

第三节 创建参数模型

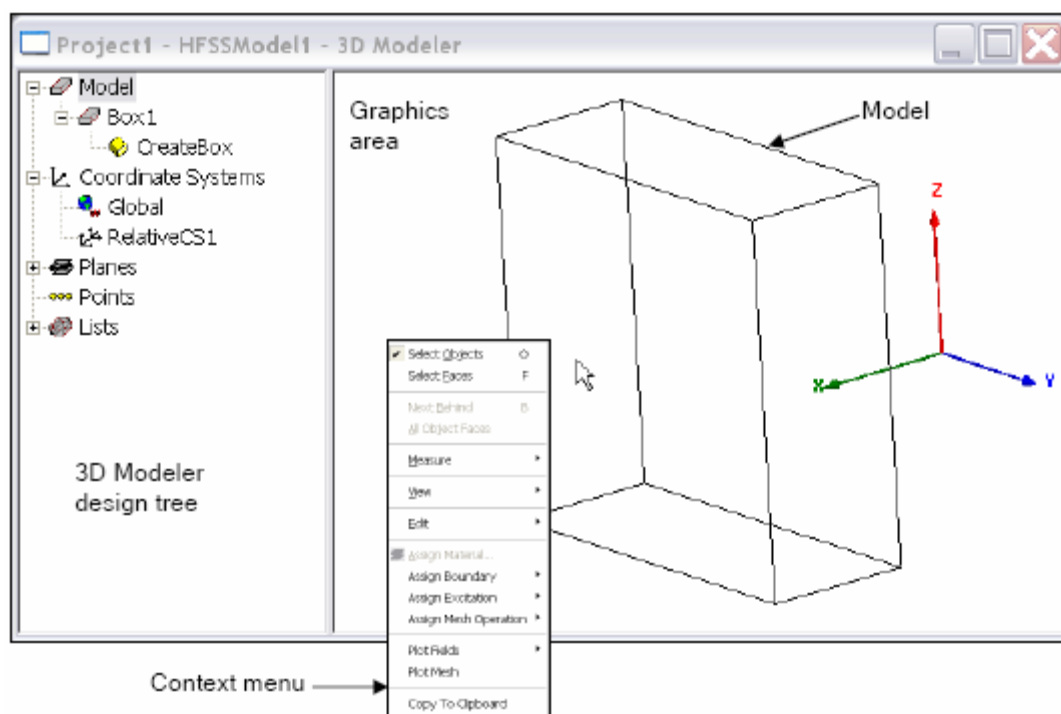
Ansoft HFSS 3D 模型编辑器使用简便、灵活，并具有全参数化建模的强大功能，无需编辑复杂的宏/模型来实现。

这一章节主要介绍 HFSS 的 3D 建模过程。通过对这些基本概念的理解，我们可以快速利用 3D 参数建模器提供的所有特色功能。

3D 模型编辑器用户界面总览

3D 模型编辑器窗口如下图所示。

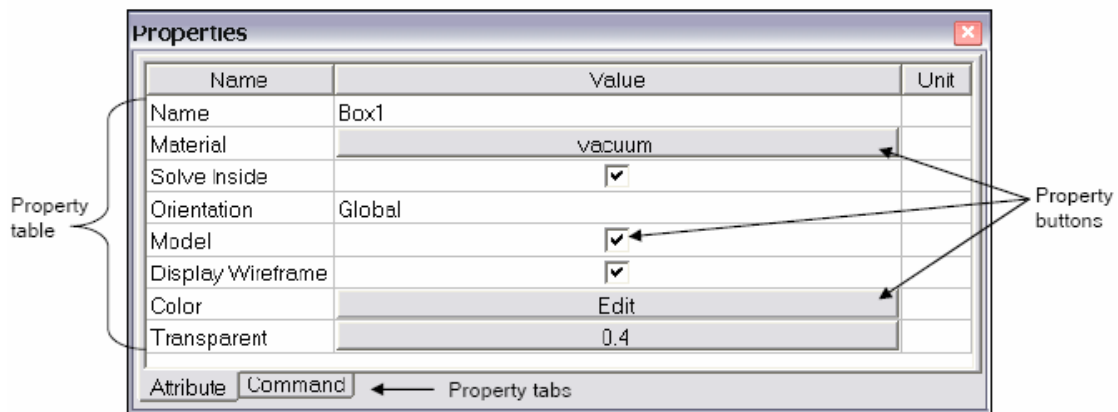
- 一、**3D 模型设计树**——3D 模型设计树是用户界面的重要组成部分。通过树型结构你可以访问任何结构单元及其属性。
- 二、**关联菜单**——关联菜单是一种可以灵活访问当前页经常使用的菜单命令。在用户界面的整个使用过程中，通过点击右键即可获得此动态显示的菜单目录。
- 三、**图形区域**——图形显示区域与结构单元相关联。



F. 0.3.1

在使用 3D 模型编辑器时，我们也会和另外两个界面交互使用：

- 一、**属性窗口**——属性窗口用于查看或修改结构体的属性和尺寸。



F.0.3.2

二、状态条/坐标输入——Ansoft HFSS 桌面窗口底部状态条显示的坐标输入区，在创建结构模型时，用于确定物体一个点的坐标或偏移量。



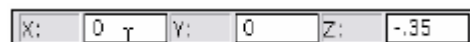
F.0.3.3

网格平面

为了使创建模型基本单元的工作变得简单，Ansoft HFSS 使用了网格平面或画图平面。画图平面不会把使用者限制于两维坐标，而只是作为一个向导来简化创建模型的基本单元。画图平面由激活的网格平面来表示（网格平面不一定是可见的）。为了说明如何使用画图平面，请参阅下一章：创建和浏览简单结构。

激活光标

光标激活以后，在创建物体时就可以使用光标。光标允许你在图形界面改变当前位置，光标位置显示在 Ansoft HFSS 桌面菜单的状态栏中。



F.0.3.4

在不创建物体时，光标保持非激活状态并且被设定为动态选择状态。要更进一步了解信息，见“选择物体纵览”一节。

创建和浏览简单模型结构

通过以下步骤来完成 3D 结构物体的创建：

1. 设置网格平面
2. 创建物体的基本形状
3. 设置高度

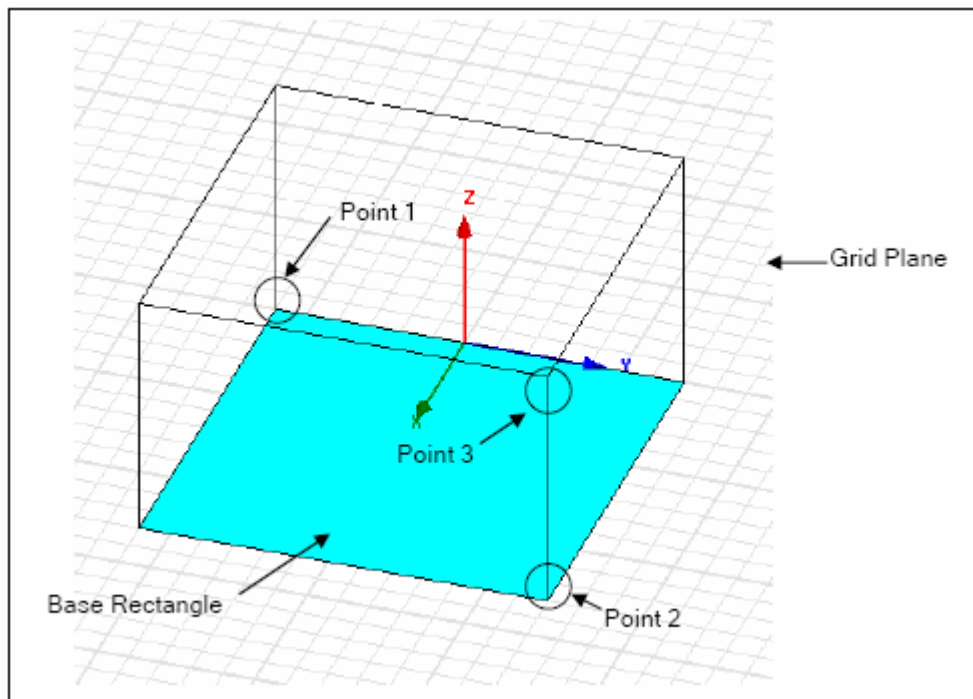
一、创建长方体

我们将通过创建一个长方体来演示这几个具体的操作步骤。这些步骤在假设工程和 HFSS 设计已经创建的前提下进行的。创建一个长方体，需要确立三个点。前两个点确定长方体的底面矩形，第三点确定长方体的高度。

Point1：定义矩形的起点。

Point2：定义矩形的长和宽。

Point3：定义长方体的高度。



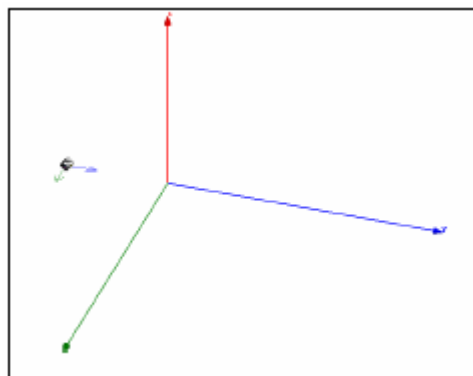
F. 0.3.5

一) 选择菜单目录：*3D Modeler > Grid Plane > XY*



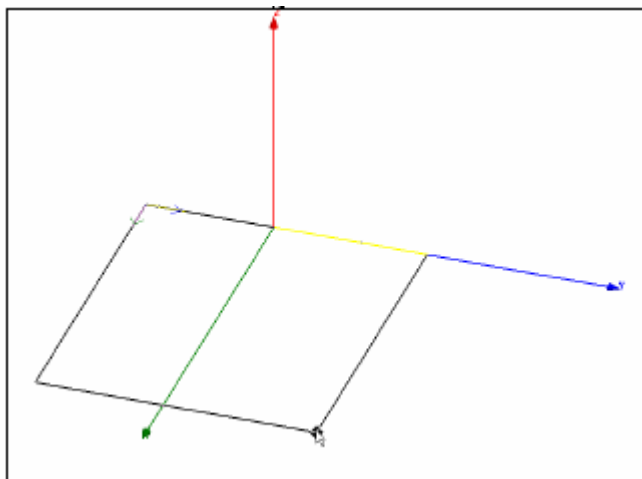
二) 利用鼠标创建基本图形

1. 移动活动光标的位置到起点，点击鼠标左键设置起点。



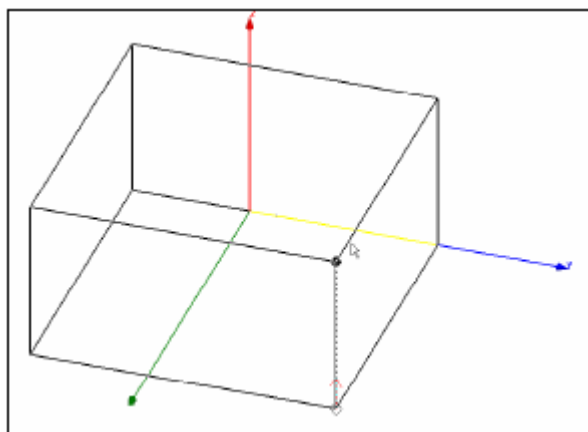
F. 0.3.6

2. 移动活动光标到第二点的位置，然后点击左键形成基本矩形。



F 0.3.7

3. 移动活动光标，点击左键设置长方体的高度。

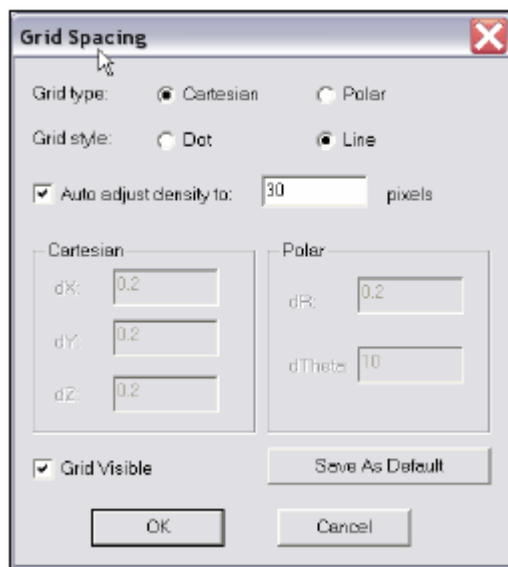


F 0.3.8

指定点的位置

一、网格

从这个例子中，我们可以看到在网格平面上通过点击方式来设置一个点的简单方法。如果想要设置网格平面的精度，可选择菜单：*View > Grid Setting*。在这里你可以设定网格类型、样式、是否可见及精度。点击**保存为默认设置 (Save As Default)**按钮，你就可以将次设置确认为下次打开 HFSS 时的默认属性设置。



F. 0.3.9

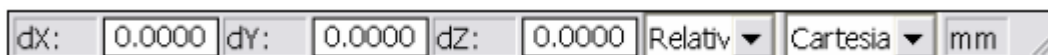
二、坐标输入

指定坐标的另一种方法就是使用坐标输入区，它位于 Ansoft HFSS 桌面底部的状态条上。坐标位置可以指定为笛卡尔坐标（直角坐标）、柱面坐标或球面坐标。一旦设定了第一个点的坐标，坐标输入将默认设置为相对坐标。在相关联的模式下，坐标不再是绝对坐标（从工作坐标系的原点开始算起），而是相对于前一个输入点的相对坐标。

1、公式

坐标输入区允许使用公式作为输入坐标位置的值。例如： $2*5$ ， $2+6+8$ ， $2*\cos(10*(\pi/180))$ 。坐标输入区不能使用变量。

注意：三角（Trig）函数是以弧度为单位。



F. 0.3.10

2、物体属性

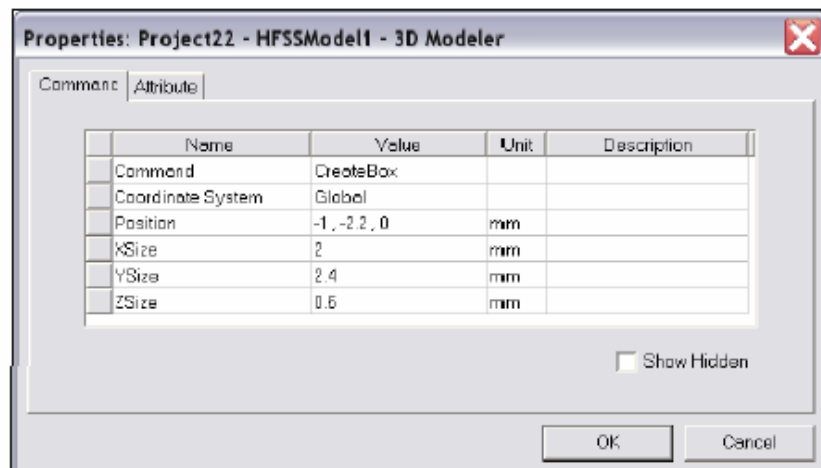
默认情况下，当你创建完一个物体后就会弹出属性对话框。在对话框中可以修改物体的位置和大小。这种方式允许你先用鼠标点击被创建物体的估计值，然后在最后的对话框中修改成为精确值。

属性对话框可允许输入公式、变量及单位。详情请参见“输入参数概述”一节。

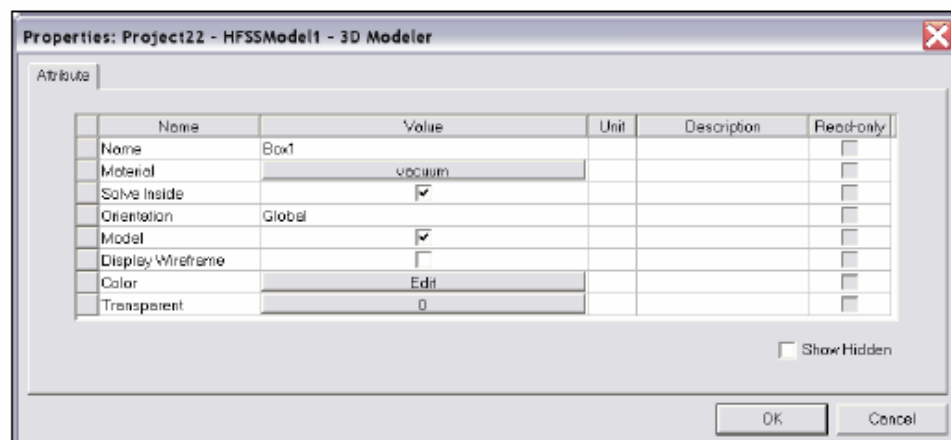
每一个物体具有两种类型的特性：

- 1) 命令（Command）——定义结构原型
- 2) 属性（Attributes）——定义材料、显示和求解的特性。

Commands



Attributes



F.0.3.11

画图概述

一、原始模型

- ✚ 在实体建模中，基本元素或基本物体通常被称作原始模型。例如长方体、圆柱体、矩形、圆等都是原始模型。原始模型分为两种类型：三维原始模型或实体、二维原始模型或平面。通过设置一组适当位置和适合尺寸的原始模型，我们能创建一个代表复杂结构的物体。
- ✚ 创建复杂的物体时，原始模型可以作为“工具”进行打孔、裁减或连接。用这种“工具”完成的这些操作通常被称作布尔运算。
- ✚ 二维原始模型可以创建成任意形状的实体模型。

二、二维物体的创建

有以下几种二维物体可供选择：矩形、圆、线、点、曲线、椭圆、正多边形。

三、三维物体的创建

有以下几种三维物体可供选择：长方体、圆柱体、球、园环、螺旋体、接合线、圆锥体、正多面体。

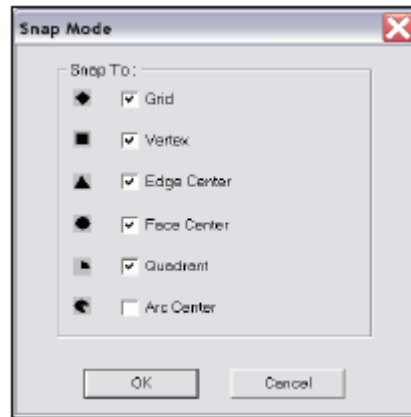
四、真实表面

圆、圆柱体、球体等都可以用真实表面表示。在 9.0 以前的版本中，这些原始模型都是以小面

表示的。如果你想用小面表示的原始模型（圆柱或圆），可以选择正多面体或正多边形。若要控制真实表面物体的网格生成问题，可以参考“网格控制”一节。

五、捕捉模式

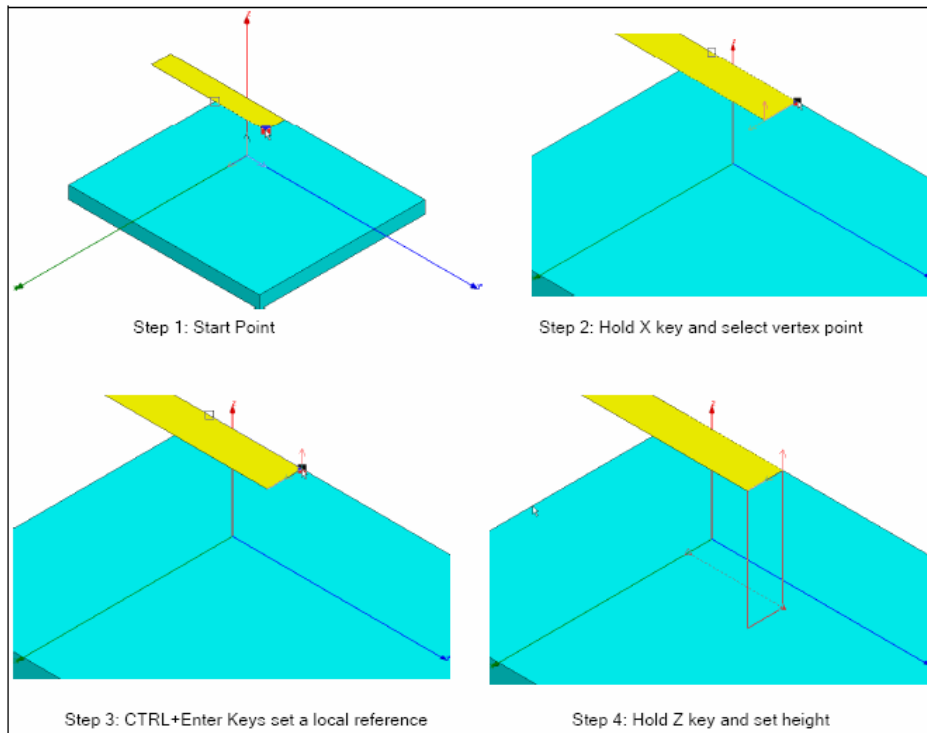
作为图形选择的一种辅助手段，图形编辑器提供了捕捉选项。默认选项如下图所示。当光标移动到捕捉位置时，活动光标将动态地改变形状。



F. 0.3.12

六、移动

- ✚ 默认情况下，所有活动光标可以在三维坐标下运动。当然也可以设置光标仅在一个平面上或在平面之外移动。这些设置可以在菜单选项中 **Menu>3D Modeler>Movement Mode** 中进行。
- ✚ 除此之外，通过按下 **x**、**y** 或 **z** 键，可以使光标限制在一个特定的方向上（**x**、**y** 或 **z**）移动，以防止光标在其他方向上移动。
- ✚ 按下 **CTRL + Enter** 键可以设置一个本地参考点。这对在一个已经存在的物体上创建几何模型是非常有用的。

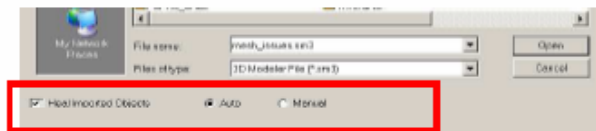
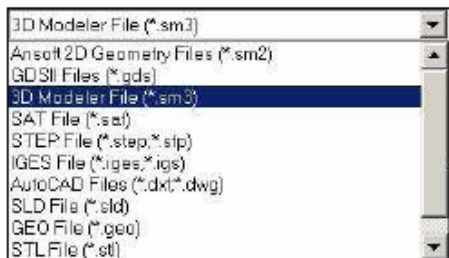


F.0.3.13

七、导入

在 3D 模型设计中，可以从外部导入图形文件。选择菜单：**3D Modeler > Import**。

下图中所列的文件格式都是支持的。但在你的许可文件（License）中还需要一个附加的转换特性选项才可以导入这类文件。



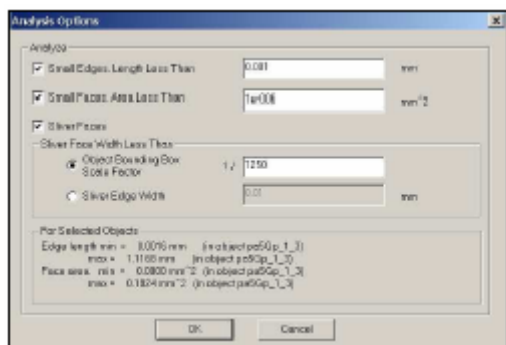
F.0.3.14

八、修复

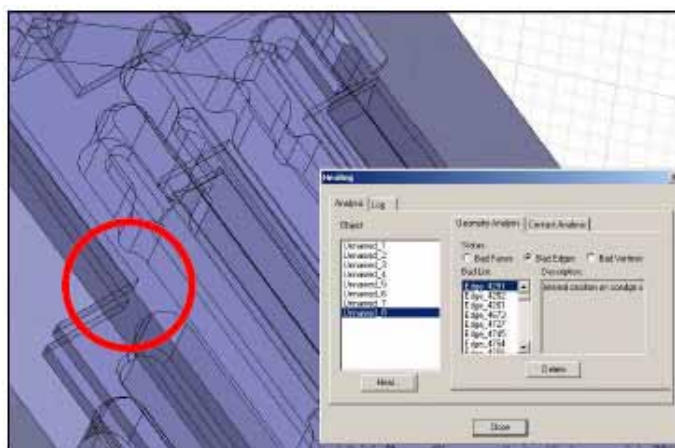
- ✚ 自动修复导入的实体模型
- ✚ 根据用户需求导入后手动修复

九、3D 模型分析

- ✚ 基于用户输入的面、实体、区域分析
- ✚ 问题列表（面、边、顶点）
- ✚ 自动放大问题存在的区域
- ✚ 移动面
- ✚ 移动边
- ✚ 移动块
- ✚ 移动顶点



F. 0.3.15



F0.3.16

选择已定义的物体

在图形区域中移动光标到一个物体上，通过点击鼠标就可选中此物体。默认的是动态选择模式，当一物体被选中后，其轮廓线的颜色与其它物体的颜色不同。请注意，当其它物体画成透明时，被选中（点击物体）的物体将显示为粉红色。

一、选择类型

默认情况下是选择“物体（Object）”模式。有时我们需要选择面、边或顶点，这时可改变选择模式，通过菜单 *Edit > Select* 选择合适的模式。通过快捷键 **o**（选择物体）和 **f**（选择面）可以快速在这两种常用模式间进行切换。

二、多重选择或锁定选择

选择时按住 **CTRL** 键，可以完成多个物体的选择。另外，按住 **CTRL** 键，对已选的物体可以取消选择或取消后重新选中。

三、选择被遮挡的物体

如果你想选择的物体位于其他物体的后面，选择挡住你要选择物体的物体，然后按住 **b** 键或点击右键选择菜单中的 *Next Behind*，如有必要，重复多次直到选中你想选择的物体。

四、选择所有可见物体

若要选中所有可见物体，通过 **CTRL+a** 或在菜单选项选择 *Edit > Select All Visible*。

五、通过名称选择物体

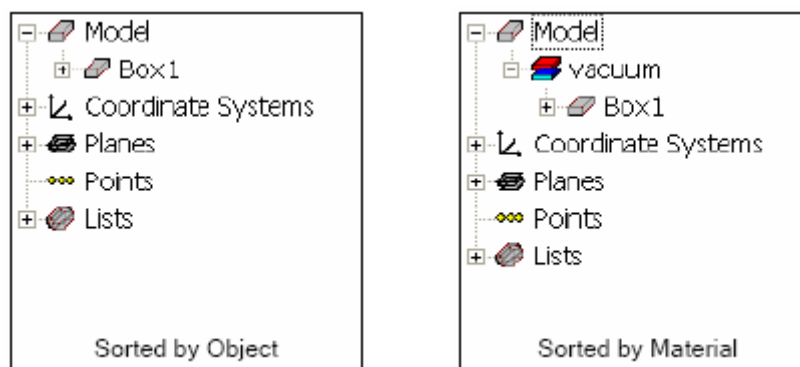
通过名称选择物体，你可以通过下面的任意一种方式：

- 一）选择菜单：*Edit > Select > By Name*
- 二）选择菜单：*HFSS > List*
 1. 选择 **Model** 列表
 2. 从列表中选择物体
- 三）使用模型树结构（Model Tree）。

六、模型树结构

当创建一个物体后，它会自动添加到模型树结构中。在模型树结构中可以找到所有已经定义的

物体。如果你展开模型树，你会看到所有的物体以物体名称或材料类型分类。可以通过切换菜单 **3D Modeler > Group Object by Material** 在两种分类之间切换。



F.0.3.17

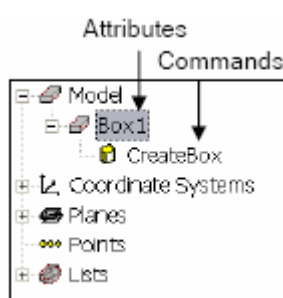
正如前面所讲，每个物体都具有两个特性：

1、属性

- ✚ 你可以在模型树结构中通过点击对应的条款来选择物体。
- ✚ 当你选中某物体时，在属性窗口会显示出它的各种属性。双击此物体即可打开属性对话框。可通过属性窗口或属性对话框来修改其属性。

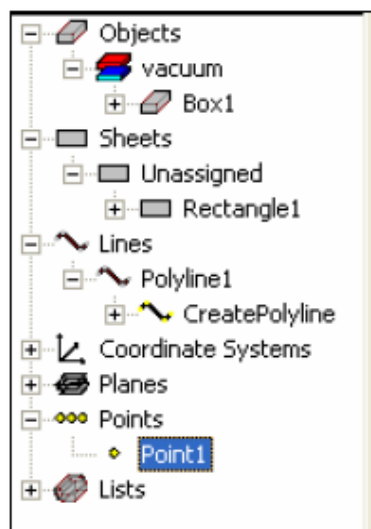
2、命令

- ✚ 在模型树中展开被选物体文件夹，可以查看相关的指令属性列表。利用鼠标选中模型树结构中对应的命令，在属性窗口将显示相应的属性。双击某条命令将会弹出一个特性对话框。使用属性窗口或属性对话框可以修改此命令。
- ✚ 一旦选中某物体的命令后，在 3D 模型窗口中此物体的轮廓将以粗线条显示。由于一个物体是几个原始模型的组合体，因此其命令列表中将包含几个物体的命令。选中这些命令中的任何一条，都可改变选中的物体是否可见或修改其属性。



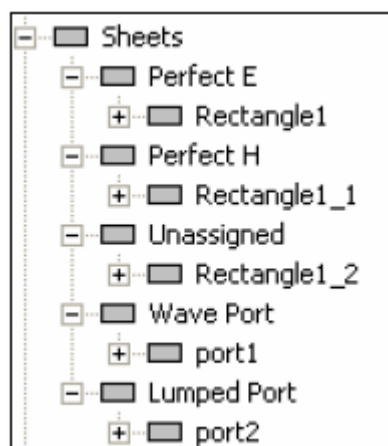
F.0.3.18

3D 几何模型也可以按照模型定义来归类。物体、面、线和顶点是各自独立的，所以在模型树结构中是很容易识别的。



F. 0.3.19

如果边界条件或激励定义在一个面上，那么这些二维物体根据其赋值将进一步归类。



F. 0.3.20

七、物体属性

一个物体的属性包括以下用户定义的特性：

名称 (Name)——用户定义的名称。默认名称是以原始模型名称依次增加，如 Box1、Box2 等。

材料 (Material)——用户定义的材料特性。默认特性是真空 (Vacuum)。可通过材料工具条来改变材料特性。

内部求解 (Solve Inside)——HFSS 软件默认条件下，只求解电介质内部的场。如果要求解导体内部的场，就需要选中 Solve inside，即在 Solve inside 后面方框中打勾。

定位 (Orientation)——确定物体定位使用的坐标系，可以使用全局坐标系或相对坐标系。

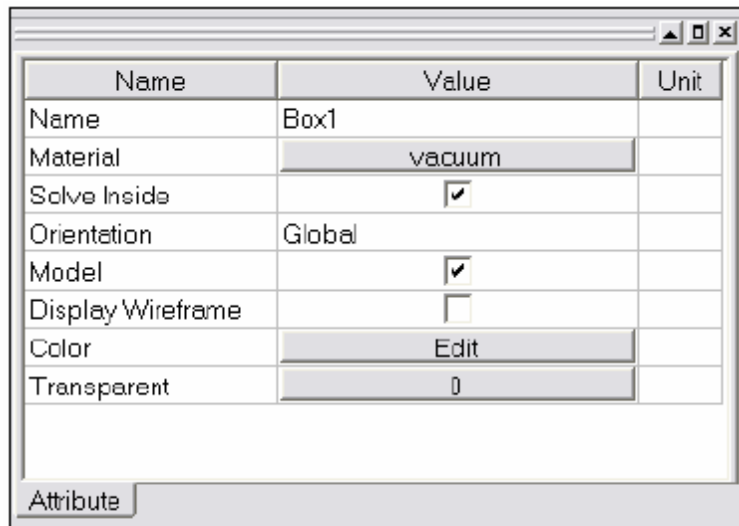
物体模型 (Model Object)——控制物体是否在求解之内。

显示轮廓线 (Display Wireframe)——如果选中，该物体永远只显示轮廓线。

颜色 (Color)——设置物体颜色

透明度 (Transparency)——设置物体的透明度。0 - 实体，1 - 轮廓线。

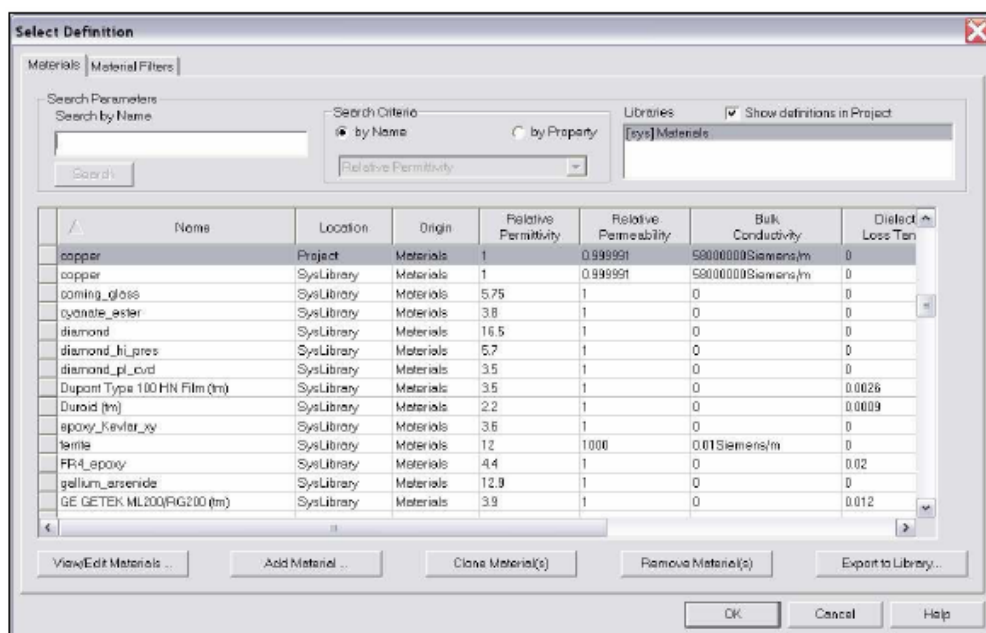
注：物体的可视性不包括在物体的属性之列。



F. 0.3.21

八、材料

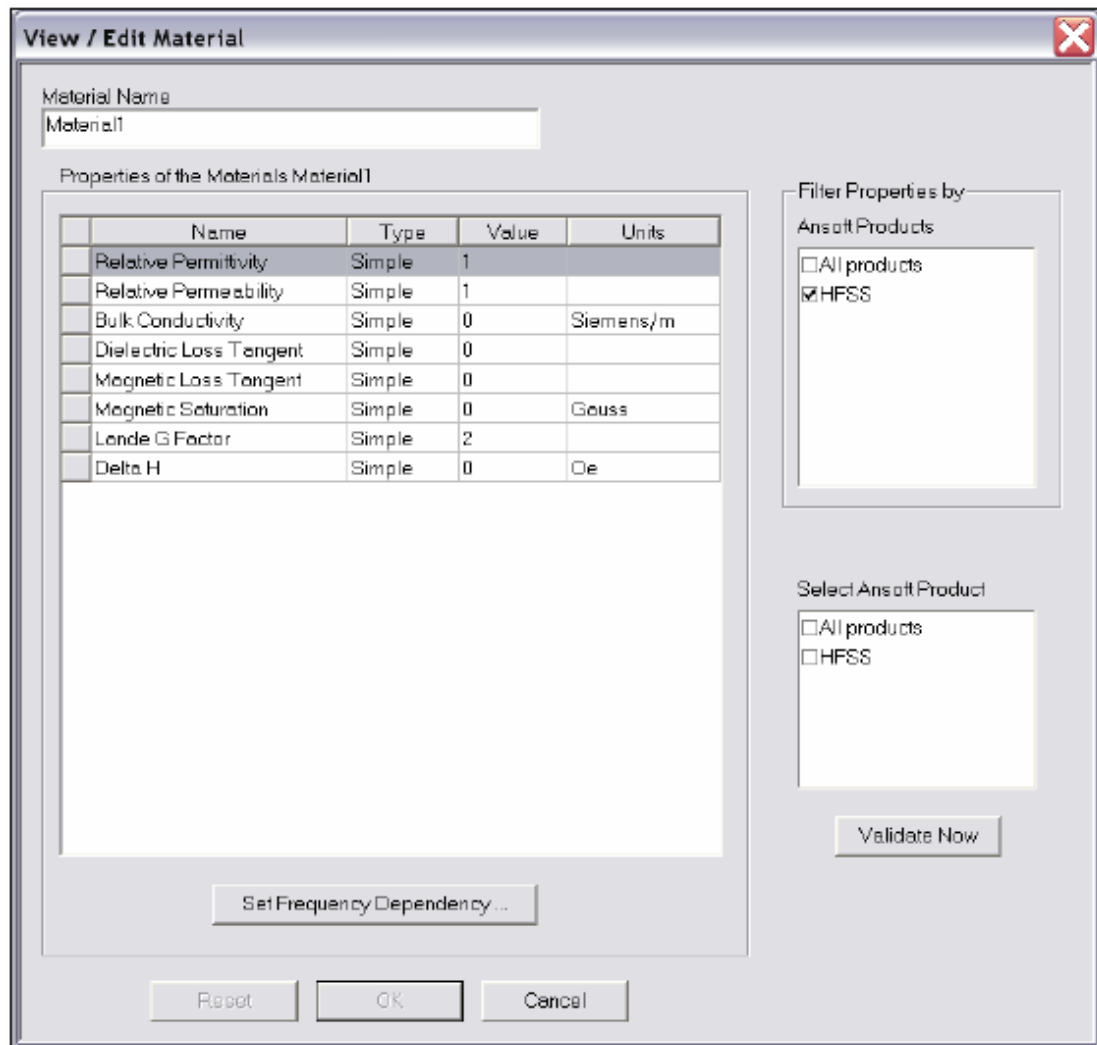
点击材料名的属性按钮，就会出现材料定义窗口，你可以从材料数据库中选择材料或者自定义项目材料。



F. 0.3.22

1、用户定义项目材料

在材料定义窗口点击“Add Material（增加材料）”，弹出下面的对话框，输入相应的定义参数，点击OK 即可完成材料的定义。



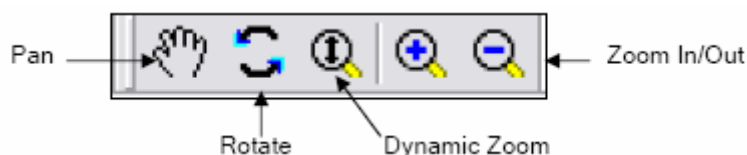
F 0.3.23

改变视图

利用下面的命令，用户可以在任何时候（甚至在生成图形的过程中）改变视图：

一、工具条

- ✚ **旋转 (Rotate)** —— 几何结构将会围绕坐标系旋转。
- ✚ **平移 (Pan)** —— 结构将在平面区域移动。
- ✚ **动态缩放 (Dynamic Zoom)** —— 鼠标向上滚动将增大缩放因子，向下滚动将会减小缩放因子。
- ✚ **放大/缩小 (Zoom IN/Out)** —— 在这种模式下，通过拖动鼠标可以形成一个变化的矩形框，释放鼠标后，相应的缩放倍数也就确定了。



F 0.3.24

二、关联菜单

在图形区域点击右键，选择菜单 **View**，在随后的工具栏中选择相关的功能。此外，关联菜单还

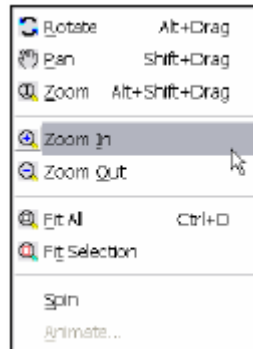
提供如下一些功能：

适应全部 (Fit All) ——使所定义的结构图形大小与画图区域相适应。

适应选择 (Fit Selection) ——仅使选中的物体适应画图区域。

旋转 (Spin) ——拖拽鼠标然后释放鼠标左键后，物体开始旋转。结构图形旋转的速度大于控制鼠标按键释放前移动的速度。

动画 (Animate) ——创建或显示几何参数图形的动画。



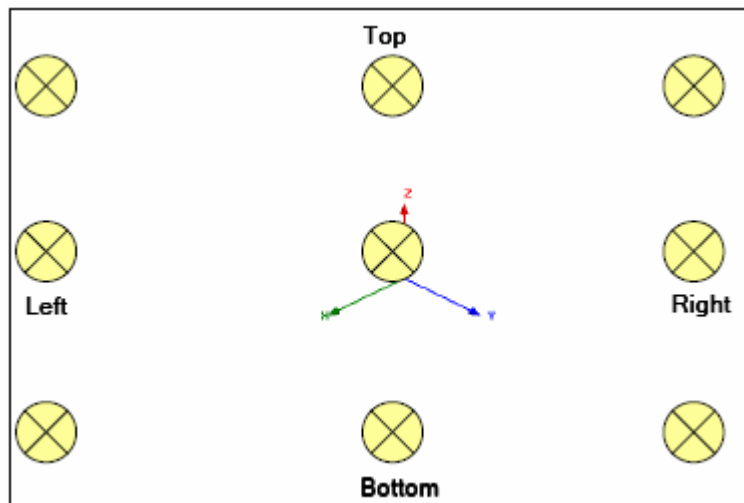
F. 0.3.25

三、快捷键——预先定义的视图

改变视图是一个使用频率很高的操作，因此 HFSS 软件提供了一些非常有用的快捷键。按下鼠标左键同时按下相关的键，拖拽鼠标可以完成以下动作：

1) ALT + 拖拽鼠标 (Drag) —— 旋转

此外，系统中有 9 种定义好的视角，只要按住 ALT 键并在下图所示的坐标位置（黄点处）双击鼠标即可显示相应视角的图形。



F. 0.3.26

2) Shift + 拖拽鼠标 (Drag) —— 平移

3) ALT + Shift + 拖拽鼠标 (Drag) —— 动态缩放

四、可见性

物体、边界、激励源和场报告的可见性通过菜单 *View > Visibility* 控制。

五、隐藏选择

通过选中物体并选择菜单 *View > Hide Selection > All Views*，可以将选中的物体设置为隐藏。

六、修饰 (Rendering)

通过选择菜单：*View > Render > Wireframe* 或者 *View > Render > Smooth Shaded*，可以改变所选物体的装饰，使其显示轮廓线或平滑的实体。

七、坐标系

选择如下菜单可以控制坐标系的视图：

可见性：通过切换菜单 *View > Coordinate System > Hide (Show)* 使视图中的坐标系可见或隐藏

尺寸：通过菜单 *View > Coordinate System > Small (Large)* 使视图显示小坐标系或大坐标系

八、背景颜色







通过选择菜单：*View > Modify Attributes > Background Color* 来设置背景颜色。

九、其它视图设置






视图的其它属性诸如项目、取向和亮度等都可通过菜单 *View > Modify Attributes* 来设置。

增加新的特性





一、选择：

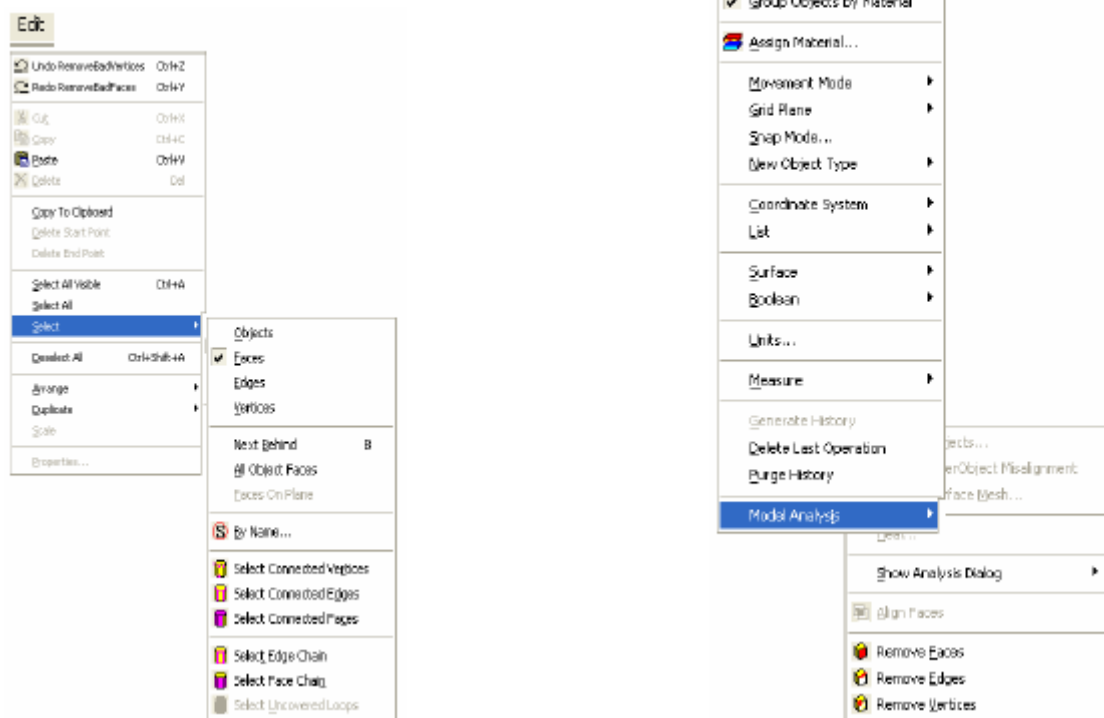
-  选择连接的顶点
-  选择相连接的面
-  选择相连接的边
-  选择相交线
-  选择相交面
-  选择未覆盖的环线

二、修复

-  **清除历史记录**——把物体恢复到刚导入实体时的原状态，以便进行修复操作。
-  移除面
-  移除边
-  移除顶点
-  重新调整面

三、可见性

-  激活视图状态下，隐藏选中的物体；
-  在所有视图显示下，隐藏选中的物体；
-  激活视图状态下，显示选中的物体；
-  在所有视图显示下，显示选中的物体。



F. 0.3.27

四、3D 用户界面选项

当某一物体被选中时：

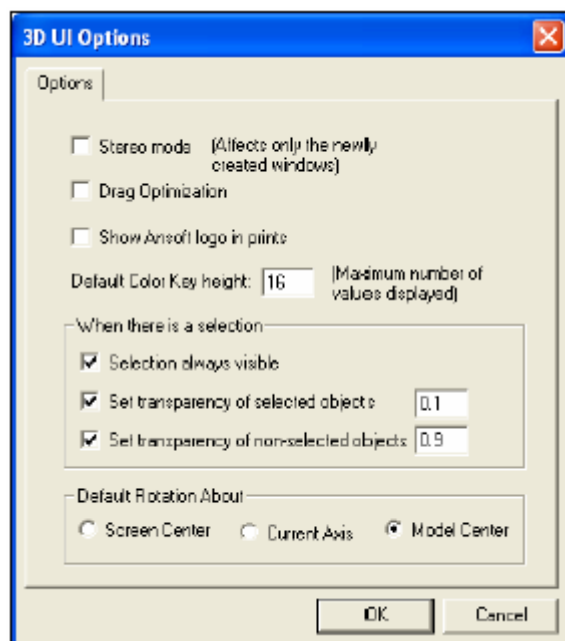
- ✚ 被选中的总是可见的
- ✚ 设置选中物体的透明度
- ✚ 设置未选中物体的透明度

默认的旋转方式：

- ✚ 沿屏幕中心
- ✚ 沿当前坐标轴
- ✚ 沿模型中心

五、3D 模型选项

物体设计的过程记录



F. 0.3.28

应用结构的转换

到目前为止，我们已经研究了如何创建简单图形和改变视图。要想创建更复杂的模型或减少手工创建的物体数目，我们需要使用各种不同的转换功能。

在以下的例子里假设你已选中了你希望应用转换的物体。

可以从 *Edit* > 菜单中选择不同的转换选项：

Edit > *Arrange* (重新排列) >

平移 (Move) —— 沿着一个矢量方向移动选中的图形结构；

旋转 (Rotate) —— 以给定的角度绕某一坐标轴旋转图形；

镜像 (Mirror) —— 以某一特定平面为镜像面，生成一个镜像图形；

偏移 (Offset) —— 在 X、Y 和 Z 轴方向，以统一的比例缩放。

Edit > *Duplicate* (复制) >

沿直线复制 (Along Lines) —— 沿一个矢量方向创建被选中物体的多个副本；

绕轴线复制 (Around Axis) —— 以设定的角度绕 x、y 和 z 轴创建选中物体的多个副本；

以镜像面复制 (Mirror) —— 以特定平面为镜像面，在选中物体的镜像位置创建一个镜像副本。

Edit > *Scale* (比例缩放) —— 允许在 X、Y 和 Z 轴方向上以不同的比例缩放。

可通过移动一个物体的表面来改变选中物体的形状。移动一个物体的表面，选择菜单：*3D Modeler* > *Surfaces* > *Move Faces* 并选择沿法向方向 (*Along Normal*) 或者沿矢量方向 (*Along Vector*) 即可。

通过布尔运算组合物体

大多数复杂的模型都是由简单的原形组合而成。即便实体模型也是由简单的二维原形沿一个矢量或绕一个轴旋转而成的 (如长方体是一个矩形沿一个矢量方向平移至其厚度而成的)。实体模型有以下几种

布尔运算：

相加 (Unite) —— 多个原形相加。连接不关联的物体。分离的物体仍然分离，但第二种材料的属性将改变。

相减 (Subtract) —— 从一个原形中去掉另一个原形嵌入的部分。

分裂 (Split) —— 将原形分成多个部分；

相交 (Intersect) —— 仅保存多个原形重叠的部分；

扫掠 (Sweep) —— 沿着一个矢量方向、一个轴、一条特定路径扫掠即可生成一个实体；

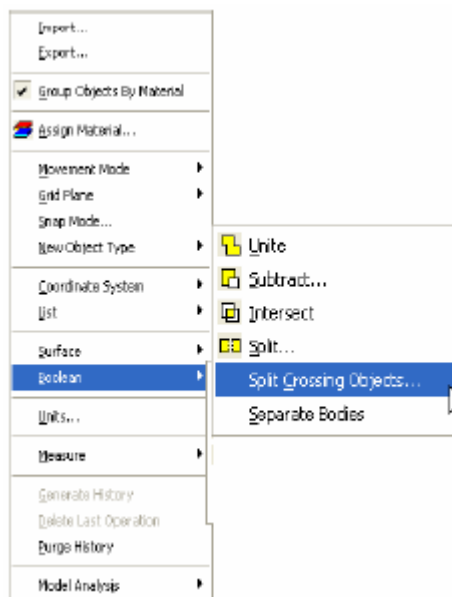
连接 (Connect) —— 连接二维图形。使用覆盖表面命令 (*Cover Surface*) 将这些连接的物体转变成实体；

截面 (Section) —— 生成三维物体的二维截面。

大多数的布尔运算都有一个基本原形。在这个基本原形进行布尔运算后，基本原形物体的属性被保留。

布尔函数提供克隆物体的选项。

切分物体 (Split Crossing Objects) —— 当选中多个物体时，布尔切分运算可以在任何重叠的物体上进行切分操作。



F. 0.3.29

局部坐标系

建立局部坐标系的功能对创建复杂结构的物体提供了很大的灵活性。在前几章我们讨论了全局坐标系下的物体。局部坐标系简化了物体在全局坐标系中的定义。此外，物体历史记录的定义与坐标有关。若坐标系移动，则几何图形也随之移动。坐标系统的定义保留在模型树结构中。

一、工作坐标系

工作坐标系是指当前选中的坐标系。它可以是一个局部的也可以是全局的坐标系。

二、全局坐标系

默认的固定坐标系。

三、相对坐标系

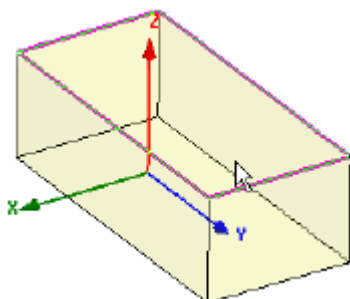
用户利用偏移、旋转或同时使用偏移和旋转定义的局部坐标系。

四、面坐标系

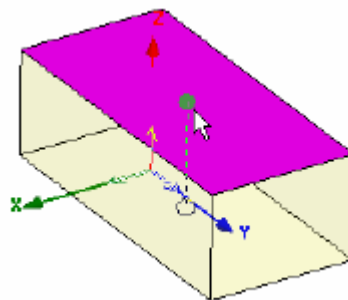
用户在一个物体表面定义的局部坐标系。如果该物体的尺寸发生变化，所有在这个面坐标系创建的物体都会自动更新。

创建面坐标系，选择菜单：*3D Modeler > Coordinate System > Face*

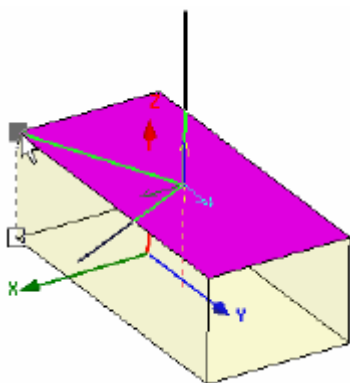
- 1、选择某个面（模型图中会加亮）
- 2、选择面坐标的原点
- 3、设置 X 轴



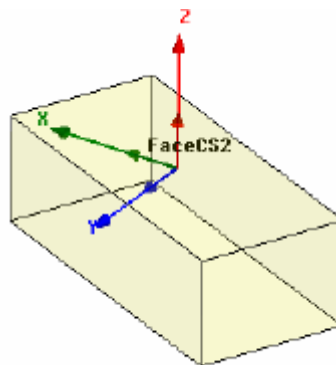
第一步：选择面



第二步：选择原点



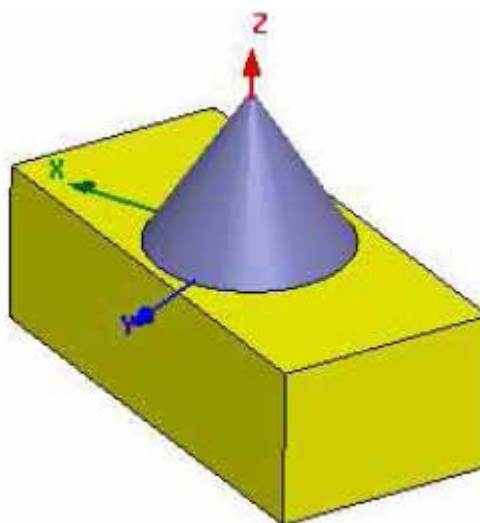
第三步：选择 X 轴



新的工作系统

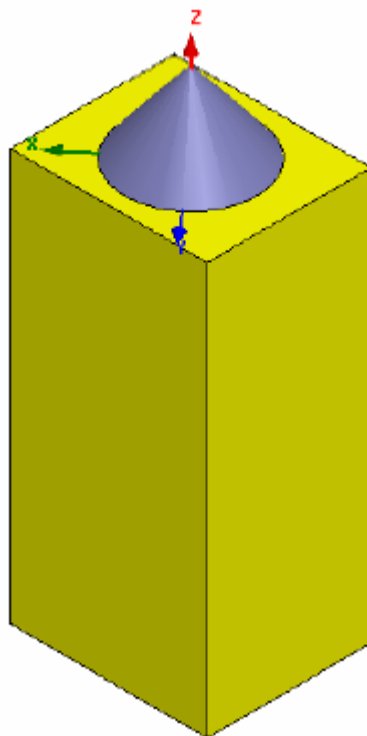
F. 0.3.30

五、面坐标系举例



F. 0.3.31

圆锥体是在面坐标系下创建的。



F.0.3.32

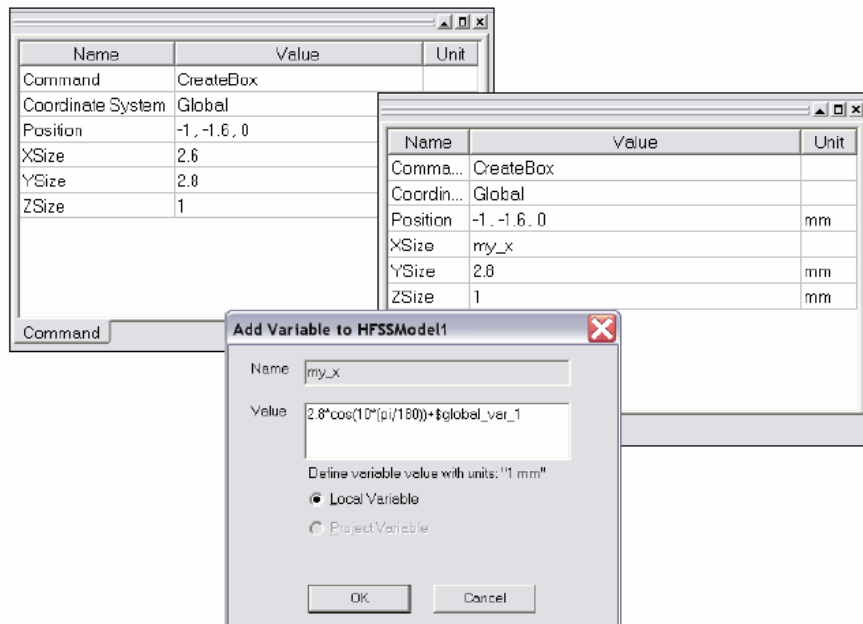
改变长方体的尺寸，圆锥体自动随着面坐标系移动。

几何参数

HFSS 提供的参数化模型能力使我们可以用变量代替固定位置或尺寸。一旦这个变量被定义，这个变量就可以被使用者或优化器改变。优化器进一步使用这个变量自动完成优化、参数扫描、统计或灵敏度分析。

一、定义参数

- ✚ 选择参数命令
- ✚ 选定要改变的值
- ✚ 输入变量来代替固定值
- ✚ 用任意数学函数或设计变量的组合来定义变量
- ✚ 使用变量后，模型会自动更新



F.0.3.33

二、变量

在 HFSS 桌面上可以定义两种类型的变量：

设置属性 —— 仅限于当前模型。设计当前模型变量，选择菜单：*HFSS > Design Properties*。

工程变量 —— 全局模型。所有的全局变量以\$开头，选择菜单：*Project > Project Variables*。

三、单位

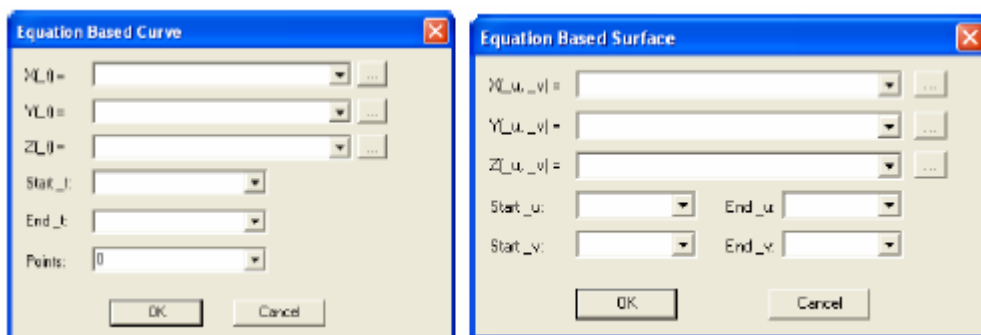
定义变量时必须包含变量的单位。变量的默认单位是米。

四、公式

变量可以包含复杂的公式。完整的数学函数见在线帮助。

五、基于曲线和面的公式

通过三维方程可以描述任何曲线和面。



F.0.3.34

六、动画

在 3D 模型窗口点击鼠标右键，在出现的菜单上选择 *Animate* 预览参数变化结果。

注意：在图形特性图中可以选择导出 AVI 或 GIF 文件。