

高等学校“十一五”规划教材

EDA 原理与应用

第二版

付家才 主编

郭明良 王秀琴 副主编



化学工业出版社
教材出版中心

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

EDA 原理与应用/付家才主编. —2 版. —北京: 化学工业出版社, 2005.12
高等学校“十一五”规划教材
ISBN 7-5025-7250-3

. E... . 付... . 电子电路- 电路设计: 计算机辅助设计-高等学校-教材 . TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 145907 号

高等学校“十一五”规划教材

EDA 原理与应用

第二版

付家才 主编

郭明良 王秀琴 副主编

责任编辑: 唐旭华

文字编辑: 郭燕春

责任校对: 蒋宇

封面设计: 关飞

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 22 字数 586 千字

2006 年 1 月第 2 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7250-3

定 价: 34.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

本书是普通高等学校工科电类专业的“十一五”规划教材。电子设计自动化(EDA)技术的发展日新月异, PSpice、EWB、Protel 等软件不断升级, 因此, 我们在 2001 年出版的《EDA 原理与应用》一书的基础上, 进行了重新编写。第二版仍维持第一版突出理论与实践相结合的风格, 由浅入深地介绍各仿真软件的使用方法、可编程逻辑器件的基本应用。

本书共分为上、下两篇, 上篇为电子电路设计、仿真与制板, 下篇为专用集成电路设计基础。

上篇内容共分四章, 第 1 章介绍 PSPICE8.0、第 2 章介绍 Multisim2001、第 3 章介绍 Protel 99SE、第 4 章介绍 PCB99SE; 下篇内容共分四章, 第 5 章介绍可编程逻辑器件的分类与原理、第 6 章介绍 MAX+plus II 使用详解、第 7 章介绍 Quartus II 开发软件应用、第 8 章介绍 Verilog HDL 硬件描述语言的编程方法。

本书内容全面、取材新颖、叙述清楚, 既可作为高等院校电子类、电气类各专业学生的教材和参考书, 又可供电子行业工程技术人员用作入门读物和软件操作手册, 读者可以根据自己的需要对有关内容加以组合和取舍。

本书内容已制成用于多媒体教学的课件, 并将免费提供给采用本书作为教材的大专院校使用。如有需要请联系: txh@cip.com.cn

本书由付家才教授主编, 郭明良、王秀琴任副主编。第 1 章由郭明良编写, 第 2 章由付家才编写, 第 3 章、第 4 章由范艳根编写, 第 5 章由康辉编写, 第 6 章~第 7 章由王秀琴编写。全书由付家才教授策划和统稿。

哈尔滨工业大学蔡惟铮教授负责了本书第一版的审阅工作, 提出了很多宝贵意见, 在此深表谢意。

书中不足之处, 恳请读者和同行批评与指正。

编 者

2005 年 9 月

目 录

上篇 电子电路设计、仿真与制板

| | | | |
|--------------------------------|----|-------------------------------|----|
| 1 PSpice8.0 | 1 | 1.7.1 概述 | 41 |
| 1.1 PSpice8.0 简介 | 1 | 1.7.2 菜单和命令 | 42 |
| 1.1.1 概述 | 1 | 1.7.3 工具按钮 | 42 |
| 1.1.2 PSpice 软件的结构 | 1 | 1.7.4 应用 | 42 |
| 1.1.3 PSpice8.0 简介 | 2 | 1.8 PSpice8.0 应用实例 | 42 |
| 1.1.4 PSpice8.0 常见文件格式 | 2 | 1.8.1 二极管电路的直流工作点 | |
| 1.1.5 PSpice8.0 的电路分析步骤 | 3 | 分析 | 42 |
| 1.1.6 PSpice8.0 中的规定 | 4 | 1.8.2 共射极放大电路温度扫描 | |
| 1.2 电路设计实验室的设计管理程序 | 4 | 分析 | 43 |
| 1.2.1 概述 | 4 | 1.8.3 乙类互补对称功放电路性能 | |
| 1.2.2 菜单和命令 | 4 | 分析 | 44 |
| 1.2.3 工具按钮 | 5 | 1.8.4 RC 正弦波振荡电路性能分析 | 45 |
| 1.2.4 DesignLab Design Manager | | 1.8.5 二阶电压控制电压源低通滤波 | |
| 的应用 | 5 | 电路性能分析 | 47 |
| 1.3 电路图输入程序 | 5 | 本章小结 | 48 |
| 1.3.1 概述 | 5 | 思考题与习题 | 48 |
| 1.3.2 电路图绘制方法 | 8 | 本章附录 | 49 |
| 1.3.3 元器件模型 | 12 | 2 Multisim2001 | 54 |
| 1.3.4 Schematics 中的分析功能 | 21 | 2.1 Multisim2001 简介 | 54 |
| 1.3.5 分析方法的参数设置 | 29 | 2.1.1 概述 | 54 |
| 1.3.6 设置输出方式 | 30 | 2.1.2 Multisim2001 的特点 | 54 |
| 1.4 模拟和数字电路运算程序 | 33 | 2.1.3 Multisim2001 的结构 | 54 |
| 1.4.1 概述 | 33 | 2.1.4 Multisim2001 操作界面 | 54 |
| 1.4.2 菜单和命令 | 33 | 2.1.5 Multisim2001 环境设置 | 57 |
| 1.4.3 PSpiceA/D 程序的应用 | 33 | 2.2 创建电原理图的基本操作 | 60 |
| 1.5 输出绘图程序 | 33 | 2.2.1 元器件选取操作 | 60 |
| 1.5.1 概述 | 33 | 2.2.2 启动放置元件的命令 | 62 |
| 1.5.2 菜单和命令 | 34 | 2.2.3 从 In Use List 中选取相同元 | |
| 1.5.3 工具按钮 | 34 | 器件 | 62 |
| 1.5.4 Probe 程序的基本应用 | 35 | 2.2.4 使用虚拟元件 | 62 |
| 1.6 元件模型参数提取程序 | 38 | 2.2.5 线路的连接与连接点的放置 | 65 |
| 1.6.1 概述 | 38 | 2.2.6 放置总线 | 66 |
| 1.6.2 菜单和命令 | 39 | 2.2.7 子电路的创建与调用 | 67 |
| 1.6.3 工具按钮 | 39 | 2.2.8 放置文字与文字描述框 | 68 |
| 1.6.4 程序的应用 | 39 | 2.3 虚拟仪器 | 69 |
| 1.7 激励源编辑程序 | 41 | 2.3.1 概述 | 69 |

| | | | |
|------------------------------|-----|-----------------------------------|-----|
| 2.3.2 虚拟仪器的使用 | 69 | 3.2.5 其他工具栏 | 126 |
| 2.4 Multisim2001 的分析功能 | 81 | 3.2.6 Status Bar 和 Command Status | 127 |
| 2.4.1 概述 | 81 | 3.2.7 Design Manager | 127 |
| 2.4.2 直流工作点分析 | 81 | 3.3 绘制电路原理图 | 127 |
| 2.4.3 交流分析 | 83 | 3.3.1 元件库的相关操作 | 129 |
| 2.4.4 瞬态分析 | 85 | 3.3.2 放置元件 | 132 |
| 2.4.5 傅里叶分析 | 85 | 3.3.3 元件属性设置 | 133 |
| 2.4.6 噪声分析 | 87 | 3.3.4 电路绘制工具 | 136 |
| 2.4.7 失真分析 | 88 | 3.3.5 一般绘图工具 | 143 |
| 2.4.8 直流扫描分析 | 89 | 3.3.6 原理图编辑 | 144 |
| 2.4.9 灵敏度分析 | 90 | 3.4 层次电路图设计 | 148 |
| 2.4.10 参数扫描分析 | 90 | 3.4.1 自顶向下方式建立层次原理图 | 149 |
| 2.4.11 温度扫描分析 | 91 | 3.4.2 自底向上方式建立层次原理图 | 151 |
| 2.4.12 极点-零点分析 | 92 | 3.5 创建原理图元件 | 152 |
| 2.4.13 转移函数分析 | 93 | 3.5.1 库元件编辑器 | 152 |
| 2.4.14 最坏情况分析 | 94 | 3.5.2 库元件编辑工具 | 152 |
| 2.4.15 蒙特卡罗分析 | 95 | 3.5.3 创建新的库元件 | 153 |
| 2.4.16 铜箔宽度分析 | 96 | 3.5.4 库元件的管理 | 155 |
| 2.4.17 批处理分析 | 97 | 3.6 ERC 检查、网络表、报表文件生成和原理图输出 | 156 |
| 2.4.18 RF 分析 | 98 | 3.6.1 ERC 检查 | 156 |
| 2.5 Multisim2001 应用实例 | 99 | 3.6.2 网络表文件的生成 | 160 |
| 2.5.1 电阻元件的伏安特性曲线测试 | 99 | 3.6.3 元件列表文件的生成 | 161 |
| 2.5.2 动态电路测试 | 101 | 3.6.4 原理图输出 | 162 |
| 2.5.3 晶体管单管放大电路测试 | 103 | 3.6.5 将原理图嵌入到 Word 文档中 | 163 |
| 2.5.4 A/D 和 D/A 电路应用 | 106 | 本章小结 | 163 |
| 2.5.5 可调式方波—三角波函数发生器设计 | 106 | 思考题与习题 | 164 |
| 2.5.6 全减器的设计 | 109 | 本章附录 | 165 |
| 本章小结 | 113 | 4 PCB 印刷电路板设计 | 167 |
| 思考题与习题 | 113 | 4.1 PCB 设计基本操作 | 167 |
| 本章附录 | 115 | 4.1.1 设计流程 | 167 |
| 3 Protel 99SE 电路原理图设计 | 119 | 4.1.2 创建 PCB 文档 | 168 |
| 3.1 原理图设计准备工作 | 119 | 4.1.3 工作窗口 | 168 |
| 3.1.1 设计流程 | 119 | 4.1.4 绘图工具 | 170 |
| 3.1.2 新建设计数据库文件 | 119 | 4.1.5 参数设置 | 173 |
| 3.1.3 New Document 对话框 | 120 | 4.2 制作 PCB 元件封装模型 | 178 |
| 3.1.4 设置图纸环境 | 121 | 4.2.1 元件封装编辑环境 | 178 |
| 3.2 各种工具栏和管理器 | 124 | 4.2.2 创建和打开元件库 | 178 |
| 3.2.1 主菜单栏介绍 | 124 | 4.2.3 使用向导创建新元件 | 179 |
| 3.2.2 Schematic Tools 工具栏 | 124 | 4.2.4 手工创建新元件 | 182 |
| 3.2.3 Wiring Tools 工具栏 | 125 | | |
| 3.2.4 Drawing Tools 工具栏 | 126 | | |

| | | | |
|--------------|-----|----------------|-----|
| 4.3 印刷电路板设计 | 183 | 4.4 生成报表与打印 | 211 |
| 4.3.1 规划电路板 | 183 | 4.4.1 生成报表 | 211 |
| 4.3.2 元件布局 | 194 | 4.4.2 PCB 图的打印 | 213 |
| 4.3.3 布线规则设置 | 197 | 本章小结 | 216 |
| 4.3.4 自动布线 | 206 | 思考题与习题 | 216 |
| 4.3.5 手工调整 | 207 | 本章附录 | 218 |

下篇 专用集成电路设计基础

| | | | |
|---------------------------------|-----|----------------------------|-----|
| 5 可编程逻辑器件 | 221 | 6.2.1 工作界面 | 259 |
| 5.1 可编程逻辑器件概述 | 221 | 6.2.2 菜单栏 | 259 |
| 5.1.1 PLD 的分类 | 221 | 6.3 设计输入 | 261 |
| 5.1.2 PLD 的发展概况 | 221 | 6.3.1 图形输入 | 261 |
| 5.2 简单 PLD 的基本结构 | 223 | 6.3.2 文本输入 | 267 |
| 5.2.1 简单 PLD 的基本结构 | 223 | 6.3.3 层次设计 | 268 |
| 5.2.2 PLD 的电路表示法 | 224 | 6.4 设计处理(器件选择、编译 及管脚分配) | 269 |
| 5.2.3 PROM 的 PLD 表示法 | 224 | 6.4.1 准备编译 | 269 |
| 5.2.4 PLA 和 PAL 的 PLD 表示法 | 224 | 6.4.2 运行编译 | 273 |
| 5.2.5 可编程通用阵列逻辑器件的 基本结构 | 225 | 6.5 设计检验(项目仿真) | 274 |
| 5.3 CPLD/FPGA 的基本结构 | 230 | 6.5.1 仿真分析 | 274 |
| 5.3.1 CPLD 基本结构 | 230 | 6.5.2 定时分析 | 278 |
| 5.3.2 FPGA 的基本结构 | 231 | 6.6 器件编程 | 279 |
| 5.4 Altera 系列 CPLD 与 FPGA 器件 | 233 | 本章小结 | 282 |
| 5.4.1 概述 | 233 | 思考题与习题 | 282 |
| 5.4.2 FLEX10K 系列 | 235 | 7 Quartus 开发软件 | 283 |
| 5.4.3 典型 CPLD 器件——MAX7000 系列 | 244 | 7.1 概述 | 283 |
| 5.4.4 MAX5000 系列器件简介 | 248 | 7.1.1 Quartus 4.1 的安装 | 283 |
| 5.4.5 MAX9000 系列器件简介 | 249 | 7.1.2 Quartus 4.1 的授权许可设置 | 284 |
| 5.4.6 APEX 系列器件简介 | 249 | 7.2 设计输入 | 285 |
| 5.4.7 APEX II 系列器件简介 | 250 | 7.2.1 Quartus 软件设计流程 | 285 |
| 5.5 Xilinx 公司产品简介 | 251 | 7.2.2 图形编辑输入 | 286 |
| 5.5.1 Xilinx 公司的主要开发软件 | 251 | 7.2.3 文本编辑输入 | 290 |
| 5.5.2 Xilinx 公司的主要器件 | 252 | 7.2.4 创建工程 | 291 |
| 本章小结 | 253 | 7.3 设计处理 | 293 |
| 思考题与习题 | 253 | 7.3.1 编译设置 | 293 |
| 6 MAX+plus 开发软件 | 254 | 7.3.2 编译 | 294 |
| 6.1 概述 | 254 | 7.3.3 仿真分析 | 295 |
| 6.1.1 MAX+plus 的安装 | 254 | 7.3.4 引脚锁定、下载和硬件测试 | 297 |
| 6.1.2 MAX + plus 的设计 过程 | 255 | 7.4 层次设计 | 300 |
| 6.2 MAX+plus 管理器 | 258 | 7.4.1 创建底层设计文件 | 300 |
| | | 7.4.2 创建图元 | 301 |
| | | 7.4.3 创建顶层设计文件 | 302 |
| | | 本章小结 | 303 |

| | | | |
|------------------------------|-----|----------------------------|-----|
| 思考题与习题····· | 304 | 8.3.4 条件语句····· | 320 |
| 8 Verilog HDL 硬件描述语言····· | 305 | 8.3.5 循环语句····· | 323 |
| 8.1 Verilog HDL 概述····· | 305 | 8.3.6 编译向导····· | 325 |
| 8.1.1 Verilog HDL 的特点····· | 305 | 8.3.7 任务与函数····· | 326 |
| 8.1.2 Verilog HDL 的基本结构····· | 305 | 8.3.8 系统任务与系统函数····· | 328 |
| 8.2 Verilog HDL 语言要素····· | 307 | 8.3.9 延时模型的表示····· | 329 |
| 8.2.1 词法····· | 307 | 8.4 Verilog HDL 的描述风格····· | 330 |
| 8.2.2 数据类型····· | 310 | 8.4.1 结构描述····· | 330 |
| 8.2.3 运算符····· | 313 | 8.4.2 行为描述····· | 332 |
| 8.2.4 运算符的优先级····· | 315 | 8.5 Verilog HDL 设计实例····· | 333 |
| 8.3 Verilog HDL 基本语句····· | 315 | 8.5.1 组合逻辑电路设计实例····· | 333 |
| 8.3.1 过程语句····· | 316 | 8.5.2 时序逻辑电路设计实例····· | 335 |
| 8.3.2 块语句····· | 317 | 8.5.3 有限状态机设计····· | 337 |
| 8.3.3 赋值语句····· | 319 | | |
| 参考文献····· | 341 | | |

上篇 电子电路设计、仿真与制板

1 PSpice8.0

1.1 PSpice8.0 简介

1.1.1 概述

PSpice 即 Personal SPICE 在 PC 机上使用的 SPICE 程序。SPICE 是 Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis 的缩写,意为侧重于集成电路的模拟程序。SPICE 是美国加州伯利分校以 Pederson 教授为首的计算机辅助集成电路设计小组于 20 世纪 70 年代开发的。1984 年,美国 MicroSim 公司推出基于 SPICE 的微机版本的 PSpice,由于受当时 PC 机性能的限制,仅用于教学演示或小型电路的分析。随着 PC 机性能的提高,PSpice 功能也不断完善,可以进行较大电路的分析和设计。高版本的 PSpice 不仅可以分析模拟电子电路,而且可以分析数字电路和模数混合电路;不仅可以用文本文件输入,而且可以用图形输入。在分析功能上,增加了参数分析、容差分析、优化设计等,还备有丰富的元器件参数库及宏模型库。PSpice8.0 版本使得电子电路自动化设计更加完善,功能更加强大,从电路的自动设计到模拟分析到 PCB 自动排版完全实现了自动化。本章介绍 MicroSim 公司的 PSpice8.0 软件的基本组成及使用。

1.1.2 PSpice 软件的结构

PSpice 的软件结构与 SPICE 是类似的。它由 5 部分组成:输入部分、器件模型处理部分、建立电路方程部分、求解电路方程部分和输出部分。

(1) 输入部分

用户以文本或图形方式输入有关电路的信息,包括拓扑结构、器件模型、元件参数、分析类型和输出类型。

(2) 器件模型处理部分

此部分指由计算机处理的数学模型。模型要尽可能反映器件的电特性,而且计算时间短、仿真效果好。

(3) 建立电路方程部分

此部分根据输入的信息自动建立电路方程。通常采用改进节点法形成方程组。

(4) 求解电路方程部分

此部分是程序的核心,也是占用 CPU 时间最长的部分。对线性代数方程组采用高斯消去法或 LU 分解法求解。对非线性代数方程采用牛顿-拉夫森迭代。对于瞬态分析建立的非线性常微分方程组采用数值积分的方法,如梯形法和基尔法等。

(5) 输出部分

有文本方式和图形方式。电路仿真后可形成*.OUT 文本文件和*.DAT 的图形显示文件。

整个 SPICE 软件是在程序模块管理下的一组功能模块,包括输入模块、错误检查模块、建立方程模块、求解直流模块、迭代模块和交流模块。其中最重要的是求解直流模块,它是程序的核心。通过反复调用迭代模块来完成直流、交流和瞬态等分析功能。

1.1.3 PSpice8.0 简介

PSpice5.0 以上的版本都是以 Windows 为平台的，称为 Windows 版。运行时使用 486 以上的微机。

PSpice8.0 包含 9 个组成部分，如图 1-1 所示。

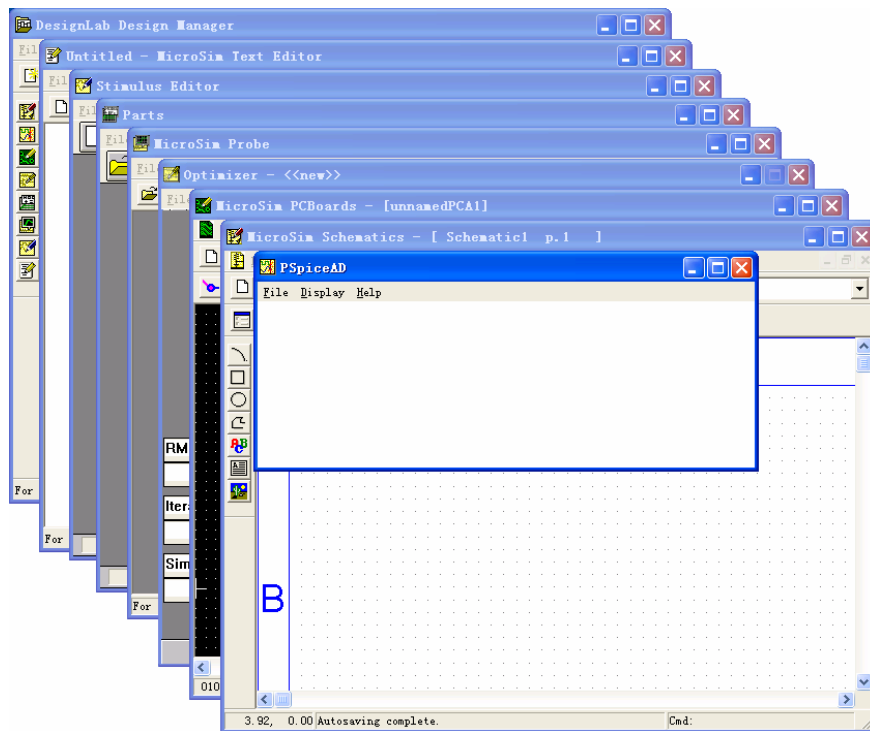


图 1-1 PSpice8.0 的组成

DesignLab Design Manager 电路设计实验室的设计管理程序。

MicroSim Schematics 电路图输入程序。

PSpiceA/D 进行模拟和数字电路计算的主程序。

MicroSim PCBoards 制作印刷电路板的程序。

Optimizer 电路优化程序。

Parts 元件模型参数提取程序。

Microsim Probe 输出绘图程序。

Stimulus Editor 激励源编辑程序。

Microsim Text Editor 电路文件编辑程序。

上述 9 个部分程序都可以独立运行，也可以在 DesignLab Design Manager 管理下运行。PSpice8.0 还提供了示范电路和帮助文件。示范电路在 EXAMPLE 这个目录中。帮助文件在各个程序中都有，可以打开查找，也可以运行在线帮助。各个部分程序打开后的窗口形式是类似的。所有的命令只有可被执行时才能点亮。用户用光标指向或选择任何一条命令或任一工具按钮时，窗口的最底部分或图标下，都有功能说明。

1.1.4 PSpice8.0 常见文件格式

PSpice8.0 的 9 个子程序生成不同格式的文件，每种文件格式都以不同的后缀加以区别。常用的后缀及文件格式如表 1-1 所示。

表 1-1 常用的后缀及文件格式

| 后 缀 | 文 件 格 式 | 后 缀 | 文 件 格 式 |
|-------|-------------------|-------|---------------|
| *.sch | 电路图(Schematics)文件 | *.slb | 符号库文件 |
| *.lib | 元件库文件 | *.dat | 绘图(Probe)数据文件 |
| *.stl | 激励源(Stimulus)文件 | *.cir | 电路输入文件 |
| *.out | 电路仿真结果输出文件 | *.pca | 印刷电路板图(PCB)文件 |
| *.opt | 电路优化(Optimizer)文件 | | |

1.1.5 PSpice8.0 的电路分析步骤

PSpice8.0 分析电路的过程如图 1-2 所示。

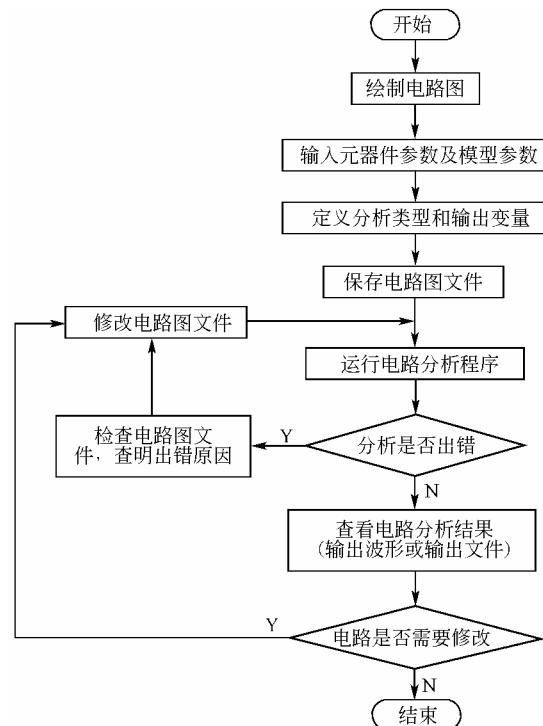


图 1-2 用 PSpice 分析电路的流程图

整个电路分析过程大致可分为：

- (1) 从绘制电路图到保存电路图文件
在这个过程中将产生电路图文件 (*.sch), *.sch 文件包含电路拓扑结构、元器件参数、输出变量以及分析类型信息。
- (2) 运行电路分析程序
启动后程序自动生成以下文件：
 - *.net 电路连接网表文件，包含元器件之间的连接信息。
 - *.als 电路各节点的别名信息文件。
 - *.lib 包含元器件模型和子电路信息的局部模型库文件。
 - *.ind 为加快模型库搜寻而产生的库索引文件。
- (3) 由这些文件，生成供分析的电路输入信息文件(*.cir)。
- (4) 分析完毕，自动生成两种文件
 - *.dat 供图形后处理器显示波形用的二进制数据文件。

.out 电路输出文件，其中包含.cir 文件的内容和部分分析的输出结果。

1.1.6 PSpice8.0 中的规定

PSpice8.0 中规定了两种因子，即比例因子和单位因子，均用相应的字母来代替。

(1) 比例因子

常用的比例因子如表 1-2 所示。

表 1-2 PSpice 中用的比例因子

| 符 号 | 比 例 因 子 | 因 数 | 符 号 | 比 例 因 子 | 因 数 |
|-----|---------|-----------------------|-----|---------|-----------|
| F | 1E-15 | 10^{-15} | M | 1E-3 | 10^{-3} |
| P | 1E-12 | 10^{-12} | K | 1E3 | 10^3 |
| N | 1E-9 | 10^{-9} | MEG | 1E6 | 10^6 |
| U | 1E-6 | 10^{-6} | G | 1E9 | 10^9 |
| MIL | 25.4E-6 | 25.4×10^{-6} | T | 1E12 | 10^{12} |

(2) 单位因子

常用的单位因子有：

V=伏特，A=安培，Hz=赫兹，OHM=欧姆，H=亨利，F=法拉，DEG=度

例如 1000，1K，1E3 都代表一个数；M，MV 都代表一个比例因子。比例因子的字符可以大写，也可以小写。比例因子与其前数字是乘的关系。比例因子在前，单位因子在后。PSpice 总是忽略单位因子。在没有比例因子和单位因子的情况下，电阻、电压、电流、频率、电感、电容和角度的隐含量纲分别为欧姆、伏特、安培、赫兹、亨利、法拉和度。

1.2 电路设计实验室的设计管理程序

1.2.1 概述

电路设计实验室管理程序(DesignLab Design Manager)窗口如图 1-3 所示。DesignLab

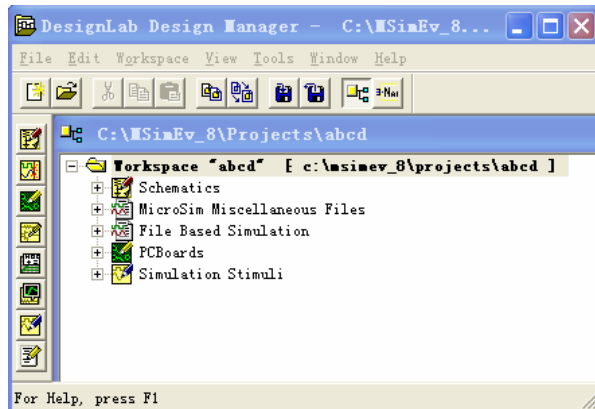


图 1-3 DesignLab Design Manager 程序窗口

Design Manager 是 PSpice8.0 的一个综合性的管理程序，其余 8 个程序都以工具按钮的形式竖放在窗口的最左边一列上。工作窗口中还有一组下拉式菜单命令，以及一组横向排列的工具按钮。

1.2.2 菜单和命令

菜单条中各菜单项的基本功能为：

File 打开文件、新建一个工作区、打开已建立的工作区、关闭当前的工作区、显示文件属性、显示错误信息表。

Edit 剪切、复制、粘贴、将所选外部内容放到工作区、打开工作区。

Workspace 复制运行中工作区的全部或部分、移动运行中工作区的全部或部分、删除运行中工作区的全部或部分、对工作区的文件建立档案管理、存储一个已建档的工作区、把一个设计加到运行中的工作区。

View 按类型排序显示、按文件名排序显示、更新正显示的窗口、扩展项显示、状态栏显示或隐去、工具栏显示或隐去、应用程序工具栏显示或隐去、选项设置。

Tools 运行电路图输入程序、运行模拟或数字电路的计算程序、运行制作印刷电路

板程序、运行电路优化程序、运行元件模型参数提取程序、运行输出绘图程序、运行激励源编辑程序、运行电路文件编辑程序、运行全部结束。

Windows 使所有打开的窗口按前后叠排显示、使所有打开的窗口按上下排列显示、使所有打开的窗口按左右排列显示、把最小化窗口图标放在程序窗口底部。


Help 按内容或索引查找帮助、提供技术支持信息、显示如何使用帮助信息的结构示意图、显示版本、版权说明等。

1.2.3 工具按钮

在 DesignLab Design Manager 窗口中有一排横向工具按钮和一系列纵向工具按钮。









(1) 横向排列的工具按钮

横向的工具按钮共有 11 个，分别为：

- | | |
|---|---|
|  建立一个新的工作区； |  移动运行中工作区的全部或部分； |
|  打开已建立的工作区； |  对工作区的文件建立档案管理； |
|  剪切； |  存储一个已建档的工作区； |
|  复制； |  按类型排序显示； |
|  粘贴； |  按文件名排序显示。 |
|  复制运行中工作区的全部或部分； | |

(2) 纵向排列的工具按钮

纵向的工具按钮共有 8 个，分别为：

- | | |
|---|---|
|  运行电路输入程序； |  运行元件模型参数提取程序； |
|  运行模拟或数字电路的计算程序； |  运行输出绘图程序； |
|  运行制作印刷电路板程序； |  运行激励源编辑程序； |
|  运行电路优化程序； |  运行电路文件编辑程序。 |

1.2.4 DesignLab Design Manager 的应用

当要开始一个新的项目，即设计一个新电路时应先打开 DesignLab Design Manager，因为它是一个 PSpice8.0 程序的总管。选择 File/New Workspace 命令，会弹出一个“New Workspace”对话框，如图 1-4 所示。

在 Name 文本框中填入设计电路的名字，并在 Location(路径)文本框中选择合适的路径如 C:\Msim_8\Projects\abcd，然后单击“Create”按钮，程序即会弹出一个新窗口。

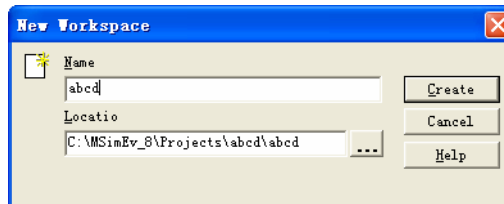




图 1-4 “New Workspace”对话框

用户可根据自己的需要或习惯来选择输入

方式。如用文本方式则选择 Tools Text Edit 命令或单击  按钮，即弹出 Text Editor 程序的窗口，可在此窗口内编辑电路输入文件。如果用电路图输入方式，则可选择 Tool/Schematics 命令或单击  按钮，即弹出 Schematics 程序的窗口，可在此窗口内输入电路图。无论用哪种方式来输入电路以及将如何对电路进行仿真分析或制作印刷电路板，DesignLab Design Manager 都会进行管理，把所有运行过的程序都放在创建的窗口中，可随时调用。

1.3 电路图输入程序

1.3.1 概述

MicroSim Schematics 是 PSpice8.0 的一个主程序。这个程序的主要功能是在窗口中的工作平台上利用元件库中的元件及程序提供有连线和连接点绘制电路。在电路完成并检测

无误后，可以对电路进行直流、交流、瞬态等各种分析和仿真，并为进一步优化电路及 PCB 版图做准备。和前面介绍过的 DesignLab Design Manager 一样，这个程序窗口中也有一组下拉式菜单命令，以及纵向、横向排列的工具按钮，如图 1-5 所示。

选择开始/程序/ DesignLab Eval 8/Schematics，打开 Schematics 窗口，如图 1-5 所示。

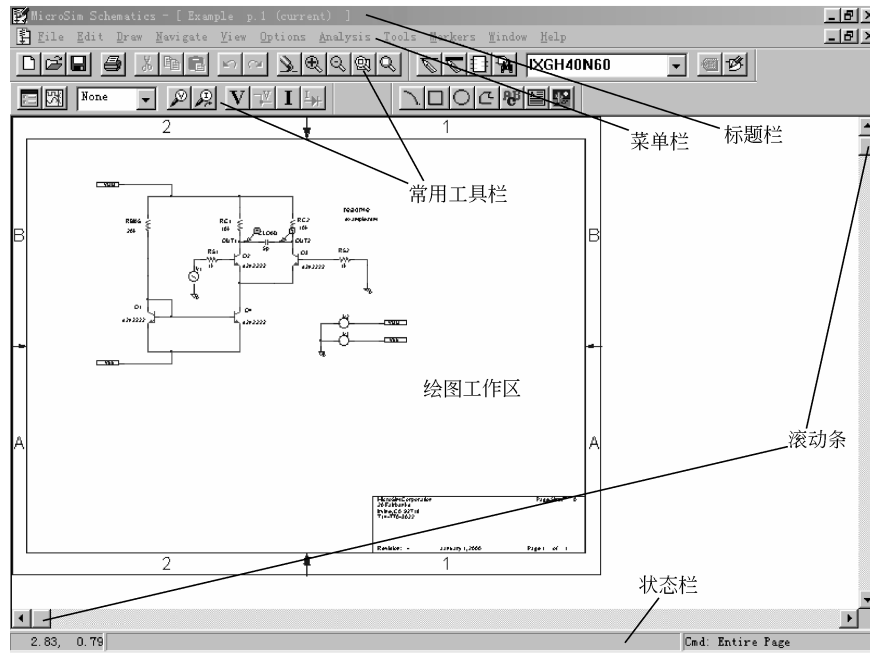


图 1-5 MicroSim Schematics 程序窗口

(1) 菜单和命令

菜单条中各菜单项的基本功能如下。

File 新建绘图、打开绘图、关闭绘图、导出文件、保存绘图、另存绘图、设置绘图中的版本检查、打印、打印机设置、编辑库文件、编辑元器件符号、显示元器件列表、操作过程中的错误列表、最近打开过的 4 个电路图文件列表、退出。

Edit 撤销上一步操作、重复上一次操作、剪切、复制、粘贴、复制到剪贴板、删除、全选、属性编辑命令、标注编辑命令、激励源编辑命令、元件符号编辑命令、编辑符号或文件的属性、查看、将图形块转换为元件符号、逆时针旋转 90°、镜像命令、按水平排列、按垂直排列、替换命令、查找命令。

Draw 重复上一次操作、重复使用元件、绘制导线、绘制总路线、绘制模块、画弧、画圆、画框、绘制多义线、插入文本、插入文本框、插入图片、元件选择、重新连线。

Navigate 显示上一页、显示下一页、选择页面、创建新页面、删除页面、复制页面、编辑页面的信息、编辑子电路中特例的属性、编辑子电路、转到下一级、转到上一级、转到最高一级、定位命令。

View 使所有元件都能显示在一页中、放大显示、缩小显示、放大所选区域、恢复上一次显示、刷新当前的绘图、使所选点成为显示的中心、设置需要使用的工具栏、设置是否显示状态栏。

Options 设置视图默认显示格式、设置设计图纸的页面大小、设置自动放置元件、设置自动命名、设置 Schematics 默认设置、设置绘图中对象的显示属性、设置视图缩放的默认参数、设置受限制的操作、设置电路原理图的解释器。

Analysis 电气规则检查、创建网表文件、编辑激励源、设置电路分析项目、设置库文件和包含文件、执行电路分析项目、Probe 功能设置、运行 Probe 检查网表文件、输出信息检查、设置分析结果显示模式。

Tools 打包命令、创建 PCB 版图的网表文件、运行 PCB 版图编辑器、显示 PCB 版图编辑器产生的注释、查看 ECO 文件日志、设置版图编辑器的参数、浏览版图网表文件、查看打包定义命令、创建子电路命令、运行优化程序、设置是否使用被优化的参数。

Markers 标注电路中的电势或数字信号、标注两个节点之间的相对电压、标注电流、高级标注、清除所有标注、显示所有标注、显示被选择的标记点的波形。

Window 新建窗口、层叠窗口、水平平铺窗口、垂直平铺窗口、重新排列窗口。

① Help 帮助主题、热键及功能表、显示用户手册、显示库表、技术支持、使用帮助、显示程序的版本及版权信息。

(2) 工具按钮

工具栏由一些图标式按钮组成，如图 1-6 所示。这些快捷按钮对应于上述的文件管理菜单(File)、视图方式菜单(View)、标注菜单(Marks)、绘图菜单(Draw)和电路分析菜单(Analysis)中的常用命令或工具。



图 1-6 Schematics 常用工具栏组成

第一排从左至右分别为新建绘图、打开绘图、保存绘图、打印、剪切、复制、粘贴、撤销上一步操作、重复上一次操作、刷新当前的绘图、放大显示、缩小显示、放大所选区域、满屏显示、绘制导线、绘制总路线、绘制模块、元件选择、最近取用的元件列表、编辑属性、编辑新符号；

第二排从左至右分别为设置分析类型、仿真分析、设置观测标识的颜色、加电压观测标识、加电流观测标识、消隐或显示直流工作点电压值、消隐或显示某一节点直流工作点电压值、消隐或显示直流工作点电流值、消隐或显示某一支路直流工作点电流值、绘制导线、绘制总路线、绘制模块、画弧、画框、画圆、绘制多义线、插入文本、插入文本框、插入图片。

(3) 绘图工作区

绘图工作区是一块均匀划分的网格区域，网点之间的默认间隔为 2.50mm。选择 Options/Display Options...可以打开如图 1-7 所示的显示方式设置对话框，可以通过单击选项前小方框和输入数值来设置显示方式。

如果电路图的大小超出屏幕显示范围，就必须借助软件提供的各种视图工具来观看整幅电路图。

如图 1-8 所示，在 Schematics 中只能看到到电路图的一部分，为了观察到整个电路，可以采用方法为：

移动垂直滚动条和水平滚动条中的滑块，浏览电路图全景。

采用自动滚屏方法，浏览整幅电路图。



图 1-7 显示方式设置对话框

将鼠标置于自动滚动区内，当鼠标指针成黑色粗箭头时，屏幕将发生自动滚动。自动滚屏的设置方法为：

选择 Options/Pan & Zoom，可以打开如图 1-9 所示的参数设置对话框，选中 Enable 选项，使自动滚屏开关处于打开状态，则可实现自动滚屏。灵敏度(Sensitivity)表示从鼠标置于自动滚动区开始，到屏幕发生滚动的延迟时间。滚动区的宽窄(Hot Zone Size)是用滚动区占屏幕尺寸的百分比来表示的，Hot Zone Size 中的数值越大，表示滚动区的范围越宽。

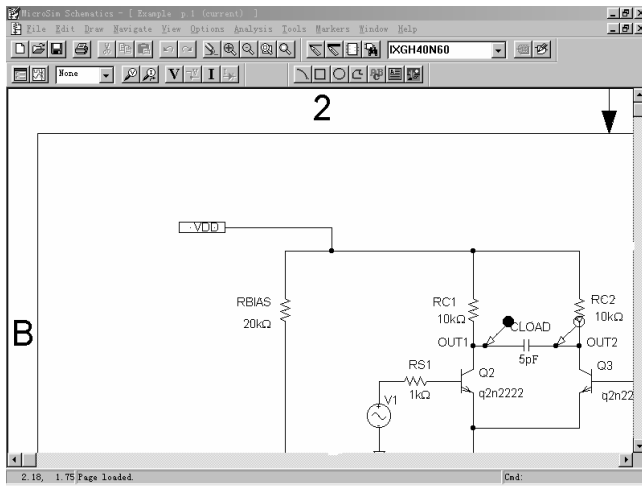


图 1-8 某电路在屏幕显示区中的部分

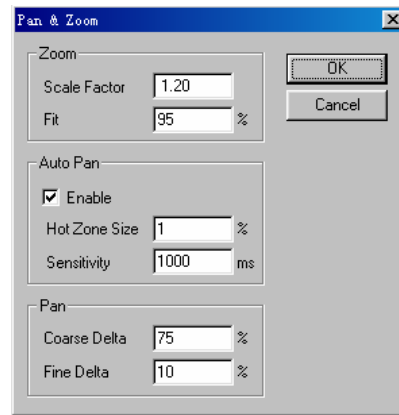




图 1-9 图形缩放及整图浏览参数设置对话框

利用菜单命令或常用工具栏中的图标直接显示整幅电路图。

可以采用的两种方法为：

- 选择 View/Fit，或单击  按钮，可显示电路图全景。
- 选择 View/Entire Page，电路图如图 1-5 所示。

在执行以上任一操作或滚屏操作后，选择 View/Previous，可撤消该次操作，屏幕将恢复到操作以前的显示状态。选择 View/Redraw 或单击  图标，还可以刷新屏幕。

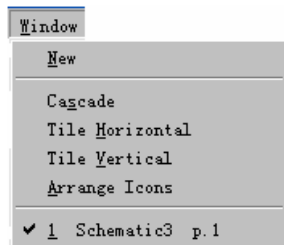


图 1-10 窗口排列菜单

以上操作都是针对单幅电路图而言。实际上，在 Schematics 中可以同时开辟多个绘图工作区，每一个绘图工作区又称为一个窗口。单击 Window，可以打开如图 1-10 所示的窗口排列菜单，可以分别实现打开一个新的窗口、层叠窗口、水平排列窗口、垂直排列窗口、排列图标和已打开的窗口列表。

(4) 状态栏

位于原理图编辑器窗口底部，状态栏被划分为三个部分：第一部分显示鼠标指针所在位置的坐标；第二部分显示当前电路图所处状态，当鼠标置于常用工具栏中的某一图标上时，还可显示该图标的提示信息；第三部分显示当前执行的菜单命令。状态栏可由 View/Status Bar 命令来设置显示或者消隐。

1.3.2 电路图绘制方法

(1) 绘制一幅电路图需要的步骤为：

- 从符号库中提取元器件符号或 I/O 端口符号；
- 摆放符号；
- 连线；

定义或修改元器件符号及导(总)线属性值；
 根据电路分析需要，在图中加入特殊用途符号和注释文字；
 保存该电路图。

(2) 现以图 1-11 单管放大电路为例，介绍电路图的基本绘制方法。

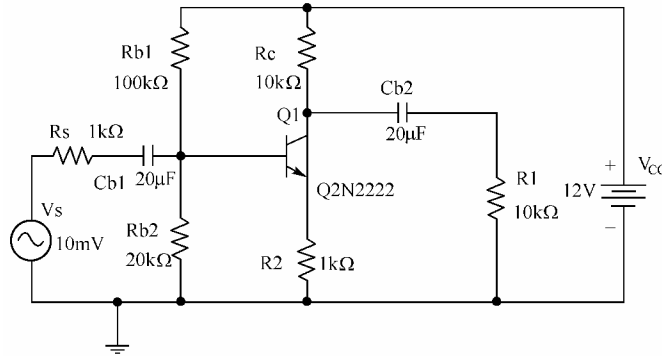



图 1-11 单管放大电路

取元件 选择 Draw/Get New Part...或单击常用工具栏中的  按钮，打开图 1-12 所示符号名输入对话框：

直接在 Part Name 栏中输入符号名(不区分大小写)，或拖动滚动条寻找并选中该符号。比如，输入 R 可以取出电阻，输入 vdc 可取出直流电压源，输入 qbreakn 可取出基本双极型晶体管。

如果对符号名称还不太熟悉，单击“Libraries...”按钮，打开图 1-13 所示符号提取对话框。

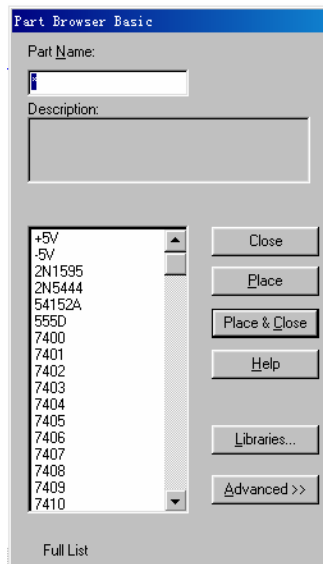


图 1-12 符号名输入对话框

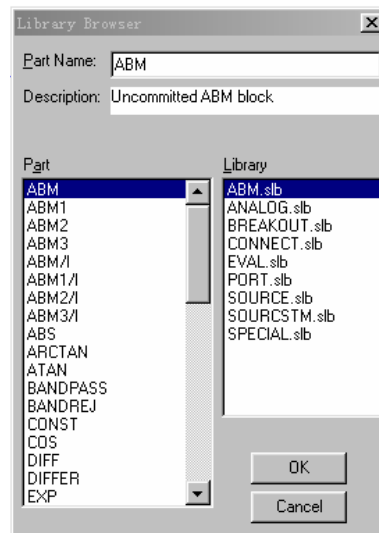


图 1-13 符号提取对话框

在图 1-13 中，选择 Library 区中的不同符号库(.SLB)，则该符号库中的元器件名称便显示在 Part 区中。在 PSpice 中，共有扩展元器件符号库(ABM.SLB)、模拟电路元器件符号库(ANALOG.SLB)、自定义模型元器件符号库(BREAKOUT.SLB)、电路连接器符号库

(CONNECT.SLB)、常用模/数字电路元器件符号库(EVAL.SLB)、电路接口符号库(PORT.SLB)、激励源符号库(SOURCE.SLB)、特殊用途符号库(SPECIAL.SLB)8个符号库。库中常用的元器件见本章附录。图 1-11 中的电阻 R 位于符号库 Analog.slb 中,直流电压源和交流电压源取自

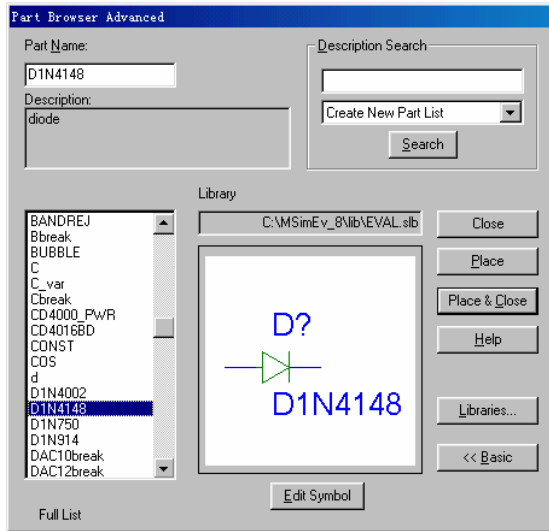


图 1-14 “高级操作”对话框

符号库 source.slb 中,接地符号 agnd(或 GND_ANALOG)存放在 port.slb 库中。

选择符号库中的某一符号,则该符号的名称便会出现在 Part Name 文本框中,同时,Description 文本框中出现一行文字,说明该符号的含义。找到所需的电路符号后,单击“Place”或“Place & Close”按钮,便可取出该符号。双击某一符号可以直接将其取出。

单击图 1-12 中的“Advanced”按钮,可打开图 1-14 所示“高级操作”对话框,在图 1-14 中,可以显示所选器件的符号,还可以单击“Edit Symbol”按钮,进入符号编辑器。

摆放符号。

取出符号后,单击绘图工作区中的某一点,符号将沿该点摆放一次,鼠标恢复成摆放前状态,表示可以继续摆放该符号。

- 如果电路中有多个同种类型元件,则需要单击鼠标多次,将该元件符号摆放多次。
- 单击鼠标右键或双击鼠标左键,可以结束摆放操作,取错了符号,也可以单击鼠标右键撤消。

• PSpice 可以对符号进行旋转或水平翻转操作,键盘操作为:同时按下<Ctrl>和<R>键,可以将符号沿逆时针方向旋转 90°;同时按下<Ctrl>和<F>键,可以将符号水平翻转。

• 如果要重新调整符号位置,单击某一符号并拖动,可将该符号移动到其他位置。如果弹力线开关(Rubberband)处于开状态,如图 1-4 所示,则符号移动后仍通过导线与原电路相连,如图 1-15(a)所示;如果弹力线开关关闭,则符号移动后将脱离原电路,如图 1-15(b)所示。弹力线开关取决于图 1-7 中 Rubberband 项的设置方法。

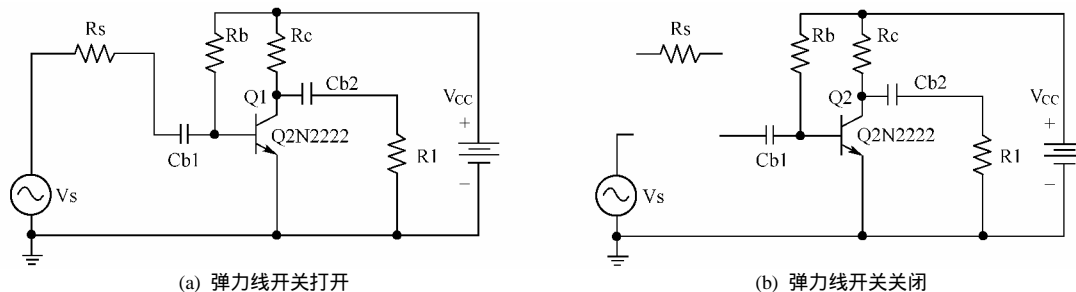


图 1-15 移动电阻后的两种电路状态

如果需要对符号进行删除、复制及旋转等其他操作,则必须先选中相应的操作对象,操作对象可以是单个符号、多个符号及电路块。

选择单个符号:单击某一符号,如果符号的颜色变成红色,表示已选中该符号。