



普通高等教育“十三五”规划教材
电子设计系列规划教材

电子线路CAD仿真 与综合设计(第2版)

◎ 林 弥 李付鹏 张晓红 刘国华 编著
◎ 王光义 主审

中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十三五”规划教材
电子设计系列规划教材

电子线路 CAD 仿真 与综合设计

(第2版)

林 弥 李付鹏 张晓红 刘国华 编著
王光义 主审



電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

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 CAD 软件的使用和电路的基本设计方法,是与模拟电子电路、通信电子电路、PCB 设计及电子线路 CAD 等理论课程相配套的教材。全书有 6 部分内容: PSpice 设计软件简介、数字逻辑电路及模数混合电路仿真、Altium Designer 13 软件应用、基础性电路分析设计与仿真、综合性电路设计与仿真、LTSpice 设计平台简介,编排了模拟电子电路、通信电子电路、模数混合电路等多个设计仿真任务。其中,LTSpice 为较新的电路设计仿真软件。该软件除用于教材设计内容外,还可在高频电路的课程设计及毕业设计等教学过程中选用。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 CAD 仿真与综合设计 / 林弥等编著. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2019.5

ISBN 978-7-121-36228-6

I. ①电… II. ①林… III. ①电子电路—电路设计—计算机辅助设计—高等学校—教材 IV. ①TN702.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 059641 号

策划编辑: 王羽佳

责任编辑: 王晓庆

印 刷: 三河市华成印务有限公司

装 订: 三河市华成印务有限公司

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: 15.75 字数: 455 千字

版 次: 2014 年 5 月第 1 版

2019 年 5 月第 2 版

印 次: 2019 年 5 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,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, 88258888。

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。

本书咨询联系方式:(010) 88254535, wylj@phei.com.cn。

前 言

在通信、导航等领域，模拟电路适应高频、低噪声、大功率及并行处理环境的能力比数字电路更强。但是，模拟电路的结构往往复杂多变，电路性能与器件工艺密切相关，且设计周期较长，因此亟须寻找一个适用于模拟电路的自动化设计工具。随着电子科技的蓬勃发展，新型元器件层出不穷，电子线路变得越来越复杂，电路的设计工作已经无法单纯依靠手工来完成，电子线路计算机辅助设计已经成为必然趋势。EDA（Electronic Design Automation）是将电路设计中的各种工作交由计算机来协助完成，如电路原理图（Schematic）的绘制、印制电路板（PCB）文件的制作、执行电路仿真（Simulation）等工作，利用自动化设计工具对设计的电路进行实时仿真，根据仿真结果验证功能，再分析和改进电路，实现电路的最优化设计。

PSpice 分析仿真软件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软件，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软件中最优秀的软件之一，是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及元器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和设计。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、元器件符号编辑、波形观测、第三方模型导入等功能。该软件为简化开关电源稳压器的仿真提供模型和改进方案，大幅度提高了开关电源稳压器的仿真速度。

Altium Designer 是由原 Protel 软件开发商 Altium 公司推出的一体化的电子产品开发系统，主要运行在 Windows 操作系统中。这套软件通过把原理图设计、电路仿真、PCB 绘制编辑、拓扑逻辑自动布线、信号完整性分析和设计输出等技术完美融合，为设计者提供了全新的设计解决方案，使设计者可以轻松地设计，熟练使用这一软件可使电路设计的质量和效率大大提高。该软件可用于 PSpice 完成电路仿真设计后的电路板投制环节。

掌握基本的电路设计和仿真能力是高等学校电子通信类专业学生的必备技能之一。为了提高电子线路基础教学工作质量，适应模拟电子电路、通信电子电路、数字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、Altium Designer 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与应用进行详细介绍，特别是较新的 LTSpice，目前介绍该软件的教材较少。本书采用设计与仿真相结合、理论知识与实际应用相结合，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拓宽学科口径、培养创新意识和提高综合素质。
- 对 Altium Designer 13 软件的操作和应用进行详细介绍。结合 PSpice，介绍从功能分析、电路设计、电路仿真、PCB 绘制、布线及信号分析等一系列流程，也为后续的电路板制作奠定理论基础，使读者能熟悉工程中电路设计的各个步骤，强化工程训练。
- 基础仿真分析结合大量综合性、设计性的任务，模拟电路结合数字电路的设计任务。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,布置各种设计性任务,该部分内容需要读者查找各类课外资料才能完成。理论知识与实践应用相辅相成,可以根据读者自身的基本情况进行分层次教学,可选择基础性电路分析设计与仿真和综合性电路设计与仿真内容,适应性广泛。

本书共 6 章,从先进性和实用性出发,包括线性和非线性、模拟和数字等内容,较全面地介绍电路的基本结构、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 个实例的分解式仿真步骤,介绍 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 PSpice 器件新模型及元器件库的创建,以及器件参数的设置;第 2 章为数字逻辑电路及模数混合电路仿真,通过实例说明 PSpice 软件在数字逻辑电路及模数混合电路中的分析设计及应用;第 3 章为 Altium Designer 13 软件应用,主要讲解原理图的设计、PCB 绘制编辑和集成元器件库的设计;第 4 章为基础性电路分析设计与仿真;第 5 章为综合性电路设计与仿真。第 4、5 章共编排了 32 个设计仿真任务,是一个逐渐过渡的过程,从一开始给出完整电路并做一些验证性仿真,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,使读者加强在各种功能电路设计方面的技能训练;第 6 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 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;
- 熟练使用 PSpice 软件;
- 熟练使用 Altium Designer 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。在教学中,可以根据教学对象与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 章、第 5 章、第 4 章的 4.1~4.15 节、附录 A 和 B 由林弥编写,第 2 章及第 4 章的 4.16~4.20 节由李付鹏编写,第 3 章由张晓红编写,第 6 章及附录 C、D、E 由刘国华编写,全书由林弥统稿。王光义教授在百忙之中对全书进行了审校。刘圆圆副教授对全书的结构和编排提供了宝贵意见。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。李路平同学对图片进行了处理。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

2019 年 4 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	4
1.1.4 互连线绘制	5
1.1.5 节点编号	6
1.1.6 滤波器简介	6
1.2 PSpice 电路分析	8
1.2.1 直流分析	8
1.2.2 交流小信号分析	11
1.2.3 瞬态分析	12
1.2.4 傅里叶分析	14
1.2.5 温度分析	14
1.2.6 参数扫描分析	15
1.3 PSpice 器件模型和元件的创建	16
1.3.1 PSpice Model Editor 模型编辑器的使用	16
1.3.2 编辑元件符号	19
1.3.3 添加库	20
1.4 实例	21
1.4.1 单级小信号晶体管放大电路	21
1.4.2 基于 MC1496 的调幅电路	32
1.4.3 基于 TDA2030 集成芯片的音频功放电路	42
1.4.4 基于 CMOS 的集成运算放大电路	47
1.5 本章小结	53
第 2 章 数字逻辑电路及模数混合电路仿真	54
2.1 数字电路激励源	54
2.1.1 激励源 DigClock	55
2.1.2 数字激励源 FileStimn	56
2.1.3 激励源 STIMn	59
2.1.4 激励源 DigStimn	60
2.1.5 其他可以使用的数字激励源	62
2.2 数字电路逻辑模拟分析	63
2.2.1 数字逻辑状态与强度	63
2.2.2 传输延时	63

2.2.3	最坏情况分析	64
2.2.4	总线信号显示设置	65
2.3	本章小结	66
第3章	Altium Designer 13 软件应用	67
3.1	Altium Designer 13 概述与印制电路板	67
3.1.1	Altium Designer 概述	67
3.1.2	印制电路板设计流程	67
3.2	原理图设计介绍	68
3.2.1	原理图设计流程	68
3.2.2	原理图操作界面介绍	68
3.3	原理图设计	72
3.3.1	新建原理图	73
3.3.2	加载元器件库	73
3.3.3	放置图件	74
3.3.4	编辑图件	78
3.3.5	连接线路	83
3.3.6	放置标题块	84
3.3.7	编译并生成报表	85
3.4	PCB 设计介绍	86
3.4.1	PCB 设计规则	86
3.4.2	PCB 设计基础	86
3.5	PCB 设计	88
3.5.1	新建 PCB 文档	88
3.5.2	PCB 页面设置	91
3.5.3	PCB 设置	93
3.5.4	PCB 板层颜色设置	94
3.5.5	基本图件的放置	94
3.6	由原理图生成 PCB 实例	106
3.6.1	在项目中新建 PCB 文档	106
3.6.2	设置 PCB	106
3.6.3	导入元器件	107
3.6.4	元器件布局	109
3.6.5	自动布线	110
3.6.6	验证 PCB 设计	111
3.7	PCB 项目输出	113
3.7.1	生成 Gerber 文件	113
3.7.2	输出数控钻孔 NC Drill 文件	116
3.7.3	输出 ODB++ 文件	118
3.7.4	输出 PCB 报表	119
3.8	本章小结	120

第4章 基础性电路分析与仿真	121
4.1 二极管特性分析与仿真	121
4.1.1 学习目的	121
4.1.2 二极管特性及工作原理	121
4.1.3 仿真任务	122
4.1.4 分析要求	124
4.1.5 思考题	124
4.2 晶体三极管和场效应晶体管特性分析及仿真	124
4.2.1 学习目的	124
4.2.2 器件特性及工作原理	124
4.2.3 仿真任务	125
4.2.4 分析要求	127
4.2.5 思考题	127
4.3 基本的单管放大电路分析与仿真	127
4.3.1 学习目的	127
4.3.2 单管放大电路的工作原理及性能指标	128
4.3.3 仿真任务	128
4.3.4 分析要求	131
4.3.5 思考题	131
4.4 负反馈放大电路分析与仿真	131
4.4.1 学习目的	131
4.4.2 负反馈放大电路的工作原理及性能指标	131
4.4.3 仿真任务	132
4.4.4 分析要求	133
4.4.5 思考题	134
4.5 差分放大电路分析与仿真	134
4.5.1 学习目的	134
4.5.2 差分放大电路的工作原理及性能指标	134
4.5.3 仿真任务	135
4.5.4 分析要求	137
4.5.5 思考题	137
4.6 集成运算放大电路分析与仿真	137
4.6.1 学习目的	137
4.6.2 集成运算放大电路的工作原理及性能指标	137
4.6.3 仿真任务	138
4.6.4 分析要求	139
4.6.5 思考题	139
4.7 RC网络分析设计与仿真	140
4.7.1 学习目的	140
4.7.2 RC网络的工作原理及性能指标	140

4.7.3	仿真及设计任务	141
4.7.4	分析要求	143
4.7.5	思考题	143
4.8	LC 谐振回路分析设计与仿真	143
4.8.1	学习目的	143
4.8.2	LC 谐振回路的工作原理及性能指标	143
4.8.3	设计任务及参数指标	145
4.8.4	设计要求	146
4.8.5	思考题	146
4.9	单调谐小信号放大器分析设计与仿真	146
4.9.1	学习目的	146
4.9.2	单调谐小信号放大器的工作原理及性能指标	146
4.9.3	设计任务及参数指标	147
4.9.4	设计要求	148
4.9.5	思考题	148
4.10	丙类调谐功率放大器分析设计与仿真	148
4.10.1	学习目的	148
4.10.2	丙类调谐功率放大器的工作原理及性能指标	149
4.10.3	设计任务及参数指标	149
4.10.4	设计要求	150
4.10.5	思考题	150
4.11	倍频器电路分析设计与仿真	150
4.11.1	学习目的	150
4.11.2	倍频器电路的工作原理及性能指标	150
4.11.3	设计任务及参数指标	151
4.11.4	设计要求	151
4.11.5	思考题	151
4.12	石英晶体振荡电路分析设计与仿真	151
4.12.1	学习目的	151
4.12.2	石英晶体振荡电路的工作原理及性能指标	151
4.12.3	设计任务及参数指标	153
4.12.4	设计要求	153
4.12.5	思考题	153
4.13	二极管调幅电路分析设计与仿真	153
4.13.1	学习目的	153
4.13.2	二极管调幅电路的工作原理	153
4.13.3	设计任务及参数指标	154
4.13.4	设计要求	154
4.13.5	思考题	154
4.14	二极管峰值包络检波器分析设计与仿真	154
4.14.1	学习目的	154

4.14.2	二极管峰值包络检波器的工作原理及性能指标	155
4.14.3	设计任务及参数指标	157
4.14.4	设计要求	157
4.14.5	思考题	157
4.15	单失谐回路斜率鉴频器分析设计与仿真	157
4.15.1	学习目的	157
4.15.2	单失谐回路斜率鉴频器的工作原理及性能指标	158
4.15.3	设计任务及参数指标	159
4.15.4	设计要求	159
4.15.5	思考题	160
4.16	组合逻辑电路设计及仿真	160
4.16.1	学习目的	160
4.16.2	逻辑门电路	160
4.16.3	常用的组合逻辑集成电路	160
4.16.4	仿真任务	161
4.16.5	分析要求	164
4.16.6	思考题	165
4.17	触发器的设计与仿真	165
4.17.1	学习目的	165
4.17.2	触发器电路原理	165
4.17.3	触发器间的转换	167
4.17.4	仿真任务	167
4.17.5	分析要求	169
4.17.6	思考题	169
4.18	时序电路的仿真与分析	169
4.18.1	学习目的	169
4.18.2	计数器	170
4.18.3	移位寄存器	170
4.18.4	仿真任务	170
4.18.5	分析要求	173
4.18.6	思考题	173
4.19	模数混合电路的设计与仿真	173
4.19.1	学习目的	173
4.19.2	模数混合电路	173
4.19.3	接口电路模型级别的选定	174
4.19.4	常用的模数接口电路	174
4.19.5	仿真任务	175
4.19.6	分析要求	178
4.19.7	思考题	179
4.20	本章小结	179

第5章 综合性电路设计与仿真	180
5.1 波形发生器电路的设计与仿真	180
5.1.1 设计内容	180
5.1.2 设计要求及参数指标	180
5.1.3 设计提示	180
5.2 共射-共集组合放大器的设计与仿真	180
5.2.1 设计内容	180
5.2.2 设计要求及参数指标	181
5.3 心电放大器的设计与仿真	181
5.3.1 设计内容及参数指标	181
5.3.2 设计要求	181
5.3.3 设计提示	181
5.4 直流稳压电源的设计与仿真	181
5.4.1 设计内容	181
5.4.2 设计要求及参数指标	182
5.4.3 设计提示	182
5.5 开关稳压电源的设计与仿真	182
5.5.1 设计内容	182
5.5.2 设计要求	183
5.6 基于集成运放的压控振荡器设计与仿真	183
5.6.1 设计内容	183
5.6.2 设计要求	183
5.7 高电平调幅电路的设计与仿真	183
5.7.1 设计内容	183
5.7.2 设计要求及参数指标	184
5.7.3 设计提示	184
5.8 基于变容二极管的压控振荡器设计与仿真	184
5.8.1 设计简介	184
5.8.2 设计内容	184
5.8.3 设计要求及参数指标	185
5.8.4 设计提示	185
5.9 差分峰值斜率鉴频器在集成电路中的应用与设计	186
5.9.1 设计内容	186
5.9.2 设计要求及参数指标	186
5.9.3 设计提示	187
5.10 小功率调频发射机电路的设计与仿真	187
5.10.1 设计内容	187
5.10.2 设计要求及参数指标	188
5.10.3 设计提示	188
5.11 集成锁相环应用电路的设计与仿真	188

5.11.1	设计内容	188
5.11.2	设计要求及参数指标	188
5.11.3	设计提示	188
5.12	无线广播调幅发射系统的设计与仿真	189
5.12.1	设计内容	189
5.12.2	设计要求及参数指标	189
5.12.3	设计提示	190
5.13	超外差式接收系统的设计与仿真	190
5.13.1	设计内容	190
5.13.2	设计要求及参数指标	190
5.14	本章小结	190
第 6 章 LTSpice 设计平台简介		191
6.1	电路图绘制 Schematics Capture	191
6.1.1	Schematics Capture 的电路原理图结构	192
6.1.2	Schematics Capture 的基本操作	192
6.1.3	电路图绘制举例	194
6.2	电路性能分析	198
6.3	器件模型与电路图模块化设计	204
6.3.1	外部器件的 SPICE 模型导入方法	204
6.3.2	原理图的模块化设计	205
6.4	控制面板的设置	207
6.5	可调基准电压源和 DC-DC 降压开关电源的仿真	210
6.5.1	基于 LT1431 的可编程基准电压源	210
6.5.2	基于 TL431 的基准电压源	212
6.5.3	DC-DC 降压开关电源仿真	214
6.6	丙类功率放大器的设计与仿真	216
6.7	振幅调制与解调电路仿真	220
6.7.1	振幅调制电路设计与仿真	220
6.7.2	解调电路设计与仿真	224
6.8	设计思考题	227
6.9	本章小结	227
附录 A PSpice 库简介一		228
附录 B PSpice 库简介二		231
附录 C LTSpice 的点命令功能简表		233
附录 D LTSpice 电路元器件符号索引简表		235
附录 E AD633 的 SPICE 模型文件		236
参考文献		240

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，因此亟须寻找一款适用于模拟电路的自动化设计工具。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仿真程序，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，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，用户还可以在仿真结果窗口中进行编辑坐标、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快捷、简便的体验。

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 年代在我国得到广泛应用以来，随着版本的不断更新，PSpice 软件的功能更加完善，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 中的电路仿真程序 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做了较详细的介绍。

1.1 电路图的绘制

电路图的绘制主要是调用 Capture CIS 程序，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→Capture CIS 程序，选择 File→New→Project 命令后，会出现图 1-1 所示的新建项目对话框，此时应选择 Analog or Mixed A/D，才能对 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绘图主界面，如图 1-2 所示。

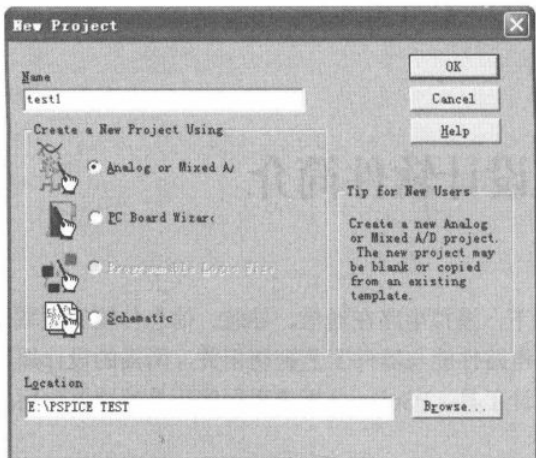


图 1-1 新建项目对话框



图 1-2 Capture CIS 绘图主界面

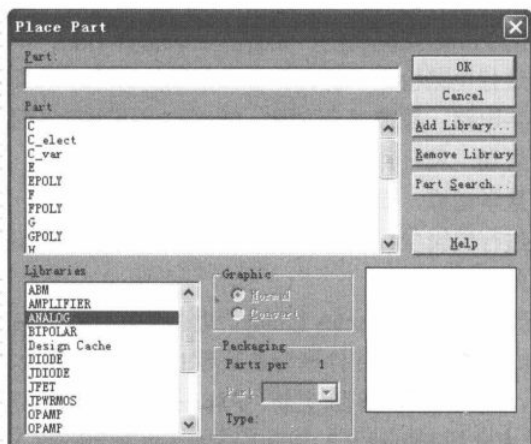


图 1-3 Place Part 对话框

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。选中元器件所在的库,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。

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

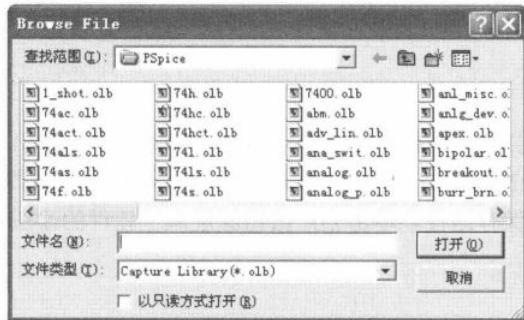


图 1-4 库文件对话框

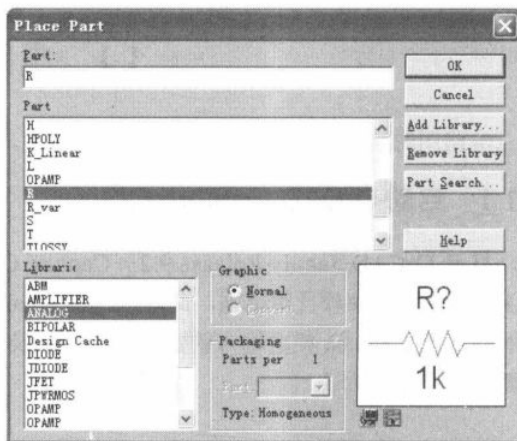


图 1-5 Place Part 元器件预览框

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。常见元器件的关键字母编号如表 1-1 所示。

表 1-1 常见元器件的关键字母编号

关键字母编号	元器件类型	关键字母编号	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。

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，右击，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。

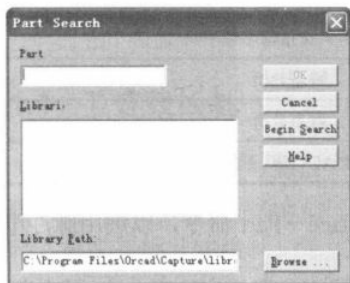


图 1-6 Part Search 对话框

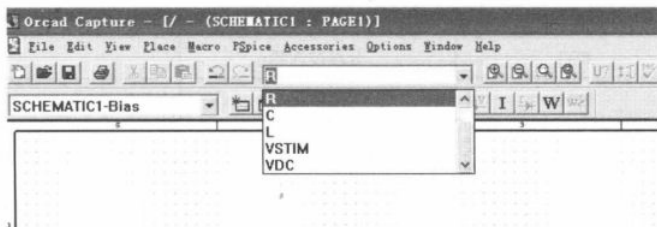


图 1-7 最近放置的元器件列表

图 1-8 所示快捷菜单中的其他子命令可以在绘制过程中对元器件做相关处理，主要功能分别如下。

Mirror Horizontally 和 **Mirror Vertically**: 将元器件对 X 轴或 Y 轴做镜像翻转处理。

Rotate: 将元器件逆时针旋转 90° 。

Edit Properties: 修改元器件的属性参数。

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。



图 1-8 元器件绘制的快捷菜单

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，除表 1-1 所示的几种受控源外，还有几种主要的独立信号源，如表 1-4 所示。信号源参数均可在其属性中编辑和定义。

表 1-4 独立信号源

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

对于各类模拟信号源的调用，可从 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。

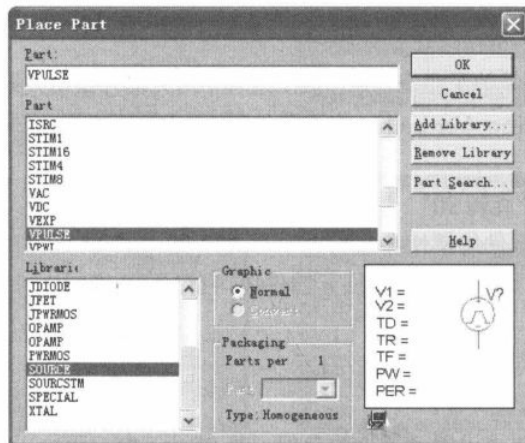


图 1-9 脉冲电压信号源的调用

V1 表示脉冲信号的初始电压；

V2 为脉冲电压；

TD 为延迟时间，表示从零时间到 V1 开始跳变的延迟时间；

TR 为上升时间，表示 V1 跳变到 V2 过程所需的时间；

TF 为下降时间，表示 V2 跳回到 V1 过程所需的时间；

PW 为脉冲宽度，表示 V2 电压维持的时间；

PER 为脉冲周期。

其他类型信号源的调用也是类似的。

在数字电路中，调用信号源的高/低电平信号时，选择 Place→Power 命令，选择 \$D_HI 和 \$D_LO 两种符号，如图 1-10 所示。

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”。

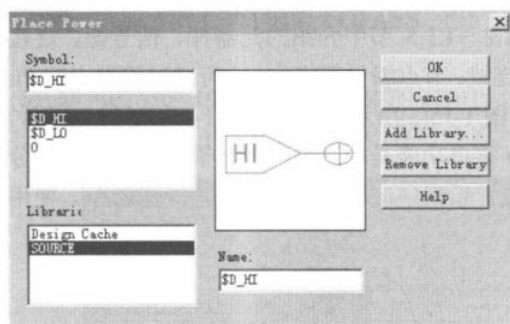


图 1-10 数字信号源的调用

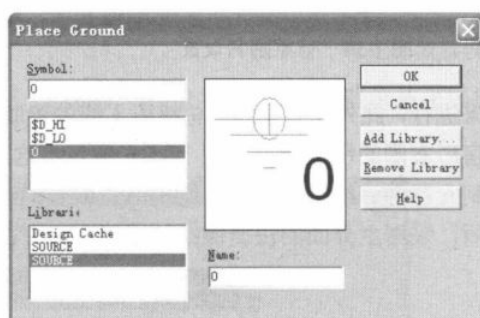


图 1-11 接地符号的调用

1.1.4 互连线绘制

放置好元器件及信号源后，再用互连线实现不同元器件之间的电连接。选择 Place→Wire 命令，将指针移至需连线的元器件处，单击，移动鼠标开始绘制。结束某段互连线的绘制时，右击，弹出图 1-12 所示的快捷菜单，选择 End Wire。

当互连线出现交叉或丁字形连接时，要注意两条线之间的连通问题。如图 1-13(a)所示，两条互连线在相交的地方出现了一个连接节点，所以它们之间是连通的；而在图 1-13(b)中，两条互连线之间在电学上是不连通的。

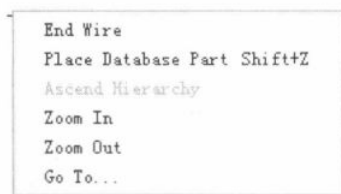


图 1-12 结束互连线绘制

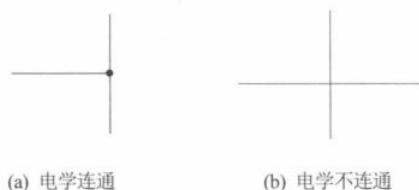


图 1-13 互连线的节点

绘制互连线时，在十字交叉点或丁字形交点处，连接节点一般会自动出现。如果没有出现，那么可以选择 Place→Junction 命令，把指针移至交点处，单击就能在互连线交点处绘制节点。而对于在有