
高等学校教学参考用书

模拟电子电路中的应用

陈建国 张爱全 张庆慧 编著

山西科学技术出版社

前 言

慧博软件是目前各种电路分析计算软件中最好的电路辅助设计与分析软件,该软件具有模拟和数字电路的分析能力,世界各国的半导体元件公司为它提供了上万种模拟和数字元件组成的元件库,使该软件的仿真更可信,更真实。它所使用的图形输入原理图,易学易懂,计算仿真快速准确,虚拟仪器功能可以像使用实际仪器一样测量电路中所有的节点电压和支路电流,并且可以在图形显示窗口显示各种分析结果。整个程序采用菜单操作,使用起来非常简单方便。该软件几乎完全取代了电路和电子电路实验中的真实元件、面包板、信号源、示波器和万用表。有了该软件就相当于有了电路和电子学实验室。

本书对该软件中的菜单、元件的虚拟器进行了说明,并介绍了如何用慧博软件完成电子电路的实验和设计。本书是学习电路和电子电路课程的辅助教材,书中给出了部分电工学、电路和电子电路方面的例题,目的是帮助读者短时间学会该软件的使用。

本书适合大专院校电类和非电类专业电工学、电路、模拟电路、数字电路、自动控制理论等课程,可以作为此类课程的 辅助教材参与课程的同步教学。

本书共分八章,第一章、第二章、第三章、第四章、第七章由陈建国、张爱全编写,第五章、第六章、第八章由张庆慧编写。

在本书的编写过程中,得到了夏路易副教授的大力帮助,在此表示衷心的感谢。由于编者能力和见识所限,加上时间紧且参考资料较少,有不妥之处在所难免,恳请广大读者指正。

编 者

陈建国 张庆慧

目 录

第一章 软件简介

1.1 特色简介	1
1.2 软件的使用环境	1
1.3 分析电路的过程	1
1.4 元器件种类概述	1
1.5 软件主窗口	1
1.6 输入电路原理图	1

第二章 软件菜单

2.1 文件菜单	1
2.2 编辑菜单	1
2.3 电路菜单	1
2.4 分析菜单	1
2.5 窗口菜单	1
2.6 鼠标右键菜单	1
2.7 常用菜单按钮	1

第三章 软件虚拟元器件

3.1 电源类元件	1
3.2 基本元器件	1
3.3 二极管	1
3.4 晶体三极管	1
3.5 模拟集成电路	1
3.6 混合集成电路	1
3.7 数字集成电路	1
3.8 逻辑门电路	1
3.9 数字功能电路	1
3.10 指示器	1
3.11 控制环节	1

第四章 虚拟仪器	第四章
源圆 杂元器件	源圆雪
源圆 数字多用表	源圆雪
源圆 信号发生器	源圆雪
源圆 示波器	源圆雪
源圆 波特图装置	源圆雪
源圆 数字信号发生器	源圆雪
源圆 逻辑分析仪	源圆雪
源圆 逻辑转换器	源圆雪
第五章 一些元件的使用	第五章
源圆 常用仪器	源圆雪
源圆 指示元件	源圆雪
源圆 电源元件	源圆雪
源圆 一般元件	源圆雪
源圆 模拟集成电路	源圆雪
源圆 混合集成电路	源圆雪
源圆 数字元件	源圆雪
源圆 杂元器件	源圆雪
第六章 MATLAB在电子电路仿真中的应用	第六章
源圆 在电路方面的应用	源圆雪
源圆 在模拟电路方面的应用	源圆雪
源圆 在数字电路方面的应用	源圆雪
源圆 在控制系统仿真中的应用	源圆雪
源圆 在数模、模数转换方面的应用	源圆雪
源圆 三态门实验	源圆雪
第七章 仿真中遇到的问题	第七章
第八章 MATLAB在电子技术课程设计中的应用	第八章
源圆 双路防盗报警器	源圆雪
源圆 直流稳压电源的设计	源圆雪
源圆 数字式电容测量仪的设计	源圆雪
源圆 智力竞赛抢答计时器的设计	源圆雪

晶体管在电子电路中的应用

陈建国 张爱全 张庆慧 编著

*

山西科学技术出版社出版 太原建设南路 15 号 雪

山西省新华书店发行 山西印刷厂印刷

*

开本 787mm×1092mm 1/32 印张： 12.5 字数：250 千字

1988 年 1 月第 1 版 1988 年 1 月太原第 1 次印刷

印数：5000 册

陈建国 张爱全 张庆慧 编著

裁：160mm 定价：1.50 元

如发现印、装质量问题，影响阅读，请与印厂联系调换。

第一章 软件简介

1.1 特色简介

软件是建立在平台上的电子电路设计及电路运行仿真软件,由深圳科技有限公司开发。该软件有如下特点:

(1) 集成一体化设计环境

使用软件进行电子电路设计、画图、分析和输出分析结果可在一个集成菜单系统中完成。

(2) 专业的原理图输入工具

用户可以轻松地用鼠标抓取元器件并将它放入原理图中,个性元器件属性非常简单,智能连线能使做图更加迅速和快捷。

(3) 使用软件内核

本软件采用工业标准的软件,只要把原理图网表和输入信号提供给软件,它就会在一定的时间内仿真电路的行为并将仿真结果输出。

(4) 采用仿真平台得到真实的结果

软件中使用了虚拟仪器技术,仿真电子电路就像在实验室做实验,甚至比做实验还要容易,因为不会由于实验仪器破旧不堪损坏仪器、元器件而感到烦恼。本软件有如下虚拟仪器:示波器,函数发生器,万用表,频谱绘图仪,数字字符发生器,逻辑分析仪。

(5) 分析功能既多又强大

本软件包括种分析工具:

直流工作点	瞬态分析	交流频率扫描
付立叶变换	噪音分析	失真度分析
温度扫描	模型参数扫描	交流灵敏度
直流灵敏度	零极点分析	传递函数
最差情况	蒙特卡罗	

(6) 提供准确的模型

该软件为有源和无源器件提供了广泛的模型库,同时还为和逻辑数字电路提供了个模型。

1.2 Multisim软件的使用环境

1.2.1 硬件要求

配置: 单机在 100MHz 以上, 网络服务器要求使用 100MHz 以上

内存: 16MB, 最好是 32MB

硬盘: 100MB 以上剩余空间

软驱: 3.5 英寸

显示器: 100MHz 以上的彩色显示器

打印机: 100MHz

1.2.2 软件环境

单机要求有 Windows 95 操作系统的支持, 对于采用客户机/服务器网络结构的可采用 Windows NT 操作系统。

1.2.3 Multisim 软件的安装

Multisim 软件一般要安装到计算机硬盘上才能正常运行, Multisim 提供了安装程序, 存放在 1 号盘内。文件名为 Multisim95.exe。安装时将 Multisim 的软盘 1 号盘置于驱动器中, 调用 Multisim 的安装程序即可。光盘版的 Multisim 安装程序快捷方式与软盘的安装方法同上。

1.3 分析电路的过程

第一步, 输入欲分析的电路原理图;

第二步, 编制元器件属性, 使元器件数值和参数与分析电路一致;

第三步, 在电路输入端加入适当的信号;

第四步, 选择和连接适当的测试设备;

第五步, 选定分析功能和设置分析参数;

第六步, 接通开关进行仿真。

1.4 元器件种类概述

(1) 信号源

直流电压、直流电流、交流电流、电压控制电压、电压控制电流、电流控制电压、电流控制电流、正弦波、方波、脉冲、时钟、脉宽调制、移频键控多项式、分段线性可控、压控振荡器和非线性独立源。

(圆)基本元件

电阻、电容、电感、继电器、开关、延时开关、压控开关、电流控制开关、上拉电阻、可变电阻、电解电容、可变电容、可变电感、电感对和非线性电感。

(猿) 二极管

普通二极管、稳压二极管、发光二极管、整流桥、双向触发二极管、单向晶闸管、双向晶闸管。

(源)晶体管

晕晕型 月载 孕孕型 月载 晕沟道 允载 孕沟道 允载 猿端端增型 晕沟道 酩酩月载
猿端耗尽型 晕沟道 酩酩月载 猿端增强型 孕沟道 酩酩月载 猿端耗尽型 孕沟道 酩酩月载 源
端增强型 酩酩月载 源端耗尽型 酩酩月载

(缘)模拟集成电路

猿脚和 缘脚运算放大器、比较器和锁相环。

(远)混合集成电路

粤轱和 阅轱转换器、缘缘定时和单稳态触发电路。

(苑)苑源和 源田系列集成电路

几乎是全源系列和源四系列的常用数字电路。

(愿)逻辑门

三态缓冲器、缓冲器和施密特触发器。

數字元件

器。

(示器)指示器

灯、电压表、电流表、发光探头、波段译码器、蜂鸣器、条码显示器。

(罂)控制环节

微分器、积分器、增益环节、传递函数、限幅器、乘法器、除法器 and 加法器。

(罅)杂元件

保险丝、有损和无损传输线、石英晶体、直流电动机、电子管和用笔式记录仪转换器。

录缘 耕税粵主窗口

编辑主窗口由菜单、常用工具按钮、元件选取按钮和原理图编辑窗口组成, 见图 1-1。

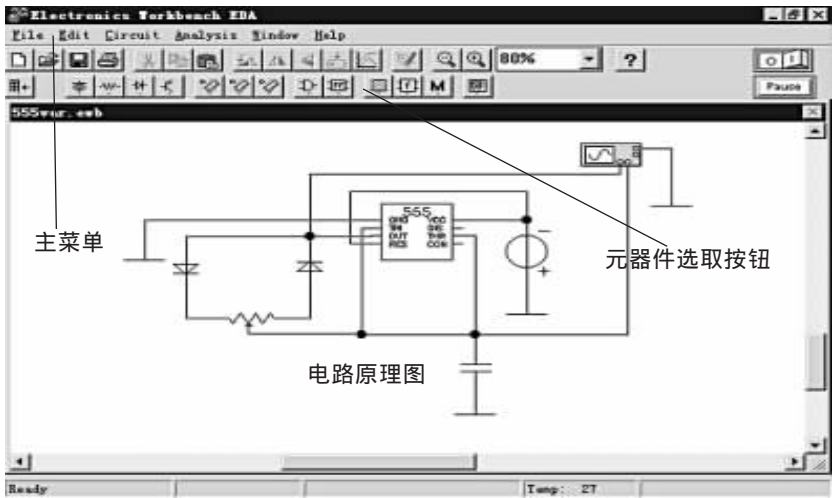


图 员原员 鼠标主窗口图

鼠标 输入电路原理图

输入电路图步骤：

（员调入元件

使用元件按钮调出图中所需的元件，若元件方向不符合要求，使用旋转、水平翻转和垂直翻转按钮将其方向调整合适。

（圆连接线路

①使用鼠标左按钮就可以拉出一根线，当此线连到其他元件的引脚或其他连线上时会在其上显示出一个小黑点，小黑点出现后，松开鼠标按钮，就画出一根线。

②若是在一个元件上的引脚之间连线，需要借助连接器（一个黑点，使用基本元件按钮可以调出 连接，方法是每一个引脚都向连接器连线。

③每一个连接器或是两线相交自动形成的连接器在连线时只有上下左右四个方向可以引出线，因而在画线时要确定所画的线与连接器的相交方向。

（猿移动元件或线

①当鼠标接近元件，鼠标变成手的形状时，按下并保持鼠标左按钮，然后移动鼠标就可以移动元件。

②当鼠标接近一条线，变成左右或上下的箭头时，按下并保持鼠标左按钮，然后移动鼠标就可以移动连线，选中左右箭头可以左右移动线，选中上下箭头可以上下移动线。

（源删除元件或线

①删除元件时,先将鼠标移到待删除的元器件上,单击鼠标左键,当元器件变为红色或绿色时,再选择删除工具(剪刀形状的按钮或鼠标右键菜单中的剪切),就能将元件删除。

②删除连线时要用鼠标点亮要删除的连线,然后用鼠标右键菜单中的删除线功能将线删除。

(缘)设置元件属性卡

当元件和连线都完成后,就可以设置元件参数了。方法是用鼠标双击元件,元件属性卡就会出现在屏幕上。

分析步骤:

第一步,使用虚拟仪器测量电路。当原理图输入完毕后,只要按下屏幕右下角的电源开关,电路就开始工作了,随后的测量方法和测量实际电路一样(但要注意这是计算机仿真,所有的电压和电流都是计算出来的,所以屏幕显示速度和实际电路有差别,特别是对速度慢的计算机)。

第二步,进行分析。首先应该设置分析,该软件有多种分析能力,只有正确选择和设置分析参数,才能得到正确的分析结果,分析结果将在图像显示窗口中显示。

第三步,出现问题。若是在分析(虚拟仪器测量)中出现错误信息,则可能是收敛、模型和连线等方面的问题,请参阅第七章。

第二章 Multisim软件菜单

图2-1 文件菜单

文件菜单包括建立电路图文件、打开电路图文件、保存电路图文件和电路图文件转换等方面的内容,见图 2-1。

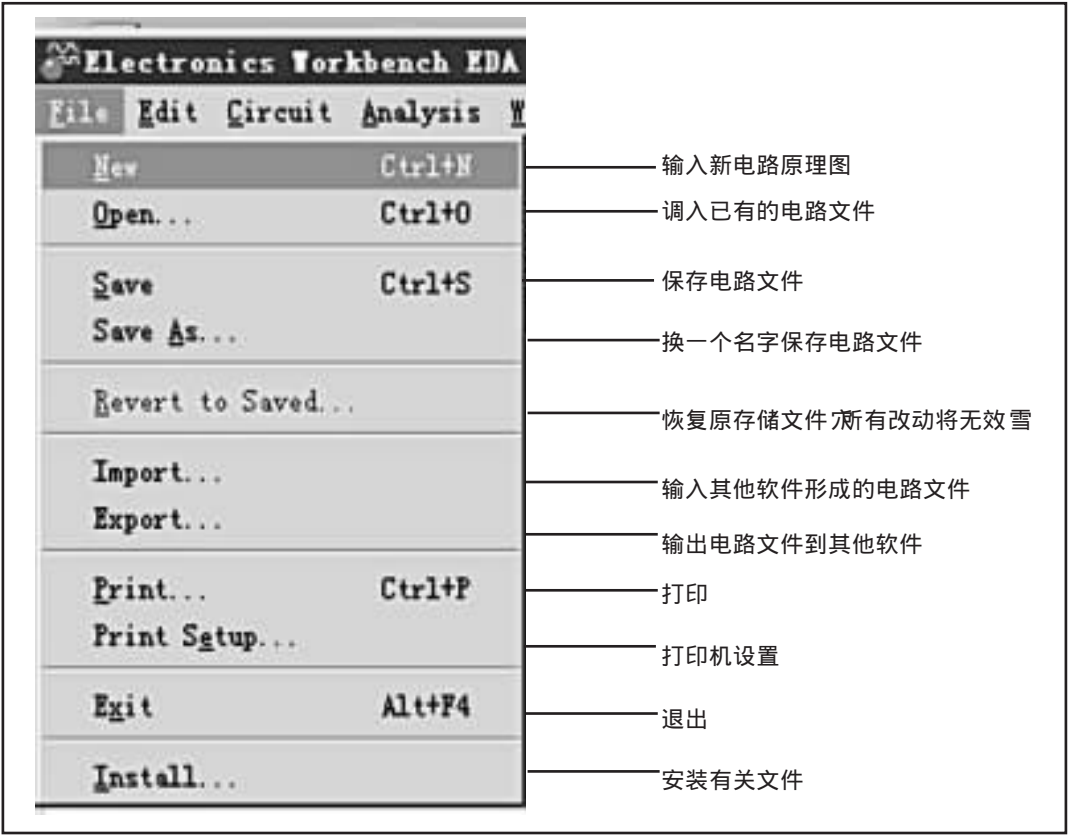


图 2-1 文件菜单图

说明：

- ① 新文件(新建):建立新文件。

- ②打开文件(韵奏):将已有文件调到本软件中。
- ③存盘(葬纂):将正在仿真的电路原理图名存入磁盘。
- ④换名存盘(葬纂葬):将正在仿真的电路原理图换个名存入磁盘。
- ⑤输入其他电路文件菜单(陨奏删):可输入 葬粤坛网表文件(宰粤赠葬扩展名为 葬粤或 悦粤)并形成原理图。
- ⑥输出电路文件到其他软件(耘粤删)可将电路原理图文件以扩展名为 粤粤删和 粤粤的文件存入磁盘,以便其他软件调用。
- ⑦打印(粤粤粤)打印内容见下图 圆-圆,通过选择可以选择打印内容,可一次选择几项内容同时打印。

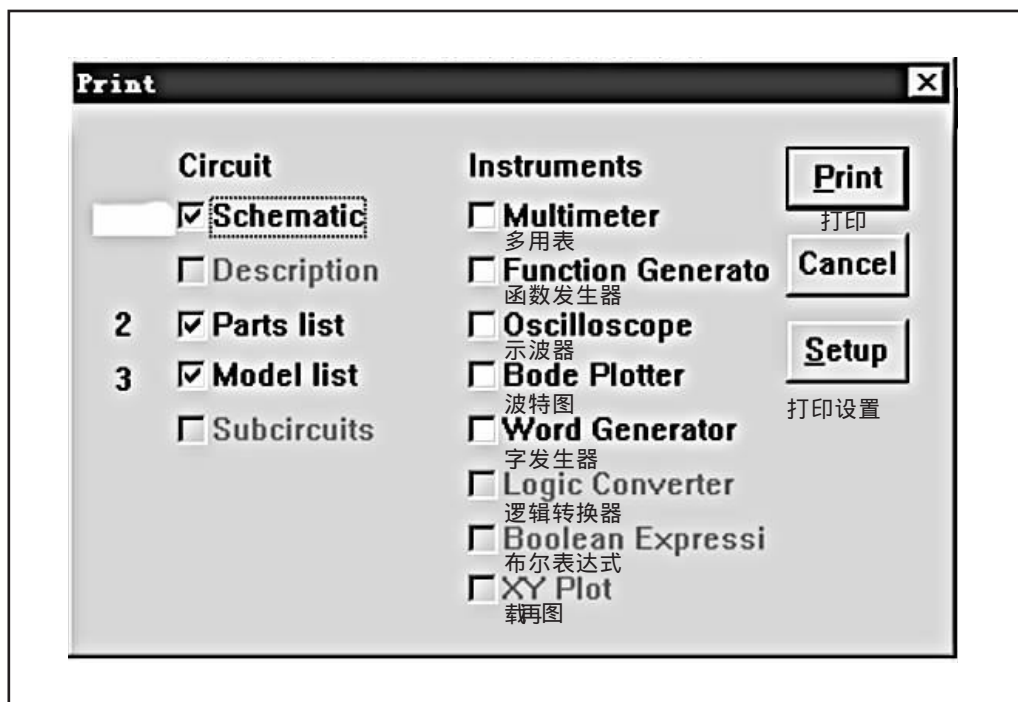


图 圆-圆 打印内容图

- ⑧打印设置(粤粤粤粤粤)由于该软件使用 宰粤赠葬系统的打印机,所以设置方法同 宰粤赠葬打印设置方法一样。

圆-圆 编辑菜单

编辑菜单中的剪切、粘贴功能基本上同其他 宰粤赠葬软件的编辑菜单,见下图圆-猿 现说明如下:

以位图方式拷贝到剪切板(悦世增译)

将原理图以位图方式拷贝到 幸世增软件的剪切板 ,一旦到了剪切板中很多幸世增软件都可以使用 ,例如写论文等。

本菜单使用步骤

- 第一步 ,选取本菜单 ,光标变成十字 ;
- 第二步 ,按下并保持鼠标左按钮将欲拷贝到剪切板的原理图用矩形框框住 ;
- 第三步 ,释放按钮 。

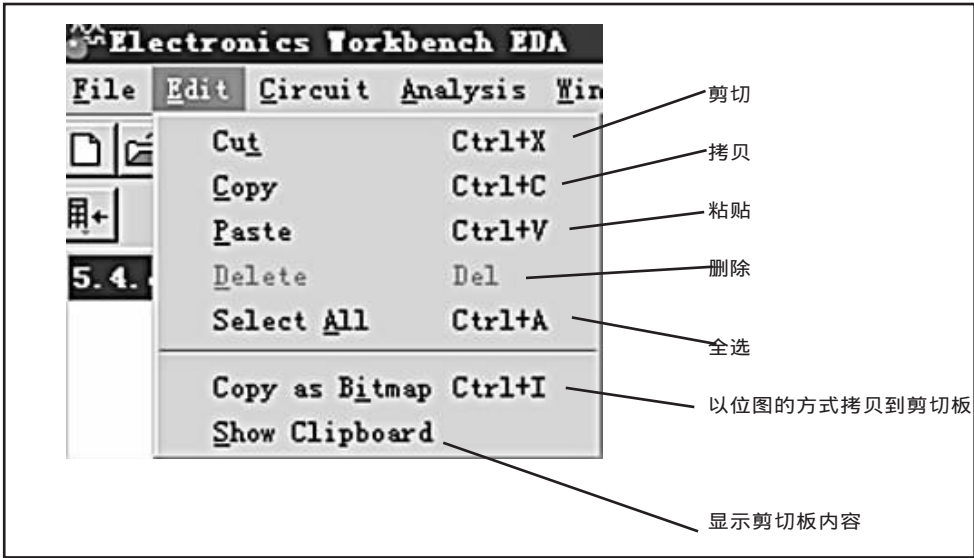


图 圆-猿 编辑菜单图

电路菜单

电路菜单除包括操作元件的命令 ,例如旋转、水平和垂直翻转软件等 ,还包括元件属性和形成子电路方面的命令。电路菜单见图 圆-源

元件属性(悦世增译)菜单

该菜单用于修改元件的参数。选中此菜单的方法有三种 :一是用鼠标双击原理图中的元件 ;二是选中元件后调用此菜单的功能 ;三是选中元件然后单击鼠标右键弹出菜单中再选择此菜单功能。元件属性卡包括如下内容 ,见图 圆-缘

- ① 标记(构造)卡 :输入元件的名字和 阙,元件名可以随意输入和更改 ,而 阙则是按照调入元件的顺序由计算机自动加入的 ,阙也可以更改 ,但不能有重复。例如电阻的 阙为 砾员,砾圆,... ,电容的 阙为 悦员,悦圆,悦猿,... ,标记和 阙可由原理图选择 (悦世增译)菜单控制显示或隐藏。

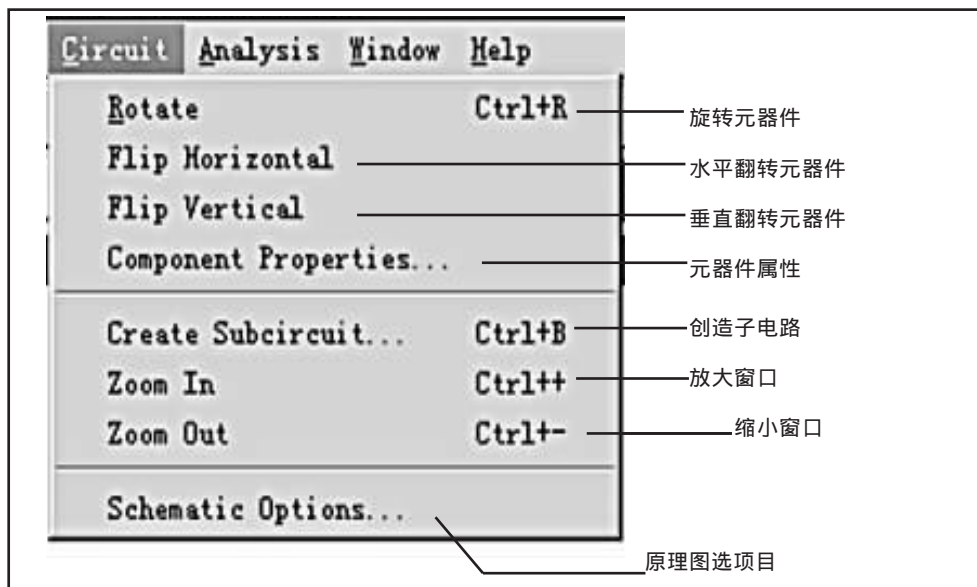


图 2-1 编辑菜单图

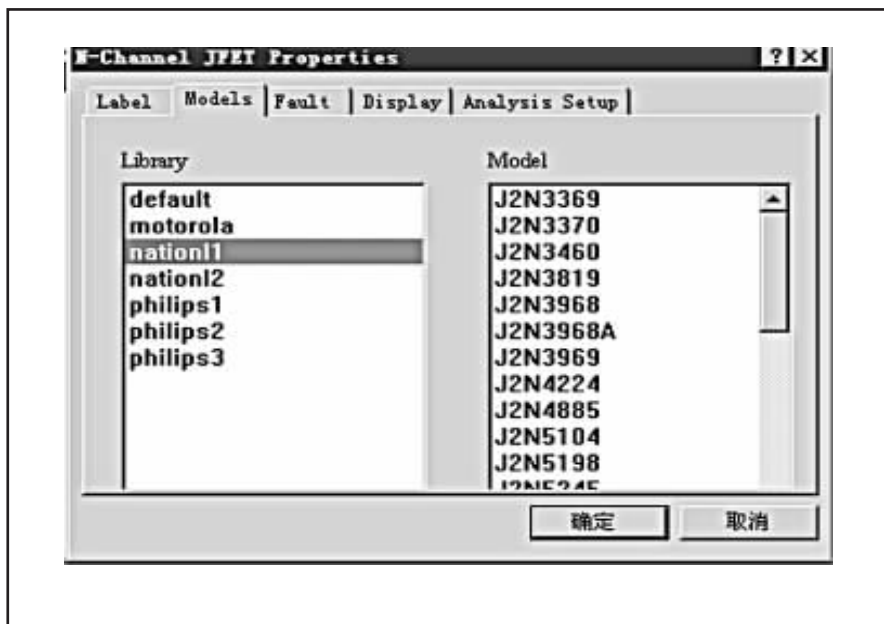


图 2-2 结型场效应管的元件属性卡

②数值(数值菜单):每一个元件的数值参数方面的项目是不同的,它取决于元件的复杂程度。元件数值可由原理图选择(数值菜单)控制显示或隐藏。

③模型(模型菜单):用于选择元件的模型,可以选择理想型或真实型。元件的当前模型是理想模型,模型名可由原理图选择(模型菜单)控制显示或隐藏。

④原理选择(原理选择菜单):用于设置连线的颜色等项内容。

⑤错误(错误菜单):设置元件某两个引脚之间的错误,用于仿真实电路和元器件,分三种情况:

泄漏(泄漏菜单):在元件的某两个引脚之间接上一个电阻使电流被旁路;

短路(短路菜单):在元件的某两个引脚之间接上一个小阻值电阻使之短路;

开路(开路菜单):在元件的某两个引脚之间接上一个大阻值电阻使之开路。

⑥节点(节点菜单):用于指定连接点的阙和该连接点是否用作试验点。

⑦显示(显示菜单):决定显示的内容。

⑧分析设置(分析设置菜单):用于指定分析温度和初始条件。

创建子电路菜单(创建子电路菜单)

电路的全部或部分可以形成子电路,并可在本电路中调用,步骤如下:

第一步,选择好做子电路的电路部分,用鼠标选取;

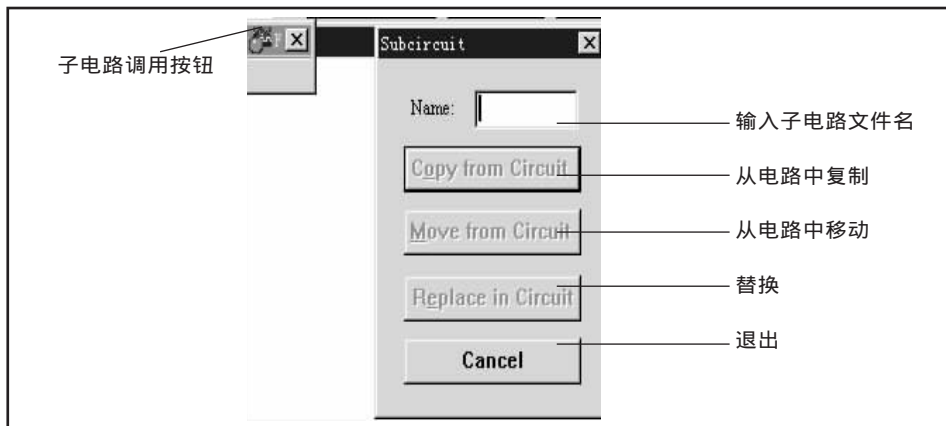
第二步,调用创建子电路菜单(创建子电路菜单),其屏幕显示:

拷贝(拷贝菜单):将选择的电路移动到子电路窗口,原电路不变。

移动(移动菜单):将选择的电路移动到子电路窗口,原电路将取消移动到子电路的部分。

代替(代替菜单):用子电路代替电路中的一部分或全部子电路

调用:子电路调用使用图圆-远中屏幕右上角按钮。



图圆-远 子电路调用按钮

原理图选择菜单(封装原理图的选择)

使用该菜单可以进行栅格(显示) 显示/隐藏(封装原理图) 标记字形(封装原理图) 和数值(封装原理图) 等设置工作, 见图 圆-苑

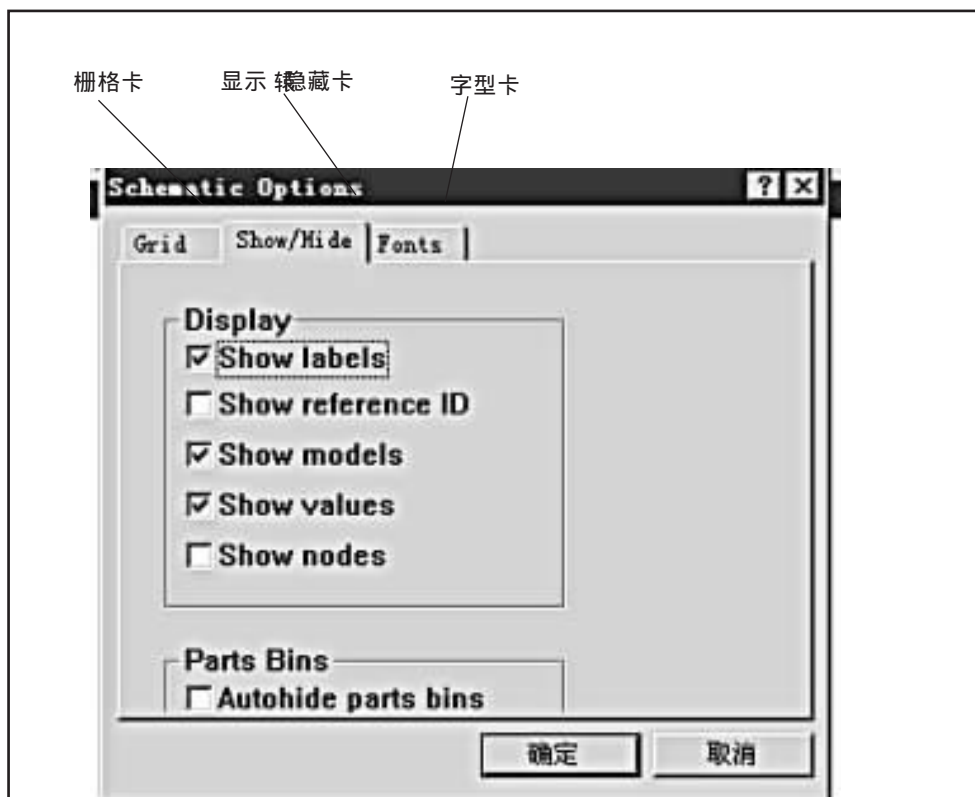


图 圆-苑 原理图选择卡图

说明:

① 栅格卡(封装):

显示栅格(封装原理图) 使用栅格(封装原理图)

② 显示/隐藏卡(封装原理图): 显示(封装原理图) 方面的设置:

显示元件标记(封装原理图) 显示元件参考 编号(封装原理图)

显示元件模型名(封装原理图) 显示元件参数(封装原理图)

显示节点号(封装原理图)

③ 有关元件引脚(封装原理图) 的设置: 自动隐藏元件引脚(封装原理图)

④ 字型卡(封装): 有关标记(封装原理图) 的设置:

字形名(封装原理图)

字形尺寸(封装原理图)

设置标记字形(封装原理图)

- ⑤有关数值()的设置：
- 字形名()
- 字形尺寸()

图 分析菜单

分析菜单用于设置分析等项操作 ,见下图 图-愿

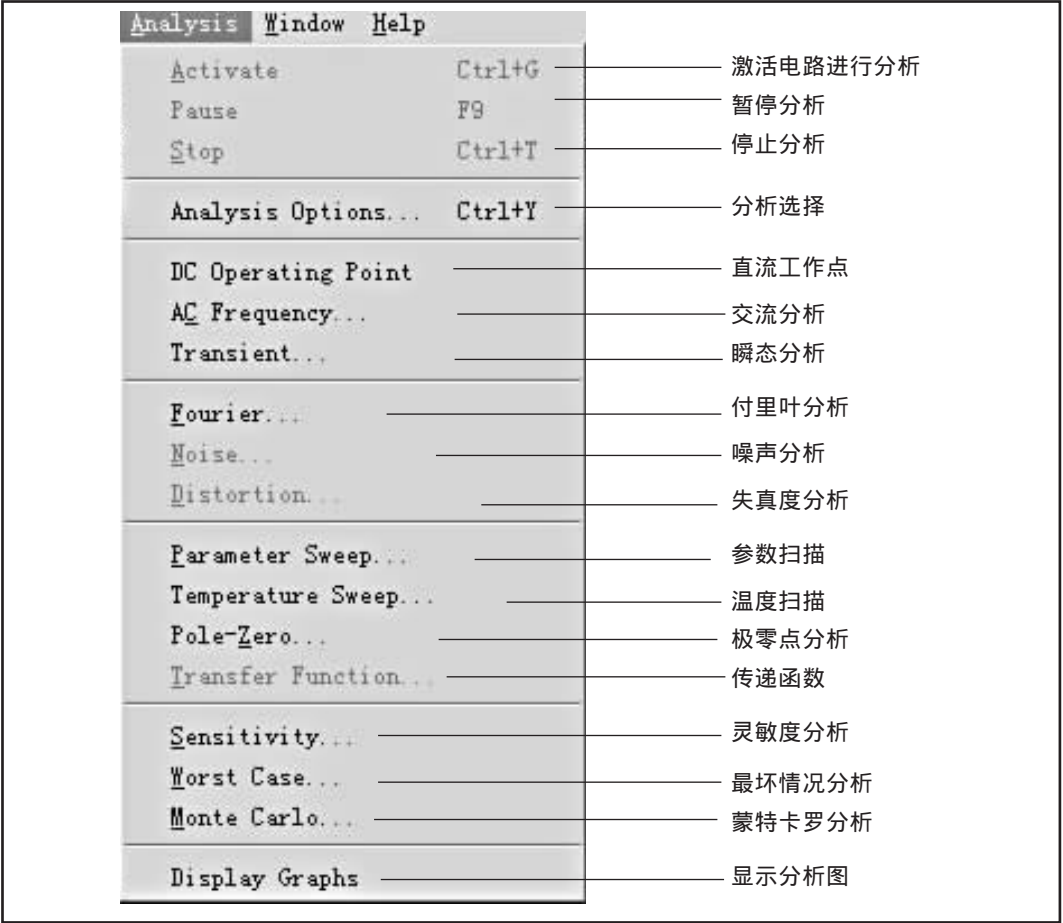


图 图-愿 分析菜单图

说明：

为激活分析()

该菜单的功能相当于接通了电路的电源开关(数字电路和电源开关可由字发生器接通)。