

The CAD Technique of Electronic Circuits
—— OrCAD 9.2

电子电路CAD技术

——基于OrCAD 9.2

贾新章 武岳山 编著
郝 跃 审校



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

电子电路 CAD 技术

— 基于 OrCAD 9.2

贾新章 武岳山 编著

郝 跃 审校



西安电子科技大学出版社

2002

内容简介

本书在阐述电子 CAD 技术基本概念的基础上介绍了目前在电子设计领域广泛使用的 OrCAD 9.2 软件的使用方法, 包括电路图设计软件 OrCAD/Capture、电路模拟软件 OrCAD/PSpice 和印制板设计软件 OrCAD/Layout。

本书从基本概念入手, 结合具体实例, 介绍了软件的功能和基本命令的使用方法; 对于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 Cadence 公司中国代理迪浩公司提供的 OrCAD 9.2 软件演示版光盘一张。

本书可作为大专院校电子电路 CAD 课程的教材, 也可作为电路设计人员学习电子 CAD 技术的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子电路 CAD 技术: 基于 OrCAD 9.2 / 贾新章, 武岳山编著.

—西安: 西安电子科技大学出版社, 2002. 2

ISBN 7-5606-0341-6

I. 电… II. ① 贾… ②. 武… III. 电子电路—计算机辅助设计—应用软件, OrCAD 9.2 IV. TP702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 0401804 号

策 划 陈宇光

责任编辑 戚文艳

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

经 销 新华书店

印 刷 西安兰翔印刷厂

版 次 2002 年 2 月第 1 版 2002 年 2 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 18.875

字 数 437 千字

印 数 1~4 000 册

定 价 29.00 (含光盘) 元

ISBN 7-5606-0341-6/TP·0127

XDUP 0607A01-1

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



Cadence China Limited Beijing Representative Office

授 权 书

兹同意西安电子科技大学出版社出版 Cadence 公司的 Capture 、PSpice A/ D 及 Layout Plus 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 Capture 、 PSpice A/ D 及 Layout Plus 中的荧幕画面、专有名词、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 Cadence 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，Cadence 公司产品若有重大版本更新，本公司将通知西安电子科技大学出版社或作者更新中文版本。

本授权书须依规定装订于上述中文参考书内，授权方得以生效。

此致

敬礼！

授权人：Cadence China Ltd

代表人：刘岩

1/8/2002

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)技术已渗透到电子线路设计的各个领域,包括电路图生成、逻辑模拟、电路分析、优化设计、最坏情况分析、印制板设计……,特别是在 20 世纪 80 年代末期,随着微机的迅速普及,以及可用于微机系统的电子 CAD 软件的相继推出,为 CAD 技术的推广应用创造了无比良好的条件。为保证电子线路和系统设计的速度和质量, CAD 技术正逐渐成为不可缺少的重要工具。国内从事电子设计和教育的研究所、工厂以及大专院校已形成一股“电子 CAD 热”。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,国内许多大学都先后开设了关于电子电路计算机辅助设计的课程,使学生在了解 CAD 基本概念的基础上,掌握一些基本的电子电路 CAD 软件的使用方法。我们于 1994 年在原先校内教材的基础上正式出版了《电子电路 CAD 技术》一书,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。该书在多所院校作为教材使用,一共印刷五次,受到了读者的好评,为推广电子 CAD 技术起到了一定的作用。

1994 年出版的《电子电路 CAD 技术》结合的是 OrCAD 4 和 PSpice 5 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高速发展。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 Windows 环境下运行的电子 CAD 软件系统。现在该套软件系统已成为闻名全球的 CAD 软件公司 Cadence 公司的一个产品系列,目前最新版本是 2000 年推出的版本 9.2,在电路性能分析、优化设计以及特性数据库等诸多方面均有了很大的扩展。显然,1994 年出版的《电子电路 CAD 技术》一书已完全不能适应新版 OrCAD 软件系统的要求。虽然我们于 1999 年和 2000 年先后出版了《OrCAD/PSpice 9 实用教程》和《OrCAD/Capture CIS 9 实用教程》,分别详细介绍了 OrCAD 软件包中 PSpice 9 和 Capture CIS 9 两个软件的使用方法。但是这两本书的主要对象是使用该软件的电路设计人员,对软件各种功能的使用和操作方法介绍得比较详细,因此书的篇幅也较大,不太适合于作教材使用。为此,在 Cadence 公司的大力支持下,针对最新的 OrCAD9.2 软件,我们重新编写出版了《电子电路 CAD 技术(第二版)》教材。

本书在内容的组织和编写风格上具有下述 4 个特点。

1. 本书在阐述电子 CAD 技术基本概念的基础上介绍了 OrCAD 软件基本功能的使用方法。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 软件的使用。

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，分类介绍了相关命令的使用，并结合具体实例说明了主要命令的使用步骤和注意事项，而不像一般的用户手册那样只是孤立地介绍一条条命令。

3. 根据前一本书的经验，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. 为了方便读者上机练习本书介绍的内容，书后附有 Cadence 公司中国代理北京迪浩公司提供的 OrCAD 9.2 软件演示版光盘一张。附录 A 中详细介绍了该套软件的安装方法和功能特点。

本书共分 10 章。按其内容特点可分为 4 个部分。

第 1 章简要介绍了电子 CAD 技术的基本概念和 OrCAD 软件系统的结构组成与功能特点，使读者对 OrCAD 9.2 软件的功能和发展情况有比较全面的了解。

第 2 章和第 3 章从电路图的绘制和后处理两方面介绍了 OrCAD/Capture 9.2 软件的基本功能和使用方法。

第 4 章到第 7 章介绍了电路模拟软件 OrCAD/PSpice 9.2 的主要功能和使用方法。其中第 4 章集中介绍了 PSpice 9.2 软件对模拟电路的特性分析功能，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、傅立叶分析、温度特性分析和参数扫描技术，以及蒙托卡诺分析(成品率计算)和最坏情况分析等。第 5 章介绍了 PSpice 9.2 软件中波形显示模块 Probe 的功能和使用方法。第 6 章介绍了 PSpice 9.2 软件中 Optimizer 模块的电路优化设计功能和方法。第 7 章介绍了数字电路的逻辑模拟技术，包括进行逻辑模拟和数模混合模拟的具体方法。

第 8 章到第 10 章介绍了 PCB 设计软件 OrCAD/Layout 的使用。其中第 8 章介绍了 PCB 设计的具体方法。第 9 章介绍了 PCB 设计结果的后处理。第 10 章简要介绍了该软件的运行环境设置方法。

本教材由贾新章主编。第 1 章到第 7 章和附录 A 由贾新章编写，第 8 章到第 10 章由武岳山编写。全书由郝跃审校。

由于 OrCAD 软件的功能很多，涉及面广，实用性强，加之编者时间仓促，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。

贾新章 (xzjia@xidian.edu.cn)

2001 年 12 月于西安电子科技大学微电子所

邮编：710071，西安

目 录

第 1 章 概 论.....	1
1.1 CAD 技术和电子 EDA.....	1
1.1.1 CAD 和 EDA.....	1
1.1.2 电子 EDA 技术的优点.....	2
1.2 微机级电子线路 EDA 软件 OrCAD.....	2
1.2.1 OrCAD 软件的结构.....	2
1.2.2 运行要求.....	3
1.2.3 与操作有关的几条约定.....	4
第 2 章 Capture 软件与电路图绘制.....	5
2.1 OrCAD/Capture CIS 软件.....	5
2.1.1 OrCAD/Capture CIS 软件的构成.....	5
2.1.2 OrCAD/Capture CIS 软件的功能特点.....	6
2.1.3 OrCAD/Capture CIS 中的窗口界面.....	7
2.1.4 基本名词术语.....	8
2.2 电路图编辑模块 Page Editor.....	10
2.2.1 电路图生成的基本步骤.....	10
2.2.2 Page Editor 窗口结构.....	13
2.2.3 Page Editor 窗口中的状态栏.....	13
2.2.4 Page Editor 命令系统.....	13
2.2.5 Page Editor 工具按钮.....	19
2.3 电路图的绘制.....	21
2.3.1 绘制电路图的基本步骤.....	21
2.3.2 元器件的绘制(Place/Part).....	21
2.3.3 电源与接地符号的绘制(Place/Power 和 Place/Ground).....	26
2.3.4 引出端开路符号的绘制(Place/No Connect).....	27
2.3.5 端口连接符号的绘制(Place/Off-Page Connector).....	27
2.3.6 图纸标题栏的绘制(Place/Title Block).....	28
2.3.7 互连线的绘制(Place/Wire).....	29
2.3.8 电连接结点的绘制(Place/Junction).....	31
2.3.9 节点别名的设置(Place/Net Alias).....	31
2.4 电路图的编辑修改.....	32
2.4.1 电路元素的选中和去除选中.....	32
2.4.2 电路元素的移动(Moving Objects).....	33
2.4.3 电路元素的复制(Copying Objects).....	35
2.4.4 电路元素的删除.....	35

2.4.5	对“操作”的撤销、恢复和重复执行(Undo、Redo 和 Repeat)	35
2.5	电路元素属性参数的编辑修改	36
2.5.1	属性参数(Property)的概念和编辑修改方法	36
2.5.2	属性参数编辑器(Property Editor)	37
2.5.3	属性参数修改对话框(Dialog Box)	42
2.5.4	坐标网格点和图幅分区的控制	43
2.6	电路图的打印输出	44
2.6.1	打印机的设置	45
2.6.2	打印参数设置	45
2.6.3	输出预览	46
2.6.4	采用打印机或绘图仪输出的步骤	47
第 3 章	电路图的后处理	48
3.1	概 述	48
3.1.1	电路设计的后处理流程	48
3.1.2	后处理命令菜单	49
3.2	元器件编号的更新(Annotate)	49
3.2.1	Annotate 对话框	50
3.2.2	关于 Combined Property Strings	51
3.3	设计规则检验(DRC)	52
3.3.1	电学连接规则检验“标准”的制订和修改	52
3.3.2	设计规则检验(DRC)的步骤	53
3.3.3	DRC 标示符	55
3.4	电连接网表文件生成(Netlist)	56
3.4.1	电连接网表的生成步骤	57
3.5	元器件报表生成(Cross Reference)	58
3.5.1	Cross Reference 的调用	58
3.5.2	例	60
3.6	元器件统计报表生成(Bill of Materials)	61
3.6.1	Bill of Materials 的调用	61
3.6.2	附加信息文件	63
3.7	OrCAD/Capture 与 OrCAD/Layout	64
3.7.1	为 OrCAD/Layout 生成电路设计的步骤	65
3.7.2	Layout 格式属性参数的设置	65
3.7.3	Capture 与 Layout 之间的交互作用	68
3.7.4	供 PSpice 和 Layout 调用的电路设计	70
第 4 章	PSpice 软件与电路特性模拟	72
4.1	OrCAD/PSpice 软件	72

4.1.1	OrCAD/PSpice 软件的构成	72
4.1.2	PSpice A/D 支持的元器件类型	74
4.1.3	PSpice A/D 分析的电路特性	75
4.1.4	电路模拟的基本过程	75
4.1.5	PSpice 中的数字、单位和运算式	77
4.1.6	电路图节点编号和输出变量表达式	78
4.2	模拟电路分析计算的基本过程	79
4.2.1	绘制电路图	79
4.2.2	特性分析类型确定和参数设置	80
4.2.3	模拟分析计算	82
4.2.4	电路模拟结果分析	82
4.3	直流工作点分析 (Bias Point Detail)	83
4.3.1	功能	83
4.3.2	结果输出	83
4.4	直流灵敏度分析 (DC Sensitivity)	84
4.4.1	灵敏度分析的含义	84
4.4.2	灵敏度的定量表示	84
4.4.3	参数设置	84
4.5	直流传输特性分析 (Transfer Function)	85
4.5.1	功能	85
4.5.2	参数设置	85
4.6	直流特性扫描分析 (DC Sweep)	86
4.6.1	功能	86
4.6.2	DC 分析的参数设置	86
4.6.3	分析结果的输出	88
4.6.4	例: MOS 晶体管输出特性分析	88
4.7	交流小信号频率特性分析 (AC Sweep)	88
4.7.1	功能	88
4.7.2	频率参数设置	88
4.7.3	差分对电路 AC 分析实例	89
4.8	噪声分析(Noise Analysis)	90
4.8.1	功能	90
4.8.2	噪声分析中的参数设置	90
4.9	瞬态特性分析 (Transient Analysis)	91
4.9.1	功能	91
4.9.2	瞬态分析中的参数设置	91
4.9.3	用于瞬态分析的激励信号	93
4.10	傅里叶分析(Fourier Analysis)	95

4.10.1	功能	95
4.10.2	傅里叶分析中的参数设置	95
4.10.3	结果输出	95
4.11	输入激励信号波形的设置	96
4.11.1	模拟信号激励源符号图形	96
4.11.2	模拟信号源波形的参数设置方法	97
4.12	温度分析(Temperature Analysis)	98
4.12.1	功能	98
4.12.2	参数设置	98
4.13	参数扫描分析(Parametric Analysis)	99
4.13.1	功能	99
4.13.2	参数设置	100
4.13.3	参数扫描分析实例(差分对电路)	100
4.14	蒙特卡诺(Monte Carlo)分析	103
4.14.1	功能	103
4.14.2	元器件参数变化规律的描述	103
4.14.3	MC 分析参数设置	105
4.14.4	MC 分析实例(差分对电路)	108
4.15	最坏情况分析(Worst-Case Analysis)	110
4.15.1	最坏情况分析的概念和功能	110
4.15.2	最坏情况分析任选项参数的设置	111
4.15.3	WC 分析实例(差分对电路)	113
4.15.4	关于 WC 分析的一个重要问题	113
4.16	输出文件(OUT 文件)	114
4.16.1	输出文件(.OUT)	114
4.16.2	输出标示符(Printpoints)	115
第 5 章	电路模拟结果的显示和分析	117
5.1	Probe 的功能和调用方式	117
5.1.1	Probe 的功能	117
5.1.2	Probe 调用和运行模式的设置	118
5.1.3	Probe 程序的直接调用	120
5.1.4	Probe 模块的窗口界面	121
5.1.5	Probe 运行过程中的任选项设置	121
5.2	Probe 模块的命令系统	123
5.2.1	Probe 的命令菜单	123
5.2.2	Probe 窗口的工具按钮	129
5.2.3	Probe 中的数字和单位	129
5.3	信号波形的显示	129

5.3.1	Probe 窗口中显示信号波形的基本步骤	129
5.3.2	信号波形的编辑修改	131
5.3.3	输出变量列表控制	132
5.3.4	模拟信号的运算处理	132
5.3.5	多批模拟分析结果波形的显示	133
5.4	波形显示区和显示窗口	133
5.4.1	两根 Y 轴	133
5.4.2	波形显示区的控制	135
5.4.3	波形显示窗口的控制	136
5.5	显示波形的分析处理	137
5.5.1	标尺(Cursor)	137
5.5.2	电路特性参数的提取	139
5.5.3	电路性能分析(Performance Analysis)	142
5.5.4	直方图绘制	150
5.6	信号波形的打印	153
5.6.1	打印信号波形曲线的基本步骤	153
5.6.2	页面设置	154
第 6 章	电路优化设计	157
6.1	概述	157
6.1.1	电路优化设计	157
6.1.2	PSpice Optimizer 模块	158
6.1.3	电路优化设计的步骤	158
6.2	PSpice Optimizer 模块的命令系统	158
6.2.1	PSpice Optimizer 的启动	158
6.2.2	PSpice Optimizer 窗口结构	159
6.2.3	PSpice Optimizer 命令系统	161
6.3	待调整元器件参数的设置	162
6.3.1	二极管偏置电流的优化确定(例)	162
6.3.2	在 OrCAD/Capture 中设置待调整的元器件参数	163
6.3.3	在 Optimizer 中设置待调整的元器件参数	165
6.4	目标参数和约束条件的设置	165
6.4.1	与优化指标设置有关的问题	165
6.4.2	优化指标的设置	166
6.5	优化设计过程的启动和结果显示分析	168
6.5.1	电路设计的优化	168
6.5.2	优化结果显示和处理	169
6.6	优化设计实例	170

第 7 章 逻辑模拟和数模混合模拟	175
7.1 逻辑模拟的基本步骤.....	175
7.1.1 逻辑模拟的基本概念.....	175
7.1.2 逻辑模拟的基本步骤.....	177
7.2 数字电路原理图生成.....	177
7.2.1 数字电路原理图.....	177
7.2.2 逻辑模拟中的激励信号源.....	178
7.2.3 时钟信号源 DIGCLOCK 波形设置.....	179
7.3 逻辑模拟和模拟结果显示.....	180
7.3.1 逻辑模拟参数设置.....	180
7.3.2 逻辑模拟过程的启动.....	180
7.3.3 逻辑模拟结果波形的显示和分析.....	181
7.4 数模混合模拟.....	183
7.4.1 数模接口等效电路.....	183
7.4.2 数模混合模拟步骤.....	183
第 8 章 PCB 设计软件 Layout Plus	186
8.1 印刷电路板及其设计要求.....	186
8.1.1 概述.....	186
8.1.2 印制板设计软件 OrCAD/Layout Plus.....	188
8.1.3 Layout Plus 软件管理窗口.....	190
8.1.4 Layout Plus 印制板编辑窗口.....	192
8.2 Layout Plus 基本运行过程(例).....	195
8.2.1 阶段一：生成电连接网表文件(.mnl).....	195
8.2.2 阶段二：启动 Layout Plus 软件打开相关文件.....	296
8.2.3 确定板框和调整元器件布局.....	298
8.2.4 PCB 布线.....	299
8.2.5 存盘和打印输出.....	200
8.2.6 拆除布线.....	200
8.3 高级自动布线工具 Smart Route.....	201
8.3.1 Smart Route 的基本运行步骤.....	201
8.3.2 Smart Route 窗口的状态栏.....	202
8.3.3 Smart Route 命令系统.....	202
8.3.4 Smart Route 运行环境设置.....	206
8.4 PCB 布局.....	210
8.4.1 元器件封装操作状态.....	210
8.4.2 元器件封装的基本操作.....	211
8.4.3 元器件封装属性参数的编辑.....	212
8.4.4 新放置元器件.....	215

8.4.5	元器件操作状态下的快捷菜单之一	216
8.4.6	元器件操作状态下的快捷菜单之二	218
8.4.7	阵列式布局(Matrix Place)	219
8.4.8	圆弧形布局(Circular Placement)	219
8.5	PCB 布线	222
8.5.1	手工布线模式之一: Add/Edit Route Mode	222
8.5.2	手工布线模式之二: Edit Segment Mode	224
8.5.3	手工布线模式之三: Shove Track Mode	224
8.5.4	手工布线模式之四: Auto Path Route Mode	225
8.5.5	焊盘延伸式布线(Fanout)	225
8.5.6	Thermal Relief	226
8.5.7	跳线(Jumper)	228
8.6	PCB 设计中的其他操作技术	229
8.6.1	障碍物的设置和编辑修改	229
8.6.2	敷铜	233
8.6.3	飞线的编辑	234
8.6.4	字符编辑	235
8.6.5	测试点(Test Point)	237
8.6.6	快捷查找与查询	241
8.6.7	设计规则检查(DRC)	242
8.6.8	布线密度分析	245
8.6.9	元器件重新编号	246
第 9 章	PCB 设计的后处理	248
9.1	PCB 设计预览	248
9.1.1	Post Process 列表	248
9.1.2	PCB 板层图形的预览	250
9.2	PCB 设计的输出和打印	252
9.2.1	光绘文件和 DXF 文件的生成	252
9.2.2	PCB 板层图形的打印输出	252
9.3	报表文件的生成	253
9.3.1	生成报表文件的步骤	253
9.3.2	报表的种类	254
9.4	钻孔表和钻孔数据带	258
9.4.1	钻孔表(Drill Chart)	258
9.4.2	钻孔电子表格(Drill Spreadsheet)	258
9.4.3	DRD 层和 DRL 层上钻孔图形的显示	259
9.4.4	钻孔数据带(Drill Tape)和钻孔报表	263
9.5	设置装配孔	260

9.5.1	设置装配孔的步骤	260
9.6	尺寸标注	261
9.6.1	尺寸标注参数设置	261
9.6.2	标注尺寸的步骤	262
9.6.3	删除标注尺寸符号的步骤	262
9.6.4	坐标原点的移动	262
第 10 章	Layout 的 Option 参数设置	263
10.1	系统环境设置(System Settings)	263
10.2	颜色设置(Colors)	265
10.2.1	颜色列表	265
10.2.2	新增 PCB 元素的颜色设置	266
10.3	文件自动备份设置(Auto Backup)	267
10.4	布线安全间距的设置	267
10.4.1	安全间距列表	267
10.4.2	安全间距的编辑修改步骤	268
10.5	布局策略和参数设置	268
10.5.1	布局程式列表	268
10.5.2	自动布局策略	269
10.5.3	布局程式参数设置的编辑修改	270
10.5.4	阵列式布局以及对选中的元器件进行布局时的参数设置	271
10.6	布线策略和参数设置	271
10.6.1	扫描布线模式和 7 种布线策略	271
10.6.2	Route Sweeps 参数设置	272
10.6.3	Route Passes 参数设置	274
10.6.4	Route Layers 参数设置	276
10.6.5	Manual Route 参数设置	277
10.6.6	Route Settings 参数设置	277
10.7	用户操作方式设置	279
附录 A	OrCAD9.2 软件包(演示版)的安装	281
A.1	OrCAD9.2 演示程序的安装步骤	281
A.2	OrCAD9.2 演示版的功能特点	284
A.3	安装 OrCAD 9.2 软件演示版对计算机的要求	284
A.4	OrCAD 9.2 软件演示版的文件系统	284
A.5	OrCAD 9.2 软件演示版中的 PSpice 库文件	285
A.6	演示版中添加的国标符号库文件和中文帮助文件	286
参考文献		287

第 1 章 概 论

本章在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, 简要介绍典型的微机级电子线路 CAD 软件 OrCAD 的结构、功能和特点, 以及与调用 OrCAD 软件有关的问题。

1.1 CAD 技术和电子 EDA

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, 才能较好地完成设计任务。

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 20 世纪 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, 计算机辅助设计就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, 即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、设计验证和数据处理等工作, 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 是一种通用技术, 在机械、建筑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, 并且已出现了一些电路设计自动化软件。但目前能实现设计自动化的情况并不多, 还处于从 CAD 向 DA 过渡的进程中, 人们将其统称为电子设计自动化(EDA)。

1.1.2 电子 EDA 技术的优点

采用电子 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, 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, 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的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, 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电子线路设计任务。

1.2 微机级电子线路 EDA 软件 OrCAD

1.2.1 OrCAD 软件的结构

直到 20 世纪 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, 相继出现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。Cadence 公司的 OrCAD 系列 EDA 软件是其中的突出代表, 其软件系统结构如图 1-1 所示。

OrCAD 软件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、设计数据格式和交换方式, 可以将主要精力放在线路设计本身。

下面简要介绍 OrCAD 软件系统中主要软件的功能。

(1) OrCAD/Capture CIS。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。第 2 章和第 3 章将介绍电路图绘制方法和后处理过程。

(2) OrCAD/PSpice。这是一个通用电路模拟软件, 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。该软件中的 Probe 模块, 不但可以在模拟结束后显示结果信号波形, 而且可以对波形进行各种运算处理, 包括提取电路特性参数, 分析电路特性参数与元器件参数的关系。第 4 章到第 7 章用四章篇幅详细介绍这些功能以及使用方法。

(3) OrCAD/Layout Plus。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, 也可直接生成 Gerber 光绘文件。第 8 章到第 10 章将详细介绍 OrCAD/Layout Plus 软件的功能特点和使用方法。

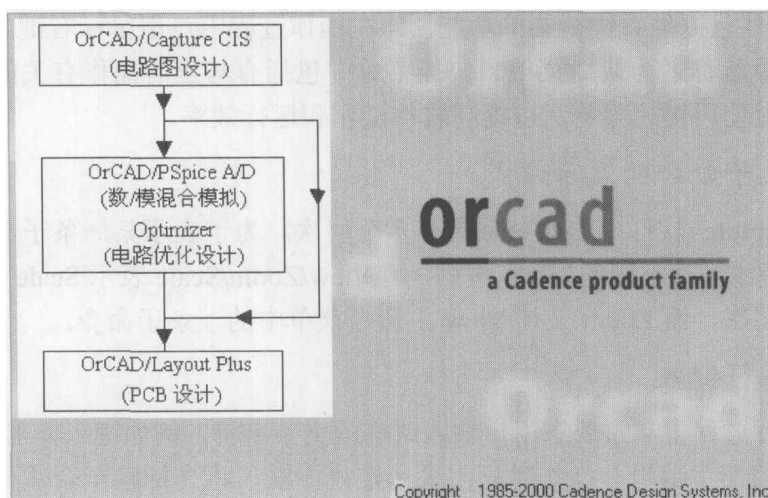


图 1-1 微机级 OrCAD 软件系统构成框图

1.2.2 运行要求

运行 OrCAD 软件, 对微机系统有以下的基本要求:

- (1) CPU 至少为 Intel Pentium 或等效的其他 CPU 芯片;
- (2) 内存至少 32 MB, 最好用 64MB;
- (3) 硬盘大于 200MB;
- (4) 显示器分辨率至少为 800×600, 最好为 1024×768;
- (5) 操作系统可以是 Windows 95、Windows 98 或 Windows NT 4.0 以上。

说明: OrCAD 软件是采用英文开发的应用软件, 在中文 Windows 环境下有些对话框中会出现部分字符显示不完全的现象。但是, 这些现象对软件的运行和模拟结果的精度没有任何影响。

为了完整起见, 本书在介绍对话框的功能时, 引用的是对话框中的英文全名。