



优秀技术实训教程

PSpice

电子仿真及应用 优技

穆秀春 华春梅 吕中志 编著



科学出版社
www.sciencep.com



优秀技术实训教程

PSPice

电子仿真及应用 *优技*

穆秀春 华春梅 吕中志 编著



科学出版社
www.sciencep.com

内 容 简 介

为配合电工、电子教学的改革,作者在其教学基础上,参阅了较多相关书籍和资料,编写了本书。本书在阐述电子电路 CAD 技术的基本概念的基础上介绍了目前在电子仿真领域广泛应用的 OrCAD 10.5 软件使用方法,并重点介绍了利用 PSpice 软件进行电子电路仿真。全书主要内容包括 PSpice 软件的说明及应用、PSpice 在电路仿真及电子仿真方面的应用等。本书中实例丰富,适应少学时教学及学生自学,也可作为电路分析基础、信号与系统、模拟电子电路、数字电子电路等理论课程或相关实验的辅助资料,也可供电子工程类专业的工程技术人员参考。

需要本书或技术支持的读者,请与北京清河 6 号信箱(邮编:100085)发行部联系,电话:010-62978181(总机)转发行部,010-82702675(邮购),传真:010-82702698。

图书在版编目(CIP)数据

PSpice 电子仿真及应用/穆秀春,华春梅,吕中志编
著. —北京:科学出版社,2010.1
ISBN 978-7-03-025974-5

I. P… II. ①穆…②华…③吕… III. 电子电路—
计算机仿真—程序设计—应用软件, PSpice IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 202200 号

责任编辑:范二朋 / 责任校对:方加青
责任印刷:金明盛 / 封面设计:盛春宇

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京金明盛印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 1 月第 1 版 开本:787mm×1092mm 1/16
2010 年 1 月第 1 次印刷 印张:17.5
印数:1-3000 册 字数:389 千字

定价:28.40 元

前言

随着计算机技术的普及以及集成电路的发展,传统的分析及设计方法已远远不能满足集成电路设计的要求,目前电子设计自动化简称EDA (Electronic Design Automatic) 技术,已渗透到电子系统和专用集成电路设计的各个环节。现代电子设计技术的核心就是EDA技术。利用EDA技术,电子设计师可以方便地实现IC设计、电子电路设计和PCB设计等工作。EDA技术是在电子CAD技术基础上发展起来的计算机软件系统,是指以计算机为工作平台,融合了应用电子技术、计算机技术、信息处理及智能化技术的最新成果,进行电子产品的自动设计。

EDA技术应用广泛,包括在机械、电子、通信、航空航天、化工、矿产、生物、医学、军事等各个领域,都有其应用。

在产品设计与制造方面,EDA技术可实现前期的计算机仿真、系统模拟及测试环境的仿真、PCB的制作、电路板的焊接、ASIC的设计等。

在教学方面,我国高校从二十世纪90年代中期开始EDA教育,现在几乎所有理工科类高校都开设了EDA课程。这些课程主要是让学生了解EDA的基本概念和原理,使用EDA软件进行电子电路课程的实验及从事简单系统的设计。对于目前从事电路及电子设计及相关领域的工作人员来说,掌握并应用EDA工具是非常必要的。

电子电路设计与仿真工具包括PSpice、EWB、Matlab、SystemView、MMICAD等,其中PSpice自从问世以来,由于它强大的功能,在全世界的电工电子工程界得到了广泛的应用。它是工科类学生必须掌握的分析与设计电路的工具;在科研开发部门,它也是产品从设计、试验到定型过程中不可缺少的工具。1988年PSpice已被认定为美国国家工业标准。在电路系统仿真方面,PSpice可以说独具特色,是其他软件无法比拟的,它是一个多功能的电路模拟试验平台。PSpice软件做系统及电路级仿真,具有快速、准确的仿真能力。

经过多年的版本更新,PSpice 8.0拥有更完善的电路图绘制窗口,减少了对复杂的电路图进行电路程序输入的麻烦,只需在PSpice提供的元件库中寻找所需的元件放入电路绘制窗口即可方便地绘制电路图,然后使用PSpice A/D自动生成为输入网单文件。目前PSpice被另一家EDA领域的公司收购,更名为OrCAD,本书将以OrCAD10.5为蓝本进行介绍。

本书内容丰富，章节编排深入浅出，图文并茂，力求把技术内容与编者积累的实际经验有机地融为一体。全书共分8章，第1章主要阐述目前计算机辅助分析软件的发展状态，结合数字电路和模拟电路的特点，简单介绍PSpice技术的引入；第2章介绍PSpice的基本知识；第3章介绍PSpice进行电路分析过程；第4章介绍PSpice的基本仿真分析；第5章介绍电路基本定理的PSpice仿真；第6章介绍PSpice在模拟电子电路仿真中的应用；第7章介绍PSpice在数字电子电路仿真中的应用；第8章为电子电路综合仿真分析。

本书主要由穆秀春、华春梅、吕中志编写，编写中得到了管殿柱、宋一兵、李文秋、田东、宋绮、赵景波、赵景伟、张洪信、王献红、付本国、谈世哲、张轩、刘平、张宪海、林晶、林琳、柴永生、宿晓宁、齐薇、马震、李仲等的帮助，在此表示感谢！

本书可作为高等院校电气、电子工程技术类相关专业学生的基础课参考书，也可作为从事电子电路系统分析设计工作的工程技术人员的参考用书。

由于编者水平有限，本书难免存在不妥之处，敬请读者批评指正！

零点工作室网站：www.zerobook.net 信箱：gdz_zero@126.com

编者

2009年5月

目 录

第1章 基本知识简介	1
1.1 数字电路	2
1.1.1 数字电路的基本功能	2
1.1.2 数字电路的特点	3
1.1.3 数字电路的基本逻辑关系	3
1.1.4 数字电路的逻辑设计方法	4
1.2 模拟电路	4
1.2.1 模拟电路的基本概念	4
1.2.2 放大电路的基本知识	5
1.3 PSpice技术的引入	5
1.4 思考与练习	9
第2章 PSpice简介	11
2.1 创建新的电路图	12
2.2 绘制电路	14
2.2.1 绘图页的调整	14
2.2.2 电路元件的放置	15
2.2.3 电源元件的放置	20
2.2.4 改变元件序号与元件值	22
2.2.5 元件间连线	23
2.2.6 节点的放置	24
2.2.7 存档与打印	24
2.2.8 将绘图页电路存成图形文档	24
2.3 实例详解	25
2.3.1 寻找元件	25
2.3.2 放置元件	27
2.3.3 连线	28
2.3.4 设置元件属性	28
2.4 思考与练习	29
第3章 PSpice电路分析	31
3.1 晶体管特性测试	32
3.1.1 绘制电路图	32
3.1.2 设置元件参数	33

3.1.3	设置PSpice仿真参数	33
3.1.4	存档并运行PSpice	35
3.1.5	执行PSpice A/D仿真程序	35
3.1.6	查看输出文本	36
3.1.7	交流设置	38
3.2	瞬态电路分析	40
3.2.1	绘制电路图	40
3.2.2	设置元件参数	41
3.2.3	设置PSpice仿真参数	42
3.2.4	执行PSpice程序	42
3.3	复杂的PSpice设置	43
3.3.1	绘制电路图	43
3.3.2	设置元件参数	44
3.3.3	设置PSpice仿真参数	44
3.3.4	执行PSpice程序	45
3.3.5	设置Probe探针	49
3.4	思考与练习	51
第4章	PSpice基本仿真分析	53
4.1	直流工作点分析	54
4.1.1	绘制电路图	54
4.1.2	设置直流工作点分析参数	55
4.1.3	仿真并观察结果	56
4.2	直流扫描分析	57
4.2.1	绘制电路图	58
4.2.2	设置直流扫描分析参数	58
4.2.3	存档并执行仿真	59
4.2.4	观察与分析输出波形	59
4.2.5	打印输出波形	61
4.3	交流扫描分析	61
4.3.1	绘制电路图	62
4.3.2	设置交流扫描分析参数	62
4.3.3	存档并执行仿真	63
4.3.4	观察并分析仿真波形	63
4.4	仿真分析应用实例	64
4.4.1	绘制电路图	65
4.4.2	分析静态工作点	65
4.4.3	观察输出结果, 计算放大系数	67
4.5	思考与练习	70

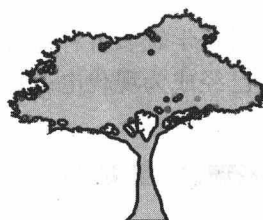
第5章 电路基本定理的PSpice仿真	71
5.1 叠加定理	72
5.1.1 定理举例	73
5.1.2 绘制电路图	74
5.1.3 设置仿真参数	75
5.1.4 执行仿真	75
5.1.5 验证定理	76
5.2 替代定理	78
5.2.1 定理举例	79
5.2.2 绘制电路图	80
5.2.3 设置仿真参数	80
5.2.4 执行仿真	81
5.2.5 验证定理	82
5.3 互易定理	84
5.3.1 定理举例	84
5.3.2 绘制电路图	85
5.3.3 设置仿真参数	86
5.3.4 执行仿真	86
5.3.5 验证互易定理形式一	87
5.3.6 验证互易定理形式二	87
5.3.7 验证互易定理形式三	89
5.4 戴维宁定理	90
5.4.1 定理举例	90
5.4.2 绘制电路图	91
5.4.3 设置仿真参数	92
5.4.4 执行仿真	92
5.4.5 更改电路	95
5.4.6 验证定理	100
5.5 诺顿定理	102
5.5.1 定理举例	102
5.5.2 绘制电路图	103
5.5.3 设置仿真参数	103
5.5.4 执行仿真	104
5.5.5 更改电路	107
5.5.6 验证定理	110
5.6 对偶定理	112
5.6.1 定理举例	113
5.6.2 绘制电路图	114
5.6.3 设置仿真参数	114

5.6.4	执行仿真	115
5.6.5	更改电路	116
5.6.6	验证定理	116
5.7	思考与练习	118
第6章	模拟电路中的单元电路及PSpice仿真	119
6.1	晶体管基本放大电路	120
6.1.1	静态工作点的设置	120
6.1.2	静态工作点对动态范围的影响	128
6.1.3	用PSpice确定放大电路的输入电阻和输出电阻	133
6.1.4	放大电路的频响特性及其电压增益	137
6.2	功率放大电路	144
6.2.1	甲类输出级	144
6.2.2	乙类输出级	153
6.2.3	甲乙类输出级	160
6.3	差分放大电路	166
6.3.1	理想差分放大电路的基本特性	166
6.3.2	非理想对称的差分放大电路	178
6.4	运算放大器的应用	180
6.4.1	集成运算放大器的工作状态	181
6.4.2	集成运算放大器的宏模型	182
6.4.3	运算放大器应用电路的PSpice仿真	184
6.5	思考与练习	194
第7章	PSpice数字电路仿真	197
7.1	数字电路的基本单元	198
7.1.1	TTL反向器	199
7.1.2	CMOS反向器	202
7.1.3	非门与与非门	205
7.2	PSpice中的数字电路元器件	207
7.3	组合逻辑电路及其PSpice仿真	209
7.3.1	基本概念	209
7.3.2	编码器	210
7.3.3	译码器	214
7.3.4	比较器	218
7.3.5	加法器	221
7.4	时序逻辑电路及其PSpice仿真	229
7.4.1	基本触发器	229
7.4.2	计数器	231

7.5	数字模拟混合电路仿真	233
7.5.1	数模混合电路的接口子电路与电源	233
7.5.2	数模混合电路仿真实例	235
7.6	数字电路最坏情况分析	236
7.6.1	基本概念	236
7.6.2	仿真实例	237
7.7	思考与练习	243
第8章	电子电路仿真分析实例	245
8.1	差分放大器	246
8.1.1	建立新文件	246
8.1.2	绘制电路图	246
8.1.3	电路仿真	248
8.2	带通滤波电路	254
8.2.1	绘制带通滤波电路图	254
8.2.2	进行仿真分析	255
8.3	积分电路	258
8.3.1	绘制积分运算电路图	258
8.3.2	进行仿真分析	259
8.4	微分电路	260
8.4.1	绘出微分电路图	260
8.4.2	进行仿真分析	261
8.4.3	修改电路并仿真	263
8.5	整流电路	266
8.5.1	基本半波整流电路	266
8.5.2	全波整流电路	269
8.6	思考与练习	270

PSpice

第1章 基本知识简介



学习要点

电子电路主要包括数字电路和模拟电路两大部分，这两者的设计思想与各自的电路结构紧密结合，各有各的特点。在具体的设计过程中，可以将设计好的电路用PSpice来仿真测试，也可以在PSpice中直接设计，以达到设计目的。本章主要介绍数字电路和模拟电路的基础知识，及使用PSpice进行电路仿真的优点。

学习要点

数字电路的特点

模拟电路的特点

PSpice软件

1.1

数字电路

1.1.1 数字电路的基本功能

数字电路与数字电子技术广泛地应用于电视、雷达、通信、电子计算机、自动控制、航天等科学技术领域。电子电路的工作信号可分为模拟信号和数字信号两大类。

模拟信号在时间上和数值上的变化是连续的。而数字信号是指在时间上和数值上都是离散的。信号的变化只发生在一系列离散的瞬间，并且信号的数值是一些离散的高电平或低电平值。数字信号是用一系列离散的数量来表示某个实际变化的过程。

用数字信号完成对数字量进行算术运算和逻辑运算的电路称为数字电路，或数字系统。由于它具有逻辑运算和逻辑处理功能，所以又称为数字逻辑电路。数字逻辑电路按功能大致可以分为两类，即组合逻辑电路和时序逻辑电路。

1. 组合逻辑电路

简称组合电路，它由最基本的逻辑门电路组合而成。组合电路的特点是：输出值只与当时的输入值有关，即输出值唯一地由当时的输入值决定。电路没有记忆功能，输出状态随着输入状态的变化而变化，它类似于电阻性电路。

2. 时序逻辑电路

简称时序电路，它是由最基本的逻辑门电路加上反馈逻辑回路（输出到输入）或器件组合而成的电路，与组合电路最本质的区别在于时序逻辑电路具有记忆功能。电路的特点是：输出值不仅取决于当时的输入值，而且还与电路过去的状态有关。它类似于含储能元件的电感或电容的电路。

触发器、锁存器、计数器、移位寄存器、储存器等电路，都是时序电路的典型器件，这些电路的变化以及一些功能的实现与时钟脉冲相连。时序电路是由最基本的触发器电路和组合逻辑电路所构成的。

近年来，随着半导体技术和材料科学领域各种相关技术的飞速发展，以及集成电路制造工艺日新月异的进步，数字电路已经成为现代电子技术的极其重要的组成部分。与数字

电路相关的应用技术如电子计算机、数字仪器、数字通信、数控装置、雷达、电视等也迅猛发展起来。现代科学技术的发展不仅推动了计算机的普及和应用,而且还带动了电子技术的腾飞,所以了解数字电路的功能和应用以便能进行合理选择和正确运用,是数字时代技术人员所应该具有的基本素质。

1.1.2 数字电路的特点

人们在现实生活中遇到的许多物理量,如温度、压力、距离、时间等,一般都具有连续变化的特点。它们可以在一定范围内取任意实数值,称这类物理量为模拟量。在工程应用中,为了测量、传递和处理这些物理量,常把它们通过传感器转换成与之成比例的电压(或电流)。这些电信号表示和模拟了实际的物理量,故称之为模拟信号,其电压值(或电流值)在一定范围内是连续的变量。模拟信号所传送的内容称为模拟信息。数字量是离散的,只能按有限个或可数的量化单位取值。与数字量相对应的电信号为数字信号。数字信号所传送的内容称为数字信息,处理数字信号的电路称为数字电路。

数字电路之所以能得到越来越广泛的应用,是和它所具有的特点分不开的。

1. 同时具有算术运算和逻辑运算功能

数字电路是以二进制逻辑代数为基础,使用二进制数字信号,既能进行算术运算又能方便地进行逻辑运算(与、或、非、判断、比较、处理等),因此极其适合于运算、比较、存储、传输、控制、决策等应用。相比之下,如果采用模拟系统完成同样的功能,从数学运算到电路实现所需要的设备较数字系统要复杂得多。

2. 实现简单,系统可靠

以二进制作为基础的数字逻辑电路,简单可靠,准确性高。因为在数字系统中,信号只有两个基本的离散量,即“0”和“1”。对应逻辑代数二进制数的“0”和“1”状态,“0”和“1”可以表示任何事物的两个对立面(有或无、高或低、是或否、好或坏等)。再用这两个最基本的状态组合,可以表达客观事物间的任何复杂关系,并能进行推理、运算。在物理电路中,它们对应着半导体二极管、三极管电子元件的导通和截止这两个不同的开关状态,所以,工作速度快,抗干扰能力强,在传递、加工和处理信息时不易出错,增加了系统的可靠性和准确性。

3. 集成度高,实现容易

集成度高,体积小,功耗低是数字电路突出的优点之一。电路的设计、维修、维护灵活方便,随着集成电路技术的高速发展,数字逻辑电路的集成度越来越高,集成电路块的功能随着小规模集成电路(SSI)、中规模集成电路(MSI)、大规模集成电路(LSI)、超大规模集成电路(VLSI)的发展,也从元件级、器件级、部件级、板卡级上升到系统级。电路的设计组成只需采用一些标准的集成电路块单元联接而成。对于非标准的特殊电路还可以使用可编程逻辑阵列电路,通过编程的方法实现任意的逻辑功能。

1.1.3 数字电路的基本逻辑关系

数字电路的数学描述以逻辑代数为基础,基本逻辑门电路实现了逻辑代数的基本运算功能(与、或、非),基本逻辑门按基本逻辑代数的运算规律又分别构成了标准应用电路

和编码器、译码器、全加器、比较器和数据选择器等组合电路。

另一个分支为：基本门电路按照逻辑代数规则构成基本触发器电路，由触发器作为基本电路构成了寄存器、计数器、存储器、脉冲信号发生器等另一类时序电路。

1.1.4 数字电路的逻辑设计方法

数字逻辑电路的理论基础是逻辑代数，逻辑代数最大的特点是二值代数，使用逻辑代数的二值变量和二值函数的概念，研究、分析和设计数字电路输入和输出之间的逻辑关系。对于一个给定的逻辑电路，研究它的逻辑功能，也就是找出已知逻辑电路的逻辑功能，并用逻辑函数来描述电路的工作，称为逻辑分析。根据给定的逻辑要求，先确定要完成的逻辑功能，再求出相应的逻辑电路，称为逻辑设计。逻辑分析和逻辑设计是互逆的。

研究数字逻辑电路，首先要理解和掌握逻辑代数的基本运算法则，在此基础上学会和掌握实用的分析和设计方法，培养处理实际电路问题的能力。

由于集成电路的高速发展，数字逻辑电路的设计已经标准化、模块化和系统化，因此在掌握逻辑代数的基本运算规则和分析设计方法的基础上，就可以选用成熟的已有基本模块来构成电路，寻求最好的设计，以满足全面的性能指标。经典的开关理论和最小化设计思想，仍然是分析和设计逻辑电路的基础，对于逻辑设计仍然具有十分重要的指导意义。

1.2 模拟电路

1.2.1 模拟电路的基本概念

要理解模拟信号和模拟电路的概念，首先了解一下系统的定义。系统在字典上定义为“由不同单元组合成的一个整体，能够协调一致地按照某种控制方式去运转、操作或行动”。此定义也可用于电子系统，其最一般的形式为：由一组元件（通常是电子元件）连成一个整体，能够按特定的控制信号去执行所设想的功能。一个比较复杂而完美的电子系统往往是由多个子系统所构成，它可能是两级或多级的。

信号是信息的载体，如声音信号可传达语言、音乐或其他信息，图像信号可以传达人类视觉范围内所能接受的图像信息。信号可分为温度信号、时间信号、电子信号等。它是以信号波形表达信息的，温度信号不能直接传给电子系统，要先把它转换为电信号，然后送到电子系统中作进一步的处理，其他的变量同样也需要变成电信号再输入电子信号系统。

模拟信号的特点是，在时间和幅值上均是连续的，在一定动态范围内可能取任意值。在宏观上看，在我们周围的世界中，大多数物理量都是时间连续、数值连续的变量，比如微波炉的炉温、光纤直径、压力及转速等，这些变量通过相应的传感器都可以转换成模拟电信号输入到电子系统中去。处理模拟信号的电子电路称为模拟电路。

在信号分析中，按时间和幅值的连续性和离散性把信号分为以下4类：时间连续、数值连续的信号；时间离散、数值连续的信号；时间离散、数值离散的信号；时间连续、数值离散的信号。由于数字电路系统无法直接处理模拟信号，所以需要对其进行数字化转

换,即离散化或量化处理。转换的第一步是对模拟信号取样,即在特定的各时间点捕捉模拟信号的幅值,得到时间离散而数值与模拟信号相应点一致的取样信号,即时间离散、数值连续信号。第二步是对取样信号的数字化转换,输出的二进制编码值与相应的取样信号幅值呈一定最接近的比例关系,数值全部为整数。根据预定的控制过程的要求,微处理机系统对这种信号进行一定处理后,输出的控制信号需要再转换为模拟形式,它的输出实际是时间连续、数值离散的信号。在某些应用中还需要滤除这种信号中的高频噪声,形成真正的时间连续、数值连续的模拟信号。

1.2.2 放大电路的基本知识

放大是最基本的模拟信号处理功能,它是通过放大电路来实现的,大多数模拟电子系统中都应用了不同类型的放大电路。放大电路也是构成其他模拟电路,如滤波、振荡、稳压等功能电路的基本单元电路。

检测外部物理信号的传感器所输出的电信号通常是很微弱的,一些能达到 10^{-3} 数量级,而一些细胞电生理实验所检测到的细胞膜离子单通道电流甚至只有皮安($\text{pA}, 10^{-12}\text{A}$)量级。对这些能量过于微弱的信号,既无法直接表示,一般也很难作进一步分析处理。通常必须把它们放大到数百毫伏量级,才能用数字式仪表或传统的指针式仪表显示出来。若对信号进行数字化处理,则须把信号放大到数伏量级才能被一般的模数转换器所接受。某些电子系统需要输出较大的功率,如家用音响系统往往需要把声频信号功率提高到数瓦或数十瓦。针对不同的应用,需要设计不同的放大电路,其细节将在本书后续章节中讨论,这里只对放大电路的基本概念作简要的介绍。

放大电路的一般符号如图1-1所示。 V_s 为信号源电压, R_s 为信号源内阻, V_i 和 I_i 分别为输入电压和输入电流, R_L 为负载电阻, V_o 和 I_o 分别为输出电压和输出电流。

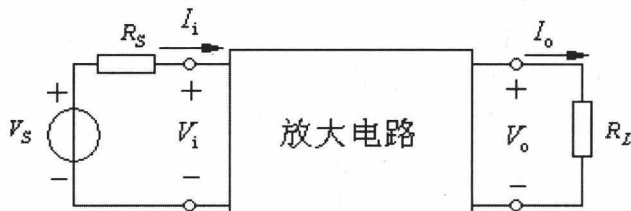


图1-1 放大电路的一般符号

在实际应用中,根据放大电路输入信号的条件和对输出信号的要求,如果只需考虑电路的输出电压 V_o 和输入电压 V_i 的关系,则可表达为 $V_o = A_v V_i$ 。式中, A_v 为电路的电压增益。这种只考虑电压增益的电路称为电压放大电路。

同样,若只考虑图1-1中放大电路的输出电流 I_o 和输入电流 I_i 的关系,则可表达为 $I_o = A_i I_i$ 。式中, A_i 为电流增益,这种电路称为电流放大电路。

1.3 PSpice技术的引入

电子CAD技术是电子信息技术发展的杰出成果,它的发展与应用引发了一场工业设计

和制造领域的革命，给企业带来了巨大的经济效益。当今，CAD技术及其应用水平已成为衡量一个国家科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。

电子CAD技术是以计算机硬件和系统软件为基本工作平台，继承和借鉴前人在电路和系统、图论与拓扑逻辑和优化理论等多学科的最新科技成果而研制成的电子CAD通用支撑软件和应用软件包。它旨在帮助电子设计工程师开发新的电子系统与电路、IC以及印刷电路板（PCB）产品，实现在计算机上调用元器件库、连线画图、编制激励信号文件、确定跟踪点、调用参数库以及模拟程序等手段去设计电路。

EDA技术可算是CAD的高级阶段；CAD可看作是EDA初期和基础。于是，EDA的发展大致可分为3个阶段：20世纪70年代到80年代初期，电子CAD理论研究发展迅速，成为电子领域的新兴学科。电子CAD技术还没有形成系统，仅是一些孤立的软件程序。它们取代了靠手工进行繁琐计算、绘图和检验的方式，已显示出其强大的活力。20世纪80年代后期，随着计算机与集成电路高速发展，CAD技术真正实现了自动化。出现了EDA（Electronic Design Automation，电子设计自动化）产业。这一阶段能够实现电路仿真、布局布线、IC参数提取与检验等，并集成为一个有机的EDA系统，其设计规模已达到10万门以上。进入20世纪90年代后，微电子技术飞速发展，一个芯片可以集成百万甚至千万个晶体管，工作速度可达到每秒几个吉字节（GB/s）。电子系统具有以下特点：电路的高度复杂化、微型化、保密化；设计周期性短和成本低；设计要综合应用最新成果，以具有先进性、竞争性和较长的生命周期；设计要独立于工艺等。这种需求促使电子系统朝着多功能、高速度、智能化的趋势发展。所以，EDA是20世纪90年代电子设计的革命。

集成电路的集成度越来越高，电子系统的复杂程度也日益增大，而电子产品在市场上所面临的竞争也日益激烈，产品在社会上的效益寿命越来越短，处于如此高速发展和激烈竞争的电子世界，我们必须拥有强有力的EDA工具才能面对各种挑战，不断地创造出新的产品。任何技术工作都有经济性的要求，一个工程师不仅要精通技术，同时还必须具有经济头脑，既能在工作中处理好技术与经济的关系，使自己设计和研制生产的产品实现使用价值和价格的统一，获得经济效益；又能正确制定经营决策，做好管理工作，使企业产品具有强大的竞争力，使企业在竞争中处于不败之地。

在众多的EDA工具中，PSpice是当前使用最广泛的电路级仿真工具软件。PSpice最初是专门用来进行模拟电路仿真的，发展到今天，它在模拟电路上的分析技术已经非常成熟了，现在的PSpice软件不仅可以对模拟电路进行仿真，而且还可以对数字电路进行仿真，这使得PSpice的应用范围更加广泛。作为一个电路设计工作者来说，熟练地使用PSpice来进行电路的分析和设计是必不可少的专业技能之一。PSpice是以Spice为核心发展起来的。Spice是Simulation Program with IC Emphasis的缩写，该程序是由美国加利福尼亚大学伯克利分校电工和计算机科学系开发的，主要用于集成电路的电路程序分析。其第1版于1972年完成，是用FORTRAN语言写成的。1975年推出正式实用化版本。自从这个程序问世以来，由于它强大的功能，在全世界的电工、电子工程界得到了广泛的应用。在大学里，它是工科类学生必会的分析与设计电路的工具；在科研开发部门，它是产品从设计、试验到定型过程中不可缺少的工具。此后Spice的版本不断更新、功能不断完善，在1988年Spice被定为美国国家工业标准。

PSpice是Spice家族中的一员,是Microsim公司1984年推出的基于Spice程序的个人计算机(PC机)版本,这样一来,使Spice软件不仅可以在大型计算机上运行,而且也可在PC机上运行了。Microsim公司推出的PSpice版本不断升级,功能也不断增强完善。由于其PSpice A/D超强的电路仿真能力,后来Microsim公司被EDA领域最负盛名的OrCAD公司并购,PSpice程序因此更名为OrCAD PSpice A/D, OrCAD PSpice A/D是OrCAD软件中的一部分,它主要完成电路仿真验证工作。目前OrCAD版本升级为OrCAD 10.5,本书的电路设计与仿真就是用OrCAD 10.5版本来完成的。

OrCAD 软件包中进行电路模拟分析的核心软件是PSpice A/D。为了使模拟功能更完美, OrCAD软件包中还提供了5个配套软件(模块),分别是:原理图绘图编辑模块(Schematics Editor)、激励源波形编辑模块(Stimulus Editor)、模型参数编辑模块(Model Editor)、模拟显示和分析模块(PSpice/Probe)及电路设计优化模块(Optimizer)。PSpice主要包括Schematics、PSpice A/D、Probe、Stimulus Editor、Model Editor五个软件包,这些程序的协作关系如图1-2所示。

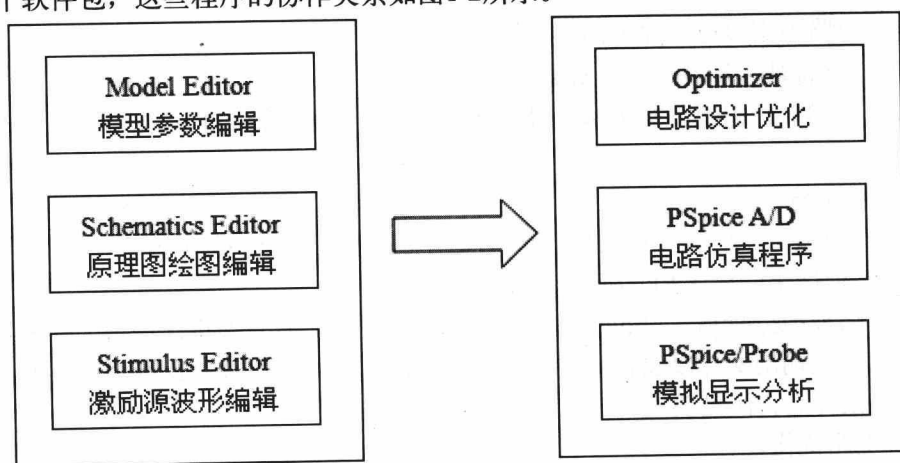


图1-2 PSpice软件包组件

PSpice A/D支持的元器件类型包括:

- (1) 基本无源元件,如电阻、电容、电感、互感、传输线等。
- (2) 常用的半导体器件,如二极管、双极晶体管、结型场效晶体管、MOS管等。
- (3) 独立电压源和独立电流源。
- (4) 各种受控电压源、受控电流源和受控开关。
- (5) 基本数字电路单元,如门电路、传输门、触发器、可编程逻辑阵列等。
- (6) 常用单元电路,如运算放大器、555定时器等。在这里集成电路可作为一个单元电路整体出现在电路中,而不必考虑单元电路的内部结构。

PSpice A/D可分析的电路特性有6类15种:

- (1) 直流分析,包括静态工作点分析(Bias Point Detail)、直流灵敏度(DC Sensitivity)、直流传输特性(TF:Transfer Function)、直流特性扫描(DC Sweep)分析。
- (2) 交流分析,包括频率特性(AC Sweep)、噪声特性(Noise)分析。
- (3) 瞬态分析,包括瞬态响应分析(Transient Analysis)、傅里叶分析(Fourier Analysis)。