

PSpice 电路分析软件在当代电子产品开发中占有重要的地位。电子产品设计是根据设计要求画出合理的电路原理图,然后利用 PSpice 对电路进行仿真,检验电路是否达到设计要求,与此同时优化参数。待仿真成功后,才能设计印制板电路图(可利用 Cadence OrCAD 自动完成),宣告产品设计完成。

从本章开始介绍如何应用 PSpice 分析电路,先从三大基本分析(即直流分析、交流分析和瞬态分析)入手,然后介绍其他分析。本章介绍 PSpice 分析的基础部分:直流分析。直流分析之所以重要其原因有以下 3 点:

- ① 直流电路本身的需要;
- ② 电子电路作交流分析时,大都需要应用小信号模型,建立小信号模型必须作直流分析,以便计算其静态工作点;
- ③ 瞬态分析时必须计算初始值,也是要作直流分析,更不用说用牛顿拉夫逊迭代求解时更是反复地调用直流分析程序。

由上述可见直流分析在 PSpice 分析电路中的基础地位。直流分析可对大信号非线性直流电路进行分析。本章先介绍其基本分析,其他功能留待后述。

一个电路设计能够使用 PSpice 分析和优化的两个必备条件是:

- ① 元件必须都有 PSpice 的仿真模型,这也是必需进入 Pspice 库的原因,如库中没有相应的模型,也可以自建模型加入库中;
- ② 在电路中含有激励源(或者电路中有存储能量)。

对于这两点的具体含义和实现方法,在后面的分析举例中逐渐说明。

3.1 运行 PSpice 的基本步骤

3.1.1 电路原理图输入方式

PSpice 有两种输入方式:电路原理图输入方式和文本输入方式,目前常用电路原理图输入方式。Cadence OrCAD 统一由 Capture 窗口进行输入和调用 PSpice 分析。在如图 2-3 所示的 Capture 基本操作界面中,每次开始绘制新电路图时,需要首先创建仿真电路图文

^① .DC 为文本输入时,直流分析命令。前面的“.”不能少。也称其为点语句。

件,有两种方式实现,方法如下:

使用菜单: 选择菜单 File/New/Project 命令,打开如图 3-1 所示的 New Project(建立新工程)对话框。



图 3-1 建立新的工程

使用按钮: 在工具栏中单击新建按钮 ,也可打开图 3-1 所示的对话框。

在打开的对话框中,Name 文本框中输入文件名,如 DC; 在下面的单选按钮中选择 Analog or Mixed A/D project,要注意这是由 Capture 直接调用 PSpice 的按钮,不要选错。



图 3-2 PSpice 分析的设计来源选择

图 3-1 中其他 3 个仿真类型选项的含义为:

- PC Board Wizard: 为 PCB 制版而新建的工程;
- Programmable Logic Wizard: 为可编程逻辑器件仿真而新建的工程;
- Schematic: 只为绘制原理电路图而新建的工程。

最后在 Location 中指定文件所放的文件夹后,单击 OK 按钮,则会打开图 3-2 所示的 PSpice 分析的设计来源选择对话框。选择 Create a blank project(创建空白设计)或 Create based upon an existing project(基于已有的设计创建 PSpice 文件),这里选择前者。最后单击 OK 按钮,进入到仿真电路图绘制窗口,如图 3-3 所示。

原理图的具体绘制方法已经在第 2 章中具体讲过了,下面主要说明在使用 PSpice 时绘制原理图应该注意的地方。

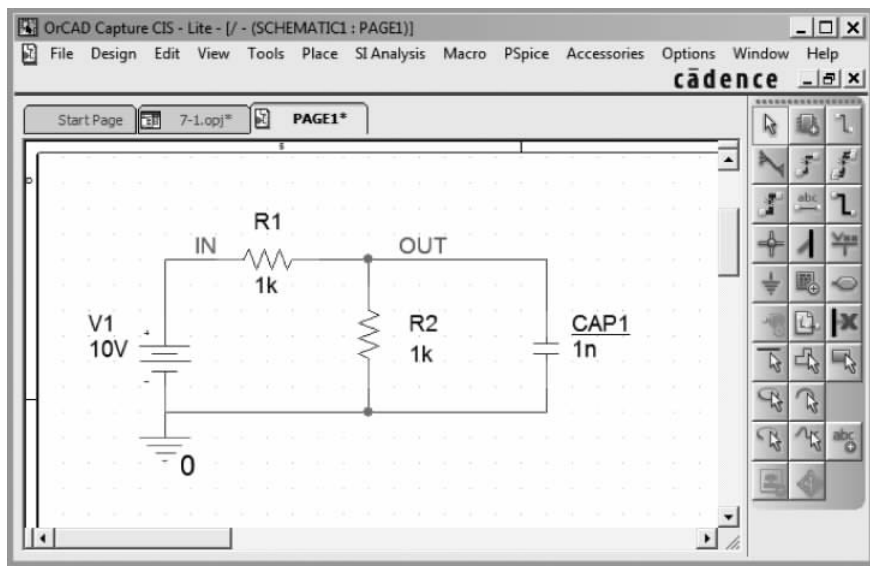


图 3-3 仿真电路图输入窗口

(1) 新建 Project 时应选择 Analog or Mixed-signal Circuit。

(2) 调用的元器件必须有 PSpice 模型。

① 调用 OrCAD 软件本身提供的模型库, 这些库文件存储的路径为 Capture\Library\pspice, 此路径中的所有元器件都有 PSpice 模型, 可以直接调用。

② 若使用自己创建的元器件, 必须保证 *.olb、*.lib 两个文件同时存在, 而且元器件属性中必须包含 PSpice Template 属性。

(3) 原理图中至少必须有一条网络名称为 0, 即接地。

(4) 必须有激励源: 原理图中的端口符号并不具有电源特性, 所有的激励源都存储在 Source 和 SourcesTM 库中。

(5) 电压源两端不允许短路, 不允许仅由电源和电感组成回路(因为直流分析时电感当作短路处理); 也不允许仅由电流源和电容组成的割集(因为直流分析时电容当作开路处理)。如需要时, 有一个解决方法是: 电容并联一个大电阻, 电感串联一个小电阻。

(6) 最好不要使用负值电阻、电容和电感, 因为它们容易引起不收敛。

3.1.2 创建新仿真文件

当仿真电路图绘制完毕后, 首先存盘, 然后创建新仿真文件。选择菜单 PSpice/New Simulation Profile 命令, 或者单击常用工具栏的  按钮, 便打开 New Simulation(新仿真)对话框, 如图 3-4 所示。

在新仿真对话框的 Name 文本框中输入仿真文件名(如 DC), 单击 Create 按钮, 打开 Simulation Settings(仿真设置)对话框, 如图 3-5 所示。3.2 节将举例说明此对话框的参数设置, 即不同分析内容的不

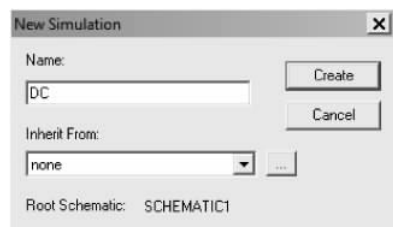


图 3-4 创建新仿真对话框

同设置方法。设置完毕单击 OK 按钮,返回电路图窗口。这个对话框经常用到,因此十分重要。

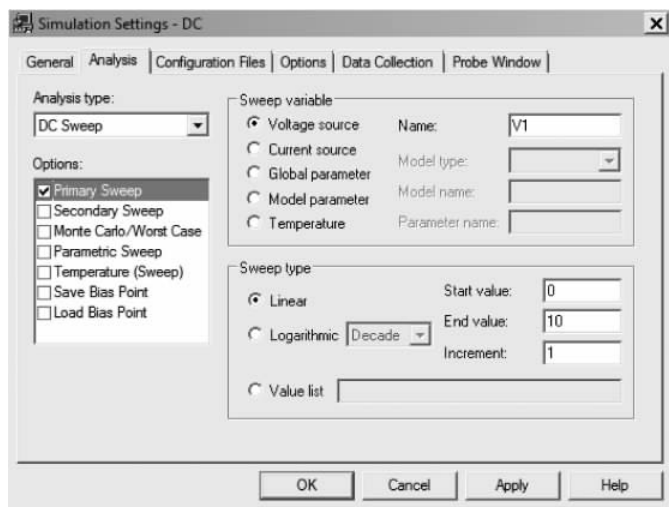


图 3-5 仿真设置对话框

由图 3-5 可知,在仿真设置对话框中除了 Analysis(分析)参数设置标签页,还有 5 个参数设置标签页。

1. 一般参数设置(General)

此标签页的功能是设置参数属性文件名称等基本信息,其页面设置如图 3-6 所示。

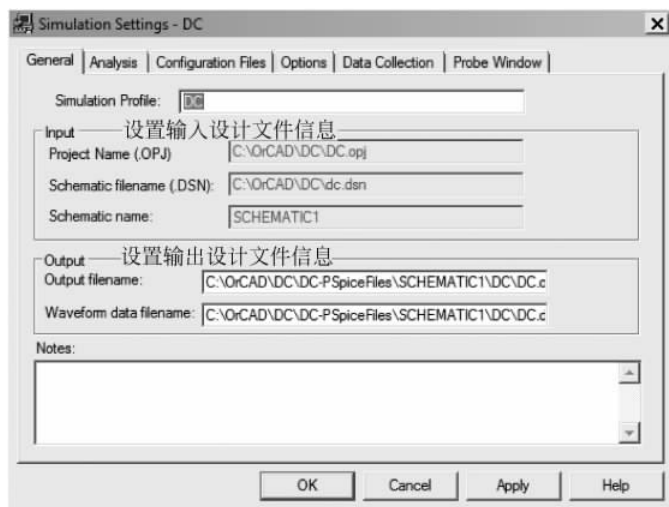


图 3-6 一般参数设置标签页

2. 仿真配置文件(Configuration Files)

此标签页的功能是添加在仿真过程中与之相匹配的文件信息,如模拟仿真库文件、模型库文件以及所有的输入输出属性参数文件,可根据需要添加相应的设计、属性参数文件等信息,来供模拟仿真设计使用,其页面设置如图 3-7 所示。

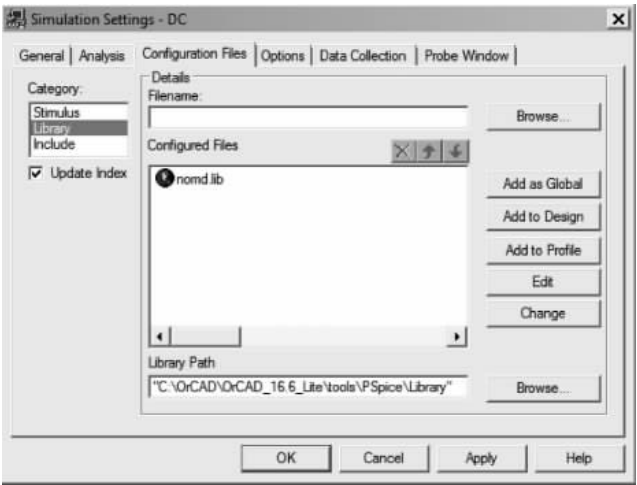


图 3-7 仿真配置文件标签页

3. PSpice 中的参数选项设置(Options)

此标签页的功能是设置在 PSpice 运行环境时相关分析的具体参数选项,其页面如图 3-8 所示。

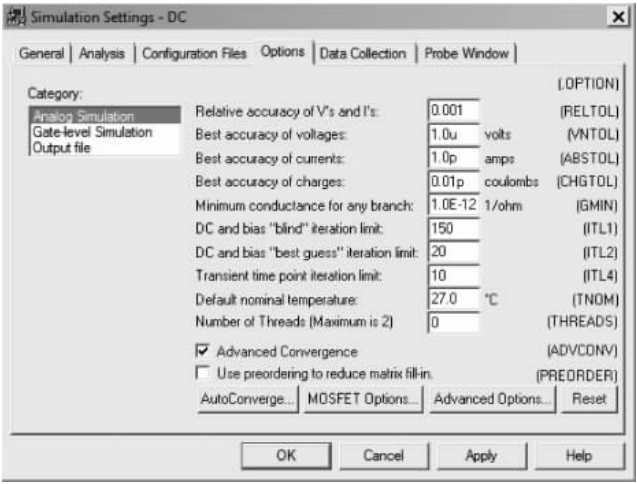


图 3-8 参数选项设置标签页

由图 3-8 可知,参数选项设置标签页主要包括 3 个组成界面的设置:

1) 模拟仿真设计界面

该对话框主要是设置所有的容差和设计参数。

(1) 基本任选参数

- RELTOL: 设置计算电压和电流时的相对精度。
- VNTOL: 设置计算电压时的精度。
- ABSTOL: 设置计算电流时的精度。
- CHGTOL: 设置计算电荷时的精度。

- GMIN: 电路模拟分析中加于每个支路的最小增益。
- ITL1: 在 DC 分析和偏置点计算时以随机方式进行的迭代次数上限。
- ITL2: 在 DC 分析和偏置点计算时根据以往情况选择初值进行的迭代次数上限。
- ITL4: 瞬态分析中任一点的迭代次数上限。注意, 在 SPICE 程序中有 ITL3 选项, PSpice 软件中则未采用 ITL3。
- TNOM: 确定电路模拟分析时采用的温度默认值。
- THREADS: 线程数, 最大值为 2。
- ADVCONV: 是否选择高级收敛算法。
- PREORDER: 是否使用定制减少矩阵填充。

(2) 与 MOSFET 器件参数设置有关的选项

单击 MOSFET Options 按钮, 打开如图 3-9 所示 MOSFET Options(MOSFET 元器件参数选项设置)对话框, 其中包括 4 项与 MOS 器件有关的选项。

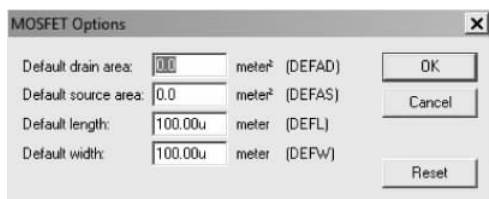


图 3-9 MOSFET 器件参数设置对话框

- DEFAD: 设置模拟分析中 MOS 晶体管的漏区面积 AD 默认值。
- DEFAS: 设置模拟分析中 MOS 晶体管的源区面积 AS 默认值。
- DEFL: 设置模拟分析中 MOS 晶体管的沟道长度 L 默认值。
- DEFw: 设置模拟分析中 MOS 晶体管的沟道宽度 W 默认值。

(3) 高级参数设置(Advanced Options)

在图 3-8 中单击 Advanced Options 按钮, 打开如图 3-10 所示 Advanced Analog Options(高级参数选项设置)对话框。其主要参数的含义如下。

- ITL5: 设置瞬态分析中所有点的迭代总次数上限, 若将 ITL5 设置为 0(即默认值)表示总次数上限为无穷大。
- PIVREL: 在电路模拟分析中需要用主元素消去法求解矩阵方程。求解过程中, 允许的主元素与其所在列最大元素比值的最小值由本选项确定。
- PIVTOL: 确定主元素消去法求解矩阵方程时允许的主元素最小值。
- SOLVER: 确定模拟仿真的数学算法。
- DMFACFOR: 相对因子 delta 的最小值, 该值指定最小时间步长变化的相对值。
- NOGMINI: 不指定添加电流源的最小电导值。
- WCDEVIATION: 最坏情况偏差。
- LIMIT: 绝对数据值上限。
- BRKDEPSRC: 非独立源的断点有效。
- DIODERS: 二极管正向导通电阻 R_s 的最小值。
- DIODECJO: 二极管结电容 C_{jo} 的最小值。

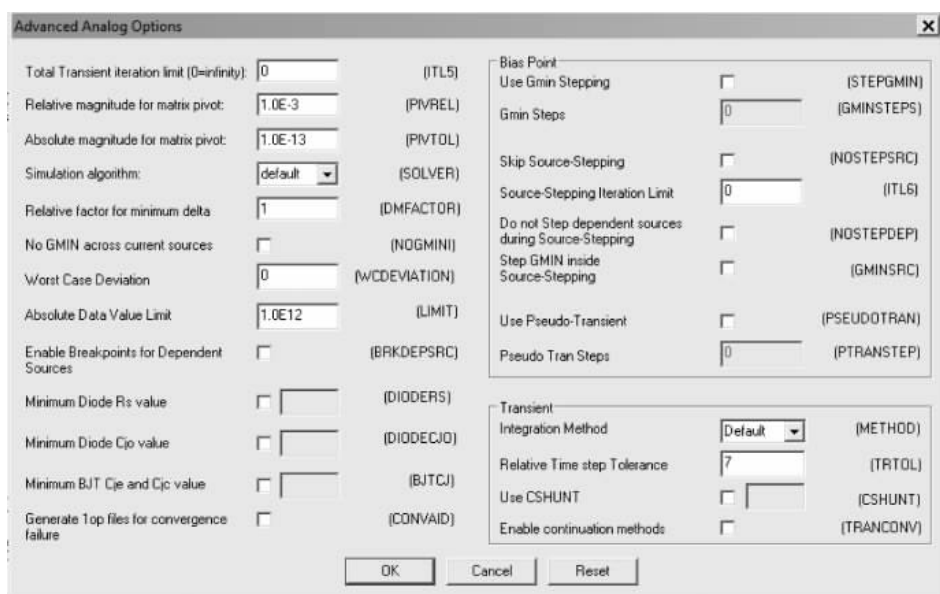


图 3-10 高级参数设置对话框

- BJTCJ: 双极型晶体管的发射结电容 C_{je} 和集电结电容 C_{jc} 的最小值。
- CONVAID: 收敛失败时产生一个静态工作点文件。

高级模拟参数设置中的静态工作点和晶体管的设置不再赘述。

2) “门”电路的仿真设计界面

该对话框主要是设置数字模拟仿真的选项信息,其界面设置如图 3-11 所示。

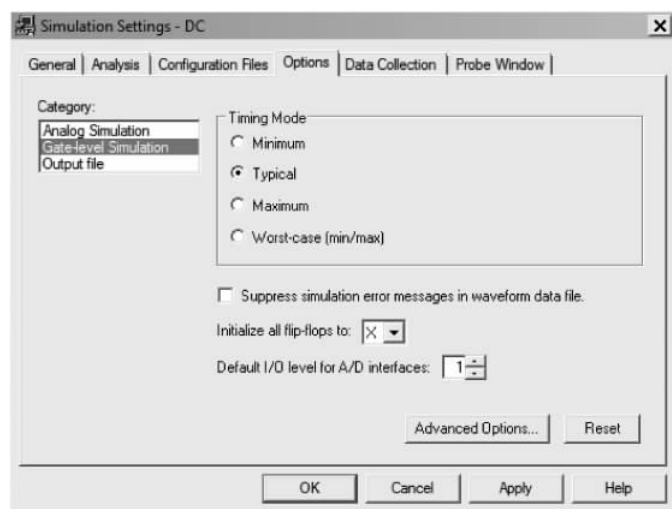


图 3-11 “门”电路的仿真设计界面

3) 输出文件界面

该对话框主要是控制在输出文件中哪些文件将被输出打印,该对话框设置并不影响数据文件在 Probe 中的显示,其界面设置如图 3-12 所示。

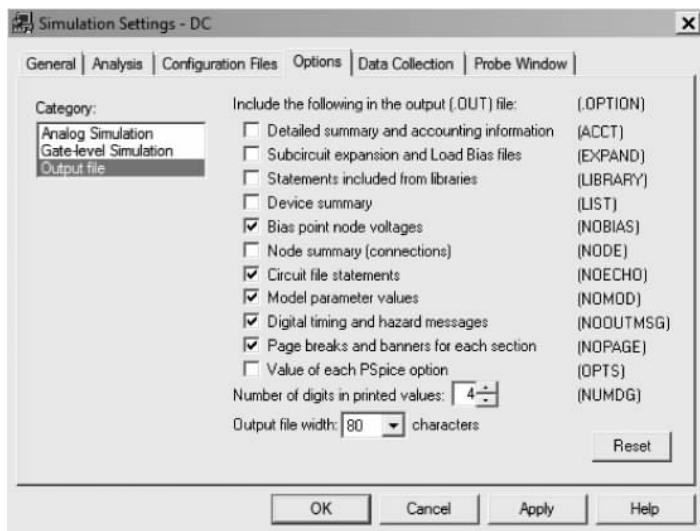


图 3-12 输出文件界面

主要选项说明如下。

- ACCT: 该名称是 Account 的缩写。若选中该项,则在输出关于电路模拟分析结果信息的后面还将输出关于电路结构分类统计、模拟分析的计算量以及计算机耗用的时间等统计结果。
- EXPAND: 列出用实际的电路结构代替子电路调用以后新增的元器件以及子电路内部的偏置点信息。
- LIBRARY: 列出库文件中在电路模拟过程被调用的那部分内容。
- LIST: 列出电路中元器件统计清单。
- NOBIAS: 在输出文件中不列出节点电压信息。
- NODE: 以节点统计表的形式表示电路内部连接关系。
- NOECHO: 在输出文件中不列出描述电路元器件拓扑连接关系及与分析要求有关的信息。
- NOMOD: 在输出文件中不列出模型参数值及其在不同温度下的更新结果。
- NOPAGE: 在输出文件中不保存模拟分析过程产生的出错信息。
- NOPAGE: 在打印输出文件时,代表模拟分析结果的各部分内容(如偏置解信息、DC、AC 和 TRAN 等不同类型的分析结果等)均自动另起一页打印。如果选中 NOPAGE 选项,则各部分内容连续打印,不再分页。
- OPTS: 列出模拟分析采用的各选项的实际设置值。
- NUMDG: 确定打印数据列表时的数字倍数(最大 8 位有效数字)。
- Output File Width: 确定输出打印时每行字符数(可设置为 80 或 132)。

当遇到疑难问题和错误信息时,以上所有参数选项设置都会对绝对问题有所帮助。

4. 数据保存选项(Data Collection)

此标签页的功能是确定在电路模拟分析仿真的过程中哪些数据信息保存到 Probe 数据文件中,其页面设置如图 3-13 所示。

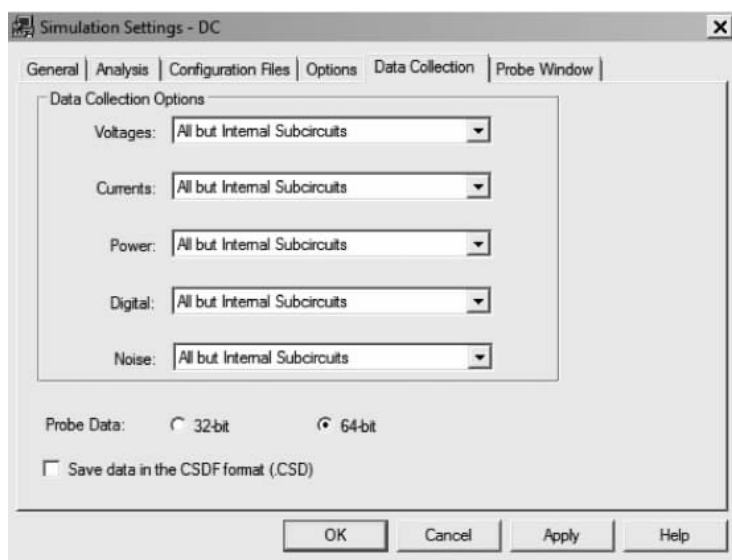


图 3-13 数据保存选项标签页

由图 3-13 可知,可以对电路模拟仿真设计中的电压、电流、功率、数字信息、噪声等数据信息进行选择性的保存,在各下拉菜单中有 4 个保存指令类型可供选择:

- All:保存所有节点的电压、电流、数字数据。
- All but Internal Subcircuits:保存除阶层内部节点外的数据。
- At Markers Only:只保存要观测的节点处的数据。
- None:不保存数据。

5. 设置波形显示方式(Probe Windows)

此标签页的功能是设置在 Probe 中波形显示方式的相关信息,该项功能将在后续的 Probe 功能中加以介绍。

3.1.3 执行 PSpice 程序

当分析参数设置完毕后,就可执行 PSpice 程序对电路进行分析了。选择菜单 PSpice/Run 命令,或者单击常用工具栏的  按钮,打开 PSpice 执行模拟窗口,分析完成后程序会自动调用 Probe 显示分析结果波形,如图 3-14 所示。

在波形窗口只有坐标而没有波形时。选择菜单 Trace/Add Trace 命令,或者单击常用工具栏的  按钮,出现加入波形对话框,从中选择需要显示的电压、电流、电位或电功率后单击 OK 按钮,则波形窗口出现波形。

3.1.4 输出窗口的常用操作

1. 只显示波形

在图 3-14 中,选择菜单 View/Output Window 命令,或者单击关闭按钮,便可关闭文字窗口,如图 3-15 所示。

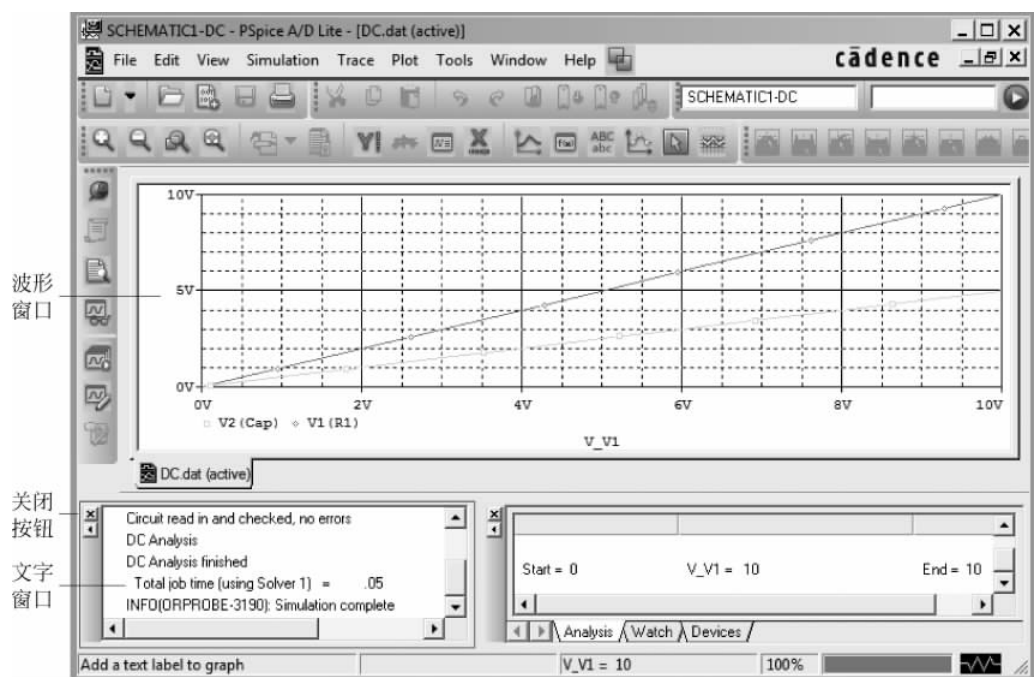


图 3-14 PSpice 执行模拟窗口

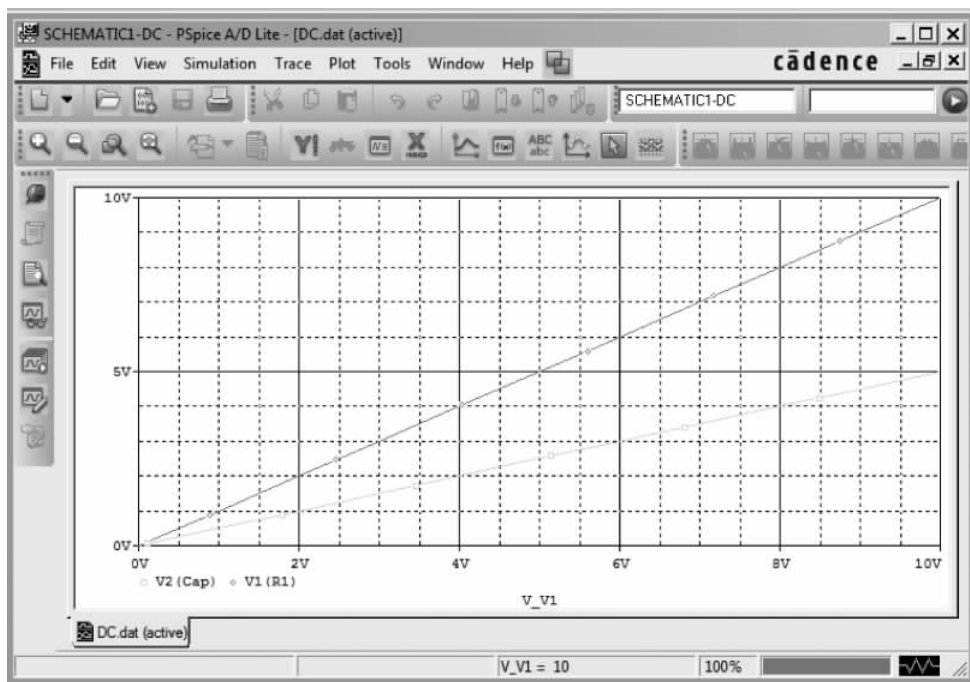


图 3-15 输出结果中只显示波形

2. 利用菜单 Zoom 命令调整波形窗口

在图 3-15(或图 3-14)中,为了更好地分析和观察波形,可以任意缩放波形大小。选择菜单 View/Zoom 命令,出现如图 3-16 所示菜单,其功能分别如下:

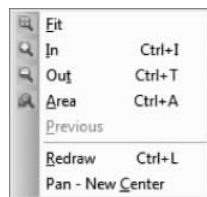


图 3-16 Zoom 菜单

(1) Fit: 同常用工具栏的 图标,单击后,将整个波形的显示尺寸自动地调整到适合视窗的大小。

(2) In: 同常用工具栏的 图标,单击后,鼠标箭头变成十字,移到需要加细观察的波形附近,再单击,波形被放大。

(3) Out: 同常用工具栏的 图标,单击后,鼠标箭头变成十字,移到需要扩大观察波形范围的区域,再单击,波形被缩小。

(4) Area: 同常用工具栏的 图标,对所选定区域的波形放大。

(5) Previous: 回到前一显示画面。

(6) Redraw: 更新显示画面。

(7) Pan-New Center: 设置所显示波形的中心点。

3. 查看文字输出档

在执行 PSpice 分析程序后,产生输出波形的同时还产生了各种文字输出档,如网路表、电气规则检查报告等。若电路图中元器件的连接不符合电气规定,或有其他的错误,执行 PSpice 分析后不能产生输出波形,会在文字输出档中会报告错误原因,阅读后可帮助修改电路图。

选择菜单 View/Output File 命令,即可查看文字输出档,如图 3-17 所示。输出结果可通过单击下面的两个标签之一而在波形或文字两个窗口间切换。

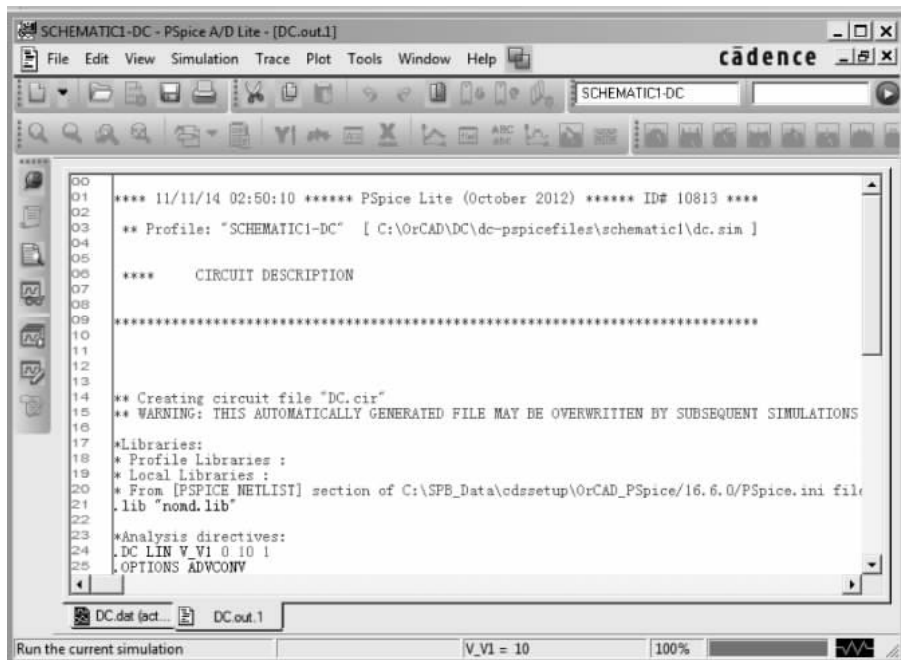


图 3-17 输出结果的文档窗口

3.2 直流分析

下面通过简单的例题,说明如何运用 PSpiceA/D 进行常用的直流分析的基本方法。

PSpice 可对大信号非线性电子电路进行直流分析。它是针对电路中各直流偏压值因某一参数(电源、元件参数等)改变所做的分析,直流分析也是交流分析时确定小信号线性模型参数和瞬态分析确定初始值所需的分析。模拟计算后,可以利用 Probe 功能绘出 V_o-V_i 曲线,或任意输出变量相对任一元件参数的传输特性曲线。

一个简单的直流分压电路如图 3-18 所示。试利用 OrCAD 的直流分析方法完成该电路的分压分析。

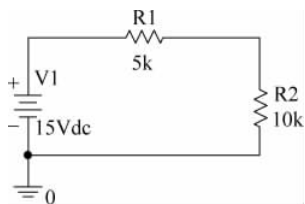


图 3-18 直流分压

分析过程参照 3.1 节。

1. 电路原理图的绘制

输入电路图名称(如 RR),绘制电路图。再一次提醒读者:电路图中必须有模拟地“0”的存在才能进行 PSpice 分析,因为它用的是改进的节点法。模拟地“0”可以从库 Source.olb 中选择“0 ground”。

2. 创建新仿真文件

输入仿真文件名称为 DC,如图 3-4 所示。注意分析参数设置方法,如图 3-5 所示。

- (1) 在仿真设置窗口中选择分析标签 Analysis。
- (2) 在 Analysis type(分析类型)的下拉列表框中选择 DC Sweep(直流扫描)进行直流分析。
- (3) 在 Options(选项)中选择 Primary Sweep(初级扫描)。
- (4) 在 Sweep variable(扫描变量)中选择 Voltage source(电压源),且在 Name 文本框中输入 V1,表示设定电压源 V1 为扫描变量。
- (5) 在 Sweep type(扫描类型)单选项中选择 Linear(线性),即对 V1 做线性扫描分析。在 Start Value 文本框中输入 0,表示从 0V 开始扫描。在 End Value 文本框中输入 15,表示到 15V 结束扫描。在 Increment 文本框中输入 1V,表示以 1V 为增量扫描。

(6) 对于其他选项说明如下:

① 直流扫描自变量类型(Sweep variable):

- Current Source: 电流源。
- Global Parameter: 全局参数变量,如设定某一电阻值为可变参数 Rvar。
- Model Parameter: 元器件模型的参数,如三极管的 Bf,选择此项时还需设置下面的值(以 NPN BJT 为例)。
 - Model Type 元器件模型类型(如 NPN);
 - Model Name 元器件模型名称(如 Q1);
 - Parameter 元器件模型内的模型参数(如正向放大倍数 Bf=60)。
- Temperature: 以温度为自变量。

② 扫描方式(Sweep type):

- Logarithmic Operation(对数运算)中的 Octave 和 Decade: 设定扫描变量分别以 8 倍、10 倍增量来计算,此时 Start 值不能为负或零。

- Value list: 仅分析 Value list 中的数值。

3. 执行 PSpice 分析程序

其结果波形如图 3-19 所示。波形显示了 R2 电阻两端的电压与直流电源 V1 值的关系曲线,结果成线性关系。

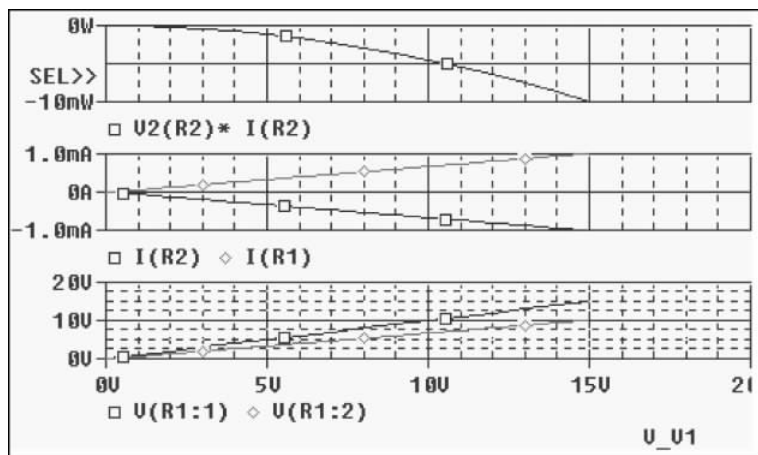


图 3-19 增加显示窗口

其结果波形也是可调的,如:

1. 增加坐标窗口

选择菜单 Plot/Add Plot to Window 命令,如图 3-20 所示,就出现如图 3-19 所示的画面。

2. 增减扫描变量

若要增减扫描变量时,可选择菜单 Trace/Add Trace 命令,如图 3-21 所示;或者单击常用工具栏中的  图标按钮,出现加入波形对话框,如图 3-22 所示,从中选择需要显示的电压、电流、电位、电功率或它们的算术表达式,单击 OK 按钮,则波形窗口出现波形。

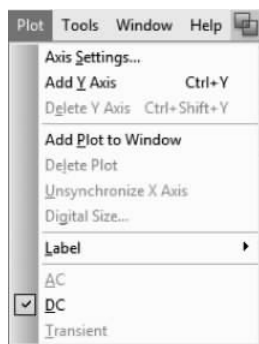


图 3-20 Plot 菜单命令

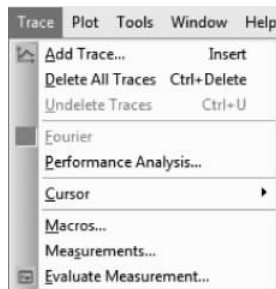


图 3-21 增减扫描变量用 Trace 命令

3. 查阅文字输出档

在分析时经常需要文字输出文件。选择菜单 View/Output File 命令,如图 3-23 所示,即可查看文字输出档,如图 3-24 所示。

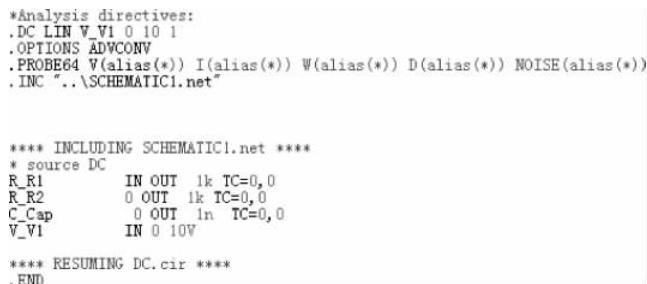


图 3-24 查阅本例的文字输出档(部分)

细心的读者早在图 3-19 显示的波形图中看出, R1 和 R2 中的电流为什么反向?

4. 学会用结点电压探针在探针

图 3-25 用结点电压探针

3.3 二次扫描(Second Sweep)

现以双极型晶体管(BJT)的共射伏安特性,来说明二次扫描的用法。

1. 输入特性曲线

输入特性曲线的数学描述:

$$i_B = f(u_{BE}) \big|_{U_{CE}=\text{常数}} \textcircled{1}$$

可用如图 3-26 所示电路予以模拟(以下皆以 NPN 型为例)。

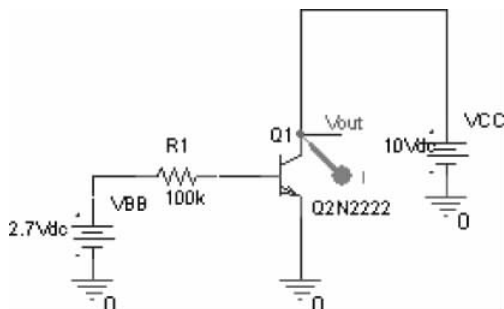


图 3-26 双极型晶体管的共射伏安特性模拟实验

图中,Q2N2222 为硅高频管,设 $V_{CC}(VCC)=10V$; 设置: DC Sweep; 扫描变量为 V_{BB} (VBB): Start Value 为 $0V$; End Value 为 $2.7V$; Increment 为 $0.01V$ (取点多则曲线光滑),如图 3-27 所示。

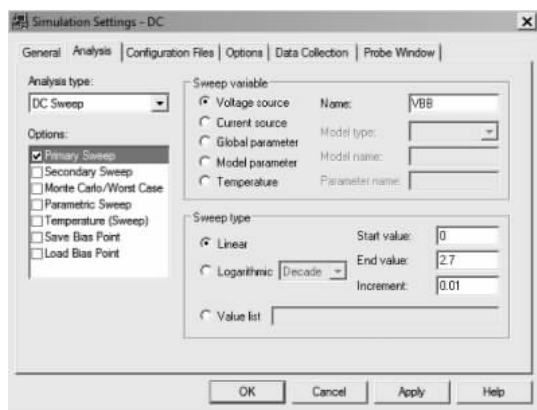


图 3-27 实验参数设置

运行后得出曲线如图 3-28 所示。

图中的曲线是 $V_{BB}-I_{Qb}$ ($VBB-I_{Qb}$) 曲线而不是 $V_{BE}-I_{Qb}$ ($V_{be}-I_{Qb}$) 曲线,需要将限流电阻 $R1$ 的电压去掉。选择菜单 Plot/Axis Setting 命令将变换横坐标变量,打开如图 3-29 所示 Axis Settings 对话框,在 X Axis 标签页的 Axis Variable 按钮,打开对话框,如图 3-30 所示。

① 国标电压符号用 U ; 在程序中通用 V ,以后多用 V 。

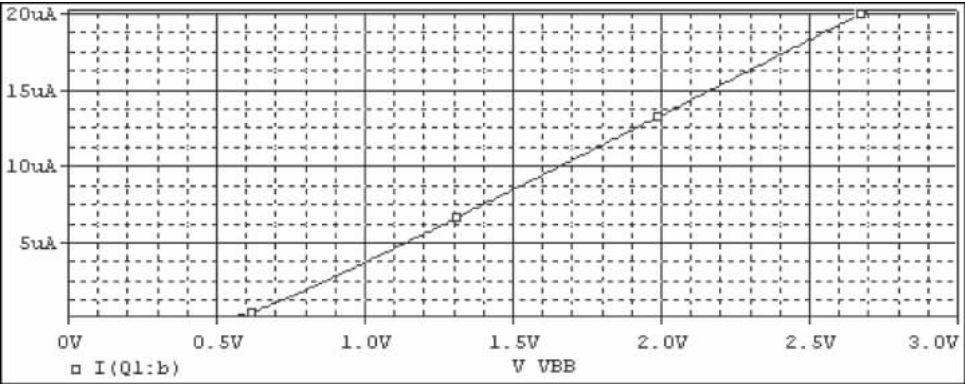


图 3-28 $V_{BB}-I_{Qb}$ ($V_{BB}-I_{Qb}$) 曲线

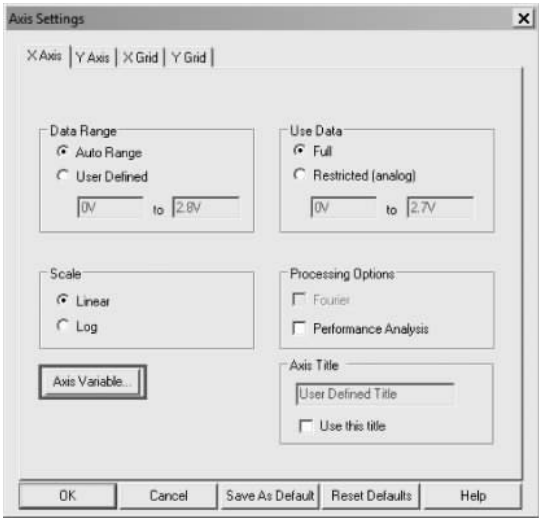


图 3-29 改变横坐标

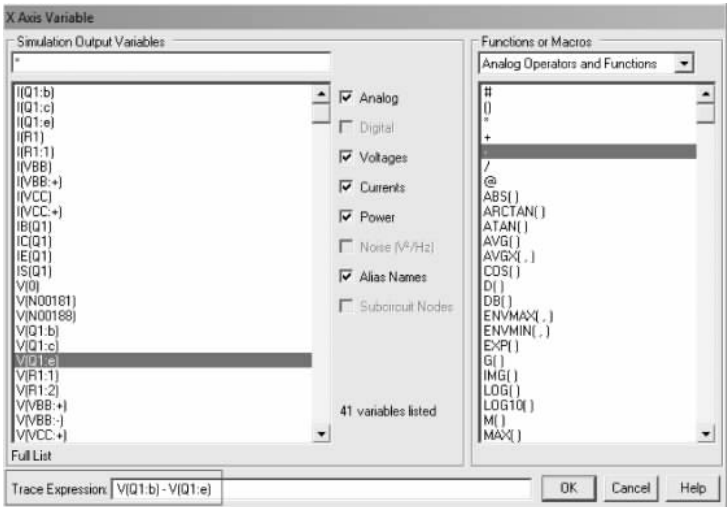


图 3-30 横坐标改为 V_{BE} (V_{be})

设置完,得出晶体管的输入 V-I 特性曲线如图 3-31 所示。

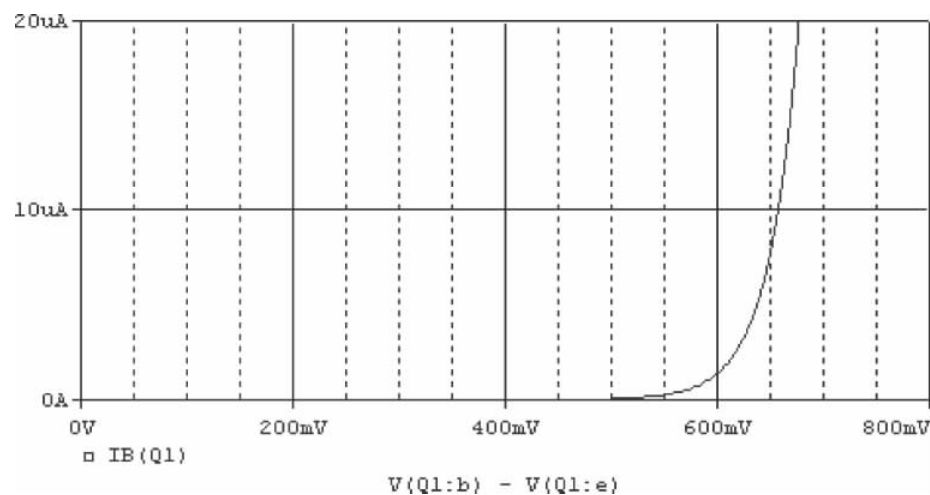


图 3-31 晶体管的输入 V-I 特性曲线

欲讨论 V_{CC} (VCC)对输入 V-I 特性的影响,可启动二次扫描,如图 3-32 所示。

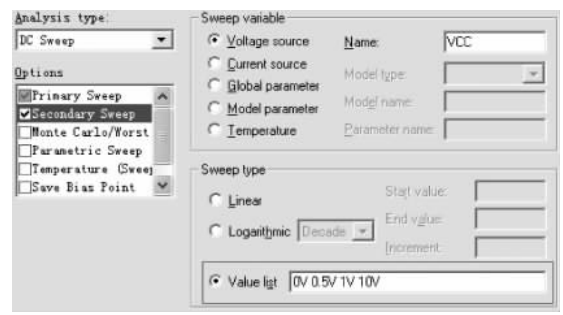


图 3-32 设置 V_{CC} (VCC)变化时对输入特性的影响的对话框

图中,二次扫描变量为 V_{CC} (VCC),用列表法列出其变化范围。其结果如图 3-33 所示。

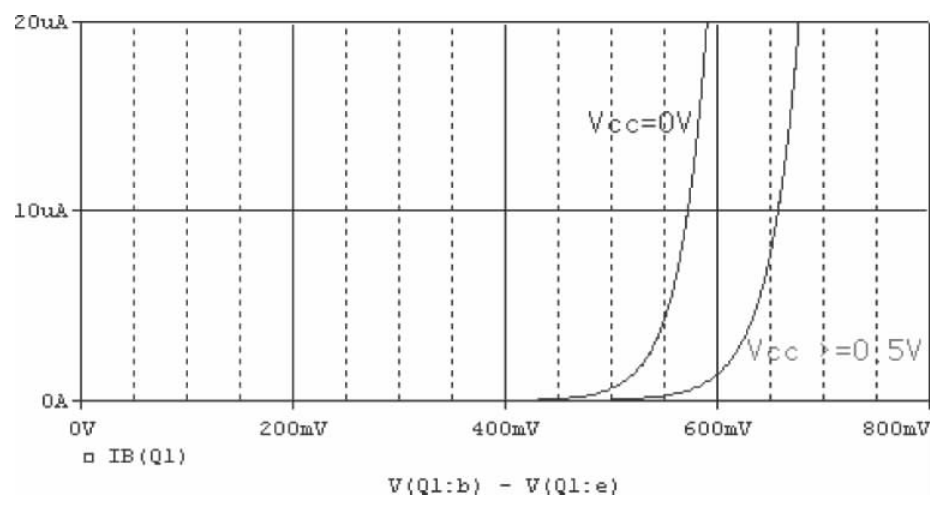


图 3-33 V_{CC} (VCC)变量对输入 V-I 特性的影响

从图中可以看出, $V_{CC}=0V$ 时 C、E 端相当于短路, 与二极管特性相似; $V_{CC} \geq 0.5V$ 后 $I_B(I_B)$ 基本保持不变。

2. 输出特性曲线

输出特性曲线由下列函数关系描述, 即

$$i_C = f(u_{CE}) \big|_{I_B = \text{常数}}$$

由于 $V_{be}=0.7V$ 。则有

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{be}}{R_b} = \frac{2.7V - 0.7V}{100k\Omega} = 20\mu A$$

如 $V_{BB}=10.7V$, $I_B=100\mu A$ 。故设置:

DC Sweep VCC: Start Value 0V; End Value 10V; Increment 0.01V。

二次扫描 VBB: Start 0V; End 10.7V; Step 2V; 可得 6 根曲线, 如图 3-34 所示。

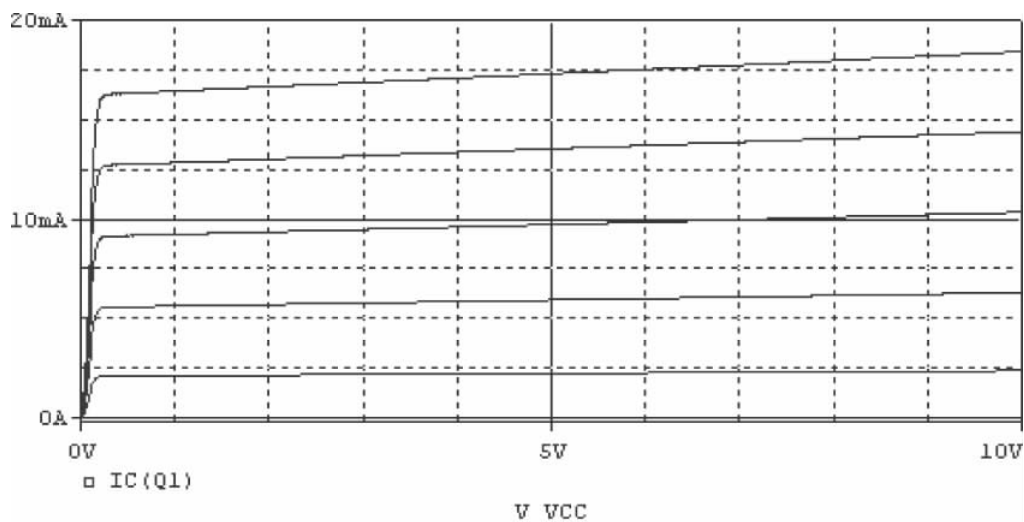


图 3-34 晶体管的输出特性曲线

3.4 静态(直流)工作点分析

静态工作点分析即直流偏置分析(Bias Point Analysis)。在电子电路中, 确定静态工作点是十分重要的, 因为有了它便可决定半导体晶体管等的小信号线性化模型参数值。在用文本文件输入时其控制命令为“. OP”, 输出的是各节点电压、各个电压源流过的电流和总(消耗)功率。

采用直流偏置分析可以得到以下信息: 电路的静态工作点、电路的直流灵敏度、电路的直流传输特性(Transfer Function), 其中包括电路的增益、输入输出等效阻抗等。

下面以由电阻和直流电压源组成的电路为例, 来说明如何进行静态工作点分析。

一个简单的电阻和直流电压源组成的电路, 试用 Cadence OrCAD 对该电路电阻 R_L 的电压和电流进行静态工作点分析。

1. 电路图的绘制

输入电路图名称(如 Bias Point),绘制电路图,如图 3-35 所示。

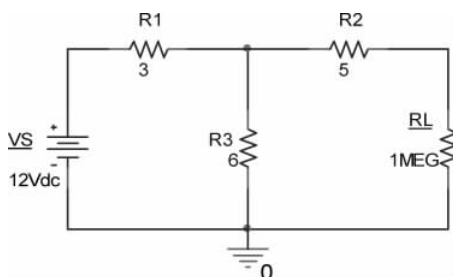


图 3-35 直流电路图

2. 创建新仿真文件

创建名称为 Bias Point 的仿真文件。静态工作点分析参数设置方法如图 3-36 所示。

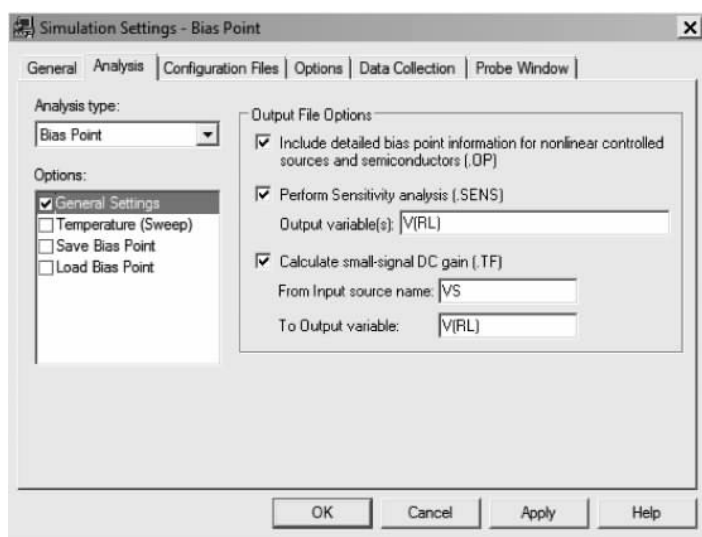


图 3-36 静态工作点分析设置

静态工作点分析设置说明如下。

- (1) 在仿真设置对话框中选择分析标签 Analysis。
- (2) 在 Analysis type 的下拉列表框中选择 Bias Point 进行静态工作点分析。
- (3) 在 Options 中选择 General Settings。
- (4) 在 Output File Options 栏中：
 - 选择 Include detailed bias point information for nonlinear controlled sources and semiconductors, 进行静态工作点分析设置。运行后输出的是节点电压、各个电压源流过的电流和总(消耗)功率以及所有非线性受控源和半导体晶体管的小信号线性参数。
 - 选择 Perform Sensitivity analysis, 并在 Output variable(s) 文本框中输入 V(RL), 表示在对输出变量 V(RL) 进行灵敏度分析, 灵敏度分析即各个元器件参数对输出

变量的偏导。在高级分析中将作详细介绍。

- 选择 Calculate small-signal DC gain 并在 From Input source name 文本框中输入 VS, 在 To Output variable 文本框中输入 V(RL), 表明要进行传输特性分析(用 .TF 语句), 计算小信号增益、输入、输出端电阻等数据, 这些对考虑电路匹配时很有用。

Options 列表中的 Save Bias Point 与 Load Bias Point 是静态工作点文件存放、读取地址。

3. 执行 PSpice 分析程序

此时, 只有文字输出而没有图形。在 Probe 窗口选择菜单 View/Output File 命令, 在输出文件中观察所需信息, 如图 3-37 所示。

```
*Analysis directives:
.OP          工作点分析
.SENS V(R_RL)  V(RL)的灵敏度
.TF V(R_RL) U_US  V(RL)/VS的增益
.PROBE U(alias(*)) I(alias(*)) W(alias(*)) D(alias(*)) NOISE(alias(*))
.INC ".\SCHEMATIC1.net" 网表
```

```
**** INCLUDING SCHEMATIC1.net ****
* source BIAS POINT
R_R1      N00137 N00146 3
R_R2      N00146 N00155 5
R_R3      N00146 0 6
R_RL      N00155 0 1meg
U_US      N00137 0 12Vdc
```

(a) 分析类型及电路网表部分

```
*** 02/16/09 15:23:35 ***** PSpice 16.0.0 (August 2007) ***** ID# 1733240 **
** Profile: "SCHEMATIC1-Bias Point"
[ F:\orcad e.g\1-4\Bias Point-PSpiceFiles\SCHEMATIC1\Bias Point.sim ]
**** SMALL SIGNAL BIAS SOLUTION TEMPERATURE = 27.000 DEG C
*****
NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE
(N00137) 12.0000 (N00146) 8.0000 (N00155) 7.9999 各个节点电压

VOLTAGE SOURCE CURRENTS
NAME CURRENT
U_US -1.333E+00
TOTAL POWER DISSIPATION 1.60E+01 WATTS
```

(b) 小信号静态工作点部分

```
**** SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS
U(R_RL)/U_US = 6.667E-01 直流增益
INPUT RESISTANCE AT U_US = 9.000E+00 输入阻抗
OUTPUT RESISTANCE AT V(R_RL) = 7.000E+00 输出阻抗
```

(c) 小信号特性分析部分

```
DC SENSITIVITIES OF OUTPUT V(R_RL) 直流灵敏度
ELEMENT ELEMENT ELEMENT NORMALIZED
NAME VALUE SENSITIVITY SENSITIVITY
(VOLTS/UNIT) (VOLTS/PERCENT)
R_R1 3.000E+00 -8.889E-01 -2.667E-02
R_R2 5.000E+00 -8.000E-06 -4.000E-07
R_R3 6.000E+00 4.444E-01 2.667E-02
R_RL 1.000E+06 5.600E-11 5.600E-07
U_US 1.200E+01 6.667E-01 8.000E-02
```

(d) 直流灵敏度分析部分

图 3-37 静态工作点分析输出文档

Bias Point 法是电路内仅有直流电源、其他电源不起作用(即电压源支路短路、电流源支路开路)时, 所求的各个节点电压值(在输出文件内)。所以也是一种直流计算。如果只想

知道各个节点电压、支路电流和功率时,选择菜单 PSpice/Run 命令进行分析后,可以单击快捷按钮 、 和  即可,如图 3-38 所示。

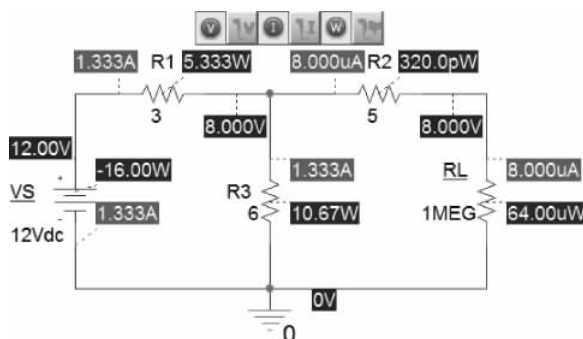


图 3-38 Bias Point 法