

CST 工作室套装TM丛书 6



CST 电磁工作室TM

应用算例



三维静场与低频仿真

311/8

0050151

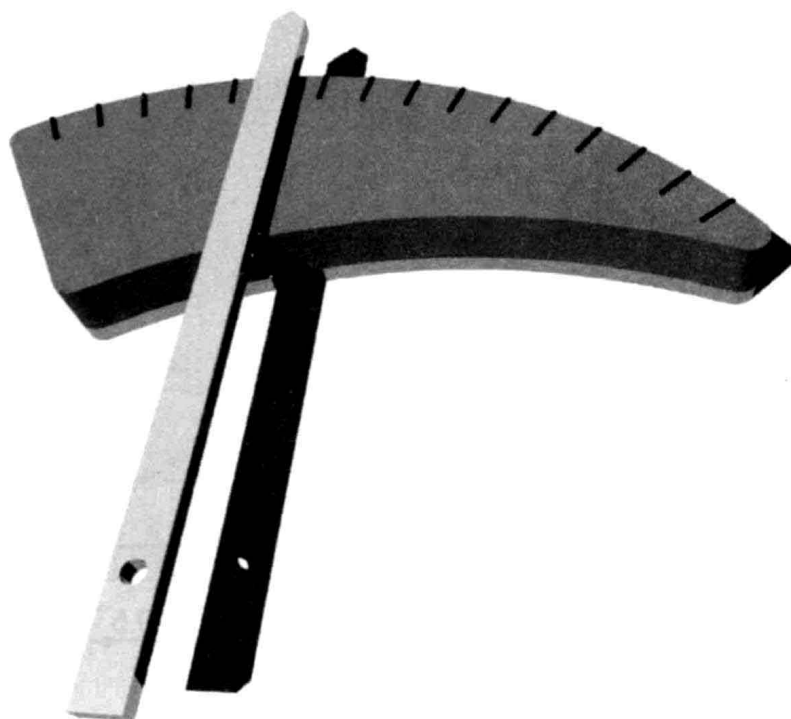
CST China

CST 电磁工作室™

应用算例

静电场教程	3
静磁传感器	33
静磁力	69
稳恒电流计算	93
低频求解器	115

静电场教程



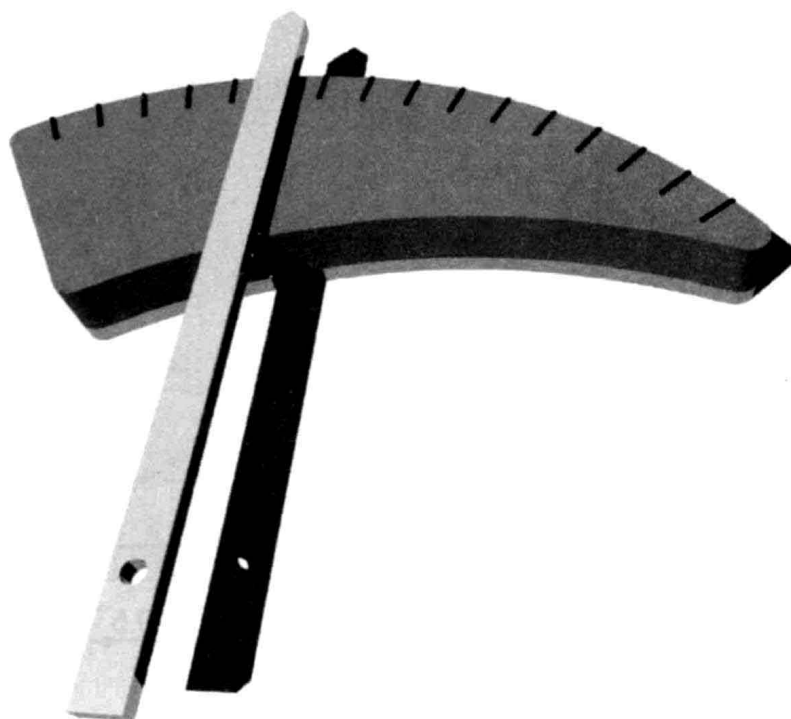
几何建模及求解器设置.....	4
概述.....	4
几何建模.....	4
求解器设置.....	19
结果.....	24
精度分析.....	25
四面体网格算法.....	29
获得更多信息.....	32

CST 电磁工作室™

应用算例

静电场教程	3
静磁传感器	33
静磁力	69
稳恒电流计算	93
低频求解器	115

静电场教程



几何建模及求解器设置.....	4
概述.....	4
几何建模.....	4
求解器设置.....	19
结果.....	24
精度分析.....	25
四面体网格算法.....	29
获得更多信息.....	32

几何建模及求解器设置

概述

本教程中，我们将仿真一个用于电压测量的简单电位计。电位计模型包括三部分：电位计的刻度盘，接地和指针。

电位计的主要尺寸大小如图 1 所示：

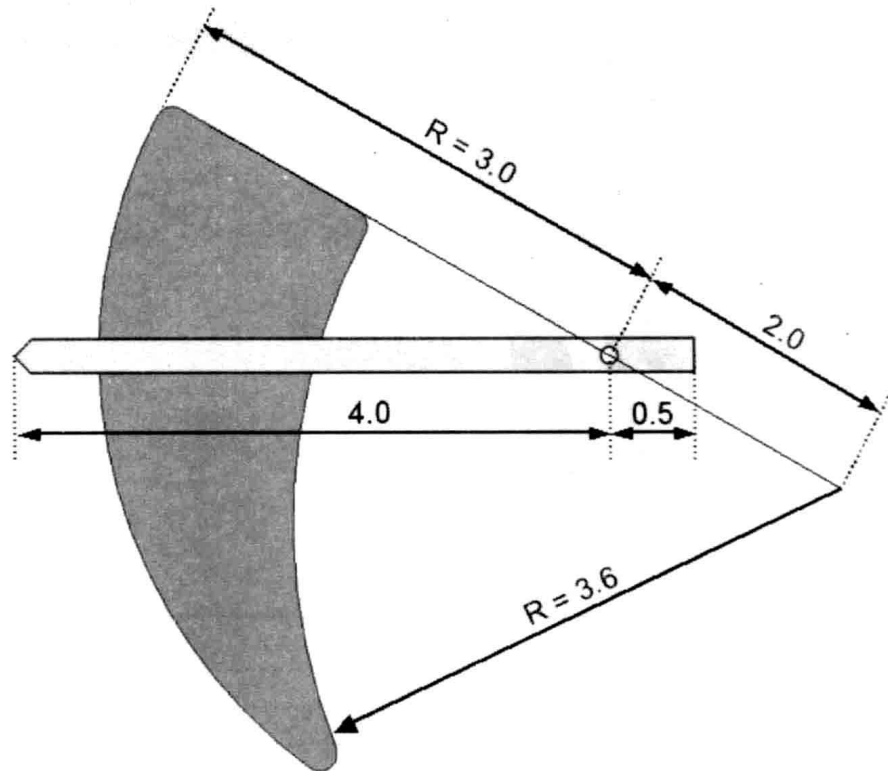


图 1：模型与主要尺寸

这里，我们将关注指针不同角度时，电容和力矩的结果。电位计的仿真中，我们将用到由用户自定义监视器的参数扫描。最后，我们还将分析结果。

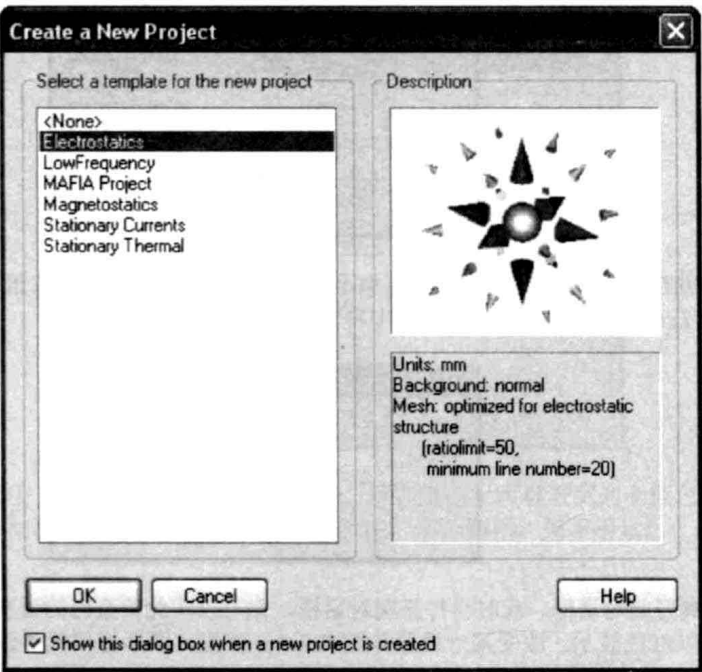
我们强烈建议您在开始本教材之前仔细通读《CST 电磁工作室™ - 基础入门》。

几何建模

本教程将介绍如何进行电容计算。它将带你逐步构建这简单电位计模型。我们会提供相关拷屏，这样您可以随时检查您的输入是否正确。

□ 选择模板

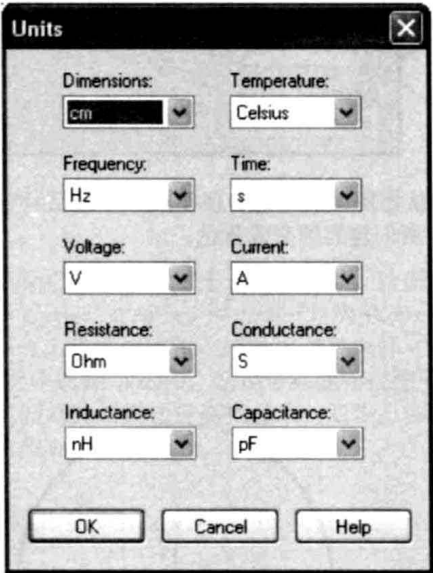
每当您启动 CST 设计环境™并选择创建一个新 CST 电磁工作室™项目时，都会要求您选择一个最合适您仿真器件的模板。此处，我们选择静电（Electrostatics）模板。



此模板将结构的尺寸单位设置成 mm，将背景材料设置成 normal，这里指真空（vacuum），即相对介电常数为 1、相对磁导率为 1 的各向同性材料。网格设置对静电场计算进行了优化。

□ 设置单位

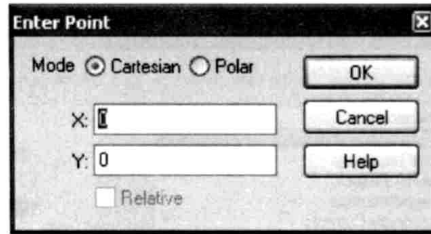
所选模板自动将几何尺寸的单位设置为 mm。在本例中，所有的几何尺寸都是以 cm 给出，因此您需要手动改变设置。从主菜单选择 *Solve* ⇌ *Units...* (≡)，打开单位对话框。



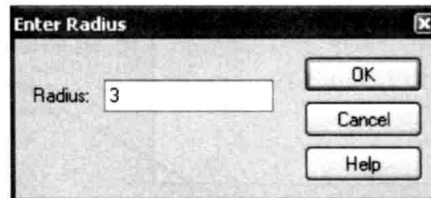
这里，请将 *Dimensions* 栏设置为 cm 并按 *OK* 按钮。

□ 定义电位计刻度盘

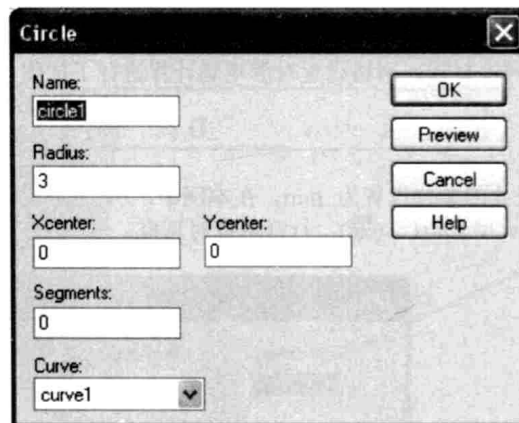
电位计刻度盘的构建步骤包括创建曲线、从平面曲线拉伸得到实体模型以及对模型进行倒圆角操作。
模型的创建从定义两个圆开始。我们先来定义第一个圆。请点击  按钮或从主菜单选择 *Curves* ⇌ *New Curve*，在导航树的 *Curves* 文件夹中将显示新建的曲线。请注意，在建模视图（*Modeller View*）中还没有任何物体。
要创建第一个圆，请点击  按钮或从主菜单选择 *Curves* ⇌ *Circle...* 命令，激活圆创建模式，你可以使用鼠标或键盘输入来确定圆的坐标。我们已经知道了圆的确切尺寸，所以我们使用键盘输入圆的坐标。同时按下 *Shift+Tab* 键，弹出一个新的对话框，要求您输入圆心坐标。



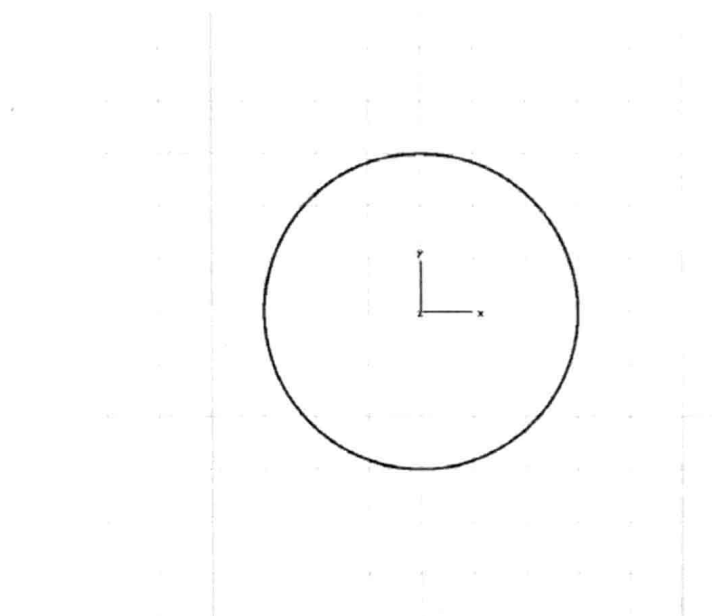
由于圆心坐标就在 $X=0$ 和 $Y=0$ 处，所以您不需要改变设置，点击 **OK** 按钮即可。设置完圆心后，您需要输入圆的半径。按下 **Tab** 键并在输入半径对话框中将半径 (*Radius*) 设置为 3:



点击 **OK** 按钮离开此对话框。此时会打开圆对话框，您可以在此处检查您的设置。注意，与对话框中设置相对应的圆在建模视图图中以红色显示。改变某一设置并按 **Preview** 按钮，图形将按照所做修改更新显示。



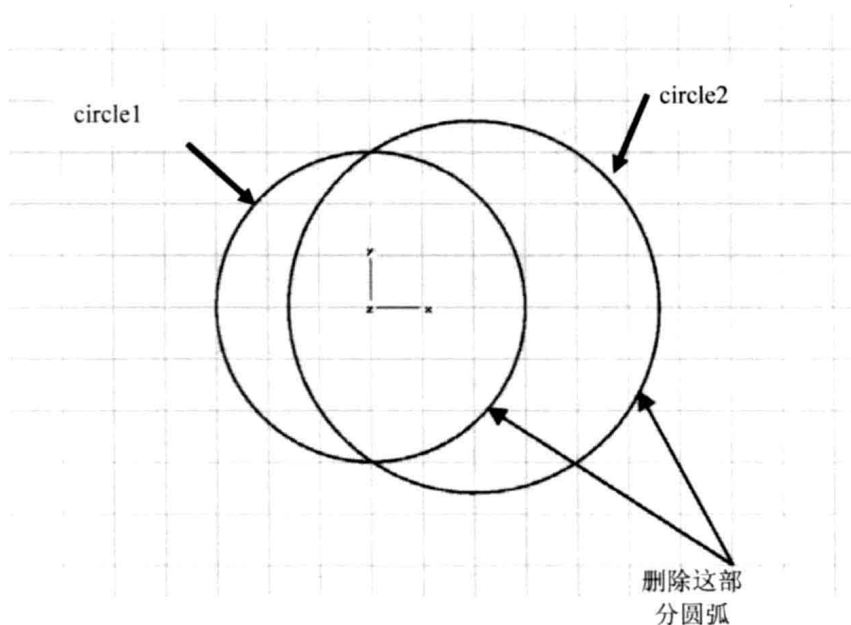
最后，请点击 **OK** 按钮，确认您所做的设置。现在第一个圆已经定义好了，并会在导航树的 *Curves* ⇌ *curve1* 子文件下显示。在建模视图图中，所创建的圆变成蓝色。



和第一个圆相似，您可以创建第二个圆。点击  图标或是从主菜单选择 *Curves* ⇌ *Circle...*。第二个圆的圆心位于 $X=2$ 和 $Y=0$ 处。按下快捷键 **Shift+Tab**，在弹出的对话框中输入相应的值，点击 **OK** 确认输入。接下来输入第二个圆的半径。按下 **Tab** 键，在 *Radius* 栏中输入 3.6，点击 **OK** 确认。此时弹出圆对话框，在此，您可以再检查圆的参数设置。



如果您的设置和上图中一致的话，请点击 *OK* 按钮。现在屏幕上可以看到两个蓝色的圆。这两个圆将在以后的建模操作中，作为镰刀状结构的轮廓线，因此我们需要删除一部分图形，如下所示：



您可以裁减两个圆，选中上图中标记所要删除的部分将其删除。首先，您需要选择一个圆。在建模视图中双击第一个创建的圆或是在导航树中选择 *Curves* ⇨ *curve1* ⇨ *circle1*，选中 *circle1*。

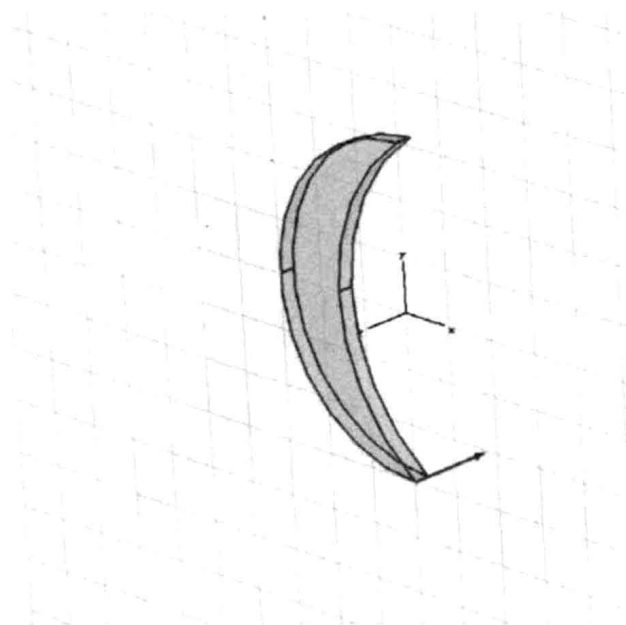
要进行裁减操作，请从工具条中点击裁减按钮，或从主菜单选择 *Curves* ⇨ *Trim Curves*，也可以使用快捷键 (#)。接着，从导航树相应的文件夹中选择 *circle2*，您也可在建模视图中双击选中它。按下 *Return* 键，确认选择操作。现在交互式裁减工具将所有可删除的曲线部分高亮显示。双击上图中所示的曲线部分，将其删除。按照下图检查您的模型。确认此裁减操作，请按 *Return* 键。



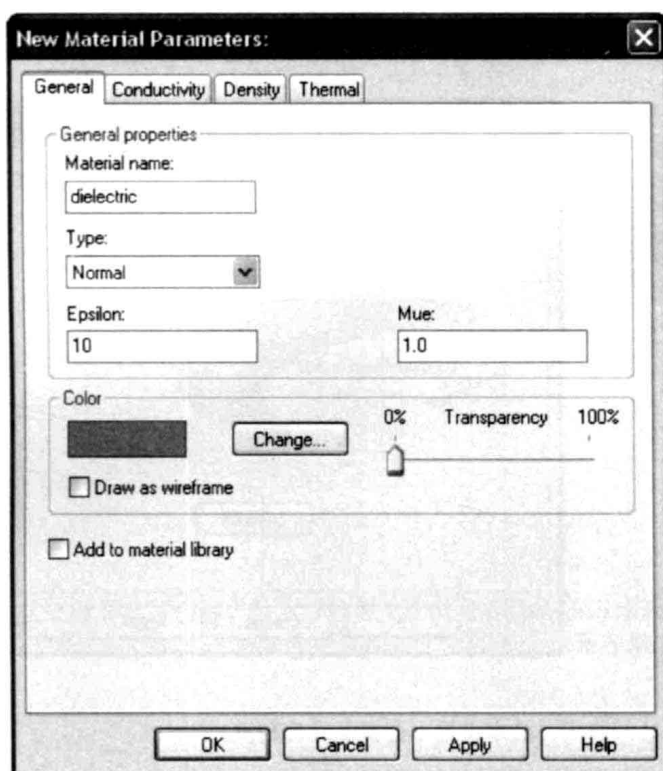
接下来，我们将利用这个镰刀状轮廓线来创建实体模型，我们需要拉伸此曲线。首先，点击拉伸平面曲线按钮，或从主菜单选择Curves ⇨ Extrude Planar Curve...。现在，您需要选择将要拉伸的轮廓线。请双击内部曲线部分，也就是原先属于circle2的那部分曲线，打开拉伸平面曲线对话框，您可以在这里设定拉伸厚度、扭转角和渐变角。



本教程中，请将厚度（Thickness）设置为0.3，不必改变扭转角（Twist Angle）或渐变角（Twist Angle）的设置，将此实体模型命名为scale。请确保拉伸法线指向负z轴方向。下图中，蓝色的箭头表明拉伸法线的方向。

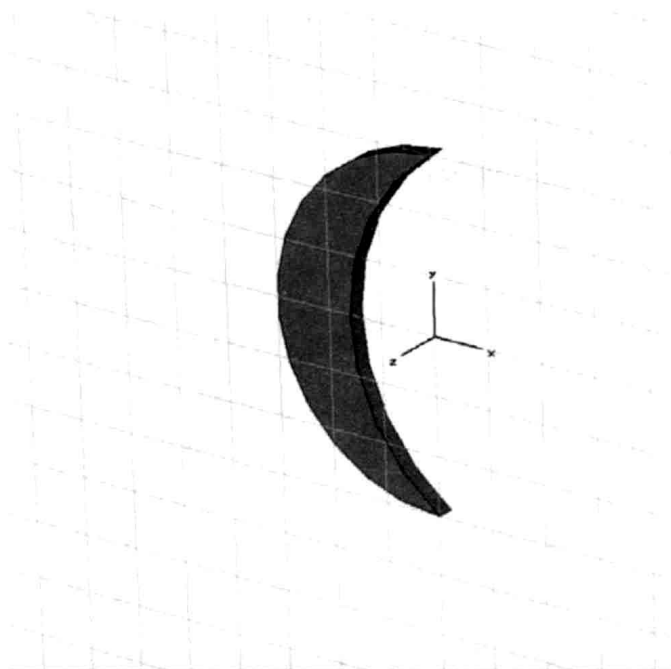


如果拉伸法线朝向正z轴方向，您可能在拉伸曲线时不小心选择了错误曲线部分。在确认您的设置前，还必须定义该结构的材料特性。我们需要为该结构定义一种新的材料。从拉伸平面曲线（*Extrude Planar Curve*）对话框底部的材料（material）下拉框中选择 *New Material...*，打开 *New Material Parameters* 对话框，定义新材料。



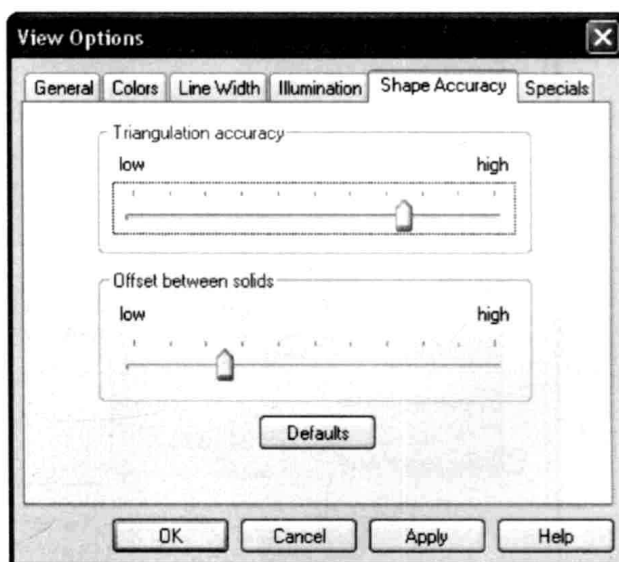
在此对话框中，您需要将材料命名（*Material name*）设置为 *dielectric*，并将 *Type* 栏设置为 *Normal*，以定义绝缘材料。接下来，在 *Epsilon* 栏输入介电常数为 10。请点击 *Change...* 按钮，为新材料选择一种颜色。最后，您可以再检查一下对话框中的设置，点击 *OK* 按钮保存材料参数。

回到 *Extrude Planar Curve* 对话框，材料已改为 *dielectric*。最后，点击 *OK* 按钮创建新实体模型。定义完成后，可在导航树的 *Components* ⇨ *Component1* ⇨ *scale* 文件看到新实体模型。先前创建的曲线 *curve1* 以及其子条目 *circle1* 和 *circle2* 都自动删除了。创建好的模型如下面的拷屏所示：

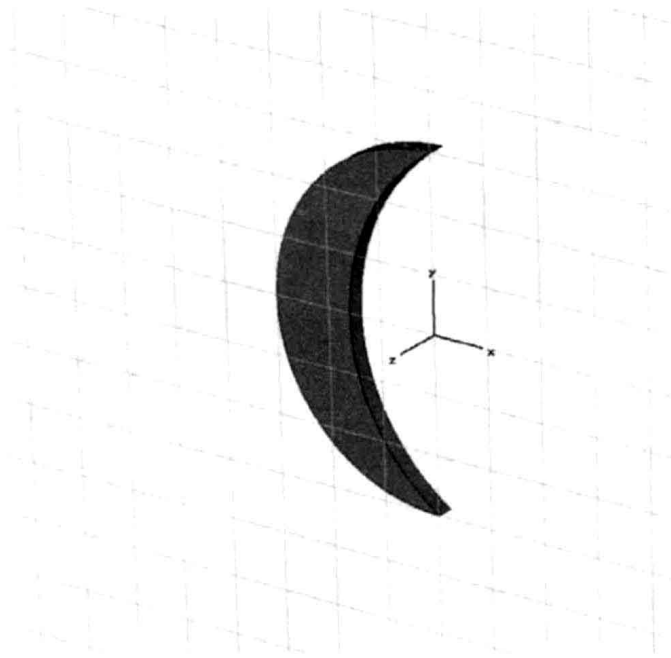


如果您仔细查看所创建的实体模型，您会发现模型的边缘并不如我们想要的那样精确。为此，在本教程中我们需要增加缺省的三角面表示精度来使模型更精确地显示。

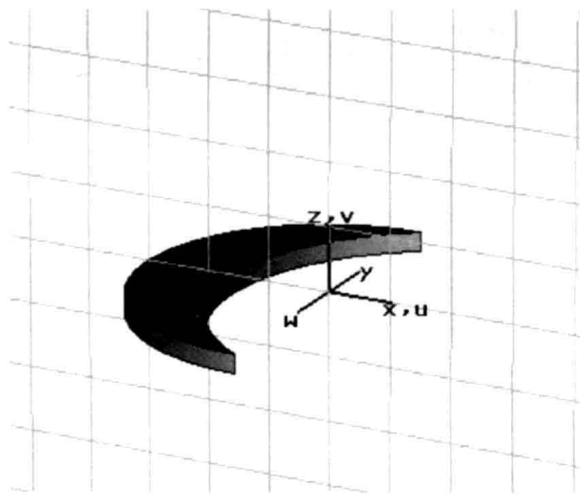
请选择 *View ⇌ View Options...*，或是按快捷键 *Alt+V*，弹出如下对话框，在 *Shape Accuracy* 标签页中，将 *Triangulation accuracy* 栏的滑杆往 *high* 端移动，以增加三角面表示精度。



请注意：这只是显示选项，故本设置不会提高计算精度。

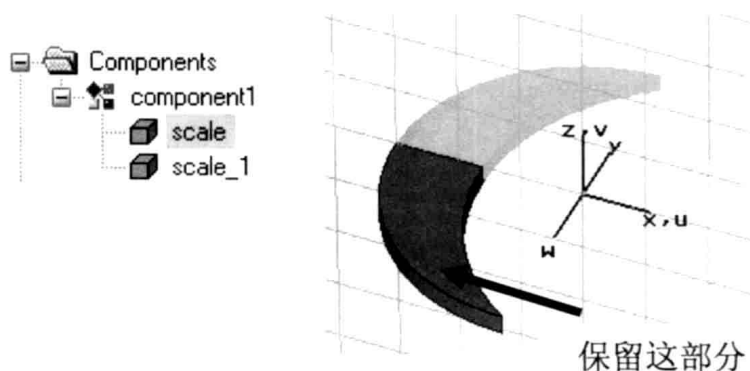


下一步，我们将删除此镰刀状图形的一部分。您可以使用“slice object by uv plane”这一功能来完成此操作。首先按下工具条上的  按钮，或是从主菜单选择 *WCS ⇌ Local Coordinate System*，激活局部坐标系（WCS）。接着使用快捷键 *Shift+u* 或选择 *WCS ⇌ Rotate +90° around U-axis*，将坐标系绕u轴旋转90°。现在绘图平面将实体分为相等的两部分。



要真正开始切割前，首先必须得选择图形。请从导航树中选择图形 *Component1:scale*，或直接双击图形。现在您可以切割该镰刀状图形了，请从主菜单选择 *Objects ⇌ Slice by UV Plane*，或是在建模视图使用右键菜单的 *Slice by UV Plane* 选项。

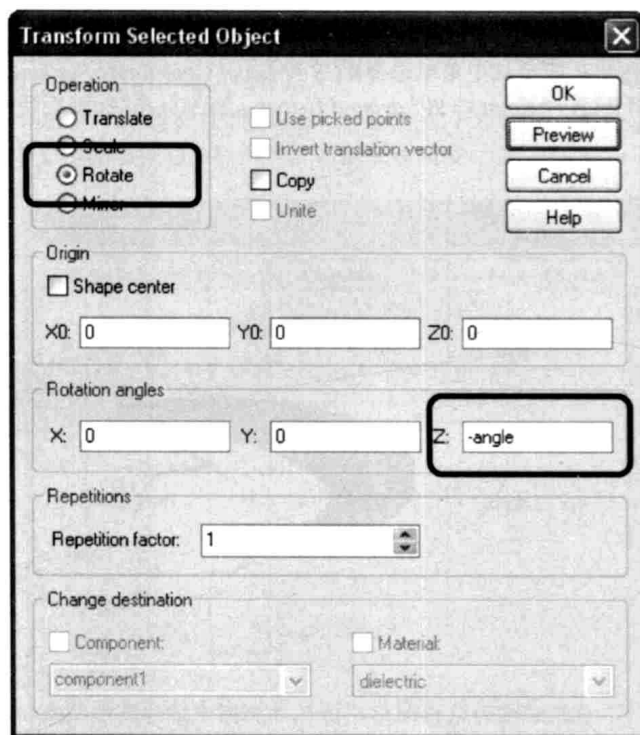
镰刀状图形现在被切成了两个部分，如导航树中所示。



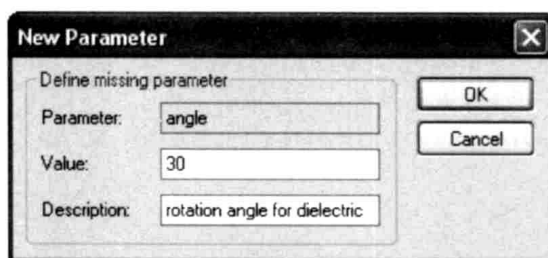
对于电位计刻度盘来说，只需要实体模型scale；我们要删除新产生的scale_1。选中scale_1，按下Delete键或右键菜单的Delete命令将其删除，您还可以在导航树中选择Components ⇒ Component1 ⇒ scale_1，从右键菜单选择Delete。

接下来的操作中我们不会用到局部坐标系，按下  按钮或使用 WCS ⇒ Local Coordinate System 将其关闭

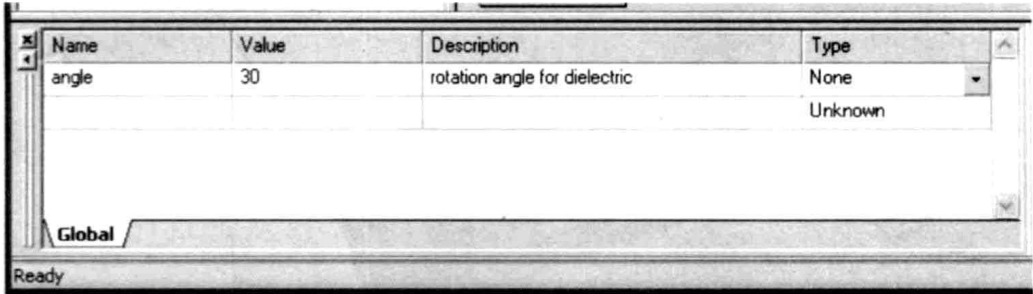
下一步，我们要让实体模型以一个参数值绕坐标系原点旋转。选中实体scale，在工具条按下变换按钮 ，或是从主菜单选择Objects ⇒ Transform...，打开Transform Selected Object对话框。



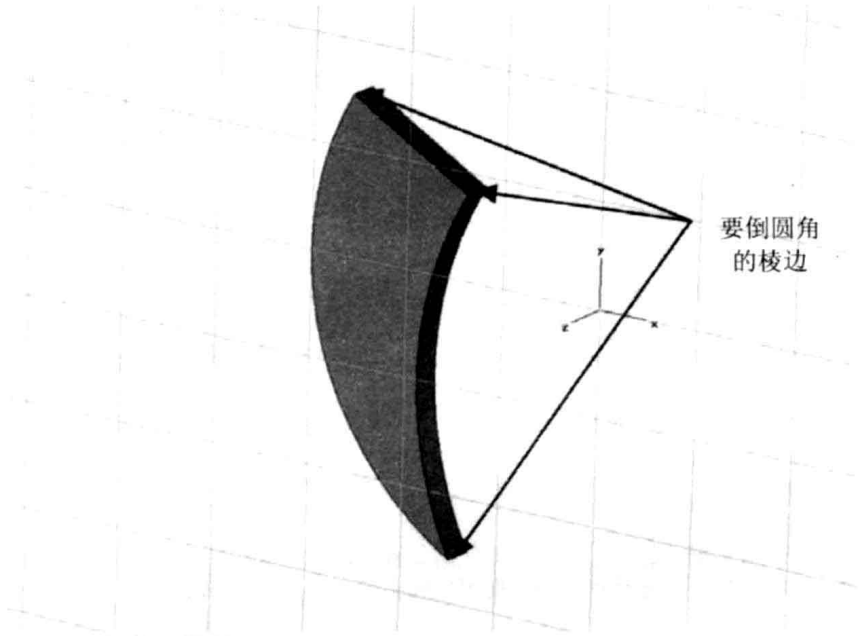
选择旋转（Rotate）操作并输入-angle作为绕z轴旋转的角度。点击OK键确认后，弹出一个新的对话框，要求您为新近引入的参数赋值：



将其值（Value）设置为30并输入一些有帮助描述文字，点击OK确认。已定义的参数在参数列表窗口中显示。该窗口通常位于用户界面的左下角：

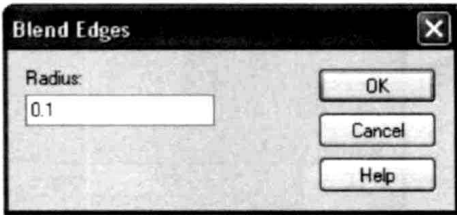


旋转后的模型如下面的拷屏所示。

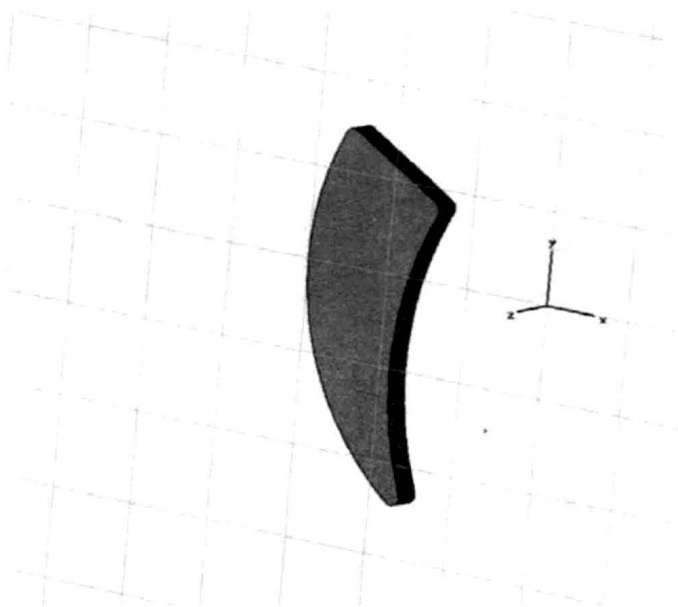


接下来，我们将为上面拷屏中标注的三条棱边进行倒圆角。首先选取这三条棱边。您可以点击工具条中的, 也可以从主菜单选择 *Objects* ⇨ *Pick* ⇨ *Pick Edge*, 或是直接使用快捷键 *e*, 激活选棱边模式。另外, 选取一条棱边后, 点击工具条上的, 或从主菜单选择 *Objects* ⇨ *Pick* ⇨ *Keep Pick Mode*, 以保持该选边模式。依次双击上图所示的三条棱边, 将它们选取。所有棱边选取完毕后, 按下 *ESC* 或 *Return* 键, 关闭选边模式。再次按下, 不再为以后选取操作保持选边功能 (也可以从主菜单再次选择 *Objects* ⇨ *Pick* ⇨ *Keep Pick Mode*)。

在建模视图中, 选取的棱边以红色高亮显示。从工具条中点击, 或从主菜单选择 *Objects* ⇨ *Blend Edges...*, 打开倒圆角对话框, 来对这些棱边进行倒圆角:



在 *Radius* 栏输入 0.1 并点击 *OK* 按钮, 对三条棱边进行半径为 0.1cm 的倒圆角操作。完成后, 实体如下图所示。

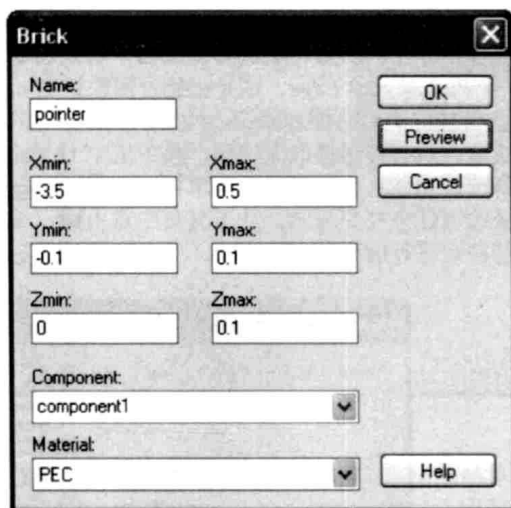


□ 定义电位计指针

创建电位计指针的步骤主要包括：创建一个方块、为方块棱边倒直角、定义一个圆柱并在相交的实体模型上进行布尔运算。

首先，我们来创建一个 PEC 材料的方块。点击  按钮或从主菜单选择 *Objects* ⇨ *Basic Shapes* ⇨ *Brick...*，激活方块创建模式。按下 *Tab* 键，在打开的 *Enter Point* 对话框中输入 $X = -3.5$, $Y = -0.1$ ，为方块的第一个角在绘图平面内定义坐标。重复此步骤，为第二点输入 $X=0.5$, $Y=0.1$ 的坐标值。请再次按下 *Tab* 键并将方块的高度设置为 0.1。

随后，弹出方块对话框，您可以在这里修改您的设置。请将方块命名为 *pointer*，并从 *Material* 下拉框中选择 PEC 作为方块材料。这样，以后的建模过程中，您可以在指针上定义电位或电荷。



检查您的设置后，按 *OK* 按钮确认。新近创建的指针和电位计刻度盘一同显示如下：