

天线罩建模集中示例

目录

1. 案例概述	1
2. 建立工程文档	1
3. 内置天线罩模型建模	5
4. CAD 模型导入和导出	11
5. 多层薄层生长	14
6. 旋转对称体	16
7. 参数曲线多边形柱体	18

关键字：天线罩建模、内置天线罩模型、CAD 模型导入、导出 CAD 模型、多层薄层生长、旋转对称体、参数曲线多边形旋转体、分段函数

1. 案例概述

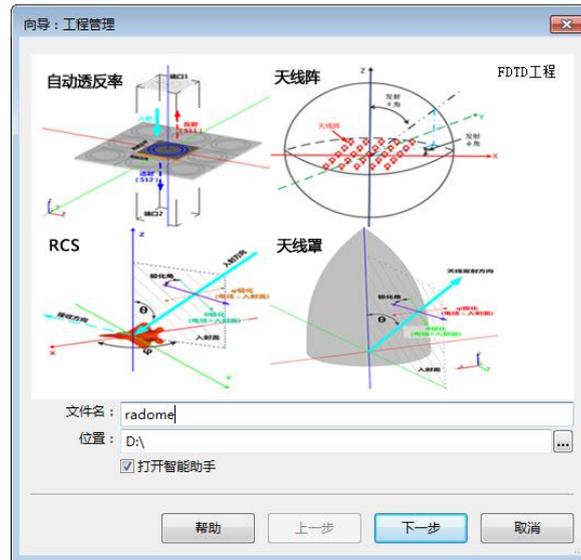
本案例演示 EastWave 中常用的几种天线罩建模方法：

- 内置天线罩模型
- CAD 模型导入和导出
- 薄层生长
- 旋转对称体
- 参数曲线多边形柱体

2. 建立工程文档

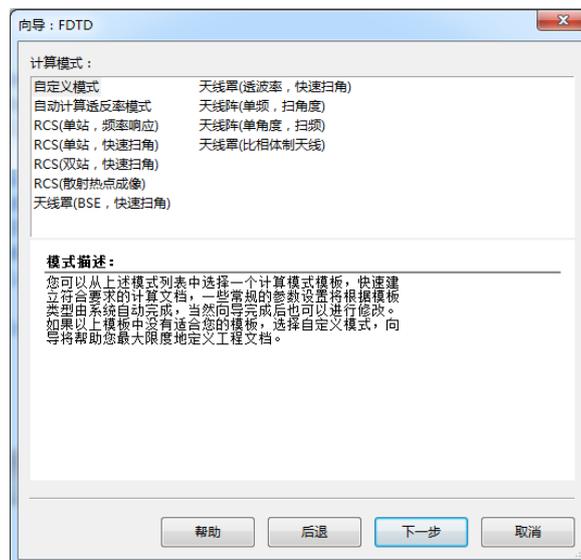
2.1. 新建工程文档

由主菜单选文件-新建-FDTD 向导/由工具条选插入 FDTD 工程，设置文件名和存储路径，首次计算默认点开路径下方智能助手。



2.2. 选择计算模式

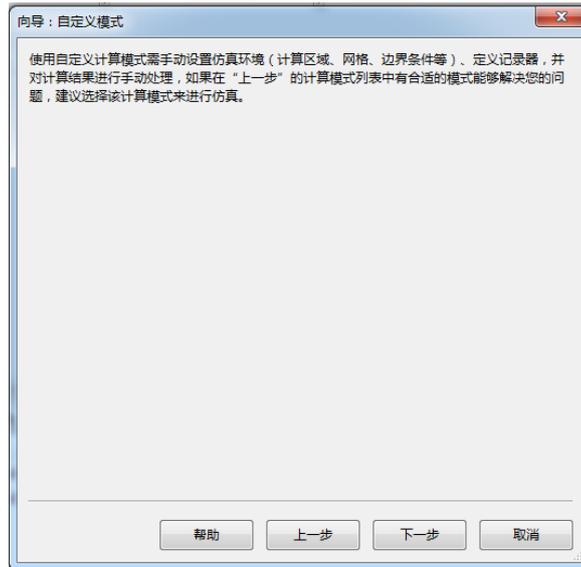
- 点击“下一步”，进入工作模式菜单：



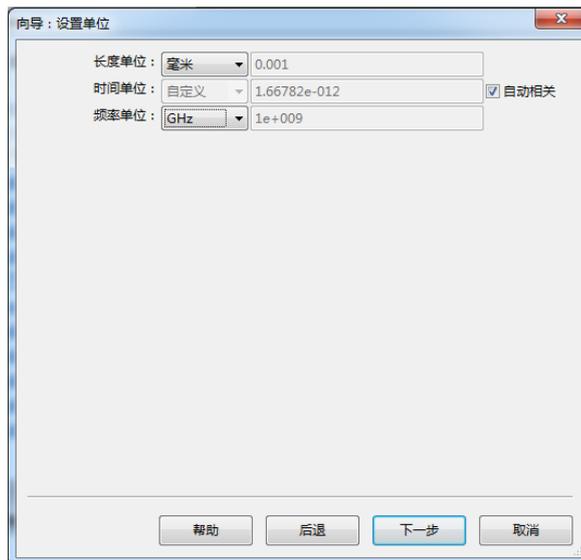
此案例只演示建模，计算模式可选择任意一个。这里选择“自定义模式”。

2.3. 设置单位及计算参数

- 点击“下一步”，进入自定义模式设置向导：

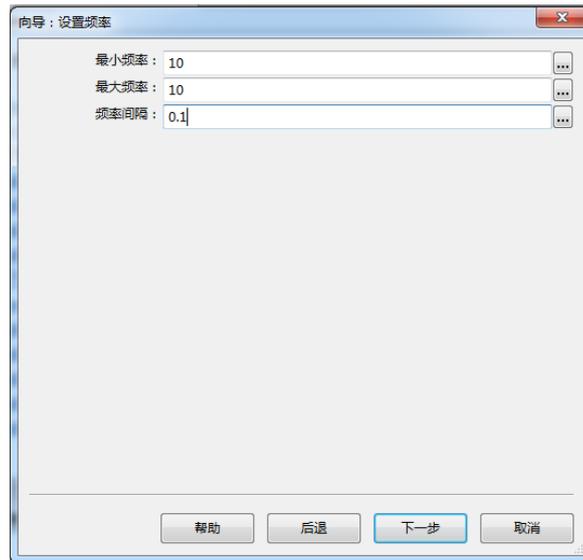


- 点击“下一步”，设置工程相关单位：



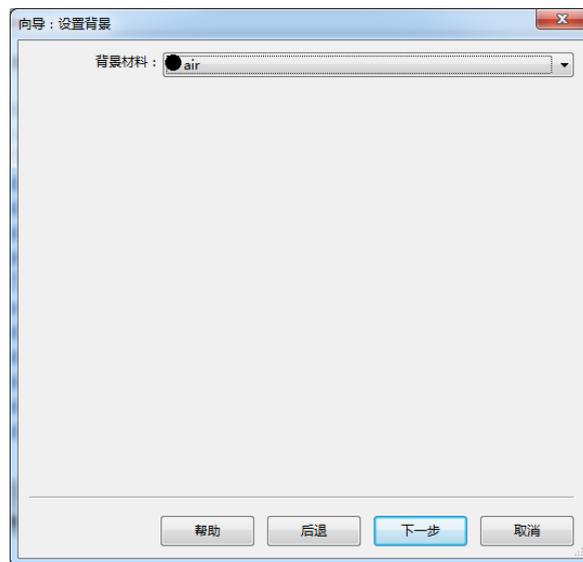
天线罩一般尺度为米量级，厚度为毫米量级，通常长度单位设置为 mm。时间单位选择在“自动相关”前的方框打√，频率单位设置为 GHz。

- 点击“下一步”，设置仿真关心的频率范围：



本案例只是介绍天线罩的建模，并不计算，此处选择波长相对天线罩尺度适中的10GHz。需要计算单频时可以将最大频率、最小频率设为相同值，频率间隔设为任意正数。我们在上一步中已将频率单位设成 GHz，所以此处只须填写 10 即可。

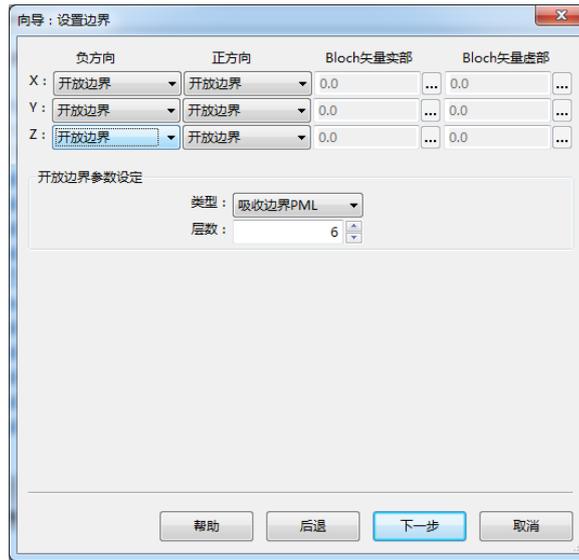
□ 点击“下一步”，设置背景材料：



本案例背景材料为空气，使用默认设置即可。

2.4. 设置边界条件

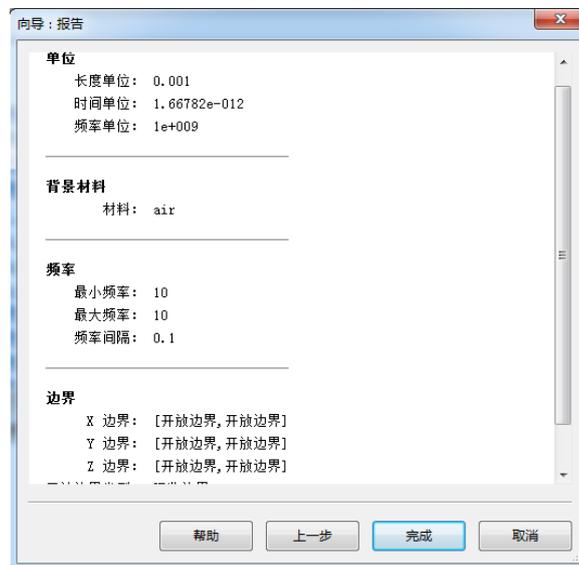
□ 点击“下一步”，设置边界条件：



天线罩相关的计算一般都在开放空间中，所以三个方向都设置为开放边界。FDTD 开放边界基于吸收匹配，通常使用默认的吸收边界设置即可（PML 类型说明参见操作指南）。

2.5. 查看向导报告

- 点击“下一步”，显示计算模式参数设置报告：



确认参数无误后，点击“完成”即可开始建模。若参数设置错误，可返回修改，也可点击“完成”，然后再“求解器”菜单中修改对应项的参数。

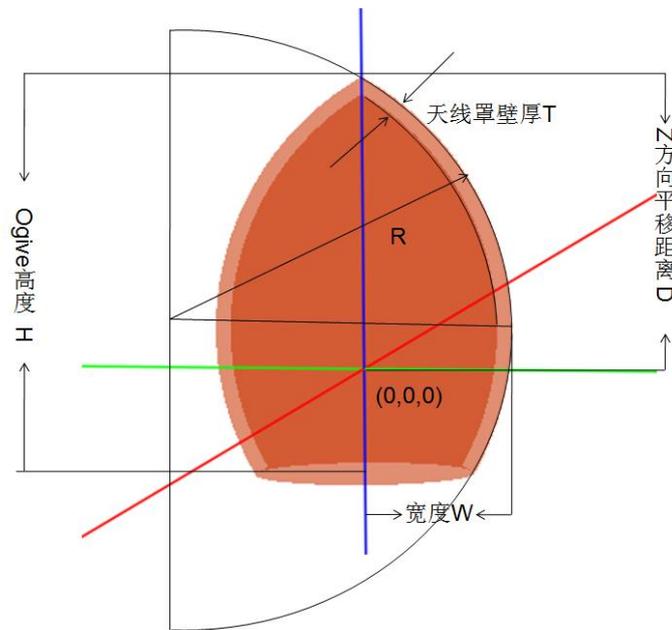
3. 内置天线罩模型建模

使用内置天线罩模型可以通过如下方式：

- 点击工具条“新建天线罩模型”图标  → 下拉选择天线罩类型；
- 鼠标右键模型窗口的背景 → “天线罩” → 选择天线罩类型；
- “模型” 菜单 → “天线罩” → 选择天线罩类型；
- “工程管理窗口” → 鼠标右键“物体” → “新建物体” → 选择天线罩类型；

3.1. 正切卵形

正切卵形模型参数的几何意义如下，图中变量为需要用户输入的参数：



外形线方程：

$$y = \sqrt{R^2 - (R \cos(\alpha) - x)^2} + R \sin(\alpha)$$

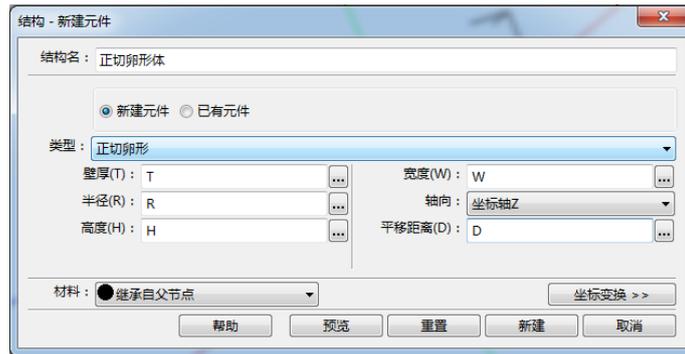
其中

$$\alpha = \arctan\left(\frac{W}{H}\right) - \arccos\left(\frac{\sqrt{W^2 + H^2}}{2R}\right)$$

预先将需要输入的变量在变量窗口中定义(也可直接使用,在弹出提示时逐一赋值)：

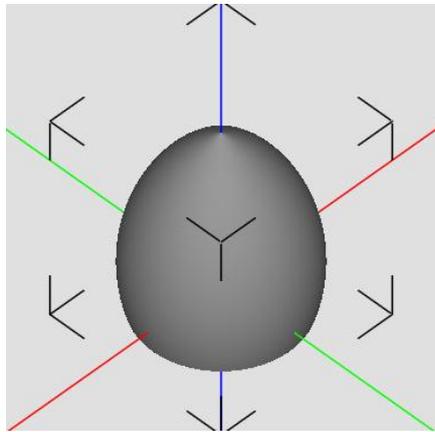
变量窗口		
变量	值	详细描述
T	10	天线罩壁厚
R	200	天线罩型线曲率半径
H	230	天线罩高度
W	100	天线罩半宽
D	200	天线罩顶点离原点距离

通过任一方式选择天线罩类型中的正切卵形，输入相应参数即可：



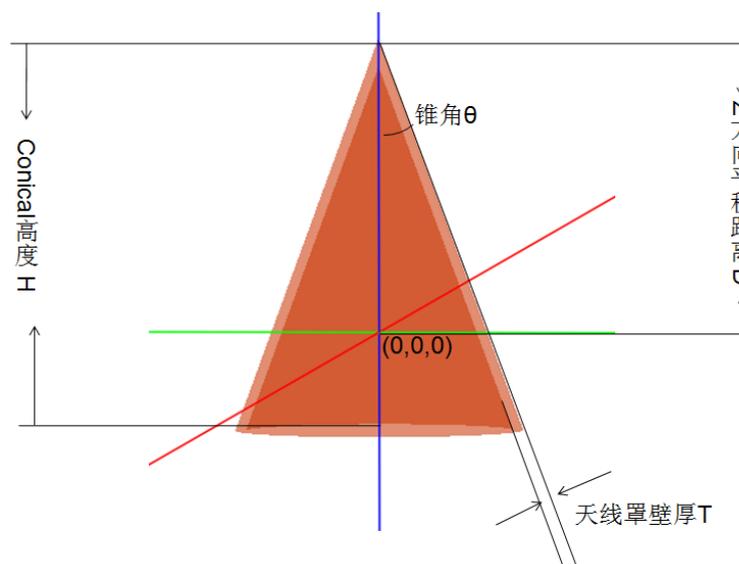
“材料”选择需要的材料，也可在此处进行新建材料。右下角的“坐标变换”可以对模型进行移动、旋转、缩放等操作，相关详细设置请参照 EastWave 帮助手册。

点击新建，即完成建模：



3.2. 尖锥

尖锥模型参数的几何意义如下，图中变量为需要用户输入的参数：



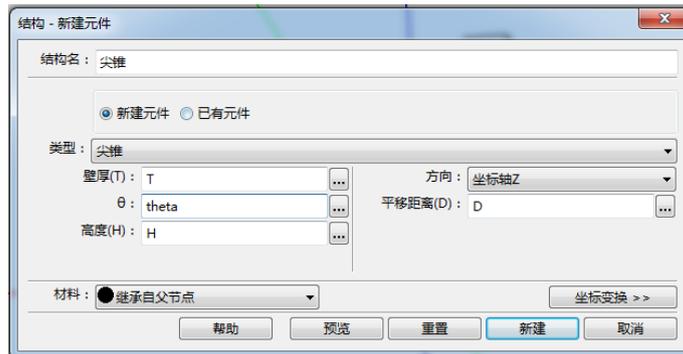
外形线方程：

$$y = x \tan(\theta)$$

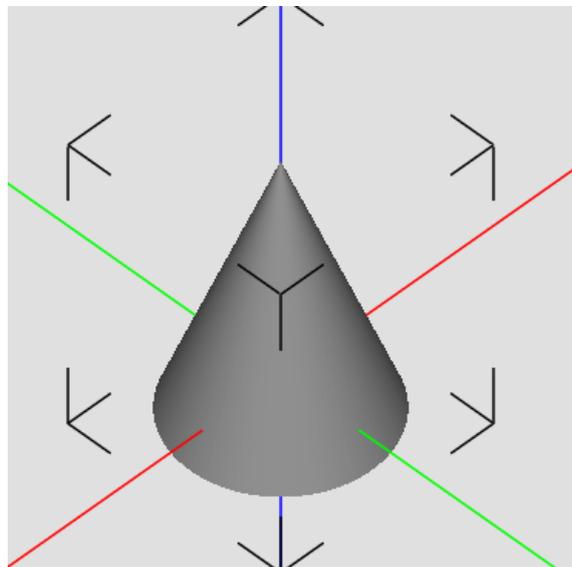
预先将需要输入的变量在变量窗口中定义(也可直接使用,在弹出提示时逐一赋值):

变量	值	详细描述
T	10	天线罩壁厚
H	230	天线罩高度
D	200	天线罩顶点离原点距离
theta	20	天线罩锥半角

选择天线罩中的“尖锥”,输入相应变量:

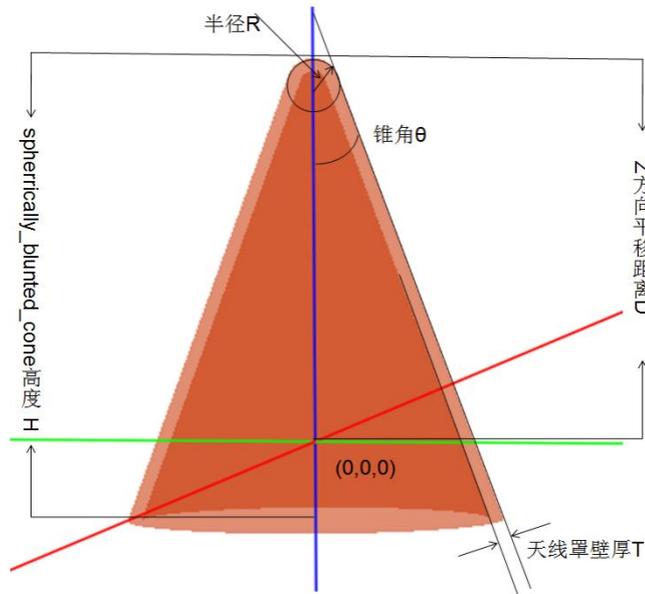


点击新建,建模完成:



3.3. 球锥

球锥模型参数的几何意义如下,图中变量为需要用户输入的参数:



椎体部分外形线方程:

$$y = x \tan(\theta)$$

切点坐标 :

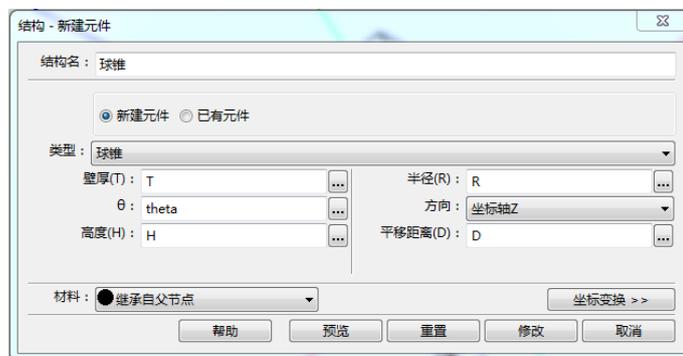
$$x_t = R - R \sin(\theta)$$

$$y_t = R \cos(\theta)$$

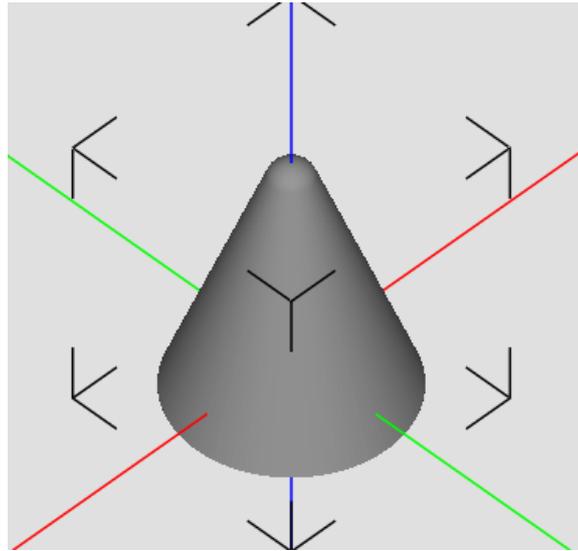
预先将需要输入的变量在变量窗口中定义(也可直接使用,在弹出提示时逐一赋值):

变量	值	详细描述
T	10	天线罩壁厚
H	230	天线罩高度
theta	20	天线罩锥半角
R	20	天线罩头部球半径
D	200	天线罩顶点离原点距离

选择天线罩中的“球锥”，输入相应变量：

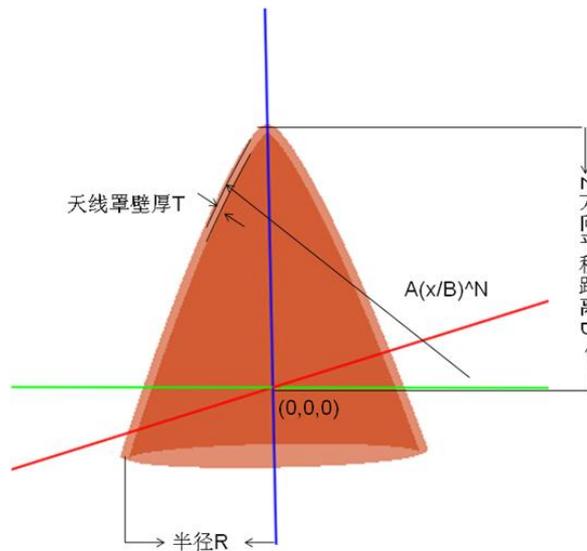


点击新建，建模完成：



3.4. N 次曲线

N 次曲线模型参数的几何意义如下，图中变量为需要用户输入的参数：



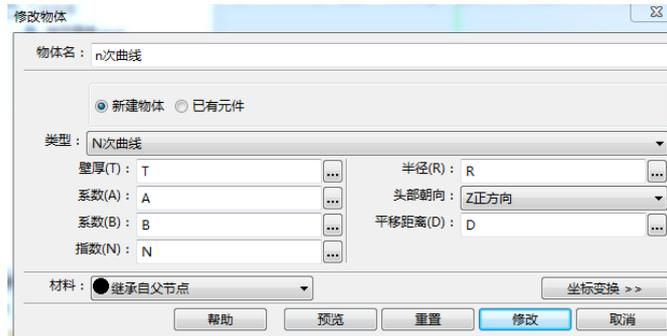
外形线方程：

$$y = A\left(\frac{x}{B}\right)^N$$

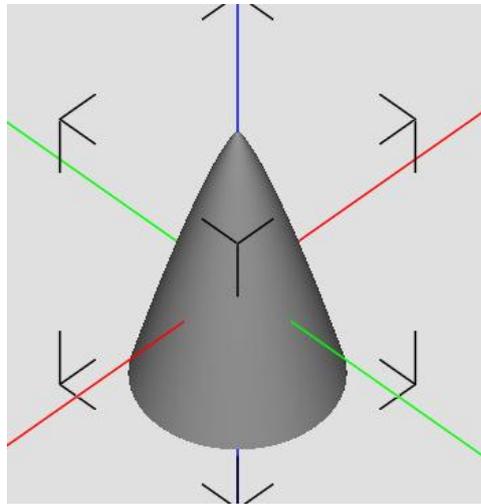
预先将需要输入的变量在变量窗口中定义(也可直接使用,在弹出提示时逐一赋值)：

变量窗口		
变量	值	详细描述
T	10	天线罩壁厚
R	100	天线罩半宽
A	1	天线罩型线参数
B	1	天线罩型线参数
N	0.8	天线罩型线参数
D	200	天线罩顶点离原点距离

选择天线罩模型中的“N次曲线”，输入相应变量：



点击新建，建模完成：

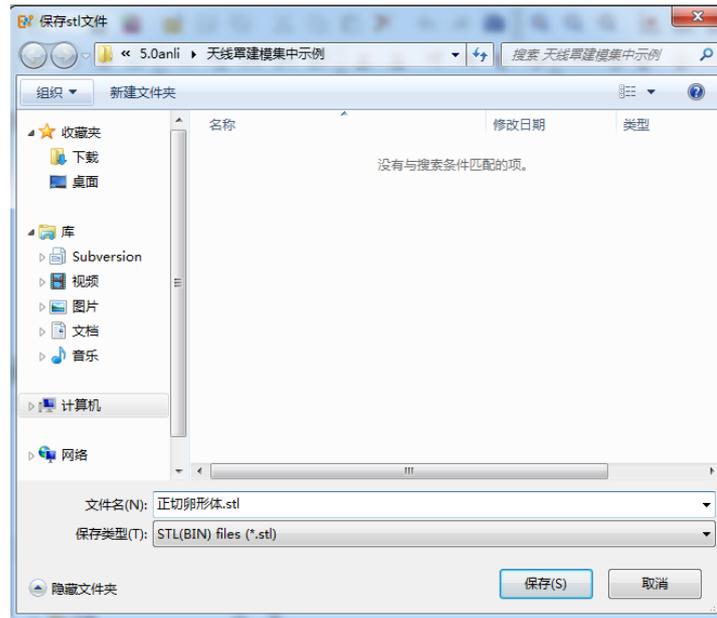


4. CAD 模型导入和导出

4.1. 模型导出

以正切卵形体为例，首先打开 3.1 节建好的正切卵形模型文件，选择“文件”-“导出模型”-“导出模型 (*.STL/*.stl)”。

模型取名正切卵形体，导出到工作路径下：



点击保存。



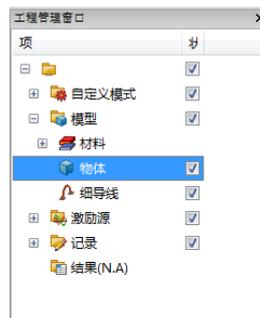
点击 ok , 导出完成。

4.2. 模型导入

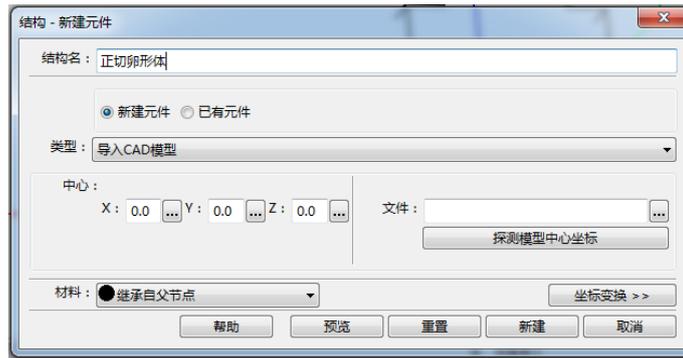
EastWave5.0 版支持的导入模型格式有三种：（*.STL/*.stl）、（*.STEP/*.step）、（*.IGES/*.iges）。在导入由其它软件导出的模型时要注意模型的封闭性，模型完整性，模型单位与文档单位的一致性（如不一致根据需要自行缩放）。

以上一节中导出的模型为例作为导入模型。导入模型有两种可选方式：

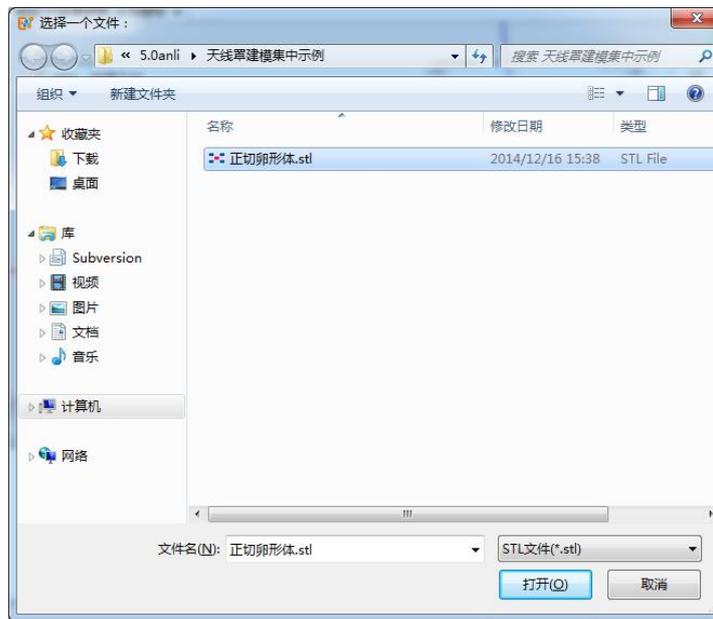
- 点击菜单栏：“文件” → “导入” → “导入 (*.STL/*.stl)”：
- “工程管理窗口” → “模型” → “物体” → 鼠标右键，选择 “新建模型”：



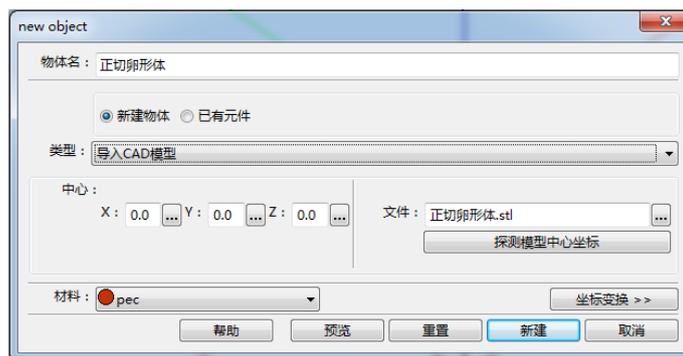
结构名：正切卵形体，类型选择导入 CAD 模型。



点开文件选择按钮，选择需要的 stl 文件：

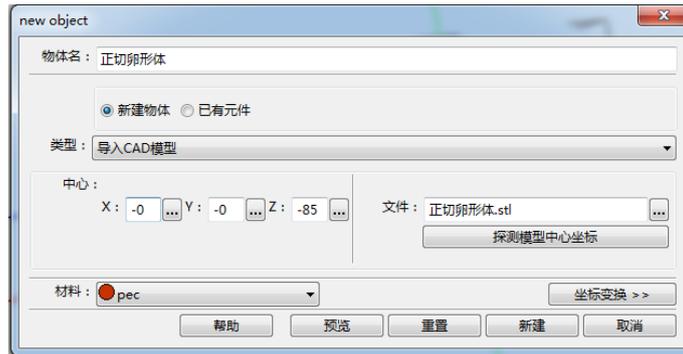


点击打开：

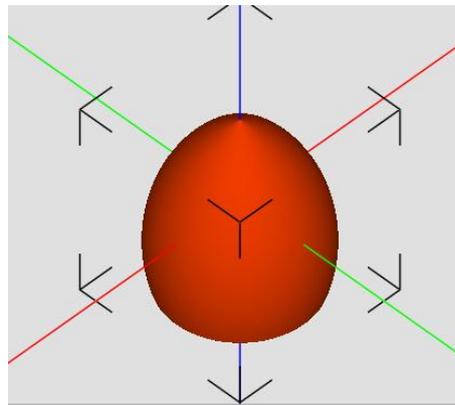


修改中心 X、Y、Z 值可以将模型移动相应的距离。

注：点击“探测模型中心坐标选项”会在“中心”显示原模型的中心坐标，并把原模型移动，使其中心与坐标原点重合。



点击新建，模型导入完成：

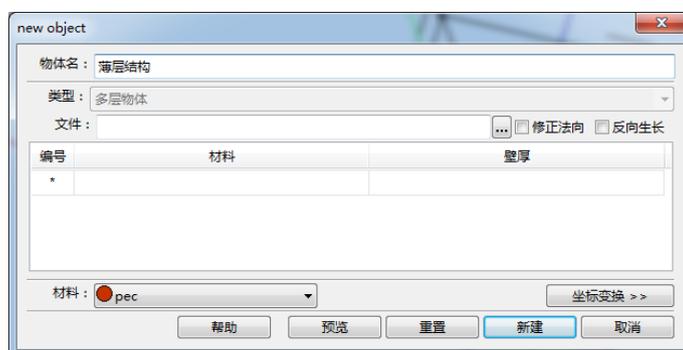


5. 多层薄层生长

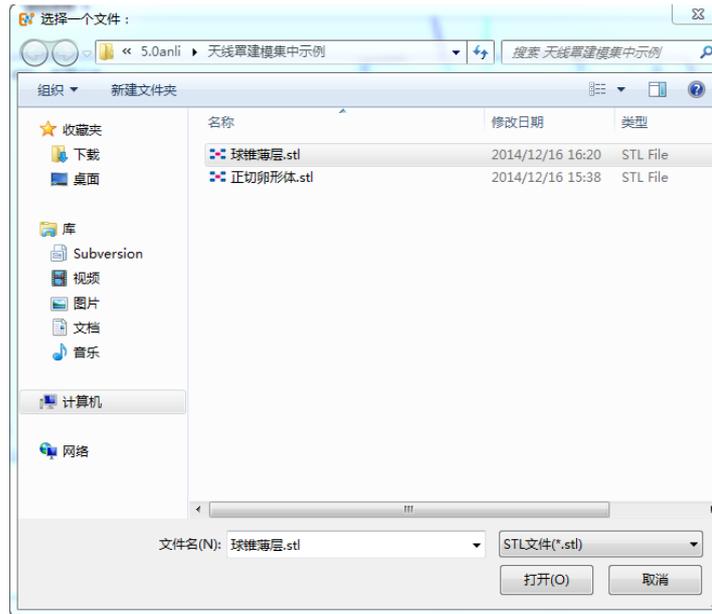
EastWave 支持导入无厚度的 CAD “面” 模型，直接以“面模型”的法向进行生长，并可一次生长多个材料不同的薄层。

预先准备好天线罩外表面或内表面的 CAD 模型，注意模型必须是无厚度的“面”模型。（可通过 CAD 软件如 netfabb 等，对 CAD “体” 模型进行剪裁切割得到“面”模型。）

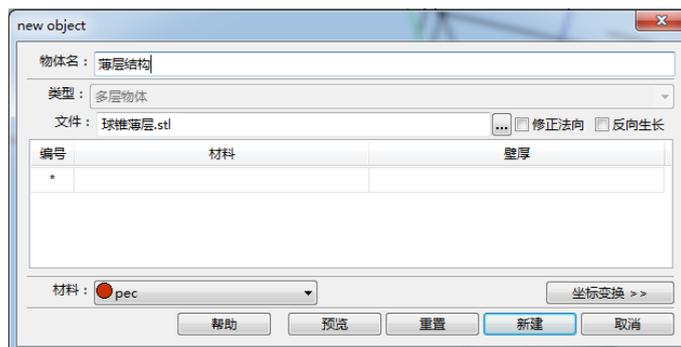
点击模型工具条的“其他”  按钮，下拉选择“多层物体”：



取名为薄层结构，点击文件右侧按钮，选择球锥薄层.stl：

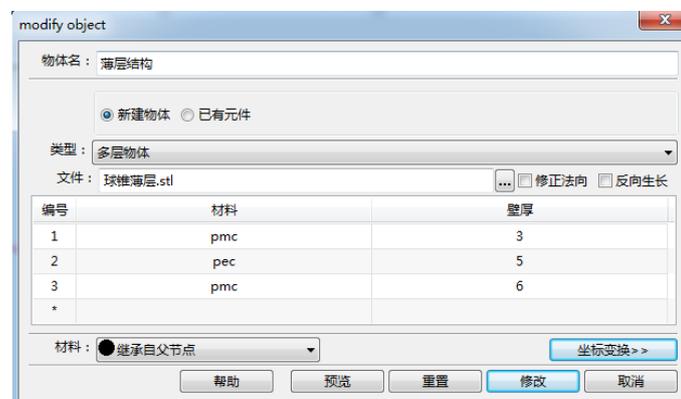


点击打开，得到：

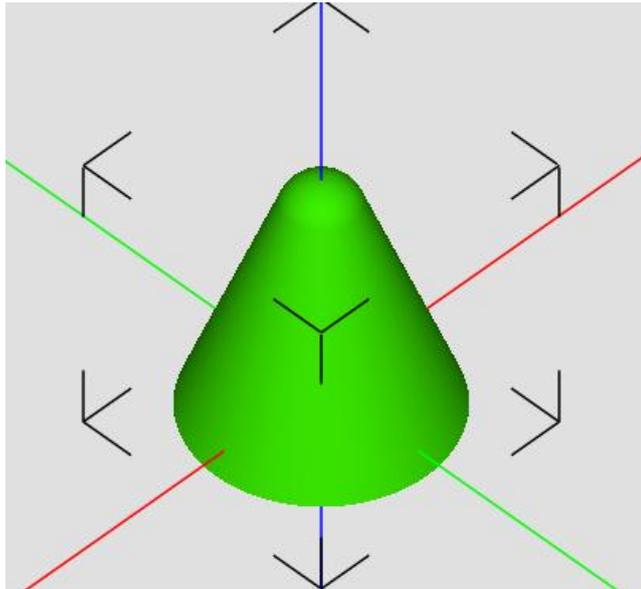


注意：这里导入的薄层是一个有法向的面而不是体，在“修正法向”前的方框打√可以修复法向不一致的面，使薄层法向一致；在“反向生长”前的方框打√可以使薄层沿法向的反向生长。

设置生长薄层的厚度和材料，可一次设置多层（按序生长）：



点击新建，建模完成：

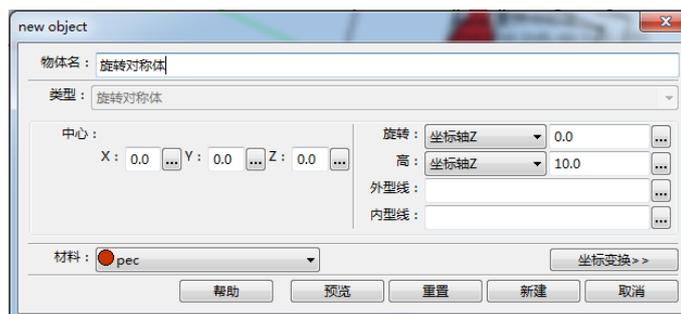


注：若薄层的厚度过薄，小于中心波长 $1/40$ 时，该层的颜色将和其使用的材料颜色有差异，表示该层的处理将使用 EastWave 特有的薄板技术。

6. 旋转对称体

对于旋转对称的罩体，可选择“旋转对称体”建模。该方法要求导入内形线和外形线，自动把内外形线封闭连接，按指定的旋转轴旋转指定角度。

点击建模工具条中“其他”按钮，下拉选择“旋转对称体”：



物体名：旋转对称体，类型已锁定为旋转对称体。

“中心 X、Y、Z 值”：将旋转物体的原点平移至相应位置。

“旋转”：指定旋转轴和旋转角度。

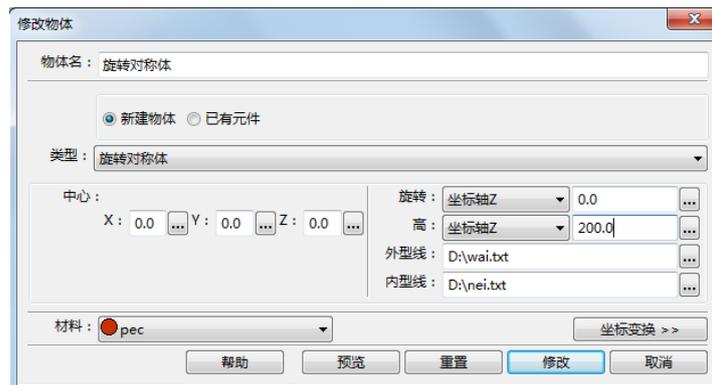
“高”：指定旋转体的轴线方向和轴向的长度

“外形线” / “内形线”：点击右侧按钮，指定导入外形线内形线的数据文件。文件内容为一维数组，表示形线上每个点到旋转轴的距离。例如：以 Z 轴为旋转轴，物体高度

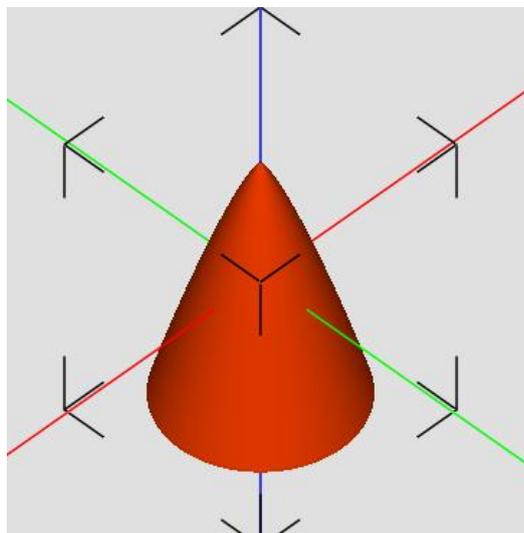
200mm。将形线沿 Z 轴每间隔 1mm 取点，取得 Z 坐标为 (0,1,2,...,200mm) 的 200 个点，将每个点到 Z 轴的距离写入文件，内形线和外形线文件分别示意如下 (共 201 行)：

D:\nei.txt		D:\wai.txt	
1	0.0976	1	0
2	0.5040	2	1.0000
3	0.9064	3	1.7411
4	1.3052	4	2.4082
5	1.7005	5	3.0314
6	2.0925	6	3.6239
7	2.4814	7	4.1930
8	2.8672	8	4.7433
9	3.2502	9	5.2780
10	3.6304	10	5.7995
11	4.0080	11	6.3096
12	4.3830	12	6.8095
13	4.7557	13	7.3004
14	5.1259	14	7.7831
15	5.4940	15	8.2585
16	5.8598	16	8.7272
17	6.2236	17	9.1896
18	6.5853	18	9.6463
19	6.9451	19	10.0976
20	7.3030	20	10.5439
21	7.6590	21	10.9856
22	8.0133	22	11.4229
23	8.3658	23	11.8560

设置模型参数：



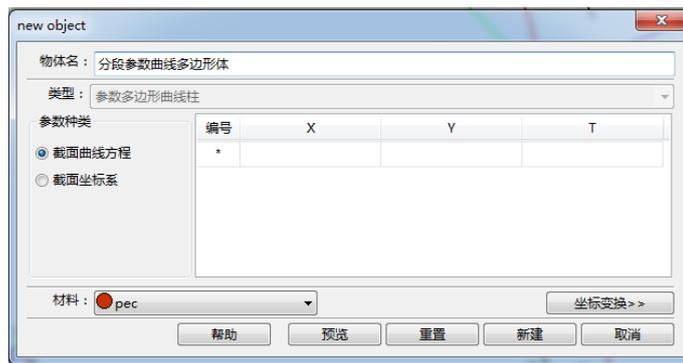
点击新建，得到旋转对称体：



7. 参数曲线多边形柱体

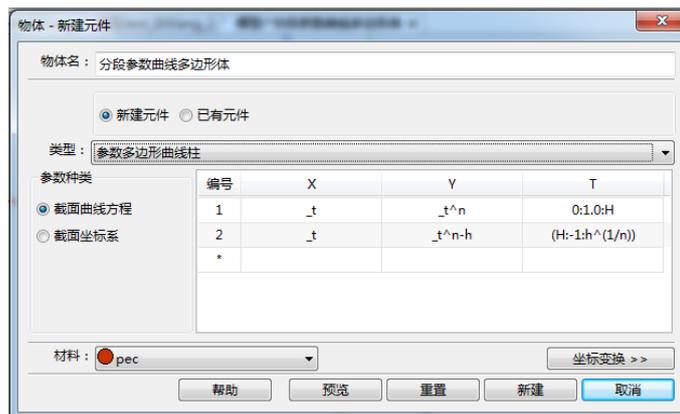
当形线可用解析表达式描述时，可以使用参数曲线多边形柱体建模。参数曲线多边形柱体建模过程中，首先定义一个二维截面坐标系上的一条参数曲线(可以是分段曲线)，然后定义截面坐标系在三维全局坐标系中的扫描行为。本模型使用较为复杂，可结合 EastWave 帮助手册相应章节阅读本例。

点击建模工具条中“其他”按钮，下拉选择“参数多边形曲线柱”：



物体名设置为分段参数曲线多边形体。

点击“截面曲线方程”，本页设置结构在一个二维截面上的参数曲线方程，可以是分段曲线。需注意，参数 T' 扫描过程中，参数曲线 (T' 的函数，通过 $_t$ 引用 T') 的扫描轨迹应该是单向的 (比如取定顺时针或逆时针)，并且不同线段间没有交叉重叠。



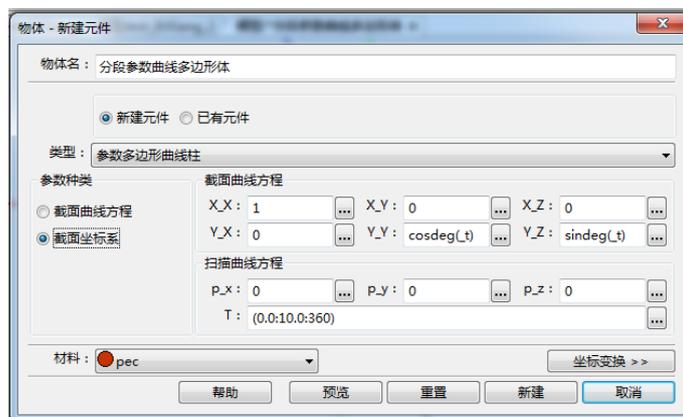
输入参数曲线方程：

编号	X'	Y'	T'
1	$_t$	$_t^n$	0:1.0:H
2	$_t$	$_t^{n-h}$	$(H:-1:h^{(1/n)})$

其中 H、n、h 为变量窗口中预先定义好的变量(也可直接使用,在弹出提示时定义):

变量	值	详细描述
H	200	参数多边形曲线柱体高度
n	0.8	n次方程参数曲线
h	10	参数多边形曲线柱体厚度

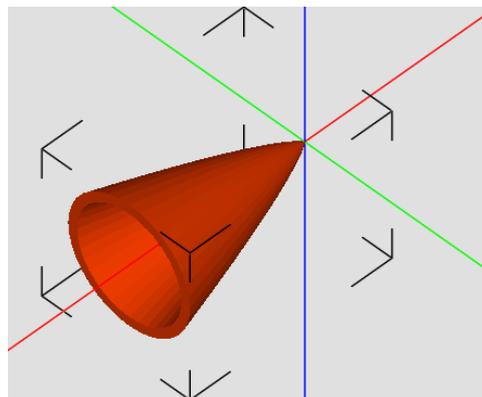
点击截面坐标系, 本页设置截面坐标系 (X'OY') 的两个坐标轴 X'和 Y'在全局坐标系中的投影, 以及截面坐标系原点在全局坐标系中的位置, 投影和位置均可以是参数 T 的函数(使用_t 引用 T)。通过扫描参数 T 使得截面坐标系有一个扫描轨迹, 上页中已定义的封闭曲线伴随截面坐标系扫描, 得到的扫描轨迹即所建立的物体。



输入截面曲线方程和扫描曲线方程:

X_X	1	X_Y	0	X_Z	0
Y_X	0	Y_Y	cosdeg(_t)	Y_Z	sindeg(_t)
P_X	0	P_Y	0	P_Z	0
T'	(0.0:10.0:360)				

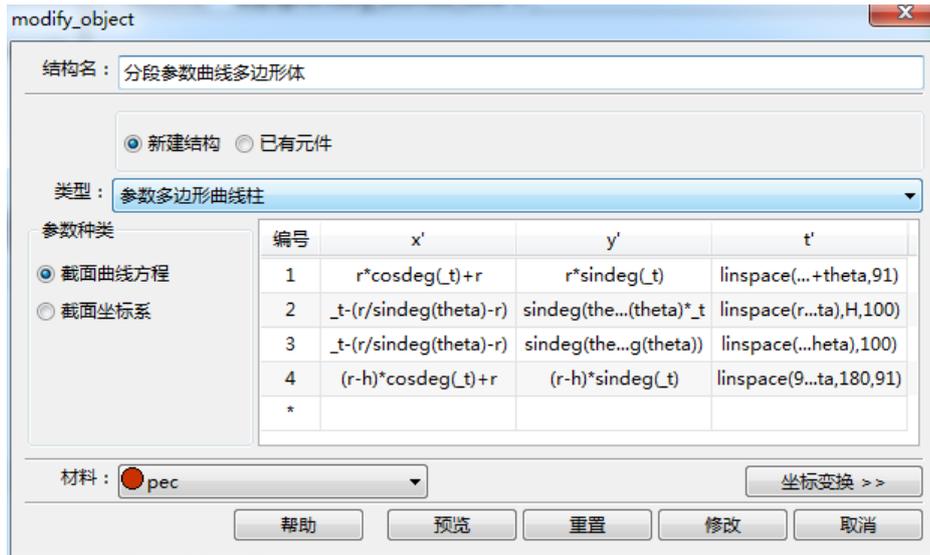
点击新建, 得到参数曲线多边形体:



使用参数曲线多边形柱体可以完成更复杂的建模，比如外形线为分段曲线等情况等。下面演示一个球锥形天线罩的参数曲线建模。

球锥外形线的截面曲线方程分为两段，一段为圆弧(旋转为球体)，另一段为直线(旋转为椎体)，直线为圆弧在连接点处的切线。

截面曲线方程设置如下：

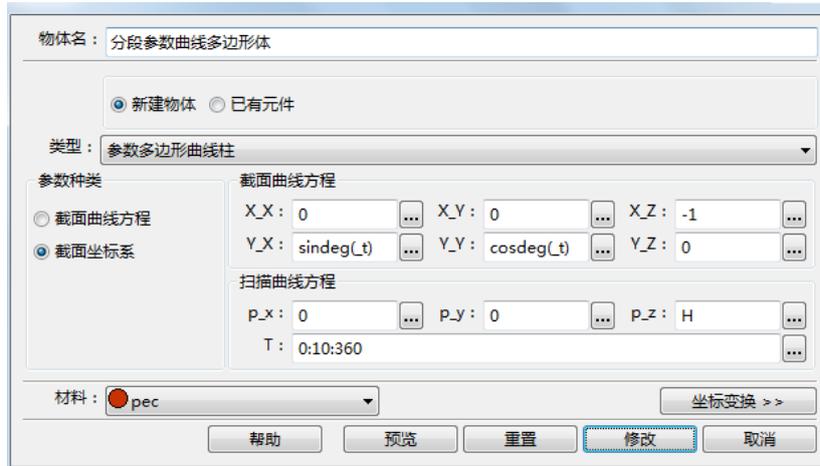


编号	X	Y	T
1	$r \cdot \cosdeg_t + r$	$_r \cdot \sindeg_t$	$\text{linspace}(180, 90 + \text{theta}, 91)$
2	$_t - (r / \sindeg(\text{theta}) - r)$	$\sindeg(\text{theta}) / \cosdeg(\text{theta}) * _t$	$\text{linspace}(r / \sindeg(\text{theta}) - r * \sindeg(\text{theta}), H, 100)$
3	$_t - (r / \sindeg(\text{theta}) - r)$	$\sindeg(\text{theta}) / \cosdeg(\text{theta}) * (_t - h / \sindeg(\text{theta}))$	$\text{linspace}(H, h / \sindeg(\text{theta}) + (r - h) / \sindeg(\text{theta}) - (r - h) * \sindeg(\text{theta}), 100)$
4	$(r - h) * \cosdeg_t + r$	$(r - h) * \sindeg_t$	$\text{linspace}(90 + \text{theta}, 180, 91)$

其中 r、theta、H、h 为变量窗口中预先定义好的变量（也可直接使用，在弹出提示时定义）：

变量窗口		
变量	值	详细描述
theta	20	分段参数曲线多边形体椎体母线倾角
H	500	分段参数曲线多边形体高
h	10	分段参数曲线多边形体壁厚
r	30	分段参数曲线多边形体球半径

截面坐标系扫描行为设置如下：



X_X	1	X_Y	0	X_Z	-1
Y_X	sindeg(_t)	Y_Y	cosdeg(_t)	Y_Z	0
P_X	0	P_Y	0	P_Z	H
T'	(0.0:10.0:360)				

得到球锥罩模型如下：

