

21世纪电学科高等学校教材

通用电路的计算机分析与设计

——PSpice应用教程

罗飞 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21世纪电学科高等学校教材

通用电路的计算机分析与设计 ——PSpice应用教程

主 编 罗 飞

参 编 张昌凡 李圣清 刘耦耕

主 审 瞿遂春



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 简 介

本书介绍了电路分析软件 OrCAD PSpice 9.1 的主要功能和使用方法。全书包括软件介绍和应用举例两篇内容,第 1 篇介绍软件的主要程序模块和电路的文本文件描述方法。第 2 篇讲述了四十多个应用实例,内容涉及该软件在电路与磁路、模拟电路、数字及模数混合电路等的应用。

本书可作为高等学校自动化、电子信息、计算机、通信类专业本科生的教材。也非常适合于机械、化工、包装、印刷、供热等非电类工科各专业的本科及专科学生在开设电工电子学课程(含电工技术和电子技术)时选用。

图书在版编目(CIP)数据

通用电路的计算机分析与设计: PSpice 应用教程/罗飞主编. —北京:中国水利水电出版社, 2004

21 世纪电学科高等学校教材

ISBN 7-5084-1894-8

I. 通... II. 罗... III. 电路设计—计算机辅助设计—应用软件, PSpice—高等学校—教材 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 124724 号

书 名	21 世纪电学科高等学校教材 通用电路的计算机分析与设计——PSpice 应用教程
作 者	罗 飞 主 编
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales @ waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266(总机)、68331835(营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 13.75 印张 326 千字
版 次	2004 年 2 月第 1 版 2004 年 2 月第 1 次印刷
印 数	0001—5100 册
定 价	20.50 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

随着微电技术、大规模集成电路和电子计算机技术的迅猛发展，电子电路的分析与设计方法发生了重大变革。目前，以 CAA 和 CAD (Computer Aided Analysis and Design) 为基础的电子设计自动化 (Electronic Design Automatic 简称 EDA) 技术已广泛应用于电子系统的设计之中，并已成为当代电子系统设计的不可缺少的重要工具。

进入新世纪的高等学校的教学改革，必须从课程建设、课程体系、教学内容和教学方法等方面进行。对于电子信息、通信、自动化和计算机等专业而言，电路分析和电子技术（包括数字电子技术和模拟电子技术）都是重要的基础课或专业基础课。在工科的其他非电类专业中，电工电子学（常分为电工技术与电子技术）也是一门重要的技术基础课。这些课程的内容体系基本上分为三部分：第一部分是电路与磁路，第二部分是模拟电路，第三部分是数字（包括模数混合）电路，我们在这里将它们统称为通用电路。通用电路的分析与设计已有许多种软件，而目前国内外流行最广的电路分析软件是 Spice (Simulation Program With Integrate Circuit Emphasis)。它有多种版本，早期的一些版本只可在小型机、大型机和工作站上运行。1984 年由 Microsim 公司推出的可在微型机上运行的版本叫做 PSpice。而在此之前的 1983 年，OrCAD 公司曾推出 PSpice 1。1998 年 Microsim 公司与 OrCAD 公司合并，推出了 OrCAD PSpice 9，简称 PSpice 9。目前最新的版本是 2003 年推出的 PSpice 10.0。

本教程以 2000 年的 PSpice 9.1 为例，介绍了该软件的主要功能及其使用方法。为了使该软件的学习能够与相应课程（如电路分析、电工电子学等）的教学紧密结合，并且突出软件对各种电路的辅助分析与设计功能，书中对 PSpice 的各个程序项的介绍有所侧重，许多功能都是通过实际电路的模拟分析加以叙述。这也是本书的最大特点之一。

本书分为两篇：第 1 篇包括前 4 章内容，分别介绍 PSpice 的基本情况、两个主要应用程序模块（原理图编辑程序 Schematics 和图形后处理程序 Probe）和电路的文本文件描述；第 2 篇包括后 3 章内容，分别介绍 PSpice 在电路与磁路、模拟电子技术和数字（包括模数混合）电子技术中的应用。

PSpice 9.1 的功能远不止本书所能包括的，特别是现在已推出的 PSpice 10.0。其扩展功能很多，涉及面也很广，对此本书尽可能不作更多的介绍，这主要是从基础课程的教学需要出发的，尤其是现在电脑的拥有率在不断提高，采用本书可以用尽可能少的课时，这非常有利于学生自学。

本书由罗飞负责编写。张昌凡编写了第 2 章，李圣清编写了第 3 章，刘耦耕编写了第 4 章的部分内容，罗飞编写了其余各章节并对全书进行统稿。全书由瞿遂春主审，最后由罗飞定稿。另外，株洲工学院电气工程系 2003 届的刘冠文同学为本书的出版做了大量的文字图表工作，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中错误和不足之处在所难免，欢迎读者批评指正。

作 者

2004 年 1 月

目 录

前言

第 1 篇 软 件 介 绍

第 1 章 PSpice 概述	3
1.1 PSpice 的起源与发展	3
1.2 PSpice 的基本组成	3
1.3 PSpice 学生版的限制及系统要求	4
1.4 PSpice 学生版可执行的仿真分析	5
1.5 仿真的基本步骤	6
第 2 章 原理图编辑程序 Schematics	7
2.1 Schematics 的启动	7
2.2 PSpice 的基本规则	8
2.2.1 节点及其编号	8
2.2.2 数值与单位	8
2.2.3 表达式与分隔符	9
2.2.4 输出变量的基本表示格式	9
2.3 Schematics 窗口的菜单功能	9
2.3.1 File 菜单	9
2.3.2 Edit 菜单	10
2.3.3 Draw 菜单	11
2.3.4 Navigate 菜单	11
2.3.5 View 菜单	12
2.3.6 Options 菜单	13
2.3.7 Tools 菜单	13
2.3.8 Markers 菜单	14
2.3.9 Window & Help 菜单	14
2.3.10 绘图举例	15
2.4 Analysis 菜单的功能	16
2.4.1 规则检查及网表生成命令	16
2.4.2 用于分析和管理的命令	17
2.4.3 用于图形后处理的命令	18
2.4.4 查验和显示命令	19
2.5 Setup 分析类型设置	22

2.5.1	常用的基本分析设置项	22
2.5.2	高级分析设置项	25
2.5.3	特殊设置项	27
2.6	Schematics 中的快捷键以及工具栏上的图标按钮	30
2.6.1	Schematics 中的快捷键	30
2.6.2	基本工具的图标按钮	31
2.6.3	用于模拟分析的图标按钮	31
2.6.4	用于绘制注释的图标按钮	31
第 3 章	图形后处理程序 Probe	33
3.1	Probe 的功能及其工作方式	33
3.1.1	Probe 的主要功能	33
3.1.2	Probe 的启动方式	33
3.1.3	Probe 窗口的显示方式	35
3.1.4	Probe 数据文件的存放方式	35
3.1.5	Probe 与 PSpice 的两点区别	35
3.2	Probe 窗口的菜单功能	36
3.2.1	File 菜单	36
3.2.2	Edit 菜单	38
3.2.3	View 菜单	38
3.2.4	Simulation 菜单	40
3.2.5	Trace 菜单	40
3.2.6	Plot 菜单	42
3.2.7	Tools 菜单	43
3.2.8	Window 菜单	45
3.2.9	Help 菜单	46
3.3	Probe 中的快捷键以及工具栏中的图标按钮	46
3.3.1	Probe 中的快捷键	46
3.3.2	与文件处理有关的图标按钮	47
3.3.3	与编辑处理有关的图标按钮	47
3.3.4	与电路模拟有关的图标按钮	48
3.3.5	与信号波形显示有关的图标按钮	48
3.3.6	与标尺和标注有关的图标按钮	48
3.3.7	与窗口显示有关的图标按钮	48
第 4 章	电路的文本文件描述	49
4.1	电路的输入描述语句	49
4.1.1	标题语句	49
4.1.2	电路描述语句	49
4.1.3	分析类型语句	50

4.1.4	注释语句	50
4.1.5	结束语句	51
4.2	输出语句和输出变量	51
4.2.1	输出语句	51
4.2.2	输出变量	52
4.3	元器件描述语句和模型语句	53
4.3.1	无源元器件	53
4.3.2	半导体元器件	56
4.4	电源描述语句	61
4.4.1	独立源	61
4.4.2	线性受控源	64
4.4.3	非线性受控源	65
4.5	电路分析类型语句	66
4.5.1	直流分析语句	66
4.5.2	交流分析语句	68
4.5.3	时域信号分析语句	70
4.5.4	高级分析语句	70

第 2 篇 应 用 举 例

第 5 章	PSpice 在电路与磁路分析中的应用	75
5.1	电路的基本定律及简单电路的模拟分析	75
5.1.1	电压、电流与电位的计算 (直流工作点分析)	75
5.1.2	串联分压与并联分流 (直流灵敏度分析)	78
5.1.3	欧姆定律与基尔霍夫定律的验证 (直流扫描分析)	79
5.1.4	电压源外特性曲线的分析 (直流扫描中的参数扫描分析)	82
5.2	复杂直流电路的模拟分析与计算	86
5.2.1	电路的功率平衡关系 (在原理图中显示计算结果)	86
5.2.2	含受控源的复杂直流电路的分析 (电流表与电压观测标识符)	88
5.3	正弦交流电路的模拟分析	90
5.3.1	RC 电路的频率响应 (交流扫描分析)	90
5.3.2	RL 电路的频率响应 (交流扫描分析与蒙特卡罗分析)	95
5.3.3	RLC 电路的串联谐振 (模拟曲线的保存)	98
5.3.4	功率因数的提高 (瞬态分析)	101
5.3.5	RLC 电路的并联谐振 (噪声分析与傅立叶分析)	104
5.4	三相电路的模拟分析	109
5.4.1	将单相电压变为三相电压 (应用 StmEd 编辑正弦信号)	109
5.4.2	三相星形电源的一种故障的分析 (输出标识符的应用)	111
5.5	非正弦周期电流电路的模拟计算	115

5.5.1	直流分量与交流分量的计算 (输出变量列表)	115
5.5.2	非正弦周期电流的谐波分量 (模拟信号的运算处理)	118
5.5.3	平均值和有效值的模拟计算 (分段线性信号源的应用)	119
5.6	一阶线性电路的暂态过程的模拟分析	123
5.6.1	RL 电路的三种响应 (时控开关的应用)	123
5.6.2	微分电路与积分电路的分析 (脉冲信号源的编辑与应用)	125
5.6.3	RLC 电路的零输入响应 (元件的初始值的设置)	126
5.7	磁路与铁芯线圈电路的模拟分析	127
5.7.1	磁芯变压器电路的分析 (磁芯的属性及其模型参数)	127
5.7.2	磁芯的模拟磁化曲线 (坐标轴的变换)	129
第 6 章 PSpice 在模拟电子技术中的应用		132
6.1	半导体元器件特性的模拟分析	132
6.1.1	二极管的伏安特性曲线的分析 (模型参数的修改)	132
6.1.2	三极管的输出特性曲线 (直流嵌套扫描分析)	135
6.1.3	NMOS 场效应管的特性曲线 (模型参数扫描分析)	138
6.1.4	CMOS 反相器的电压传输特性 (温度分析)	143
6.2	放大电路的模拟分析	145
6.2.1	基本共射放大电路的分析 (噪声分析与信噪比的计算)	145
6.2.2	电流串联负反馈电路的分析 (参数扫描中的温度分析)	148
6.2.3	差动放大电路的分析 (最坏情况分析)	153
6.3	含有集成运算放大器的电路的模拟分析	158
6.3.1	线性运算关系的确定 (直流传输特性分析)	158
6.3.2	基本分析的综合应用 (直流扫描、交流扫描和瞬态分析)	161
6.3.3	在信号处理方面的应用 (LM324 的宏模型子电路的描述)	163
6.4	正弦波振荡电路的模拟分析	167
6.4.1	电感三点式振荡电路的分析 (傅立叶分析与傅立叶变换)	167
6.4.2	二极管稳幅的 RC 振荡电路的分析 (电位器的设置与应用)	170
6.5	直流稳压电源及晶闸管可控整流电路的模拟分析	173
6.5.1	桥式整流滤波电路的分析 (线性耦合电感的应用)	173
6.5.2	晶闸管可控整流电路的分析 (全局参数扫描分析)	175
第 7 章 PSpice 在数字及模数混合电路中的应用		179
7.1	门电路和组合逻辑电路的模拟分析	179
7.1.1	简单组合逻辑电路的分析 (时钟信号 Digclock 的应用)	179
7.1.2	一位全加器的设计和分析 (延迟特性分析)	181
7.1.3	译码器的功能测试及应用 (Add Trace 设置框)	183
7.1.4	数据选择器的分析与应用 (固定逻辑电平的应用)	186
7.1.5	数据分配器的模拟分析 (数字电路的最差情况分析)	188
7.2	触发器和时序逻辑电路的模拟分析	190

7.2.1	触发器的逻辑功能测试（用 StmEd 编辑数字信号源）	190
7.2.2	移位寄存器的分析（非周期性数字信号源的应用）	193
7.2.3	三进制计数器的设计（PSpice 的查错功能）	195
7.2.4	74293 的功能测试及其应用（总线信号波形显示）	199
7.2.5	对称方波脉冲产生电路（模/数混合电路的模拟分析）	203
7.2.6	不对称方波脉冲产生电路（555 定时器的应用）	205
参考文献		208

第 1 篇

软 件 介 绍

本篇包括第 1 章~第 4 章的内容。第 1 章是关于 PSpice 的基本情况概述。第 2 章介绍 PSpice 的原理图编辑程序 Schematics 及其窗口中各菜单项的功能和使用方法。第 3 章介绍 PSpice 的图形后处理程序 Probe 的主要功能、特点及其用法。而对于 PSpice 的模拟计算程序和信号源编辑程序,将在第 2 篇的应用举例中穿插介绍。至于模型参数提取程序和电路优化设计程序将不是本书所要介绍的内容。第 4 章介绍电路的文本文件描述。

对于已经修完或正在开设电路分析(或电工技术)课程的本科生来讲,可以结合第 2、3 章的部分内容直接进行第 2 篇第 5 章的学习。

第 1 章 PSpice 概 述

1.1 PSpice 的起源与发展

Spice 是 Simulation Program with Integrate Circuit Emphasis 的缩写,它由美国加州大学伯克利分校于 1972 年推出,主要用于集成电路的分析。早期的 Spice 程序由 FORTRAN 语言编写,1985 年采用 C 语言编写,改写后称为 Spice3,它在功能上又有很大的扩充和改进,成为大规模电子系统计算机辅助分析与设计不可缺少的仿真软件,1988 年 Spice 被定为美国国家工业标准。

Spice 软件最初是用于小型计算机的,随着个人电脑的快速发展,美国 Microsim 公司于 1984 年 1 月在 Spice 的基础上推出了能在个人电脑即 PC 机上运行的 Spice 软件,即 PSpice 软件。PSpice 5.0 及以下版本为 DOS 版本,其输入方式基于电路描述语言。PSpice 5.1 及其以上版本基于 Windows 操作系统,除了兼容 DOS 版本的电路语言即文本文件输入方式外,还增加了图形文件输入方式,操作直观快捷,给使用者带来极大方便。随着版本的不断提高,PSpice 不仅可以仿真纯模拟电路或数字电路,还可以非常有效而完善地仿真模拟加数字的混合电路,因而被国内外工程技术人员、专家和学者公认为是通用电路模拟程序中的优秀软件。

20 世纪 90 年代末期,EDA 界的知名公司 OrCAD 相中了 PSpice 高超的电路仿真能力而加以并购,因此,这套软件就更名为 OrCAD PSpice 程序,简称 PSpice。

1.2 PSpice 的基本组成

PSpice 的基本程序模块有下面 6 个部分组成。

(1) 电路原理图编辑程序 Schematics。PSpice 的输入有两种形式,一种是网单文件(或文本文件)形式,一种是电路原理图形式,相对而言后者比较简单直观,它既可以生成新的电路原理图文件,又可以打开已有的原理图文件。电路元器件符号库中备有各种元器件符号,除了电阻、电容、电感、晶体管、电源等基本器件级符号外,还有运算放大器、比较器等宏模型级符号,以及数字电路的寄存器和各种门电路符号等。用户从图形库中调出所需的元器件符号,组成电路图,原理图文件后缀为 .sch。图形文件编辑器自动将原理图转化为电路网单文件以提供给模拟计算程序运行仿真。

本书第 2 章简要介绍了调用 Schematics 建立模拟计算程序 PSpice A/D 所需要的电路图的方法。第 5、6、7 章的应用实例也都是在 Schematics 编辑环境中进行的。

(2) 模拟计算程序 PSpice A/D。模拟计算程序是 PSpice A/D 也叫做电路仿真程序,它是软件的核心部分,它接收电路输入程序确定的电路拓扑结构和元器件参数信息,经过元器件模型处理形成电路方程,然后求解电路方程的数值解并给出计算结果,最后产生扩展

名为 .dat 的数据文件（给图形后处理程序 Probe）和扩展名为 .out 的电路输出文本文件。

模拟计算程序只能打开扩展名为 .cir 的电路输入文件，而不能打开扩展名为 .sch 的电路输入文件。因此在 Schematics 环境下，运行模拟计算程序时，系统首先将原理图 .sch 文件转换为 .cir 文件，而后再启动 PSpice A/D 进行模拟分析。

(3) 图形后处理程序 Probe。该程序的输入文件为用户作业文本文件或图形文件仿真运行后形成的后缀为 .dat 的数据文件。它可以起到万用表、示波器和扫频仪的作用，在屏幕上绘出仿真结果的波形和曲线。

本书第 2 篇的应用实例基本上都要调用 Probe 程序，所以在第 3 章将专门介绍 Probe 窗口中各菜单项的功能以及显示信号波形的方法与特点。

(4) 信号源编辑程序 StmEd (Stimulus Editor)。PSpice 中有很丰富的信号源，如正弦源、脉冲源、指数源、分段线性源、单频调频源等等。该程序可用来快速完成各种模拟信号和数字信号源的建立与修改，并且可以直观而方便地显示这些信号源的波形。

本书第 5 章和第 7 章的分析实例中分别介绍了一些用 StmEd 产生不同模拟分析时所要求的各种激励信号源波形的方法。

(5) 模型参数提取程序 Model Ed (Model Editor)。电路仿真分析的精度和可靠性主要取决于元器件模型参数的精度。尽管 PSpice 的模型参数库中包含了上万种元器件模型，但有时用户还是根据自己的需要而采用自己确定的元器件的模型及参数。这时可以调用模型参数提取程序 Model Ed 从器件特性中直接提取该器件的模型参数。

(6) 电路优化设计程序 Optimizer。Optimizer 可以根据用户规定的电路特性约束条件（例如电路的延迟时间不能大于某一值），自动调整电路元器件的参数设计值，以满足电路的某些指标要求，使电路的性能得到改善。

1.3 PSpice 学生版的限制及系统要求

本书所有与 PSpice 有关的仿真例题都是基于 PSpice 9.1 学生版，这种版本只能用于学习，不能用于商业目的，需要获得该软件可到 www.orcad.com 下载。该软件可执行仿真的电路限制在下列范围之内：

64 个节点

10 个晶体管

2 个运算放大器

10 个理想或非理想的传输线和 4 组耦合线

元件编辑程序仅限于处理二极管

自定义的信号源仅限于编辑正弦波信号和周期脉冲信号

提供的元件库样本内仅有 39 个模拟元件与 134 个数字元件

无法建立 CSDF 格式的数据文件

波形显示仅能处理由学生版仿真程序产生的数据

PSpice 9.1 学生版对系统的要求：

Pentium 90 MHz 及以上的个人电脑

32MB 以上的 DRAM 内存
90MB 的硬盘空间
可显示 256 色以上的显示器
CD-ROM 光盘驱动器
Windows 95/98/NT

1.4 PSpice 学生版可执行的仿真分析

PSpice A/D 可以执行的电路分析,大致可分为基本分析与高级分析两大类,每一大类中又会有许多具体的分析类型。

1.4.1 基本分析

1. 直流分析

验证电路在直流电源下的工作状态,其中包括:

(1) 偏压点分析 (Bias Point Detail)。主要是在用户给定的直流电源的情况下,求出电路上各节点电压与分支电流的数值。

(2) 直流灵敏度分析 (DC Sensitivity)。计算在偏压点数值改变时,某个节点电压数值的变化程度。

(3) 直流扫描分析 (DC Sweep)。将一个或两个直流电压源、模型参数或温度作为输出波形的横轴变量,扫描过一定范围的数值,取出稳态电压或电流作为输出波形图的纵轴变量。

(4) 小信号直流转移分析 (Small-Signal DC Transfer)。主要是计算在偏压点数值改变的情况下的小信号直流增益、输入阻抗与输出阻抗的改变量。

2. 交流分析

验证电路在小信号交流电源作用下的工作状态,它包括:

(1) 交流扫描分析 (AC Sweep)。主要是将一个或两个交流电源扫过一定范围的频率,并使电路在偏压点附近线性化之后求出小信号电压或电流的幅度或相位的频率响应。

(2) 噪声分析 (Noise)。主要是求出在交流扫描分析时所指定的频率中,输出信号里面属于各个电路噪声源的比例,输出信号的噪声 RMS 总和以及等效的输入噪声源。

3. 时域信号分析

主要验证电路在时域信号作用下的工作情况。包括有:

(1) 暂态分析 (Transient)。也叫瞬态分析。用于求出各个时间点上电路的节点电压,支路电流或是数字状态。

(2) 傅立叶分析 (Fourier)。用于求出暂态分析结果中某个输出信号的直流与其傅立叶成分的比例。

1.4.2 高级分析

高级分析都必须伴随在直流扫描分析、交流扫描分析或者是暂态分析之后才能执行。它们包括:

(1) 温度分析 (Temperature)。执行温度分析时,PSpice A/D 会按照用户的设置逐步

更改工作温度，并改变元件的参数值，然后记录每一个温度对应的输出结果。

(2) 参数分析 (Parametric)。执行参数分析时，PSpice A/D 将按照用户的设置而更改某个电路特性值 (例如：模型参数、元件值等)，并记录相应的输出结果。

(3) 蒙特卡罗/最坏情况分析 (Monte Carlo/Worst Case)。蒙特卡罗分析是以随机取样及统计的形式呈现批量生产时合格率的分布情形，而最差情况分析则较适用于找出极端情况下的输出波形及当时的元件值组合。

1.5 仿真的基本步骤

用 PSpice 进行电路仿真的基本步骤如下。

(1) 给定电路的结构和元器件参数。这一步要求用户建立电路的输入文件。输入文件有两种形式，一种是文本形式 (这将在第四章做简要介绍)，另一种是原理图形式，这是本书将重点介绍的内容。原理图的建立有如下要求：第一，电路中不能有悬浮节点，每个节点至少与其他的两个节点相连，且对地要有直流通路。当这个条件不便满足时，通常的做法是接一个大电阻 (例如 $1\text{G}\Omega$) 使悬浮节点具有直流通路。第二，电路中不能存在零电阻回路。

(2) 确定分析内容和分析类型。分析内容指所要分析的对象及其物理意义和基本特征。例如基本放大电路的电压放大倍数、输入电阻等。分析类型就是 1.4 中所述内容。

(3) 运行仿真程序 PSpice A/D。对已建立的电路原理图进行电路规则检查，无误后即可按照设置的分析类型进行仿真分析。

(4) 输出并观察仿真运行结果。这一步与前一步紧密相连。仿真程序对电路完成模拟计算之后，如用图形方式显示分析结果，则调用图形后处理程序完成，也可以在屏幕上显示出文件清单。

第 2 章 原理图编辑程序 Schematics

用 Schematics 建立新的电路图形文件，或是打开已有的电路图形文件，都将自动以 .sch 为扩展名而保存。该程序能对电路图形进行标注，电路规则检查和生成网表等，产生扩展名为 .net、.als、.cir 的文件用于模拟分析。

2.1 Schematics 的 启 动

如果安装或下载了 PSpice Student (学生版) 则可在 Windows 桌面单击“开始”按钮，然后选择“程序\PSpice Student\Schematics”菜单如图 2-1 所示，即可启动 Schematics。接着将弹出它的编辑窗口，如图 2-2 所示。在这个窗口中点击有关菜单项或者利用工具栏中的有关图标按钮（将在第 2.6 节中介绍），即可建立我们所要分析的电路图形文件。



图 2-1 PSpice 主程序项菜单

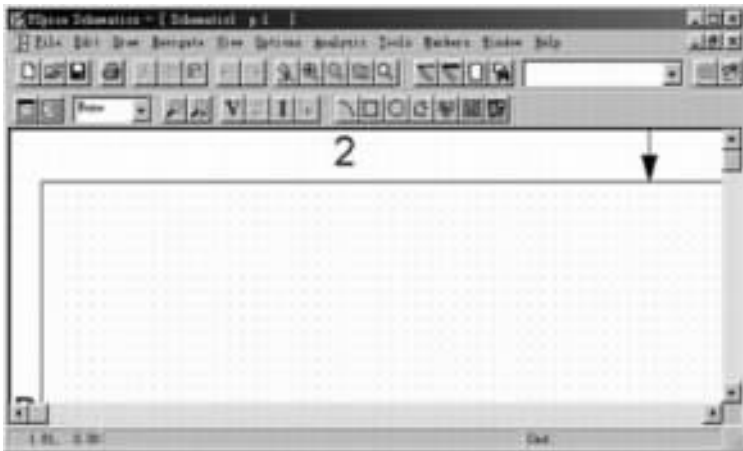


图 2-2 Schematics 窗口

2.2 PSpice 的基本规则

用 PSpice 对电路进行模拟分析, 则须用 PSpice 能够识别或接受的方式来描述电路, 这就是说 PSpice 有它一定的规则。这里我们就 Schematics 的使用过程中所遇到的有关规则做一简单介绍。

2.2.1 节点及其编号

在描述电路之前先要对节点进行编号。PSpice 规定节点 0 为地节点, 其他节点的编号可以是任意数字或字符串。每个节点对地要有直流通路, 当这个条件不满足时, 应连接一个大电阻 (如 $1\text{G}\Omega$) 到地节点以构成直流通路。每个节点至少应连接两个元件, 不能有悬空节点存在。节点的编号有下面 4 种类型:

(1) 用户为连接线设置的名称, 例如: 在连接线上设置 Reset。Reset 就代表在连接线上的节点名称, $V(\text{Reset})$ 即代表该节点的节点电压。

(2) 用户为电路端口符号确定的名称, 例如: 用表示电压源的端口符号作为输出端口的标识符。若设该图符号为 V_0 , 则 V_0 就可代表输出端节点的编号, $V(V_0)$ 即代表输出端节点的电压。

(3) 用元器件的引出端作为节点的编号。其一般形式为: 元器件编号: 引出端名
对两端元器件, PSpice 用 1 和 2 作为两个引出端的内定名称。例如: “R1: 1” 表示电阻 R1 编号为 1 的引出端, “Cload: 2” 表示电容 Cload 编号为 2 的引出端。

对独立电流源和电压源, PSpice 用 “+” 和 “-” 作为两个引出端的内定名称。例如: $V_i: +$, $V_i: -$ 。

对 BJT 的基极、集电极、发射极和衬底 4 个引出端名称, 分别用字母 B、C、E 及 S 表示。例如, $V(Q2: C)$ 代表编号为 Q2 的双极型晶体管的集电极端子的节点电压。场效应晶体管的源极、漏极、栅极和衬底分别用字母 S、D、G 及 B 表示。

(4) 用数字编排的节点序号。在生成电路连接网表文件时, PSpice 将给每个节点编排一个数字编号, 并将节点数字编号与上述几种节点名的对应关系存放在 Alis (别名) 文件中 (以 .als 为扩展名), 同时显示在以 .out 为扩展名的输出文件中。

2.2.2 数值与单位

PSpice 的数值可以使用整数、小数。整数或浮点数后面跟以 10 为底的指数 (例如 $12\text{E}-14$, $6.745\text{E}+6$); 也可以在整数或浮点数后后缀比例因子 (例如 1.23K , 它与 $1.23\text{E}+3$ 及 1230 都表示同一个数)。比例因子有 10 种: $\text{F}=1\text{E}-15$ 、 $\text{P}=1\text{E}-12$ 、 $\text{N}=1\text{E}-9$ 、 $\text{U}=1\text{E}-6$ 、 $\text{MIL}=25.4\text{E}-6$ 、 $\text{M}=1\text{E}-3$ 、 $\text{K}=1\text{E}+3$ 、 $\text{MEG}=1\text{E}+6$ 、 $\text{G}=1\text{E}+9$ 、 $\text{T}=1\text{E}+12$, 它们都不区分大小写, M 及 m 均代表 $1\text{E}-3$ 。

PSpice 以工程单位 (Mks) 为基本单位, 后缀符号为: V=伏特、A=安培、Hz=赫兹、OHM=欧姆、H=亨利、F=法拉、DEG=度。这些标准单位后缀在描述时均可省略。对于几个变量的运算结果, PSpice 会自动确定单位。例如电压与电流的乘积, 会自动确定单位为瓦特 (W)。