

## 第 6 章 TINA-TI 电路仿真软件

TINA-TI 是德州仪器（Texas Instruments）TI 公司和 DesignSoft 公司联合推出的专门为 TI 器件进行 SPICE 仿真的软件，它基于 SPICE 模型，是一款科学而且功能强大的电路仿真软件。它拥有内置信号源，频谱仪，示波器等模块，能分析所设计电路的时域和频域响应。TI 公司在其网上免费提供这个软件，并专门为几乎所有的 TI 运算放大器，部分特殊功能放大器和一些开关电源芯片制作了 TINA 的器件模型，这样用户将不再需要自己从 SPICE 模型转换为 TINA 模型，节约了大量的时间。同时，TINA-TI 中还内建了大量的例子，包括 TI 大部分运放的测试电路及一些常用的模拟电路。

### 6.1 获得并安装 TINA-TI 软件

TI 公司免费提供了 TINA-TI 这个仿真软件，该软件的安装源文件可以通过以下方式获得。

首先，在浏览器中输入网址“<http://www.ti.com.cn/tool/cn/tina-ti>”，将看到如图 6.1.1 所示的界面：

### 基于 SPICE 的模拟仿真程序

(ACTIVE) TINA-TI

描述/特性

技术文档

支持和社区

立即订购

器件型号	从德州仪器购买	状态	操作系统
TINA-TI: SPICE-Based Analog Simulation Program	免费 <div>注册/下载</div>	ACTIVE	Windows XP or 7
TINA-TI_RUSSIAN: SPICE-Based Analog Simulation Program	免费 <div>注册/下载</div>	ACTIVE	Windows XP or 7
TINA-TI_TRA_CHINESE: SPICE-Based Analog Simulation Program	免费 <div>注册/下载</div>	ACTIVE	Windows XP or 7

图 6.1.1 TINA-TI 下载界面

通过注册后，就能够下载到 TINA-TI 的源文件，按照向导安装完成后，就可以使用软件对电路进行仿真了。需要注意的是，目前所发布的 TINA-TI 版本的最低硬件和软件要求是：兼容 IBM PC 的计算机，运行微软 Windows 98/ME/NT/2000/XP/win7 等操作系统，奔腾系列或以上级别的处理器，64MB 及以上的内存，硬盘驱动器至少具有 100MB 的空余空间，鼠

标，VGA 适配器卡和监视器。

## 6.2 绘制电路图

要启动 TINA-TI 的主程序，可以从“开始”菜单中选择“程序\Tina9-TI\Tina-TI”，此时出现在屏幕上的主程序界面如图 6.2.1 所示。

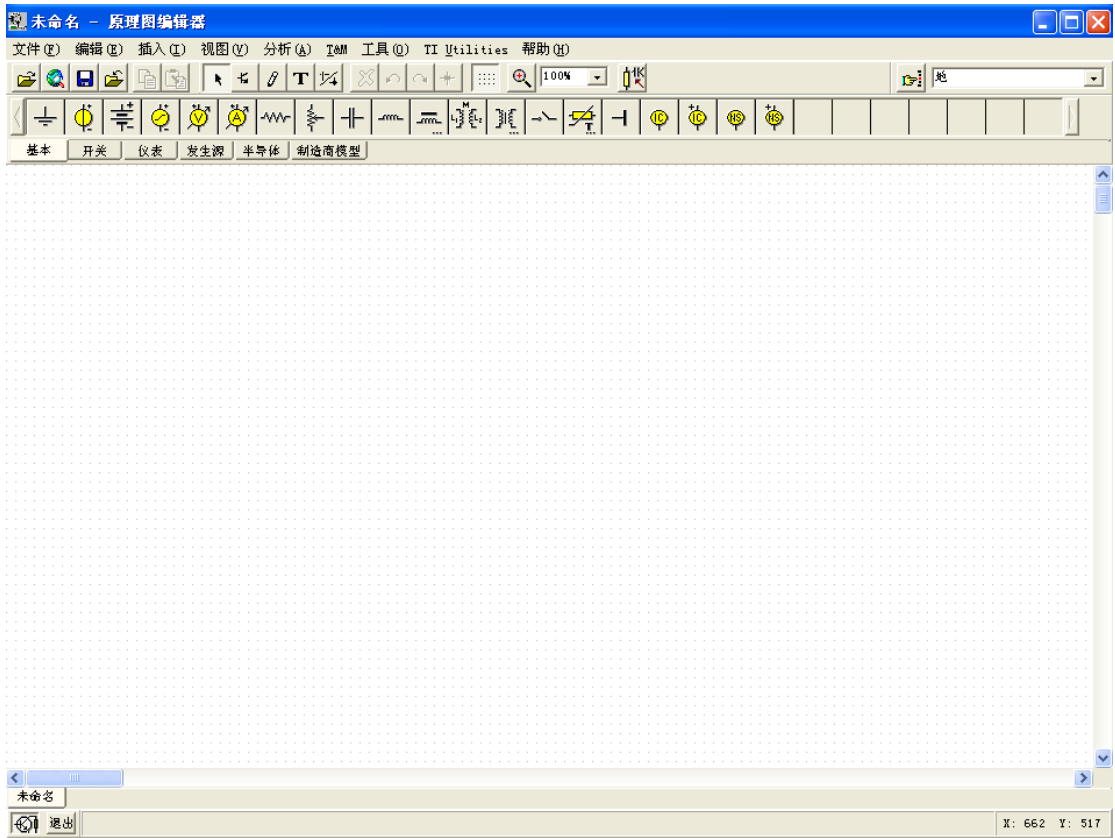


图 6.2.1 TINA-TI 主界面

图 6.2.1 所显示的是原理图编辑器的布局。图中空白的工作区是设计窗口，用以在其中搭建测试电路。原理图编辑器标题栏的下面是一个可操作的菜单行选项，如文件操作、分析操作、测试及测量设备的选择等等。在菜单行下方的位置是一行与不同的文件或 TINA 任务相关联的快捷图标。在最后一行图标中可以选择一个特定的元件组。这些元件组包括基本的无源元件、半导体以及精密器件的宏模型。可以利用这些元件组来搭建电路原理图。

### 6.2.1 放置电路的元件及基本仪器

在电路图中放置基本的电阻、电感、电容、信号源及电压源，可以单击第四行菜单栏的“基本”选项卡，然后选择第三行菜单栏对应的电阻、电感和电容。具体如图 6.2.2 所示：

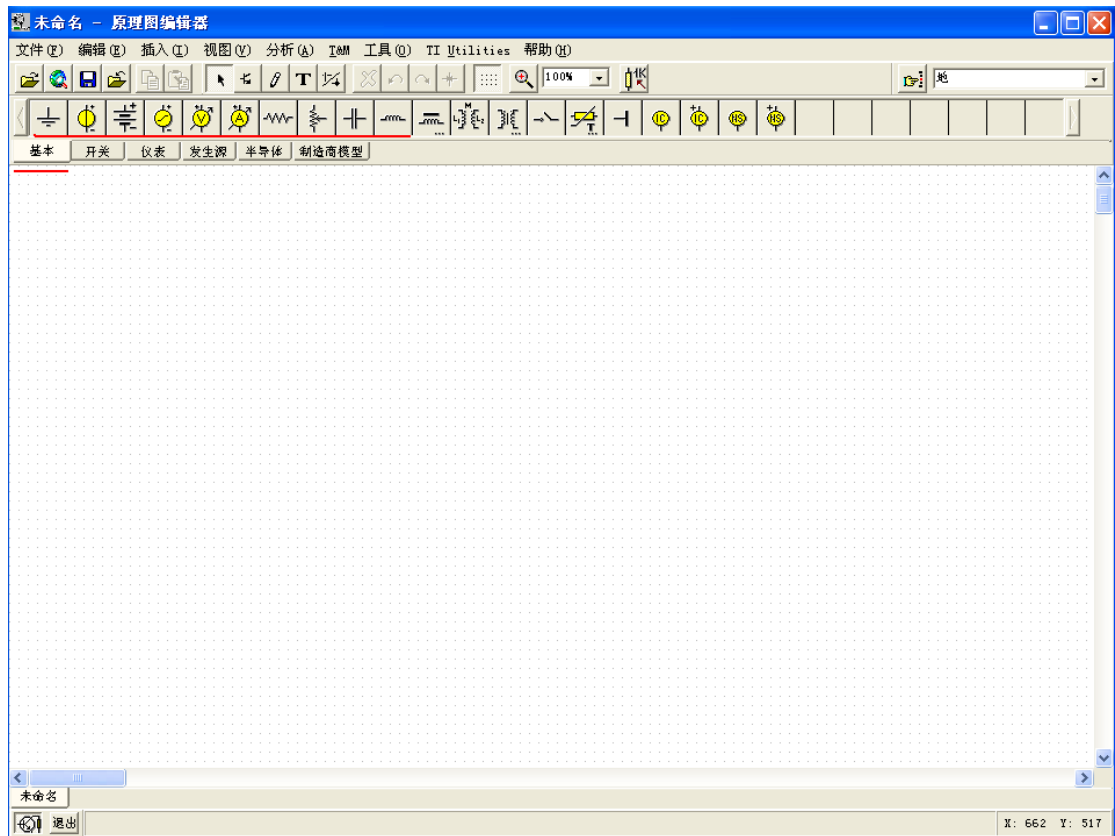


图 6.2.2 放置电阻、电感、电容及基本仪器

放置其他元件可以单击第四行菜单栏的“半导体”选项卡，然后具体选择对应的器件。具体如图 6.2.3 所示：

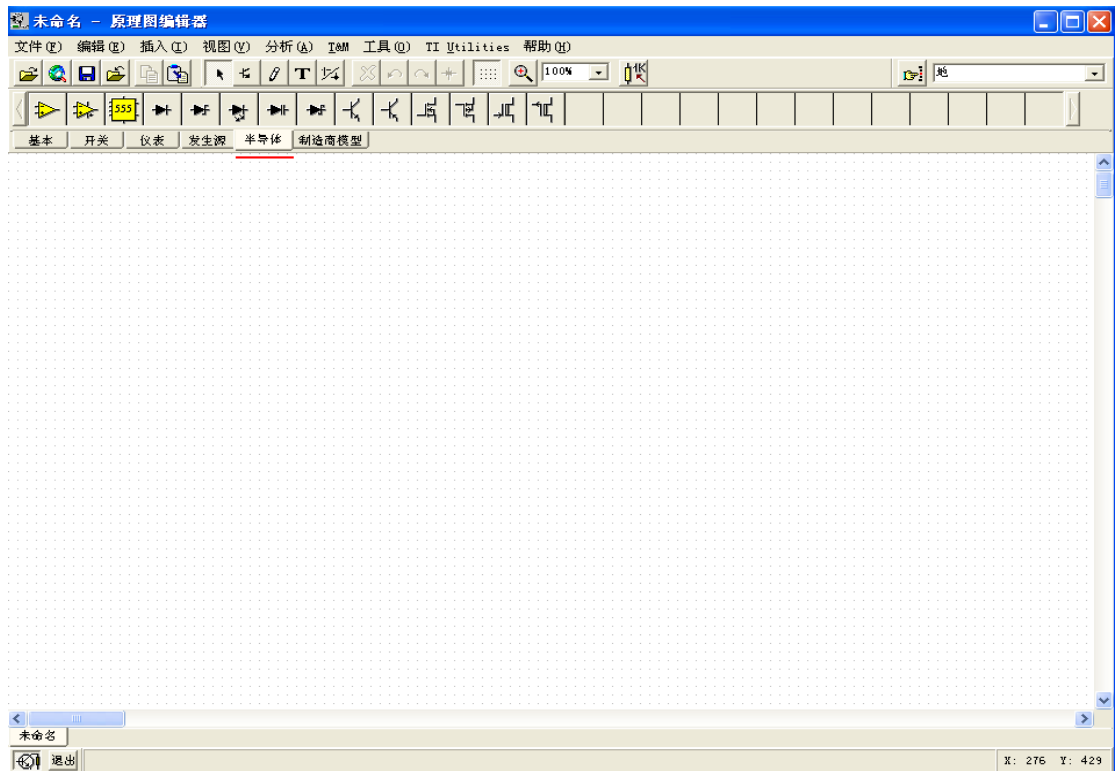


图 6.2.3 放置其他元件

## 6.2.2 元件间连线

### 一. 元件的连接

按照上面步骤放置好元件后，我们将鼠标放置在元件的连线点，单击，鼠标不要弹起，拖动，然后移动到目标位置再弹起鼠标。

### 二. 连线的调整

如果对已经连好的连线不满意，可以调整连线的位置。具体方法是：在要修改的线上单击，然后拖动。

### 三. 删除连线

删除连线有两种方法：一是将光标移到将被删除的连线上，单击鼠标右键，弹出快捷菜单，选择其中的“删除”命令就可以删除此连线；二是将光标移到将被删除的连线上，单击鼠标左键选中此连线，直接按【Delete】键，删除连线。

## 6.2.3 例子

本节我们运用前两节所讲的内容绘制如图 6.2.4 所示的运算放大器，反向输入电路。

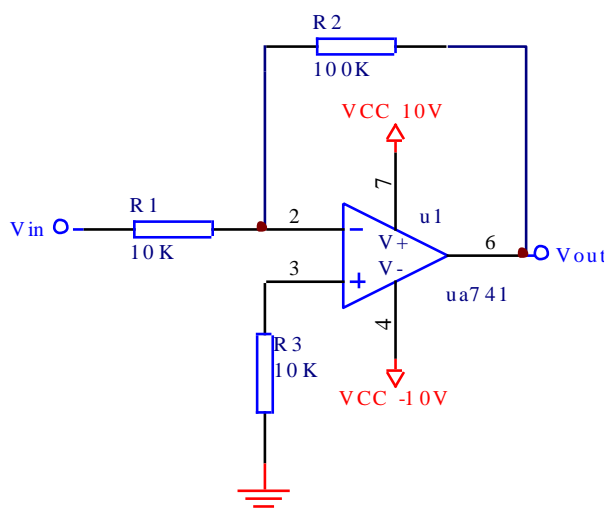


图 6.2.4 运算放大器反相输入电路

首先在电路窗口内放置各种元器件。其中  $uA741$  在第四行菜单栏的“制造商模型”选项卡中选择“运算放大器”。将所需的元器件放置在电路窗口中以后，为了下一步连线的方便，可以重新调整元件的位置，得到如图 6.2.5 所示的结果。

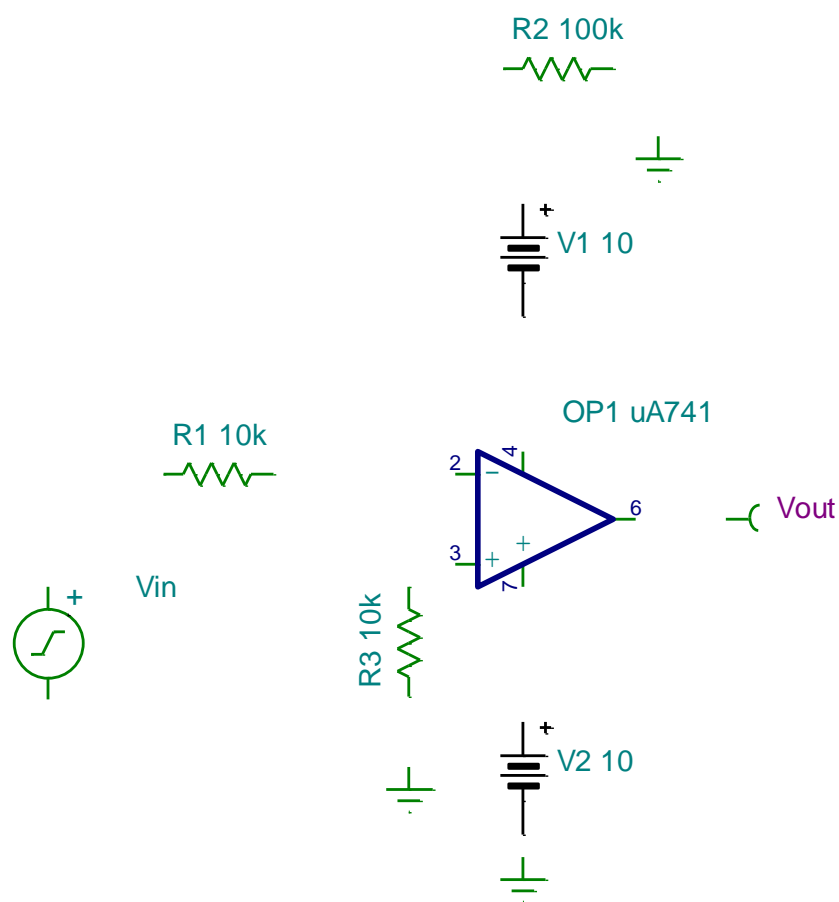


图 6.2.5 调整好位置的元件放置

元件放置好之后,就可以连接电路了,即用鼠标单击需要相连的元件端点将其连接起来。元件全部连接完成后。这样,就绘制完成了如图 6.2.6 所示的电路。

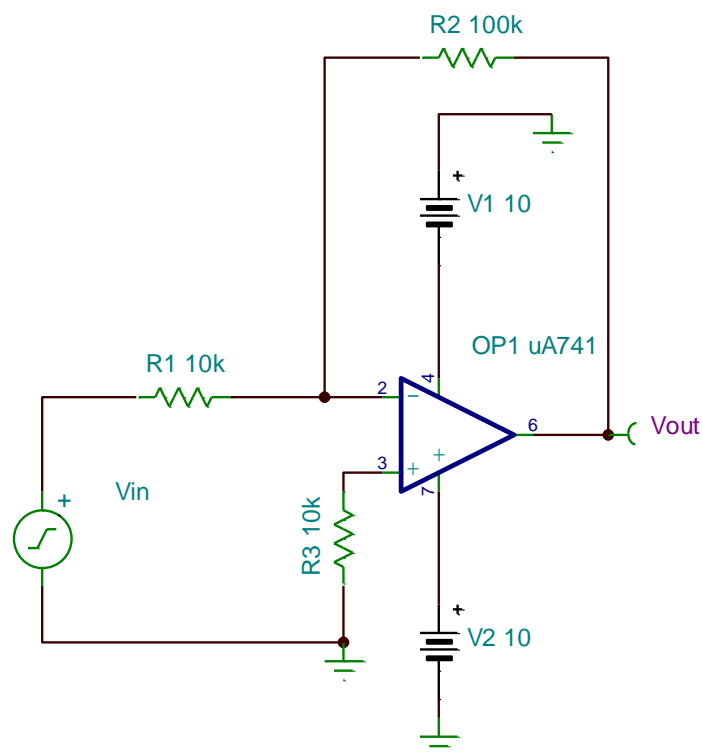


图 6.2.6 连接好的运算放大器反相输入电路

## 6.3 参数设置

### 6.3.1 元件参数设置

连好电路后，需要根据实际的电路图，来改变每个具体元件的参数，方法是在该元件上双击，然后在弹出的窗口中改变相应的值。具体如图 6.3.1 所示：

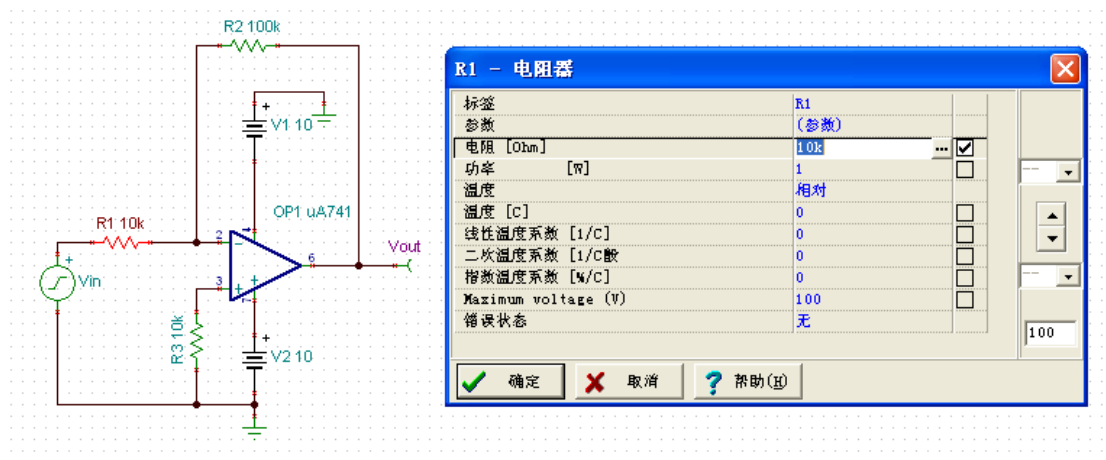


图 6.3.1 修改元件值界面

### 6.3.2 虚拟仪表参数设置

设置好元件参数后，还需要对信号源，电源等虚拟仪器进行参数设置，方法是在对应的仪器上双击，然后修改参数值。具体如图 6.3.2 所示：

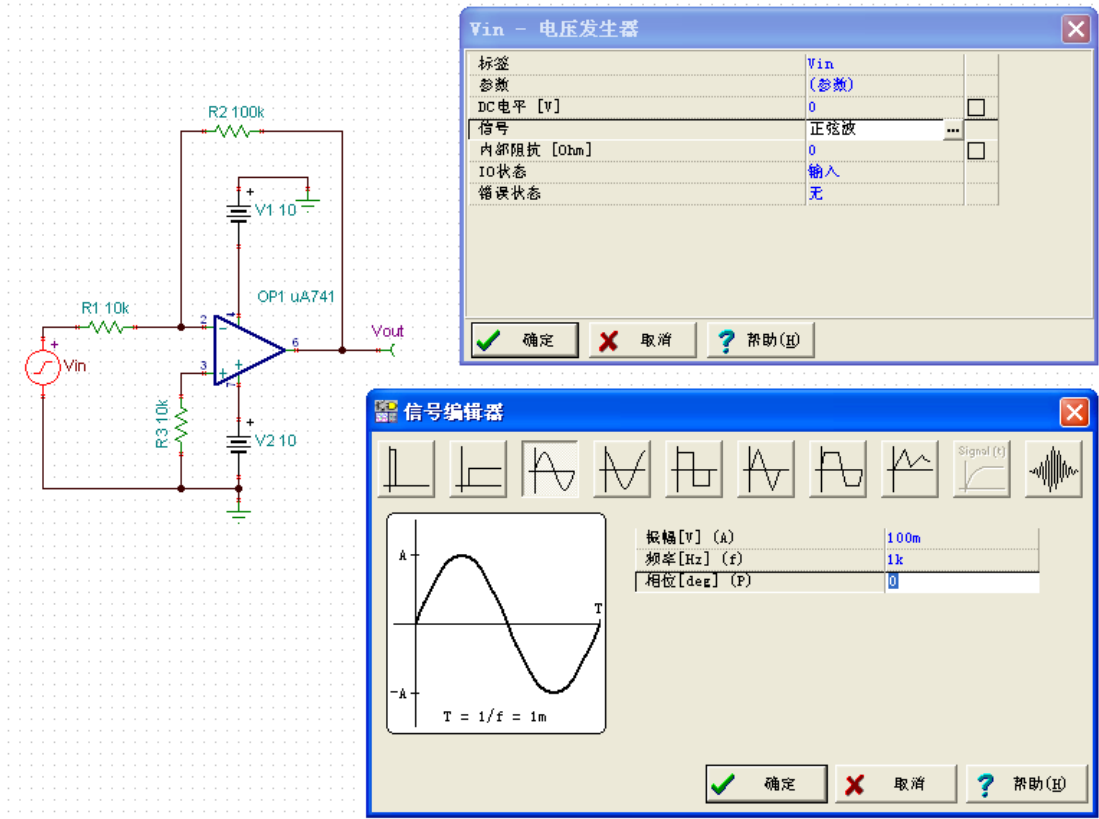


图 6.3.2 虚拟仪表参数设置界面

## 6.4 仿真分析

### 6.4.1 直流工作点分析

直流工作点分析 (DC Operating Point Analysis) 就是求解电路仅受电路中直流电压源或电流源作用时，每个节点上的电压及流过各个支路的电流。在对电路进行直流工作点分析时，电路中交流信号源置零（即交流电压源视为短路，交流电流源视为开路）、电容视为开路、电感视为短路、数字器件视为高阻接地。

下面以图 6.2.4 所示的电路为例，详细介绍直流工作点分析的操作过程。

画好电路图后，选择第一行菜单栏的“分析”菜单，然后再选择“直流分析”，再选择“直流结果表”命令，这样就可以在得到各个节点的电压、电流值了，具体操作过程如图 6.4.1 所示，仿真结果如图 6.4.2 所示。

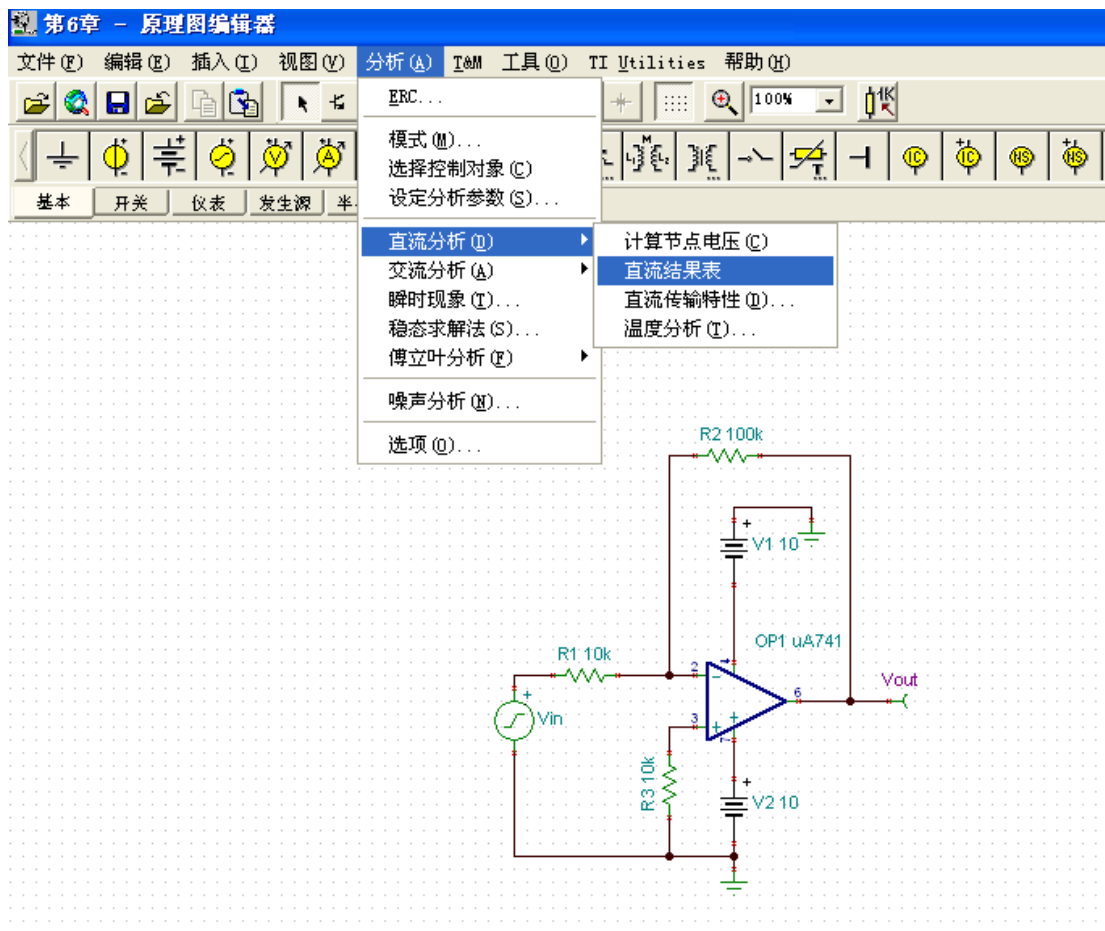


图 6.4.1 直流工作点分析设置界面

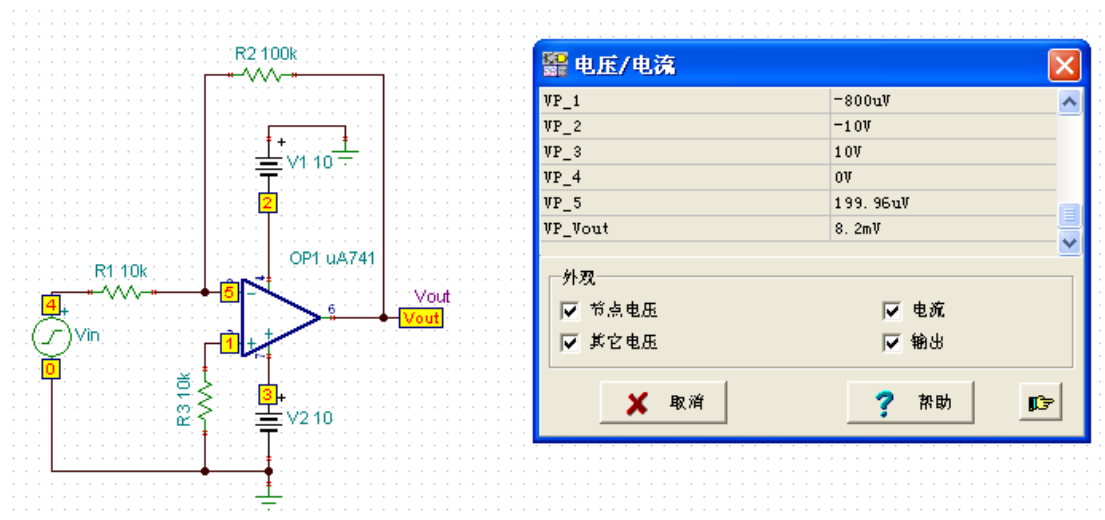


图 6.4.2 直流分析仿真结果

## 6.4.2 交流分析

交流分析 (AC Analysis) 就是对电路进行交流频率响应分析。得到电路的幅频特性曲线和相频特性曲线。

具体方法：选择第一行菜单栏的“分析”，然后选择“交流分析”，然后选择“交流传输特性”，在弹出的窗口中设置交流扫描的起始频率和停止频率及采样点数，扫描类型，待显示的内容等。单击“确定”后，开始仿真，操作步骤如图 6.4.3 和图 6.4.4 所示，仿真结果如



图 6.4.5 所示。在仿真结果中还可以引入“指针 a”(在第二行菜单栏), 来对仿真结果进行定量的标记。

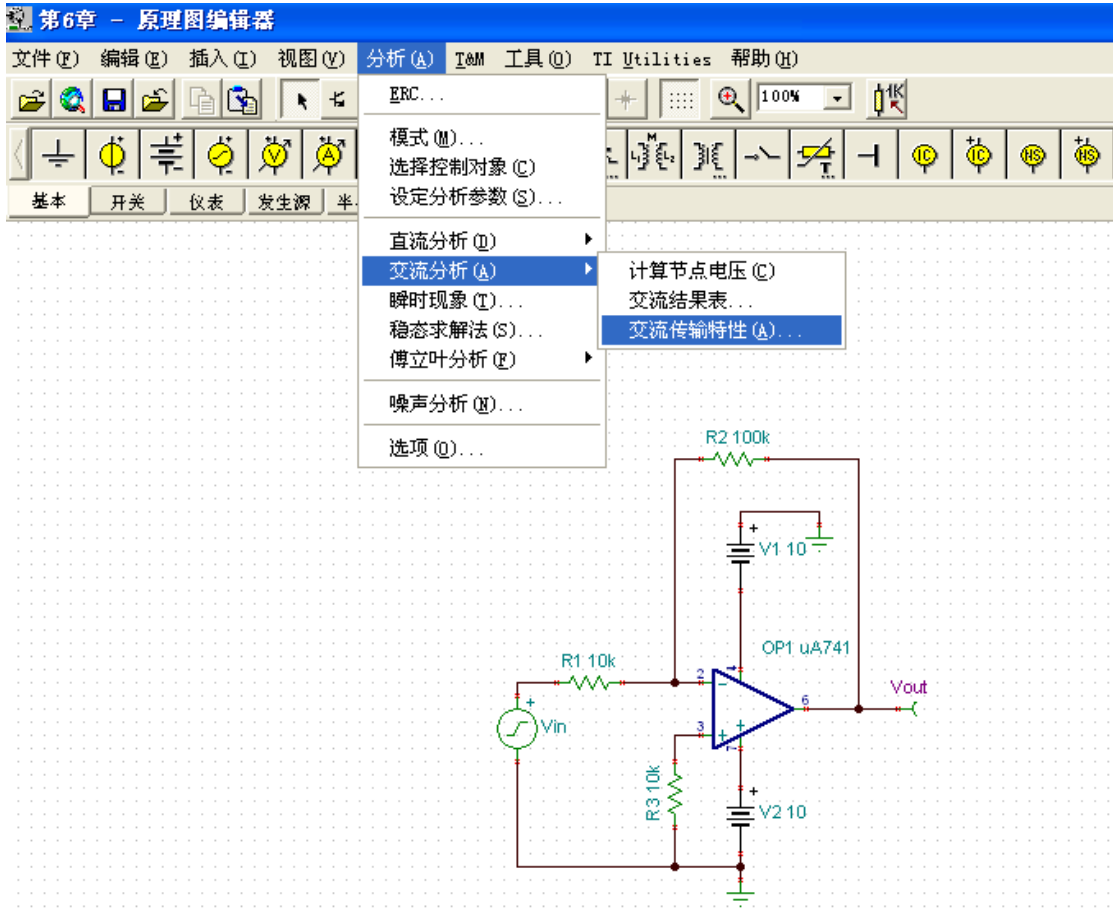


图 6.4.3 交流分析设置步骤 1

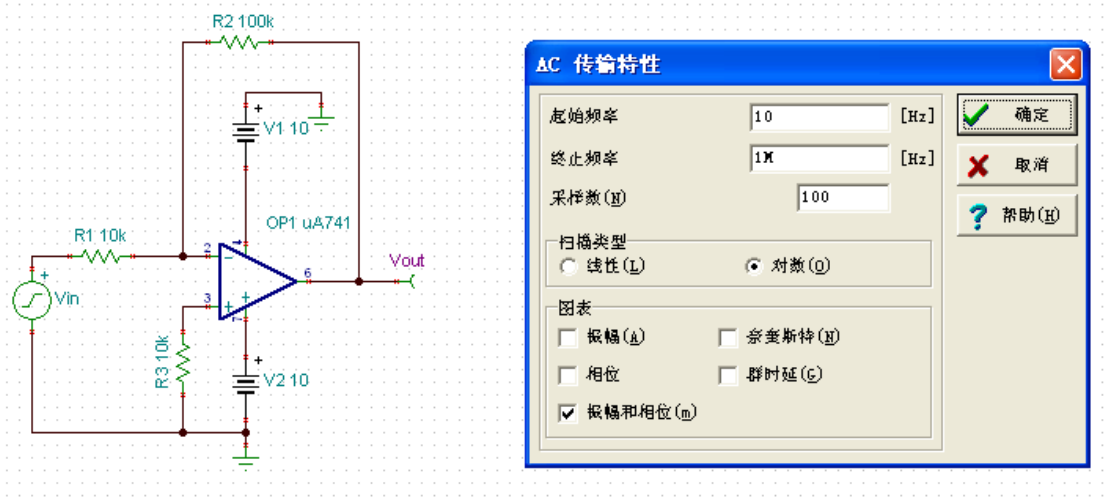


图 6.4.4 交流分析设置步骤 2

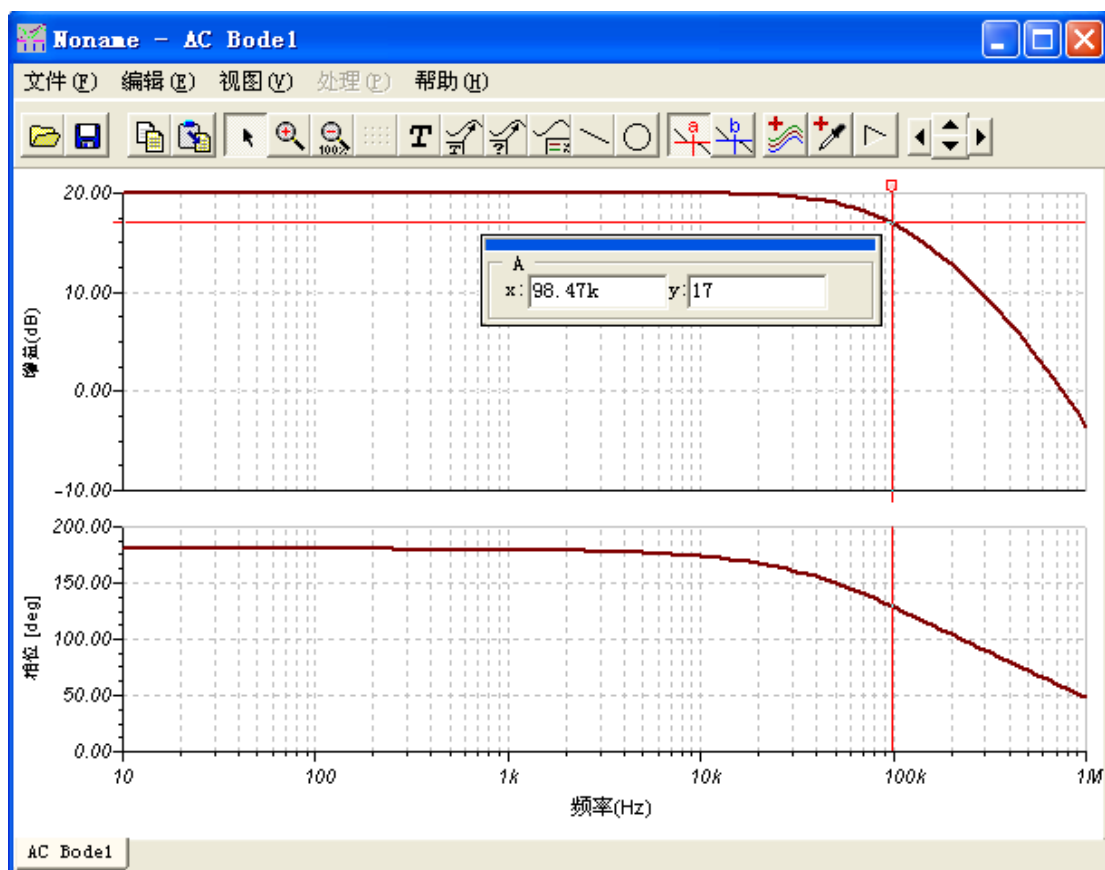


图 6.4.5 交流分析仿真结果

### 6.4.3 瞬态分析

瞬态分析 (Transient Analysis) 是一种时域分析, 可以在激励信号 (或没有任何激励信号) 的作用下计算电路的时域响应。瞬态分析的结果通常是分析节点的电压波形。

具体方法: 选择第一行菜单栏的“分析”, 然后选择“瞬时现象”, 然后在弹出的窗口中设置瞬时分析的起始时刻和停止时刻等。单击“确定”后, 开始仿真, 可以在仿真结果中选择“视图”-》“分离曲线”来对仿真结果进行分离显示。操作步骤如图 6.4.6 和图 6.4.7 所示。设置  $V_{in}$  为峰峰值 0.2V, 频率 1KHz 的正弦波, 仿真结果如图 6.4.8 所示。

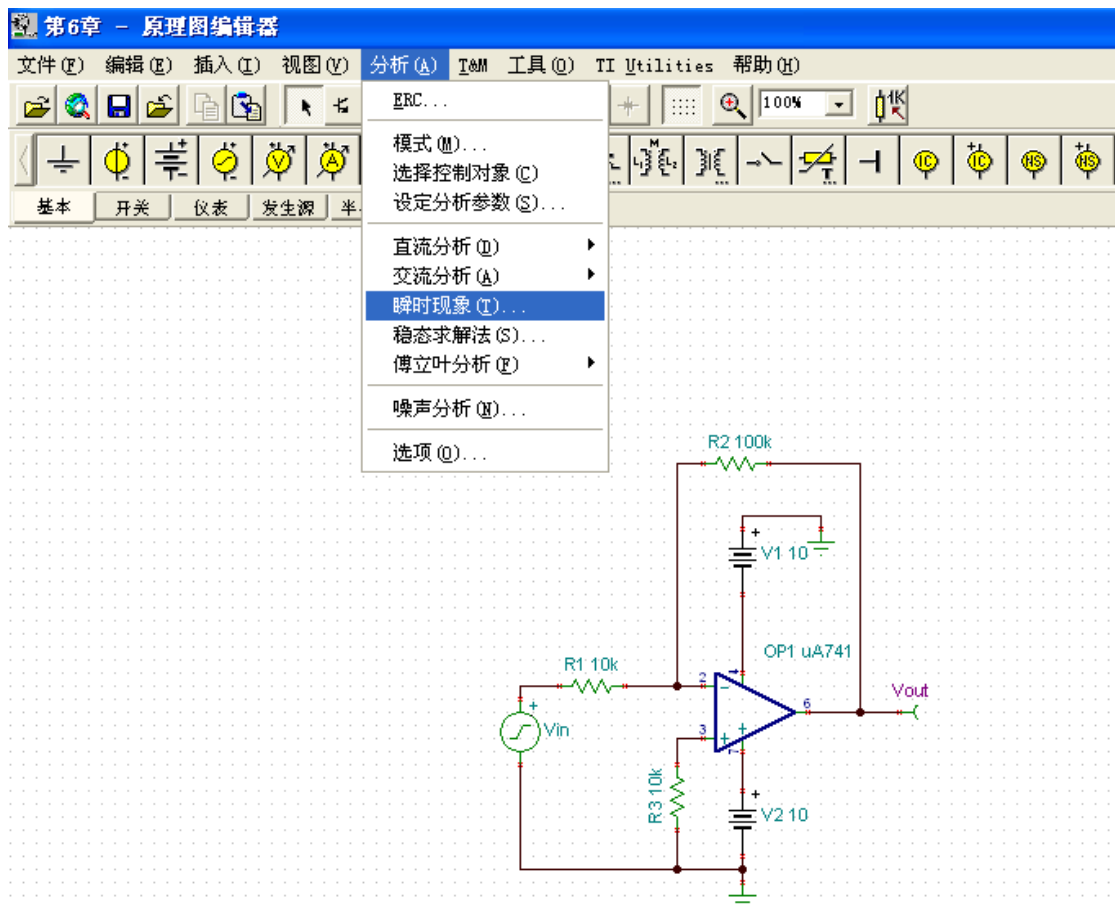


图 6.4.6 瞬态分析设置步骤 1

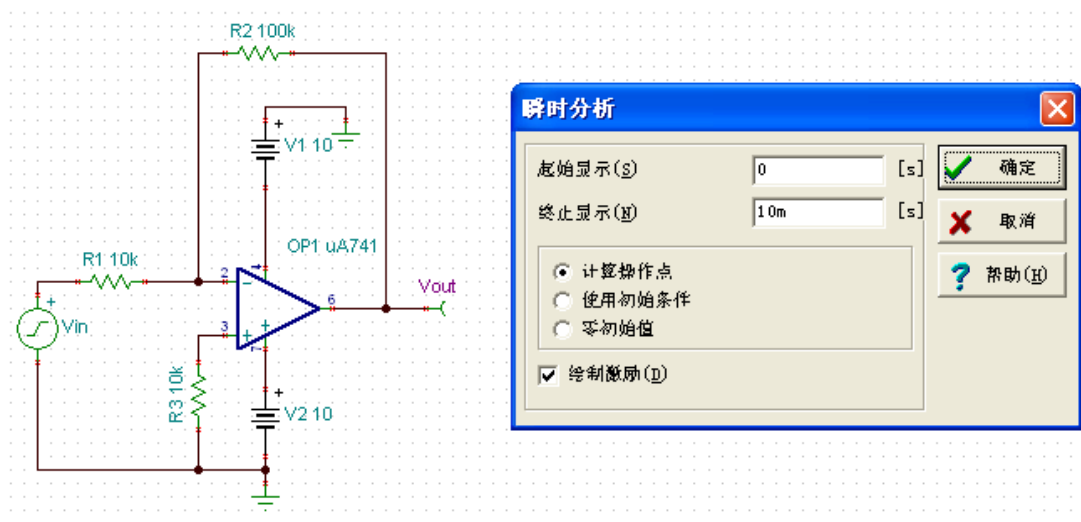


图 6.4.7 瞬态分析设置步骤 2

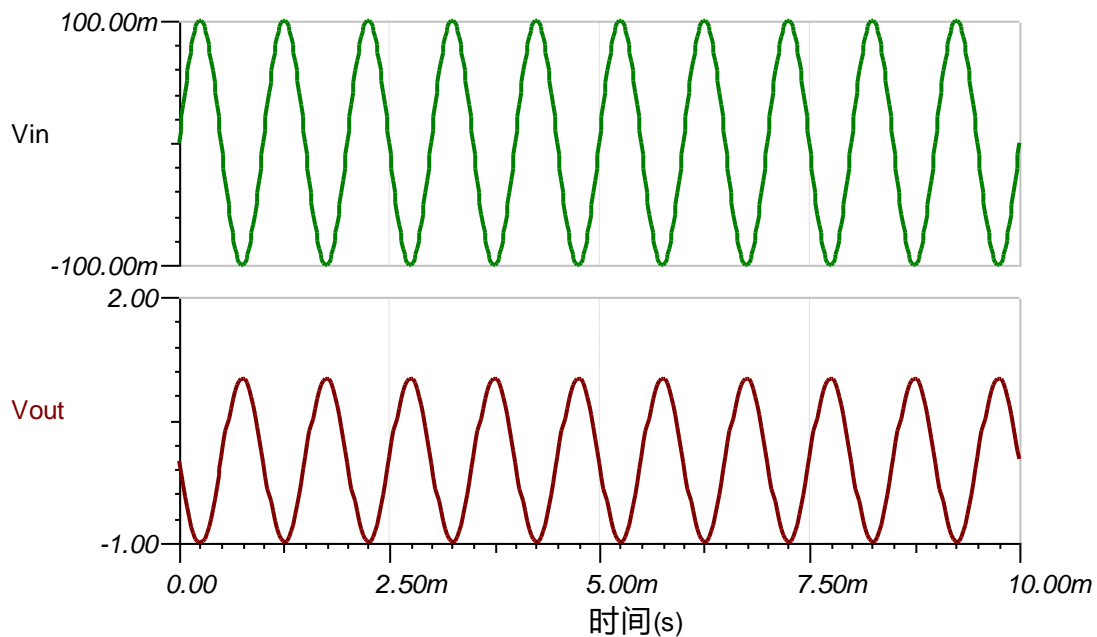


图 6.4.8 瞬态分析仿真结果

#### 6.4.4 参数扫描分析

在电路分析中,经常会对电路的关键参数进行扫描分析,比如电路的增益与电阻的关系。下面以图 6.2.4 为例,来找到该输出信号的峰峰值,随  $R_2$  的变化关系。具体操作步骤如下:选择第一行菜单栏的“分析”->“选择控制对象”->单击控制对象  $R_2$ ->单击元件值后面的“...”->设置  $R_2$  的起始值和终止值,及  $R_2$  的总的点数->然后重复瞬态分析的步骤,设置好起止时间后,点击【确定】就可以得到仿真结果了,在仿真结果中我们可以利用,第二行菜单栏中的“自动分类”来对仿真结果进行标记,具体步骤如图 6.4.9 至图 6.4.11 所示,仿真结果如图 6.4.12 所示。

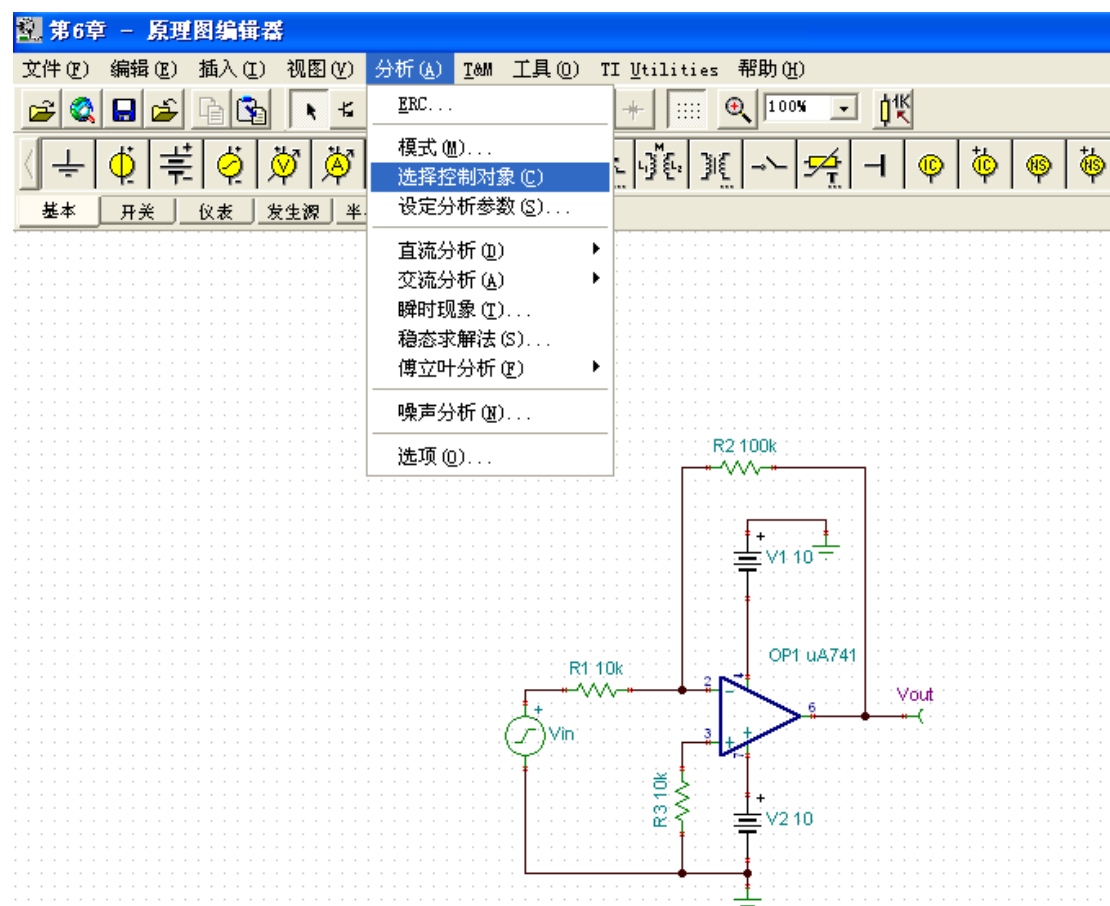


图 6.4.9 参数扫描分析选择控制对象

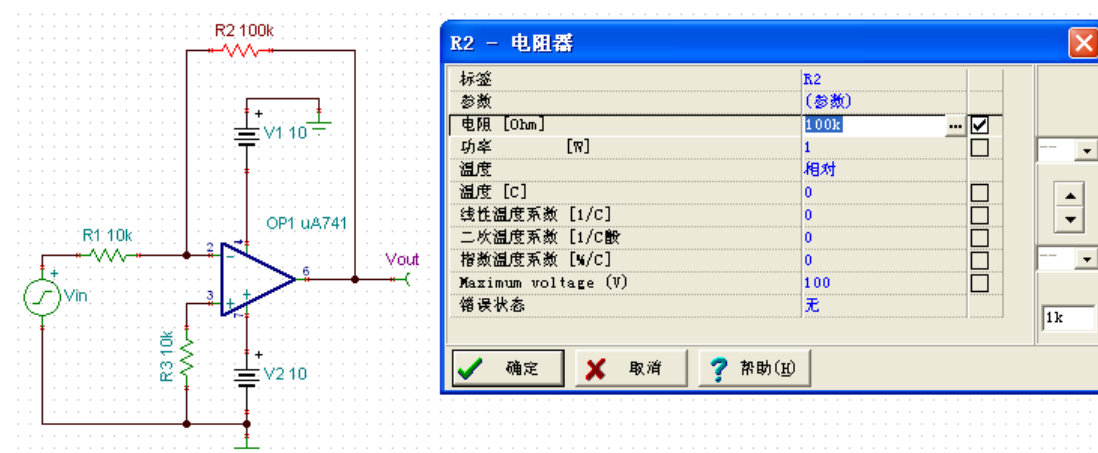


图 6.4.10 R2 阻值设置界面-1

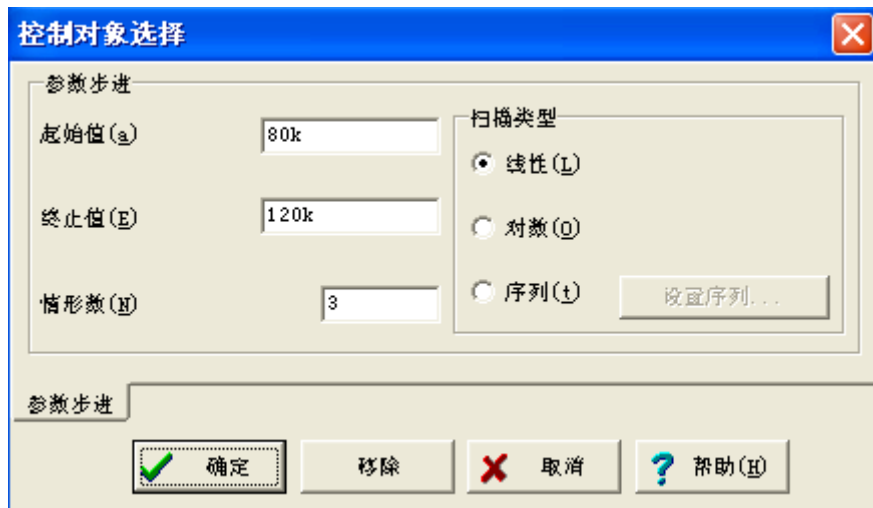


图 6.4.11 R2 阻值设置界面-2

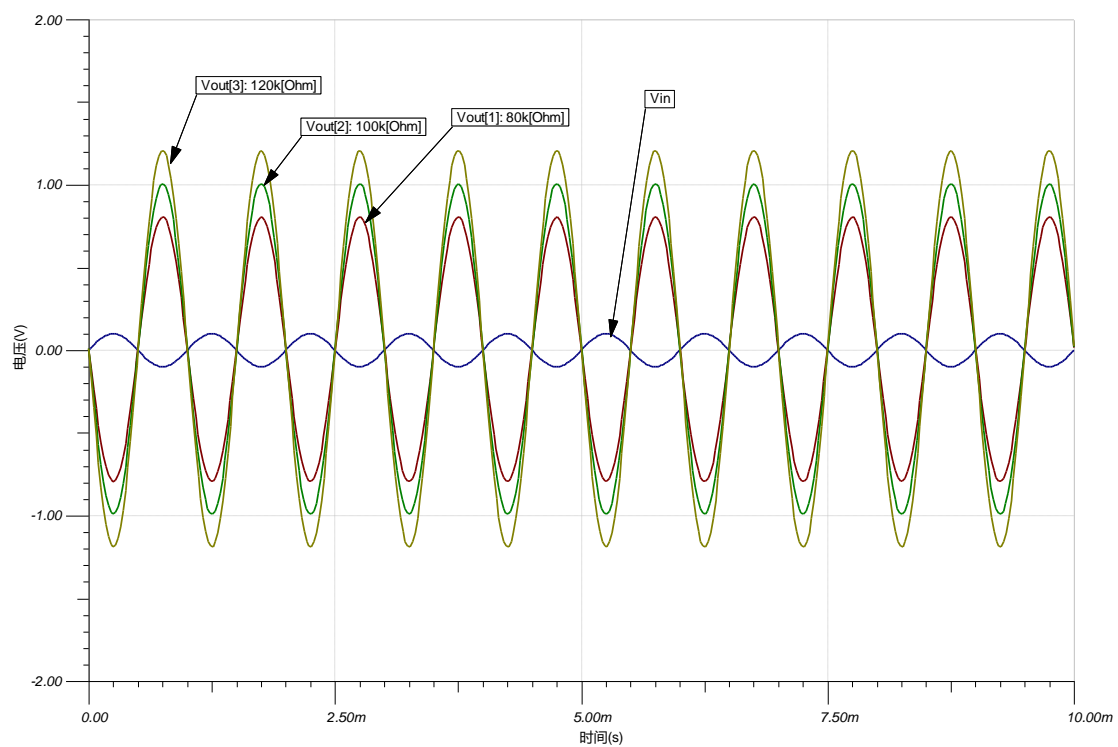


图 6.4.12 参数扫描仿真结果