



普通高等教育“十二五”规划教材



普通高等教育电路设计系列规划教材

电子线路SPICE 设计与仿真

◎ 林 弥 刘国华 刘建岚 编著 ◎ 王光义 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十二五”规划教材
普通高等教育电路设计系列规划教材

电子线路 SPICE 设计 与仿真

林 弥 刘国华 刘建岚 编著
王光义 主审

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

本书从实用性和先进性出发,较全面地介绍电子线路的基本设计方法和 CAD 软件的应用,电路包含线性和非线性两部分,是与模拟电子电路、通信电子电路和电子线路 CAD 等理论课程相配套的教材。全书分为 4 部分内容:PSpice 设计软件简介、基础性分析设计与仿真、综合性设计与仿真、LTSpice 设计平台简介,共编排了 31 个设计仿真任务。其中 LTSpice 为较新的电路设计仿真软件,该软件除了用于教材设计内容外,还可供高频电路的课程设计及毕业设计等教学方面选用。此外,书中还对各电路的基本结构、工作原理、性能参数、技术指标等理论知识进行了简单介绍。

本书可作为高等学校电子通信类工科专业本科生的基础教材,也可供从事相关领域电子线路设计的工程专业技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子线路 SPICE 设计与仿真 / 林弥, 刘国华, 刘建岚编著. —北京: 电子工业出版社, 2014.5

普通高等教育电路设计系列规划教材

ISBN 978-7-121-22735-6

I. ①电… II. ①林…②刘…③刘… III. ①电子电路—计算机辅助设计—高等学校—教材

IV. ①TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 057300 号

策划编辑: 王羽佳

责任编辑: 王羽佳 文字编辑: 王晓庆

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订: 涿州市京南印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱

邮编: 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 11.75

字数: 301 千字

印 次: 2014 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 3000 册 定价: 29.90 元



凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010)88258888。

前言

在高频、低噪声、大功率及并行处理的应用环境下，模拟电路在通信、导航、信息传输等领域比数字电路更有优势。但模拟电路往往结构复杂多变，电路性能与器件工艺有关，设计周期较长，因此亟需寻找一个适用于模拟电路的自动化设计工具。通过自动化设计工具，可以将设计好的电路图进行实时模拟，根据仿真结果验证功能，再分析改进，实现电路的最优化设计。PSpice 分析仿真程序正是解决这一问题最有效的 CAD 工具之一。

PSpice 是由 SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) 发展而来的计算机辅助设计分析程序，主要用于大规模集成电路的分析，于 1972 年由美国加州大学伯克利分校推出。PSpice 是公认的通用电路模拟程序中最优秀的软件之一，集成为工业和科研中电路模拟的标准。该软件具有强大的电路绘图、电路仿真、图形处理等功能，具有集成度高、模块化和层次化设计、完整的 Probe 观测功能、完整的高级仿真功能、模拟和数字仿真功能以及元件库扩充功能等特点，可以自动进行电路检查，模拟和计算电路的各种参数，不仅可以用于电路分析和优化设计，还可用于模拟电路、数字电路、数模混合电路的仿真。而 LTSpice 是由凌力尔特公司 (Linear Technology, LT) 推出的免费高性能 SPICE 电路仿真软件，具有高速、多线程等特点，集成了电路图绘制、新元件符号编辑、波形观测、第三方模型导入等功能，为简化开关电源稳压器的仿真提供模型和改进，大幅度提高了开关电源稳压器的仿真速度。

掌握基本的电路设计和仿真能力是高等学校电子类专业学生的必备技能之一。为了进一步加强电子线路基础教学工作，适应模拟电子电路、通信电子电路等课程的改革及满足本科教学需求，我们编写了这本电子电路 PSpice 和 LTSpice 软件的设计与仿真教材。本书具有以下特色：

- 对 PSpice 和 LTSpice 这两种电子线路仿真软件的操作和应用进行了详细的介绍，特别是较新的 LTSpice，目前介绍该软件的教材较少。本书采用了设计与仿真相结合、理论原理与实际应用相结合、根据设计任务和性能指标进行设计、与电子线路硬件实验及理论教材相结合的编写思路，有利于落实拓宽学科口径、强化工程训练、培养创新意识和提高综合素质。
- 采用基础仿真分析配合大量综合性的、设计性的任务。本书内容与实际应用和电路相结合，适用于模拟电子电路、模拟电子电路实验、通信电子电路、通信电子电路实验、电子线路 CAD 等课程。通用性强，弥补了部分课程在开展教学时没有对应硬件电路的不足。
- 本书的基本思路分两步走。首先，介绍各种功能电子器件及电路的结构、工作原理、特性等，给出与理论课程内容密切相关的仿真分析题目；其次，根据实际工程中的应用，布置了各种设计性任务，该部分内容需要学生查找各类课外资料才能完成。两条主线是一个有机的整体，相辅相成，其实质是理论知识与实践应用完美结合的一条综

合的知识中轴线。可以根据学生自身的基本情况,进行分层次教学,可选择基础性仿真分析和综合性仿真设计内容,适应性广泛。

本书共分 4 章,从先进性和实用性出发,包括线性和非线性两部分内容,较全面地介绍了电路的基本结构、工作原理、性能参数、技术指标等,主要内容包括:第 1 章为 PSpice 设计软件简介,通过 4 个实例分解式的仿真步骤介绍了 PSpice 软件在直流工作点、直流分析、交流分析、瞬态分析等电路分析中的应用,同时还介绍了 PSpice 器件新模型及元件库的创建,以及器件参数的设置;第 2 章为基础性分析设计与仿真,第 3 章为综合性设计与仿真,第 2、3 两章共编排了 28 个设计仿真任务,这两章是一个逐渐过渡的过程,从一开始给出完整电路做一些验证性仿真,到后面需要独立完成整个电路结构和参数的设计。通过大量的电路原理图及设计任务,让学生加强在各种功能电路设计方面的技能训练。第 4 章为 LTSpice 设计平台简介,通过多个实例电路的分析,详细介绍 LTSpice 软件的应用,同时编排了 3 个设计思考题。

通过学习本书,你可以:

- 了解模拟电子电路、通信电子电路的工作原理
- 掌握模拟电子电路、通信电子电路的性能指标和参数
- 具备各种电子电路功能分析与仿真能力
- 具备各种电子电路设计能力
- 深入理解模拟电子电路、通信电子电路中各主要电路的功能
- 熟练使用 PSpice 软件
- 了解 LTSpice 软件的应用

本书语言简明扼要、通俗易懂,具有很强的专业性、技术性和实用性。本书是作者在电子类专业学生电子线路教学的基础上逐年积累编写而成的,可作为高等学校电子通信类工科专业教师、本科生的基础教材,也可供从事相关领域电子线路设计的工程专业技术人员参考。教学中,可以根据教学对象和学时等具体情况对书中的内容进行删减和组合,也可以进行适当扩展,参考学时为 16~32 学时。

本书第 1、2、3 章由林弥编写,第 4 章由刘国华编写,全书由刘建岚统稿。王光义教授在百忙之中对全书进行了审校。查丽斌副教授对全书的结构和编排提供了宝贵意见,模拟电子电路实验室的李付鹏老师、电路分析实验室的沈怡然老师及章雪玲老师也提供了很多帮助,电子工业出版社的王羽佳编辑和王晓庆编辑为本书的出版做了大量工作。在此一并表示感谢!

本书的编写参考了大量近年来出版的相关技术资料,吸取了许多专家和同仁的宝贵经验,在此向他们深表谢意。

由于电子技术发展迅速,作者学识有限,书中误漏之处难免,望广大师生和读者批评指正。

作者

2014 年 5 月

目 录

第 1 章	PSpice 设计软件简介	1
1.1	电路图的绘制	1
1.1.1	启动 OrCAD Capture CIS	1
1.1.2	绘制元器件	2
1.1.3	信号源与接地	5
1.1.4	互连线绘制	7
1.1.5	节点编号	7
1.1.6	滤波器简介	9
1.2	PSpice 电路分析	10
1.2.1	直流分析	10
1.2.2	交流小信号分析	14
1.2.3	瞬态分析	15
1.2.4	傅里叶分析	17
1.2.5	温度分析	17
1.2.6	参数扫描分析	18
1.3	PSpice 器件模型和元件的创建	19
1.3.1	PSpice Model Editor 模型编辑器的使用	19
1.3.2	编辑元件符号	23
1.3.3	添加库	25
1.4	实例	26
1.4.1	单级小信号晶体管放大电路	26
1.4.2	基于 MC1496 的调幅电路	38
1.4.3	基于 TDA2030 集成芯片的音频功放电路	49
1.4.4	基于 CMOS 的集成运算放大电路	55
1.5	本章小结	61
第 2 章	基础性分析设计与仿真	62
2.1	二极管特性分析与仿真	62
2.1.1	学习目的	62
2.1.2	二极管特性及工作原理	62
2.1.3	仿真任务	63
2.1.4	分析要求	65
2.1.5	思考题	66
2.2	晶体三极管和场效应管特性分析及仿真	66

2.2.1	学习目的	66
2.2.2	器件特性及工作原理	66
2.2.3	仿真任务	68
2.2.4	分析要求	69
2.2.5	思考题	70
2.3	基本的单管放大器分析与仿真	70
2.3.1	学习目的	70
2.3.2	单管放大电路工作原理及性能指标	70
2.3.3	仿真任务	70
2.3.4	分析要求	73
2.3.5	思考题	73
2.4	负反馈放大电路分析与仿真	73
2.4.1	学习目的	73
2.4.2	负反馈放大电路工作原理及性能指标	73
2.4.3	仿真任务	74
2.4.4	分析要求	77
2.4.5	思考题	77
2.5	差分放大电路分析与仿真	77
2.5.1	学习目的	77
2.5.2	差分放大电路工作原理及性能指标	77
2.5.3	仿真任务	78
2.5.4	分析要求	81
2.5.5	思考题	81
2.6	集成运算放大器分析与仿真	81
2.6.1	学习目的	81
2.6.2	集成运放电路工作原理及性能指标	81
2.6.3	仿真任务	82
2.6.4	分析要求	84
2.6.5	思考题	84
2.7	RC 网络分析设计与仿真	84
2.7.1	学习目的	84
2.7.2	RC 网络工作原理及性能指标	84
2.7.3	仿真及设计任务	85
2.7.4	分析要求	88
2.7.5	思考题	88
2.8	LC 谐振回路分析设计与仿真	88
2.8.1	学习目的	88
2.8.2	LC 网络工作原理及性能指标	88
2.8.3	设计任务及参数指标	90

2.8.4	设计要求	91
2.8.5	思考题	91
2.9	单调谐小信号放大器分析设计与仿真	91
2.9.1	学习目的	91
2.9.2	单调谐小信号放大电路工作原理及性能指标	91
2.9.3	设计任务及参数指标	93
2.9.4	设计要求	93
2.9.5	思考题	94
2.10	丙类调谐功率放大器分析设计与仿真	94
2.10.1	学习目的	94
2.10.2	丙类功放工作原理及性能指标	94
2.10.3	设计任务及参数指标	95
2.10.4	设计要求	96
2.10.5	思考题	96
2.11	倍频器电路分析设计与仿真	96
2.11.1	学习目的	96
2.11.2	倍频器电路工作原理及性能指标	96
2.11.3	设计任务及参数指标	97
2.11.4	设计要求	97
2.11.5	思考题	97
2.12	石英晶体振荡器电路分析设计与仿真	97
2.12.1	学习目的	97
2.12.2	石英晶振电路工作原理及性能指标	97
2.12.3	设计任务及参数指标	99
2.12.4	设计要求	99
2.12.5	思考题	99
2.13	二极管调幅电路分析设计与仿真	99
2.13.1	学习目的	99
2.13.2	二极管调幅电路工作原理	99
2.13.3	设计任务及参数指标	100
2.13.4	设计要求	100
2.13.5	思考题	100
2.14	二极管峰值包络检波电路分析设计与仿真	101
2.14.1	学习目的	101
2.14.2	二极管包络检波器工作原理及性能指标	101
2.14.3	设计任务及参数指标	104
2.14.4	设计要求	104
2.14.5	思考题	104
2.15	单失谐回路斜率鉴频器分析设计与仿真	104

2.15.1	学习目的	104
2.15.2	单失谐回路斜率鉴频器工作原理及性能指标	105
2.15.3	设计任务及参数指标	106
2.15.4	设计要求	107
2.15.5	思考题	107
2.16	本章小结	107
第3章	综合性设计与仿真	108
3.1	波形发生器电路的设计与仿真	108
3.1.1	设计内容	108
3.1.2	设计要求及参数指标	108
3.1.3	设计提示	108
3.2	共射-共集组合放大器的设计与仿真	109
3.2.1	设计内容	109
3.2.2	设计要求及参数指标	109
3.3	心电放大器的设计与仿真	109
3.3.1	设计内容及参数指标	109
3.3.2	设计要求	109
3.3.3	设计提示	109
3.4	直流稳压电源的设计与仿真	110
3.4.1	设计内容	110
3.4.2	设计要求及参数指标	110
3.4.3	设计提示	110
3.5	开关稳压电源的设计与仿真	111
3.5.1	设计内容	111
3.5.2	设计要求	111
3.6	基于运放的压控振荡器设计与仿真	112
3.6.1	设计内容	112
3.6.2	设计要求	112
3.7	高电平调幅电路的设计与仿真	112
3.7.1	设计内容	112
3.7.2	设计要求及参数指标	112
3.7.3	设计提示	113
3.8	基于变容二极管的压控振荡器设计与仿真	113
3.8.1	设计简介	113
3.8.2	设计内容	113
3.8.3	设计要求及参数指标	114
3.8.4	设计提示	114
3.9	差分峰值斜率鉴频器在集成电路中的应用与设计	115

3.9.1	设计内容	115
3.9.2	设计提示	115
3.9.3	设计要求及参数指标	116
3.10	小功率调频发射机电路的设计与仿真	116
3.10.1	设计内容	116
3.10.2	设计要求及参数指标	117
3.10.3	设计提示	117
3.11	集成锁相环应用电路的设计与仿真	117
3.11.1	设计内容	117
3.11.2	设计要求及参数指标	118
3.11.3	设计提示	118
3.12	无线广播调幅发射系统的设计与仿真	119
3.12.1	设计内容	119
3.12.2	设计要求及参数指标	119
3.12.3	设计提示	119
3.13	超外差式接收系统的设计与仿真	119
3.13.1	设计内容	119
3.13.2	设计要求及参数指标	120
3.14	本章小结	120
第 4 章	LTSpice 设计平台简介	121
4.1	电路图绘制 Schematics Capture	122
4.1.1	Schematics Capture 的电路原理图结构	122
4.1.2	Schematics Capture 的基本操作	122
4.1.3	电路图绘制举例	125
4.2	电路性能分析	130
4.3	器件模型与电路图模块化设计	137
4.3.1	外部器件的 SPICE 模型导入方法	138
4.3.2	原理图的模块化设计	140
4.4	控制面板的设置	143
4.5	集成可调基准电压源和 DC-DC 降压开关电源的仿真	146
4.5.1	基于 LT1431 的可编程基准电压源	146
4.5.2	基于 TL431 的基准电压源	148
4.5.3	DC-DC 降压开关稳压电源仿真	150
4.6	丙类功率放大器的设计与仿真	153
4.7	振幅调制与解调电路仿真	157
4.7.1	振幅调制电路设计与仿真	157
4.7.2	解调电路仿真	162
4.8	设计思考题	165

4.9 本章小结 165

附录 A PSpice 库简介一 166

附录 B PSpice 库简介二 168

附录 C LTSpice 的点命令（Dot Commands）功能简表 169

附录 D LTSpice 电路器件符号索引简表 170

附录 E AD633 的 SPICE 模型文件 171

参考文献 175

第 1 章 PSpice 设计软件简介

在高频、低噪声、大功率及并行处理的应用环境下，模拟电路在通信、导航、信息传输等领域比数字电路更有优势。但模拟电路往往结构复杂多变，电路性能与器件工艺密切相关，所需的设计周期较长，因此寻找一款适用于模拟电路的自动化设计工具是亟需的。PSpice 分析仿真程序正是解决这一问题最有效的 CAD 工具之一。

PSpice 是由 SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) 发展而来的计算机辅助设计分析程序，主要用于大规模集成电路的分析和设计，于 1972 年由美国加州大学伯克利分校推出，是公认的通用电路模拟程序中最优秀的软件之一。该软件具有强大的电路绘图、电路仿真和图形处理等功能，具有集成度高、模块化和层次化设计、完整的 Probe 观测功能、完整的高级仿真功能、模拟和数字仿真功能及元件库扩充功能等特点，可以自动进行电路检查、仿真和电路各种参数的计算，不仅可以用于电路分析和优化设计，还可用于模拟电路、数字电路、数模混合电路。PSpice 采用图形界面，操作简单，易学易用，能够提高工作效率，缩短设计周期，具有直流分析、交流分析、噪声分析、温度分析等仿真功能，还集成了基本的加、减、乘、除等数学运算，提供正弦、余弦、绝对值、对数、指数等函数运算。另外，用户还可以对仿真结果窗口进行编辑坐标、叠加图形等操作，具有保存和打印图形的功能，这些功能都为用户提供了制作所需图形快捷、简便的方法。

PSpice 由电路原理图输入程序 Schematic、激励源编辑程序 Stimulus Editor、电路仿真程序 PSpice A/D、输出结果绘图程序 Probe、模型参数提取程序 Model Editor 和元件模型参数库 LIB 这 6 个基本模块组成。自 20 世纪 80 年代起在我国得到广泛应用以来，随着 PSpice 版本的不断更新，软件功能更加完善，应用更加简单。结合课程的学习目标，本章将重点介绍 PSpice 9.2 中电路仿真程序 PSpice A/D 和直流分析、交流小信号分析、瞬态分析、温度分析、参数扫描分析等操作功能，对如何应用 Model Editor 模块创建新的器件模型及元件库也作了较详细的介绍。

1.1 电路图的绘制

电路图的绘制主要是调用 Capture CIS 程序。电路图的绘制包括以下几个步骤。

1.1.1 启动 OrCAD Capture CIS

打开 Orcad Family Release 9.2→CaptureCIS 程序，选择 File→New→Project 命令后，会出现图 1-1 所示的对话框，此时应选择 Analog or Mixed A/D，才是对 PSpice 电路进行模拟仿真。在 Name 及 Location 栏内输入新建项目的名称及文件保存路径。单击 OK 按钮就进入了软件的主界面，如图 1-2 所示。

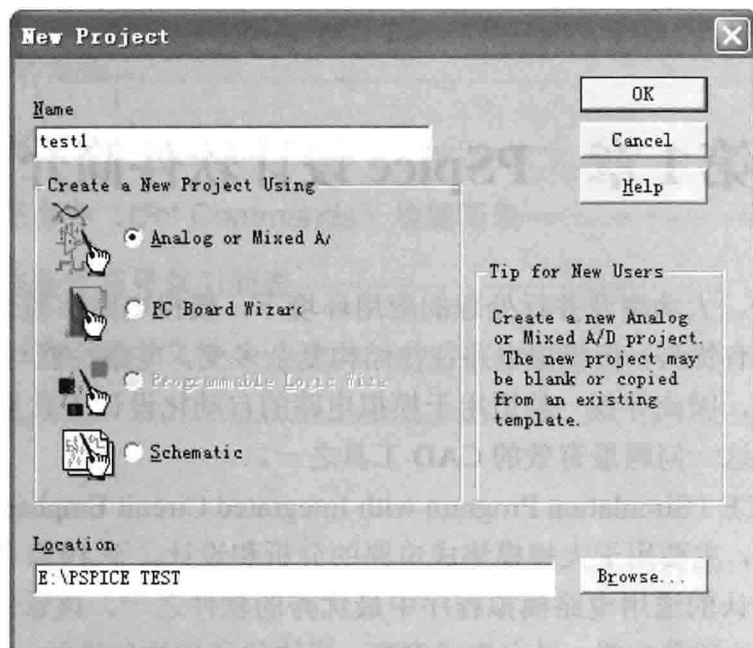


图 1-1 新建项目对话框

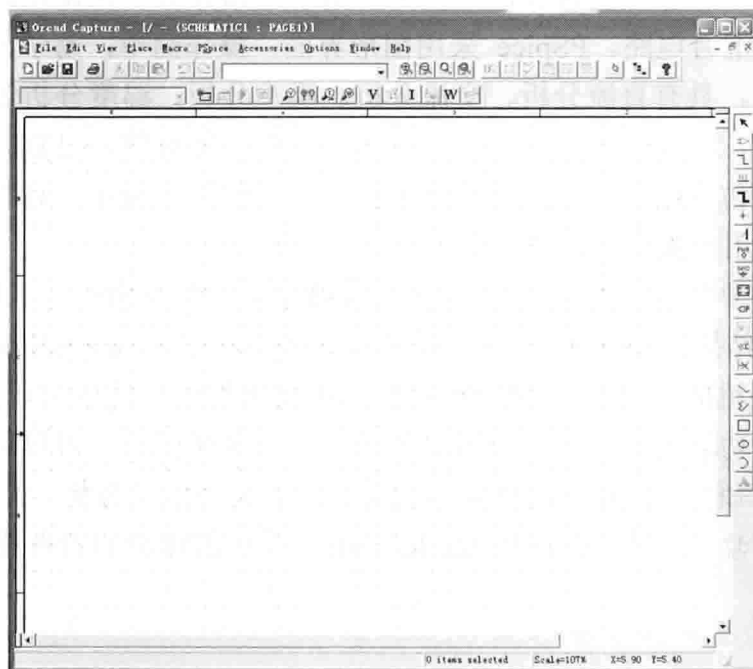


图 1-2 Capture CIS 绘图主界面

特别提示：新建项目名和项目保存文件夹都不能包含中文字符。

1.1.2 绘制元器件

选择菜单栏中的 **Place**→**Part** 命令，弹出图 1-3 所示的对话框，在对应的元器件库中寻找所需的器件符号。元器件的选取有两种方法。

方法一：知道元器件所在的库，可以单击图 1-3 所示对话框右侧的 **Add Library** 按钮，弹出图 1-4 所示的对话框，列出了 **Capture** 中提供的所有库。打开元器件所在的库，就可以将所需的库添加到图 1-3 所示对话框左下侧的 **Libraries** 中。

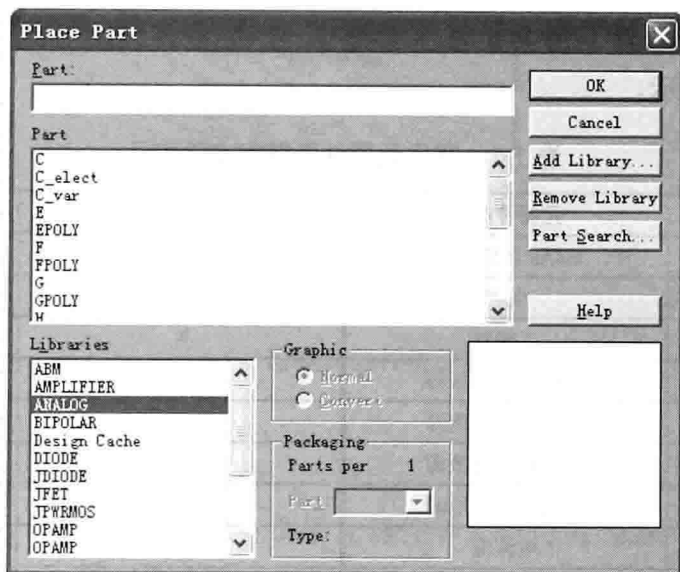


图 1-3 Place Part 对话框



图 1-4 库文件对话框

完成添加后，单击该库，所有的元器件将按字母顺序列在 Part 框中，如图 1-5 所示。单击要选择的元器件，在对话框中的右下侧还能预览该元器件的符号图形。

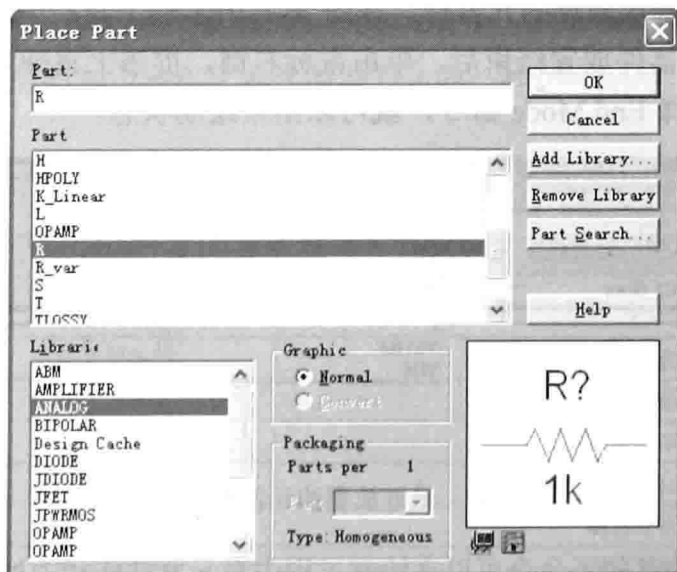


图 1-5 Place Part 元器件预览框

为了区分不同的元器件，每个元器件都具有一个类别代表编号。一些常见元器件的关键字母编号如表 1-1 所示。

表 1-1 常见元器件关键字字母编号

关键字字母编号	元器件类型	关键字字母编号	元器件类型
B	GaAs 场效应管	L	电感
C	电容	M	MOS 晶体管
D	二极管	N	数字输入器件
E	电压控制电压源	O	数字输出器件
F	电流控制电流源	Q	BJT 三极管
G	电压控制电流源	R	电阻
H	电流控制电压源	S	电压控制开关
I	电流源	T	传输线
J	结型场效应管	U	数字电路单元
K	非线性磁芯（变压器）	W	电流控制开关

方法二：如果不知道元器件所在的库，可以单击图 1-3 所示对话框右侧的 Part Search 按钮，弹出图 1-6 所示的对话框，输入器件型号，就能进行搜索。



图 1-6 Part Search 对话框

对于绘图中一些刚刚放置过的元器件，在图 1-7 所示的工具栏中均有记录列表，可以直接选用该元器件。当元器件放置结束后，单击鼠标右键，屏幕上将弹出元器件绘制的快捷菜单，如图 1-8 所示，选择 End Mode 命令，就可以结束绘制状态。

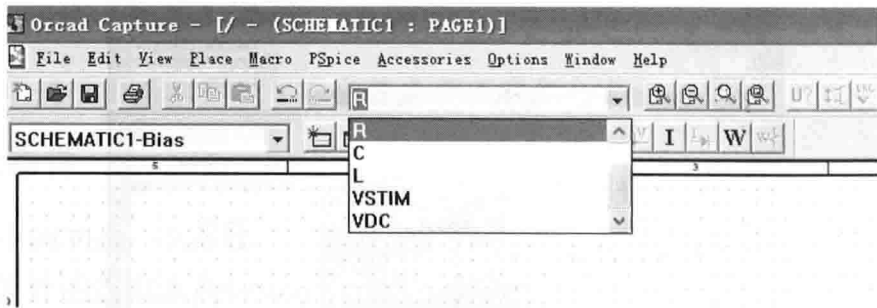


图 1-7 最近放置的元器件列表

图 1-8 快捷菜单中的其他子命令可以在绘制过程中对元器件作相关处理，主要功能分别如下。
Mirror Horizontally 和 Mirror Vertically: 将元器件对 X 轴或 Y 轴作镜像翻转处理。

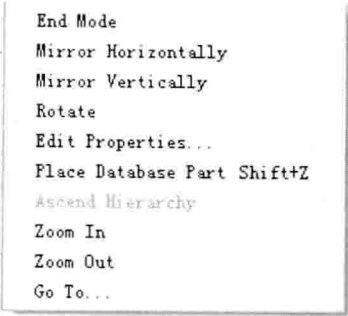


图 1-8 绘制元器件快捷菜单

Rotate：将元器件逆时针转 90°。

Edit Properties：修改元器件属性参数。

Place Database Part：从本地数据库中调用元器件等，也可用 Shift+z 组合键。

Zoom In 和 Zoom Out：放大或者缩小电路图。

Go To：将光标移动到指定位置。

绘制完元器件后，根据要求设置元器件的数值。在 PSpice 中，元器件主要有以下几种单位，如表 1-2 所示。

表 1-2 元器件的单位

时间	电流	电压	频率	电阻	电容	电感	功率
秒 s	安培 A	伏特 V	赫兹 Hz	欧姆Ω	法拉 F	亨利 H	瓦特 W

元器件数值大小有两种表示方式：一种是用指数方式表示，另一种是用单位后缀方式表示，如表 1-3 所示。PSpice 不区分字母大小写，电学单位可以省略，但比例因子必须写。

表 1-3 元器件数值表示方式

数值大小	10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹²	10 ⁻⁹	10 ⁻⁶	10 ⁻³	10 ³	10 ⁶	10 ⁹	10 ¹²
指数方式	1E-15	1E-12	1E-9	1E-6	1E-3	1E3	1E6	1E9	1E12
后缀方式	F	P	N	μ	M	K	MEG	G	T

1.1.3 信号源与接地

信号源和接地符号的绘制步骤跟元器件的绘制步骤一样。

1. 信号源

在 PSpice 中，信号源被分为两类，除了表 1-1 中列出的几种受控源外，还有几种主要的独立信号源，如表 1-4 所示。信号源的参数均可在其属性中编辑和定义。

表 1-4 独立信号源类型

类型名称	信号源类型	应用场合
DC	固定直流源	直流工作点、直流特性分析
AC	固定交流源	正弦稳态频率响应
SIN	正弦信号源	瞬态分析、正弦稳态频率响应
PULSE	脉冲源	瞬态分析
PWL	分段线性源	瞬态分析
SRC	简单源	可当做 AC、DC 或瞬态源

模拟电路中各类信号源的调用，从 SOURCE 库中选择，选择 Place→Part 命令，以调用脉冲电压信号源 VPULSE 为例，如图 1-9 所示。

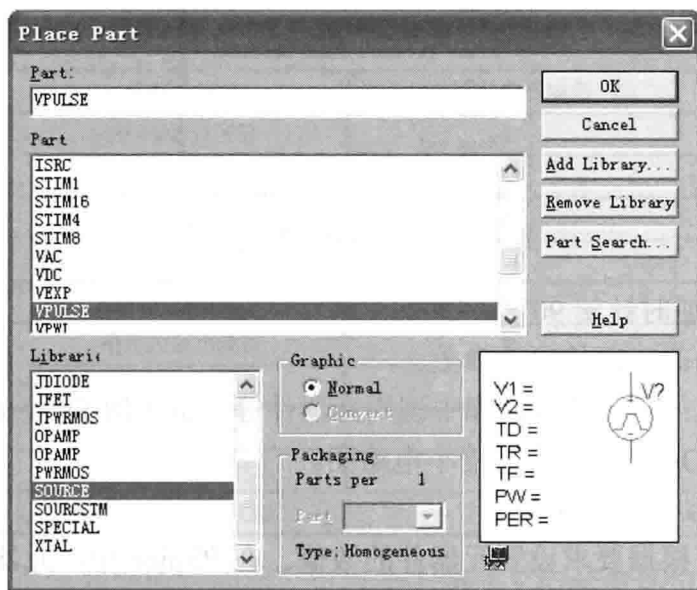


图 1-9 脉冲电压信号源的调用

V1 表示脉冲信号的初始电压；

V2 为脉冲电压；

TD 为延迟时间，表示从零时间开始到 V1 开始跳变到 V2 的延迟时间；

TR 为上升时间，表示为 V1 跳变到 V2 过程所需的时间；

TF 为下降时间，表示为 V2 跳回到 V1 过程所需的时间；

PW 为脉冲宽度，表示为 V2 电压维持的时间长度；

PER 为脉冲周期。

其他类型模拟信号源的调用也是类似。

在数字电路中，调用信号源的高/低电平信号时，执行 Place→power 命令，选择 SD_HI 和 SD_LO 两种符号，如图 1-10 所示。

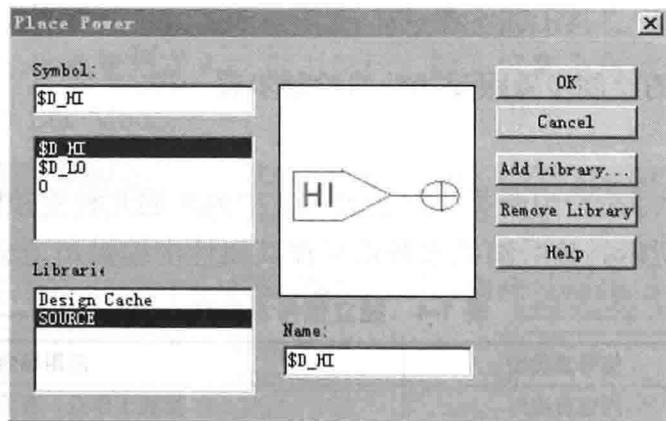


图 1-10 数字信号源的调用

2. 接地

选择 Place→Ground 命令，选择 “0” 符号，如图 1-11 所示，该 “0” 信号表示电位为 “0”。