

Cadence IC 设计基本流程

(V2.0)

By 王午悦

2012 年 5 月

目 录

一. 启动与新建.....	2
1.建立个人工作库	2
2.新建单元（Cellview）	4
二. 编辑电路图.....	5
1.添加器件	6
2.元件参数设置	8
3.器件连线	11
4.放置端口	12
5.检查与保存	14
三. 创建 symbol.....	14
四. 电路仿真.....	16
1.仿真环境介绍	16
2.仿真类型选择	18
3.设置仿真变量	18
4.结果浏览器	19
5. 差分放大器仿真实例	20
瞬态分析.....	21
直流分析.....	25
交流分析（AC Analysis）	28

一. 启动与新建

Cadence 是一个大型的 EDA 软件，它几乎可以完成电子设计的方方面面，如 ASIC 设计、FPGA 设计和 PCB 板设计等。在仿真、电路图设计、自动布局布线、版图设计及验证等方面都具有绝对的优势。

下面我们用一个差分放大器的设计流程为例介绍 Cadence 的一些基本操作。

在正确安装 cadence 后, 登陆工作站, 打开终端。在终端中输入命令 `icfb&`, 会出现 Cadence 初始界面, 并会打开 cadence 的命令行窗口 (Command Interpreter Window , CIW) 如图 1.1 所示。

1. 建立个人工作库



图 1.1 ciw 窗口

建立个人工作库有两种方法:

- (1) File → New → Library
- (2) Tools → Library Maneger 打开库管理器

此处, 我们采用方法二来建立个人工作库。打开 Library Maneger

窗口如图 1.2 所示：

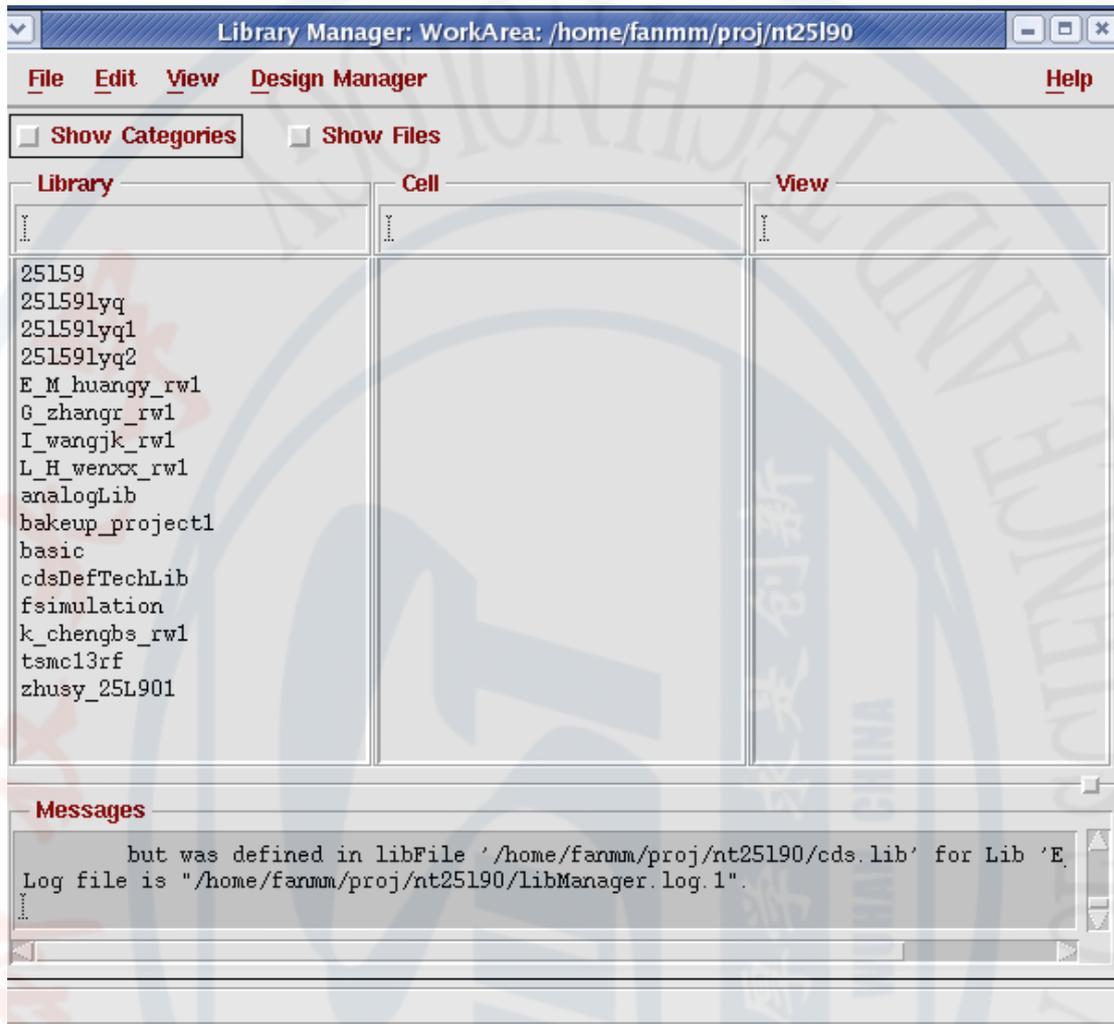


图 1.2. Library Manager 窗口

窗口中第一栏显示出了当前已有的库。点击 File → New → Library 打开 New Library 窗口如图 1.3 所示：



图 1.3 New Library 窗口

在 Name 栏中输入自己的工作库名称，如 mylib。然后点击 OK，则会弹出 Technology File For New Library 窗口如图 1.4 所示：



图 1.4

在窗口中有提示说明，若需要做版图设计则连接到一个 new techfile（新的技术文件），否则就选 **Don't need a techfile**。在此，我们选择选项 Don't need a techfile 点击 OK，点击 OK 确认后则完成了建立新工作库的操作。

2. 新建单元（Cellview）

和前文所述类似，工作单元（Cellview）的新建也有两种方法：

- (1) 在命令行窗口中点击 File → New → CellView
- (2) 通过库管理器新建

在此我们采用第一种方法，出现 Create New File 窗口如图 1.6 所示：

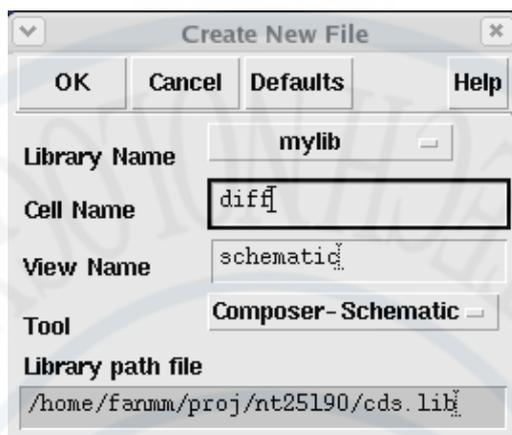


图 1.6

在 Library Name 中选择自己的工作库，在 Cell Name 栏输入原理图名称，如 diff。在 Tool 栏选择 Composer-Schematic 后点击 OK，此时会弹出电路编辑的主界面，新建工作完成。

二. 编辑电路图

如图 2.1 所示就是电路编辑界面

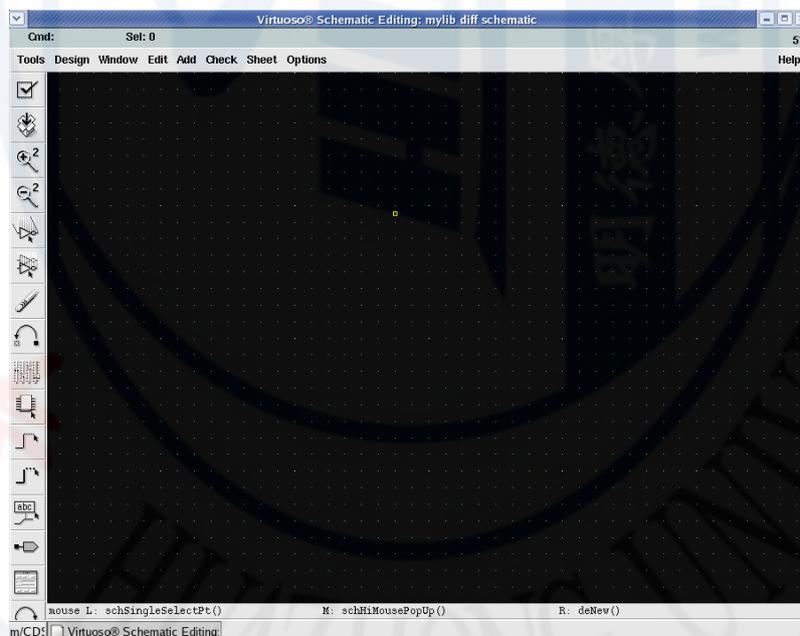


图 2.1

1.添加器件

在 Cadence 中，添加器件有三种途径：

(1) 在菜单栏中单击 Add → Instance；

(2) 点击工具栏中的 Instance  图标；

(3) 使用快捷键 i；

以添加一个 NOMS 为例，在发出添加命令后会出现 Add Instance 窗口如图 2.2 所示：

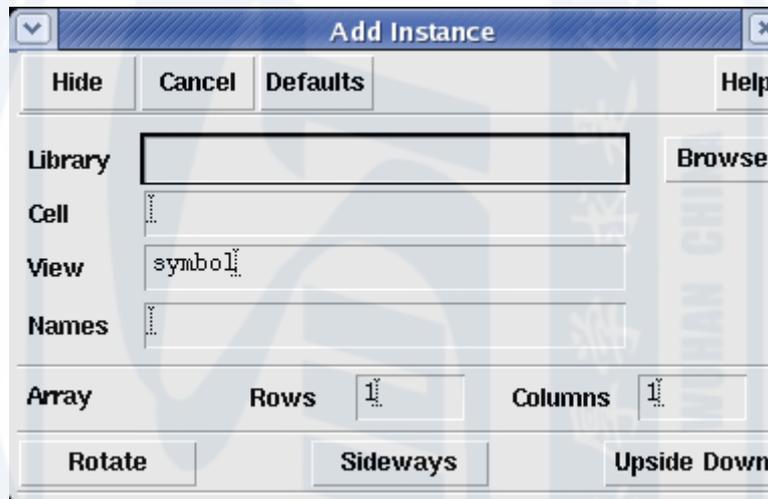


图 2.2

在 Library 栏出点击 Browse 弹出库浏览器如图 2.3 所示：

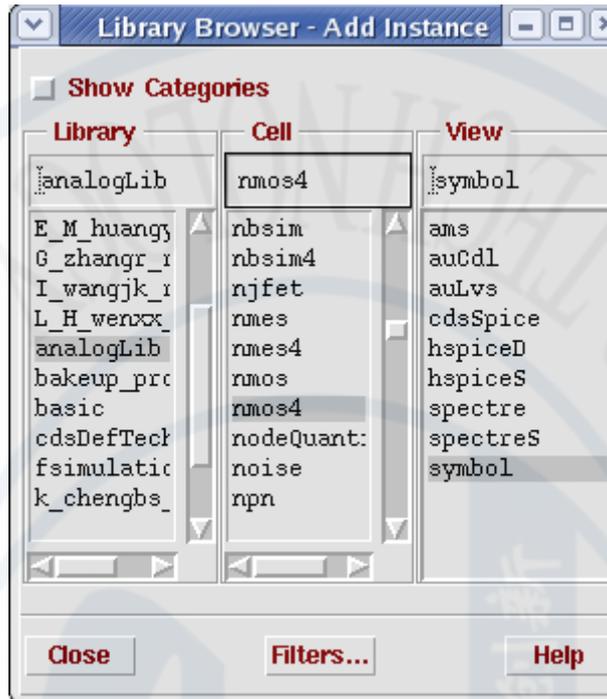


图 2.3

在库浏览器中依次点击 analogLib → nmos4 → symbol 后点击 close。此时 Add Instance 窗口会如图 2.4 所示：

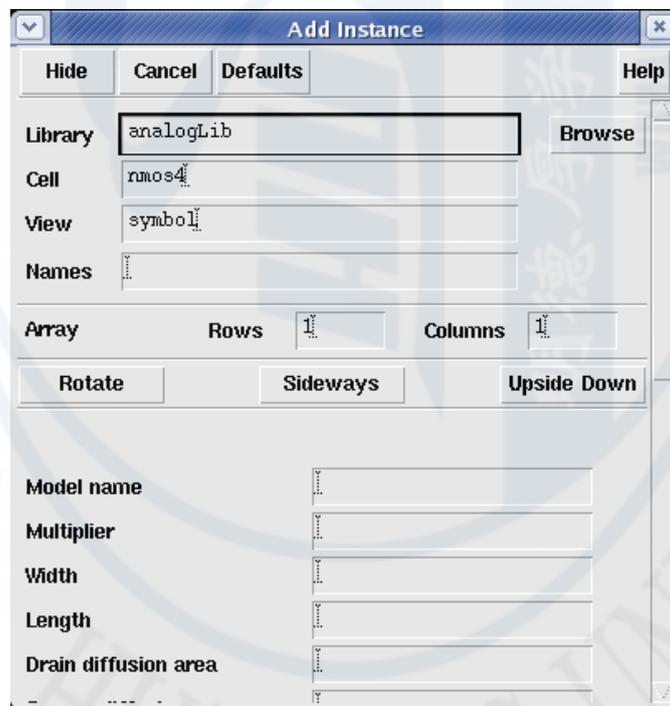


图 2.4

点击 Hide 隐藏当前窗口。电路编辑界面上会出现一个可以随鼠标移动的 noms，此时按下快捷键 r 可以转动器件，按下 R 可以将器

件镜像。在合适地方单击鼠标左键将器件放下。若要添加更多 noms 可继续单击，若不再添加 noms 器件，则按下 Esc 退出添加命令。

建议在放置器件时就将器件的模型名称、并联个数、宽、长等信息一次性输入。

按同样的方法可以添加所有电路器件如 poms, vdd, gnd 等如图 2.5 所示：

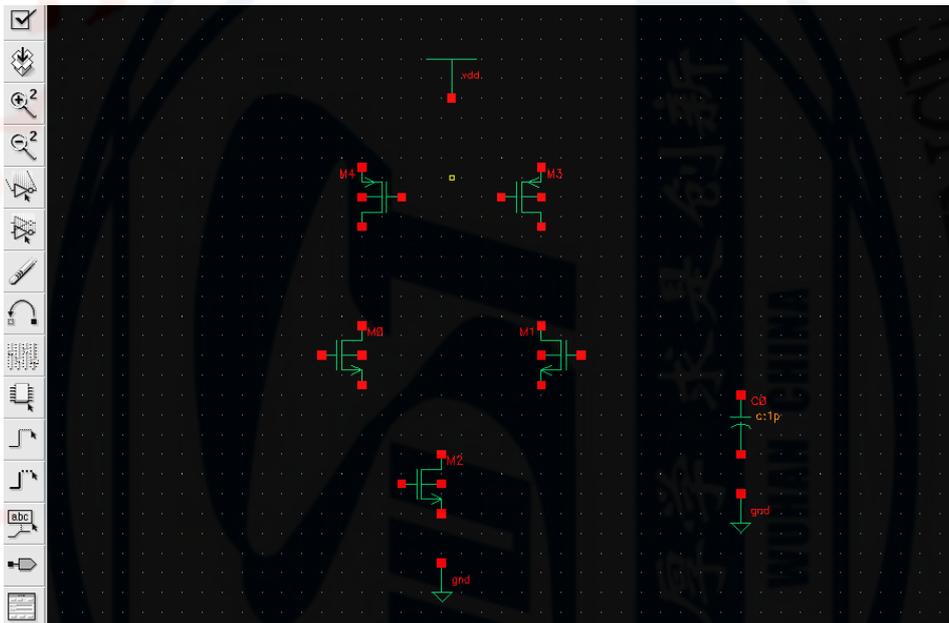


图 2.5

注：1. vdd 与 gnd 仅是全局电源与地标识，并不是独立电源器件，vdd 并不能提供电源。仿真时必须有 gnd，否则仿真不收敛。

2. 为了以后仿真方便，此处可直接从本机的工艺库中调用器件。

2.元件参数设置（也可在放置器件时完成）

设置元件参数有三种方法：

(1) 在菜单栏点击 Edit → Properties → Objects 然后选择要修改的元件；

(2) 选中要修改参数的器件，点击工具栏中的  图标；

(3) 选中要修改参数的器件，点击快捷键 q；

在此，我们还是以一个 noms 器件为例：

选中一个 noms 器件，其周围会出现一个白框，之后点击快捷键 q，弹出参数设置窗口如图 2.6 所示：

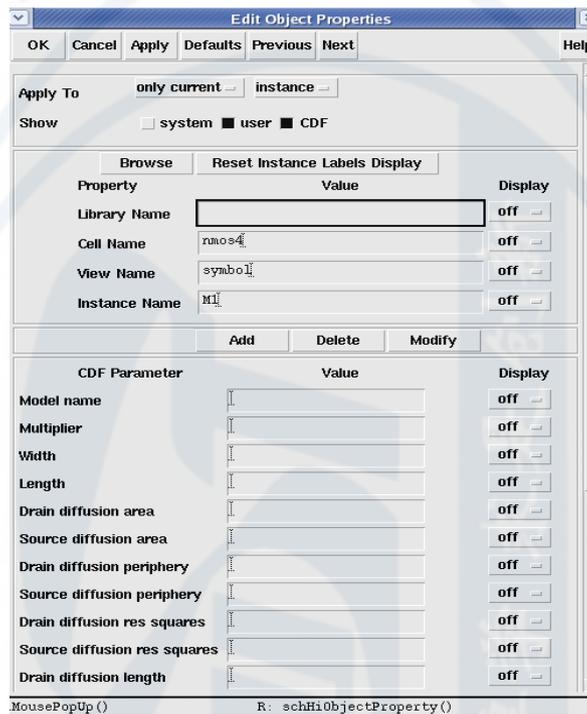


图 2.6

窗口中，我们需要输入 noms 的 model name 和栅长与栅宽。这里我们设置栅长为 $0.7u$ ，栅宽为 $4u$ ，均为常量。此处也可使用函数 pPar(“wn”)或直接在对应栏中输入字母 wn 将栅长与栅宽设置为变量 wn。完成参数的修改工作。

注：为保证仿真，MOS 器件必须输入其模型名称。本次课程设计为大家提供了两种工艺，添加步骤与路径为：

Library Manager---Edit---Library path 后出现 Library path Editor 窗口。点击窗口中的 Edit---Add Library 出现 Add Library 窗口如下图所示

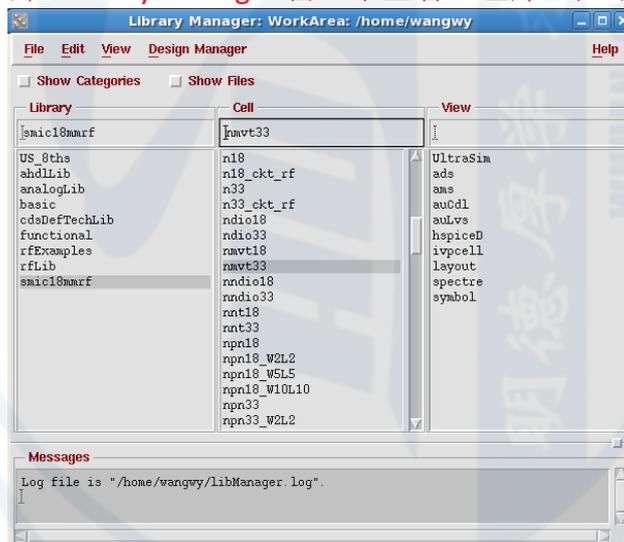


工艺库路径为

```
smic18nmrf /usr/Library/smic18nmrf_1P5M_200902271408/smic18nmrf
```

根据工艺库路径进行添加，添加完成后点击 **OK** 在 Library path Editor 窗口中的 File 选项中点击 Save As 选项，完成添加。

添加完成后可在 **Library Manager** 窗口中查看工艺库，如下图所示：



也可以通过直接编辑 cds.lib 添加工艺库。

元件添加完成后的图形如图 2.7 所示：

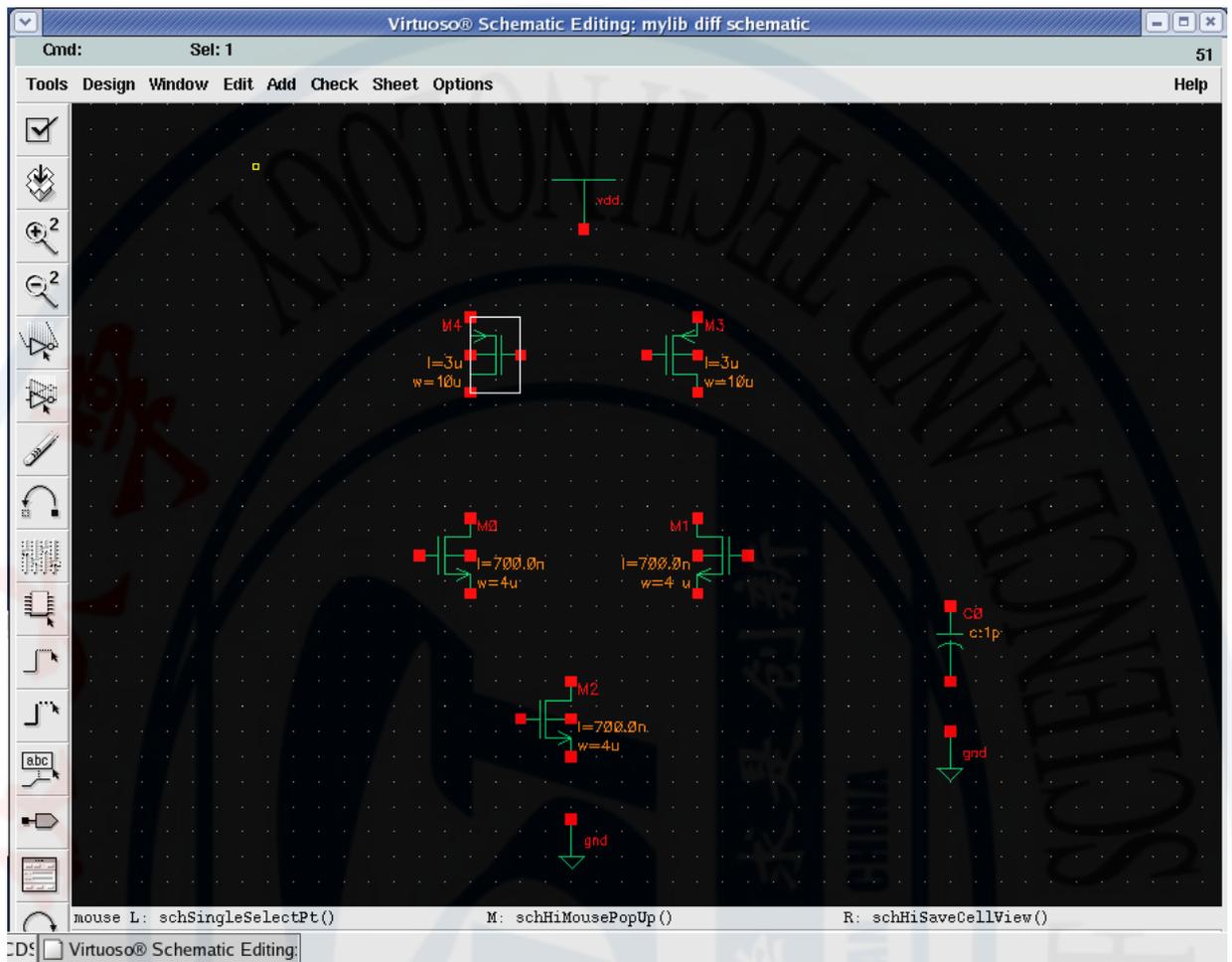


图 2.7

注：设置参数时不要自己输入单位（长度单位是米），系统会自动加上。

3. 器件连线

添加器件连线有三种方法：

(1) 点击菜单栏 Add → wire (narrow);

(2) 点击工具栏中的  图标；

(3) 点击快捷键 w（普通导线连接）或 W（总线连接）；

选择连线命令后可对器件进行连线，在没有点击 Esc 退出连线命

令之前，可以继续连线。连线结束后点击 Esc 退出连线命令。点击快捷键 1 可以对连线命名，可以将命名移动到对应连线附近。如图 2.8 所示：

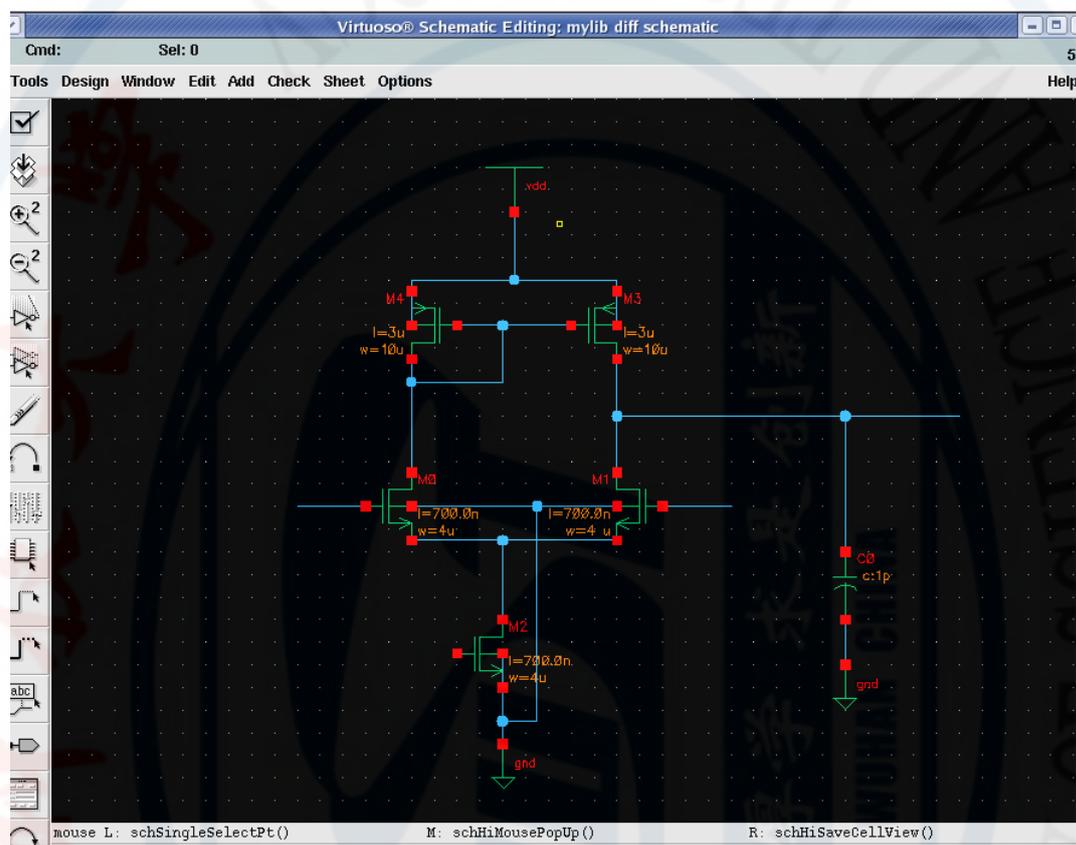


图 2.8

4.放置端口

完成电路图的基本编辑工作后，还需要放置 I/O 端口标明电路的输入输出。放置端口有三种方法：

(1) 菜单栏单击 Add → Pin;

(2) 单击工具栏图标  ;

(3) 使用快捷键 p;

给出放置命令后会出现 Add Pin 窗口如图 2.9 所示：

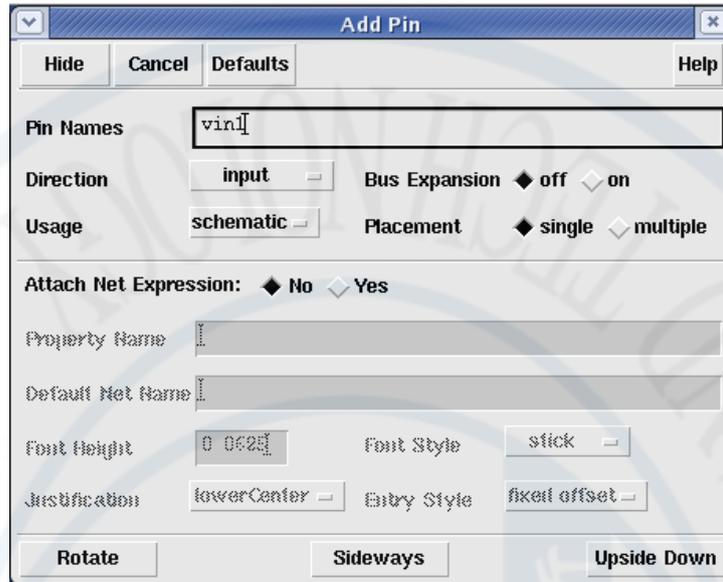


图 2.9

若放置输入端口则在 Pin Name 栏输入 Vin，在 Direction 栏选择 input 然后点击 hide，将输入端口放到输入线上。同理可添加输出端口，注意 Direction 栏最好先选择 output 在输入端口名。最终完成的电路图如图 2.10 所示。

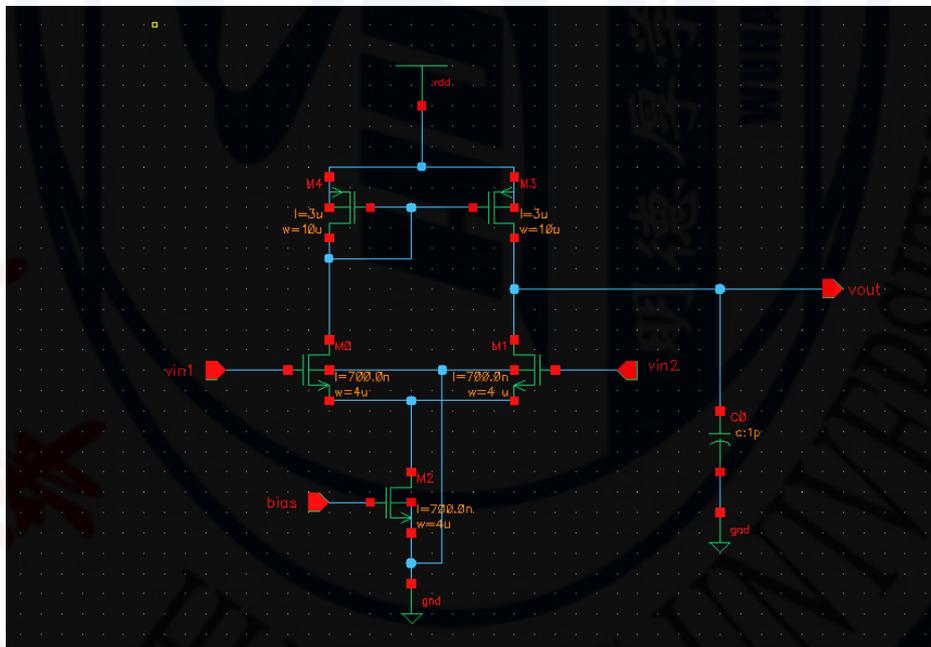


图 2.10

5.检查与保存

单击菜单栏 → Check and Save 或者键入快捷键大写的 X，可以对电路进行检查并存储。检查后如果有错会在 CIW 窗口上显示错误或警告信息。如果没错则窗口如图 2.11 所示。电路编辑工作至此完成。

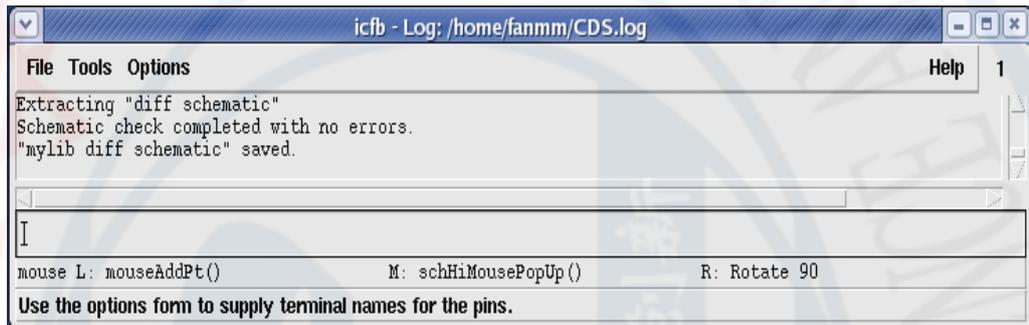


图 2.11

三. 创建 symbol

打开上面画好的差分放大器

Composer 窗口菜单栏 → Design → Create CellView → From Cellview, 弹出 Cellview from Cellview 窗口。如图 3.1 所示:

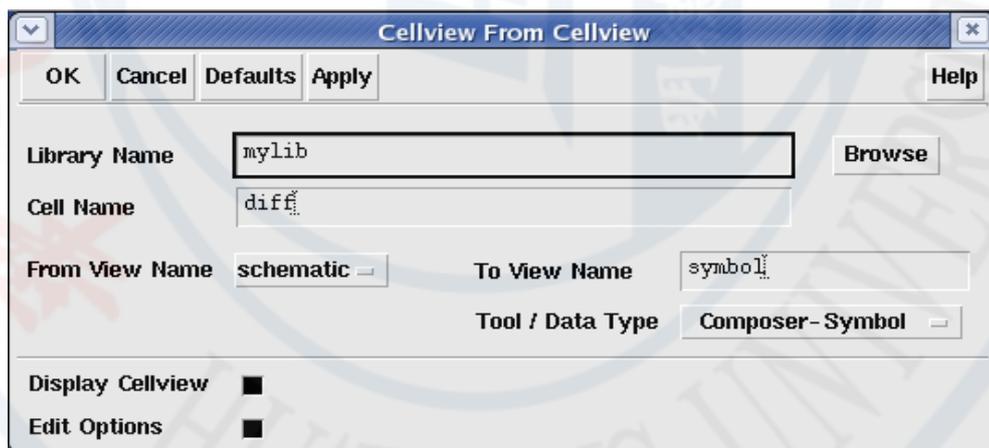


图 3.1

信息都已基本填好，点击 OK 键，弹出创建 symbol 窗口如图 3.2 所示，软件以自动识别好输入输出端口。

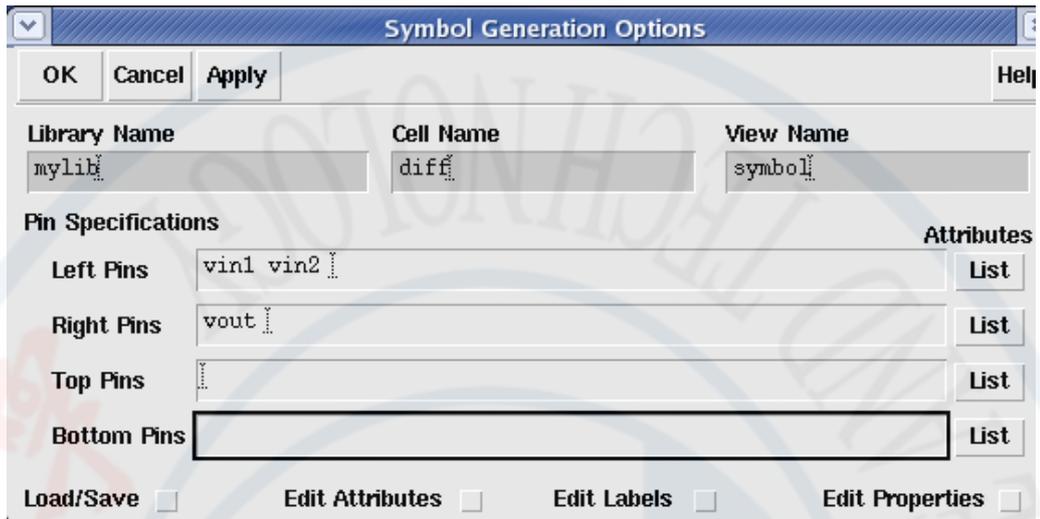


图 3.2

点击 OK，显示出 symbol 编辑窗口如图 3.3 所示：

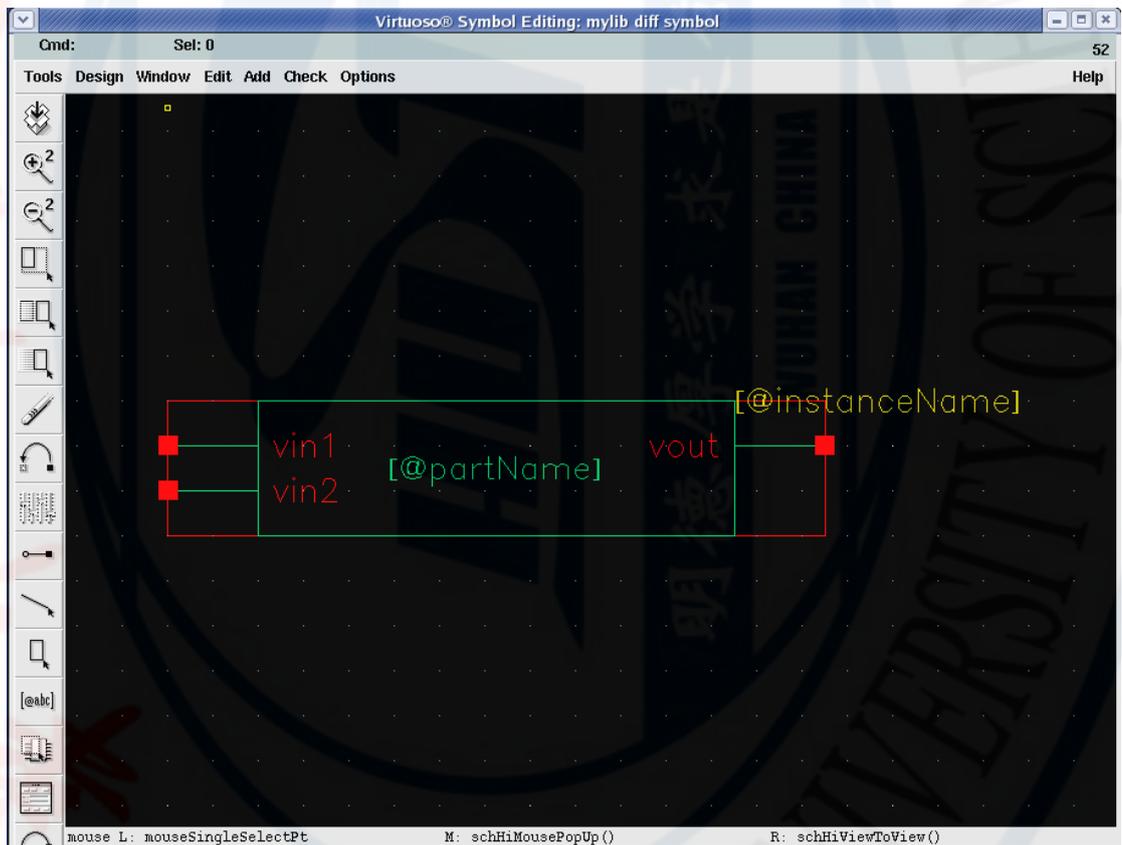


图 3.3

注：上图中漏掉了电路中的 Bias 这一输入信号的引脚。会出现警告，可以在图 3.2 中 Left Pin 项内加入 Bias 端口，或可以在图中直接添加 Bias 端口，消除警告。

默认的 Symbol 是一个比较大的矩形。对于运放，我们习惯用一个三角形来表示。选中绿色矩形框点 delete，然后 Add → Shape →

Polygon, 在刚才矩形框的位置画一个三角形。鼠标在三个端点点 3 次即可。再把图中的输入输出端口以及 partname 和 instanceName 移动到合适位置。如图 3.4 所示:

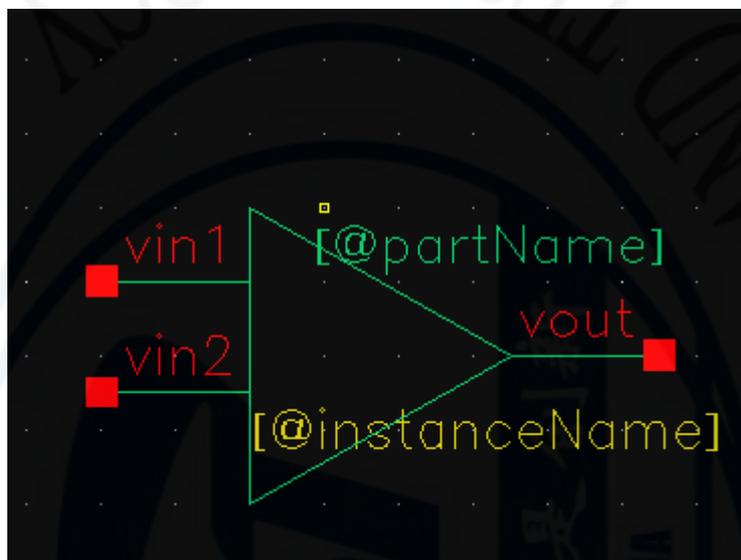


图 3.4

画好的 Symbol 需要检查保存。Design → check and save, 检查结果显示在 CIW 窗口中。

四. 电路仿真

1. 仿真环境介绍

ADE 是 Cadence IC 的图形化仿真环境。可以用如下方式打开:

(1) . 可以在 CIW 窗口中选择菜单 Tools → Analog Environment Simulation, 这样打开的 ADE 窗口中没有指定进行仿真的电路。

(2) . 在电路编辑器中选择菜单 Tools → Analog Environment, 这样打开的 ADE 窗口中已经设置为仿真调用 ADE 的电

路图。仿真窗口界面如图 4.1 所示：

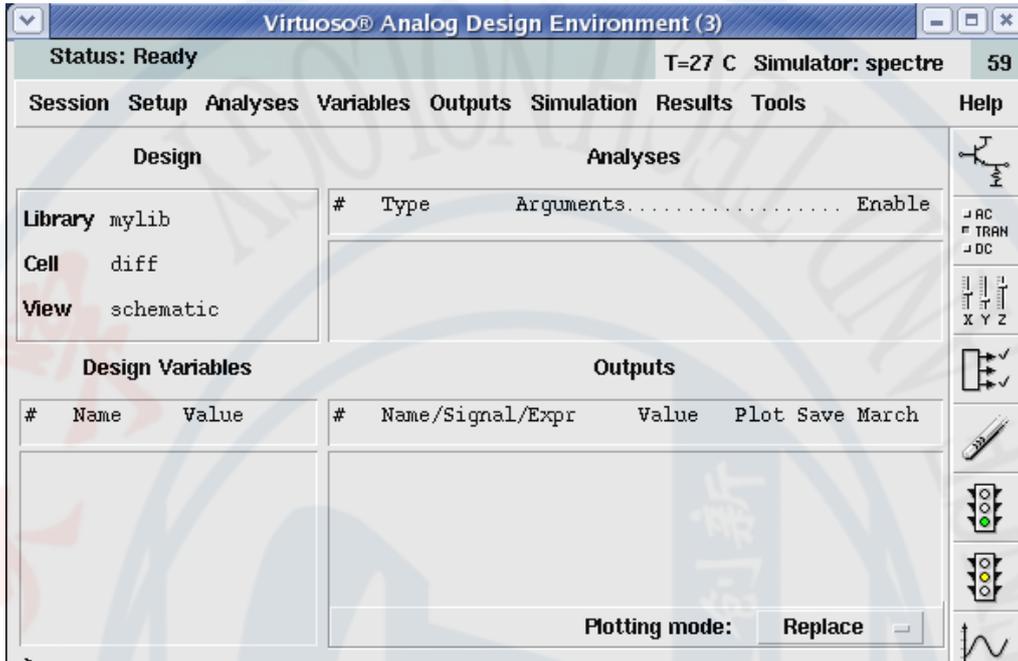


图 4.1

此处要设置工艺模型。在菜单栏中选择 setup → model libraries, 则出现设置工艺模型窗口如图 4.2 所示：

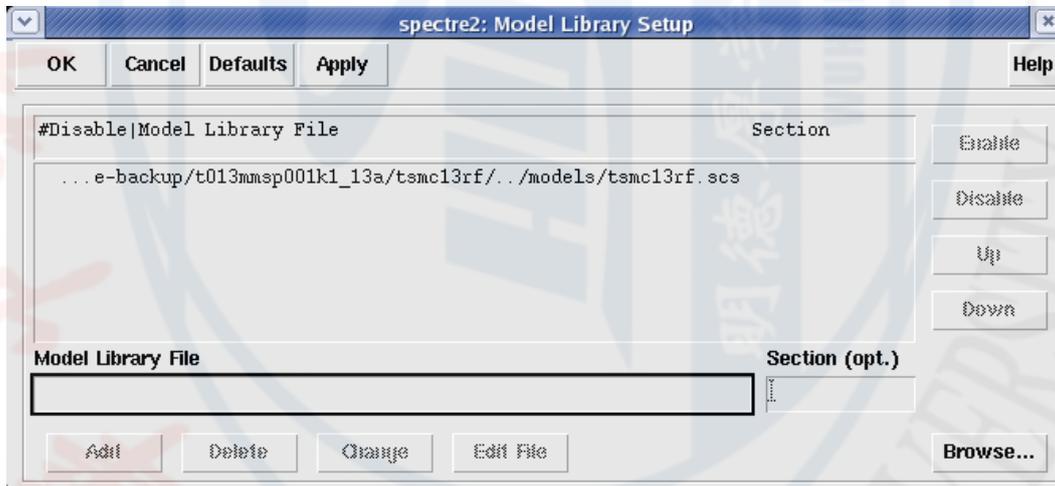


图 4.2

在这个窗口中可以在 Model Library File 栏输入需要使用的模型库文件名, 在 Section 栏输入该模型文件中需要的段。

2. 仿真类型选择

在 Cadence 中，根据不同的需要，可以对电路进行不同类型的分析。常用的有 DC 分析、AC 分析、瞬态分析、噪声分析、零极点分析等。

设置仿真类型时，可以点击菜单 Analyze → Choose 或点击图标 。不同的仿真类型对应着不同的参数设置，请大家结合具体仿真内容填写。类型选择窗口如图 4.3 所示：

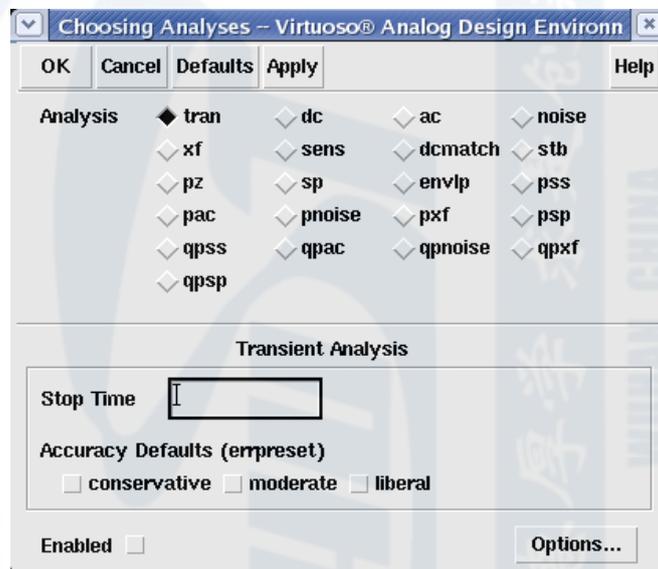


图 4.3

3. 设置仿真变量

由于电路中作任何改变之后都需要保存并检查完整性，所以在对电路进行仿真时，经常在电路中定义一些变量作为器件的参数。例如可以将一个 MOS 管的宽度定义为 $w=W1$ ，则 $W1$ 就成为一个设计变量。这些设计变量在仿真中都需要赋值，否则仿真不能进行。一般设置方法是：在菜单上选择 Variables → Copy from Cell View 则电路图

中的设计变量名都回被截取进 ADE 中，并在 ADE 窗口中的变量栏中列出。此时双击界面中任意一变量，会出现变量编辑窗口，在窗口中可以对变量进行相关的编辑工作。具体操作可见仿真实例。

4.结果浏览器

Results Browser 是一个非常实用的工具，可以在 ADE 窗口中的 Tools 选项中找到。通过它可以读取所有电路节点的电压和端口电流的仿真结果。并且可以对数据进行预处理，在合适的窗口类型中显示。此外，还提供了数据比较，Y vs Y 功能。具体使用后面会有详细介绍。通过 Results Browser 可以实现以下功能：

- [1] 察看仿真结果；
- [2] 察看仿真环境设置；
- [3] 察看器件工作点特性；
- [4] 将结果在特殊的图标格式中显示，例如阻抗图和导纳图；
- [5] 将仿真结果中的表达式直接送入到“Calculator”的缓存中。

通过 Tools 选项可以打开该窗口如图 4.4 所示：

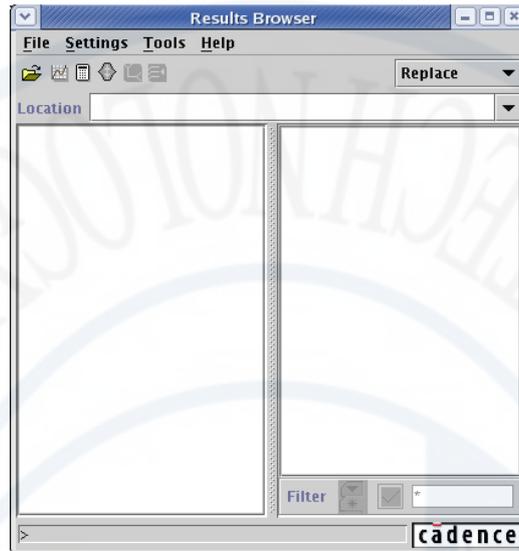


图 4.4

5. 差分放大器仿真实例

这里，我们以最常用的瞬态、直流、交流分析为例为大家介绍仿真的一般流程。

注：仿真时不能直接使用 analogLib 库，本次仿真使用 0.13um 库模型。故应对前面添加的器件在 Library Name 处修改仿真库如图 4.5 所示：



图 4.5

瞬态分析

瞬态仿真分析是在给定的输入激励下，在设定的时间范围内计算电路的时域瞬态响应性能。要验证设计电路的稳定性，速度，精确度等问题必须经过各种情况下的瞬态分析才能做出正确的判断。在瞬态仿真的参数设置过程中，主要是在仿真精度和仿真速度之间做出合理的折衷。

首先给 vdc 加一直流电源。瞬态仿真时输入端各加一相位相反的方波信号源，加好后，点击快捷键 q 设置信号源参数，如图 4.5 所示：

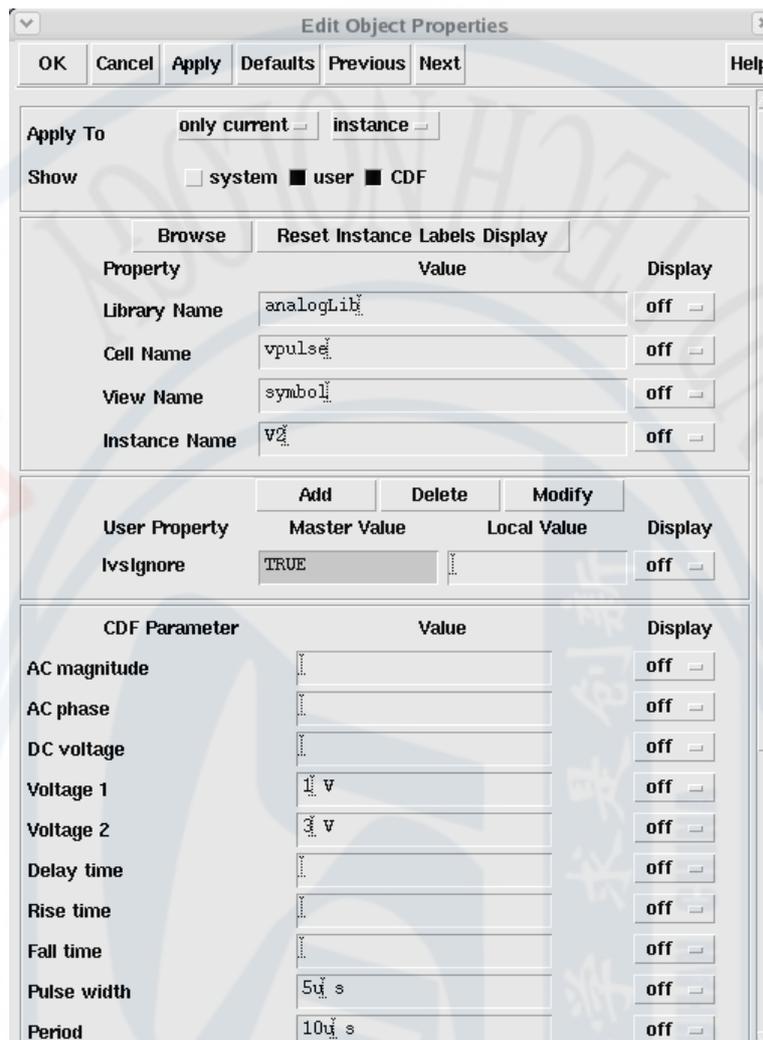


图 4.5

加好信号源后的电路如图 4.6 所示：

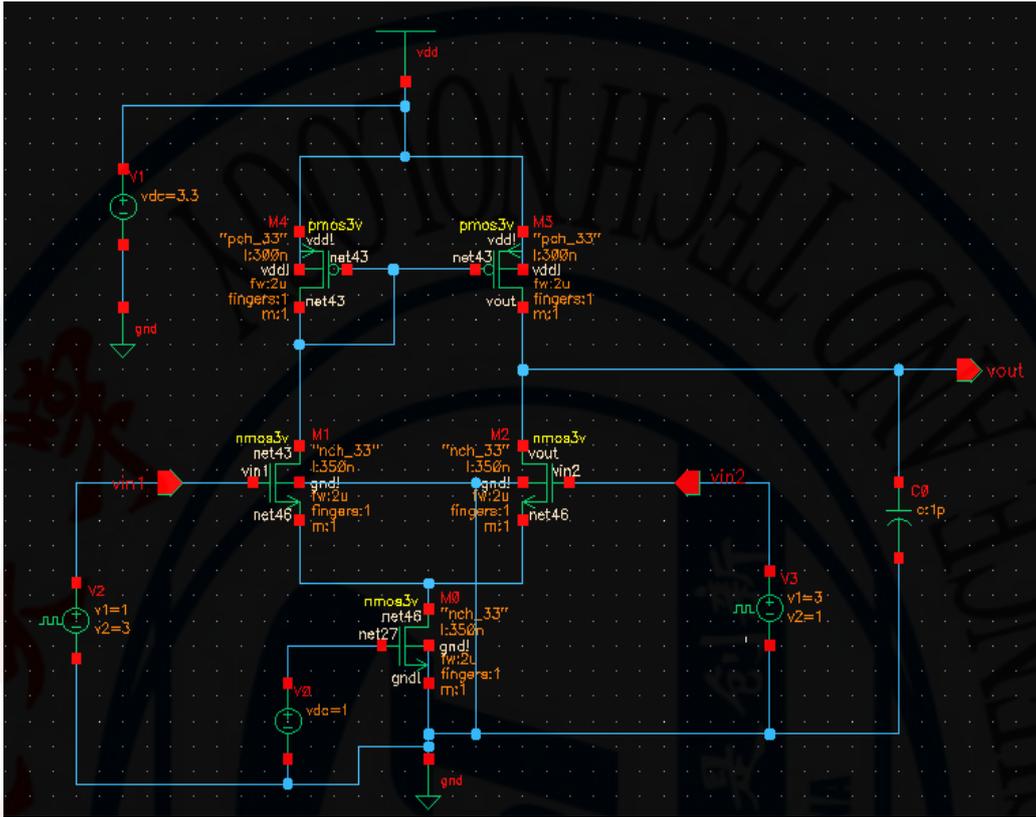


图 4.6

注：此处仿真时可以直接使用前面所创建的 symbol，对 symbol 模型添加信号源进行仿真，更加清晰方便。

此时调出仿真界面，在菜单栏中的 Setup 中选择 model library，弹出窗口如图 4.7 所示：

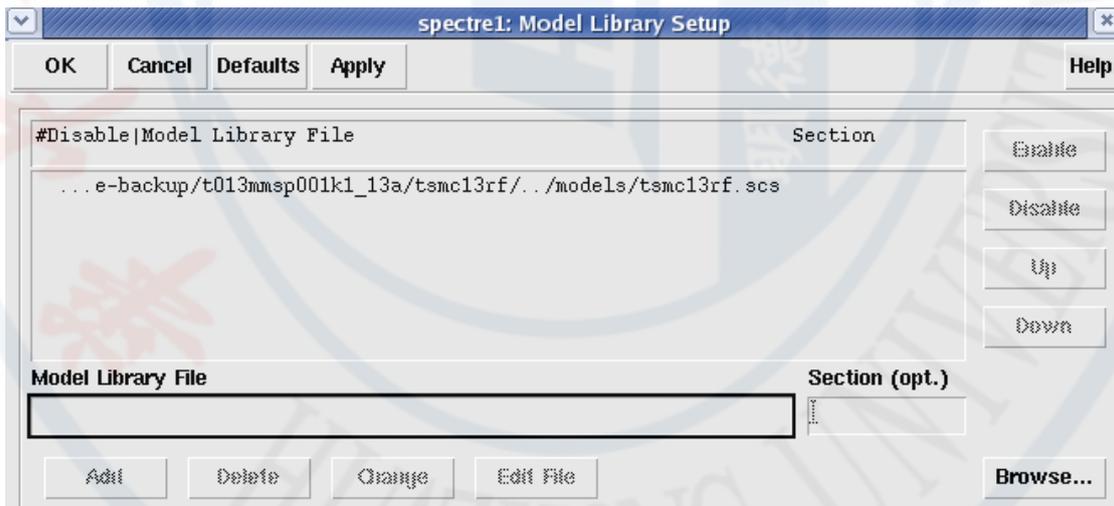


图 4.7

在此选择仿真库。然后点击 Analysis → choose 弹出仿真类型选择界面，选择瞬态仿真 tran，填写 stop time，并确定 Enable 处

于选中状态后点击 OK，如图 4.8 所示：

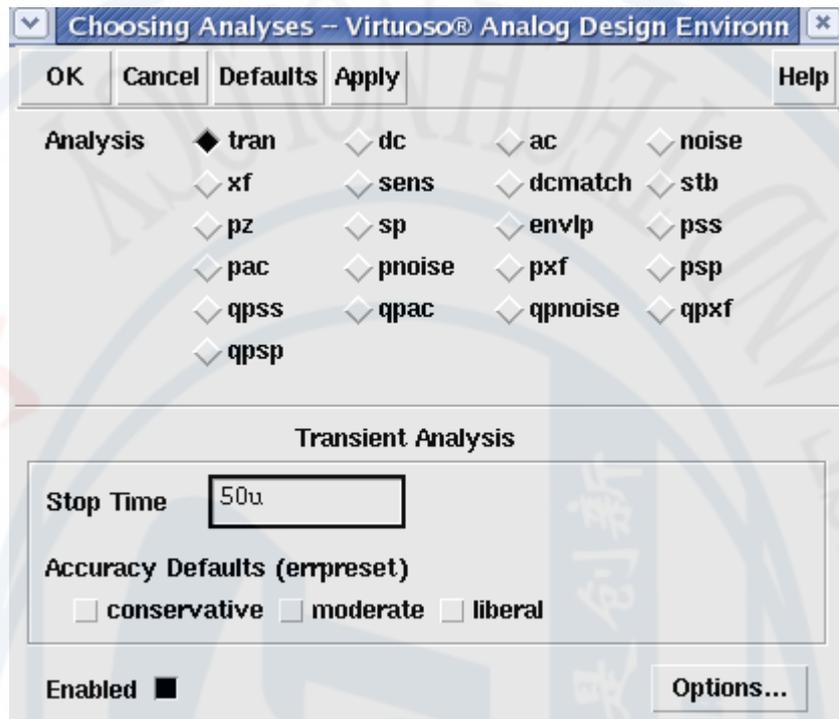


图 4.8

然后于 ADE 窗口，Output → To Be Plotted → Select On Schematic，这样会弹出我们画的电路图。然后分别单击输入和输出两条线 IN 和 OUT。（若是点击节点则是查看流过该节点的电流）如本例选中差分电路中的输入输出后，ADE 窗口的 outputs 栏会填入相应信息，如图 4.9 所示：

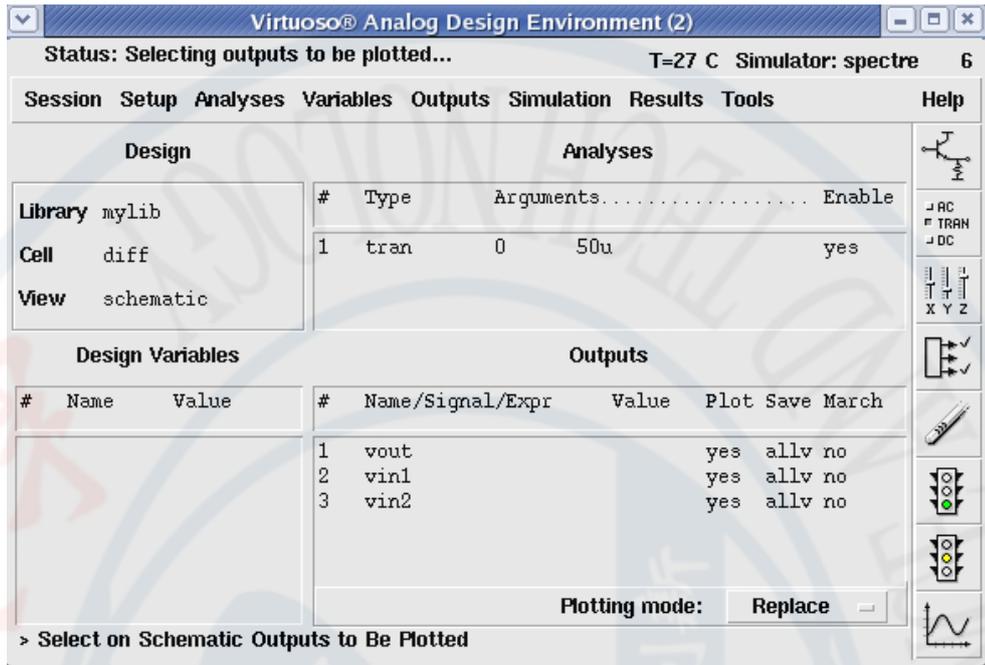


图 4.9

设置好后点击  按钮则可观察到输入输出端的电压波形。如图 4.10 所示：

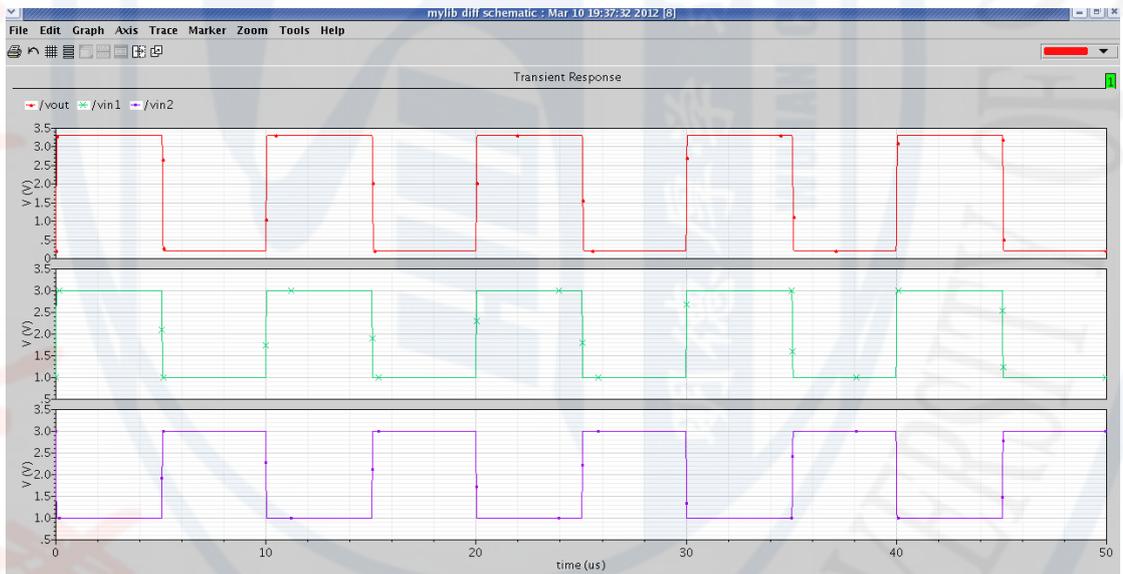


图 4.10

直流分析 (DC Analysis)

直流分析是所有仿真的基础。在“Tran Analysis”、“AC Analysis”等分析的过程中，首先就是先要计算直流工作点。固掌握电路的直流分析非常重要。

在这里我们以差分电路的共模输入范围为例进行直流分析。

连接好仿真电路后，我们将信号源设置为变量，设置变量的方法前面有介绍。之后，仿真环境菜单栏->Variables->Edit，或者直接点击右侧的工具栏中的 Edit Variables 按钮，弹出窗口。点击按钮“Copy From”，就会列出我们前面在测试电路中添加的变量 vin。选中该变量，我们设置一个初始值 1。如图 4.11 所示：

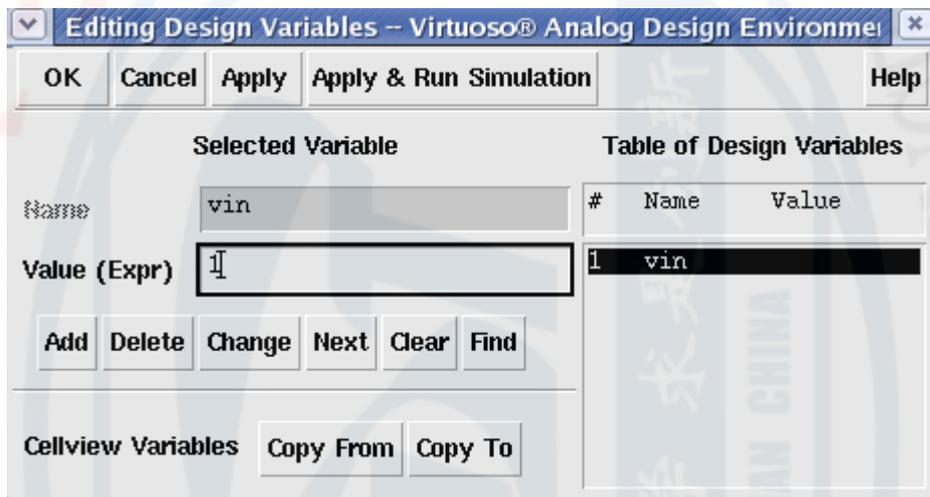


图 4.11

点击 ok。然后在 ADE 窗口中选择 Analysis → Choose，选择直流仿真 dc，填写相关仿真信息如图 4.12 所示：

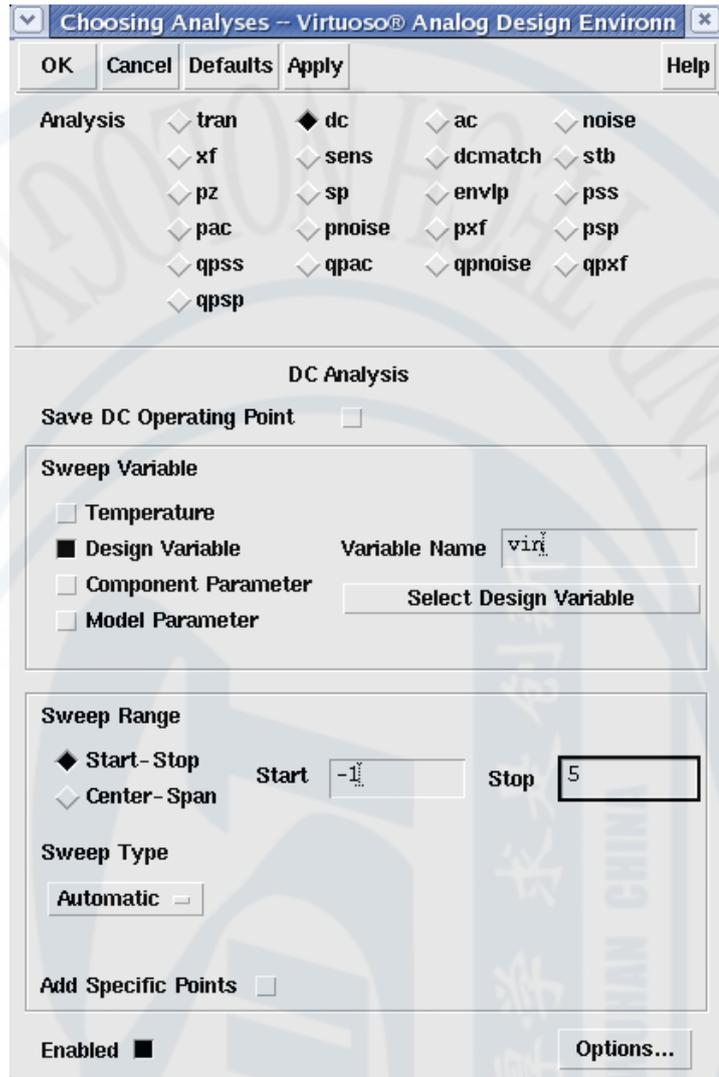


图 4.12

置完成后点击 OK，按前述方法选择要观察到信号，之后点击仿真按钮得到仿真波形如图 4.13 所示：

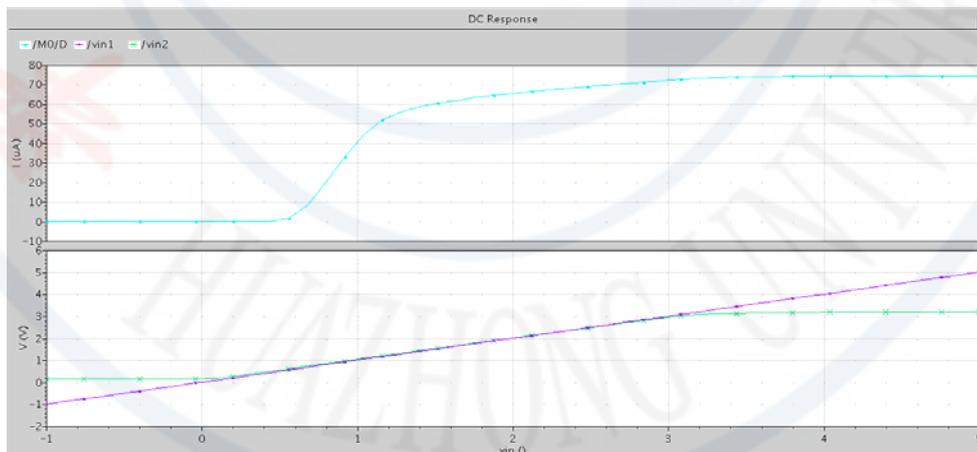


图 4.13

另外如果在选择直流时（图 4.12）选中了 save DC operating point 选项，则可在 ADE 窗口的 Restual 选项中查看电路的直流工作点。

交流分析（AC Analysis）

交流小信号分析是用来计算电路的小信号频率响应特性。在此我们以差分电路的位裕度仿真为例。首先加相应的信号源，加好后选择交流仿真选项，在频率设置时注意不要从 0 开始，如图 4.14 所示：

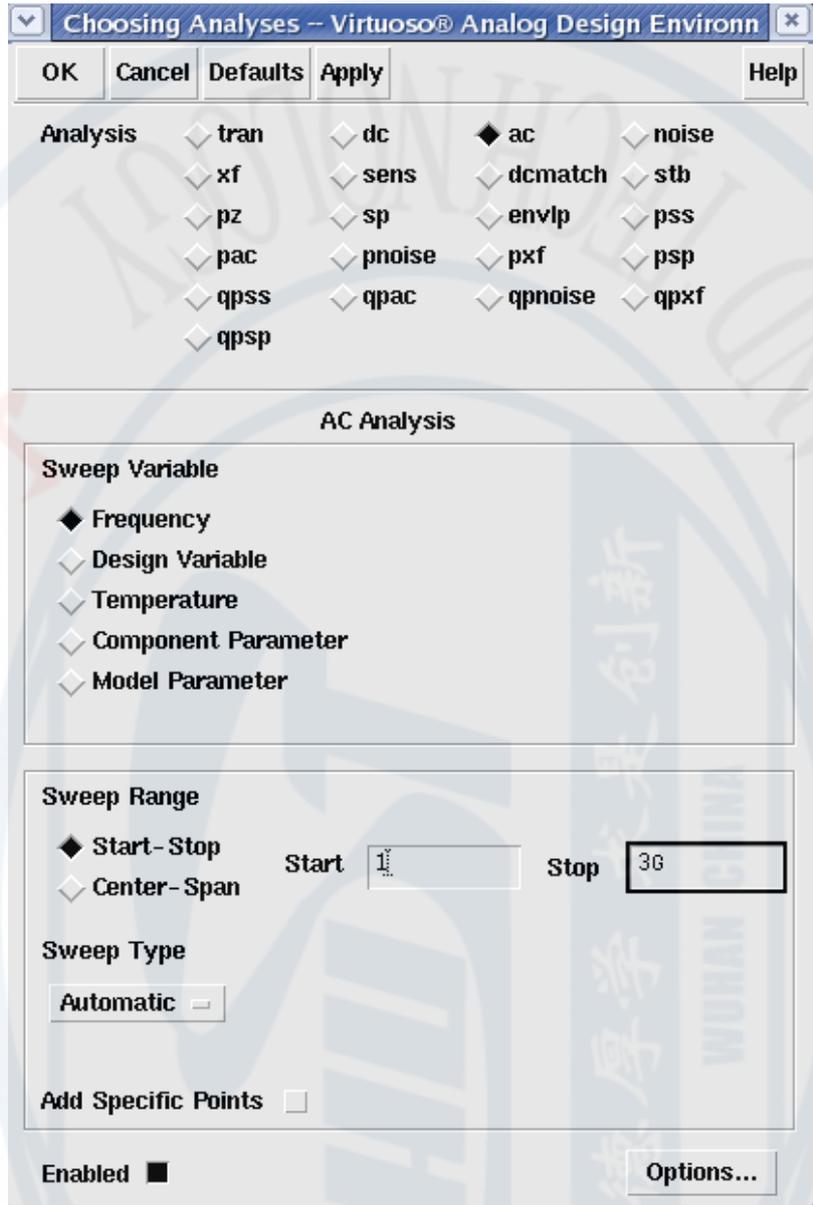


图 4.14

设置完成后点击 OK。然后开始仿真，仿真结束后，可以通过 ADE 窗口中 Results → Direct plots 观察仿真结果，也可以通过 Tools 中的 Results Browse 观察，此处我们采用第二种方法：调出 Results Browse 窗口如图 4.15 所示：

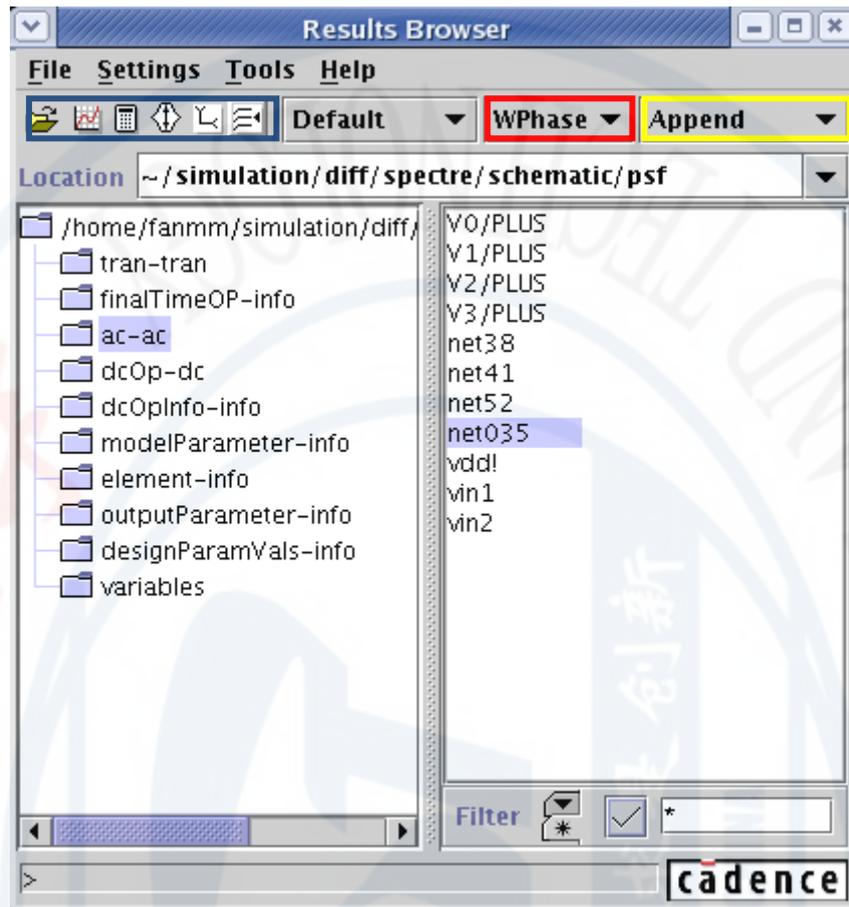


图 4.15

选择 ac-ac 项，在器件参数设置窗口中可以查看输出线的编号，在上图红框选中处选择要查看的结果类型，如增益，相位等。黄框处可查看图形显示形式。双击该线编号，便会出现相应的图形。此处我们观察差分电路的相位裕度，则选择增益与相位两项进行观察，如图 4.16 所示：

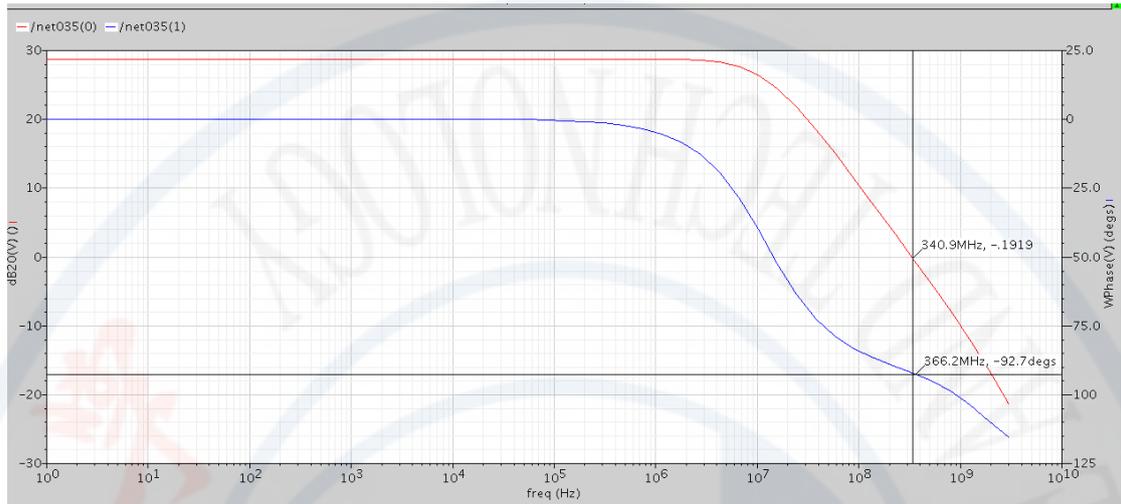


图 4.16

在图形显示窗口菜单栏中的 Marker 选项中对图形中的坐标进行标记读取，从而可以分析出相位裕度的大小，如上图所示，该电路的相位裕度约为 87 度，在运行时电路速度有可能较慢，可以通过改变管子的参数进行调整。

在分析结果时也可用蓝框中的选项，可以完成输出结果的差值分析，输入到计算器和 Y vs Y 功能等。大家可以根据实际需要进行选择。

注：以上只是对 Cadence 软件 IC 设计流程的基本操作的介绍，Cadence 在电路设计方面还有很多强大的功能，大家在实际使用时可以对其进行进一步的学习。