

实验一 支架三维模型的建立

(一) 实验目的

1. 了解三维建模软件 ProE 在产品设计中的应用；
2. 了解草绘在建模当中的作用；
3. 掌握 ProE 的相关设置及基本使用方法；
4. 掌握 ProE 中“拉伸”、“旋转”、“孔”、“筋”等特征以及“镜像”、“阵列”等功能的使用。

(二) 实验设备和工具

装有 PROE 软件的计算机

(三) 实验原理

1. 基于特征的参数化建模

(1) 参数化设计

所谓参数化设计，就是允许设计之初进行草图设计，再根据设计要求逐渐在草图上施加几何和尺寸约束，并根据约束变化驱动模型变化。是一种基于约束的、并能用尺寸驱动模型变化的设计。

① 草图的约束驱动：在草图上施加尺寸和几何约束，或当尺寸值和约束类型发生变化时，草图图形会自动发生变化，以满足新的约束要求。

② 参数化建模中的形状控制：当尺寸参数变化驱动模型变化时，对参数化模型赋予足够的约束，以限制模型的变化，可以保证变化后的模型仍然满足人的设计意图，使模型按照人的期望进行变化。

(2) 特征建模

特征没有一个严格意义上的定义，一般说来，“特征”是构成一个零件或者装配件的工程制造单元。而单纯的就建模而言，特征被狭义定义为形状特征，即构建三维模型的几何形体，如拉伸体、旋转体、孔、倒圆体、倒角体等。这样，一个复杂的三维模型实际上是由一些相对简单的几何体通过一定方式组合而成。

利用一系列特征的有序组合形成三维模型的方法称为基于特征的设计。任何三维模型都可视为一系列特征的有序组合，即三维模型是一系列特征的组合体，可表示为：

三维模型 = { 特征 1 组合 1 特征 2 组合 2 ... 组合 n 特征 n }。

(3) 特征的分类

不同 CAD 系统提供的特征类型不完全相同。在 Pro/E 中，特征可以分为以下几类。

① 辅助特征：辅助特征用于建立其他特征时的定位，又称基准特征，主要有基准面、基准轴、基准点和局部坐标系等。

② 基本特征：基本特征又称为体素，是参与运算的原始特征，而不是运算的结果。常见体素有长方体、圆柱体、球体、圆锥体等。只要给出体素的关键尺寸(如长方体的长、宽、高)，便可直接调用体素模型，而不必通过运算生成。

③ 草图特征：草图是一种特殊的特征，它虽然不能从系统直接调用，但可以通过草图功能直接绘制，并作为拉伸、旋转、放样等特征生成的基础。由于体素类型有限，而草图又可以具有复杂的形状和灵活多变的约束，所以很多三维模型的建立都是从草图开始，草图在基于特征的三维建模方法中起着十分重要的作用。实际上，体素也可以通过草图形成，所以目前 Pro/E 和 Catia 仅提供草图特征，而未提供体素。

④ 二次特征：二次特征又称附加特征，是指在已有特征的基础上通过运算形成的特征。如拉伸特征是通过草图拉伸变化生成的，孔特征是在三维特征上切割圆柱体特征形成的。因此在二次特征中包括了更多的数据类型，包括定义数据、运算数据和相对位置参数。常见二次特征有倒圆、倒角、筋、孔、阵列等。

⑤ 自定义特征：为提高特殊模型的建模效率和编辑的灵活性，用户可以将具有拓扑不变性或按特定规则生成的形状定义为特征，这类特征称为自定义特征。CAD 系统一般提供特征自定义功能，用户可根据实际需要扩充系统的特征模型库。

（4）特征的组合方式

基于特征的三维建模实际上就是利用特征不断组合来形成更复杂的三维模型。这里的组合实质上是一种数学运算，常见组合方式有扫描变换和布尔运算，布尔运算又包括布尔并运算、布尔差运算和布尔交运算。

（5）特征的关系

如果特征 B 是在特征 A 的基础上建立的，则称特征 A 为特征 B 的父特征，或特征 B 为特征 A 的子特征。

2. PROE 中基于特征的参数化建模

（1）PROE 中的常用特征

基准特征：基准平面、基准轴、基准点、基准曲线及坐标系。

基础特征：拉伸特征、旋转特征、扫描特征及混合特征。

工程特征：孔特征、壳特征、筋特征、拔模特征、倒圆角特征及倒角特征。

（2）PROE 中特征的编辑

复制和粘贴特征、镜像特征、合并特征、修剪特征、阵列特征以及实体化。

（3）PROE 的相关设置及操作

① 设置工作目录：由于 PROE 软件在运行过程中会将大量的文件保存在当前目录中，并且也常常从当前目录中自动打开文件，为了更好地管理 PROE 软件的大量有关联的文件，开始工作前要“设置工作目录”。

设置“工作目录”：选择主菜单中的“文件”>“设置工作目录”命令，在弹出的对话框中选择指定的目录文件夹，单击确定完成设置。

设置“系统启动目录”：右击 Windows 桌面上的 PROE 图标，在弹出的快捷菜单中选择“属性”命令，在“属性”对话框中，单击“快捷方式”标签，然后在“起始位置”文本框中输入指定的目录文件夹，并单击确定完成设置。

② 设置配置文件 config.pro：利用该文件可以预设 PROE 软件的工作环境和全局设置。比如 PROE 软件界面的语言选择、尺寸的精度、系统显示等。

③ 鼠标的用法：

左键：单击和选择键

中键：动态键

实现操作：

放大和缩小：转动中键滚轮可放大或缩小视图。

平移模型：同时按住 Shift 键和鼠标中键，然后移动鼠标，可将模型按鼠标移动方向平移。

方框放大：按住 Ctrl 键，再单击鼠标中键，然后移动鼠标到另一个位置，单击鼠标中键拖放出一个方框，可放大方框所包括的区域。

旋转模型：按住鼠标中键，移动鼠标，屏幕上将出现以跟踪球，模型可绕跟踪球中心旋转。

右键：在对象为预选中状态时，单击鼠标右键，弹出快捷菜单。菜单的内容取决于光标

所选中的对象。如果光标下无几何元素，则右键无效。

3. 建模的一般步骤

① 分析模型：这是建模的关键步骤。模型是单个零件还是装配体，或者以曲面为主还是以实体为主。根据模型的特点，分析出初步建模思路。

② 建立模型：这是建模的主要内容。根据前一步分析的结果，在 PROE 中建立模型。

③ 后期处理：这是建模的必要工作。分析建立的模型是否符合设计预想，如若有出入，进一步修改模型，使之满足要求。

4. 特征建模的原则

为了更好、更快地建立三维模型，增加模型编辑的灵活性，在三维建模时需要注意以下问题。

① 定义合理的特征关系

在特征的组合过程中，新建特征位置、大小将参考原有特征（父特征）。有时参考方式有多种，为了正确反映模型的形状和结构，应合理定义特征之间的参考关系。

② 用阵列、复制、镜像代替单独操作

如果模型中具有形状、大小要求完全相同的特征，则尽量使用阵列和复制操作。在一个阵列中，所有特征相互保持相关性，当其中一个变化时，其余特征将随之变化。这样就保证了相同特征之间的一致性，而且为特征修改提供了很大方便。

同样，当一个特征被复制时，复制特征与原特征也可以保持相关性（Pro/E 中有从属和独立两个选择，这时应选择从属）。当原特征变化时，复制特征也会自动变化，从而保证相同特征的一致性。

③ 使用更多的特征，增加模型修改的灵活性

同样一个模型可能有多种不同的建模方式，对于不同方式生成的模型，其编辑的灵活性可能不一样。因此建模时可以考虑使用更多的特征，以增加模型编辑的灵活性。

④ 尽量用加运算代替减运算

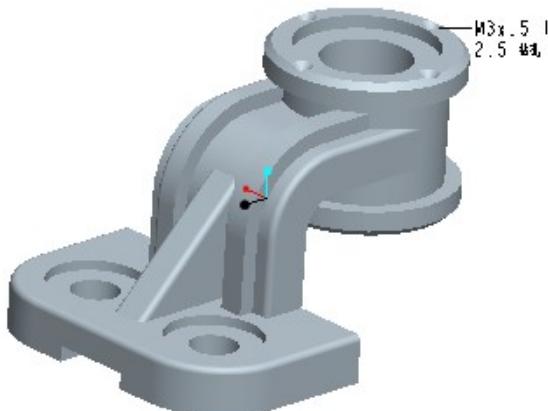
如果某些特征既可以用加运算又可以用减运算生成时，应尽量采用加运算方式。特征的加运算更符合人们的思维习惯，较容易根据所看到的三维模型推算出其建模过程。

⑤ 尽量采用并列式父子参照

在确定特征的参考时，尽量以较早生成的特征作为参照，以避免串行式父子参照。

（四）实验内容及方法

在 PROE 中建立如下图所示的支架三维模型。



分析：该支架由底座、连接、支架头三个主要部分构成，细节含有轴孔、筋、倒角、倒

圆角等。

要点：首先用“拉伸”、“孔”、“镜像”等功能创建支架的底座，然后用“扫描”功能创建支架连接部分，再用“筋”功能创建加强筋，最后用“旋转”功能创建支架头。

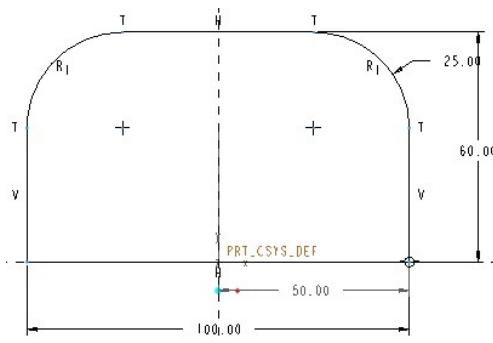
1. 创建新对象

单击快捷工具栏中的“新建”按钮 \square ，在“新建”对话框“名称”栏中输入零件名称“zhijia”，去掉“使用缺省模版”复选框中的对勾，单击“确定”，选中“mmns_part_solid”，单击“确定”。

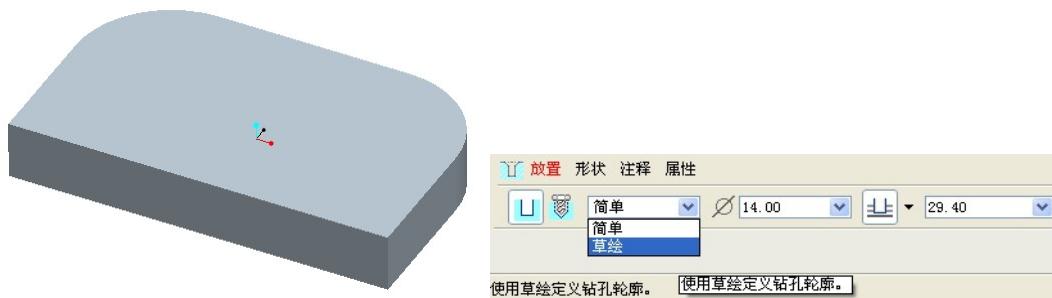
2. 创建底座——拉伸、打孔及镜像

(1) 单击右工具栏中的“拉伸”按钮 \square ，再单击“拉伸”操控板中的“放置”按钮，在弹出的上滑面板中单击“定义”按钮，出现的“草绘”对话框，在图形区中单击“FRONT”基准面作为草绘平面，再单击“草绘”对话框中的“草绘”按钮，以默认的草绘方向进入草绘工作环境。

(2) 分别单击草绘工具栏中的“2 点线”按钮 N 和“圆角”按钮 R^+ ，在草绘区绘制如下右图所示截面图。单击“确定”按钮 \checkmark 退出草绘环境。



(3) 在“拉伸”操控板上选择拉伸形式为“实体” \square ，拉伸深度形式为“盲孔” Hole ，在深度值文本框内输入 15，然后单击操控板右边的“确定”按钮 \checkmark ，完成“拉伸”特征的创建，结果如下左图所示。

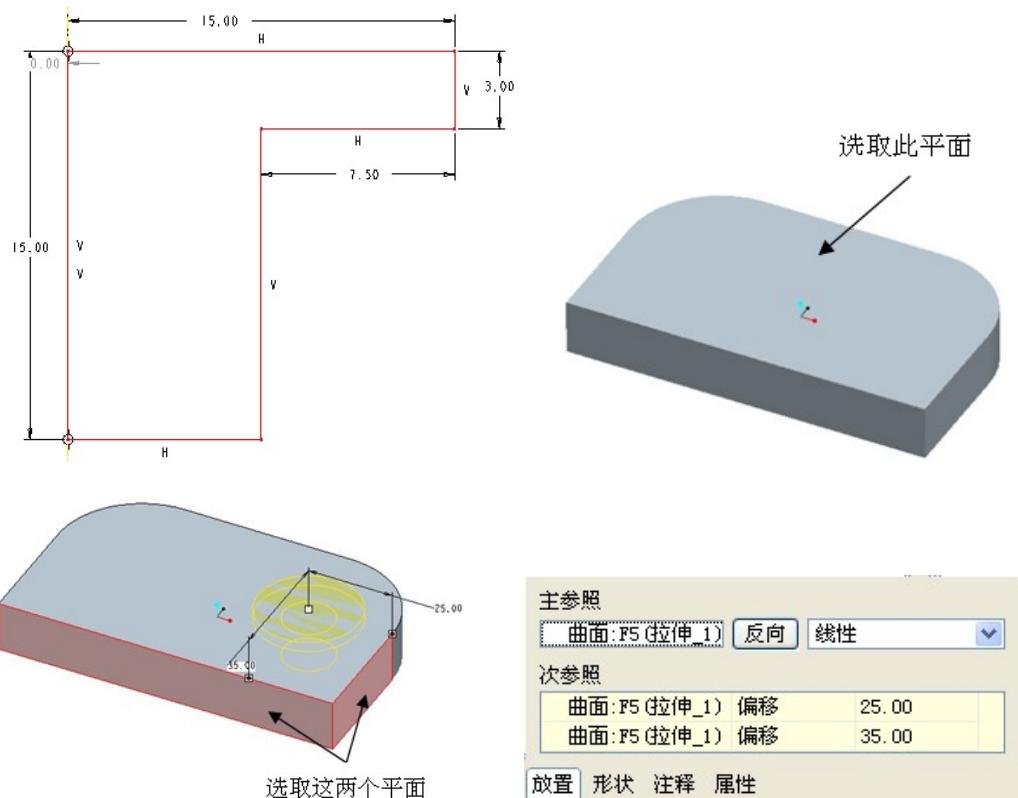


(4) 单击右工具栏中的“孔”按钮 Hole ，在弹出的“孔”操控板中单击如上右图所示的下拉箭头，在弹出的下拉列表中选择“草绘”，此时“孔”操控板如上图所示，单击操控板上的“草绘”按钮 Sketch ，弹出草绘窗口。

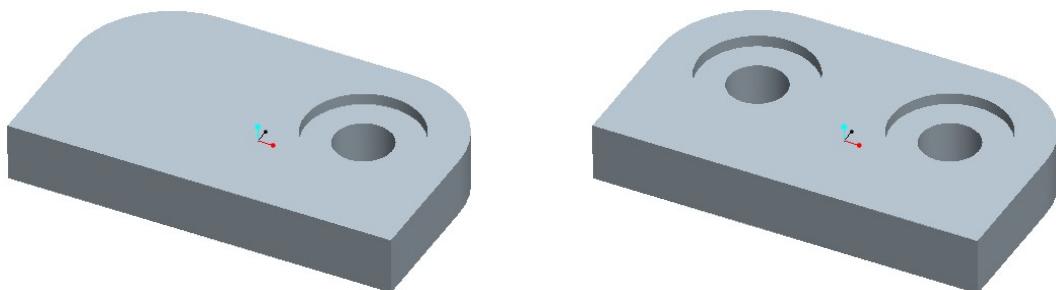
(5) 利用草绘工具栏中的“2 点线”按钮 N 及“中心线”按钮 C ，绘制如下第一幅图所示的截面及竖直中心线。单击“确定”按钮 \checkmark 退出草绘窗口。

(6) 在模型上选取如下第二幅图所示的平面作为孔的放置面，然后单击操控板上的“放置”按钮，此时弹出如下第四幅图所示的上滑面板，单击“次参照”文本框，将其激活，然后在模型上选取如下第三幅图所示的两个平面（选取两个及以上对象时，要同时按住 Ctrl

键), 并在上滑面板中设置其偏移量, 如下第四幅图所示。单击操控板上的“确定”按钮 \checkmark , 完成“孔”特征的创建。



(7) 在模型树中选中“孔 1”(即上一步生成的孔特征), 然后单击右工具栏中的“镜像”按钮 Mir , 再选取“RIGHT”基准面为镜像面, 单击“确定”按钮 \checkmark , 完成镜像。最后结果如下右图所示。

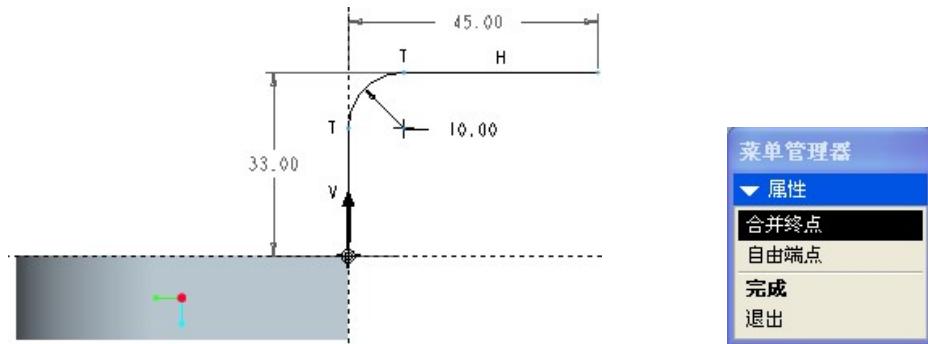


3. 创建支架连接部分——扫描

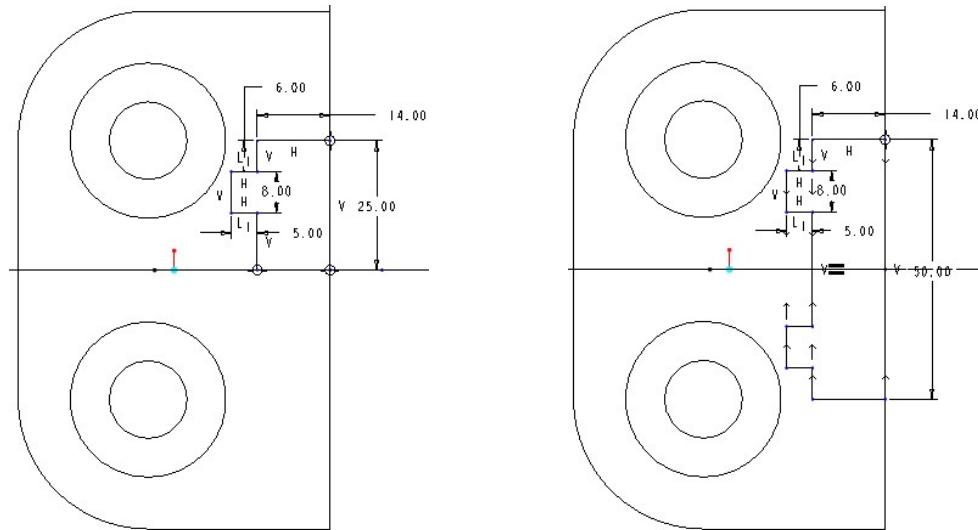
(1) 在主菜单栏中选取“插入>扫描>伸出项”命令, 在弹出的“伸出项: 扫描”对话框的下级“扫描轨迹”菜单管理器中, 选中“草绘轨迹”选项, 然后在模型树上选取“RIGHT”基准面作为草绘平面, 在“方向”菜单管理器中选取“正向”选项, 在“草绘视图”菜单管理器中选中“底部”, 再在模型上选取“FRONT”基准面作为视图方向, 进入草绘环境。相关选项如下图所示。

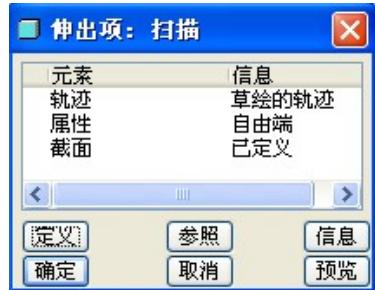
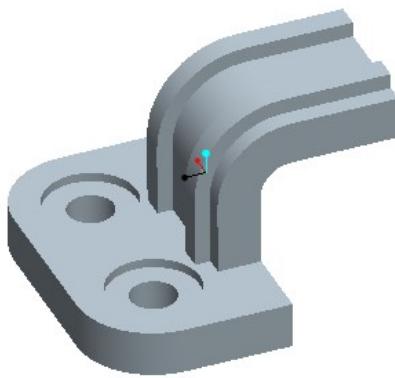


(2) 分别单击草绘工具栏中的“2 点线”按钮和“圆角”按钮，绘制如下左图所示扫描轨迹线。



(3) 单击草绘工具栏中的“确定”按钮，在“属性”菜单管理器中依次选取“合并终点”>“完成”选项，进入草绘工作环境。然后用草绘工具栏的“2 点线”、“中心线”以及“镜像”功能，创建如下第二幅图所示扫描截面。单击如下第四幅图所示的“伸出项：扫描”确定按钮，得到如下第三幅图所示图形。

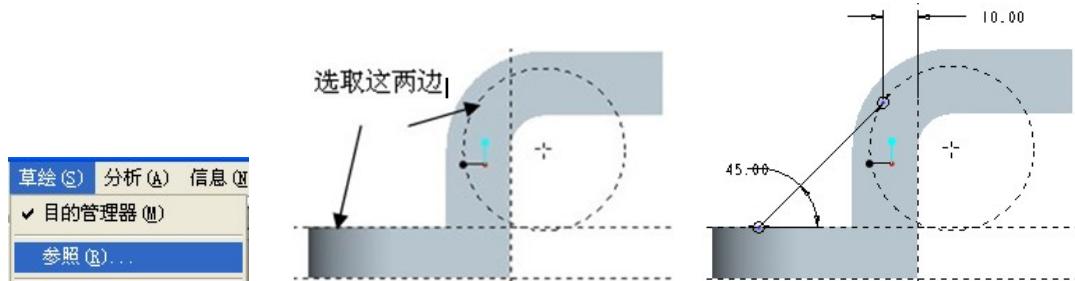




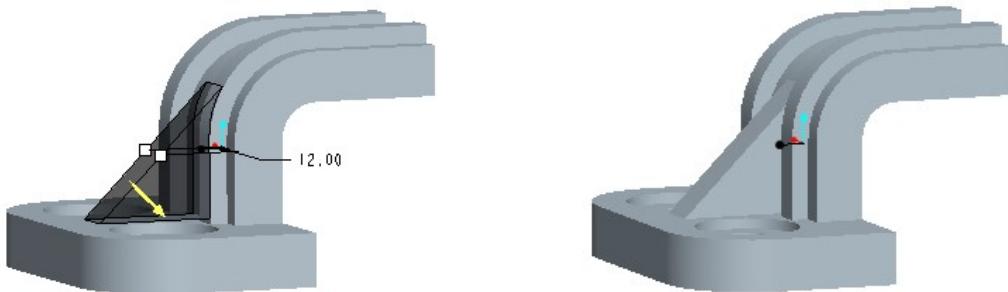
4. 创建加强筋——筋

(1) 单击右工具栏中的“筋”按钮 ，再单击操控板中的“参照”按钮，在弹出的上滑面板中单击“定义”按钮，出现“草绘”对话框，在模型树中选取“RIGHT”基准面作为草绘平面，再单击“草绘”对话框中的“草绘”按钮，进入草绘工作环境。

(2) 运用“2 点线”  功能绘制如下第三幅图所示直线。在绘制该直线前，单击“主菜单栏”中的“草绘>参照”选项，弹出“参照”对话框，在草绘区选取下第二幅图所示的两条曲线参照，关闭“参照”对话框。

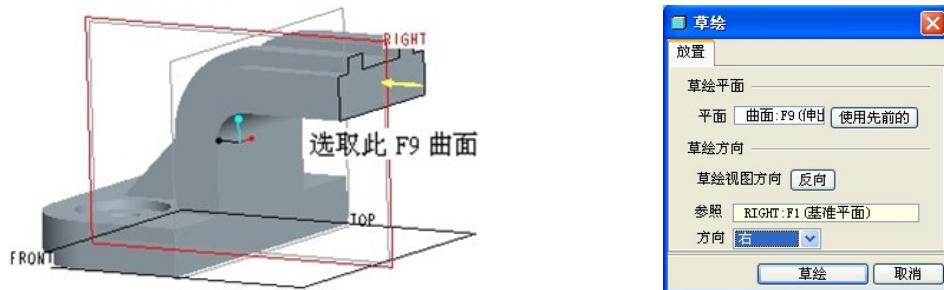


(3) 单击草绘“确定”按钮 ，然后在“筋”操控板上“筋厚度值”文本框内输入 12，然后单击“确定”按钮 ，完成“筋”特征的创建，效果如下右图所示。注意筋的箭头方向为下左图所示方向。

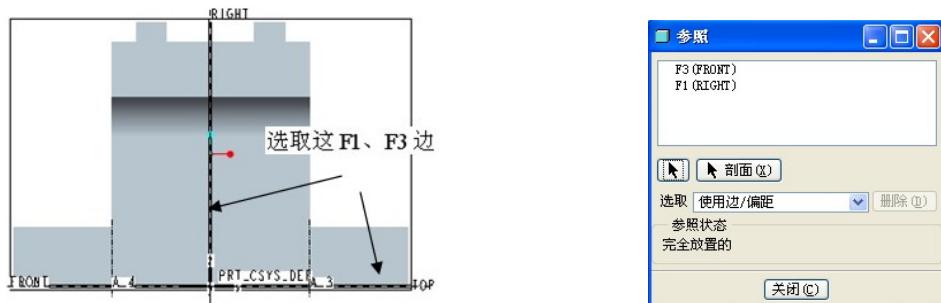


5. 创建支架头——旋转

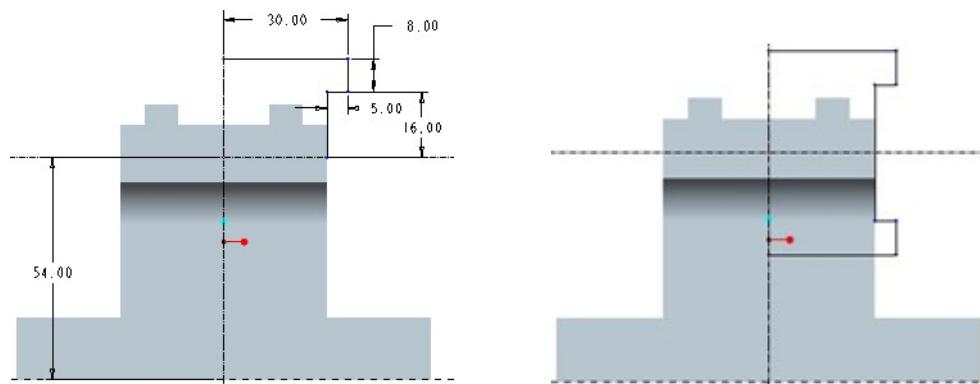
(1) 单击右工具栏中的“旋转”按钮 ，再单击操控板中的“放置”按钮，在弹出的上滑面板中单击“定义”按钮，出现“草绘”对话框，在“绘图区”选取如下左图所示的面作为“草绘平面”，然后从模型树中单击“RIGHT”基准面作为参照面，在草绘对话框中选取“右”方向，如下右图所示，再单击“草绘”对话框中的“草绘”按钮，进入草绘工作环境。



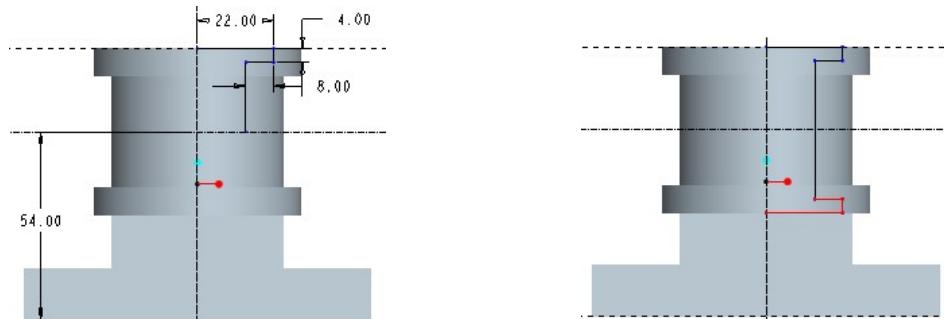
(2) 从主菜单中选取“草绘>参照”选项，在“图形区”选取如下左图所示的两条边作为参照，使“参照状态”从“未放置的”变成“完全放置的”，关闭“参照”对话框。

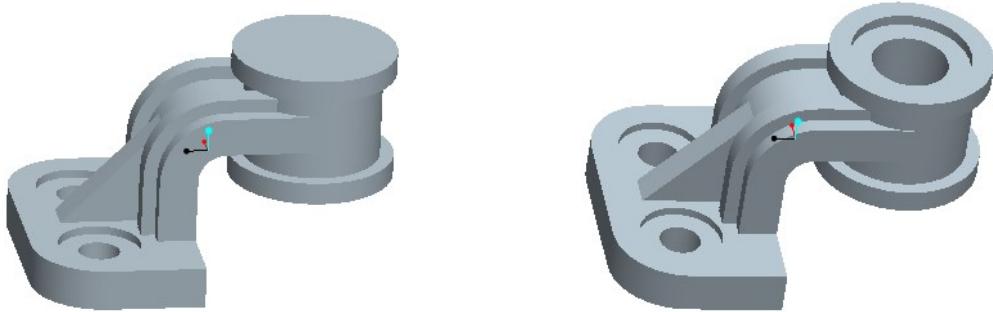


(3) 运用“2 点线”、“中心线”与“镜像”功能，绘制如下左图所示的旋转轴与旋转截面。点击“确定”按钮，回到“旋转”操控面板，点击“确定”按钮，得到如下下第三幅图所示的图形。



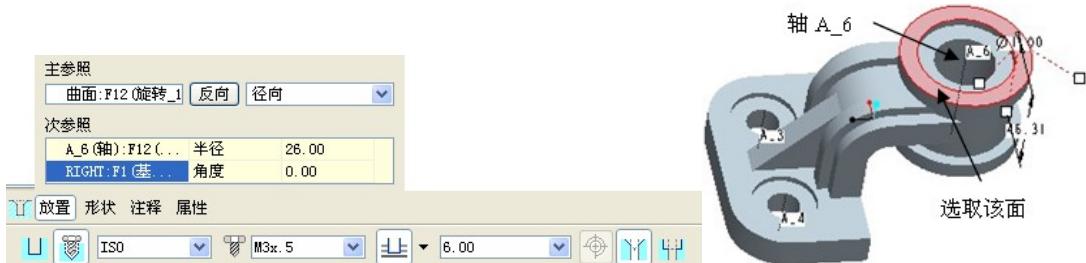
(4) 参照以上两步，绘制如下第二幅图所示的旋转截面，单击草绘“确定”按钮，回到“旋转”操控板，选取“去除材料”按钮，点击“确定”按钮，得到如下第四幅图所示图形。



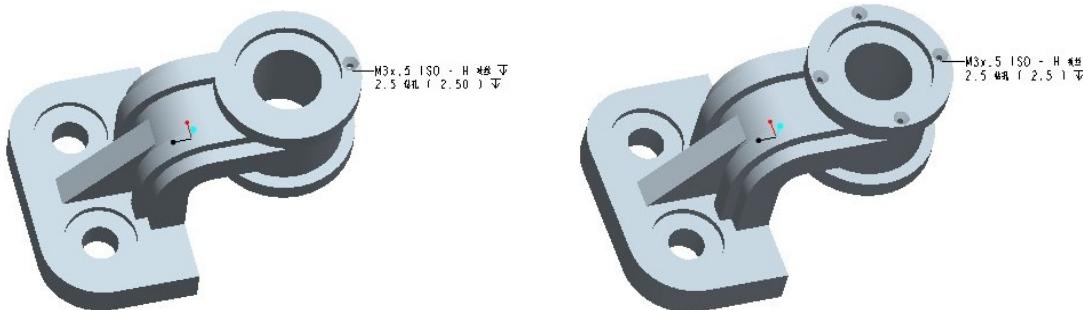


6. 创建支架头螺孔——打孔及阵列

(1) 单击右工具栏中的“孔”按钮，在“孔”操控板上单击“放置”按钮，在弹出的上滑面板中，单击主参照下文本框激活主参照收集器，然后在模型上选取如图所示面作为孔的放置平面，然后点击右边的下拉箭头，选取“径向”放置方式，再单击激活次参照收集器，摁住 Ctrl 分别选取轴 A_6 和基准面“RIGHT”，按照下左图所示数据输入与轴 A_6 的距离 26 以及与面“RIGHT”的夹角 0。



(2) 再单击“孔”操控板上的“创建标准孔”按钮，然后在第二个文本框中点击下拉箭头，选取 M3x.5 型号孔，在第三个文本框中输入“孔深度”6，如上右图所示，最后单击“确定”按钮。最后得到如下左图所示图形。

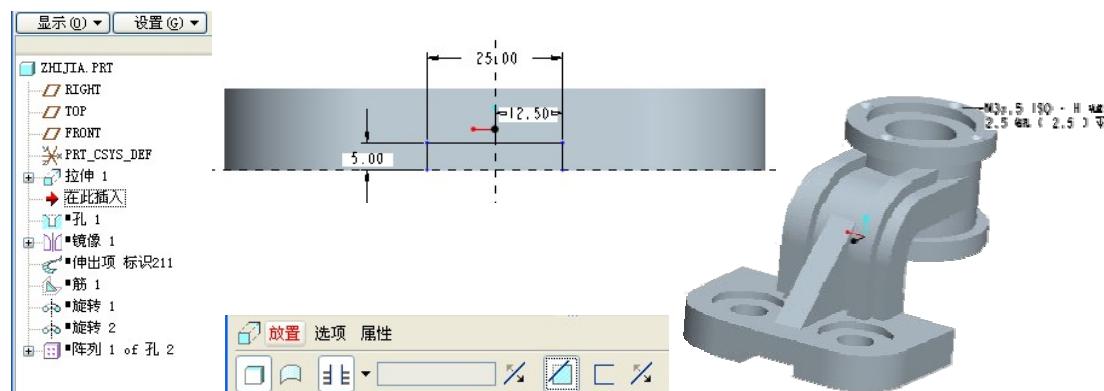


(3) 在模型树中选中上一步生成的孔，在右工具栏中选取“阵列”按钮，在“阵列”操控板上的第一个文本框中，选取“轴”阵列方式，在第二个文本框中，选取轴 A_6 作为中心轴，第三个框中填写阵列成员个数 4，第四个框中填写阵列成员间隔角度 90，如下图所示，单击“确定”按钮，得到如上右图所示图形。



7. 绘制底座凹槽——拉伸

这步可以放到拉伸完底座后进行。如下第一幅图所示，将模型树中的“在此插入”箭头拉至“拉伸 1”下面。然后单击右工具栏中的“拉伸”按钮，在操控板上单击“放置”按钮，单击“定义”按钮，弹出“草绘”对话框，选取“RIGHT”平面作为草绘面，单击“草绘”进入草绘环境，绘制如下第二幅图所示的拉伸截面。单击“确定”按钮，回到“拉伸”操控板，单击拉伸形式选择箭头，选择“拉伸至与所有曲面相交”按钮，再选中“去除材料”按钮，单击“确定”按钮，得到如下第三幅图所示图形。



8. 创建倒角特征

单击右工具栏中“倒角”按钮，弹出“倒角”操控板，摁住 Ctrl 在模型上选取如下左图所示的两条需倒角的边，然后按照如下右图所示输入数据：其中倒角方式为：45xD (倒角和两个曲面都成 45 度，且每个曲面边的倒角距离都为 D)，D 为 2。单击“确定”完成倒角。

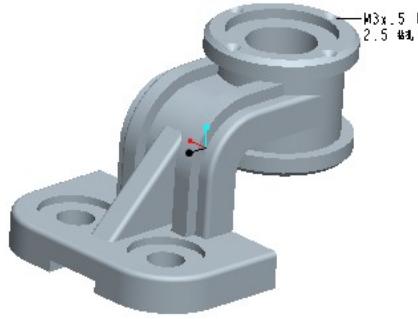


9. 创建倒圆角特征

单击右工具栏中的“倒圆角”按钮，选取如右图所示的 5 条边，圆角半径为 2，单击“确定”完成倒圆角。



最后得到支架的三维模型如下图所示。



(五) 实验结果的处理

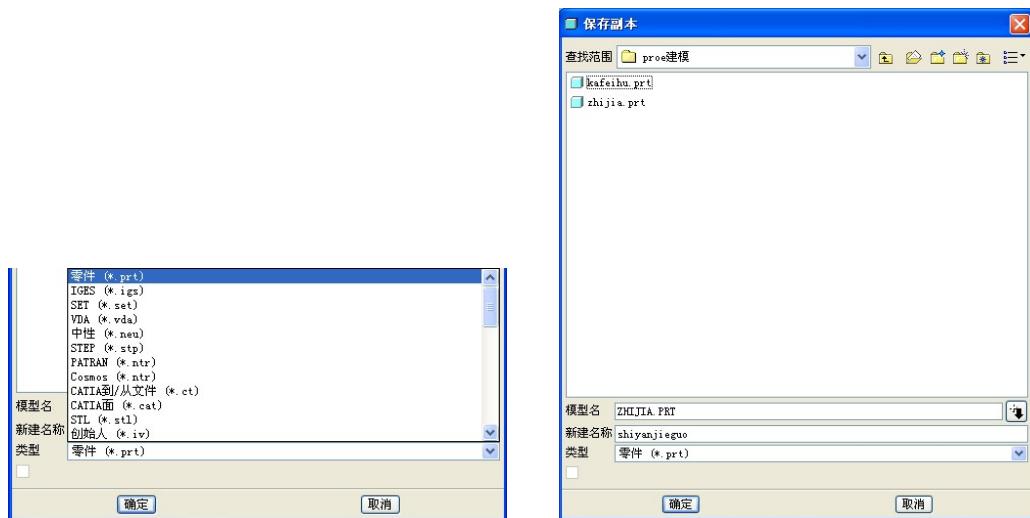
保存数据：保存数据名字只能用英文名。PROE 中有三种保存方式：保存、保存副本及备份。点击主菜单中的“文件”下拉菜单可以看到。

保存：保存当前活动对象，是以新建文件的时候的文件名作为名字的，所以名字不能改。

保存副本：即另存为。名字可以修改，可以选择保存类型。

备份：复制一份存起来，所以文件名也不能改变。

一般采用保存副本，可以选择保存名字以及保存类型。



将所建模型保存为零件类型。

(六) 注意事项

1. 选择合适的草图参照，可以提高建模效率。
2. 在草图尺寸较多、关系复杂时，通过关系工具可以有效地节省建模时间。
3. 在创建筋特征时，需注意：
 - ① 草绘图形必须开放（即不能封闭），可以是直线、折线或曲线；
 - ② 起点和终点必须在两个面上（即接触）；
 - ③ 黄色的箭头代表方向，一定要把方向指向筋成长的方向；
 - ④ 筋一次只能做一个，可以复制和阵列。
4. 倒圆角时，圆角半径不能大于倒圆角的边或边链的曲率半径。

(七) 实验报告

按标准实验报告格式，完成实验报告。要包含模型的三维贴图。