电路原理图外, 还配备有元器件信息系统 CIS(Component Information System), 可以对元器件的采用实施高效管理。该软件还具有 ICA(Internet Component Assistant)功能, 可在设计电路图的过程中从 Internet 的元器件数据库中查阅、调用上百万种元器件。

(2) OrCAD/Express: 这是一个逻辑模拟软件。可进行 Capture 生成的数字电路门级模拟, 一直到 VHDL 综合和仿真。可进行 10 万门以上的 CPLD、FPGA 和 ASIC 设计。在设计中可应用 Xilinx、Altera、Lattice、Lucent、Actel、Philips 和 Vantis 等厂家生产的器件。

(3) OrCAD/PSpice: 这是一个电路模拟软件, 除可对模拟电路、数字电路和数/模混合电路进行模拟外, 还具有优化设计的功能。

(4) OrCAD/Layout: 这是一个印刷电路板(PCB)设计软件。可直接将 OrCAD/Capture 生



成的电路图通过手工或自动布局布线方式转为 PCB 设计。在 PCB 设计中,采用的层次可达 30 层,布线分辨率为 1 微米,放置元器件时旋转角度可精确到 1/60 度,即 1 分。完成 PCB 设计后,可生成 3 维显示模型。

在 Windows 环境下运行的 OrCAD EDA 软件系统均不存在“千年虫”问题,可顺利地应用到 21 世纪。

本书将详细介绍 OrCAD/PSpice 软件的构成、功能特点和具体使用方法。

### 1.1.3 EDA 技术的优点

采用 EDA 技术具有下述优点:

(1) 缩短设计周期。采用 EDA 技术,用计算机模拟代替搭试验电路的方法,可以减轻设计方案验证阶段的工作量。一些自动化设计软件的出现,更极大地加速了设计进程。另外,在设计印制电路板时,目前也有不少具有自动布局布线和后处理功能的印刷电路板设计软件可供采用,将人们从繁琐的纯手工布线中解放出来,进一步缩短了设计周期。

(2) 节省设计费用。搭试验电路费用高、效率低。采用计算机进行模拟验证就可以节省研制费用。特别要指出的是,伴随着微机的迅速发展和普及,微机级 EDA 软件水平的不断提高,这就可以在计算机硬件投资要求不大,EDA 软件费用也不太高的前提下,促进 EDA 技术的推广使用。

(3) 提高设计质量。传统的手工设计方法采用简化电路及元器件模型进行电路特性的估算,通过搭实验电路板的方式进行验证,很难进行多种方案的比较,更难以进行灵敏度分析、容差分析、成品率模拟、最坏情况分析和优化设计等。采用 EDA 技术则可以采用较精确的模型来计算电路特性,而且很容易实现上述各种分析。这就可以在节省设计费用的同时提高设计质量。

(4) 共享设计资源。在 EDA 系统中,成熟的单元设计及各种模型和模型参数均存放在数据库文件中,用户可直接分享这些设计资源。特别是对数据库内容进行修改或增添新内容后,用户可及时利用这些最新的结果。

(5) 很强的数据处理能力。由于计算机具有存储量大、数据处理能力强的特点,在完成电路设计任务后,可以很方便地生成各种需要的数据文件和报表文件。

随着电子技术的发展,需设计的电路越来越复杂,规模也越来越大,在这种情况下,离开 EDA 技术几乎无法完成现代的电子线路设计任务。

### 1.1.4 OrCAD/PSpice 软件

由图 1-1 可见,微机级 OrCAD EDA 软件系统中,电路模拟分析是由 OrCAD/PSpice 软件完成的。该软件的前身是 SPICE,其全称为 Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis,即重点用于集成电路的模拟程序。最早的 SPICE 软件是美国加州大学伯克莱分校为适应集成电路 CAD 的需要,于 1972 年推出的。1975 年推出的 SPICE 2G 版达到实用化程度,得到广泛推广。但该程序的运行环境至少为小型计算机。1983 年,OrCAD 公司推出了可在 PC 机上运行的 PSpice1 (P 代表是在 PC 机上运行的版本)。目前最新版本是 1998 年 11 月推出的 OrCAD/PSpice 9。与 SPICE 相比,OrCAD/PSpice 并不只是单纯地将 SPICE 移植至 PC 机,而是在下述 3 方面有重大变革。