

第1章 Pro/E5.0的工作界面及基本操作

本章将介绍的内容如下：

(1) 启动Pro/ENGINEER Wildfire 5.0的方法

(2) Pro/ENGINEER Wildfire 5.0工作界面介绍

(3) 模型的操作

(4) 文件的管理

(5) 退出Pro/ENGINEER Wildfire 5.0的方法

1.1 启动Pro/ENGINEER Wildfire 5.0的方法

启动Pro/ENGINEER Wildfire 5.0有下列两种方法。

- (1) 双击桌面上Pro/ENGINEER Wildfire 5.0快捷方式图标
- (2) 单击任务栏上的“开始” |  “程序” |  PTC |  Pro ENGINEER |  Pro ENGINEER。

1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0工作界面介绍

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0工作界面主要由标题栏、菜单栏、导航栏、工具栏、绘图区、信息栏和过滤器等组成。

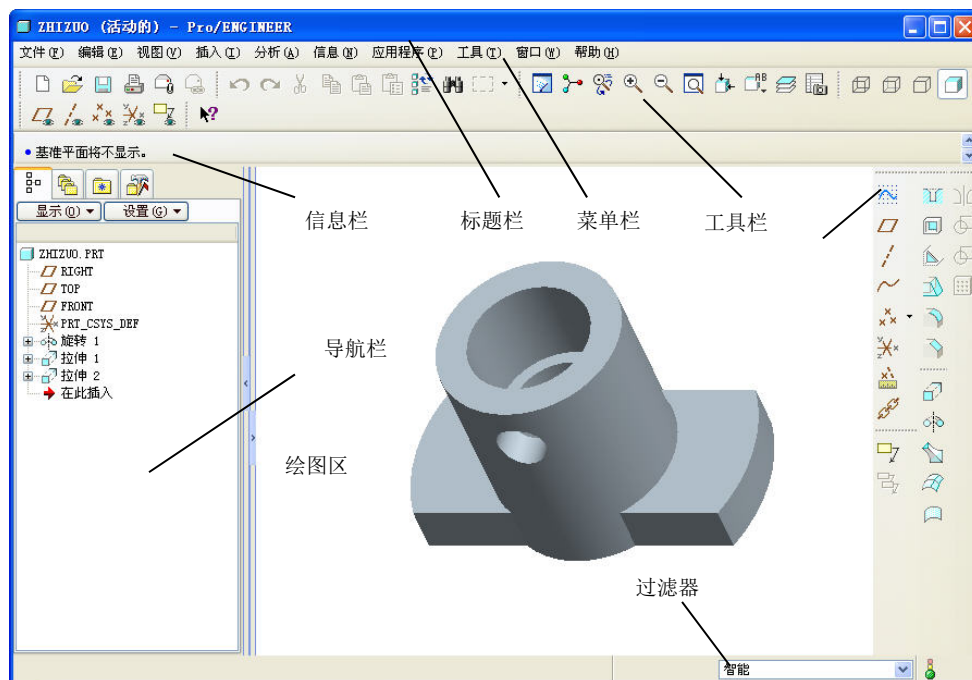


图1-1 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0工作界面

1.2.1 标题栏

标题栏位于主界面的顶部，用于显示当前正在运行的Pro/ENGINEER Wildfire 5.0应用程序名称和打开的文件名等信息。

1.2.2 菜单栏

菜单栏位于标题栏的下方默认共有10个菜单项，包括“文件”、“编辑”、“视图”、“插入”、“分析”、“信息”、“应用程序”、“工具”、“窗口”和“帮助”等。单击菜单项将打开对应的下拉菜单，下拉菜单对应Pro/ENGINEER的操作命令。但调用不同的模块，菜单栏的内容会有所不同。

1.2.3 工具栏

工具栏是Pro/ENGINEER为用户提供的又一种调用命令的方式。单击工具栏图标按钮，即可执行该图标按钮对应的Pro/ENGINEER命令。位于绘图区顶部的为系统工具栏，位于绘图区右侧的为特征工具栏。

1.2.4 导航栏

导航栏位于绘图区的左侧，在导航栏顶部依次排列着“模型树”、“文件夹浏览器”、“收藏夹”和“连接”四个选项卡。例如单击“模型树”选项卡可以切换到如图1-2所示面板。模型树以树状结构按创建的顺序显示当前活动模型所包含的特征或零件，可以利用模型树选择要编辑、排序或重定义的特征。单击导航栏右侧的符号“>”，显示导航栏，单击导航栏右侧的符号“<”，则隐藏导航栏。

1.2.5 绘图区

绘图区是界面中间的空白区域。在默认情况下，背景颜色是灰色，用户可以在该区域绘制、编辑和显示模型。单击下拉菜单执行“视图”|“显示设置”|“系统颜色”命令，弹出如图1-3所示“系统颜色”对话框，在该对话框中单击下拉菜单执行“布置”命令，选择默认的背景颜色，如图1-4所示，再单击“确定”按钮，则绘图区背景颜色自动改变。



图1-2 “模型树” 面板 图1-3 “系统颜色” 对话框 图1-4 默认背景颜色选项

1.2.6 信息栏

信息栏显示在当前窗口中操作的相关信息与提示，如图1-5所示。

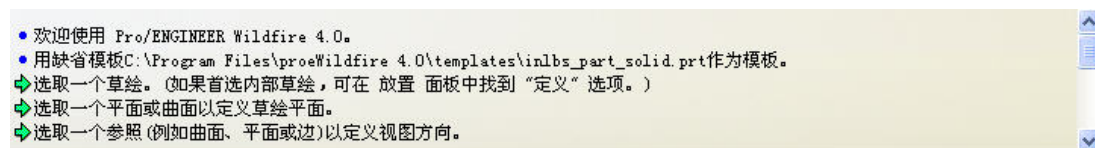


图1-5 信息栏





1.2.7 过滤器

过滤器位于工作区的右下角。利用过滤器可以设置要选取特征的类型，这样可以非常快捷地选取到要操作的对象。

1.3 模型的操作

1.3.1 模型的显示

在Pro/ENGINEER中模型的显示方式有四种，可以单击下拉菜单“视图”|“显示设置”|“模型显示”命令，在“模型显示”对话框中设置，也可以单击系统工具栏中下列图标按钮来控制。

- (1)  线框：使隐藏线显示为实线，如图1-6所示。
- (2)  隐藏线：使隐藏线以灰色显示，如图1-7所示。
- (3)  无隐藏线：不显示隐藏线，如图1-8所示。
- (4)  着色：模型着色显示，如图1-9所示。

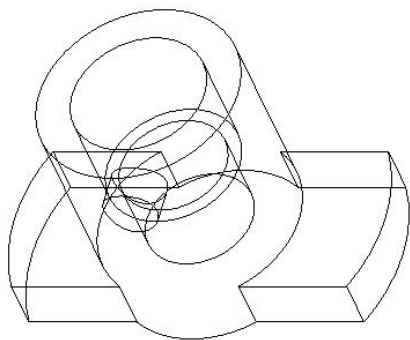


图1-6 “线框”显示方式

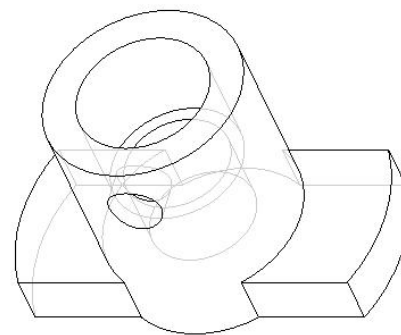


图1-7 “隐藏线”显示方式

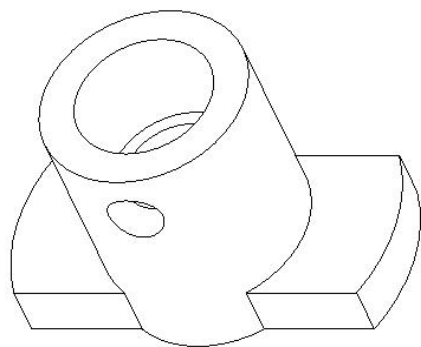


图1-8 “无隐藏线”显示方式

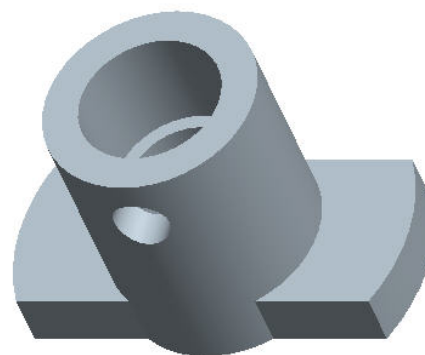





图1-9 “着色”显示方式

1.3.2 模型的观察

为了从不同角度观察模型局部细节，需要放大、缩小、平移和旋转模型。在Pro/ENGINEER中，可以用三键鼠标来完成下列不同的操作。

- (1) 旋转：按住鼠标中键+移动鼠标。
- (2) 平移：按住鼠标中键+Shift键+移动鼠标。
- (3) 缩放：按住鼠标中键+Ctrl键+垂直移动鼠标。
- (4) 翻转：按住鼠标中键+Ctrl键+水平移动鼠标。
- (5) 动态缩放：转动中键滚轮。

另外，系统工具栏中还有以下与模型观察相关的图标按钮，其操作方法非常类似于AutoCAD中的相关命令。

- (1)  缩小：缩小模型。
- (2)  放大：窗口放大模型。
- (3)  重新调整：相对屏幕重新调整模型，使其完全显示在绘图窗口。

1.3.3 模型的定向

1. 选择默认的视图


在建模过程中，有时还需要按常用视图显示模型。可以单击系统工具栏中 图标按钮，在其下拉列表中选择默认的视图，如图1-10所示，包括：标准方向、缺省方向、后视图、俯视图、前视图（主视图）、左视图、右视图和仰视图。




图1-10 保存的视图列表

2. 定向的视图

除了选择默认的视图，如果用户根据需要重定向视图。

操作步骤如下：

第1步，单击系统工具栏中的  图标按钮，弹出如图1-11所示“方向”对话框。

第2步，选取DTM1基准平面为参照1，如图1-12所示。

第3步，选取TOP基准平面为参照2。

第4步，单击“已保存视图”按钮，在名称文本框中输入“自定义”，单击“保存”按钮。

第5步，单击“确定”按钮，模型显示如图1-13所示。同时，“自定义”视图保存在如图1-10所示视图列表中。



图1-11 “方向”对话框

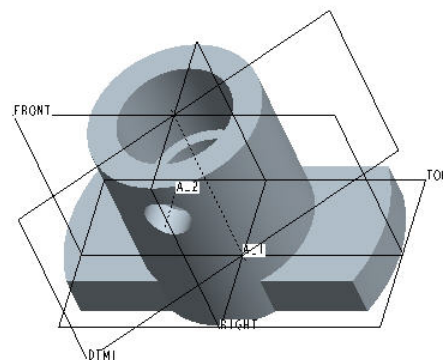


图1-12 DTM1基准平面为参照1

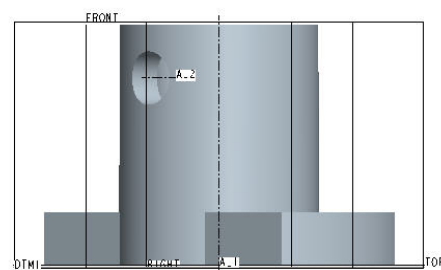


图1-13 “自定义”视图


1.4 文件的管理

1.4.1 新建文件

在Pro/ENGINEER中可以利用“新建”命令调用相关的功能模块，创建不同类型的新文件。

调用命令的方式如下：

菜单： 执行“文件” | “新建”命令。

图标： 单击系统工具栏中  的图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，调用“新建”命令，弹出如图1-14所示“新建”对话框。

第2步，在“类型”选项组中，选择相关的功能模块单选按钮，默认为“零件”模块，子类型模块为“实体”。

第3步，在“名称”文本框中输入文件名。

第4步，取消选中“使用缺省模板”复选框。单击“确定”按钮，弹出如图1-15所示“新建文件选项”对话框。

第5步，在下拉列表中选择mmns_part_solid，单击“确定”按钮。



图1-14 “新建”对话框

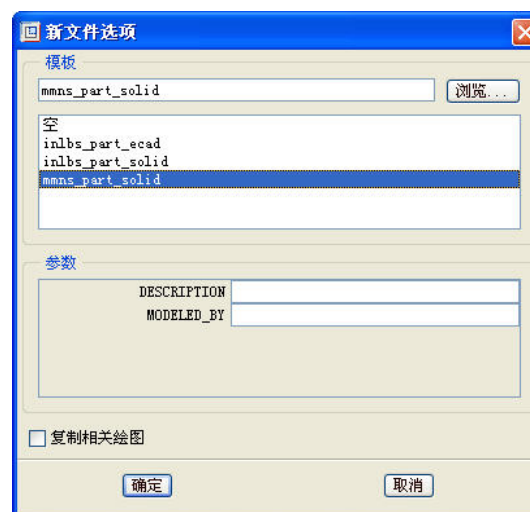



图1-15 “新建文件选项”对话框

1.4.2 打开文件

“打开”命令可以打开已保存的文件。

调用命令的方式包括：

菜单：执行“文件”|“打开”命令。

图标：单击系统工具栏中的  图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，调用“打开”命令，弹出如图1-16所示“文件打开”对话框。

第2步，选择要打开文件所在的文件夹，在文件名称列表框选中该文件，单击“预览”按钮。

第3步，单击“打开”按钮。

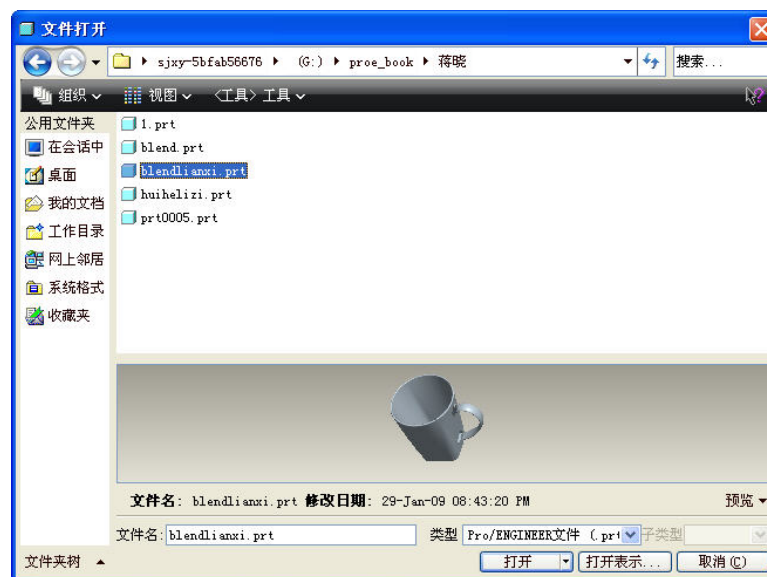


图1-16 “文件打开”对话框

1.4.3 保存文件

可以利用“保存”命令保存文件。

调用命令的方式如下：

菜单： 执行“文件”|“保存”命令。

图标： 单击系统工具栏中的  图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，调用“保存”命令。弹出如图1-17所示“保存对象”对话框。

第2步，指定文件保存的路径。

第3步，单击“确定”按钮。

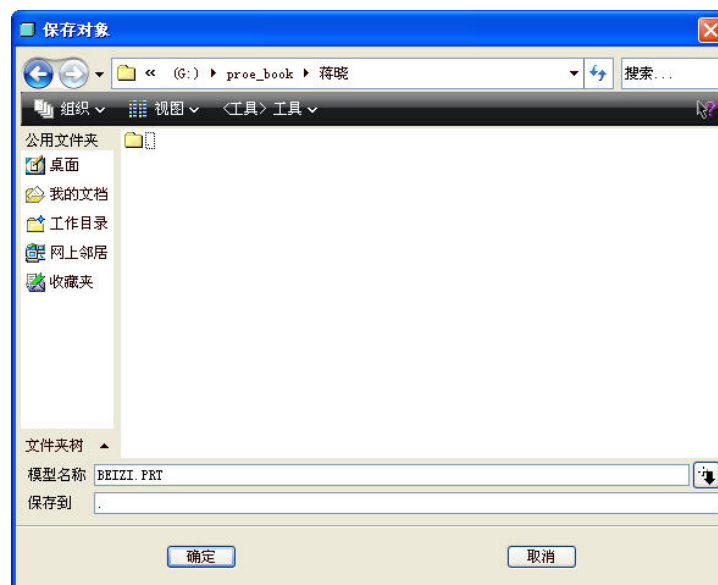


图1-17 “保存对象”对话框

1.4.4 保存副本

“保存副本”命令可以用新文件名保存当前图形或保存为其他类型的文件。
调用命令的方式如下：
菜单： 执行“文件” | “保存副本”命令。

操作步骤如下：

第1步，调用“保存副本”命令后，将弹出如图1-18所示“保存副本”对话框。

第2步，在“新建名称”文本框中，输入新文件名。

第3步，单击“类型”下拉列表框，选择文件保存的类型。

第4步，单击“确定”按钮。

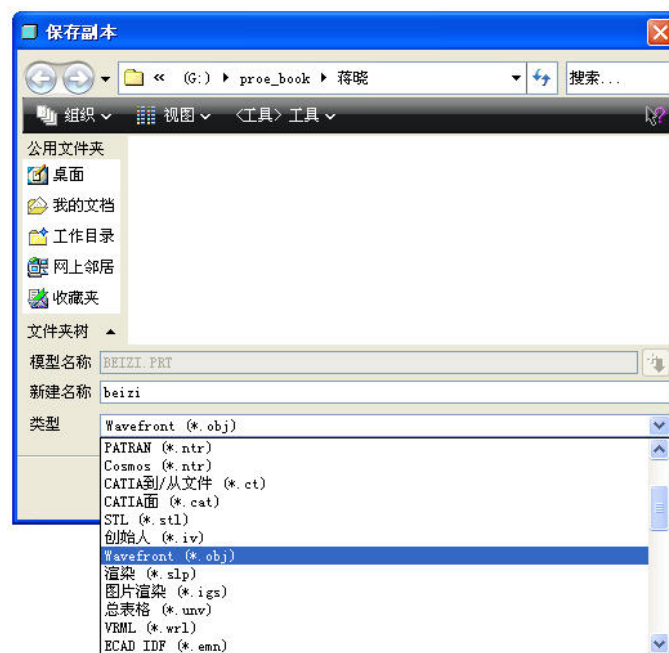


图1-18 “保存副本”对话框

1.4.5 删除文件

“删除”命令可以删除当前零件的所有版本文件或者仅删除其所有旧版本文件。

1. 删除所有版本

调用命令的方式如下：

菜单： 执行“文件”|“删除”|“所有版本”命令。

操作步骤如下：

第1步，调用“删除”命令，选择“所有版本”项后，将弹出如图1-19所示“删除所有确认”对话框。

第2步，单击“是”按钮，则删除当前零件的所有版本文件。

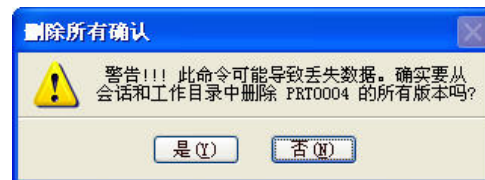


图1-19 “删除所有确认”对话框

2. 删除旧版本

调用命令的方式如下：

菜单： 执行“文件” | “删除” | “旧版本” 命令。

操作步骤如下：

第1步，调用“删除”命令，选择“旧版本”项，将弹出弹出如图1-20所示“输入要被删除的对象”文本框。

第2步，输入要被删除的对象的文件名。

第3步，单击  按钮，则该零件文件的旧版本被删除，只保留最新版本。



图1-20 “输入其旧版本要被删除的对象” 文本框

1.4.6 拭除文件

“拭除”命令可以拭除内存中的文件，但并没有删除硬盘中的原文件。

1. 拭除当前文件

调用命令的方式如下：

菜单： 执行“文件” | “拭除” | “当前”命令。

操作步骤如下：

第1步，调用“拭除”命令，选择“当前”项，将弹出弹出如图1-21所示“拭除确认”对话框。

第2步，单击“是”按钮，则将当前活动窗口中的零件文件从内存中删除。



图1-21 “拭除确认”对话框

2. 拭除不显示文件

调用命令的方式如下：

菜单： 执行“文件”|“拭除”|“不显示”命令。

操作步骤如下：

第1步，调用“拭除”命令，选择“不显示”项，将弹出如图1-22所示“拭除未显示的”对话框。

第2步，单击“确定”按钮，则将所有没有显示在当前窗口中的零件文件从内存中删除。



图1-22 “拭除未显示的”对话框

1.4.7 设置工作目录

“设置工作目录”命令可以直接按设置好的路径，在指定的目录中打开和保存文件。

调用命令的方式如下：

菜单： 执行“文件” | “设置工作目录”命令。

操作步骤如下：

第1步，调用“设置工作目录”命令，将弹出如图1-23所示“选取工作目录”对话框。

第2步，选择目标路径设置工作目录。

第3步，单击“确定”按钮。

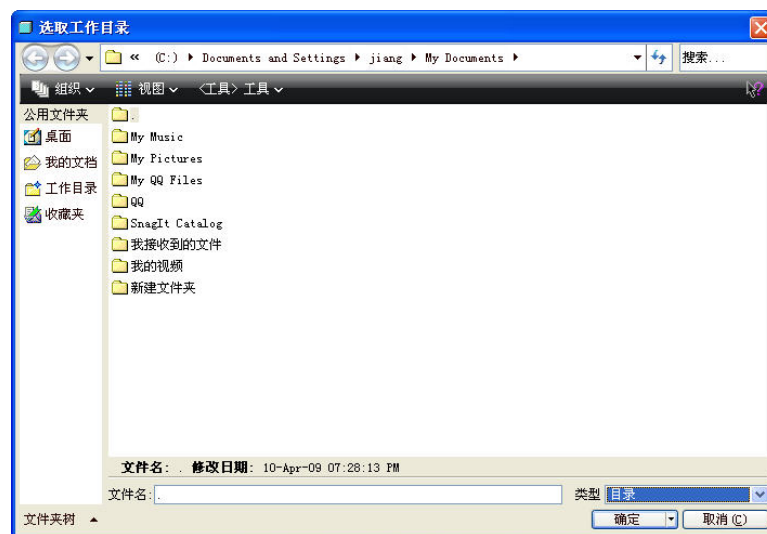



图1-22 “选取工作目录”对话框

1.4.8 关闭窗口

关闭当前模型工作窗口，调用命令的方式如下：


菜单： 执行“文件”|“关闭窗口”命令，或者执行“窗口”|“关闭”命令。

图标： 单击当前模型工作窗口标题栏右端的  图标按钮。

1.5 退出Pro/ENGINEER Wildfire 5.0的方法

退出Pro/ENGINEER Wildfire 5.0调用命令的方式如下：

菜单： 执行“文件” | “退出”命令。

图标： 单击Pro/ENGINEER Wildfire 5.0应用程序主窗口标题栏右端的  图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，调用“退出”命令，系统弹出如图1-23所示“确认”对话框，提示用户保存文件。

第2步，单击“是”按钮，则退出Pro/ENGINEER Wildfire 5.0。

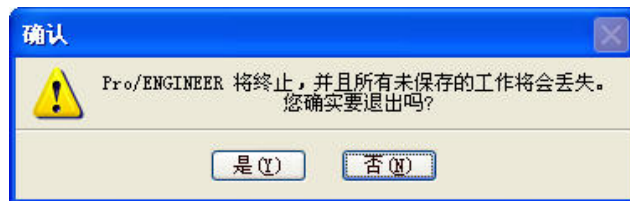


图1-23 “确认”对话框

第2章 二维草图的绘制

本章将介绍的内容如下：

(1) 草绘工作界面

(3) 圆的绘制

(5) 矩形的绘制

(7) 使用边界图元的绘制

(9) 矩形的绘制

(11) 草绘器诊断

(2) 直线的绘制

(4) 圆弧的绘制

(6) 圆角的绘制

(8) 样条曲线的绘制

(10) 草绘器调色板

2.1 二维草绘的基本知识

2.1.1 进入二维草绘环境的方法

在Pro/E中，二维草绘的环境称为“草绘器”，进入草绘环境有以下两种方式：

（1）由“草绘”模块直接进入草绘环境。创建新文件时，在如图2-1所示的“新建”对话框中的“类型”选项组内选择“草绘”，并在“名称”编辑框中输入文件名称后，可直接进入草绘环境。在此环境下直接绘制二维草图，并以扩展名为.sec保存文件。此类文件可以导入到零件模块的草绘环境中，作为实体造型的二维截面；也可导入到工程图模块，作为二维平面图元。

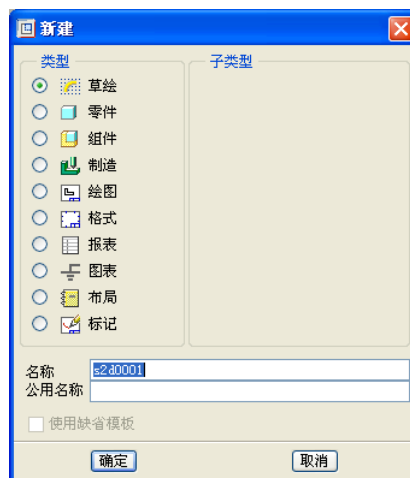



图2-1 在“新建”对话框中选择“草绘”

(2) 由“零件”模块进入草绘环境。创建新文件时，在“新建”对话框中的“类型”选项组内选择“零件”，进入零件建模环境。在此环境下通过选择“基准”工具栏中的草绘工具”  图标按钮，进入“草绘”环境，绘制二维截面，可以供实体造型时选用。或是在创建某个三维特征命令中，系统提示“选取一个草绘”时，进入草绘环境，此时所绘制的二维截面属于所创建的特征。用户也可以将零件模块的草绘环境下绘制的二维截面保存为副本，以扩展名为.sec保存为单独的文件，以供创建其他特征时使用。

本章除第2.7节采用第二种方式外，其余均采用采用第一种方式，直接进入草绘环境，绘制二维草图。

2.1.2 草绘工作界面介绍

进入二维草绘的环境后，将显示如图2-2所示的工作界面。该界面是典型的Windows应用程序窗口，主要包括：标题条、导航区、菜单栏、工具栏、草绘区、信息区等。

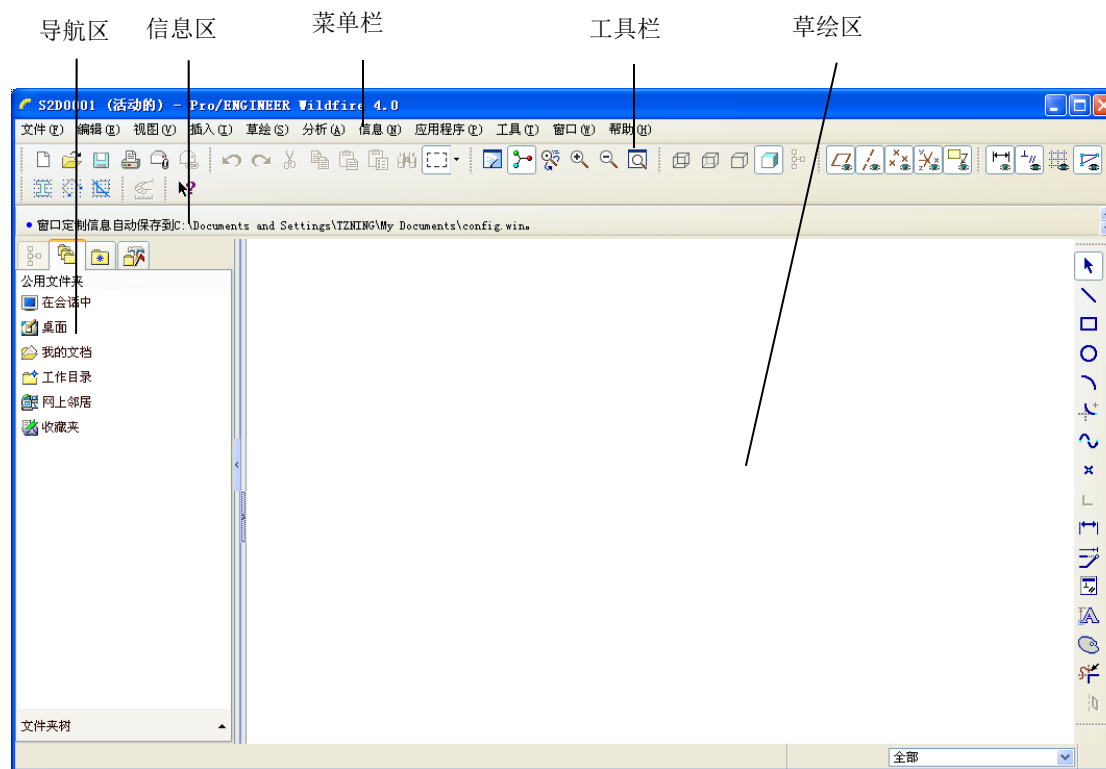


图2-2 草绘工作界面

1. 菜单栏

位于标题栏下方的菜单栏共有11个下拉菜单，显示了二维草绘环境所提供的命令菜单，包括创建、保存和修改草图的命令以及设置 Pro/ENGINEER 环境和配置选项的命令。仅亮显的菜单项才能在活动的草绘窗口内使用。

2. 工具栏

工具栏可位于窗口的顶部、右侧和左侧，采用拖动的方式可以改变工具栏的位置。在任一工具栏上右击，弹出如图2-3所示的快捷菜单，选择需要显示或隐藏的某一工具栏，控制其显示与否。当选择“工具栏”选项时，将打开“定制”对话框的“工具栏”选项卡，在其中也可以设置工具栏的显示与位置，如图2-4所示。在绘制二维草图时，应显示“草绘器”和“草绘器工具”工具栏。



图2-3 设置工具栏快捷菜单

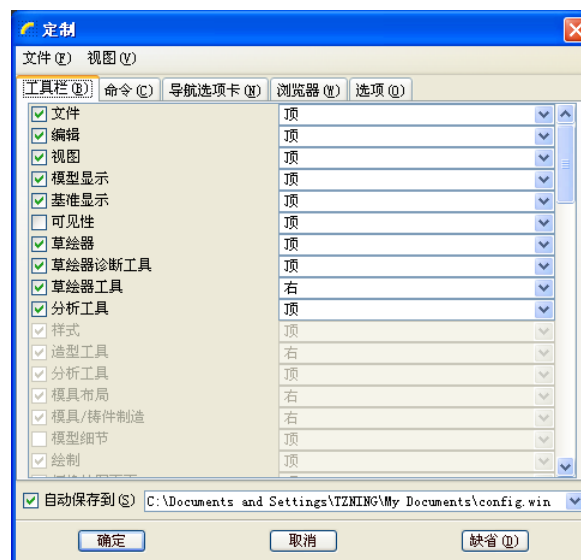
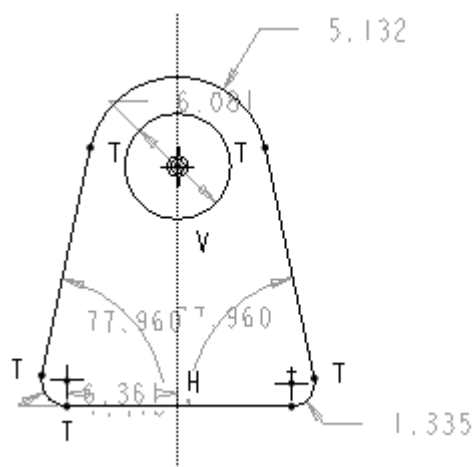


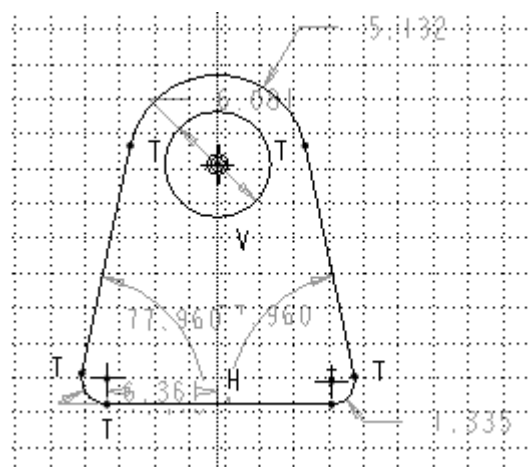
图2-4 在“定制”对话框中设工具栏置

“草绘器”工具栏控制尺寸、几何约束1、屏幕栅格、线段端点的显示或隐藏。默认设置下，除了“屏幕栅格”功能关闭外，其余三个功能均为打开状态，系统显示几何约束符号和尺寸。如图2-7（a）所示。当打开“栅格”后，草绘区显示“栅格”，如图2-7（b）所示。

“草绘器工具”工具栏提供了绘制二维草图时，几何图元的创建与编辑命令。



a 默认设置的效果



b 打开“栅格”后的效果

图2-7 “草绘器”工具栏中各按钮的控制效果

2.1.3 二维草图绘制的一般步骤

一般按如下步骤绘制二维草图。

(1) 首先粗略地绘制出图形的几何形状，即“草绘”。如果使用系统默认设置，在创建几何图元移动鼠标时，草绘器会根据图形的形状自动捕捉几何约束，并以红色显示约束条件。几何图元创建之后，系统将保留约束符号，且自动标注草绘图元，添加“弱”尺寸，并以灰色显示，如图2-7所示。

(2) 草绘完成后，用户可以手动添加几何约束条件，控制图元的几何条件以及图元之间的几何关系，如水平、相切、平行等。

(3) 根据需要，手动添加“强”尺寸，系统以白色显示。

(4) 按草图的实际尺寸修改几何图元的尺寸（包括强尺寸和弱尺寸），精确控制几何图元的大小、位置，系统将按实际尺寸再生图形，最终得到精确的二维草图。

2.2 直线的绘制

Pro/E中的直线图元包括普通直线、与两个图元相切的直线以及中心线。


2.2.1 普通直线的绘制

标题栏位于主界面的顶部，用于显示当前正在运行的Pro/ENGINEER Wildfire 5.0应用程序名称和打开的文件名等信息。

利用“线”命令可以通过两点创建普通直线图元，此为绘制直线的默认方式。


调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“线”|“线”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏中的图标按钮。

快捷菜单：在草绘窗口内右击，在快捷菜单中选取“线”。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击  图标按钮，启动“线”命令。

第2步，在草绘区内单击，确定直线的起点。

第3步，移动鼠标，草绘区显示一条“橡皮筋”线，在适当位置单击，确定直线段的端点，系统在起点与终点之间创建一条直线段。

第4步，移动鼠标，草绘区接着上一段线又显示一条“橡皮筋”线，再次单击，创建另一条首尾相接的直线段。直至单击鼠标中键。

第5步，重复上述第2步～第4步，重新确定新的起点，绘制直线段；或单击鼠标中键，结束命令。

如图2-8所示，为绘制平行四边形的操作过程。其中约束符号 H 表示水平线、 $//1$ 表示绘制两条平行线， $L1$ 表示两线长度相等， \odot 表示创建相同点。图2-8（e）所示为最终的草图。

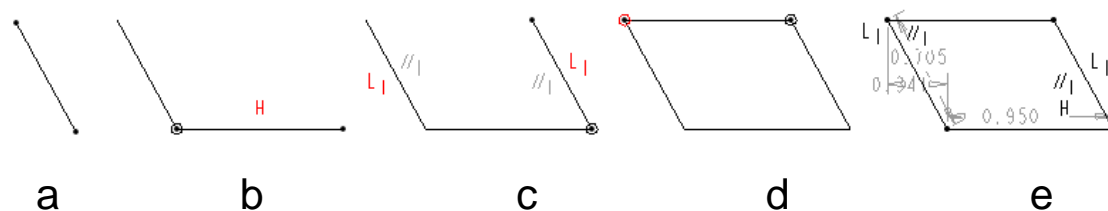


图2-8 绘制平行四边形

2.2.2 与两图元直线的绘制


利用“直线相切”命令可以创建与两个圆或圆弧相切的公切线。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“线”|“直线相切”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏的“线”弹出式中的图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击  图标按钮，启动“直线相切”命令。

第2步，系统弹出“选取”对话框，如图2-9所示，并提示“在弧或圆上选取起始位置。”时，在圆或圆弧的适当位置单击，确定直线的起始位点。

第3步，系统提示“在弧或圆上选取结束位置。”时，移动鼠标，在另一个圆或圆弧适当位置单击，系统将自动捕捉切点，创建一条公切线，如图2-10所示。

第4步，系统再次显示“选取”对话框，并提示“在弧或圆上选取起始位置。”时，重复上述第2步～第3步，或单击鼠标中键，结束命令。



图2-9 “选取”对话框

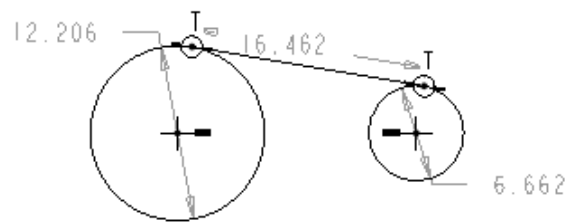



图2-10 绘制与两图元相切的直线

2.2.3 中心线的绘制

中心线不能用于创建三维特征，而是用作辅助线，主要用于定义旋转特征的旋转轴、对称图元的对称线，以及构造直线等。利用“中心线”命令可以定义两点绘制无限长的中心线。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“线”|“中心线”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏的“线”弹出式工具栏中的图标按钮。

快捷菜单：在草绘窗口内右击，在快捷菜单中选取“中心线”。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击  图标按钮，启动“中心线”命令。

第2步，在草绘区内单击，确定中心线的通过的一点。

第3步，移动鼠标，在适当位置单击，确定中心线通过的另一点，系统通过两点创建一条中心线。

第4步，重复上述第2步～第3步，绘制另一条中心线；或单击鼠标中键，结束命令。

2.3 圆的绘制

Pro/E创建圆的方法有：指定圆心和半径画圆、画同心圆、三点画圆、画与3个图元相切的圆，如图2-11所示。

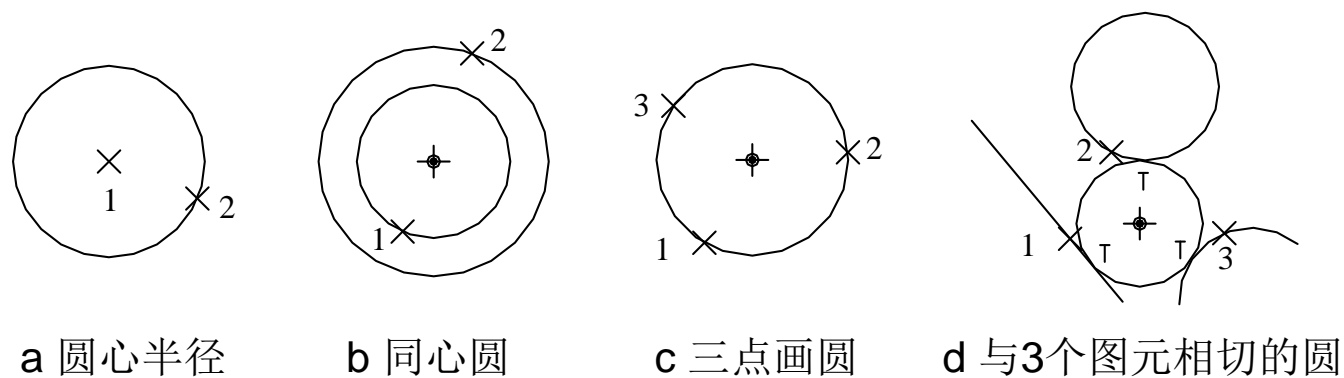



图2-11 绘制圆的方法

2.3.1 指定圆心和半径绘制圆

利用“圆心和点”命令可以指定圆心和圆上一点创建圆，即指定圆心和半径绘制圆，该方式是默认画圆的方式，如图2-11（a）所示。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“圆”|“圆心和点”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏中的  图标按钮。

快捷菜单：在草绘窗口内右击，在快捷菜单中选取“圆”。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击  图标按钮，启动“圆”命令。

第2步，在合适位置单击，确定圆的圆心位置。如图2-11（a）所示的点1。

第3步，移动鼠标，在适当位置单击，指定圆上的一点，如图2-11（a）所示点2。


系统则以指定的圆心，以及圆心与圆上一点的距离为半径画圆。

第4步，重复上述第2步～第3步，绘制另一个圆；或单击鼠标中键，结束命令。


2.3.2 同心圆的绘制

利用圆的“同心”命令可以创建与指定圆或圆弧同心的圆，如图2-11（b）所示。
调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“圆”|“圆心和点”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏的“圆”弹出式工具栏中的  图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击  图标按钮，启动圆的“同心”命令。

第2步，系统弹出“选取”对话框，并提示“选取一弧(去定义中心)。”时，选取一个圆弧或圆。如图2-11（b）所示，在小圆的点1处单击。

第3步，移动鼠标，在适当位置单击，指定圆上的一点，如图2-11（b）所示的点2。系统创建与指定圆同心的圆。

第4步，移动鼠标，再次单击，创建另一个同心圆。或单击鼠标中键。


第5步，系统再次弹出“选取”对话框，并提示“选取一弧(去定义中心)。”时，可重新选取另一个圆弧或圆；或单击鼠标中键，结束命令。

2.3.3 指定三点绘制圆


利用圆的“3点”命令可以通过指定三点创建一个圆，如图2-11（c）所示。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“圆”|“3点”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏的“圆”弹出式工具栏中的图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击图标按钮，启动圆的“3点”命令。

第2步，分别在适当位置单击，确定圆上的第1、2、3点，系统通过指定的三点画圆，如图2-11（c）所示。


第3步，重复上述第2，再创建另一个圆。直至单击鼠标中键，结束命令。

2.3.4 指定与三个图元相切圆的绘制


利用圆的“3相切”命令可以创建与三个已知的图元相切的圆，已知图元可以是圆弧、圆、直线，如图2-11（d）所示。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“圆”|“3相切”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏的“圆”弹出式工具栏中的  图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击  图标按钮，启动圆的“3相切”命令。

第2步，系统弹出“选取”对话框，并提示“在弧、圆或直线上选取起始位置。”时，选取一个圆弧或圆或直线。如图2-11（d）所示，在直线点1处单击。

第3步，系统提示“在弧、圆或直线上选取结束位置。”时，选取第2个圆弧或圆或直线，如图2-11（d）所示，在上面的圆的点2处单击。

第4步，系统提示“在弧、圆或直线上选取第三个位置。”时，选取第3个圆弧或圆或直线，如图2-11（d）所示，在右侧的圆弧点2处单击。


第5步，系统再次提示“在弧、圆或直线上选取起始位置。”时，重复上述第2步～第4步，再创建另一个圆。直至单击鼠标中键，结束命令。

2.4 圆弧的绘制

2.4.1 指定三点绘制圆弧


利用“3点/相切端”命令可以指定三点创建圆弧，该方式是默认画圆弧的方式。
调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“弧”|“3点/相切端”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏中的图标按钮。

快捷菜单：在草绘窗口内右击，在快捷菜单中选取“3点/相切端”。

操作步骤如下：

- 第1步，在草绘器中，单击  图标按钮，启动“3点/相切端”命令。
- 第2步，在合适位置单击，确定圆弧的起始点，如图2-13所示的点1。
- 第3步，移动鼠标，在适当位置单击，指定圆弧的终点，如图2-13所示的点2。
- 第4步，移动鼠标，在适当位置单击，如图2-13所示的点3，确定圆弧的半径。
- 第5步，重复上述第2步～第4步，创建另一个圆弧；或单击鼠标中键，结束命令。

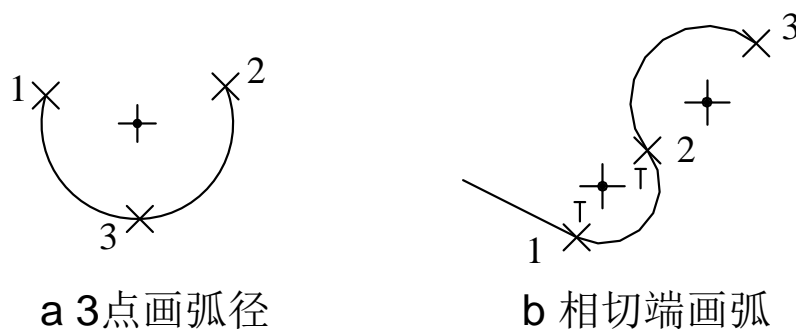



图2-13 三点绘制圆弧

2.4.2 同心圆弧的绘制


利用弧的“同心”命令可以创建与指定圆或圆弧同心的圆弧。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“弧”|“同心”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏的“弧”弹出式工具栏中的图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击  图标按钮，启动弧的“同心”命令。

第2步，系统提示“选取一弧(去定义中心)。”时，选取一个圆弧或圆。如图2-14所示，在已知圆弧上点1处单击。

第3步，移动鼠标，在适当位置单击，指定圆弧的起点，如图2-14所示点2。

第4步，移动鼠标，在另一适当位置单击，指定圆弧的端点，如图2-14所示点3，系统创建与指定圆或圆弧同心的圆弧。

第5步，重复上述第3步～第4步，再创建选定圆或圆弧的同心圆弧；或单击鼠标中键，结束命令。

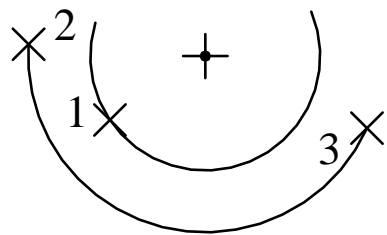


图2-14 同心弧

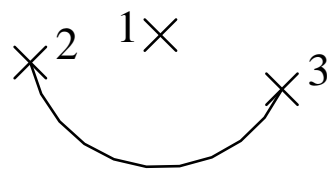



图2-15 指定圆心和端点绘制圆弧

2.4.3 指定圆心和端点绘制圆弧


利用弧的“圆心和端点”命令可以通过指定圆弧的圆心点和端点创建圆弧。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“弧”|“圆心和端点”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏的“弧”弹出式工具栏中的图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击图标按钮，启动圆弧的“圆心和端点”命令。

第2步，移动鼠标，在适当位置单击，指定圆弧的圆心，如图2-15所示点1。

第3步，移动鼠标，在适当位置单击，指定圆弧的起始点，如图2-15所示点2。

第4步，移动鼠标，在适当位置单击，指定圆弧的端点，如图2-15所示点3。


第5步，重复上述第2步～第4步，再创建另一个圆弧。直至单击鼠标中键，结束命令。

2.4.4 指定与三个图元相切圆弧的绘制

利用弧的“3相切”命令可以创建与三个已知的图元相切的圆弧，操作方法与“3相切”画圆方法类似。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“弧”|“3相切”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏的“弧”弹出式工具栏中的图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击图标按钮，启动弧的“3相切”命令。

第2步～第5步，同本书第2.3.4小节的第2步～第5步。

例2-1 用“直线”、“圆”、“圆弧”命令绘制如图2-17所示的草图。

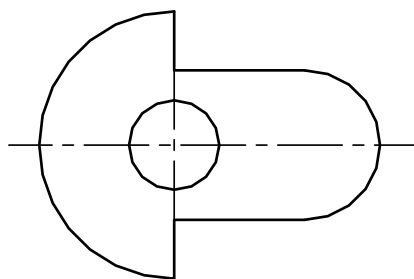


图2-17 绘制二维草图（一）


步骤1 创建新文件

第1步，单击下拉菜单“文件”|“新建”，弹出如图2-1所示的“新建”对话框。

第2步，在“类型”选项组内选择“草绘”。

第3步，在“名称”编辑框中输入文件名称，单击“确定”按钮，进入草绘环境。

步骤2 创建旋转特征

第1步，单击“草绘器工具”工具栏的“线”弹出式工具栏中的图标按钮，启动“中心线”命令。

第2步，在草绘区内单击，确定中心线的通过的一点。


第3步，移动鼠标，出现“垂直”约束符号V，单击，绘制垂直中心线。

第4步，在草绘区内单击，确定中心线的通过的一点。

第5步，移动鼠标，出现“水平”约束符号H，单击，绘制水平中心线。

第6步，单击鼠标中键，结束命令。

步骤3 绘制中间圆


第1步，单击“草绘器工具”工具栏中的图标按钮，启动“圆”命令。

第2步，移动鼠标，在两条中心线交点处单击，确定圆的圆心位置，如图2-18（a）所示的点1。

第3步，移动鼠标，在适当位置单击，指定圆上的一点，绘制圆。

第4步，单击鼠标中键，结束命令。

步骤4 绘制左半圆弧

第1步，单击“草绘器工具”的“弧”弹出式工具栏中的图标按钮，启动弧的“同心”命令。

第2步，系统提示“选取一弧(去定义中心)。”时，选取中间圆。

第3步，移动鼠标，在垂直中心线的适当位置单击，指定圆弧的起点，如图2-18（b）所示的点2。

第4步，移动鼠标，出现如图2-18（c）所示的界面单击，指定圆弧的端点3，保证圆弧上下对称。

第5步，连续单击鼠标中键两次，结束命令。

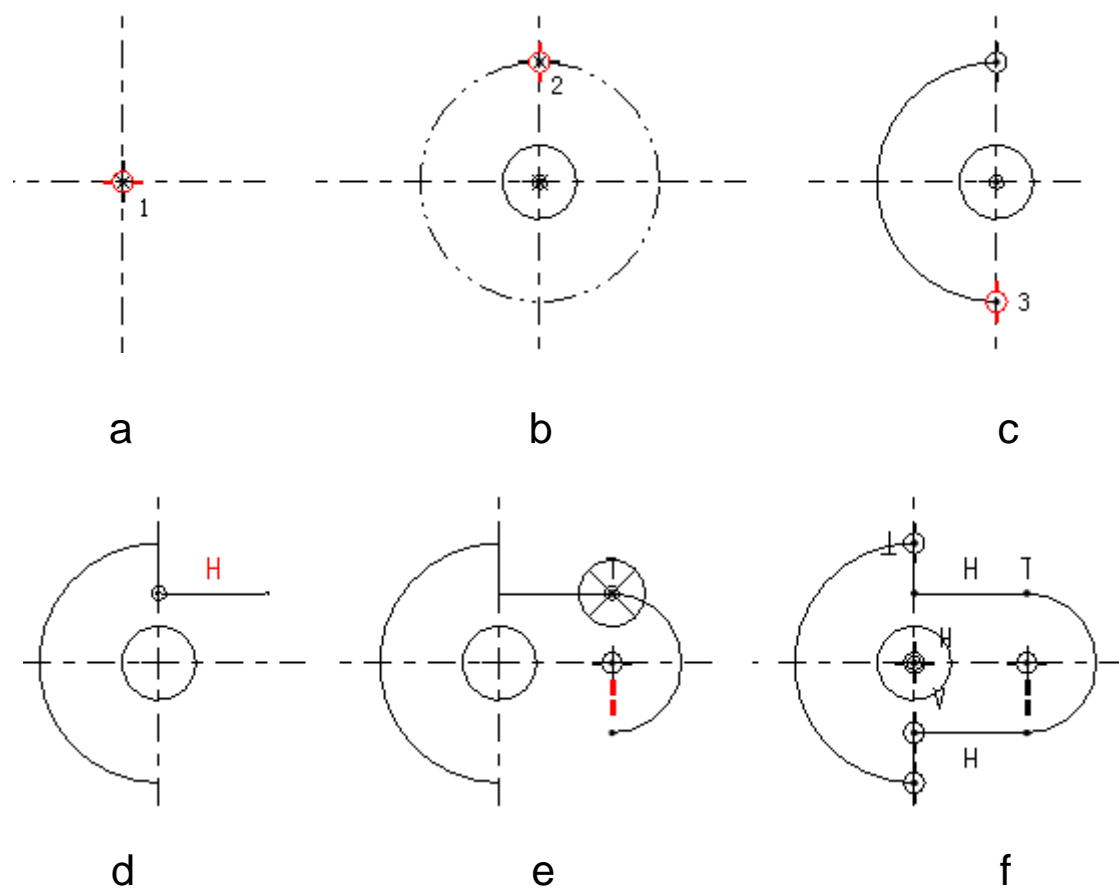



图2-18 草图绘制过程（一）

步骤5 绘制上半两条直线

第1步，单击“草绘器工具”工具栏中的图标按钮，启动“线”命令。


第2步，单击圆弧的上端点，确定直线的起点。

第3步，向下移动鼠标，在垂直中心线的适当位置单击，确定直线段的端点，绘制一段垂直线段。

第4步，向右移动鼠标，出现“水平”约束符号H，单击，绘制水平直线段，如图2-18（d）所示。

第5步，单击鼠标中键，结束命令。

步骤6 绘制右半圆弧

第1步，单击“草绘器工具”工具栏中的图标按钮，启动“3点/相切端”命令。

第2步，在水平线段的右端点单击，确定圆弧的起始点，如图2-18所示。

第3步，移动鼠标，出现如图2-18（e）所示的约束条件单击，指定圆弧的终点。

第4步，单击鼠标中键，结束命令。

步骤7 绘制右半圆弧


操作过程略。结果如图2-18（f）所示。

2.5 矩形的绘制

Pro/E通过指定矩形的两个对角点创建矩形。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“矩形”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏中 图标按钮。

快捷菜单：在草绘窗口内右击，在快捷菜单中选取“矩形”。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击  图标按钮，启动“矩形”命令。

第2步，在合适位置单击，确定矩形的一个顶点，如图2-19所示的点1；再移动鼠标，在另一位置单击，确定矩形的另一对角点，如图2-19所示的点2，矩形绘制完成。

第3步，重复上述第2步，继续指定另一矩形的两个对角点，绘制另一矩形，直至单击鼠标中键，结束命令。

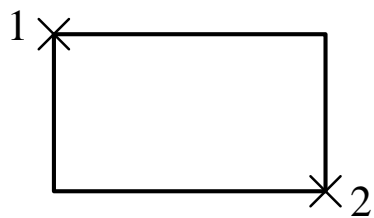



图2-19 绘制矩形

2.6 圆角的绘制

利用“圆角”命令可以在选取的两个图元之间自动创建圆角过渡，这两个图元可以是直线、圆和样条曲线。圆角的半径和位置取决于选取两个图元时的位置，系统选取离开二线段交点最近的点创建圆角，如图2-20（a）所示。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“圆角”|“圆形”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏中图标按钮。

快捷菜单：在草绘窗口内右击，在快捷菜单中选取“圆角”。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击  图标按钮，启动“圆角”命令。

第2步，系统弹出“选取”对话框，并提示“选取两个图元。”时，分别在两个图元上单击，如图2-20（a）所示的点1、点2，系统自动创建圆角。

第3步，系统再次提示“选取两个图元。”时，继续选取两个图元，如图2-20（a）所示的点3、点4，创建另一个圆角。直至单击鼠标中键，结束命令。

注意：

（1）倒圆角时不能选择中心线，且不能在两条平行线之间倒圆角。

（2）如果在两条非平行的直线之间倒圆角，则为修剪模式，即二直线从切点到交点之间的线段被修剪掉，如图2-20（a）所示。如果被倒圆角的两个图元中存在非直线图元，则系统自动在圆角的切点处将两个图元分割，如图2-20（b）所示，粗实线圆弧表示绘制的圆角。用户可以删除多余的线段，，如图2-20（c）所示。

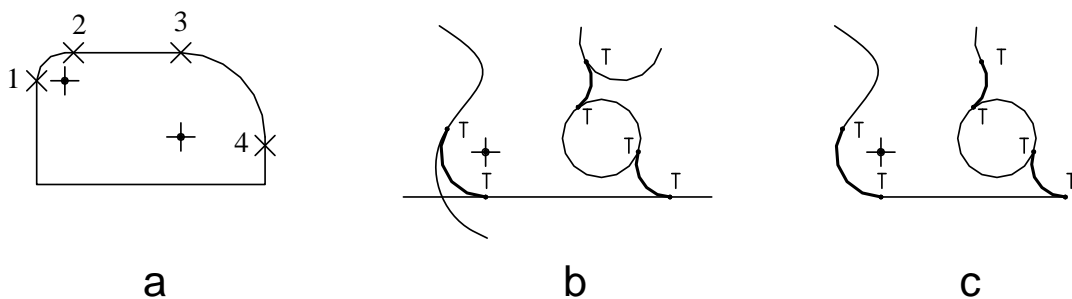


图2-20 绘制圆角

例2-2 用“直线”、“圆”、“圆弧”、“圆角”命令绘制如图2-21所示的草图。

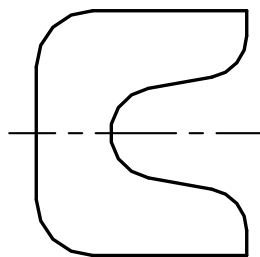


图2-21 绘制二维草图（二）


步骤1 创建新文件

操作过程略。

步骤2 绘制水平中心线

操作过程略。

步骤3 绘制矩形

第1步，单击“草绘器工具”工具栏中的图标按钮，启动“矩形”命令。

第2步，在合适位置单击，确定矩形的一个顶点；再移动鼠标，出现如图2-22（a）所示的界面，单击，确定矩形的另一对角点，绘制矩形。

第3步，单击鼠标中键，结束命令。

步骤4 绘制上段斜线

斜线起始点在矩形右侧边上，如图2-22（b）所示，操作过程略。


步骤5 绘制中间圆弧

用“3点/相切端”命令画圆弧，保证该圆弧与斜线相切，如图2-22（c）所示。操作过程略。

步骤6 绘制下段斜线

如图2-22（d）所示，操作过程略。

步骤7 绘制圆角

第1步，单击“草绘器工具”工具栏中的图标按钮，启动“圆角”命令。

第2步，系统弹出“选取”对话框，并提示“选取两个图元。”时，分别在矩形左侧边与顶边单击。

第3步，系统再次提示“选取两个图元。”时，继续在矩形左侧边与底边单击，创建另一个圆角。创建的圆角如图2-22（e）所示。

第4步，系统再次提示“选取两个图元。”时，分别选择矩形右侧边上端与上端斜线，创建的圆角如图2-22（f）所示。单击鼠标中键，结束命令。

步骤8 绘制右下端铅垂线

如图2-22（g）所示，操作过程略。

步骤9 绘制右下端圆角

操作过程略。结果如图2-22（h）所示。

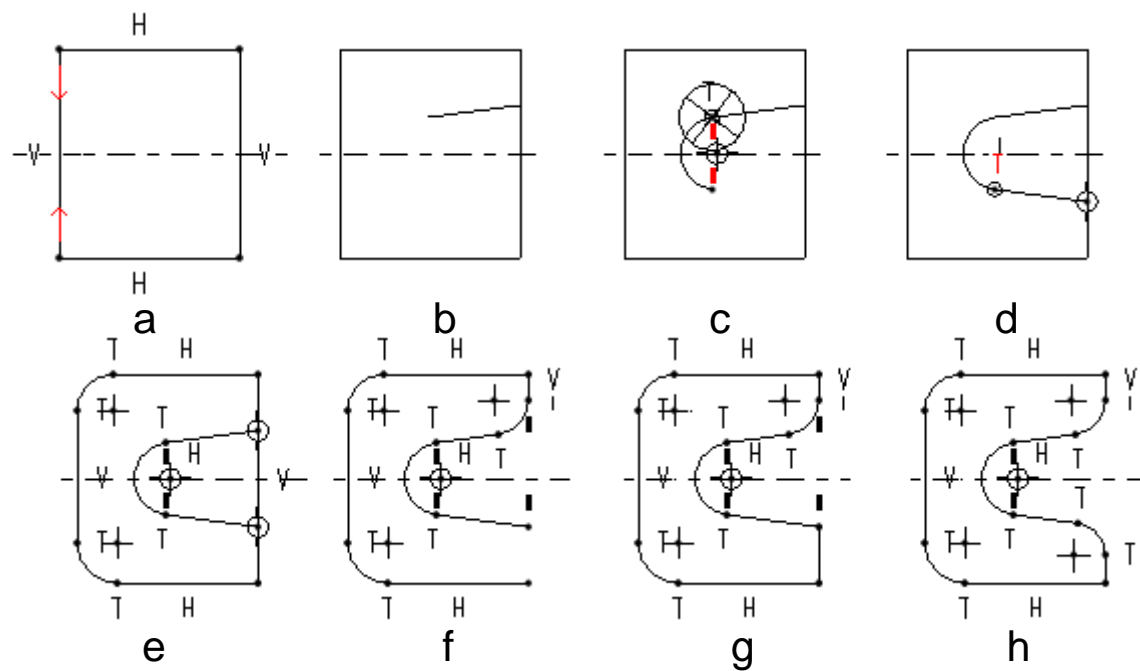


图2-22 草图绘制过程（二）


2.7 使用边界图元

在零件模式下进入草绘环境，如果“草绘”菜单中“边”选项以及“草绘”工具栏上“边”图标按钮均亮显，用户可以使用边界图元，即将实体特征的边投影到草绘平面创建几何图元或偏移图元，系统在创建的图元上添加“~”约束符号。

2.7.1 使用边界图元


利用“边”的“使用”命令可以创建与已存在的实体特征的边相重合的几何图元。
调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“边”|“使用”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏的“边”弹出式工具栏中的  图标按钮。

如图2-24以及2-25所示的模型，均以其顶面作为草绘平面，进入草绘环境，利用“边”的“使用”命令，创建几何图元。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击  图标按钮，启动边的“使用”命令。

第2步，系统同时弹出如图2-23所示的边“类型”对话框和“选取”对话框，并提示“选取要使用的边。”时，移动鼠标，在实体特征的某条边上单击，如图2-24（a）所示，选取上半圆边界，系统自动创建与所选边重合的图元，即具有约束符号“~”的边。

第3步，系统再次提示“选取要使用的边。”时，移动鼠标，在实体特征的另一条边上单击，如图2-24（a）所示，选取下半圆边界，系统再创建与所选边重合的图元，直至单击“类型”对话框中的“关闭”按钮。

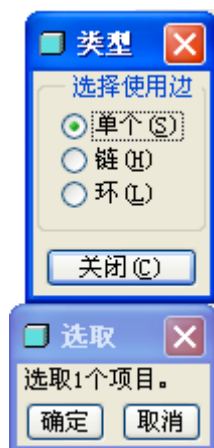
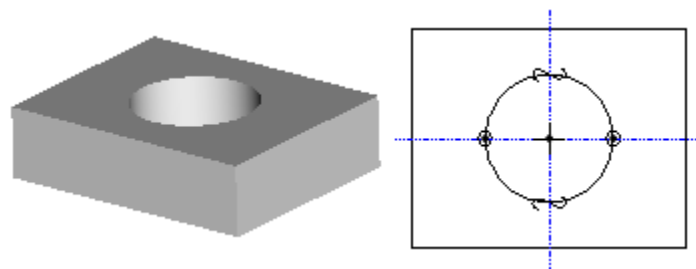


图2-23 “边界类型”和选取对话框



a 三维模型

b 使用边

图2-24 创建单个边界图元

1. 单个 (S)

选定实体特征上单一的边创建草绘图元。该类型为默认的边类型，操作步骤如上述步骤所示。

2. 链 (H)

选定实体特征上的两条边，创建连续的边界。如图2-25所示的模型，进入草绘环境，使用“链”边类型，当系统提示“通过选取曲面的两条边或曲线的两个实体指定一个链。”时，选取实体特征上的一条边，如图2-27 (a) 所示的顶端大圆弧，再按住Ctrl键选取另一条边，如图2-27 (a) 所示的右侧大圆弧，系统将这两条边之间的所有边以红色粗实线显示。随即弹出如图2-26所示的“菜单管理器”，当直接选择“接受”，关闭“类型”对话框后，则创建如图2-27 (b) 所示的边界图元。如果选择“下一个”，则另一侧连续边被选中，如图2-27 (c) 所示，再选择“接受”，则创建如图2-27 (d) 所示的图元。



图2-25 三维模型

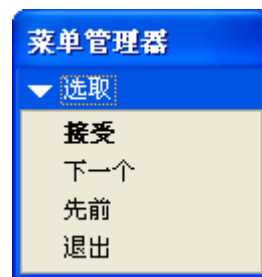


图2-26 “链”边类型菜单管理器

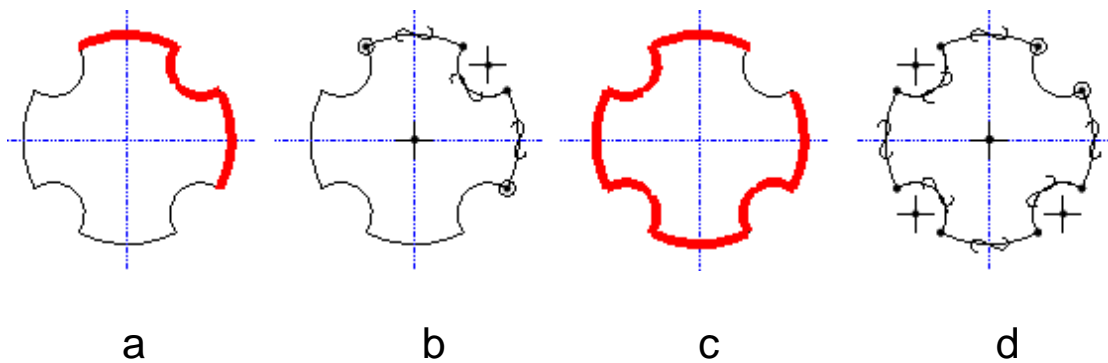


图2-27 使用“链”边类型创建图元

3. 环 (L)

从实体特征上图元的一个环来创建循环边界图元。系统提示“选取指定图元环的图元或选取指定围线的曲面。”时，选取实体特征的面。如果所选面上只有一个环，则系统直接创建循环的边界图元，如图2-28 (a) 所示。如果所选面上含有多个环，如图2-28 (b) 所示，则提示“选择所需围线。”并弹出如图2-29所示的菜单管理器，用户选择其中的一个环，单击菜单管理器上的“接受”；或持续单击“下一个”，再单击“接受”，创建所需要的环。

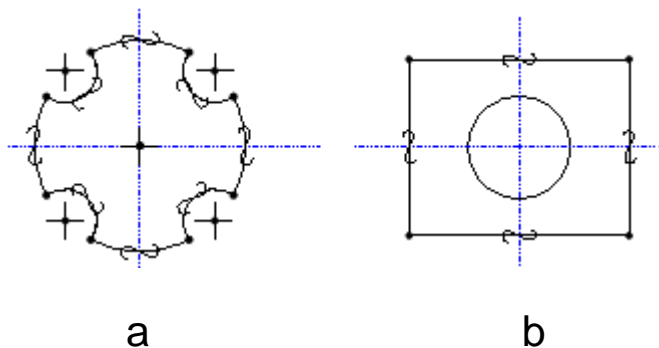


图2-28 使用“链”边类型创建图元

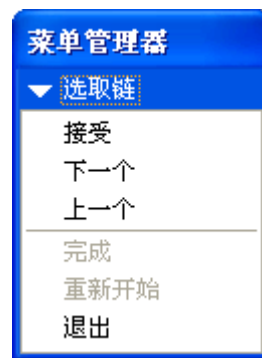



图2-29 “环”边类型菜单管理器

2.7.2 使用偏移边创建图元


利用“边”的“偏移”命令可以创建与已存在的实体特征的边偏移一定距离的几何图元。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“边”|“偏移”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏的“边”弹出式工具栏中的图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击图标按钮，启动边的“偏移”命令。

第2步，系统同时弹出如图2-30所示的选择偏距边“类型”对话框和“选取”对话框，并提示“选取要偏置的边。”时，移动鼠标，在实体特征的某条边上单击，如图2-31（a）所示，选取顶部的一条弧。

图2-30 选择偏距边类型

第3步，系统显示“于箭头方向输入偏距[退出]”文本框，并在草绘区显示偏移方向的箭头，如图2-32（a）所示，用户在该文本框中输入偏距。

第4步，系统再次提示“选取要偏置的边。”时，重复上述第2步～第3步，直至单击“类型”对话框中的“关闭”按钮。

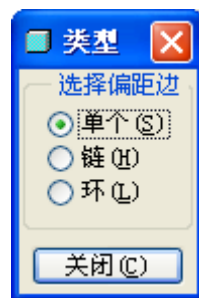


图2-30 选择偏距边类型

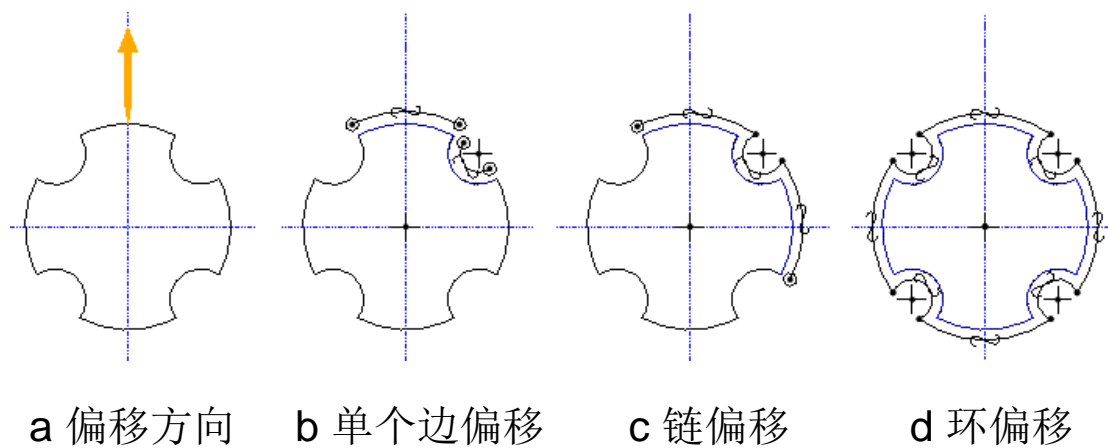


图2-31 选择偏距边类型

注意：

- (1) 偏距值为正，则沿箭头方向偏移边；若偏距值为负，则沿箭头的反方向偏移边。
- (2) 上述步骤为偏距边类型的默认选项“单个”。偏距边类型选项意义与“使用边”类型相同，创建的图元如图2-31所示。由如图2-31（d）所示的环偏移生成的图元，经拉伸造型1后生成的实体特征如图2-32所示。
- (3) 当偏移边被删除时，系统将保留其参照图元，如图2-33所示。如果在二维截面中不使用这些参照，当退出“草绘器”时，系统则将参照图元删除。

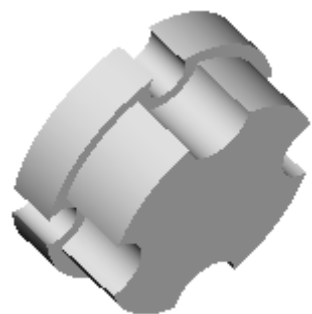


图2-32 使用环偏移边生成的实体

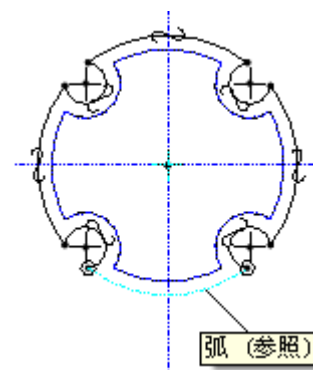



图2-33 偏移边删除后的参照图元

2.8 样条曲线的绘制

样条曲线是通过一系列指定点的平滑曲线，为三阶或三阶以上多项式形成的曲线。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“样条”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏中的  图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击  图标按钮，启动“样条”命令。

第2步，移动鼠标，依次单击，确定样条曲线所通过的点，直至单击鼠标中键终止该曲线的绘制。


第3步，重复上述第2步，绘制另一条曲线；单击鼠标中键，结束命令。

2.9 文本的创建

利用“文本”命令可以创建文字图形，在Pro/E中文字也是剖面，可以用“拉伸”命令对文字进行操作。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“文本”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏中 图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击  图标按钮，启动“文本”命令。

第2步，系统提示“选择行的起始点，确定文本高度和方向。”时，移动鼠标，单击，确定文本行的起点。

第3步，系统提示“选取行的第二点，确定文本高度和方向。”时，移动鼠标，在适当位置单击，确定文本行的第二点。系统在起点与第二点之间显示一条直线（构建线），并弹出“文本”对话框，如图2-35所示。



a 在“草绘”模式中的“文本”对话框 b 在“零件”模式中的“文本”对话框

2-35 “文本”对话框

第4步，在“文本”对话框中的“文本行”文本框中输入文字，最多可输入79个字符，且输入的文字动态显示于草绘区。

第5步，在“文本”对话框中的“字体”选项组内选择字体、设置文本行的对齐方式、宽高比例因子、倾角等。

第6步，单击“确定”按钮，关闭对话框，系统创建单行文本。



操作及说明如下：

（1）单击“文本符号”按钮，弹出如图2-37所示的对话框，从中选取要插入的符号。



2-37 “文本符号”对话框

(2) 当由“零件”模式进入草绘环境，则“文本”对话框如图2-35 (b) 所示。系统允许用户选择“使用参数”单选按钮，单击“选取参数”按钮，从“选取参数”对话框中选择已定义的参数，显示其参数值。如果选取了未赋值的参数，则文字中将显示“***”。

(3) “字体”下拉列表中显示了系统提供的字体文件名。表中有两类字体，其中PTC字体为Pro/E系统提供的字体，True Type字体是由Windows系统提供的已注册的字体，在字体文件名前分别用“”、“”前缀区别。

(4) 在“位置”选项区，选取水平和垂直位置的组合，确定文本字符串相对于起始点的对齐方式。其中“水平”定义文字沿文本行方向（即垂直于构建线方向）的对齐方式，有“左边”、“中心”、“右边”三个选项，“左边”为默认设置，其设置效果如图2-38所示。“垂直”定义文字沿垂直于文本行（即构建线方向）的对齐方式，有“底部”、“中间”、“顶部”三个选项，“底部”为默认设置，其设置效果如图2-39所示。“△”表示文本行的起始点。



图2-38 设置文本的水平位置



图2-39 设置文本的垂直位置

(5) 在“长宽比”文本框中输入文字宽度与高度的比例因子，或使用滑动条设置文本的长宽比。

(6) 在“斜角”文本框中输入文本的倾斜角度，或使用滑动条设置文本的斜角。

(7) 选中“沿曲线放置”复选框，设置将文本沿一条曲线放置，接着选取要在其上放置文本的曲线。如图2-40所示。

(8) 选中“字符间距处理”复选框，将启用文本字符串的字体字符间距处理功能，以控制某些字符对之间的空格，设置文本的外观。



图2-40 “文本符号”对话框

2.10 草绘器调色板


草绘器调色板是一个具有若干个选项卡的几何图形库，系统含有四个预定义的选项卡：多边形、轮廓、形状、星形，每个选项卡包含若干同一类别的截面形状。用户可以向调色板添加选项卡，将截面形状按类别放入选项卡内，并且随时使用调色板中的形状。

2.10.1 使用调色板


利用“调色板”命令可以方便快捷地选定调色板中的几何形状，将其输入到当前草绘中，并且可以对选定的形状调整大小，进行平移和旋转操作。

调用命令的方式如下：


菜单：执行“草绘”|“数据来自文件”|“调色板”命令。

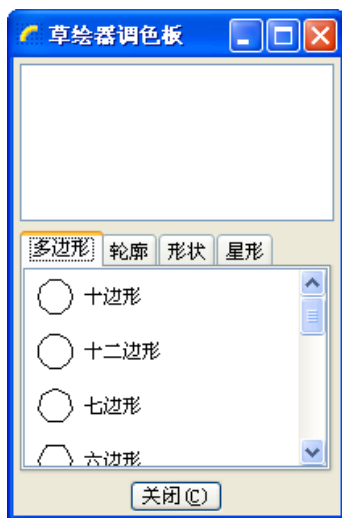
图标：单击“草绘器工具”工具栏中的  图标按钮。

操作步骤如下：

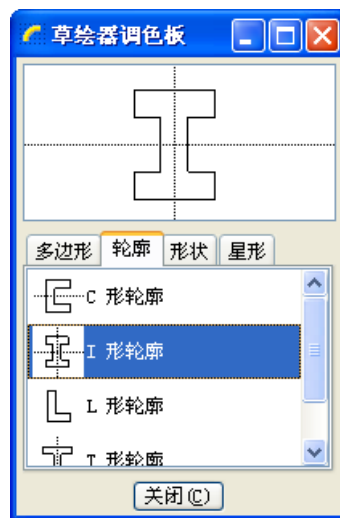
第1步，在草绘器中，单击图标按钮，启动“调色板”命令，系统弹出如图2-41（a）所示的“草绘器调色板”对话框。

第2步，系统提示“将调色板中的外部数据插入到活动对象。”时，选择所需的选项卡，显示选定选项卡中形状的缩略图和标签，选择某一截面，则在预览区显示相对应的截面形状，如图2-41（b）所示。

第3步，双击选定形状的缩略图或标签，光标变成.



a 调色板选项卡




b 选定形状并预览

图2-41 “草绘器调色板”对话框

第4步，单击，确定放置形状的位置，系统弹出如图2-42（a）所示的“缩放旋转”对话框，同时被输入的形状位于带有句柄（控制滑块）的虚线方框内，“平移”控制滑块与选定的位置重合，如图2-42（b）所示。

第5步，在“缩放旋转”对话框中输入缩放比例以及旋转角度。

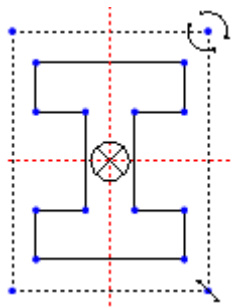
第6步，单击图标按钮，关闭“缩放旋转”对话框。

第7步，单击“关闭”按钮，关闭“草绘器调色板”对话框。

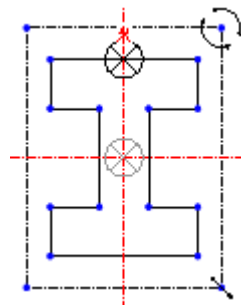
第8步，单击，结束命令。



a “缩放旋转”对话框位






b 输入选定形状




c 平移控制滑块在形状上重新定位

图2-42 输入调色板形状

操作说明如下：

（1）拖动平移控制滑块 ，可移动所选图元；拖动旋转控制滑块 ，可旋转所选图元；拖动缩放控制滑块 ，修改所选图元的比例。

（2）在上述第4步，单击并按住鼠标左键拖动，输入的形状将从非常小的尺寸逐渐增大，同时“缩放旋转”对话框内的比例值随之变化，直至松开左键。

（3）默认情况下，平移控制滑块位于形状的中心，在  上单击鼠标右键，并将其拖动到所需的捕捉点上，如图2-42（b）所示。

2.10.2 创建自定义形状选项卡

用户可以预先创建自定义形状的草绘文件（.sec文件），置于当前工作目录下，则在草绘器调色板中会出现一个（仅出现一个）与工作目录同名的选项卡，且工作目录下的草绘文件中的截面形状将作为可用的形状出现该选项卡中。如图2-43所示。

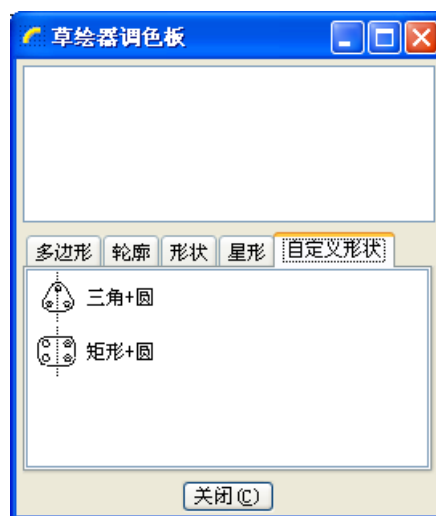


图2-43 创建自定义形状选项卡

2.11 草绘器诊断


草绘器诊断是Pro/E4.0的新功能，提供了与创建基于草绘的特征和再生失败相关的信息，可以帮助用户实时了解草绘中出现的问题。

2.11.1 着色的封闭环

利用“着色的封闭环”诊断工具，系统将以预定义颜色填充形成封闭环的图元所包围的区域，以此来检测几何图元是否形成封闭环。

调用命令的方式如下：

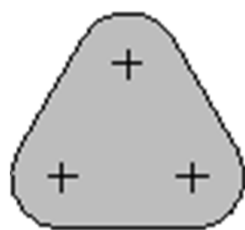
菜单：执行“草绘”|“诊断”|“着色的封闭环”命令。

图标：单击“草绘器诊断工具”工具栏中的图标按钮。

执行该命令后，系统将着色当前草绘中所有的几何封闭环，如图2-44（a）所示。

注意：

- (1) 只有“草绘器工具”工具栏上的图标按钮下凹时，即处于“选取项目”状态，才显示封闭环的着色填充。
- (2) 如果封闭环内包含封闭环，则从最外层环起，奇数环被着色，如图2-44（b）所示。
- (3) 当该诊断模式打开，草绘时，一旦形成封闭环，将被着色。
- (4) 封闭环必须是首尾相接，自然封闭。不允许有图元重合，或出现多余图元，如图2-44（c）所示的三角形内不被着色。



a 单层封闭环



b 多层封闭环



c 未构成封闭环


图2-44 着色封闭环

2.11.2 加亮开放端点

利用“加亮开放端点”诊断工具，系统将加亮属于单个图元的端点，即不为多个图元所共有的端点，以此来检测活动草绘中任何与其它图元的终点不重合的图元的端点。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“诊断”|“加亮开放端点”命令。

图标：单击“草绘器诊断工具”工具栏中的图标按钮。

执行该命令后，系统将以默认红色圆加亮显示当前草绘中所有开放的端点，如图2-45所示。

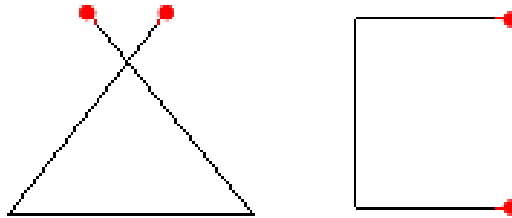



图2-45 加亮开放的端点

2.11.3 重叠几何

利用“重叠几何”诊断工具，系统将加亮重叠图元，以此来检测活动草绘中任何与其它图元相重叠的几何。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“诊断”|“重叠几何”命令。

图标：单击“草绘器诊断工具”工具栏中的图标按钮。

执行该命令后，系统将以默认的绿色加亮显示当前草绘中相重叠的几何边，如图2-46所示。

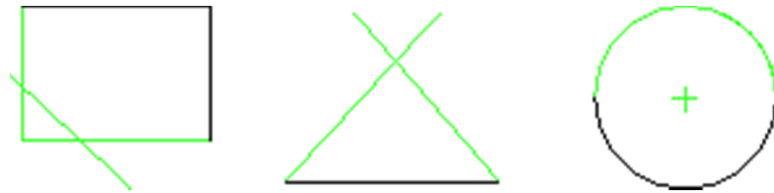



图2-46 显示重叠几何

2.11.4 特征要求




在“3D 草绘器”中，利用“特征要求”诊断工具，可以分析判断草绘是否满足其定义的当前特征类型的要求。以下报告会显示出来：使用，调用命令的方式如下：

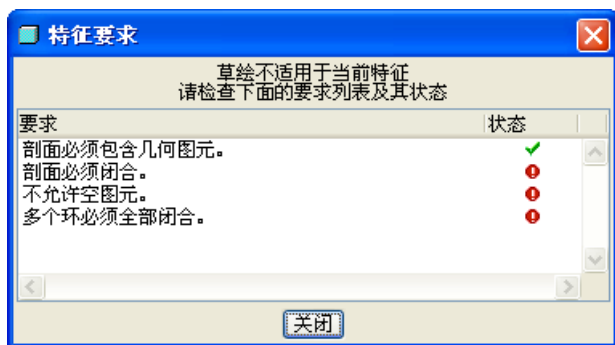
菜单：执行“草绘”|“诊断”|“特征要求”命令。

图标：单击“草绘器诊断工具”工具栏中的图标按钮。

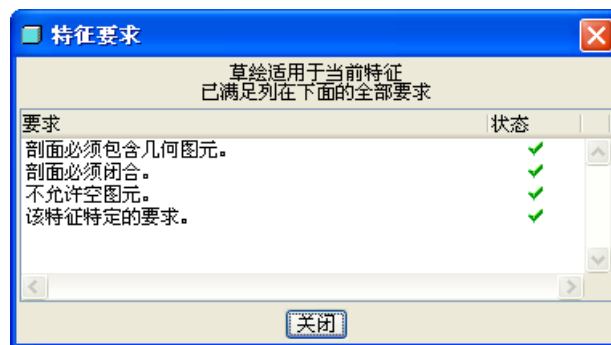
执行该命令后，系统将弹出“特征要求”对话框，该对话框显示当前草绘是否适合当前特征的消息，并列出了对当前特征的草绘要求及其状态，如图2-47所示。

在状态列中用以下状态符号表示是否满足要求的状态：

- (1)  满足要求。
- (2)  满足要求，但不稳定。表示对草绘的简单更改可能无法满足要求。
- (3)  不满足要求。



a 不合适的草绘



b 合适的草绘

图2-47 “特征要求”对话框

2.12 上机操作实验指导一 简单二维草图绘制

根据如图2-48所示的平面图形，绘制其二维草图。主要涉及的命令包括“直线”命令、“圆弧”命令、“圆角”命令、“圆”命令。

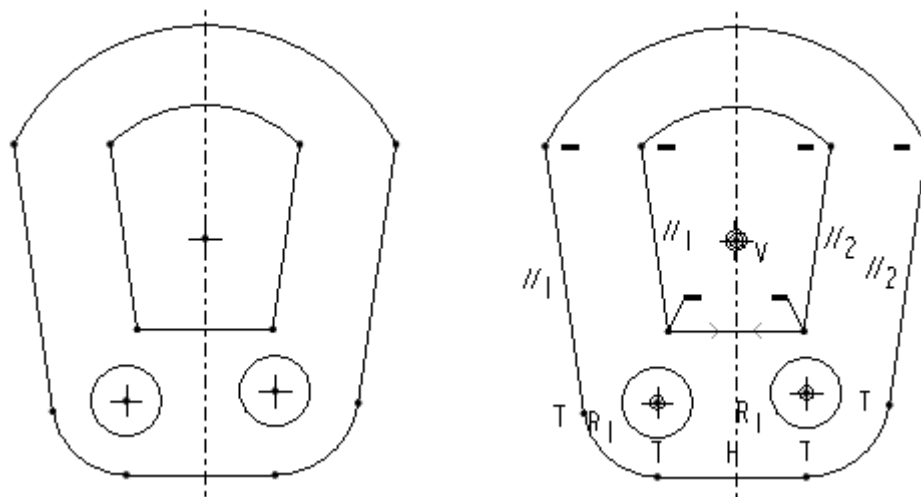


图2-48 二维草图的绘制

2.13 上机题

1. 利用“直线”命令、“圆弧”命令、“圆角”命令，绘制如图2-52所示的二维草图，保证指定的约束条件。

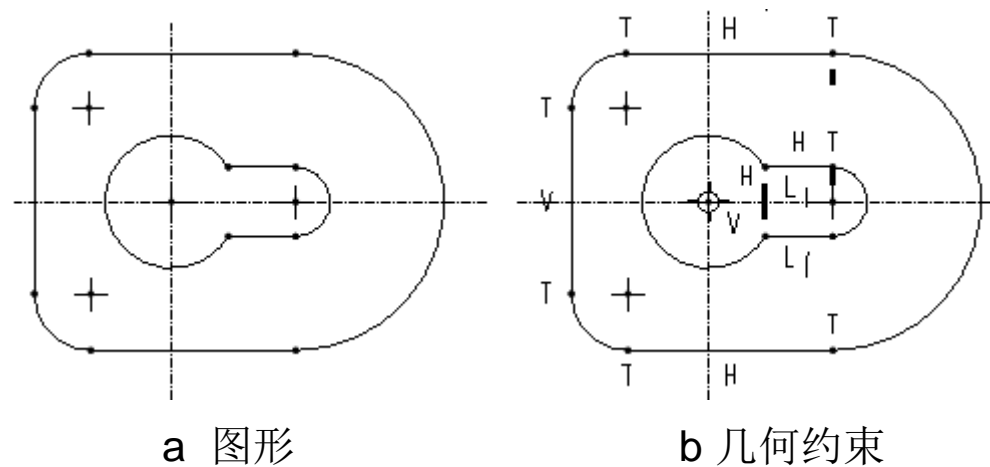


图2-52 二维草图（一）

2. 利用“草绘器调色板”、“矩形”命令、“圆弧”命令、“圆”命令，绘制如图2-53所示的二维草图，保证指定的约束条件。

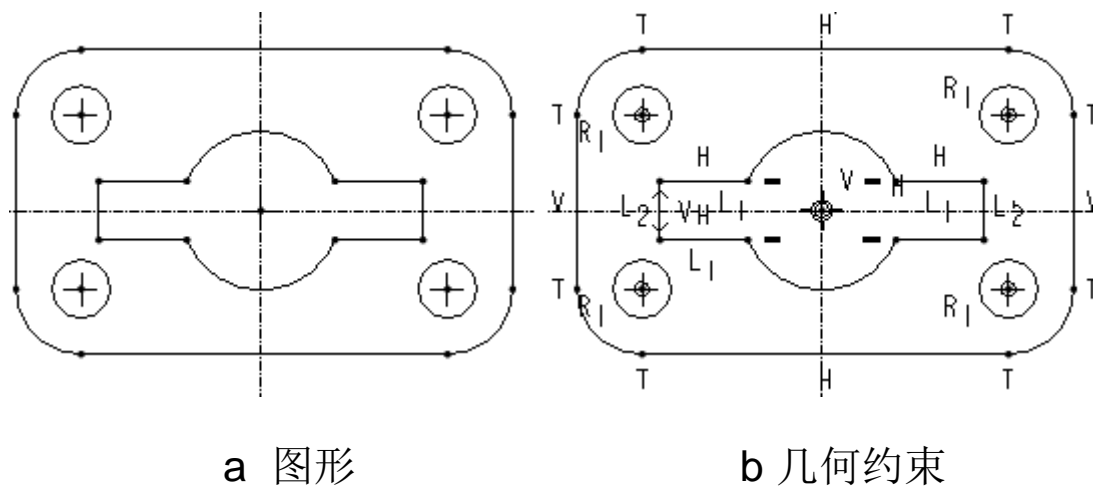


图2-52 二维草图（二）

第3章 二维草图的编辑

本章将介绍的内容如下：

(1) 几何约束

(3) 选择图元的方法

(5) 修剪图元

(7) 镜像图元

(9) 复制图元

(2) 尺寸约束

(4) 删除图元

(6) 分割图元

(8) 缩放旋转图元

3.1 几何约束

在草绘器中，几何约束是利用图元的几何特性（如等长、平行等）对草图进行定义，也称为几何限制。几何约束可以减少不必要的尺寸，以利于图形的编辑和设计变更，达到参数化设计的目的，满足设计要求。几何约束的设置有以下两种方法：

- （1）自动设置几何约束；
- （2）手动添加几何约束。

3.1.1 自动设置几何约束

1. 几何约束符号

默认设置下，绘制图元时，系统会随着鼠标的移动自动捕捉几何约束，帮助用户来定位几何图元，即自动设置几何约束，并在几何图元旁边显示相应的约束符号，表3-1列出了系统的约束条件的符号、含义等。



表3-1 约束条件符号

约束符号	含义	解释
V	竖直图元	铅垂的直线
H	水平图元	水平的直线
//	平行图元	互相平行的直线
⊥	垂直图元	互相垂直的直线
T	相切图元	与圆或圆弧相切的线段
R	相等半径	具有半径相等的圆或圆弧
L	相等长度	具有相等长度的直线段
M	中点	点或圆心处于线段的中点
	对称图元	关于中心线对称的两点
	相同点	点或圆心重合
	图元上的点	点或圆心位于图元上
	水平排列	两点水平对正
	竖直排列	两点垂直对正

如图3-1所示的二维草图设置了多种几何约束条件。其中带有相同下标号的约束符号为一对几何约束条件。如R1表示两个圆具有相等的半径，R2表示两个圆角的半径相等。

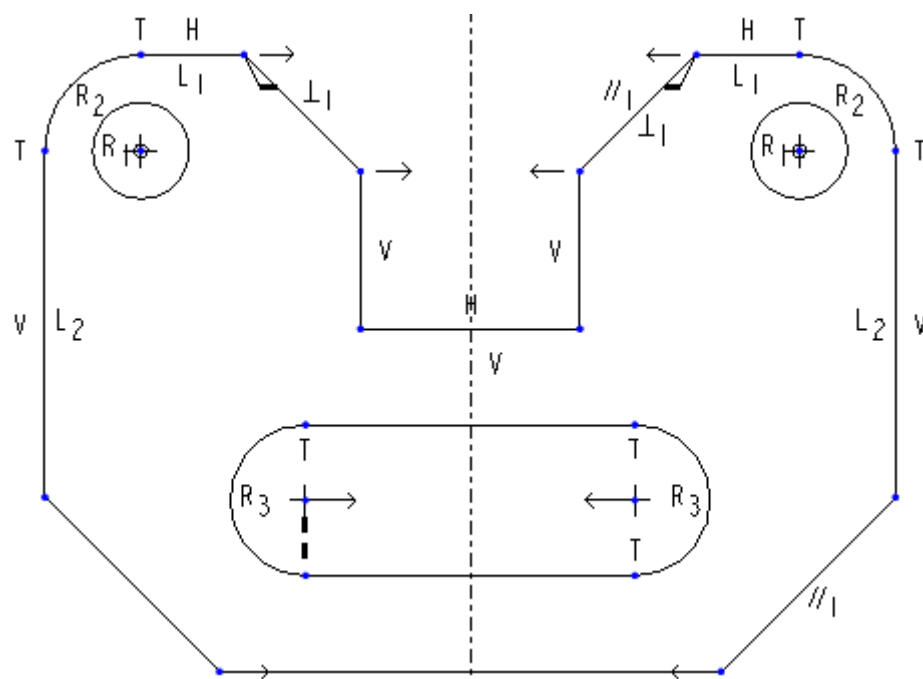


图3-1 几何约束条件

2. 设置约束优先选项

几何约束符号的显示，以及用于自动设置的约束类型，均可以在“草绘器优先选项”对话框中设置。

调用命令的方式如下：


菜单：执行“草绘”|“选项”命令。

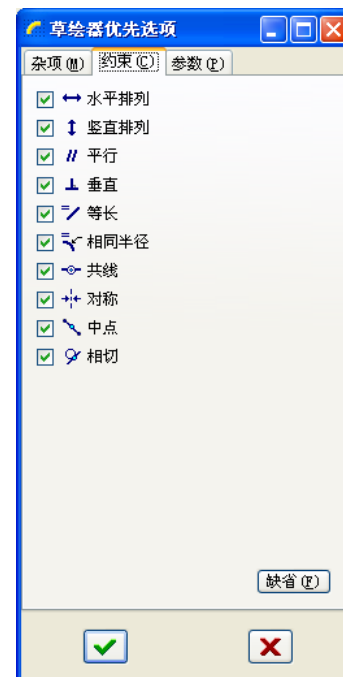
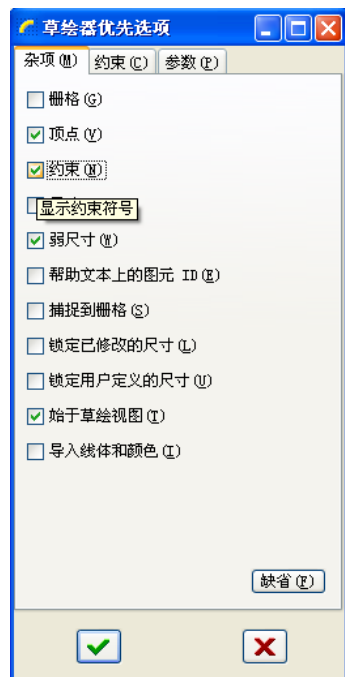
操作步骤如下：

第1步，调用“选项”命令，系统弹出如图3-2所示的“草绘器优先选项”对话框。

第2步，在“杂项”选项卡中，“约束”复选框控制约束符号的显示。

第3步，单击“约束”选项卡，该选项卡列出了约束类型，默认情况下各约束条件前的复选框均为选中，单击复选框，可以选中或移除约束条件。

第4步，单击  图标按钮，确认所作的设置，关闭对话框。



a “杂项”选项卡设置约束符号的显示 b “约束”选项卡设置可用的约束条件

图3-5 “草绘器”优先选项对话框

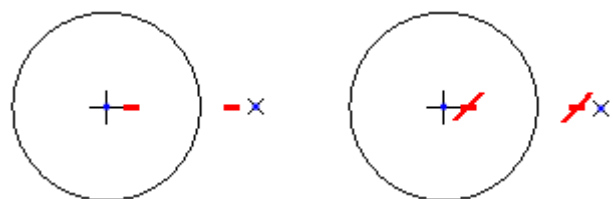
3. 几何约束条件的控制

在使用自动设置约束创建图元的过程中，系统所显示的几何约束为活动约束，并以红色显示，用户可以在单击鼠标进行定位前，对几何约束加以控制。

(1) 如果不希望设置系统显示的活动约束，可以单击鼠标右键以禁用该约束，如图3-3 (b) 所示，禁止使用两点水平对正约束。再次单击鼠标右键可以重新启用活动约束。

(2) 如果某个活动约束重要，可以在单击鼠标右键的同时按住Shift 键，以锁定该约束，如图3-4所示，锁定水平约束条件。再次用同样的方法即可解除锁定约束。

(3) 当多个约束处于活动状态时，可以使用 **Tab** 键在各活动约束之间进行切换，以选择所需要的约束条件。



a 活动约束 b 禁止使用活动约束

图3-3 切换活动约束设置使用




图3-4 锁定活动约束

3.1.2 手动添加几何约束


一般情况下，绘制图元时无需力求形状准确，不拘泥于一定要使用系统自动捕捉的约束条件，只需要根据草图形状，粗略地绘制几何图元，得到草图的初始图形，然后根据几何条件手动添加约束条件。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“约束”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏中 图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击  图标按钮，启动“约束”命令，系统弹出如图3-5所示的“约束”对话框。

第2步，选取所需要的约束条件。

第3步，按照系统提示，单击选取需要添加约束条件的图元。

第4步，重复上述第2步～第3步，添加其他约束条件。

第5步，单击“关闭”按钮，退出“约束”对话框。系统按照所添加的约束条件更新草图。




图3-5 “约束”对话框

1. 铅垂/水平约束

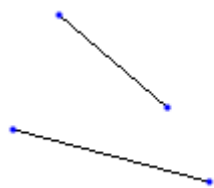
第1步，在“约束”对话框中选 图标按钮，系统弹出“选取”对话框。

第2步，系统提示“选取一直线或两点”时，选取一条斜线或两个点。所选的斜线更新为铅垂线或水平线；或使两点位于一条铅垂线或水平线上。

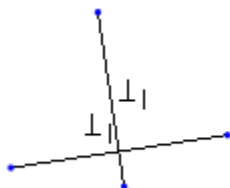
2. 垂直/平行约束

第1步，在“约束”对话框中选 图标按钮。

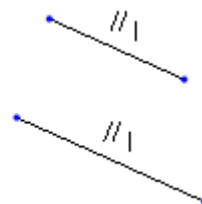
第2步，系统提示“选取两图元使它们正交/平行。”时，选取两条线（包括圆弧）。被选择的两条线成为互相垂直/平行的线条，如图3-6所示。



a 两条线段




b 添加垂直约束



c 添加垂直平行约束

图3-6 垂直与平行约束

3. 相切约束

第1步，在“约束”对话框中选 图标按钮。

第2步，系统提示“选取两图元使它们相切。”时，选取直线段以及圆弧或圆，被选中的直线与圆弧或圆成为相切的图元，如图3-7所示。

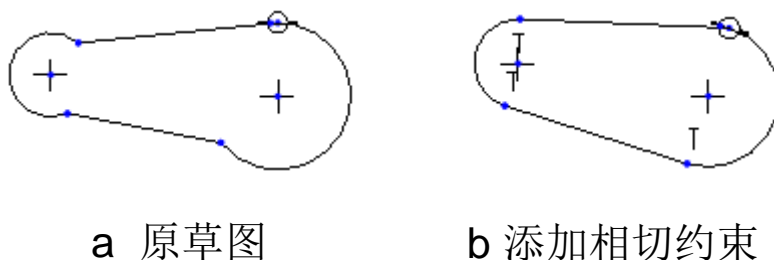




图3-7 相切约束

4. 对中约束

第1步，在“约束”对话框中选 图标按钮。

第2步，系统提示“选取一点和一条线或弧。”时，分别选取一个点或圆心以及一条直线或圆弧，则所选的点将置于所选线的中点。

5. 对齐约束

第1步，在“约束”对话框中选取 图标按钮。

第2步，系统提示“选取要对齐的两图元或顶点。”时，选择两个点；或点与线条；或两条直线段。

操作步骤如下：

(1) 当选择两个点时，如图3-8 (a) 所示，直线L的下端点与直线R的左端点，则将所选的两点重合，如图3-8 (b) 所示；

(2) 当选择点与线条，如图3-8 (a) 所示，直线L的下端点与直线R，则将点置于直线上，如图3-8 (c) 所示；

(3) 当选择两条直线段，如图3-8 (a) 所示，直线L与直线R，则将两条直线设置为共线，如图3-8 (d) 所示。

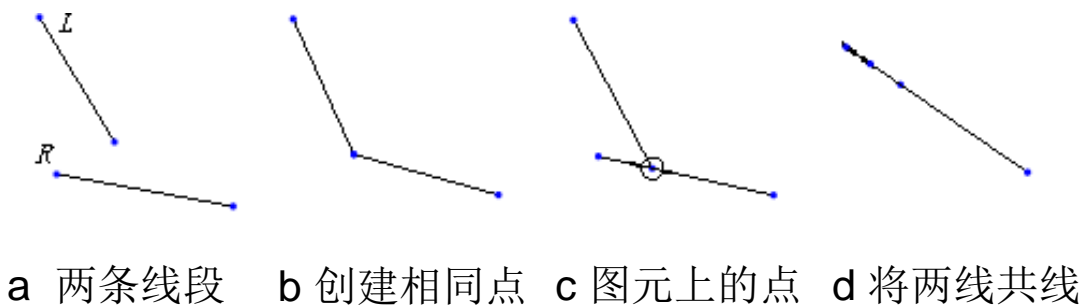



图3-8 对齐约束

6. 对称约束

第1步，在“约束”对话框中选 图标按钮。

第2步，系统提示“选取中心线和两顶点来使它们对称”时，选择对称的中心线以及两个点，如图3-9所示，选择铅直中心线以及水平线段的左端点和右端点，则所选的两个端点关于铅直中心线对称。

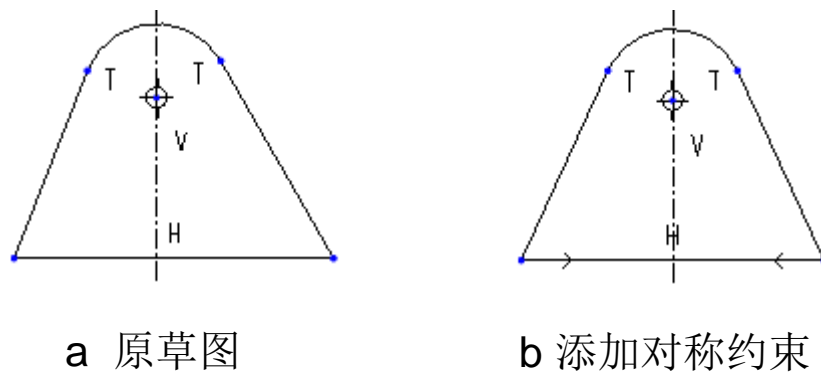

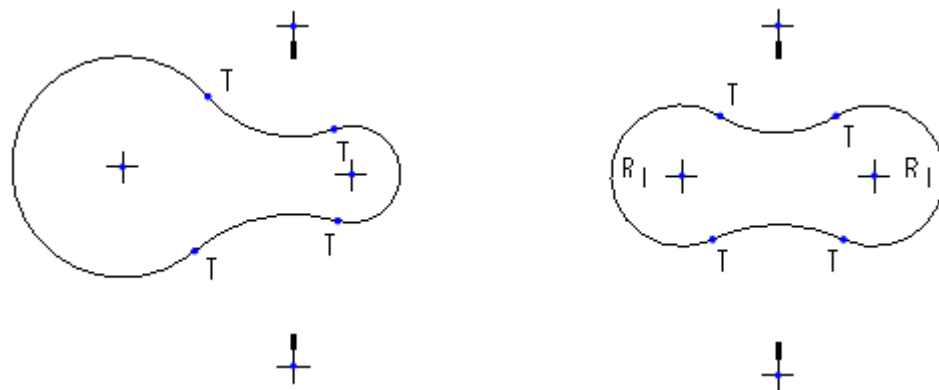


图3-9 对称约束

7. 等长等径约束

第1步，在“约束”对话框中选 图标按钮。

第2步，系统提示“选取两条直线(相等段)，或两个弧/圆/椭圆(等半径)，或一个样条与一条线或弧(等曲率)。”时，分别选取两条直线段；或两个弧/圆/椭圆。



a 原草图


b 添加等径约束

图3-10 等径约束

3.1.3 删除几何约束

几何约束条件虽然可以帮助用户准确定义草图，减少所标注的尺寸。但在某些情形下，有些系统自动设置的约束条件并不是用户所需要的，而在创建图元时又没有禁用该约束，那么在图元创建之后可以将该约束删除，通过尺寸加以控制。

操作步骤如下：

第1步，单击“草绘器工具”工具栏中 图标按钮。

第2步，选取需要删除的约束符号。

第3步，按Delete 键，删除所选取的约束条件。

删除一个约束条件，系统将自动添加一个尺寸。如图3-11（a）所示，如果修改尺寸2.02，具有等长约束条件L1的两条线段的长度会同时变化。如果希望上面水平边能够单独更改长度，则可删除等长约束条件L1，则系统自动添加尺寸2.30，如图3-11（b）所示，将其修改为2.5，如图3-11（c）所示。

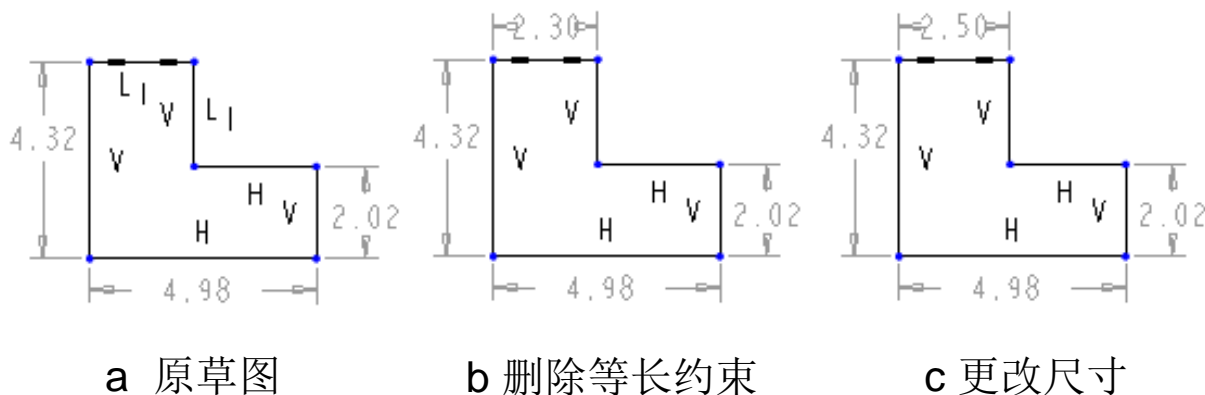


图3-11 删除约束

3.2 尺寸约束


在绘制几何图元后，系统会自动为其标注弱尺寸，以完全定义草图。但弱尺寸标注的基准无法预测，且有些弱尺寸往往不是用户所需要的，不能满足设计要求。要完成精确的二维草图，且能根据设计要求控制尺寸，在设置几何约束条件后，应该手动标注所需要的尺寸，即标注强尺寸。然后根据具体尺寸数值对各尺寸加以修改，系统便能再生出最终的二维草图。

3.2.1 标注尺寸

手动标注尺寸的类型有线性尺寸、径向尺寸、角度尺寸等。


调用命令的方式如下：

菜单：执行“草绘”|“尺寸”|“垂直”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏中 图标按钮。

快捷菜单：在“草绘器”窗口内右击，在快捷菜单中选取“尺寸”。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单 图标按钮，启动“尺寸”|“垂直”命令，系统弹出“选取”对话框。

第2步，单击选取需要标注的图元。

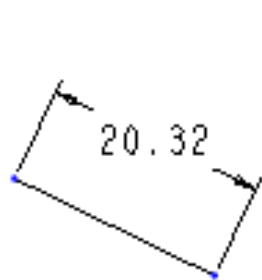
第3步，移动鼠标，在适当位置单击鼠标中键，确定尺寸的放置位置。

第4步，重复上述第2步～第3步，标注其他尺寸。

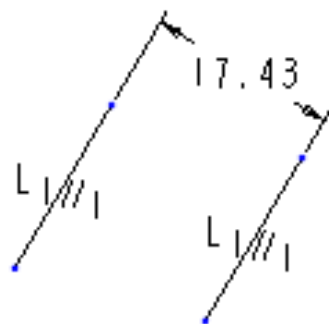
第5步，单 图标按钮或选择其他命令，结束尺寸标注。

1. 线性标注

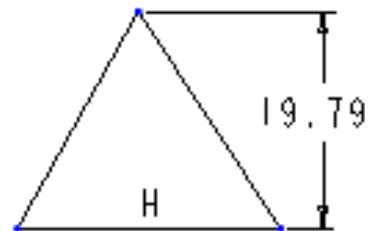
线性标注包括直线长度、两平行线的距离、点到直线的距离、两点之间的距离等，如图3-12所示。



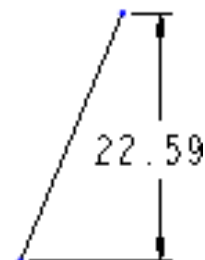
a 直线长度



b 平行线之间的距离



c 点到直线距离



d 两点间距离

图3-12 标注线性尺寸

(1) 直线的长度

命令执行后，单击选取需要标注长度的直线或直线段的两个端点，以鼠标中键点取尺寸位置。

(2) 两平行线的距离

命令执行后，单击选取需要标注距离的两条直线，以鼠标中键点取尺寸位置。

(3) 点到直线的距离

命令执行后，单击选取点以及直线，以鼠标中键点取尺寸位置。

(4) 两点之间的距离

命令执行后，分别单击选取两个点（包括点图元、线的端点、圆或圆弧圆心），以鼠标中键点取尺寸位置。系统根据点取的尺寸位置，标注这两个点之间的垂直或水平距离。

2. 径向标注

径向标注是指圆或圆弧的半径或直径尺寸的标注。

(1) 半径的标注

命令执行后，单击选取需要标注半径的圆或圆弧，以鼠标中键点取尺寸位置。
如图3-14（a）所示。

(2) 直径的标注

命令执行后，双击选取需要标注直径的圆或圆弧，以鼠标中键点取尺寸位置。
如图3-14（b）所示。

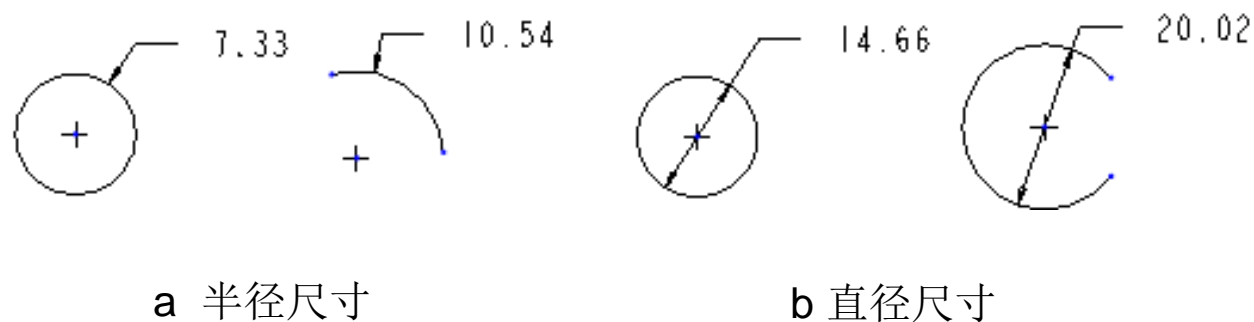


图3-14 标注径向尺寸

3. 角度标注

角度尺寸是指两非平行直线之间的夹角以及圆弧的中心角。

(1) 两直线夹角标注角度

命令执行后，分别单击选取需要标注角度的两条非平行直线，以鼠标中键点取尺寸位置。如图3-15所示。

(2) 圆弧的中心角的标注

命令执行后，单击选取某圆弧，再分别单击选取该圆弧的两个端点，以鼠标中键点取尺寸位置。如图3-16所示。

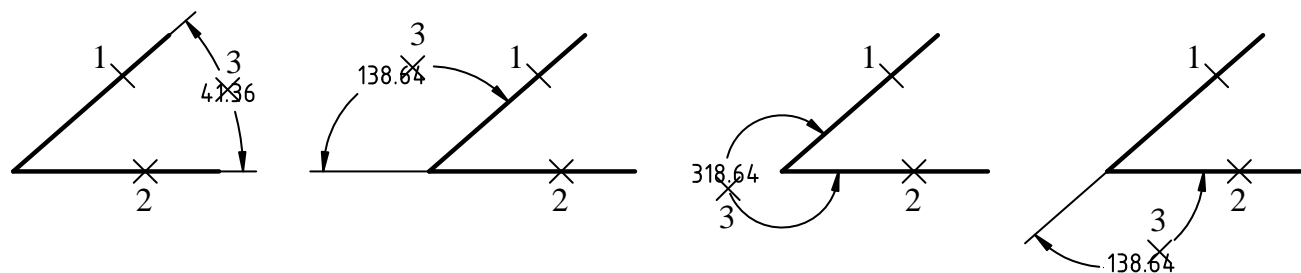


图3-15 标注两直线的夹角

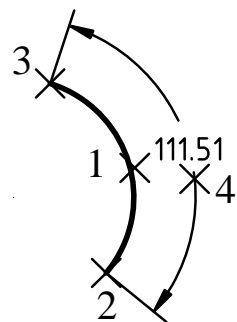


图3-16 标注圆弧的中心角

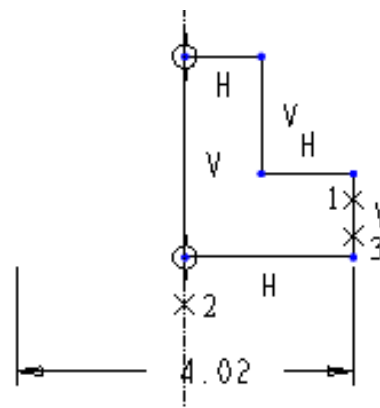


图3-17 对称标注

4. 对称标注

当需要标注用于旋转造型的二维截面的直径时，可以利用对称标注。

命令执行后，在旋转截面的一条边上单击，如图3-17所示，在右侧边上单击点1，再选取作为旋转轴的中心线，如图3-17所示的点2处单击中心线，再在右侧边上单击点3，最后以鼠标中键点取尺寸位置。如图3-17所示，标注尺寸4.02。

5. 圆或圆弧的位置标注

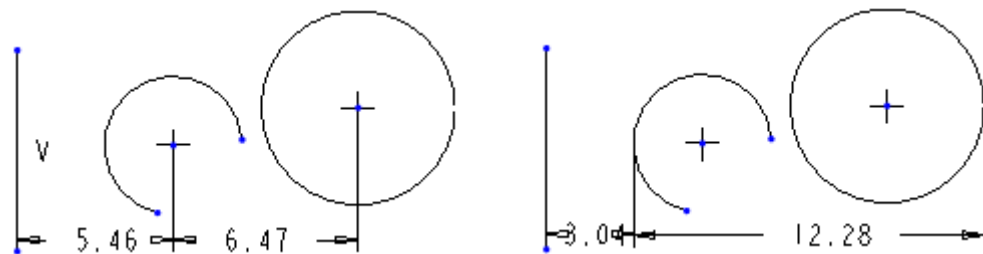
圆或圆弧的位置可以由以下尺寸确定：

(1) 选择圆心与参照图元，标注圆心与参照图元之间的距离。如图3-18 (a) 所示。

(2) 选择圆或圆弧与参照图元，标注圆周与参照图元之间的距离，系统自动将尺寸界线与所选的圆或圆弧相切。如图3-18 (b) 所示。

命令执行后，分别单击选取圆或圆弧的圆周以及参照图元，以鼠标中键点取尺寸位置，即可标注圆周与参照图元之间的距离。

当选择的参照图元仍然是圆或圆弧，则在点取尺寸位置后，系统弹出如图3-19 所示的“尺寸定向”对话框，选择竖直或水平，单击“接受”按钮，即可标注两个圆周之间的距离。如图3-18 (b) 所示，尺寸12.28为圆与圆弧的水平距离。



a 由圆心确定位置

b 由圆周确定位置

图3-18 确定圆、圆弧的位置



图3-19 “定向尺寸”对话框

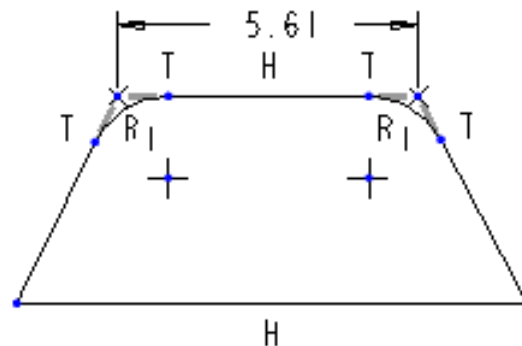


图3-20 标注圆角位置

6. 圆角位置标注


由于在两条非平行的直线之间倒圆角时，二直线从切点到交点之间的线段被修剪掉。如需要标注交点的位置，则在倒圆角之前，先利用“绘图”菜单的“点”命令，在交点处创建点图元，倒圆角后标注点图元与参照图元之间的距离，即可确定圆角的位置。如图3-20所示，创建两个点图元，倒角后，标注两个点之间的距离。

3.2.2 修改尺寸

设计时一般都需要修改弱尺寸或手动标注的强尺寸，进行设计变更。使用“修改尺寸”对话框可修改几何图元的尺寸数值。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“编辑”|“修改”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏中 图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击  图标按钮，启动“修改”命令。

第2步，系统弹出“选取”对话框，选取需要修改的某个尺寸。

第3步，系统弹出“修改尺寸”对话框，如图3-21所示。继续选取其他需要修改的尺寸，则所有选择的尺寸均列在对话框中。

第4步，不选中“再生”复选框（默认为选中）。

第5步，依次在各尺寸的文本框中输入新的尺寸数值，回车。

第6步，单击“确定”按钮，系统再生二维草图，并关闭对话框。

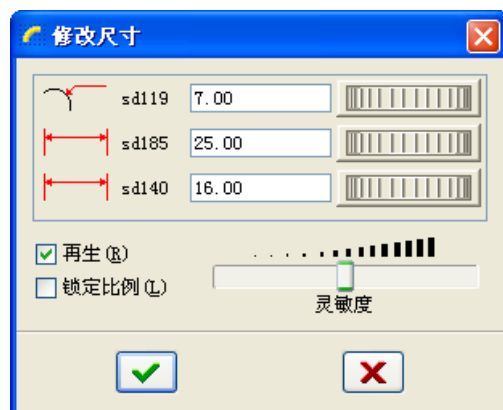


图3-20 “修改尺寸”对话框

操作及选项说明如下：

(1) 默认设置下，每输入一个新的数值回车后，系统随即再生草图，致使草图形状发生变化，如果输入的数值不合适，则会造成计算失败。故一般在修改尺寸数值之前，执行上述第4步，不选中“再生”复选框，在所有的尺寸数值输入后，单击“确定”按钮后，系统才再生草图。

(2) 在“修改尺寸”对话框中，单击并拖动每个尺寸文本框右侧的旋转轮盘，或在旋转轮盘上使用鼠标滚轮，动态修改尺寸数值。需要增大尺寸值，可以向右拖动相应旋转轮盘，或是在相应的旋转轮盘上，使鼠标滚轮向上滚动。否则，减少尺寸值。

(3) “锁定比例”复选框默认为不选中，一个尺寸发生变化，随即改变草图形状。，当选中“锁定比例”复选框，一个尺寸数值改变后，被选择的尺寸将一起发生变化，保证尺寸数之间的比例关系。


3.3 选择图元

在编辑二维草图时，常常需要选择几何图元、几何约束、尺寸等，被选中的对象呈现红色。Pro/E提供了“依次”、“链”、“所有几何”、“全部”四种选取对象的方法。

1. 依次

调用命令的方式如下：

菜单：执行“编辑”|“选取”|“依次”命令。

图标：单击“草绘器工具”工具栏中 图标按钮。

操作说明如下：

(1) 在某一对象上单击，则选择该对象，被选中的对象呈现红色。

(2) 如果需要选择多个对象，可以在按下Ctrl键的同时，依次在各对象上单击；或在适当位置按下鼠标左键，并拖动鼠标，构成一个选择窗口，松开鼠标左键，则窗口内的对象被选中。

(3) 当创建选项集后，系统在“状态”栏上的“所选项目”区域指示已选取n个。

2. 链

调用命令的方式如下：

菜单：执行“编辑”|“选取”|“链”命令。

使用“链”方法选取对象时，系统弹出“选取”对话框，并在信息区提示“选取作为所需链的一端或所需环一部分的图元”，单击其中一个图元，即可选中与该对象具有公共顶点或相切关系的连续的多条边或曲线。

3. 所有几何

调用命令的方式如下：

菜单：执行“编辑”|“选取”|“所有几何”命令。

使用“所有几何”方法选取对象时，系统自动选取所有的几何图元。

4. 全部图元

调用命令的方式如下：

菜单：执行“编辑”|“选取”|“全部”命令。

使用“全部”方法选取对象时，系统自动选取所有的几何图元、几何约束、尺寸。

3.4 删除图元

调用命令的方式如下：

菜单：执行“编辑”|“删除”命令。

操作步骤如下：

第1步，选取需要删除的图元。

第2步，单击“编辑”|“删除”命令，系统随即删除选定的图元。

3.5 修剪图元

利用修剪功能可以将不需要的部分图元修剪掉。

3.5.1 拖动式修剪图元

采用鼠标拖动端点的方式可以修剪线段或圆弧。操作方法如下：

移动鼠标至线段或圆弧的端点上，按住 Ctrl 键并按下左键不放，拖动该端点，线段在其方向上被修剪，如图3-22（a）所示，圆弧在其圆周上被修剪，如图3-22（b）所示。

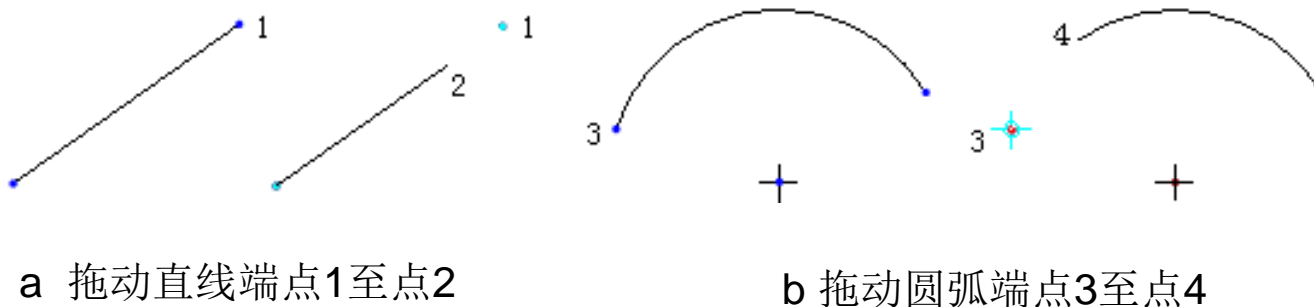



图3-22 拖动方式修剪图元


3.5.2 动态修剪图元

调用命令的方式如下：

菜单：执行“编辑”|“修剪”|“删除段”命令。

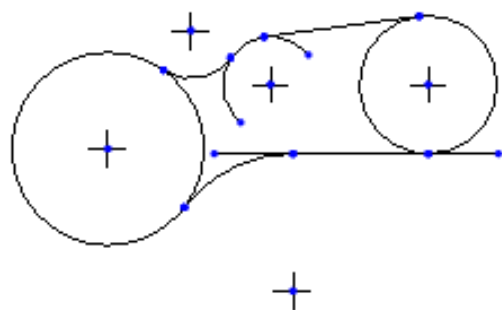
图标：单击“草绘器工具”的“修剪”弹出式工具栏中 图标按钮。

操作步骤如下：

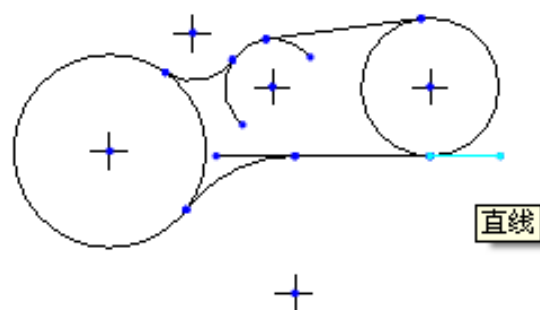
第1步，在草绘器中，单击 图标按钮，启动修剪的“删除段”命令。

第2步，单击选取需要修剪的图元，系统将其显示红色后，随即删除该图元。

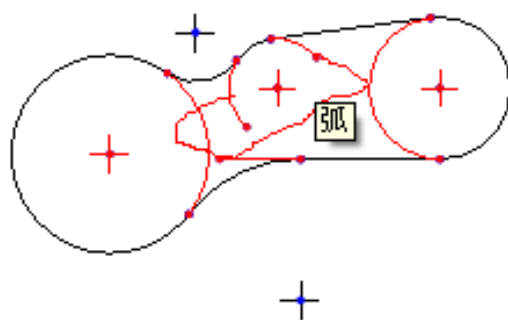
如图3-24（b）所示，水平线段与右侧圆相切的切点右侧被修剪。



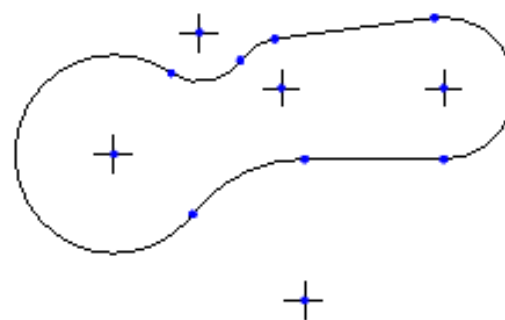
a 原图



b 修剪水平线



c 拖动鼠标




d 修剪后

图3-24 修剪动态图元


3.5.3 拐角修剪

调用命令的方式如下：

菜单：执行“编辑”|“修剪”|“拐角”命令。

图标：单击“草绘器工具”的“修剪”弹出式工具栏中 图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单 图标按钮，启动修剪的“拐角”命令。

第2步，系统提示“选取要修整的两个图元。”时，单击选取两条线，则系统自动修剪或延伸所选的两条线。如图3-25所示。

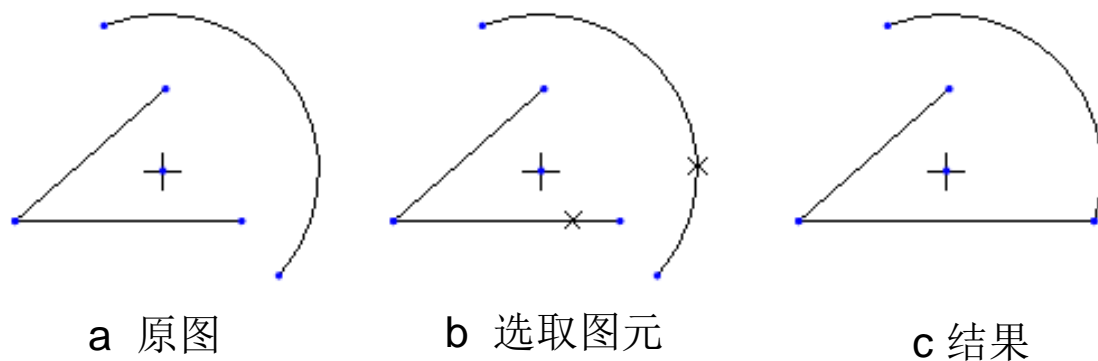



图3-25 拐角修剪

3.5.4 分割图元

调用命令的方式如下：

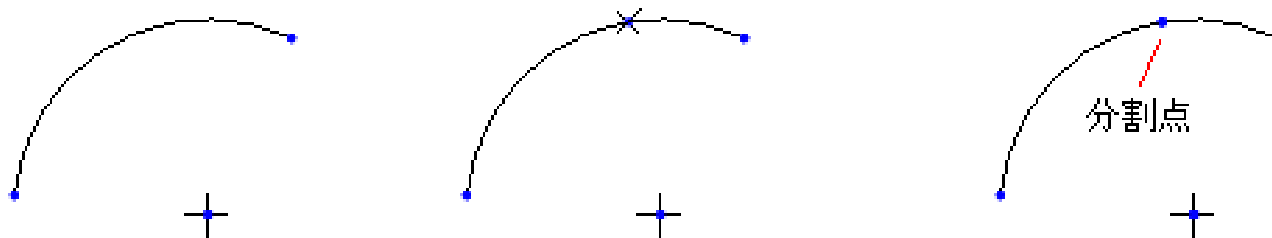
菜单：执行“编辑”|“修剪”|“分割”命令。

图标：单击“草绘器工具”的“修剪”弹出式工具栏中 图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，在草绘器中，单击图标按钮，启动修剪的“分割”命令。

第2步，在要分割的位置单击图元，则系统在指定位置将所选的图元分割成两段。如图3-26所示。



a 原图

b 在分割处选取图元

c 在选择图元位置分割图元


图3-26 拐角修剪

3.6 镜像图元

利用中心线作为对称线，将几何图元镜像复制到中心线的另一侧。对于对称的二维草图，可以只画对称中心线一侧的半个图形，然后使用镜像命令，复制得到另一侧图形，这样可以减少尺寸数。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“编辑”|“镜像”命令。

图标：单击“草绘器工具”的弹出式工具栏中 图标按钮。

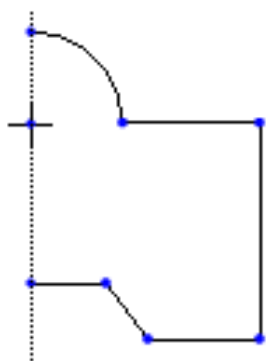
操作步骤如下：

第1步，选取需要镜像的几何图元。

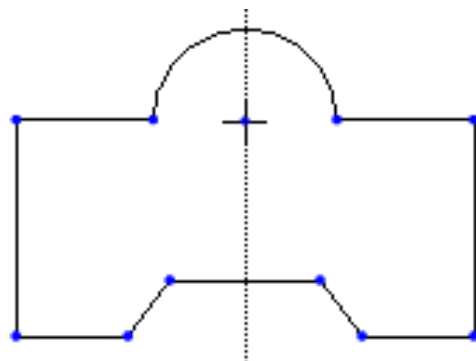
第2步，在草绘器中，单击 图标按钮，启动“镜像”命令。

第3步，系统提示“选取一条中心线。”时，选取中心线作为镜像线，系统将所选图元镜像至中心线的另一侧。如图3-27所示。

第4步，单击，结束命令。



a 原图



b 镜像后


图3-27 镜像图元

3.7 旋转图元

利用“旋转和缩放”命令可以将选定的图元移动、缩放和旋转。


调用命令的方式如下：

菜单：执行“编辑”|“缩放和旋转”命令。

图标：单击“草绘器工具”的弹出式工具栏中 图标按钮。


操作步骤如下：

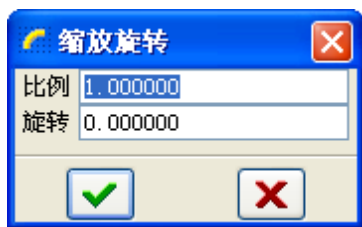
第1步，选取几何图元。

第2步，在草绘器中，单击 图标按钮，启动边的“缩放和旋转”命令。

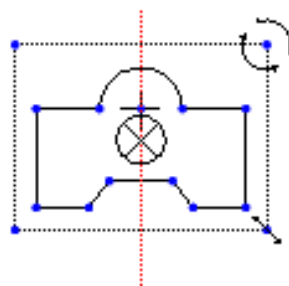
第3步，系统弹出“缩放旋转”对话框，如图3-28（a）所示，并显示带有控制滑块句柄的虚线方框。如图3-28（b）所示。

第4步，在“缩放旋转”对话框中输入缩放比例或旋转角度。

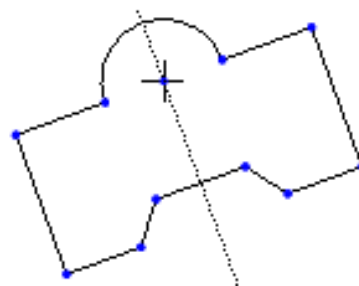
第5步，单击 图标按钮，关闭对话框。



a “缩放旋转”对话框



b 带有句柄的方框



c 缩放旋转后

图3-28 缩放旋转图元


3.8 复制图元

通过复制操作可以将选定的对象置放于剪贴板中，再使用粘贴操作将复制到剪贴板中的对象粘贴到当前窗口的草绘器（活动草绘器）中。可以进行复制的对象有几何图元、中心线以及与选定几何图元相关的强尺寸和约束等。允许多次使用剪贴板上复制或剪切的草绘几何。可以在多个草绘器窗口中通过复制粘贴操作来移动某个草图对象。被粘贴的草绘图元可以平移、旋转或缩放。

3.8.1 复制图元

调用命令的方式如下：

菜单：执行“编辑”|“复制”命令。


图标：单击“编辑”工具栏中 图标按钮。

快捷菜单：在“草绘器”窗口内右击，在快捷菜单中选取“复制”。

操作步骤如下：

第1步，将需要进行复制操作的草绘器窗口激活为当前活动窗口。

第2步，选择需要复制的对象，如图3-29（a）所示的整个图元。

第3步，在草绘器中单 图标按钮，启动“复制”命令，系统将选定的图元及其相关的强尺寸和约束一起复制到剪贴板上。

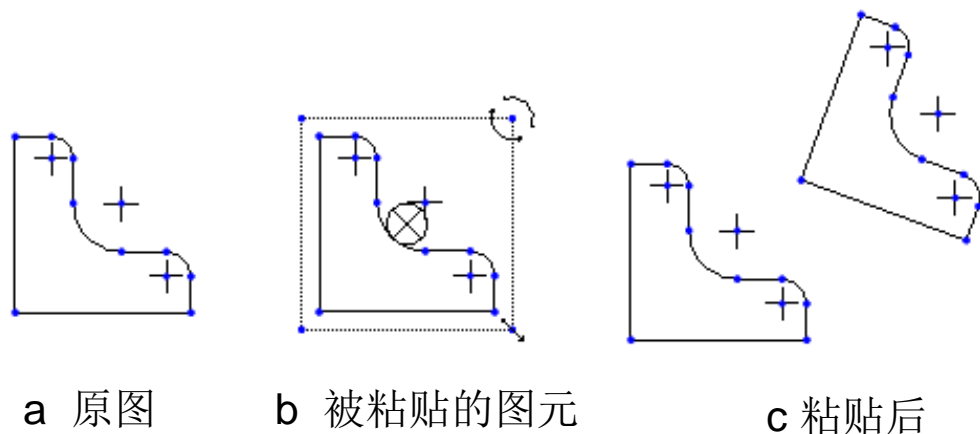



图3-29 复制粘贴图元

3.8.2 粘贴图元

调用命令的方式如下：


菜单：执行“编辑”|“粘贴”命令。


图标：单击“编辑”工具栏中的图标按钮。

快捷菜单：在“草绘器”窗口内右击，在快捷菜单中选取“粘贴”。

操作步骤如下：

第1步，将需要进行粘贴操作的草绘器窗口激活为当前活动窗口。

第2步，单击图标按钮，启动“粘贴”命令，

第3步，光标显示为时，单击确定放置粘贴图元的位置。

第4步，系统弹出如图3-28（a）所示的“缩放旋转”对话框，同时被粘贴图元的中心在指定位置，并位于带有句柄的虚线方框内，如图3-29（b）所示。

第5步~第6步，同本书第3.7小节的第4步~第5步。系统将会创建附加的尺寸和几何约束。

3.9 解决约束和尺寸冲突问题

有时在手动添加几何约束和尺寸时，如果有多余的约束或尺寸存在，就会与已有的强约束或强尺寸发生冲突，如图3-31所示，两条水平线已有水平约束和相切约束，且标注有半径尺寸4.34，如再标注宽度尺寸，就会发生约束和尺寸冲突，此时，“草绘器”系统会加亮显示冲突的约束和尺寸，如图3-31所示的尺寸4.34、8.68，以及下面的“水平”约束H。同时弹出“解决草绘”对话框，如图3-32所示，提示用户相冲突的约束和尺寸，给出解决冲突的处理方法，用户必须使用一种方法，删除加亮的尺寸或约束之一。

操作及选项说明如下：

- (1) 单击“撤消”按钮，取消正在添加的约束或尺寸，回到导致冲突之前的状态。
- (2) 选取某个约束或尺寸，单击“删除”按钮，将其删除。
- (3) 当存在冲突尺寸时，“尺寸>参照”按钮亮显，选取一个尺寸，单击该按钮，将所选尺寸转换为参考尺寸。如图3-33所示的尺寸8.68。
- (4) 选取一个约束，单击“解释”按钮，“草绘器”将加亮与该约束有关的图元。可以获取该约束的说明。

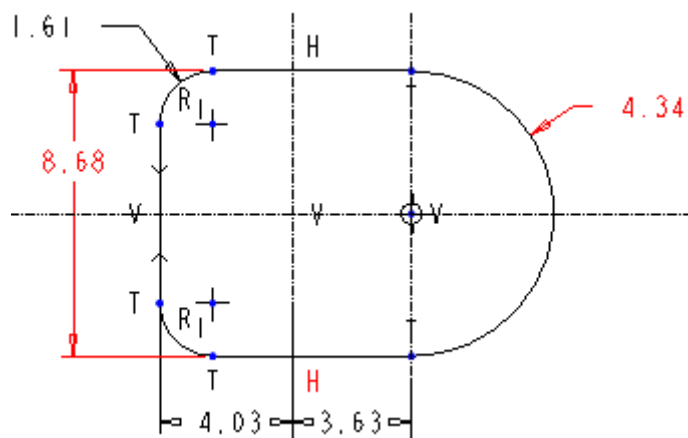


图3-31 标注多余尺寸

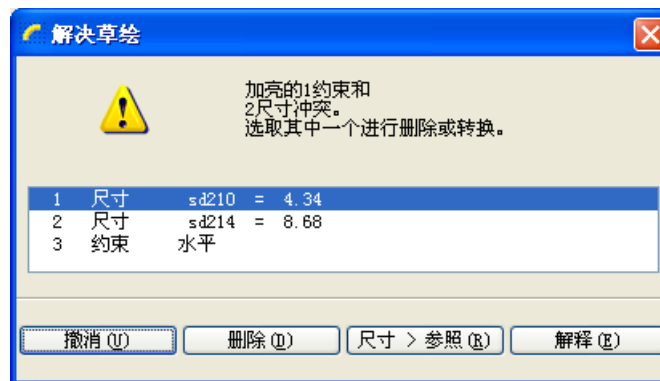


图3-32 ”解决草绘“对话框

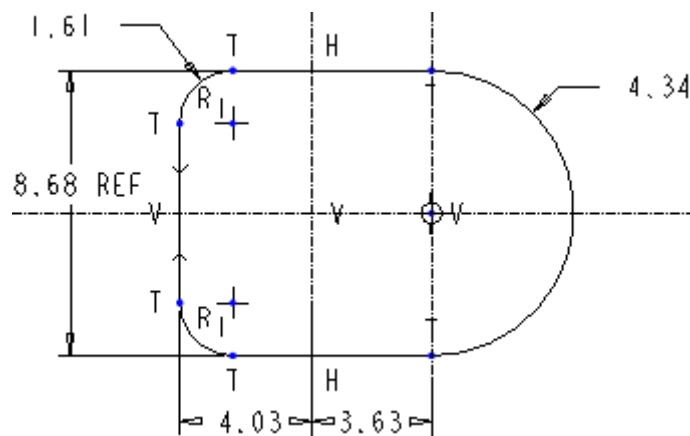


图3-33 将选定的多余尺寸转换为参考尺寸

3.10 上机操作实验指导二 复杂二维草图绘制

1. 根据如图3-34所示的平面图形，绘制与编辑其二维草图。主要涉及的命令包括“直线”命令、“圆弧”命令、“圆角”命令、“圆”命令、“修剪”命令、“镜像”命令、“约束”命令、“标注尺寸”命令、“修改尺寸”命令等。

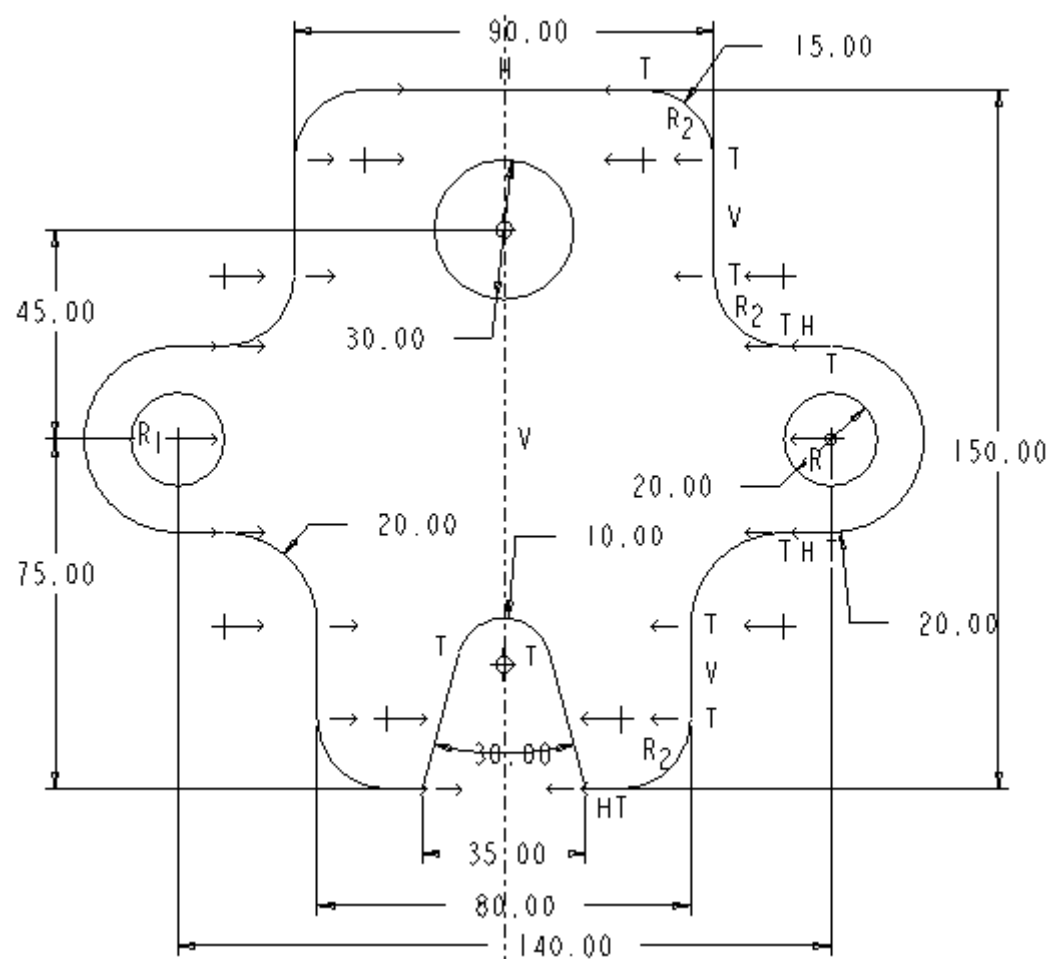


图3-34 复杂二维草图的绘制与编辑（一）

图3-42 复杂二维草图的绘制与编辑 (二)

3.11 上机题

1. 按约束条件和尺寸绘制如图3-48所示的二维草图。

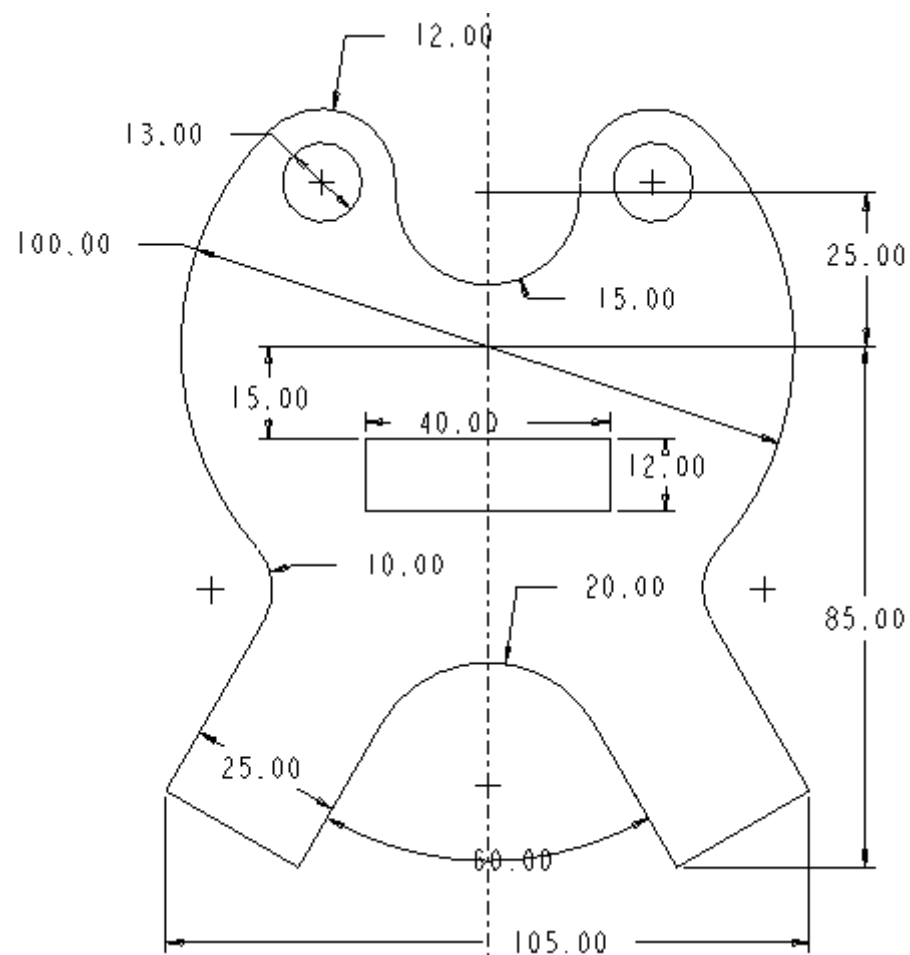


图3-48 绘制二维草图

第4章 基准特征的创建

本章将介绍的内容如下：

(1) 创建基准平面的方法和步骤

(2) 创建基准轴的方法和步骤

(3) 创建基准点的方法和步骤

(4) 创建基准曲线的方法和步骤


(5) 创建基准坐标系的方法和步骤

4.1 基准平面的创建

基准平面既可以作为特征的草绘平面或参照平面，也可以用作尺寸定位或约束参照。

调用命令的方式如下。

菜单：执行“插入”|“模型基准”|“平面”命令。

图标：单击“基准特征”工具栏中的图标按钮。

4.1.1 创建基准平面

创建基准平面的方式有很多种，但操作过程非常类似，只是根据不同的约束条件选择不同的参照对象，下面介绍常用的几种创建方式。

(1)通过一平面创建基准平面

(2)通过三点创建基准平面

(3) 通过两条直线创建基准平面

(4)通过一点与一面创建基准平面

(5)通过两点与一面创建基准平面

(6)通过一直线和一平面创建基准平面

1. 通过一平面创建基准平面

将参照平面沿法向方向偏移指定距离来创建基准平面。参照平面可以是基准平面、实体平面或其它形式的平面。

操作步骤如下：

第1步，打开Ch4-2.prt。

第2步，单击基准工具栏中的“基准平面” 图标按钮，弹出“基准平面”对话框，如图4-1所示。

第3步，在模型中选择如图4-2所示的平面，作为基准平面的参照,此时基准平面对话框如图4-3所示。



图4-1 “基准平面”对话框

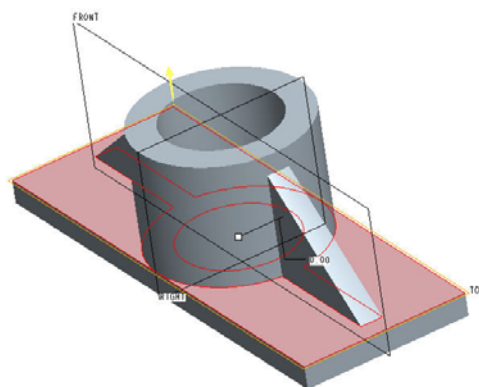


图4-2 选取参照平面

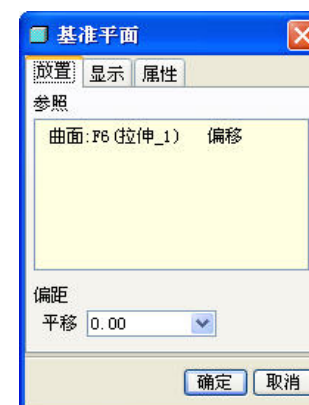


图4-3 选中的参照平面

第4步，设置约束类型为“偏移”模式（此为默认选项），并输入平移偏距值为50，回车，模型显示如图4-5所示。

第5步，单击“基准平面”对话框中的“确定”按钮，完成基准平面的创建，如图4-6所示。

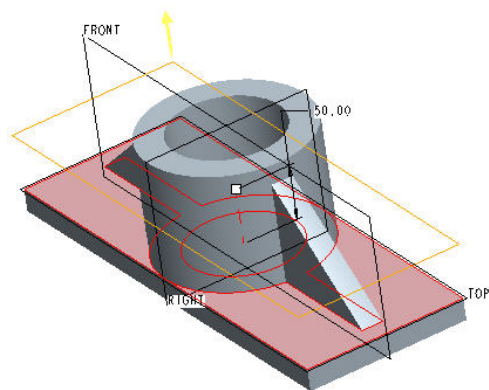


图4-5 基准平面预显示

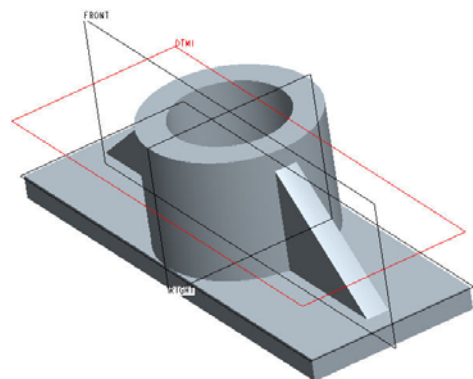


图4-6 通过一平面创建基准平面

2. 通过三点创建基准平面

这是一种比较基本的创建基准平面的方法，操作过程也很简单，它是利用“穿过”三点确定一平面来创建的。

操作步骤如下：

第1步～第2步，同上第1步～第2步。

第3步，选择A点作为创建基准平面的第一个参照点。

第4步，按住Ctrl键不放，选择B点作为创建基准平面的第二个参照点。

第5步，继续按住Ctrl键不放，选择C点作为创建基准平面的第三个参照点，如图4-7所示。

第6步，单击“确定”按钮，创建基准平面如图4-8所示。

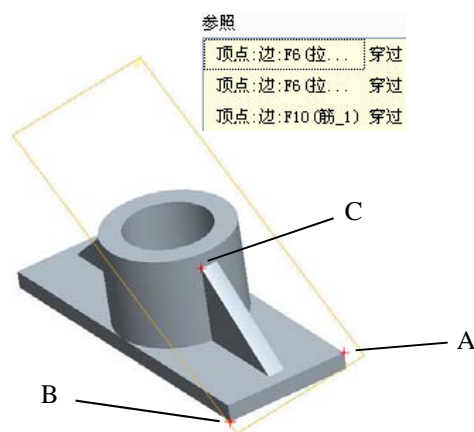


图4-7 选择参照点

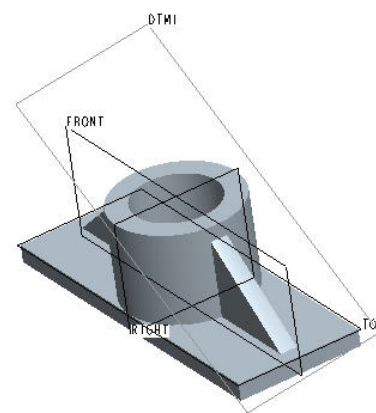


图4-8 通过三点创建基准平面

3. 通过两条直线创建基准平面

通过这种方式创建基准平面，主要利用的是空间两直线的平行或垂直关系，创建“穿过”两条平行线或“穿过”一条直线而“法向”于另外一条直线的基准平面。

操作步骤如下：

第1步～第2步，同上第1步～第2步。

第3步，选择直线A作为创建基准平面的第一条参照直线，并设置约束类型为“穿过”模式（此为默认设置）。

第4步，按住Ctrl键不放，选择直线B作为第二条参照直线，设置约束类型为“法向”模式。如图4-9所示。

第5步，单击“确定”按钮，创建基准平面如图4-10所示。

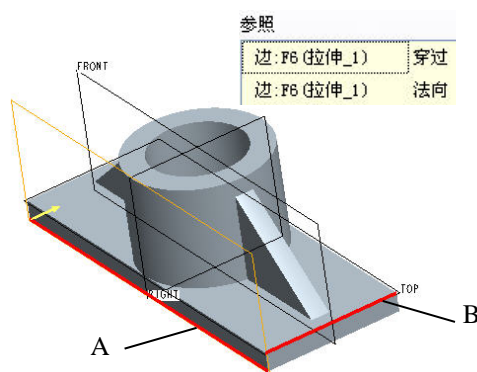


图4-9 选择两直线

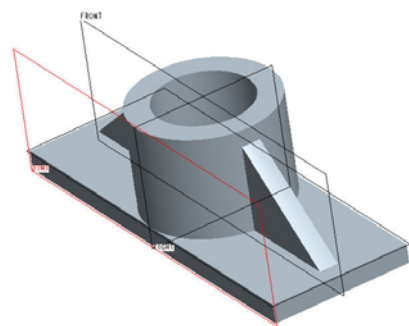


图4-10 通过两直线创建基准平面



4. 通过一点与一面创建基准平面

运用一点与一面来创建基准平面，创建的基准平面“穿过”该点，且与选择的参照平面平行、垂直或相切。

操作步骤如下：

第1步～第2步，同上第1步～第2步。

第3步，选择A点作为创建基准平面的参照点。

第4步，按住Ctrl键不放，选择平面B作为创建基准平面的参照平面，并设置约束类型为“平行”模式（此为默认设置）。如图4-11所示。

第5步，单击“确定”按钮，创建基准平面，如图4-12所示。

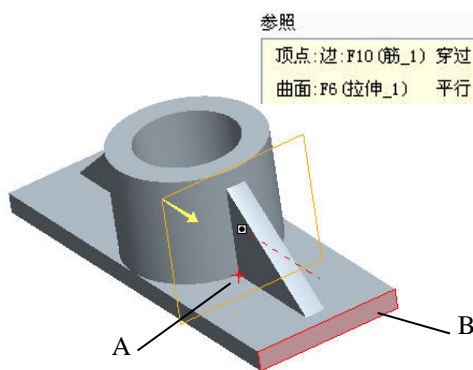


图4-11 选择一点与一面

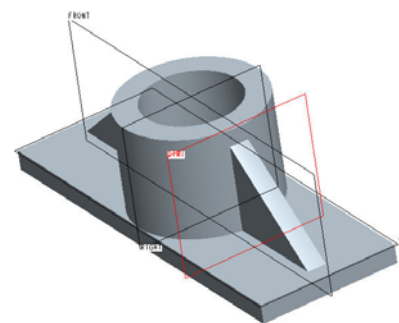


图4-12 通过一点与一平面创建基准平面

5. 通过两点与一面创建基准平面

通过该方式创建基准平面需要在模型上选择两个点和一个面作为参照，创建的基准平面“穿过”这两个点且“平行”或“法向”于参照面。这两个点可以包含在该参照面内，也可以不包含。

操作步骤如下：

第1步～第2步，同上第1步～第2步。

第3步，选择A点作为创建基准平面的参照点。

第4步，按住Ctrl键不放，选择B点作为创建基准平面的第二个参照点。

第5步，继续按住Ctrl键不放，选择平面C作为参照平面，并设置约束类型为“法向”模式（此为默认设置）。如图4-15所示。

第6步，单击“确定”按钮，创建基准平面如图4-16所示。

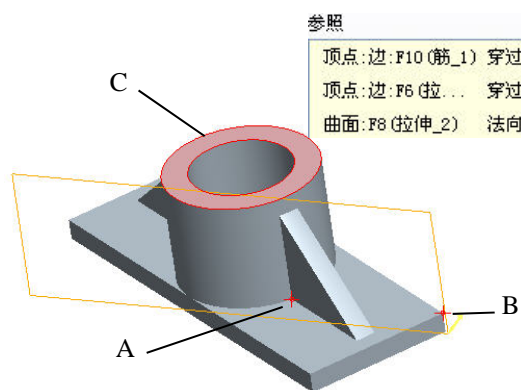


图4-15 选择两点与一面

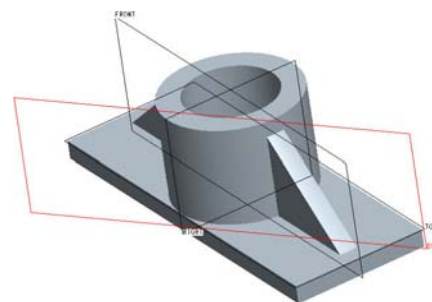


图4-16 通过两点与一平面创建基准平面

6. 通过一直线和平面创建基准平面

通过一直线与平面创建基准平面也是比较常用的方法，其中的直线可以是实体边线或轴线。该方法常用来创建与参照平面呈一定角度的基准平面。

操作步骤如下：

第1步～第2步，同上第1步～第2步。

第3步，选择直线A作为创建基准平面的参照直线，并设置约束类型为“穿过”模式（此为默认设置）。

第4步，按住Ctrl键不放，选择平面B作为创建基准平面的参照平面，并设置约束类型为“偏移”模式（此为默认设置）。

第5步，在对话框的“偏距”文本框中输入旋转角度值45，回车。如图4-19所示。

第6步，单击“确定”按钮，创建基准平面如图4-20所示。

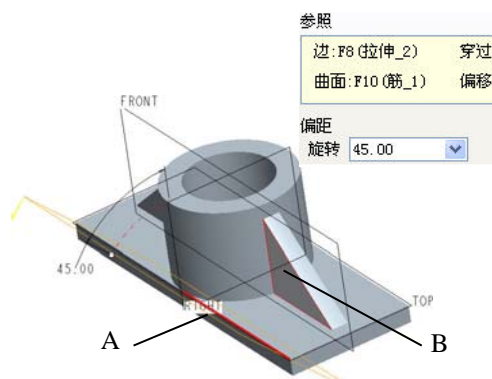


图4-19 选择一直线与一平面

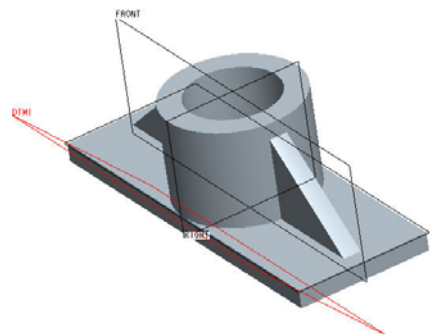



图4-20 通过一直线与一平面创建基准平面

4.1.2 操作选项及说明

在创建基准平面时，系统会根据模型的大小自动调整基准平面的大小，有时这种默认的大小会妨碍建模过程中的观察，这时，可以对其大小进行调整。

操作步骤如下：

第1步，单击基准特征工具栏中的“基准平面”  图标按钮，打开“基准平面”对话框。


第2步，选择“显示”选项卡，选中“调整轮廓”复选框，然后选择“大小”模式，在“宽度”和“高度”文本框中输入相应值。这样就可以根据实际需要自定义基准平面的大小。

4.2 基准轴的创建

在Pro/E中，基准轴主要作为柱体、旋转体以及孔特征等的中心轴线，也可以在创建特征时用作定位参照，以及在阵列操作过程中作为中心参照等。

调用命令的方式如下。

菜单：执行“插入”|“模型基准”|“轴”命令。

图标：单击“基准”工具栏中的 图标按钮。

4.2.1 创建基准轴

与创建基准平面一样，创建基准轴的方式也有很多种，它们的创建方法类似。用户并不需要记住这些创建方法，应该是在创建过程中学会灵活运用。

(1)通过两点创建基准轴

(2)通过一点与一平面创建基准轴

(3) 通过两个不平行平面创建基准轴

(4)通过曲线上一点并相切于曲线创建基准轴


(5)通过圆弧轴线创建基准轴

(6)通过垂直于曲面创建基准轴

1. 通过两点创建基准轴

操作步骤如下：

第1步，打开Ch4-24.prt。

第2步，单击“基准”工具栏中的  图标按钮，弹出“基准轴”对话框，如图4-23所示。第3步，选择A点作为创建基准轴的第一个参照点。

第4步，按住Ctrl键不放，选择B点作为创建基准轴的第二个点，如图4-24所示。此时“基准轴”对话框如图4-25所示。



图4-23 “基准轴”对话框

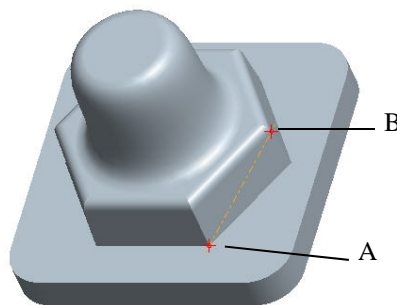


图4-24 选取参照点

第5步，单击“基准轴”对话框中的“确定”按钮，完成基准轴的创建，如图4-26所示。

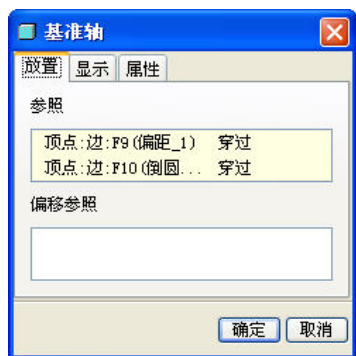


图4-25 对话框中参照设置

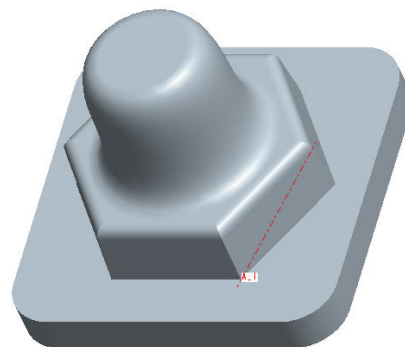


图4-26 通过两点创建基准轴

2. 通过一点与一平面创建基准轴

该方式是通过一点创建垂直于平面的基准轴。在通常情况下，可以选取实体边线上的顶点、交点以及在该平面上所创建的基准点等类型的点，然后再选取一参照平面。

操作步骤如下：

第1步～第2步，同上第1步～第2步。

第3步，选取A点作为创建基准轴的参照点。

第4步，按住Ctrl键不放，选择B平面作为参照平面，设置约束类型为“法向”模式，如图4-27所示。

第5步，单击“确定”按钮，创建基准轴，如图4-28所示。

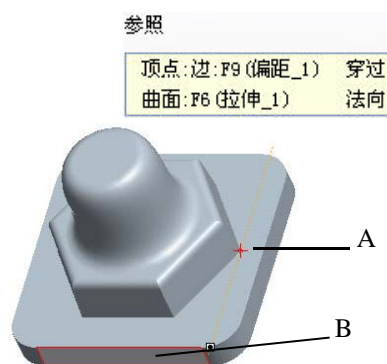


图4-27 选择一点与一面

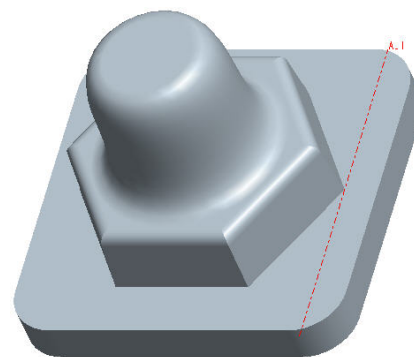


图4-28 通过一点与一面创建基准轴

3. 通过两个不平行平面创建基准轴

该方式是根据空间两个不平行平面相交，有且只有一条公共交线来创建基准轴。这种相交包括两平面在延长面内相交或平面与圆弧面的相切。

操作步骤如下：

第1步～第2步，同上第1步～第2步。

第3步，选择平面A作为创建基准轴的第一个参照平面，并设置约束类型为“穿过”模式。

第4步，按住Ctrl键不放，选择B平面作为第二个参照平面，设置约束类型为“穿过”模式，如图4-29所示。

第5步，单击“确定”按钮，创建基准轴，如图4-30所示。

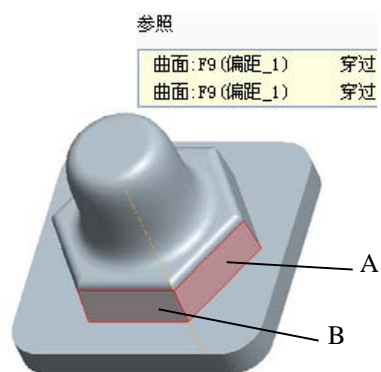


图4-29 选择两平面

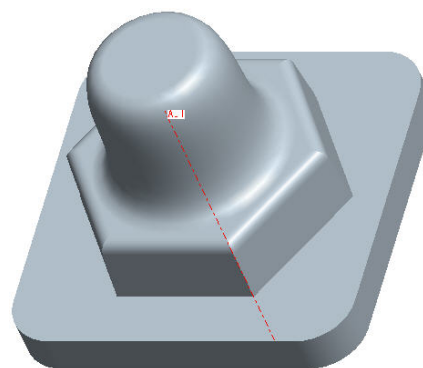


图4-30 通过两平面创建基准轴

4. 通过曲线上一点并相切于曲线创建基准轴

该方法主要运用了在同一平面内，有且只有一条直线通过曲线上的一点并与曲线相切。这里的曲线包括圆、圆弧以及样条曲线等。

操作步骤如下：

第1步～第2步，同上第1步～第2步。

第3步，选择曲线A作为创建基准轴的曲线参照，并设置约束类型为“相切”模式。

第4步，按住Ctrl键不放，选择曲线A上一点B作为参照点，如图4-31所示。

第5步，单击“确定”按钮，创建基准轴，如图4-32所示。

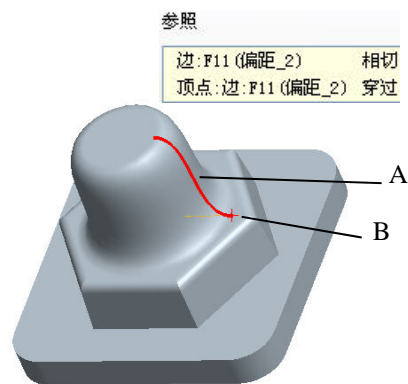


图4-31 选择曲线及曲线上一点

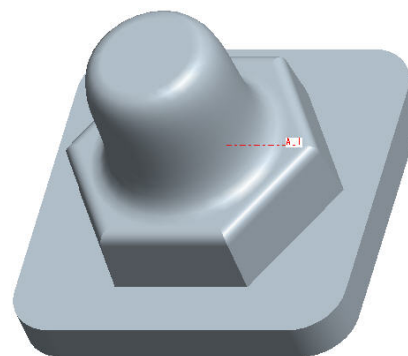


图4-32 通过曲线及曲线上一点创建基准轴

5. 通过圆弧轴线创建基准轴

在Pro/E中创建圆柱体、孔等特征时，系统会自动生成相应的基准轴。而对于模型中的倒圆角、圆弧过渡等特征，则可以根据实体的圆弧部分，创建出与轴线同轴的基准轴。

操作步骤如下：

第1步～第2步，同上第1步～第2步。

第3步，选择如图4-33所示的实体倒圆角边线作为创建基准轴的参照，并设置约束类型为“中心”模式（此为默认设置）。

第4步，单击“确定”按钮，创建基准轴，如图4-34所示。



图4-33 选择实体倒圆角边线

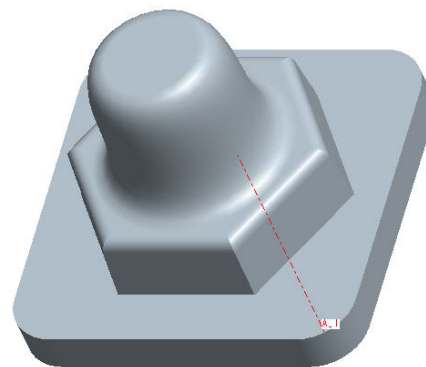


图4-34 通过圆弧线创建基准轴

6. 通过垂直于曲面创建基准轴

通过这种方式创建基准轴，除了运用前面所讲的放置参照外，还需要运用到偏移参照。其方法是利用通过曲面上的一点，加上两个定值的约束来确定出一条唯一的基准轴。

操作步骤如下：

第1步～第2步，同上第1步～第2步。

第3步，在模型中选择用来放置基准轴的曲面，采用默认的约束类型设置，如图4-35所示。

第3步，单击“基准轴”对话框中的“偏移参照”收集器，将其激活。

第4步，选择平面A作为第一个偏移参照平面。

第5步，按住Ctrl键不放，选择平面B作为第二个偏移参照平面。如图4-36所示。

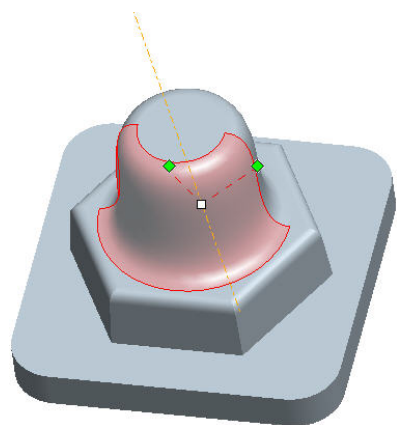


图4-35 选择曲面参照

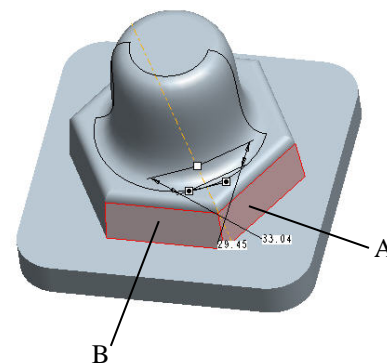


图4-36 选取偏移参照

第6步，在“偏移参照”收集器中修改偏移值分别为40和30，如图4-37所示。
第7步，单击“基准轴”对话框中的“确定”按钮，完成基准轴的创建，结果如图4-38所示。



图4-37 输入偏移值

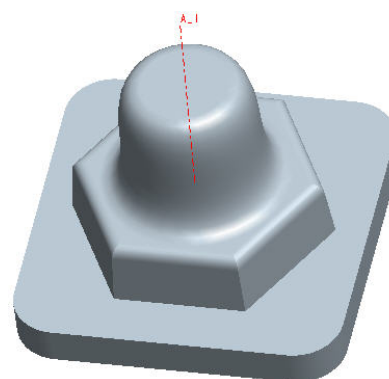


图4-38 通过垂直于曲面创建基准轴

4.2.2 操作选项及说明

1. “放置”选项卡

(1) 参照收集器：使用该收集器选取放置创建基准轴的参照，并选择参照模式。参照的模式包括如下几种。

穿过：表示基准轴通过选定的参照。

法向：放置垂直于选定参照的基准轴。该模式的参照还需要用到添加附加点或在“偏移参照”收集器中定义参照来进行约束。

相切：放置与选定参照相切的基准轴。该模式需要添加附加点作为参照。

中心：通过选定圆弧的中心，且垂直于该圆弧所在的平面。

(2) 偏移参照收集器：若“参照”收集器中所选参照的模式为“法向”，则可以激活该收集器选取偏移参照。

2.“显示”选项卡

“显示”选项卡中的“调整轮廓”复选框允许调整基准轴轮廓的长度，它包含有以下选项。

(1) 大小：允许将基准轴的长度显示调整到指定的长度，可以通过使用控制柄手动调整或在“长度”文本框中输入具体数值精确调整。

(2) 参照：可以调整基准轴轮廓的长度使其与选定参照相拟合。

4.3 基准点的创建

基准点不但可以用来构成其它基本特征，还可以作为创建拉伸、旋转等基础特征时的终止参照，以及作为创建孔特征、筋特征的放置和偏移参照对象。基准点包括草绘基准点、放置基准点、偏移坐标系基准点和域基准点，本节介绍的是前两种。

4.3.1 草绘基准点创建

在Pro/ENGINEER中，草绘基准点就是在所选取的草绘平面上创建的基准点，一般可以用来分割图元或作为修改节点来使用。


调用命令的方式如下。

菜单：执行“插入”|“模型基准”|“点”|“草绘的”命令。

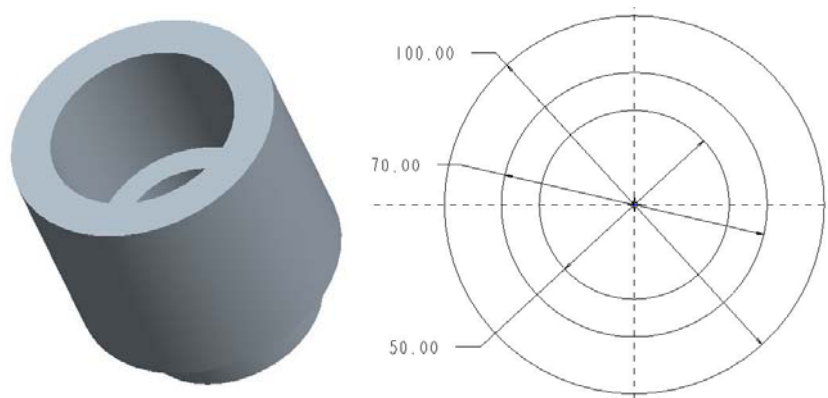
图标：单击“基准”工具栏中的  图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，打开Ch4-39，如图4-39所示。

第2步，在基准工具栏中单击  图标按钮，弹出“草绘的基准点”对话框，如图4-40所示。

第3步，选择图4-41所示的平面作为草绘平面，采用系统默认参照和方向，单击“草绘”按钮，进入草绘模式。



(a) 源文件模型

(b) 截面尺寸



图4-40 “草绘基准点”对话框

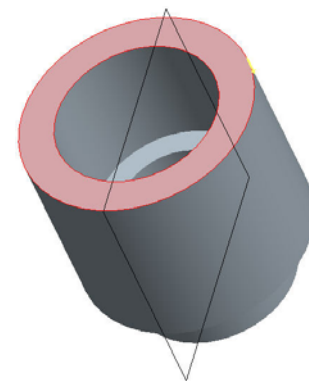





图4-41 选择草绘平面

图4-39 创建草绘基准点源文件

接下来，将在上面那个管状体上表面圆环1/2处，即D=85处创建一个基准点。

第4步，单击右工具栏中的“圆心和点构建”  图标按钮，以坐标中心为圆心，创建一个直径为85的构造圆，如图4-42所示。

第5步，单击工具栏中的“创建点”  图标按钮，在图中构造圆与基准轴相交处创建一个草绘点。

第6步，单击工具栏中的  图标按钮，完成草绘点的创建，如图4-43所示。

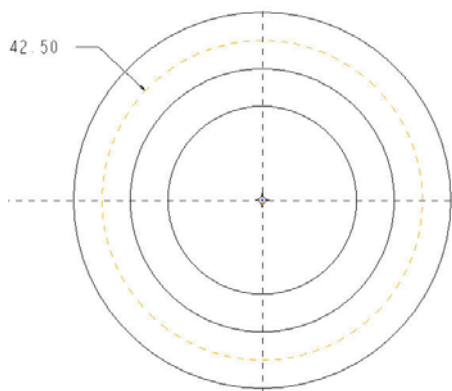


图4-42 创建构造圆

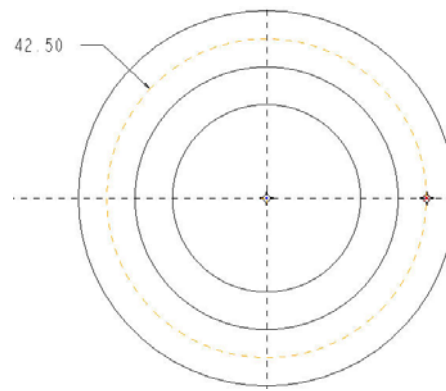


图4-43 创建的草绘基准点

4.3.2 放置基准点的创建

放置基准点的创建方法与前两节所讲的创建基准平面和基准轴的方法类似，创建时首先需要定义放置参照，然后再选择偏移参照用于设置基准点的定位尺寸。可以通过多种方式来创建放置基准点。

调用命令的方式如下。

菜单：执行“插入”|“模型基准”|“点”|“点”命令。

图标：单击“基准”工具栏中的  图标按钮。

(1) 通过在曲线和边线上创建基准点

(2) 在曲线的交点处创建基准点

(3) 在曲线与曲面的交点处创建基准点

(4) 在圆的中心创建基准点

(5) 通过偏移点创建基准点

(6) 通过三个相交面创建基准点

1. 在曲线和边线上创建基准点

该创建方式主要是在曲线或实体的边线上创建基准点，包括“曲线末端”和“参照”两种模式。

操作步骤如下：

第1步，打开Ch4-45。

第2步，单击右工具栏中  图标按钮，弹出“基准点”对话框，如图4-44所示。

第3步，在模型中选择一条边线，作为创建基准点的参照，如图4-45所示。

第4步，在对话框的“放置”选项栏中选“曲线末端”单选按钮。

第5步，选择“比率”方式，并在“偏移值”文本框中输入比率值0.8。

第6步，单击对话框中的“确定”按钮，完成基准点的创建，结果如图4-46所示。

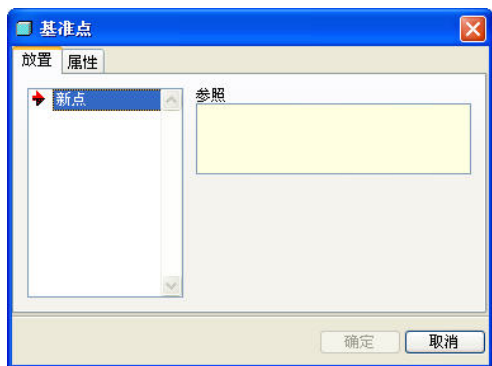


图4-44 “基准点”对话框

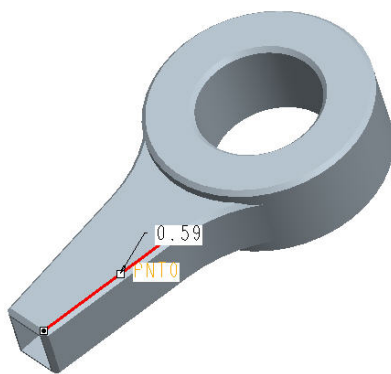


图4-45 选择边线参照

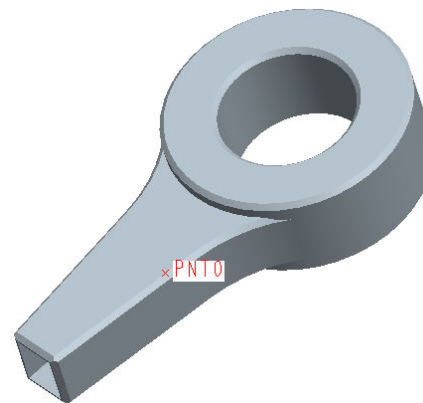


图4-46 “曲线末端”方式创建基准点

2. 在曲线的交点处创建基准点

该方式需要用到空间中相交或相异的两条曲线或实体边线。若是相交关系，则在交点处创建基准点，如果有多个交点，可以单击“参照”收集器下的“下一相交”按钮来进行切换；若是相异的关系，则会在第一条曲线上创建基准点，基准点的位置在两条曲线的最短距离处。

操作步骤如下：

第1步～第2步，同上第1步～第2步。

第3步，选择曲线A作为创建基准点的第一条参照曲线，并设置其约束类型为“在其上”模式。

第4步，按住Ctrl键不放，选择曲线B作为创建基准点的第二条参照曲线，并设置其约束类型为“在其上”模式（此为默认设置）。如图4-48所示。

第5步，单击“确定”按钮，创建的基准点如图4-49所示。

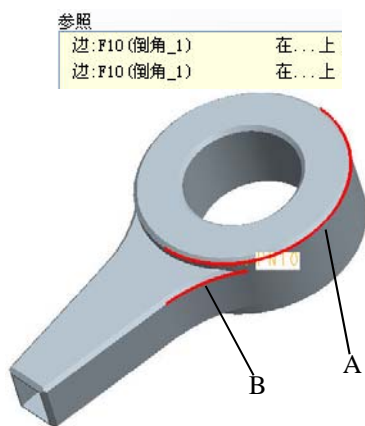


图4-48 选择曲线

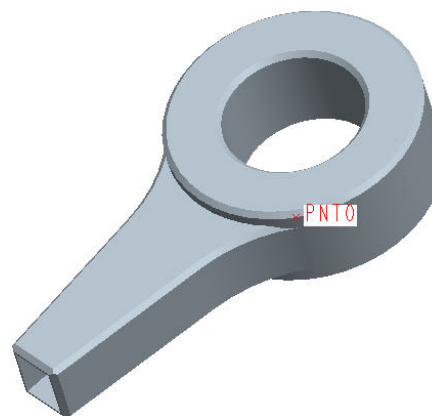


图4-49 在曲线的交点处创建基准点

3. 在曲线与曲面的交点处创建基准点

该方式是运用曲线与曲面相交处产生交点的原理来创建基准点，在操作过程中，不仅是曲线与曲面，也可以是实体边线和平面。

操作步骤如下：

第1步～第2步，同上第1步～第2步。

第3步，选择曲线A作为创建基准点的第一条参照曲线，并设置其约束类型为“在其上”模式。

第4步，按住Ctrl键不放，选择曲面B作为创建基准点的参照面，采用默认的约束类型设置。如图4-50所示。

第5步，单击“确定”按钮，创建的基准点如图4-51所示。

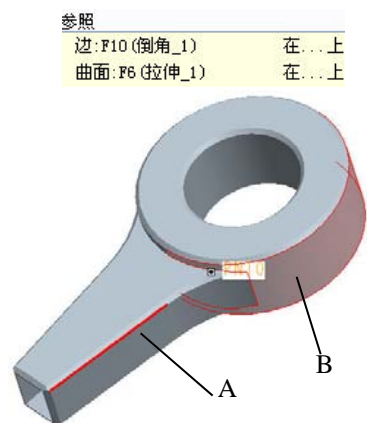


图4-50 选择曲线与曲面

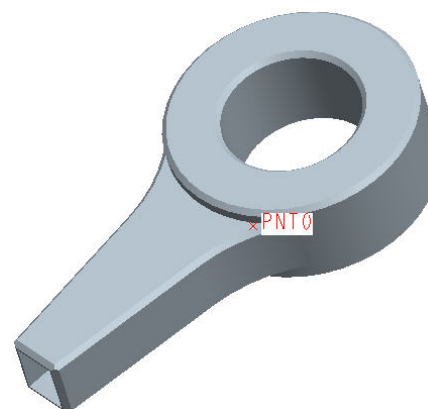


图4-51 在曲线与曲面的交点处创建基准点

4. 在圆的中心创建基准点

对于圆这种特殊的几何形态，既可以在它的中心创建基准点，也可以在圆弧上创建基准点。在设置约束类型时，可以选择“在其上”模式或是“剧中”模式。“在其上”模式即为前面讲的“在曲线和边线上创建基准点”；若选择“剧中”模式，则创建的基准点则在圆心处。

操作步骤如下：

第1步～第2步，同上第1步～第2步。

第3步，选择如图4-52所示的圆弧作为创建基准点的参照曲线，并设置其约束类型为“居中”模式。

第4步，单击“确定”按钮，创建的基准点如图4-53所示。



图4-52 选择圆弧曲线

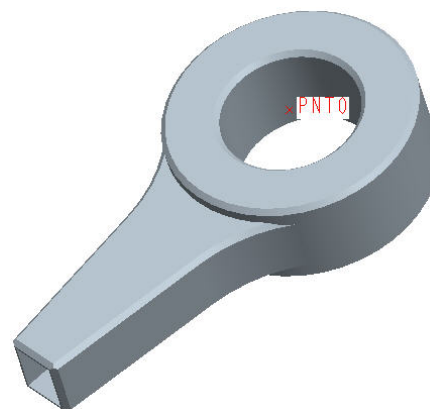


图4-53 在圆的中心创建基准点

5. 通过偏移点创建基准点

除了通过线与面创建基准点之外，还可以通过点来创建基准点，主要是通过偏移的方式来实现的。用来作为偏移参照的点包括图形中的各种类型的点，此外，还需要用到辅助参照，辅助参照可以是实体边线、曲线、平面的法向方向以及坐标系中的坐标轴。在辅助参照的规定下，偏移点沿指定方向偏移一定的距离来创建基准点。

操作步骤如下：

第1步～第2步，同上第1步～第2步。

第3步，选择A点作为创建基准点的偏移参照点，并设置其约束类型为“偏移”模式。

第4步，按住Ctrl键不放，选择实体边线B作为辅助参照线。

第5步，在“偏移”文本框中输入偏移值30，回车，如图4-54所示。

第6步，单击“确定”按钮，创建的基准点如图4-55所示。

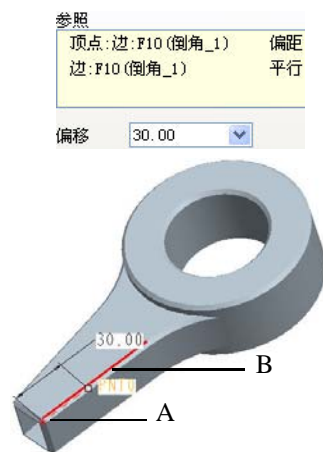


图4-54 选择点与边线

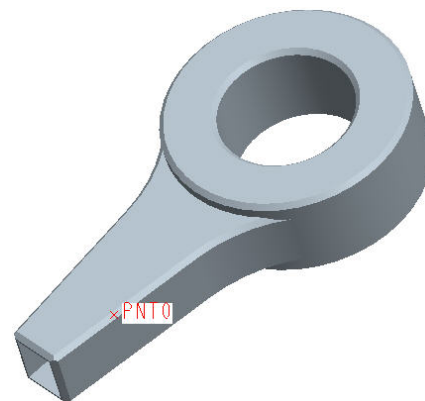


图4-55 通过偏移点创建基准点

6. 通过三个相交面创建基准点

该方式利用三个相交面在相交处创建基准点，相交的面可以是曲面，也可以是平面。如果相交处有多个点，可以单击基准点对话框中的“下一相交”按钮来进行切换。

操作步骤如下：

第1步～第2步，同上第1步～第2步。

第3步，选择曲面A作为创建基准点的第一个参照面，并设置约束类型为“在其上”模式。

第4步，按住Ctrl键不放，选择曲面B作为第二个参照面。

第5步，按住Ctrl键不放，继续选择曲面C作为第三个参照面。如图4-56所示。

第6步，单击“确定”按钮，创建的基准点如图4-57所示。

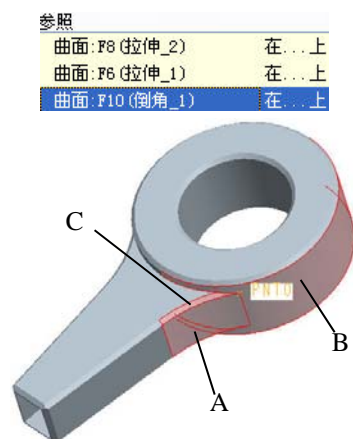


图4-56 选择曲面

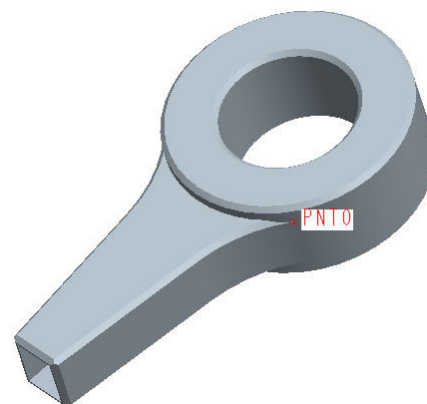


图4-57 通过多个相交面创建基准点

7. 在曲面上或偏移曲面创建基准点

通过该方式创建基准点时，当选择一个曲面后，有两种创建模式。一种是“在其上”模式，选择此模式后需要继续选择两个面或一条实体边线作定位参照，用来辅助确定基准点的位置。另一种是“偏移”模式，选择这种模式后还需要选择两个平面或实体边线作为辅助定位的偏移参照，此外，这种模式还需要设置偏移的距离值。

操作步骤如下：

第1步～第2步，同上第1步～第2步。

第3步，选择一个面A作为创建基准点的参照面，并设置其约束类型为“在其上”模式。

第4步，单击“基准点”对话框的“偏移参照”收集器，将其激活。

第5步，选择一个面B作为第一个偏移参照面，并设置其偏移值为10。

第6步，按住Ctrl键不放，选择第二个面C作为偏移参照面，并设置其偏移值为40。如图4-58所示。

第7步，单击“确定”按钮，创建的基准点如图4-59所示。

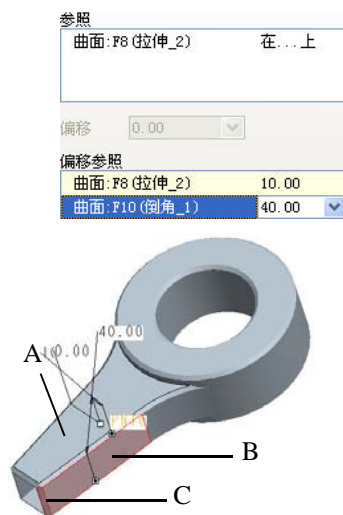


图4-58 选择参照面



图4-59 “在曲面上”模式创建基准点

4.4 基准曲线的创建


在Pro/ENGINEER中，基准曲线可以用来创建和修改曲面，作为扫描轨迹线或截面轮廓来创建其它特征。

4.4.1 绘制基准曲线

绘制基准曲线是指在草绘环境下通过各种方式绘制几何曲线，包括直线、圆弧、一般曲线等。在进行绘制基准曲线的操作过程中，可以利用工具栏中的“草绘”工具，打开草绘对话框，进行完草绘平面、参照及视图方向的设置之后，便可进入草绘界面进行基准曲线的绘制。

操作步骤如下：

第1步，打开Ch4-62.prt，如图4-62所示。

第2步，在“基准”工具栏中单击“草绘工具”  图标按钮，弹出“草绘”对话框。


第3步，选择图4-62中图形的侧面为草绘平面，采用默认参照设置，方向为右，如图4-63所示，单击“确定”按钮，进入草绘模式。




图4-62 草绘基准曲线



图4-63 定义草绘平面

第4步，选择工具栏中的“创建样条线”  工具，在模型上绘制一条曲线，如图4-64所示。

第5步，单击右工具栏中的  图标按钮，完成基准曲线的创建，如图4-65所示。

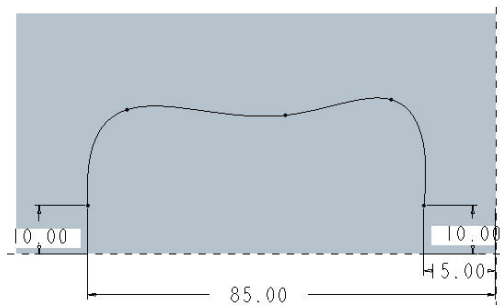


图4-64 绘制曲线

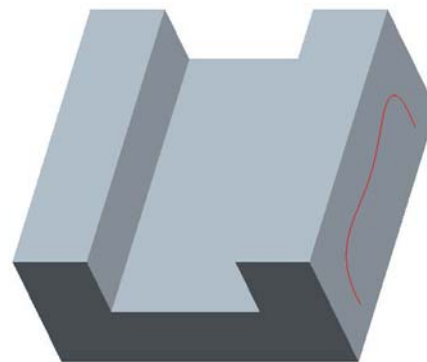


图4-65 草绘的基准曲线

4.4.2 创建投影基准曲线

该方式是将一个面上的曲线通过“投影”命令投影到其它面上。
调用命令的方式如下。

菜单：执行“编辑”|“投影”命令。

操作步骤如下：

第1步，打开Ch4-66.prt，如图4-66所示。

第2步，选择用来投影的曲线，如图4-67所示。

第3步，单击下拉菜单“编辑”|“投影”，弹出“投影”操控板，如图4-68所示。

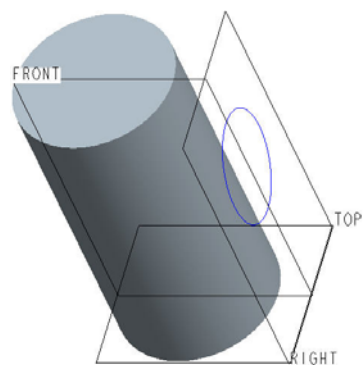


图4-66 原始模型

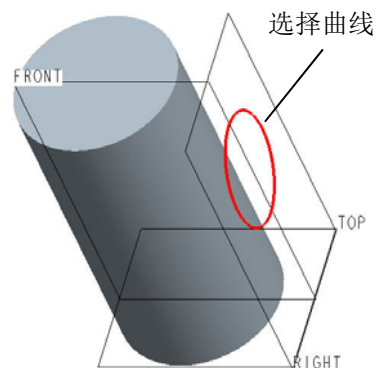


图4-67 选取投影曲线



图4-68 “投影”操控板

第4步，按住Ctrl键不放，选择如图4-69所示的圆柱体曲面。采用操控板上默认的设置。

第5步，单击“确定”按钮，创建的基准曲线如图4-70所示。

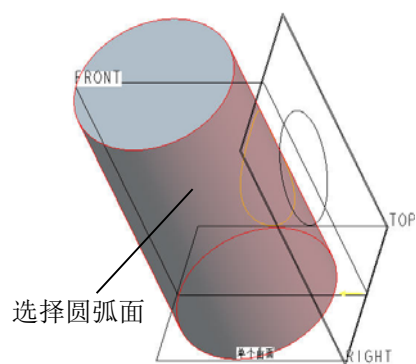


图4-69 选择圆弧曲面

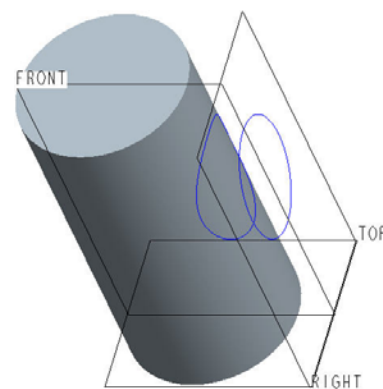


图4-70 创建投影基准曲线

4.4.3 经过点创建基准曲线

运用这种方式创建基准曲线，需要在操作过程中先定义好曲线的起始点、中间点和末点，然后再定义点的连接类型。


调用命令的方式如下。

菜单：执行“插入” | “模型基准” | “曲线”命令。

图标：单击“基准”工具栏中的  图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，打开Ch4-73.prt。

第2步，单击右工具栏中的“基准曲线” 图标按钮，弹出“曲线选项”菜单管理器，如图4-71所示。

第3步，选择“经过点”|“完成”选项，系统弹出“连接类型”菜单管理器与“曲线：通过点”及“选取”对话框，选择“样条”|“整个阵列”|“添加点”选项（此为默认设置），如图4-72所示。



图4-71 “曲线选项”菜单管理器

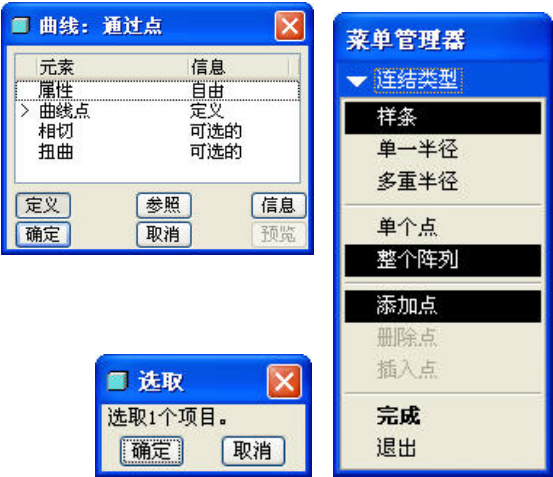


图4-72 相关菜单管理器和对话框

第4步，在模型上选择图4-73所示的几个点。

第5步，选择好了创建点以后，单击“菜单管理器”中的“完成”按钮，然后单击“曲线”对话框中的“确定”，完成基准曲线的创建，如图4-74所示。

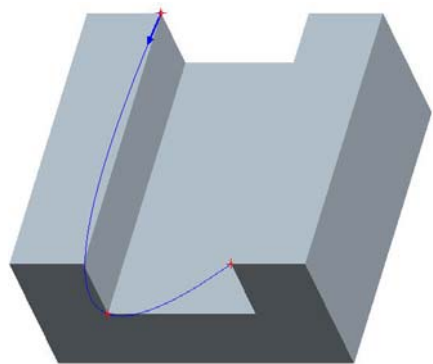


图4-73 选择创建点

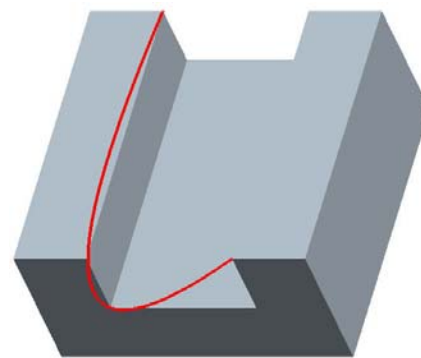



图4-74 “经过点”方式创基准曲线

4.4.4 由方程创建基准曲线

运用这种方式创建基准曲线需要用到数学公式，主要用于创建一些具有特定形状
的模型特征。

操作步骤如下：

第1步，在零件模式中，单击右“基准”工具栏中的  图标按钮，弹出“曲线选项”菜单管理器。

第2步，选择“从方程” | “完成”选项，弹出如图4-77所示的“曲线：从方程”与“选取”对话框及“得到坐标系”菜单管理器。

第3步，根据系统提示选择坐标系，这里单击选择系统默认的坐标系

“PRT_CSYS_DEF”，此时系统弹出如图4-78所示的“设置坐标系类型”对话框。

第5步，选择坐标类型为“笛卡尔”模式，系统打开“rel-ptd_记事本”窗口。

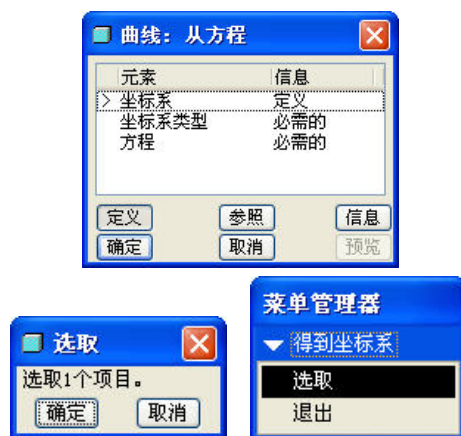


图4-77 相关菜单管理器和对话框

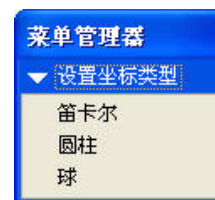


图4-78 “经过点” 菜单管理器

第6步，在该窗口中输入曲线方程“ $X=100*t, Y=50*t, Z=100+150*\sin(t*360)$ ”，如图4-79所示。

第7步，在“rel-ptd_记事本”窗口中单击下拉菜单“文件”|“保存”，然后关闭该窗口。

第8步，单击鼠标中键然后再单击“曲线：从方程”对话框的“确定”按钮，完成基准曲线的创建，如图4-80所示。

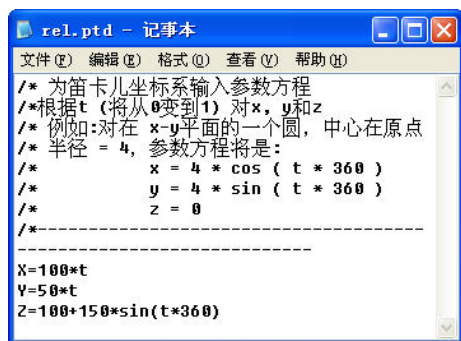


图4-79 输入曲线方程

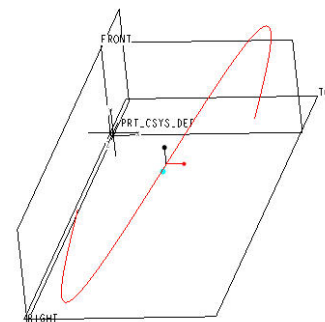



图4-80 由方程创建的基准曲线

4.5 基准坐标系的创建

在Pro/E中，坐标系可以用来添加到零件组件中作参照特征，常用的基准坐标系类型有笛卡尔坐标系、柱坐标系和球坐标系，其中笛卡尔坐标系为系统默认的基准坐标系。在进行三维建模时，通常使用默认坐标系。

调用命令的方式如下。

菜单：执行“插入”|“模型基准”|“坐标系”命令。

图标：单击“基准”工具栏中的 图标按钮。

4.5.1 创建基准坐标系

操作步骤如下：

第1步，打开Ch4-81.prt, 如图4-81所示。

第2步，单击“基准”工具栏中的  图标按钮，弹出“坐标系”对话框。

第3步，按住Ctrl键不放，在模型中选择图4-82所示的三个平面作为创建坐标系的参照，此时对话框如图4-83所示。

第4步，单击对话框中的“确定”按钮，完成坐标系的创建，如图4-84所示。

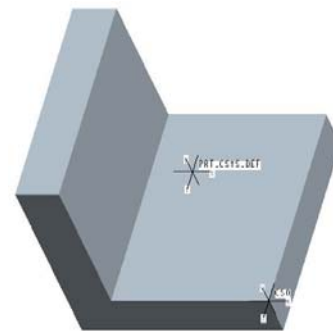
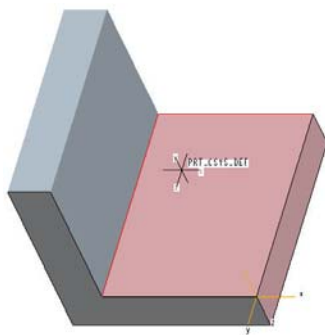
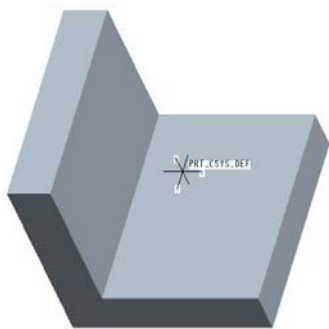


图4-81 原始模型 图4-82 选择参照图元 图4-83 “坐标系”对话框 图4-84 创建坐标系

4.5.2 操作及选项说明

1.创建坐标系的方法

在创建坐标系时，根据选择参照的不同，可以分为以下几种方法：

- (1) 通过三个面：即为上面所介绍的方法。
- (2) 通过两直线：在模型上选择两实体边线、轴线或曲线作参照创建坐标系，它们的交点或最短距离处为坐标系原点，且原点位于选择的第一条直线上，如图4-85所示。
- (3) 通过一点与两直线：先在模型上选择一个点作为创建坐标系的原点，然后将对话框切换到“定向”选项卡，激活“使用”收集器，选择两直线作为两个方向上的轴向，第三轴向系统将根据右手定则自动确定，如图4-86所示。

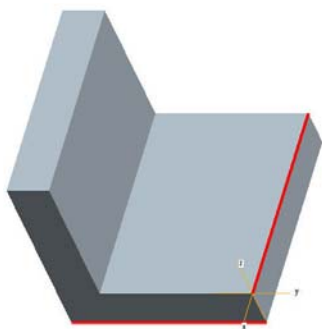


图4-85 通过两直线创建坐标系

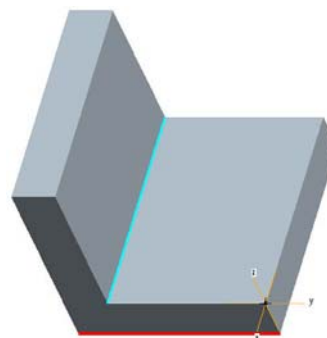


图4-86 通过一点两线创建坐标系

(4) 通过偏移或旋转现有坐标系：选择一个现有坐标系，然后在对话框中设置偏移值，如图4-87，或选择现有坐标系后单击“定向”选项卡，然后在其中设置各轴向的旋转角度，如图4-88所示。

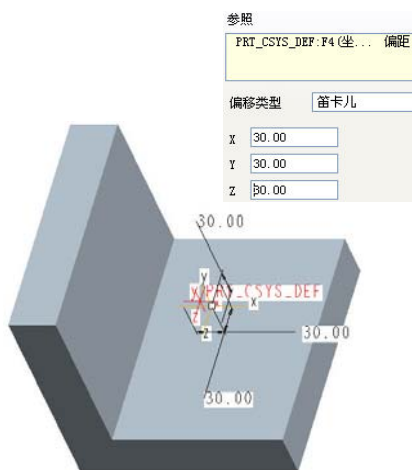


图4-87 通过偏移创建坐标系

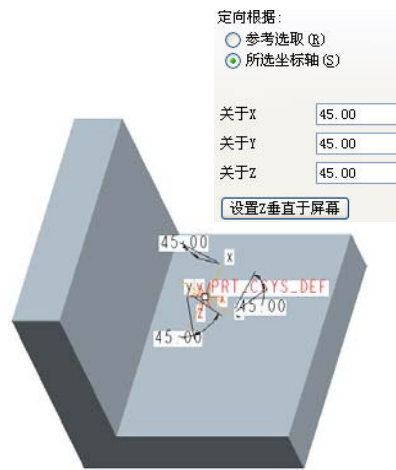


图4-88 通过旋转创建坐标系

2.其它选项说明

在“坐标系”对话框中，包含有“原始”选项卡、“定向”选项卡和“属性”选项卡。其中，“原始”选项卡中又包含以下的选项：

（1）参照：用于收集模型上的参照图元，需要调整已选参照时，可在其上右击，在弹出的快捷菜单中选择“移除”。

（2）偏移类型：表示按哪种方式偏移坐标系以及设置相应的偏移值，包含有“笛卡尔”、“圆柱状”、“球状”和“自文件”几种方式。

“定向”选项卡可以用来设置坐标系的位置，包含的选项有：

（1）参考选取：该选项在要求所选取的参照来确定轴向的情况下使用，如在前面介绍的“通过三面”、“通过两线”、“通过一点两线”的情况下。

（2）所选坐标轴：该选项用来设置与原坐标系各轴向之间的旋转角度。

（3）设置Z垂直于屏幕：该按钮可以快速定向Z轴，使其垂直于查看的屏幕。

4.6 上机操作实验指导三 基准特征创建

根据基准特征创建的相关知识，在模型上创建如图4-89所示的基准特征。主要涉及的命令包括“平面”命令和“轴”命令。

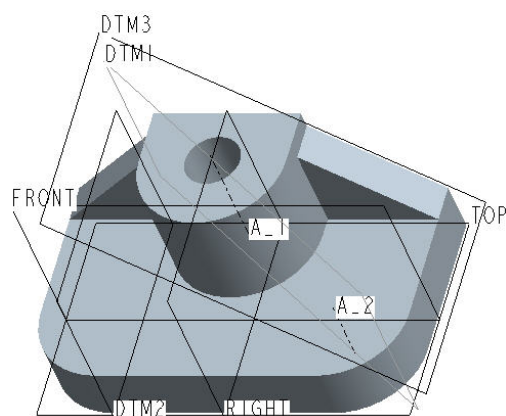


图4-89 创建基准特征

4.7 上机题

根据基准特征创建的相关知识，利用“平面”和“轴”命令，创建如图4-102中所示的基准特征。

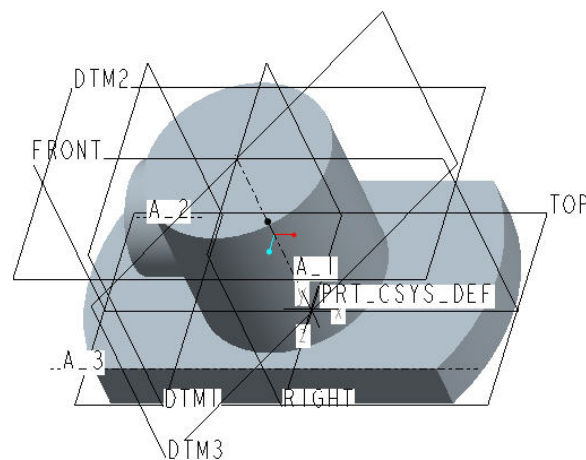


图4-102 创建基准特征

第5章 基础特征的创建

本章将介绍的内容如下：

(1) 创建拉伸特征的方法和步骤

(2) 创建旋转特征的方法和步骤

(3) 创建扫描特征的方法和步骤


(4) 创建混合特征的方法和步骤

5.1 拉伸特征的创建

拉伸特征是将二维特征截面沿垂直于草绘平面的方向拉伸而生成的特征。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“插入” | “拉伸”命令。

图标：单击“基础特征”工具栏中的  图标按钮。

5.1.1 创建增加材料拉伸特征

操作步骤如下：



第1步，在零件模式中，单击  图标按钮，打开“拉伸特征”操控板，如图5-1所示。



图5-1 ”拉伸特征“操控板

第2步，在该操控板中，单击“拉伸为实体”  图标按钮（此为默认设置）。

第3步，单击“放置”按钮，在弹出的上滑面板中，单击“定义”按钮，如图5-2所示，弹出“草绘”对话框。

第4步，选择TOP基准平面为草绘平面，RIGHT基准平面为参照平面，参照平面方向为向右（此为默认设置），如图5-3所示，单击“草绘”按钮，进入草绘模式。

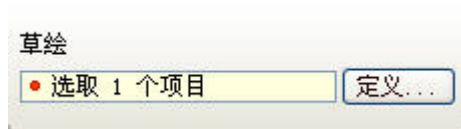





图5-2 “放置”上滑面板



图5-3 设置草绘平面和参照平面

第5步，草绘二维特征截面并修改草绘尺寸值，如图5-4所示，待重生成草绘截面后，单击  标按钮，回到零件模式，如图5-5所示。

第6步，在“拉伸特征”操控板中，指定拉伸特征深度的方法为“盲孔”（此为默认设置），输入“深度值”为100，如图5-6所示 单击  图标按钮。

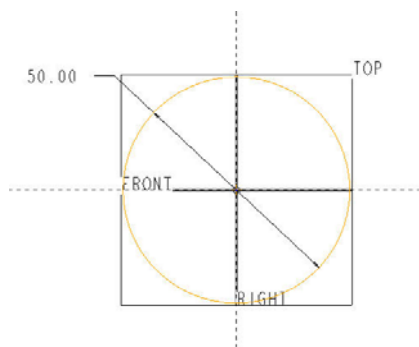


图5-4 二维草绘截面

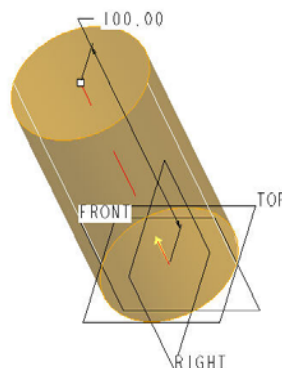


图5-5 创建拉伸特征




图5-6 输入拉伸深度值

5.1.2 创建去除材料拉伸特征

操作步骤如下：

第1步～第3步，同本书第5.1.1小节第1步～第3步。

第4步，选择零件上表面为草绘平面，RIGHT基准平面为参照平面，参照平面方向为向右（此为默认设置），如图5-7所示，单击“草绘”按钮，进行草绘模式。

第5步，草绘二维特征截面并修改草绘尺寸值，如图5-8所示，待重生成草绘截面后，单击 图标按钮，回到零件模式。

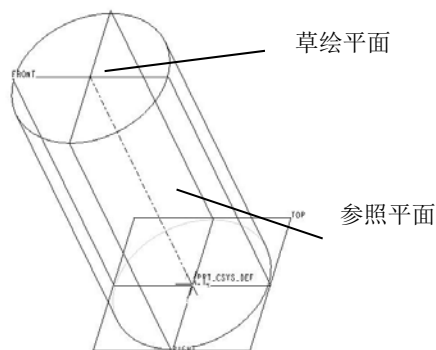


图5-7 选择草绘平面和参照平面

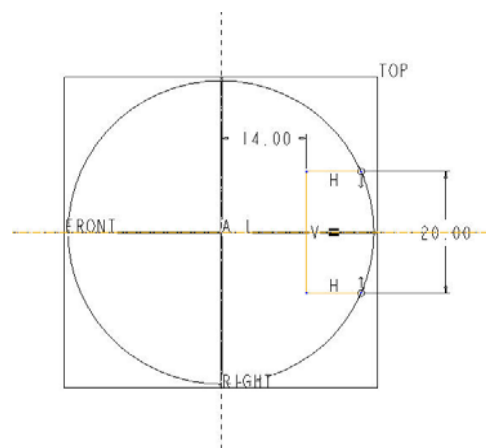





图5-8 二维特征截面

第6步，在“拉伸特征”操控板中，单击“去除材料”图标按钮。

第7步，在“拉伸特征”操控板中，指定拉伸特征深度的方法为“盲孔”（此为默认设置），输入“深度值”为15，如图5-4所示，单击图标按钮。





5.1.3 操作及选项说明

1. 定义二维特征截面的方法

- (1) 在激活“拉伸”命令前选取一条草绘的基准曲线。
- (2) 在“拉伸”命令使用过程中，系统提示“选取一个草绘。(如果首选内部草绘，可在放置面板中找到“定义”选项。)”时，单击“基础特征”工具栏中的“草绘工具”图标按钮。
- (3) 激活“拉伸”命令并选取一条已有的草绘基准曲线。
- (4) 激活“拉伸”命令并草绘截面。

2. 指定拉伸深度的方法

在“拉伸特征”操控板中，单击图标按钮右侧的，可以指定拉伸特征的深度的方法。

- (1)  盲孔：自草绘平面以指定深度值拉伸二维特征截面。
- (2)  对称：在草绘平面两侧分别以指定深度值的一半对称拉伸二维特征截面，如图5-11所示。
- (3)  穿至：将二维特征截面拉伸，使其与选定曲面或平面相交，如图5-12所示。
- (4)  到下一个：将二维特征截面拉伸至下一曲面，如图5-13所示。

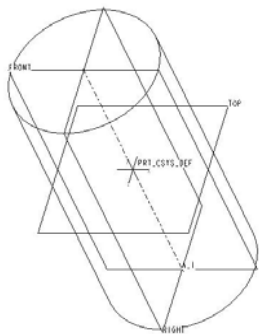


图5-11 对称

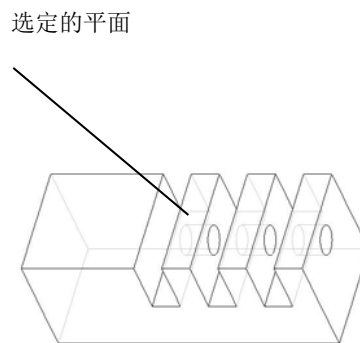


图5-12 穿过

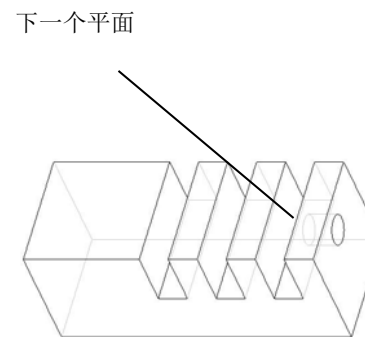




图5-13 到下一个

(5)  穿透：拉伸二维特征截面，使之与所有曲面相交，如图5-14所示。
选定的基准面

(6)  到选定的：将二维特征截面拉伸至一个选定点、曲线、平面或曲面，如图5-15所示。

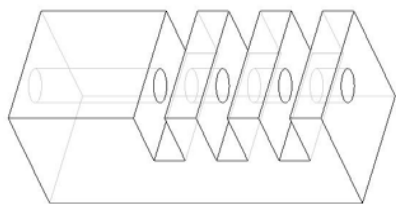


图5-14 穿透

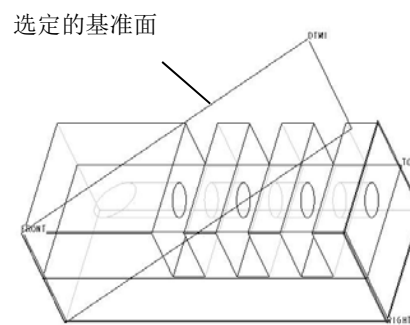


图5-15 到选定的

3.其它选项说明




- (1) ☐ : 将拉伸的深度方向更改为草绘的另一侧。
- (2) ☐ : 为截面轮廓指定厚度创建薄壳特征, 如图5-16所示, 建模过程可以参考增加材料拉伸特征。
- (3)  : 预览要生成的拉伸特征以进行校验。
- (4)  : 暂停模式。
- (5)  : 取消特征创建或重定义。
- (6) “选项”: 单击该按钮, 弹出如图5-17所示“选项”上滑面板, 在该上滑面板中可以重定义草绘平面一侧或两侧拉伸特征的深度。“封闭端”复选框可以设置创建的曲面拉伸特征端口是否封闭。但在创建实体特征时不可用。



图5-16 薄壳特征



图5-17 “选项”上滑面板

4.参照平面方向的设置

在Pro/E中，创建草绘特征必须选取或创建草绘平面和参照平面，草绘平面用于绘制二维特征截面，而参照平面用来为草绘平面定向。系统总是按如图5-2所示“草绘”对话框中设置的参照平面的方向，将草绘平面转至与屏幕平行的位置，然后再进行二维草绘。参照平面的方向可以有四种，如图5-18实体模型所示分别是：顶（如图5-19所示）、底（如图5-20所示）、左（如图5-21所示）、右（如图5-22所示）。

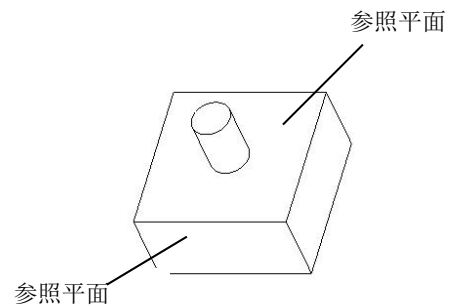


图5-18 薄壳特征

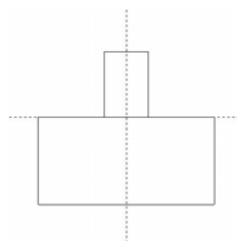


图5-19 参照平面方向为“顶”

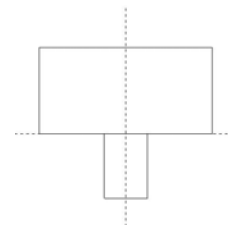


图5-20 参照平面方向为“底”

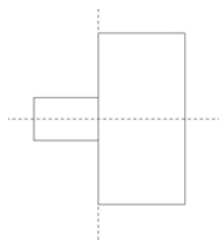


图5-21 参照平面方向为“左”

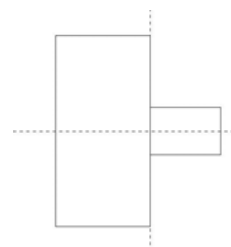



图5-22 参照平面方向为“右”

5.2 旋转特征的创建

旋转特征是将二维特征截面绕中心轴旋转生成的特征。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“插入” | “旋转”命令。

图标：单击“基础特征”工具栏中的 图标按钮。

5.2.1 创建增加材料旋转特征

操作步骤如下：



第1步，在零件模式中，单击  图标按钮，打开“旋转特征”操控板，如图5-23所示。




图5-23 ”旋转特征“操控板

第2步，在该操控板中，单击“旋转为实体”  图标按钮（此为默认设置）。

第3步，单击“位置”按钮，在弹出的上滑面板中，单击“定义”按钮，弹出“草绘”对话框。

第4步，选择FRONT基准平面为草绘平面，RIGHT基准平面为参照平面，参照平面方向为向右（此为默认设置），单击“草绘”按钮，进行草绘模式。

第5步，草绘二维特征截面并修改草绘尺寸值，如图5-24所示，待重生成草绘截面后，单击  图标按钮，回到零件模式，如图5-25所示。

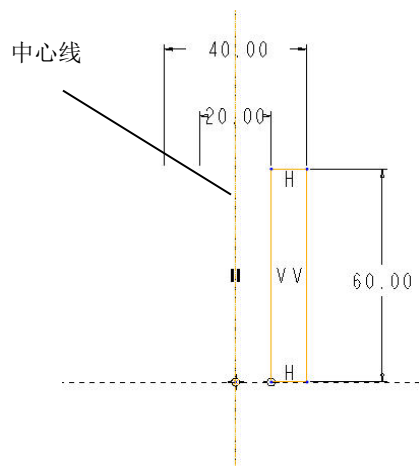


图5-24 二维特征截面

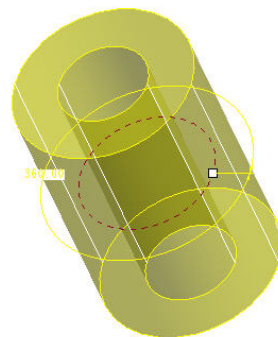


图5-25 创建旋转特征

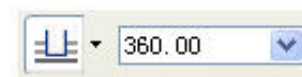




图5-26 输入旋转角度


第6步，在“旋转特征”操控板中，指定“盲孔”方式，即从草绘平面以指定的角度值旋转（此为默认设置），选择“旋转角度值”为360，如图5-26所示，单击图标按钮。


5.2.2 创建去除材料旋转特征

操作步骤如下：

第1步～第4步，同本书第5.2.1小节第1步～第4步。

第5步，草绘二维特征截面并修改草绘尺寸值，如图5-27所示，待重生成草绘截面后，单击 图标按钮，回到零件模式。

第6步，在“旋转特征”操控板中，单击“去除材料” 图标按钮。

第7步，在“旋转特征”操控板中，指定“盲孔”方式，即从草绘平面以指定的角度值旋转（此为默认设置），选择“旋转角度值”为90，单击 图标按钮，生成的三维实体模型如图5-28所示。

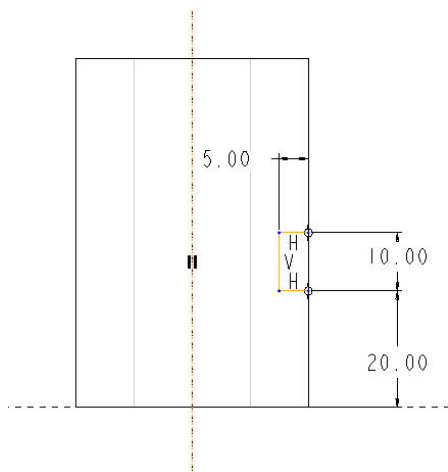


图5-27 二维特征截面

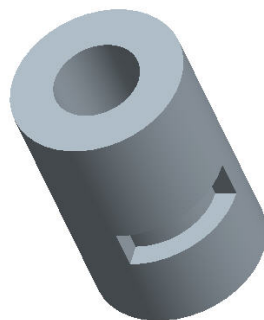


图5-28 三维实体模型

5.2.3 操作选项及说明

操作步骤如下：

1.指定旋转角度的方法

在“旋转特征”操控板中，单击  图标按钮右侧的“”，可以指定旋转特征的旋转角度的方法。

- (1) ☐ 盲孔：自草绘平面以指定的角度值旋转二维特征截面。
- (2) ☐ 对称：在草绘平面两侧分别以指定角度值的一半对称旋转二维特征截面。
- (3) ☐ 旋转至：将二维特征截面旋转至选定点、平面或曲面，如图5-29所示。

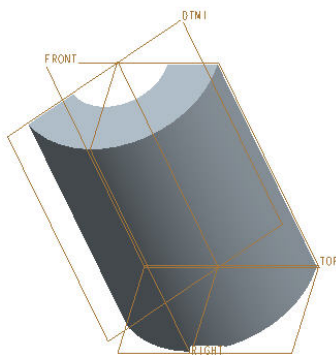




图5-29 二维特征截面旋转至指定基准面

2. 其它选项说明

(1)  : 将旋转的角度方向更改为草绘的另一侧。

(2)  : 为截面轮廓指定厚度创建薄壳特征。

(3) “选项”：单击该按钮，弹出如图5-30所示“选项”上滑面板，在该上滑面板中可以重定义草绘平面一侧或两侧的旋转角度。“封闭端”复选框可以设置创建的曲面旋转特征端口是否封闭。但在创建实体特征时不可用。



图5-30 “选项”上滑面板

3. 三维特征截面绘制要点


- (1) 旋转实体特征的截面必须是封闭的，旋转曲面特征的截面可以是不封闭的。
- (2) 二维特征截面必须在中心线的一侧。
- (3) 如果二维特征截面中包含多条中心线，则系统以第一条中心线为旋转轴。

5.3 扫描特征的创建

扫描特征是将一个二维特征截面沿给指定的轨迹曲线进行扫描而生成的特征。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“插入”|“扫描”命令。

图标：单击“基础特征”工具栏中的  图标按钮。

5.3.1 创建增加材料扫描特征

操作步骤如下：

第1步，在零件模式中，单击下拉菜单“插入”|“扫描”|“伸出项”，系统弹出如图5-31所示“伸出项：扫描”对话框和“扫描轨迹”菜单管理器。

第2步，选择“扫描轨迹”菜单管理器中的“草绘轨迹”选项。系统弹出如图5-32所示“设置草绘平面”菜单管理器和“选取”对话框。




图5-31 “伸出项：扫描”对话框和“扫描轨迹”菜单管理器



图5-32 “设置草绘平面”菜单管理器和“选取”对话框

第3步，选择TOP基准平面为草绘平面，系统弹出如图5-33所示“方向”菜单管理器，选择草绘视图方向，选择“正向”选项，则系统弹出如图5-34所示“草绘视图”菜单管理器，选择草绘视图方向参照，选择“右”选项，系统弹出“设置平面”菜单管理器，选择“平面”选项（此为默认设置），选择RIGHT基准平面为参照平面，参照平面方向为向右，进入草绘模式。

第4步，绘制扫描轨迹如图5-35所示，单击图标按钮。

第5步，在系统弹出的“属性”菜单管理器如图5-36所示。选择“无内部因素”|“完成”选项。



图5-33 选择草绘视图方向



图5-34 选择草绘视图方向参照和“选取”对话框

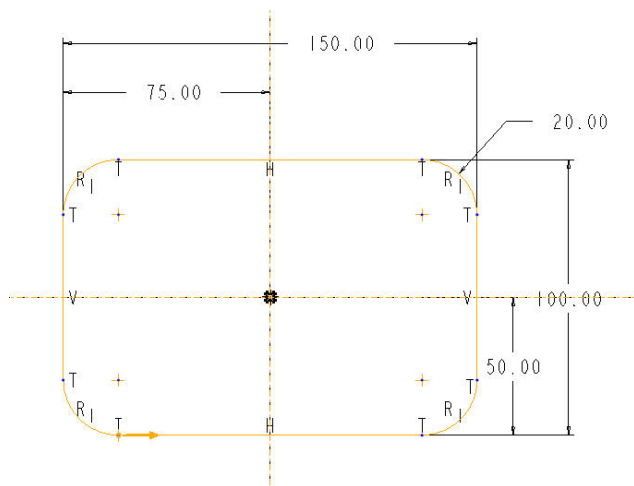



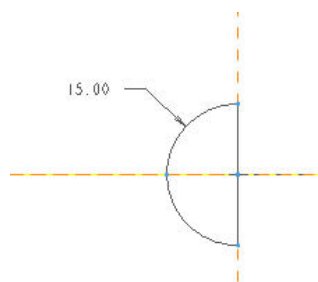
图5-35 扫描轨迹



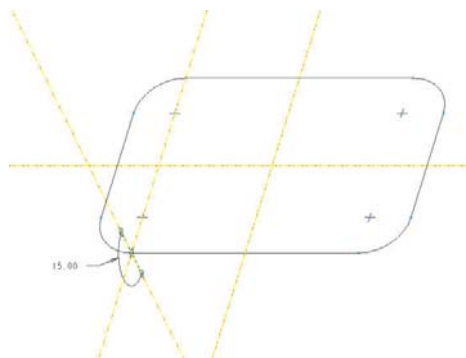
图5-36 “属性”菜单管理器

第6步，绘制草绘封闭截面如图5-37所示，单击  图标按钮。

第7步，在如图5-40所示扫描对话框，单击“确定”按钮，完成封闭截面扫描特征的创建如图5-41所示。



a 草绘方向



b 标准方向

图5-37 封闭草绘截面

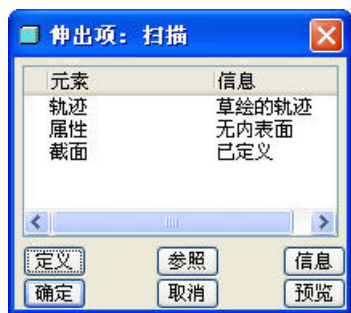


图5-40 扫描外框



图5-41 “无内部因素”
扫描

5.3.2 操作选项及说明

1.创建不同种类的扫描特征

在零件模式中，单击下拉菜单“插入”|“扫描”，系统弹出如图5-42所示子菜单。可以创建如下不同类型的扫描特征：

- (1) 创建增加材料扫描特征。
- (2) 创建薄壳扫描特征。
- (3) 创建去除材料扫描特征。
- (4) 创建去除薄壳材料扫描特征。
- (5) 创建扫描曲面特征。
- (6) 创建扫描曲面修剪。
- (7) 创建薄壳扫描曲面修剪。

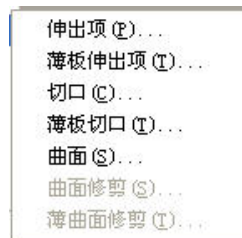


图5-42 “扫描”命令子菜单

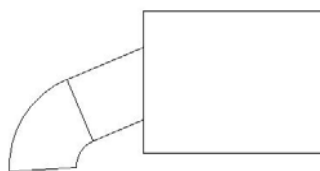
2.设置连接方式属性

如果扫描轨迹线是开放的，创建的扫描特征与已有特征连接，则有两种不同的连接方式。如图5-43所示为“属性”菜单管理器。

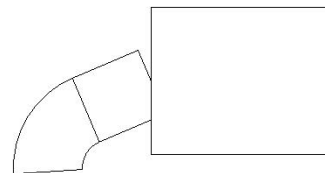
- (1) 合并终点：如图5-44（a）所示为两实体连接时完全融合。
- (2) 自由端点：如图5-44（b）所示为两实体连接时相互不融合。



图5-43 “属性”菜单管理器



a “合并终点”方式



b “自由端点”方式

图5-44 连接方式

3.轨迹线绘制要点

- (1) 轨迹线不能自交。
- (2) 相对于扫描截面的大小，扫描轨迹线中的弧或样条曲线的半径不能太小，否则扫描会失败。

5.4 混合特征的创建

混合特征是将至少两个以上的平面截面在其边处用过渡曲面连接生成的连续特征。

调用命令的方式如下：

菜单：执行“插入” | “混合” 命令。

5.4.1 创建增加材料混合特征

操作步骤如下：

第1步，在零件模式中，单击下拉菜单“插入”|“混合”|“伸出项”，系统弹出如图5-45所示“混合选项”菜单管理器。

第2步，选择“平行”|“规则截面”|“草绘截面”选项（此为默认设置）。

第3步，选择“完成”选项，系统弹出如图5-46所示“伸出项：混合，平行...”对话框和“属性”菜单管理器。



图5-45 “混合选项”
菜单管理器



图5-46 “伸出项：混合、平行”对
话框和“属性” 菜单管理器

第4步，选择“直的” | “完成”选项。系统弹出如图5-47所示“设置草绘平面”菜单管理器和“选取”对话框。

第5步，选择TOP基准平面为草绘平面，系统弹出如图5-48所示“方向”菜单管理器，选择草绘视图方向，选择“正向”选项，则系统弹出如图5-49所示“草绘视图”菜单管理器，选择草绘视图方向参照，选择“右”选项，系统弹出“设置平面”菜单管理器，选择“平面”选项（此为默认设置），选择RIGHT基准平面为参照平面，参照平面方向为向右，进入草绘模式。



图5-47 “设置草绘平面”菜单管理器和“选取”对话框



图5-48 选择草绘视图方向

第6步，绘制如图5-50所示第1个二维截面。

第7步，单击下拉菜单“草绘”|“特征工具”|“切换剖面”或右击，在弹出的快捷菜单中选择“切换剖面”选项。



图5-49 选择选择草绘视图方向参照和“选取”对话框

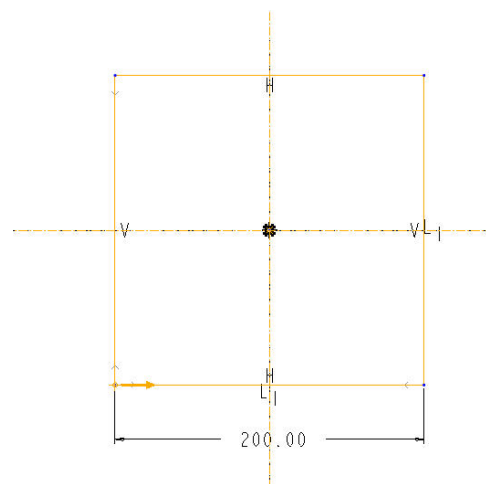



图5-50 第1个二维面

第8步，绘制如图5-51所示第2个二维截面。

第9步，单击下拉菜单“草绘”|“特征工具”|“切换剖面”或右击，在弹出的快捷菜单中选择“切换剖面”选项。

第10步，绘制如图5-52所示第3个二维截面，单击 图标按钮。

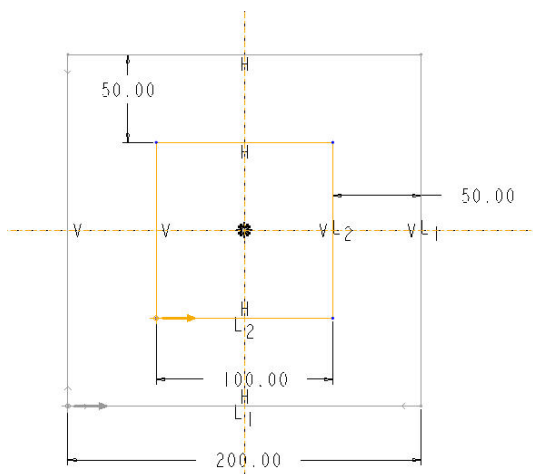


图5-51 第2个二维面

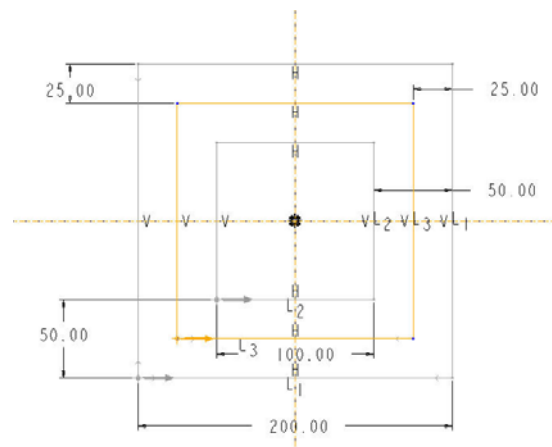


图5-52 第3个二维面

第11步，在“输入截面2的深度”文本框中，输入150为第2截面至第1截面的距离为150，回车。

第11步，在“输入截面3的深度”文本框中，输入150为第3截面至第2截面的距离为150，回车。

第12步，在如图5-46所示混合对话框，单击“确定”按钮，完成“直的”混合特征的创建如图5-53所示。

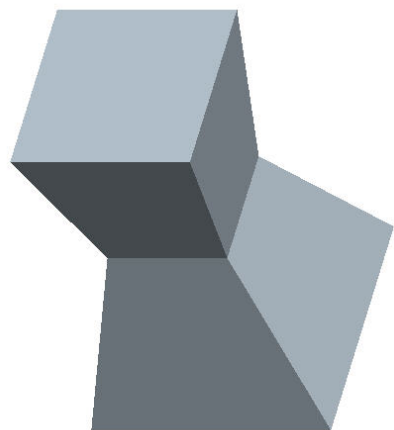


图5-53 “直的”混合

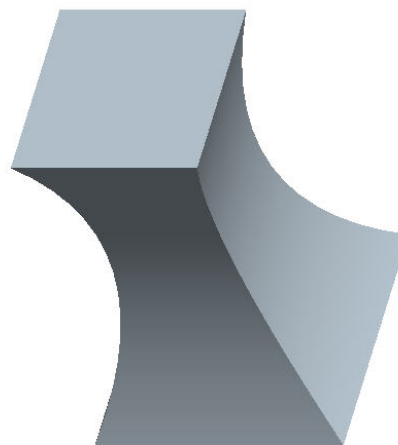


图5-54 “光滑”混合

5.4.2 操作选项及说明

1. 创建不同种类的混合特征

在零件模式中，单击下拉菜单“插入”|“混合”，系统弹出如图5-55所示子菜单。可以创建如下不同种类的混合特征：

- (1) 创建增加材料混合特征。
- (2) 创建薄壳混合特征。
- (3) 创建去除材料混合特征。
- (4) 创建去除薄壳材料混合特征。
- (5) 创建混合曲面特征。
- (6) 创建混合曲面修剪曲面。
- (7) 创建薄壳混合修剪曲面。



图5-55 “混合”命令子菜单

2. 不同种类的混合

如图5-45所示 “混合选项” 菜单管理器种可以选择如下三种混合类型：

- (1) 平行：所有混合截面位于截面草绘中的多个平行平面上。
- (2) 旋转：混合截面绕 Y 轴旋转，最大角度可达 120° 。每个截面都单独草绘并用截面坐标系对齐。
- (3) 一般：混合截面可以绕 X 轴、Y 轴和 Z 轴旋转，也可以沿这三个轴平移。每个截面都单独草绘，并用截面坐标系对齐。

3. 创建混合特征的要点

(1) 修改起始点的方法

如果起始点不一致，如图5-56所示，则生成如图5-57所示扭曲的混合特征。修改起始点操作步骤如下：

第1步，右击，在弹出的快捷菜单中选择“切换剖面”命令，切换到如图5-52所示第3个二维截面。

第2步，选中第3个二维截面的左下角点，右击，在弹出的快捷菜单中选择“起始点”命令。则生成如图5-54所示混合特征。

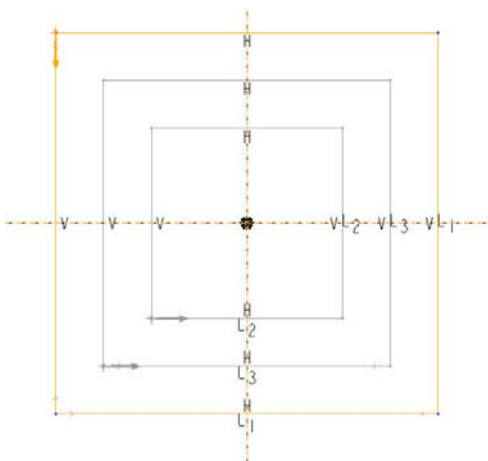


图5-56 起始点不一致

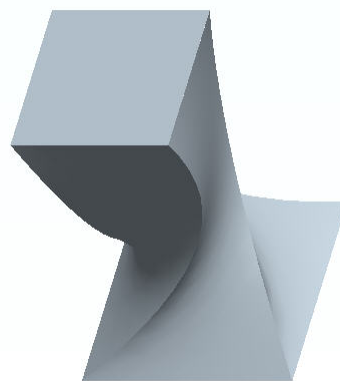


图5-57 扭曲的混合特征

(2) 混合截面图元数不同处理的方法

因为在Pro/E中要求每个混合截面必须有相同数目的图元。当图元数不同时可以根据建模的要求采用以下两种方法：

1) 加入混合顶点

如图5-58所示第1个截面有4个图元，第2个截面有3个图元，必须加入1个混合顶点增加1个图元，操作步骤如下：

第1步，右击，在弹出的快捷菜单中选择“切换剖面”命令，切换到第2个二维截面（如果第2个截面为选中状态，则可以省略该步）。

第2步，选中混合顶点，单击下拉菜单“草绘”|“特征工具”|“混合顶点”。生成混合特征如图5-59所示。

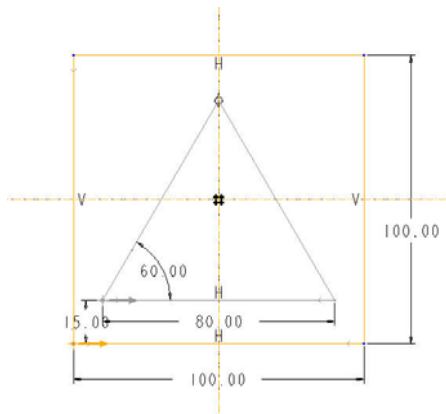


图5-58 加入混合顶点




图5-59 加入混合顶点后生成的模型

2) 加入分割点

如图5-60所示第1个截面有1个图元，第2个截面有4个图元，可以在第1个截面上加入4个分割点，操作步骤如下：

第1步，右击，在弹出的快捷菜单中选择“切换剖面”命令，切换到第1个二维截面（如果第1个截面为选中状态，则可以省略该步）。

第2步，绘制两条中心线与圆相交，单击  图标按钮，分割中心线与圆的4个交点。生成混合特征如图5-61所示。

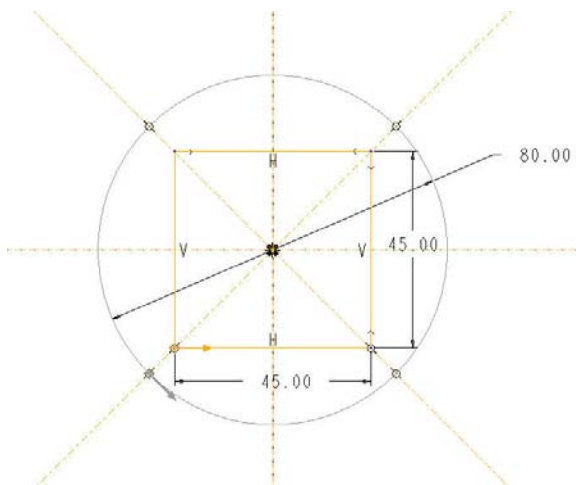


图5-60 加入分割点

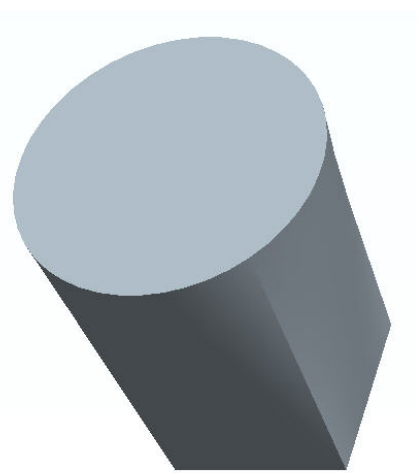


图5-61 分割点后生成的混合特征

5.5 上机操作实验指导四 支座和锁建模

1. 根据如图5-62所示支座的三视图，创建该零件的三维实体模型。主要涉及的命令包括“拉伸”命令和“旋转”命令。

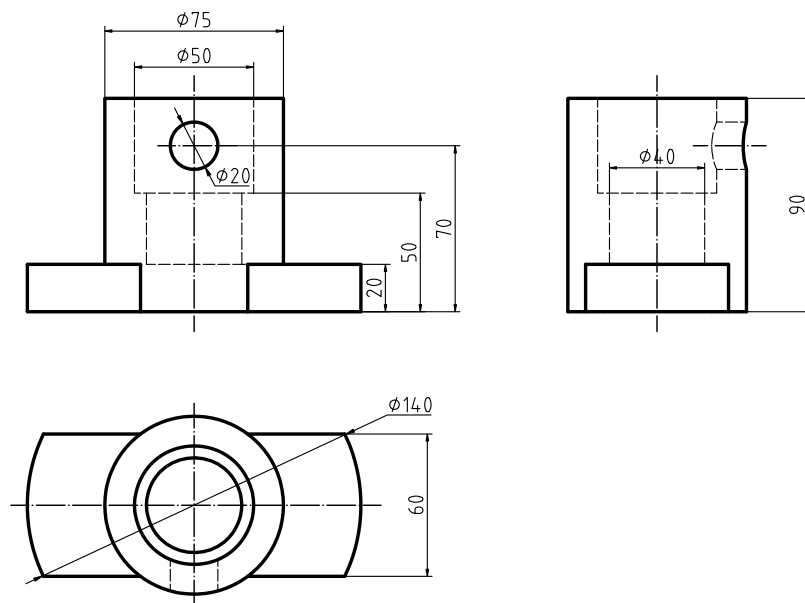


图5-62 支座三视图

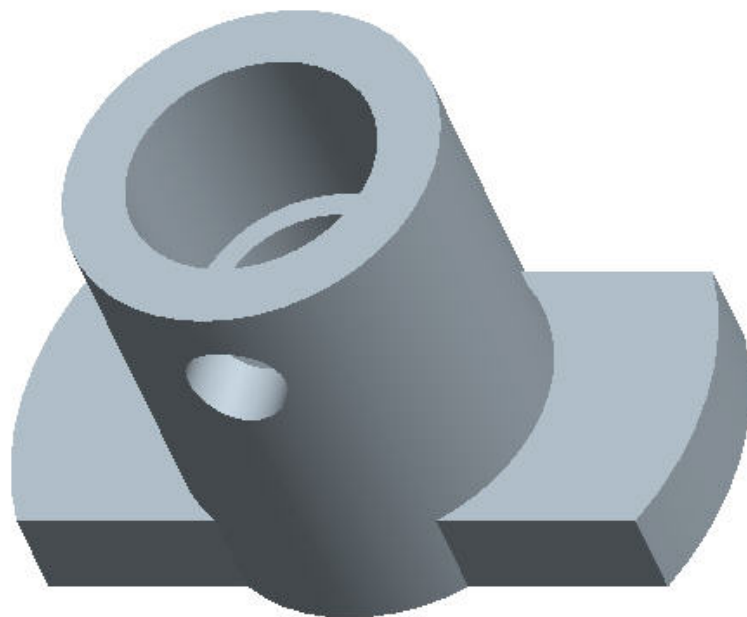


图5-67 支座三维模型

2. 创建如图5-68所示的锁的模型。主要涉及的命令包括“混合”命令、“倒圆角”命令、“拉伸”命令和“扫描”命令。



图5-68 锁模型

5.6 上机题

1. 利用“拉伸”命令、“旋转”命令、“倒角”命令和“螺旋扫描”命令创建如图5-83M16螺母三维模型。

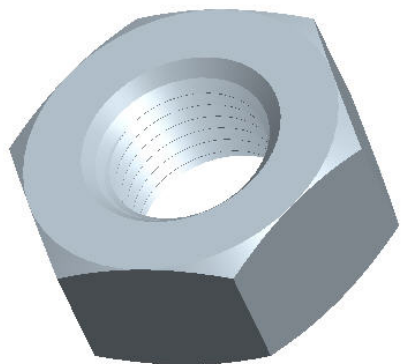


图5-83 螺母三维模型

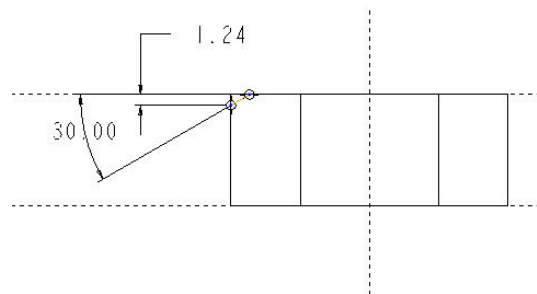


图5-84 旋转截面

2. 创建如图5-85所示的组合体零件模型，三视图如图5-86所示。主要涉及的命令包括“拉伸”命令和“旋转”命令。

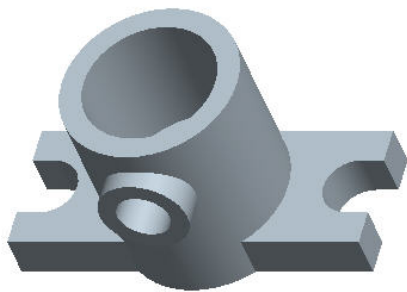


图5-85 组合体

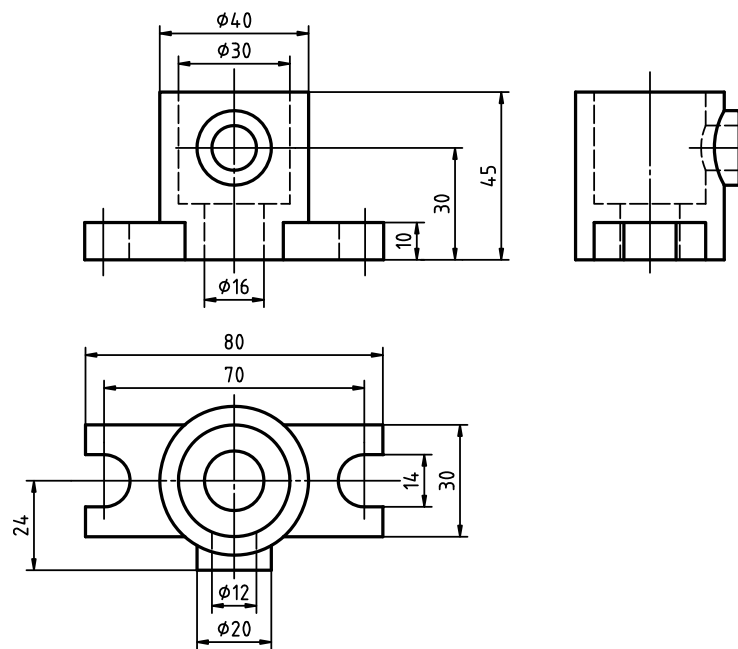


图5-86 组合体三视图

3. 创建如图5-86所示的花盆模型。主要涉及的命令包括“混合”命令、“倒圆角”、“拉伸”命令和“旋转”命令。

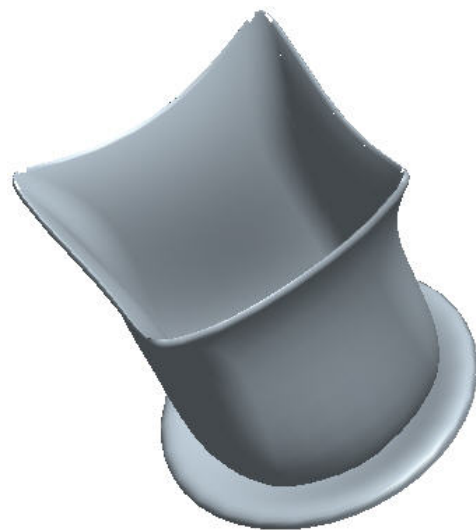


图5-86 花盆模型

第6章 工程特征的创建


本章将介绍的内容和新命令如下：

- (1) 创建孔特征的方法和步骤；
- (2) 创建圆角特征的方法和步骤；
- (3) 创建自动倒圆角特征的方法和步骤；
- (4) 创建倒角特征的方法和步骤；
- (5) 创建抽壳特征的方法和步骤；
- (6) 创建拔模特征的方法和步骤；
- (7) 创建筋特征的方法和步骤。

6.1 孔特征的创建


调用命令的方式如下：

菜单：执行“插入”|“孔”命令。

图标：单击“工程特征”工具栏中的图标按钮。

6.1.1 简单孔特征的创建

操作步骤如下：

第1步，在零件模式中，单击图标按钮，以TOP基准平面为草绘平面，绘制二维特征截面，如图6-1所示，设置拉伸深度为200，创建拉伸实体特征，如图6-2所示。

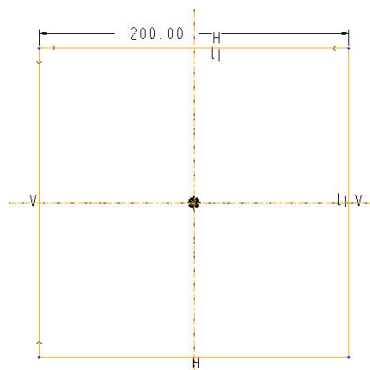


图6-1 二维特征截面

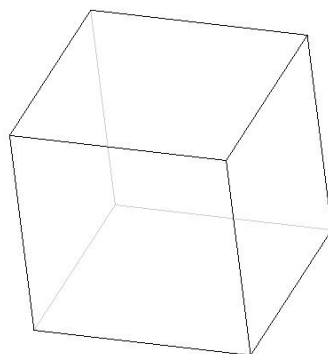


图6-2 拉伸实体特征


第2步，单击图标按钮，打开“孔特征”操控板，如图6-3所示。



图6-3 “孔特征” 操控板

第3步，在该操控板中，单击“创建简单孔” 图标按钮（此为默认设置）。
第4步，单击“放置”按钮，弹出如图6-4所示“放置”上滑面板，在该上滑面板中激活“放置参照收集器”，选择正方体的上表面作为孔的放置平面，模型显示如图6-5所示。



图6-4 “放置” 上滑面板

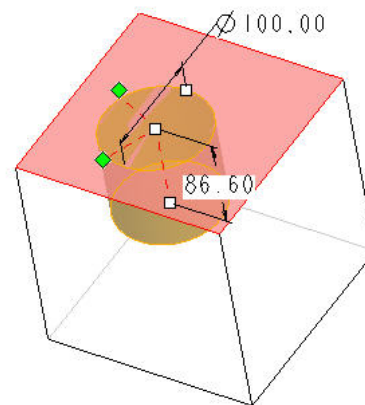


图6-5 选择孔的放置平面

第5步，在“放置”上滑面板中，设置孔的定位方式的“类型”为线性，并激活“偏移参照收集器”，按住Ctrl键依次选取正方体上表面的两条边作为孔的定位基准，如图6-6所示。

第6步，在该上滑面板中，修改“偏移参照收集器”中孔的定位尺寸，如图6-7所示。

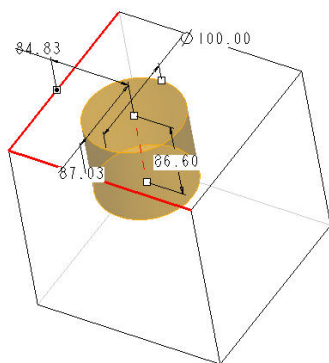


图6-6 选取偏移参照

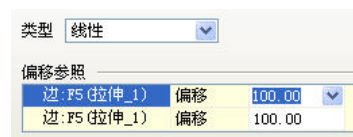


图6-7 修改孔的定位尺寸

第7步，单击“形状”按钮，弹出“形状”上滑面板，选择“盲孔”方式以指定钻孔的深度值，并输入“深度值”为100，“直径值”为150，如图6-8所示，单击 图标按钮，生成的简单孔特征如图6-9所示。

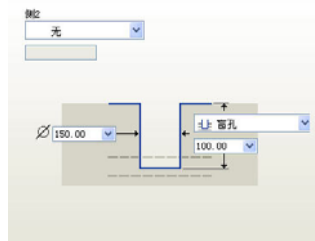


图6-8 修改参数后的“形状”上滑面板

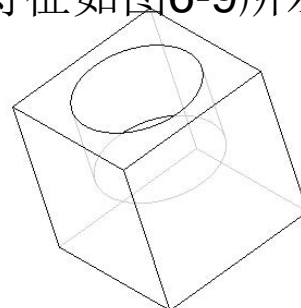




图6-9 完成简单孔特征的创建

6.1.2 草绘孔特征的创建

操作步骤如下:

第1步~第6步, 同本书第6.1.1小节第1步~第6步。

第7步, 在“孔特征”操控板中, 单击  图标按钮, 选取“草绘”定义孔轮廓, 如图6-10所示, 单击  图标按钮, 系统进入草绘模式。

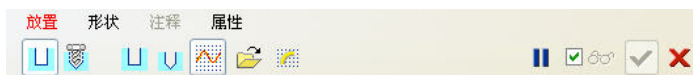




图6-10 选取“草绘”定义孔轮廓

第8步, 草绘二维特征截面并修改尺寸值, 如图6-11所示, 待重生成草绘截面后, 单击  图标按钮, 回到零件模式。

第9步, 单击  图标按钮, 完成草绘孔特征的创建, 如图6-12所示。

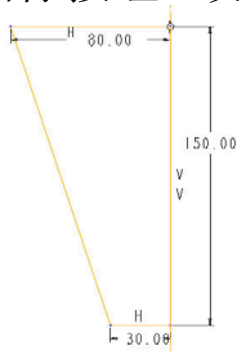


图6-11 二维特征截面

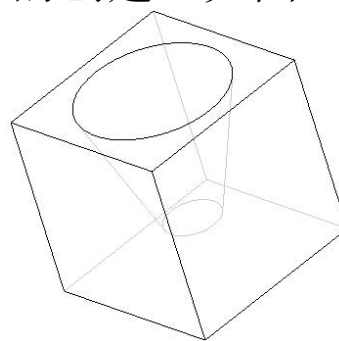


图6-12 完成草绘孔特征的创建

6.1.3 标准孔特征的创建

操作步骤如下:

第1步~第6步, 同本书6.1.1小节第1步~第6步。

第7步, 在“孔特征”操控板中, 单击  图标按钮, 以创建标准孔, 如图6-13所示。

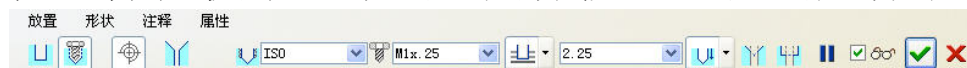





图6-12 创建标准孔

第8步, 在该操控板中, 单击“添加攻丝”  图标按钮 (此为默认设置), 以创建具有螺纹特征的标准孔, 指定标准孔的螺纹类型为“ISO”, 输入螺钉的尺寸为“M64x6”, 指定钻孔深度的类型为“盲孔” (此为默认设置 ), 单击选择  图标按钮, 并输入直到孔尖端的“深度值”为150, 设置参数后的操控板如图6-13所示, 此时绘图区中模型的显示如图6-14所示。

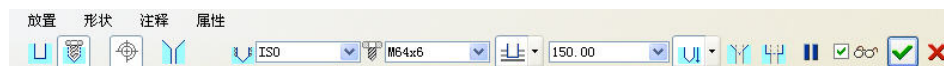


图6-13 设置参数后的操控板

第9步，单击“形状”按钮，弹出“形状”上滑面板，依次输入螺纹的“深度值”为120，钻孔顶角的“角度值”为120，如图6-15所示。

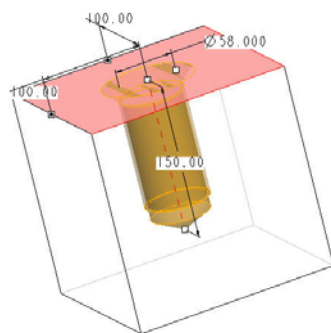


图6-14 设置参数后的模型显示

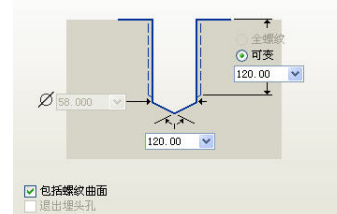





图6-15 “形状”上滑面板

第10步，在“孔特征”操控板中，单击 图标按钮，为标准孔添加“埋头孔”，并在“形状”上滑面板中定义相应的参数值，如图6-16所示 单击 图标按钮，完成标准孔特征的创建，如图6-17所示。

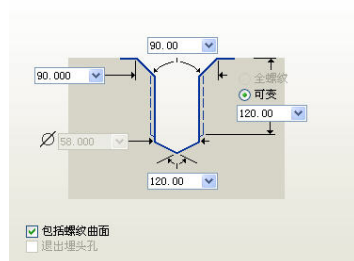


图6-16 “形状”上滑面板

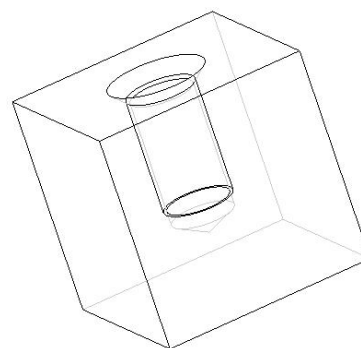


图6-17 完成标准孔特征的创建

6.1.4 操作及选项说明

1. 孔的定位方式的类型

在“放置”上滑面板中，可以指定孔的定位方式的类型。

(1) 线性：使用两个线性尺寸，通过预先指定的偏移参照来确定孔的中心线的坐标位置。

(2) 径向：使用一个线性尺寸和一个角度尺寸，通过预先指定的参考轴和参考平面来确定孔的中心线的极坐标位置，如图6-18所示。

(3) 直径：和径向定位方式类似，不同的是其用直径标注极坐标，如图6-19所示。

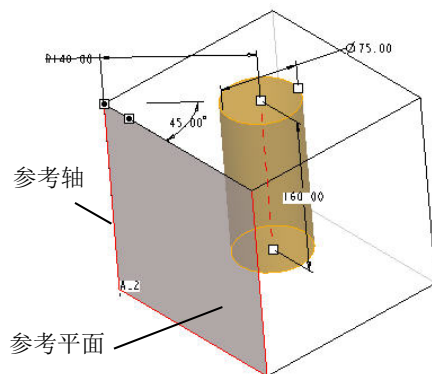


图6-18 孔的径向定位方式

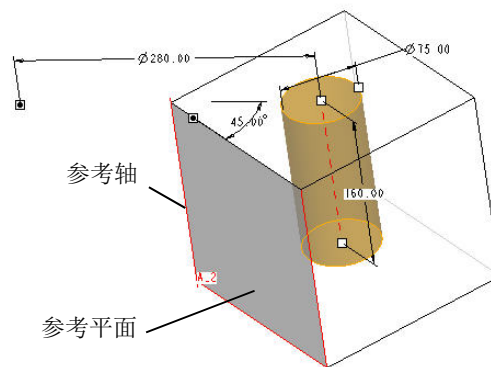




图6-19 孔的直径定位方式


2. 其他选项说明


在“放置”上滑面板中，可以指定孔的定位方式的类型。

(1) ：选中该按钮可以创建具有螺纹特征的标准孔，同时使用该选项可以在螺纹或锥孔和间隙孔或钻孔之间切换，系统默认状态下会选择此项“攻丝”。

(2) ：指定到肩末端的钻孔深度。

(3) ：指定到孔尖端的钻孔深度。


(4) ：允许用户创建锥孔。

(5) ：允许用户创建间隙孔。

6.2 圆角特征的创建


调用命令的方式如下：

菜单：执行“插入”|“倒圆角”命令。

图标：单击“工程特征”工具栏中的图标按钮。

6.2.1 恒定倒圆角特征的创建

操作步骤如下：

第1步，在零件模式中，单击图标按钮，以TOP基准平面为草绘平面，创建一边长为200的正方体实体特征。

第2步，单击图标按钮，打开“圆角特征”操控板，如图6-20所示。

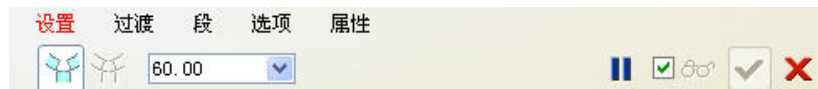



图6-20 “圆角特征” 操控板

第3步，选取正方体的一条边作为倒圆角参照，如图6-21所示，并输入恒定倒圆角的“半径值”为80，如图6-22所示，单击 图标按钮，完成恒定倒圆角特征的创建，如图6-23所示。

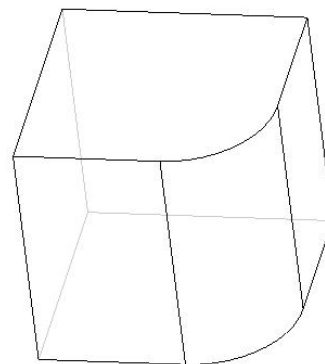
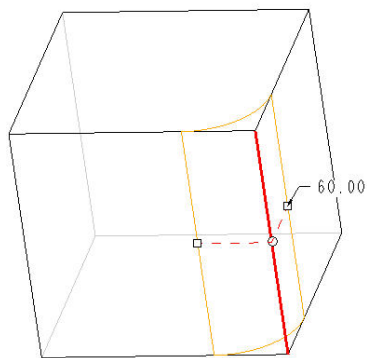


图6-21 选取倒圆角参照

图6-22 输入倒圆角半径值

图6-23 完成恒定倒圆角特征的创建

6.2.2 完全倒圆角特征的创建

操作步骤如下:

第1步~第2步, 同本书第6.2.1小节第1步~第2步。

第3步, 按住Ctrl键选取正方体上表面两侧的两条边线作为完全倒圆角的参照, 如图6-24所示。

第4步, 单击“设置”按钮, 弹出“设置”上滑面板, 如图6-25所示, 单击“完全倒圆角”按钮, 此时的模型显示如图6-26所示。

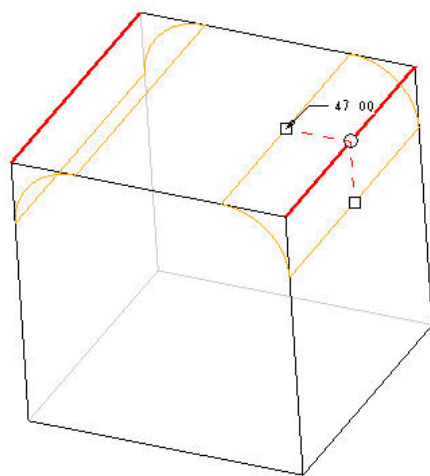


图6-24 选取倒圆角参照



图6-25 “设置” 上滑面板

第5步，在“圆角特征”操控板中，单击 图标按钮，完成完全倒圆角特征的创建，如图6-27所示。

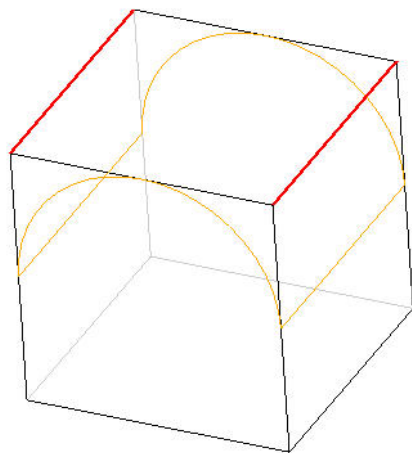


图6-26 “完全倒圆角” 操作

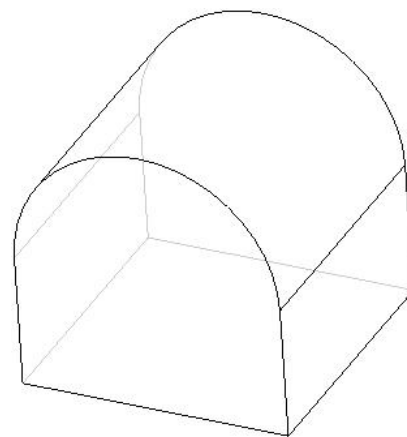


图6-27 完成完全倒圆角特征的创建

6.2.3 可变倒圆角特征的创建

操作步骤如下:

第1步~第2步, 同本书6.2.1小节第1步~第2步。

第3步, 选取正方体的一条边作为倒圆角参照, 如图6-28所示。

第4步, 在绘图区中, 将鼠标移至半径或半径句柄处并右击, 在右键快捷菜单中选择“添加半径”选项, 如图6-29所示, 为圆角添加一个新的半径, 此时的模型显示如图6-30所示。

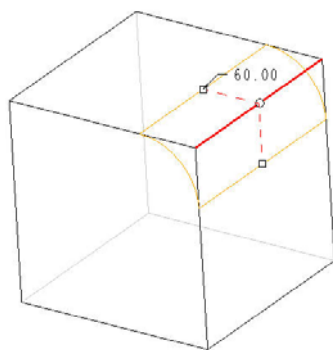


图6-28 选取倒圆角参照



图6-29 选择“添加半径”

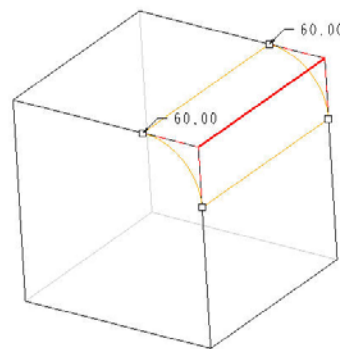



图6-30 为圆角添加新半径

第5步，在模型中利用相同的方法为圆角再添加一个新的半径，在绘图区中，双击相应的半径值修改其尺寸，如图6-31所示，单击图标按钮，完成可变倒圆角特征的创建，如图6-32所示。

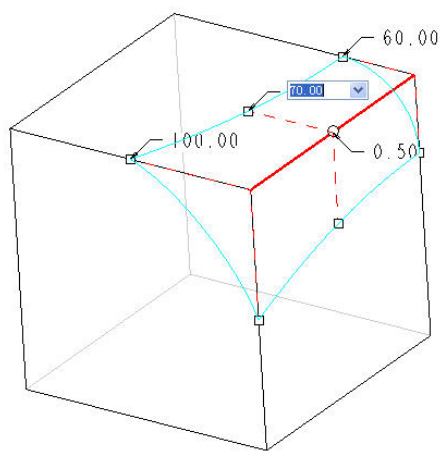


图6-31 修改半径尺寸

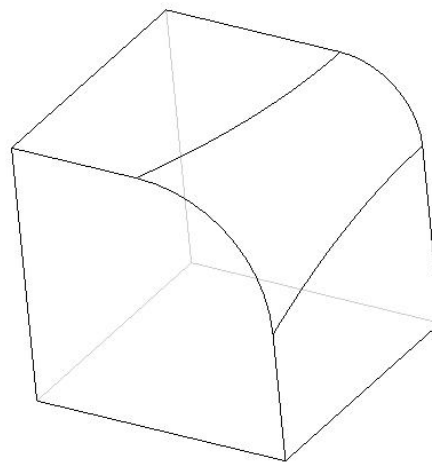


图6-32 完成可变倒圆角特征的创建

6.2.4 操作及选项说明

1. 选取倒圆角参照的方式

(1) 在创建恒定倒圆角特征的过程中，也可选取多条边、边链或相邻的两曲面作为倒圆角参照，如图6-33、图6-34、图6-35所示。

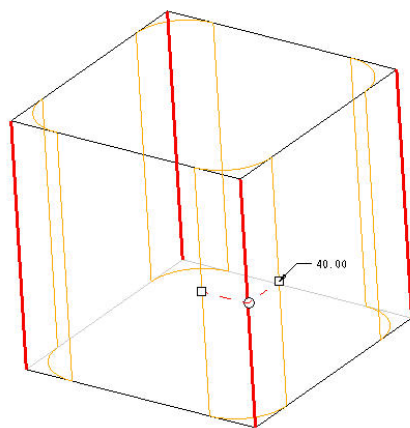


图6-33 选取多条边作为参照

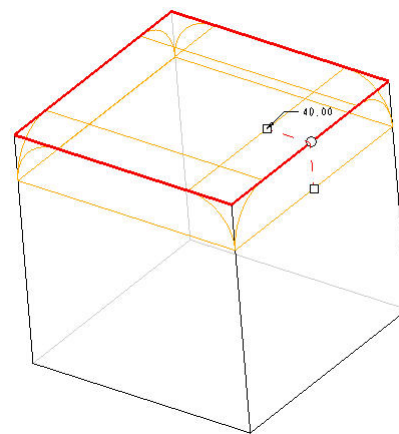


图6-34 选取边链作为参照

(2) 在创建完全倒圆角特征的过程中，也可选取两个曲面作为参照，利用驱动曲面决定完全倒圆角特征，如图6-36所示。

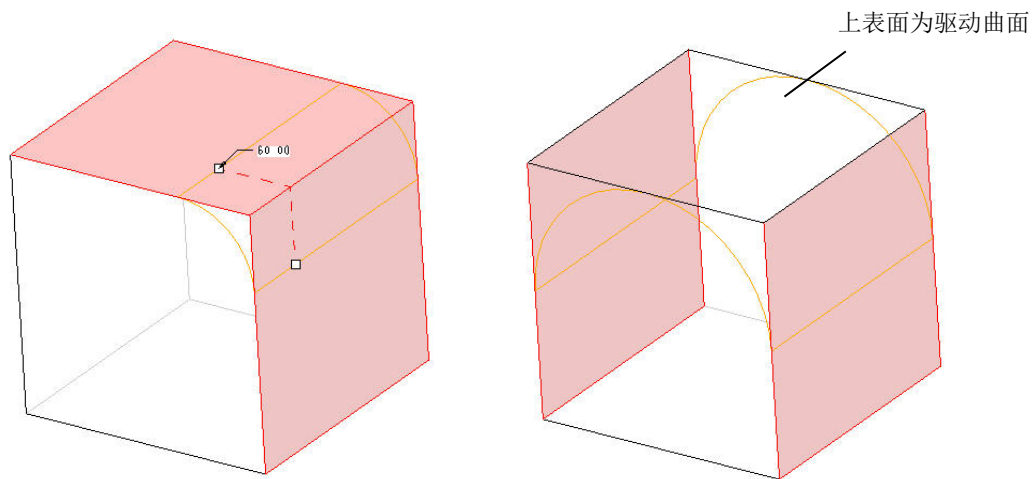




图6-35 选取两曲面作为参照

图6-36 驱动曲面决定完全倒圆角

2. 其他选项说明

(1) ：单击该图标按钮，会激活“设置”模式，用来处理倒圆角集，系统默认状态下会选取此项。

(2) ：单击该图标按钮，会激活“过渡”模式，利用该模式可以定义倒圆角特征的所有过渡。

(3) “设置”：在该面板上可以定义圆角的类型及各种参数，同时可查看并编辑倒圆角参照及其属性。

(4) “过渡”：激活“过渡”模式后可使用此项，该栏列出所有除默认过渡之外的用户定义的过渡

(5) “段”：可查看已选的圆角对象及其包括的曲线段。

(6) “选项”：单击该按钮，可在弹出的上滑面板中定义实体圆角和曲面圆角。


6.3 自动倒圆角特征的创建

调用命令的方式如下：

菜单：执行“插入”|“自动倒圆角”命令。

利用“自动倒圆角”命令可以创建自动倒圆角特征。

操作步骤如下：

第1步，在零件模式中，单击图标按钮，以TOP基准平面为草绘平面，创建一边长为200的正方体实体特征，如图6-37所示，再以正方体的上表面为草绘平面，创建一边长为150的正方体去除材料拉伸特征，如图6-38所示。

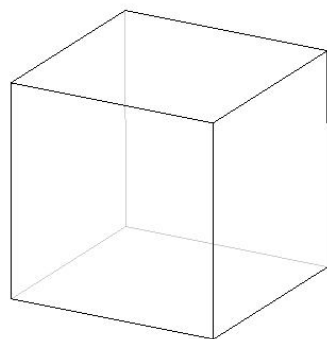


图6-37 创建正方体实体特征

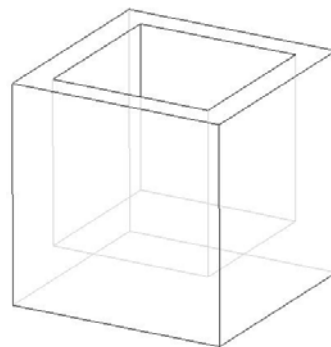


图6-38 创建去除材料拉伸特征

第2步，在菜单栏中，执行“插入”|“自动倒圆角”命令，打开“自动倒圆角特征”操控板，如图6-39所示。

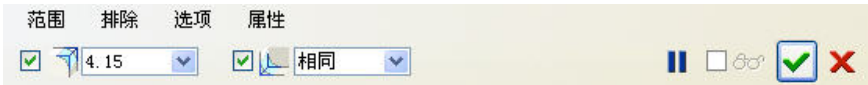


图6-39 “自动倒圆角特征” 操控板

第3步，单击“范围”按钮，弹出“范围”上滑面板，如图6-40所示，选择“实体几何”单选按钮，并选中“凸边”复选框和“凹边”复选框（此均为默认设置）。

第4步，单击“排除”按钮，弹出“排除”上滑面板，如图6-41所示，激活“排除的边”收集器，按住Ctrl键依次选取实体特征上表面的四条边作为排除参照，如图6-



图6-40 “范围” 上滑面板



图6-41 “排除” 上滑面板

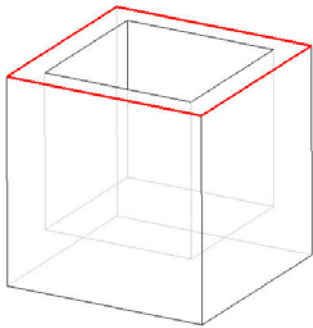


图6-42 选取排除参照



第5步，在“自动倒圆角”操控板中，输入凸边的“半径值”为10，凹边的“半径值”为5，，如图6-43所示，单击  图标按钮，完成自动倒圆角特征的创建，如图6-44所示。



图6-43 输入凸边和凹边的半径值

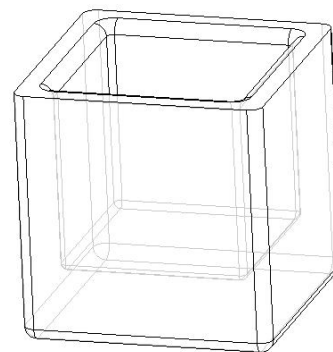



图6-44 完成自动倒圆角特征的创建

6.4 倒角特征的创建


调用命令的方式如下：

菜单：执行“插入”|“倒角”|“边倒角”、“拐角倒角”命令。

图标：单击“工程特征”工具栏中的图标按钮。

6.4.1 边倒角特征的创建

操作步骤如下：

第1步，在零件模式中，单击图标按钮，以TOP基准平面为草绘平面，创建一边长为200的正方体实体特征。

第2步，单击图标按钮，打开“倒角特征”操控板，如图6-45所示。

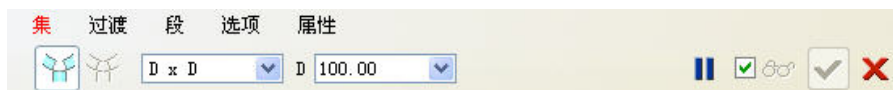




图6-45 “倒角特征” 操控板

第3步，按住Ctrl键依次选取正方体的三条相邻的边作为倒角参照，如图6-46所示，在“倒角特征”操控板中，指定边倒角的标注形式为“DxD”（此为默认设置），输入“D值”为50，如图6-47所示。

第4步，在“倒角特征”操控板中，单击  图标按钮，激活“过渡”模式，在该操控板中打开下拉菜单，指定过渡类型为“拐角平面”，如图6-48所示，单击  图标按钮，完成边倒角特征的创建，如图6-49所示。

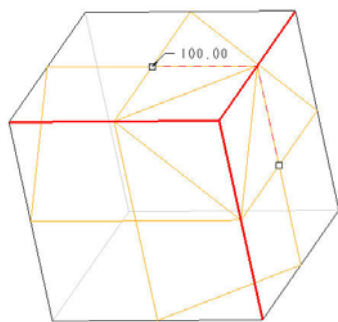


图6-46 选取倒角参照



图6-47 指定倒角类型并输入D值



图6-48 选取倒角参照

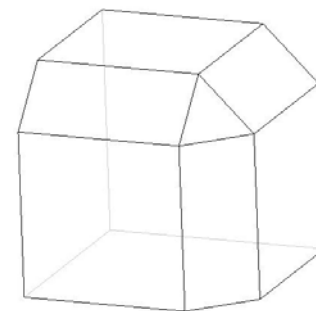


图6-49 完成边倒角特征

6.4.2 拐角倒角特征的创建

操作步骤如下：

第1步，同本书第6.4.1小节第1步。

第2步，在菜单栏中，执行“插入”|“倒角”|“拐角倒角”命令，如图6-50所示，弹出“倒角（拐角）：拐角”对话框，如图6-51所示。

第3步，选取拐角的一条边线，以定义拐角的位置，如图6-52所示，弹出“选出/输入”对话框，如图6-53所示。



图6-50 “拐角倒角”操作

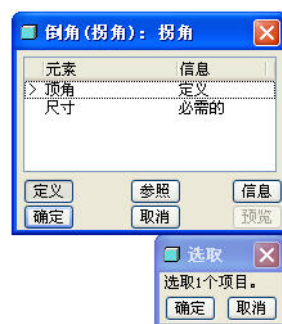


图6-51 “倒角（拐角）：拐角”对话框

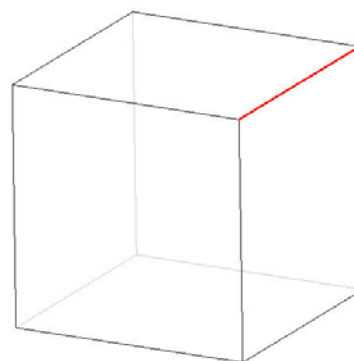




图6-52 定义拐角的位置



图6-53 “选出/输入”对话框

第4步，在该对话框中，选择“输入”选项，并在消息区域输入定义第一条拐角边尺寸的“长度值”为50，如图6-54所示 单击  图标按钮，完成第一条拐角边的设置。

第5步，根据消息区域的提示，依次输入定义另外两条拐角边的“长度值”分别为70、100，完成拐角边的参数设置后，单击“倒角（拐角）：拐角”对话框中的“确定”按钮，完成拐角倒角特征的创建，如图6-55所示。



图6-54 输入长度值

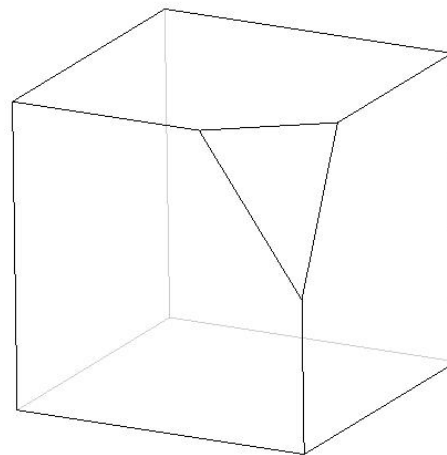


图6-55 完成拐角倒角特征的创建

6.4.3 操作及选项说明

1. 边倒角标注形式的类型

在“倒角特征”操控板中，可以选择边倒角标注形式的类型。

(1) **DxD**: 选择此标注形式，将创建倒角边两侧的倒角距离相等的倒角特征。

(2) **D1xD2**: 选择此标注形式，可以创建倒角边两侧的倒角距离不相等的倒角特征，如图6-56所示。

(3) **角度xD**: 选择此标注形式，可以创建通过一个倒角距离和一个倒角角度定义的倒角特征，如图6-57所示。

(4) **45xD**: 此标注形式仅限在两正交平面相交处的边线上创建倒角特征，系统将默认倒角的角度为 45° ，如图6-58所示。

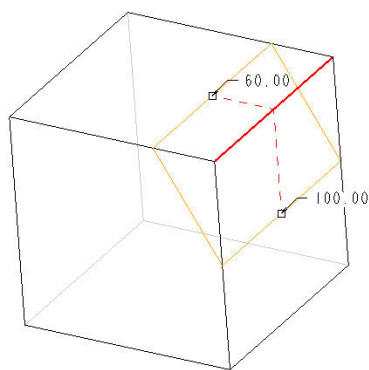


图6-56 D1xD2标注形式

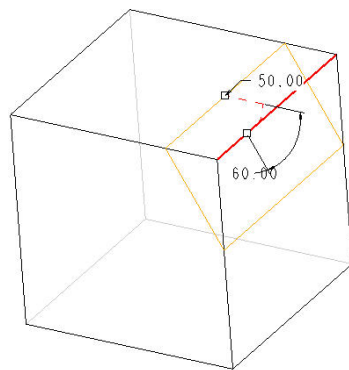


图6-57 角度xD标注形式

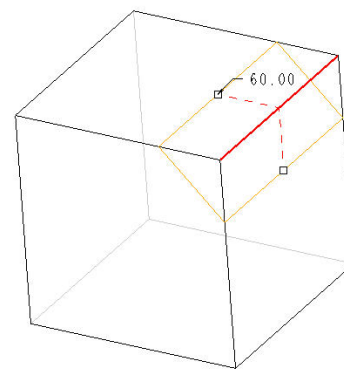


图6-58 45xD标注形式

2.过渡的几种类型

在“倒角特征”操控板中，单击 图标按钮，激活“过渡”模式，可以定义倒角特征的过渡类型。

(1) 缺省（相交）：倒角过渡处将按照系统默认的方式进行处理，如图6-59所示。

(2) 曲面片：在选取参照曲面后，对于三个倒角相交形成的过渡，可以创建能够设置相对与参照曲面的圆角参数的去面片；对于四个倒角相交形成的过渡，则创建系统默认的曲面片，如图6-60所示。

(3) 拐角平面：对倒角过渡处进行平面处理。

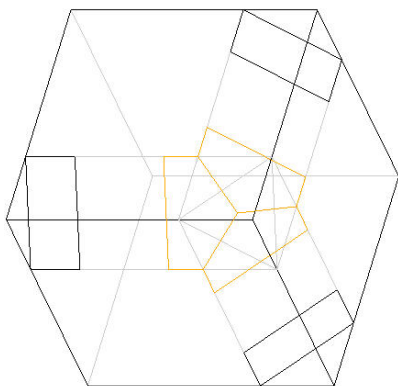


图6-59 缺省（相交）的过渡

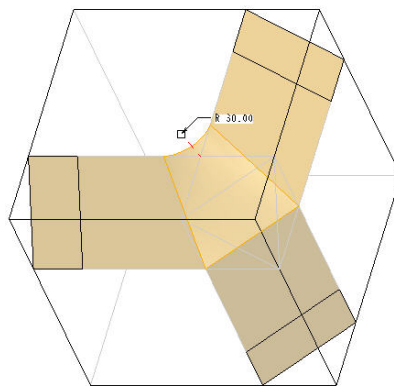



图6-60 曲面片的过渡

6.5 抽壳特征的创建


调用命令的方式如下：


菜单：执行“插入”|“壳”命令。

图标：单击“工程特征”工具栏中的图标按钮。

6.5.1 单一厚度抽壳特征的创建

操作步骤如下：

第1步，在零件模式中，单击图标按钮，以TOP基准平面为草绘平面，创建一边长为200的正方体实体特征。

第2步，单击图标按钮，打开“壳特征”操控板，如图6-61所示，系统按照默认的方式对模型进行抽壳处理，此时的模型显示如图6-62所示。

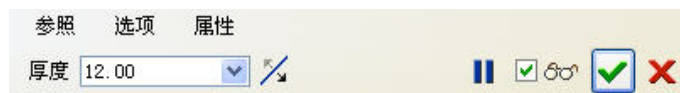


图6-61 “壳特征”操控板

第3步，单击“参照”按钮，弹出“参照”上滑面板，如图6-63所示，激活“移除的曲面”收集器，按住Ctrl键依次选取正方体的上表面和一个侧面作为移除参照，如图6-64所示。

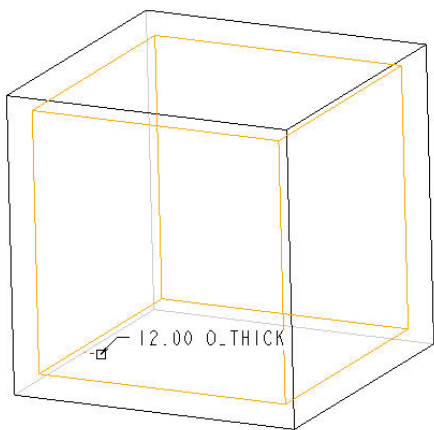


图6-62 系统默认的抽壳处理

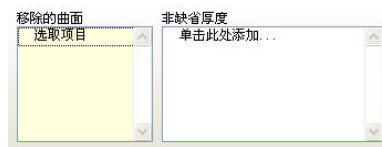


图6-63 “参照” 上滑面板

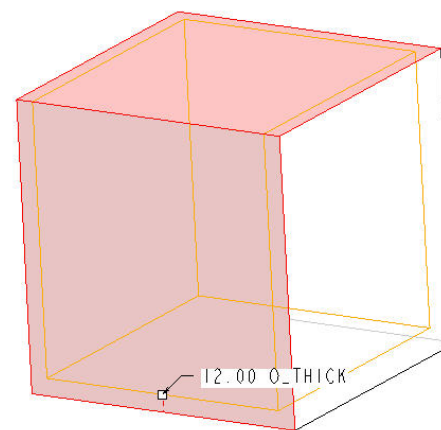


图6-64 选取移除参照

第4步，在“壳特征”操控板中，输入壳体的“厚度值”为30，如图6-65所示。



第5步，单击 图标按钮，完成单一厚度抽壳特征的创建，如图6-66所示。



图6-65 输入厚度值

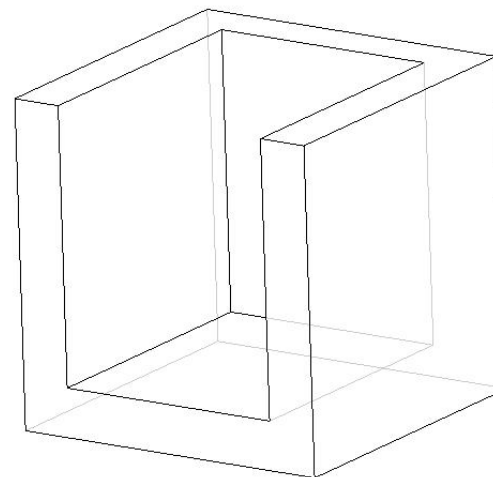



图6-66 完成抽壳特征的创建

6.5.2 不同厚度抽壳特征的创建

操作步骤如下:

第1步~第4步, 同本书第6.5.1小节第1步~第4步。

第5步, 在“参照”上滑面板中, 激活“非缺省厚度”收集器, 选取正方体的底面, 以修改该面的抽壳厚度, 如图6-67所示。

第6步, 在该收集器中, 输入已选的不同厚度曲面的“厚度值”为60, 如图6-68所示, 在“壳特征”操控板中, 单击 图标按钮, 完成不同厚度抽壳特征的创建, 如图6-69所示。

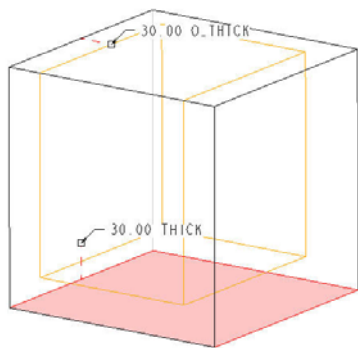


图6-67 选取不同厚度曲面



图6-68 输入厚度值

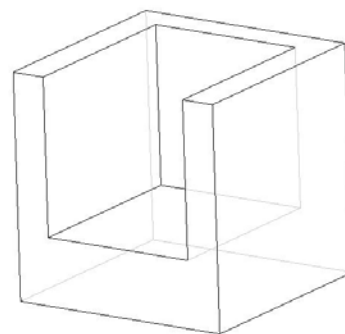


图6-69 完成抽壳特征的创建

6.5.3 操作及选项说明

1. 利用排除的曲面创建抽壳特征

在创建抽壳特征的过程中，可以单击“选项”按钮，打开“选项”上滑面板并激活“排除的曲面”收集器，如图6-71所示，在绘图区中选取要排除的曲面，使其不被壳化，如图6-72所示，原始模型如图6-70所示，最终创建的抽壳特征如图6-73所示。

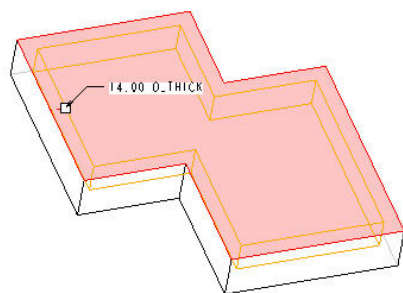


图6-70 原始模型

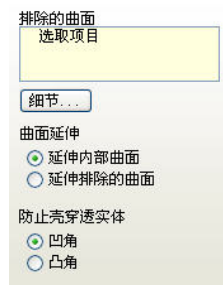


图6-71 “选项”上滑面板

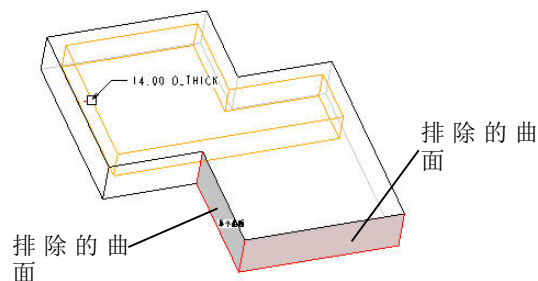


图6-72 选取排除的曲面

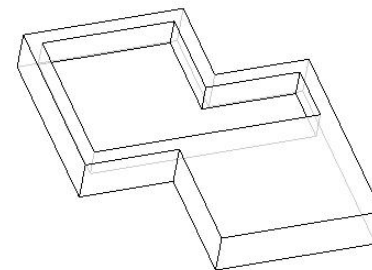



图6-73 完成抽壳特征的创建

6.6 拔模特征的创建


调用命令的方式如下：


菜单：执行“插入”|“斜度”命令。

图标：单击“工程特征”工具栏中的图标按钮。

6.6.1 基本拔模特征的创建

操作步骤如下：

第1步，在零件模式中，单击图标按钮，以TOP基准平面为草绘平面，指定拉伸特征深度的方法为“对称”，创建一边长为200的正方体实体特征，如图6-74所示。

第2步，单击图标按钮，打开“拔模特征”操控板，如图6-75所示。

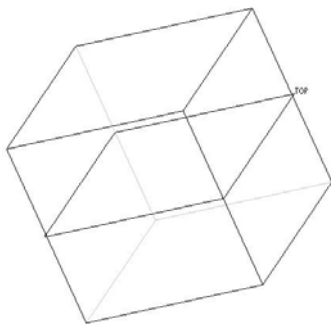


图6-74 正方体实体特征

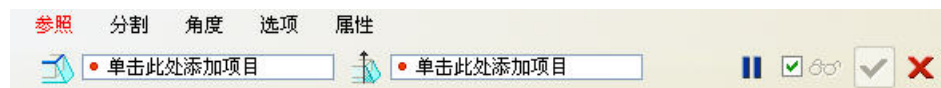


图6-75 “拔模特征”操控板

第3步，选取正方体的前表面作为拔模曲面参照，如图6-76所示。

第4步，在“拔模特征”操控板中，激活“拔模枢轴收集器”，如图6-77所示，选取正方体的上表面作为拔模枢轴参照，如图6-78所示。

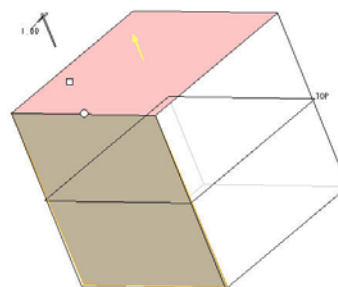
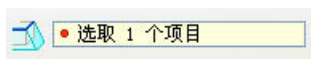
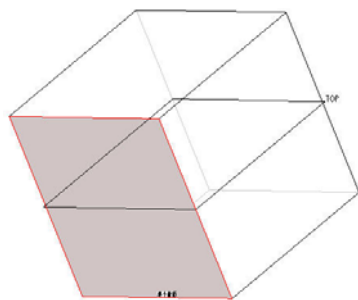



图6-76 选取拔模曲面参照

图6-77 激活拔模枢轴收集器

图6-78 选取拔模枢轴参照

第5步，在该操控板中，输入拔模的“角度值”为15，如图6-79所示，单击  图标按钮，完成基本拔模特征的创建，如图6-80所示。

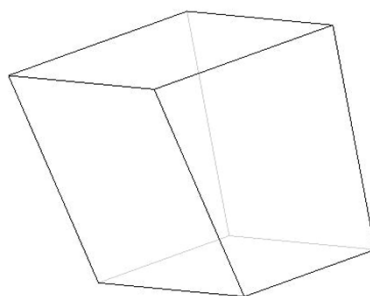
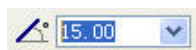


图6-79 输入拔模角度值

图6-80 完成基本拔模特征的创建

6.6.2 分割拔模特征的创建

操作步骤如下：

第1步～第3步，同本书第6.6.1小节第1步～第3步。

第4步，激活“拔模特征”操控面板下的“拔模枢轴收集器”，选取TOP基准平面作为拔模枢轴参照，如图6-81所示。

第5步，单击“分割”按钮，弹出如图6-82所示“分割”上滑面板，选择“根据拔模枢轴分割”选项，如图6-83所示。

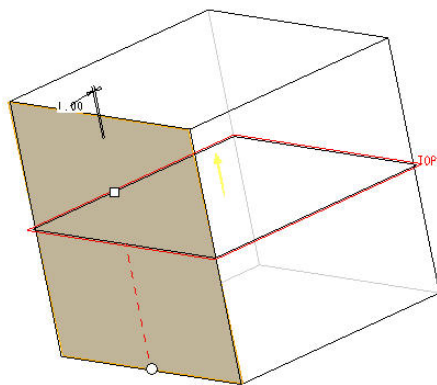


图6-81 选取拔模参照



图6-82 “分割”上滑面板



图6-83 选择根据拔模枢轴分割



第6步，在“拔模特征”操控板中，输入拔模的“角度值”分别为10、30，如图6-84所示，击  图标按钮，完成分割拔模特征的创建，如图6-85所示。



图6-84 输入拔模角度值

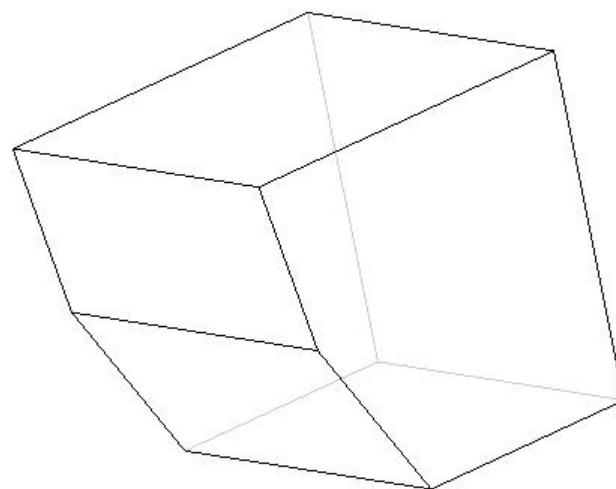



图6-85 完成分割拔模特征的创建


6.7 筋特征的创建

调用命令的方式如下：

菜单：执行“插入”|“筋”命令。

图标：单击“工程特征”工具栏中的图标按钮。

操作步骤如下：

第1步，在零件模式中，单击图标按钮，以TOP基准平面为草绘平面，创建一长为200，宽为200，高为30的长方体，如图6-86所示，再以长方体的上表面为草绘平面创建一直径为100，高为80的圆柱体，如图6-87所示。

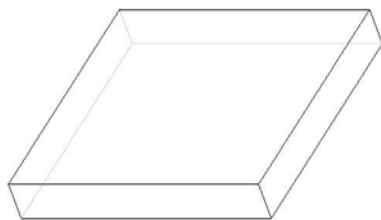


图6-86 创建长方体

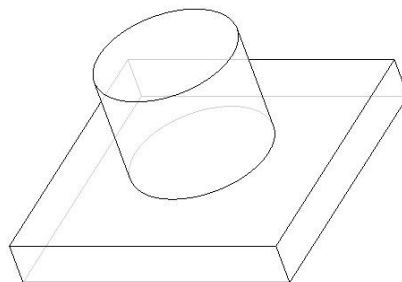



图6-87 创建圆柱体

第2步，单击图标按钮，打开“筋特征”操控板，如图6-88所示。

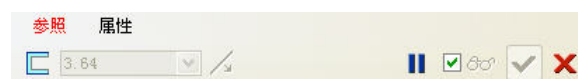


图6-88 “筋特征” 操控板

第3步，单击“参照”上滑面板中的“定义”按钮，如图6-89所示，选择FRONT基准平面为草绘平面，接受系统默认的RIGHT基准平面为参照平面，单击“草绘”按钮，进行草绘模式。


第4步，绘制如图6-90所示的截面直线，绘制时注意必须使截面直线与相邻两图元相交，单击图标按钮，回到零件模式。



图6-89 “参照” 上滑面板

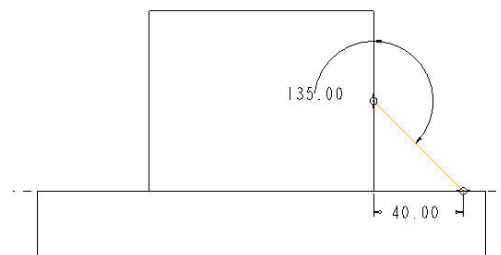


图6-90 绘制截面直线

第5步，在“筋特征”操控板中，输入筋的“厚度值”为30，如图6-91所示✅单击 图标按钮，完成筋特征的创建，如图6-92所示。



图6-91 输入筋厚度值

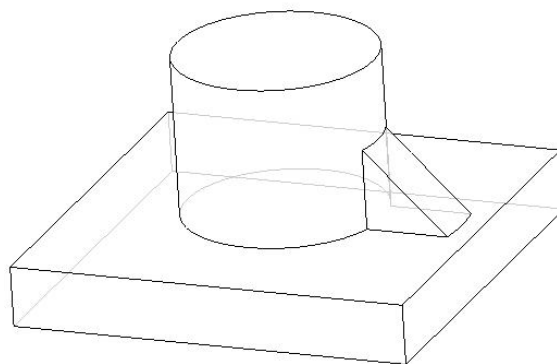


图6-92 完成筋特征的创建

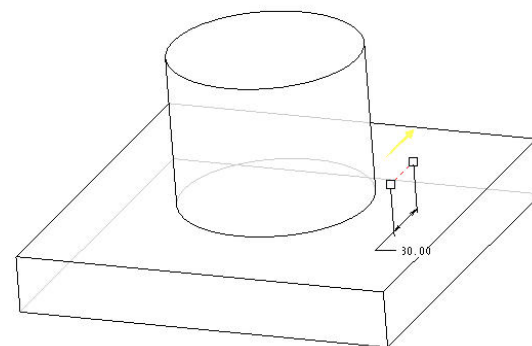


图6-93 筋的生成方向不对

6.8 上机操作实验指导五 烟灰缸建模

1. 根据工程特征创建的相关知识，创建如图6-94所示的烟灰缸模型。主要涉及的命令包括“斜度”命令、“孔”命令、“倒圆角”命令以及“壳”命令。

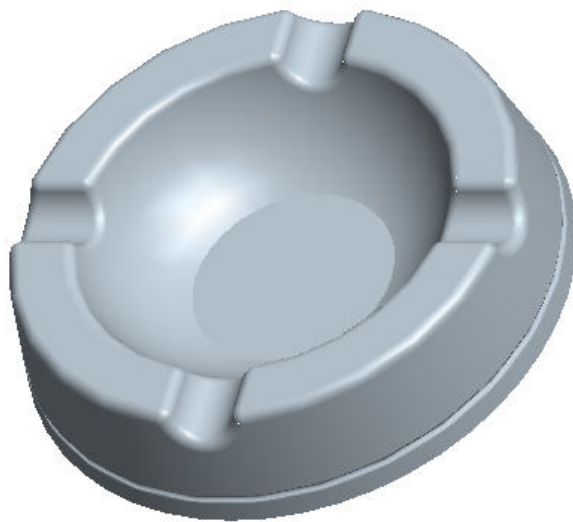


图6-94 烟灰缸模型

6.9 上机题

1. 根据如图6-113所示千斤顶底座的视图，创建该零件的三维模型。

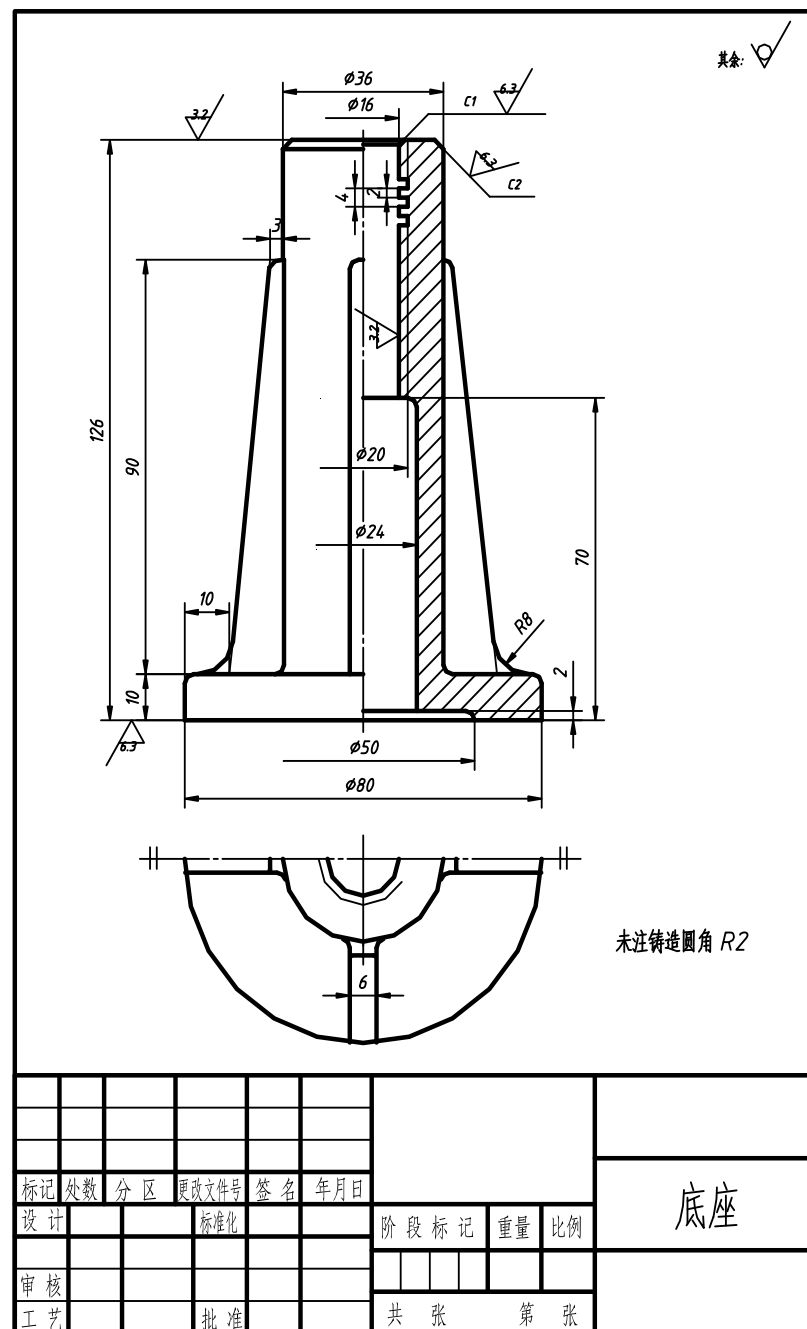


图 6-113 千斤顶底座

第7章 特征的编辑

本章将介绍的内容如下：

(1) 创建相同参考复制特征的方法和步骤

(2) 创建新参考复制特征的方法和步骤

(3) 创建镜像复制特征的方法和步骤

(4) 创建移动复制特征的方法和步骤

(5) 创建旋转复制特征的方法和步骤

(6) 创建阵列特征的方法和步骤

7.1 相同参考复制特征

相同参考复制特征是指利用与源特征相同的放置面和参考面来复制特征, 而只对源特征的尺寸进行修改。

调用命令的方式如下。

菜单：执行“编辑” | “特征操作” | “复制” | “相同参考”命令。

7.1.1 利用相同参考方式复制特征

第1步，打开Ch7-4.prt。

第2步，单击下拉菜单“编辑”|“特征操作”，弹出“特征”菜单管理器，如图7-1所示。

第3步，单击“特征”菜单管理器中的“复制”选项，弹出“复制特征”菜单管理器，如图7-2所示。

第4步，在“复制特征”菜单管理器中选择“相同参考”|“选取”|“独立”|“完成”选项，弹出“选取特征”菜单管理器，如图7-3所示。



图7-1 “特征” 菜单管理器 图7-2 “复制特征” 菜单管理器 图7-3 “选取特征” 菜单管理器

第5步，在模型中选择进行相同参考方式复制的特征，如图7-4所示。

第6步，单击“选取特征”菜单管理器中的“完成”选项，此时模型显示出尺寸，如图7-5所示。同时弹出“组元素”对话框和“组可变尺寸”菜单管理器以及“选取”对话框，如图7-6所示。

第7步，在“组可变尺寸”菜单中选中要改变尺寸的复选框，这里选择Dim3。

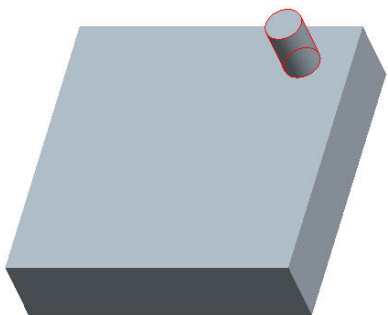


图7-4 选取源特征

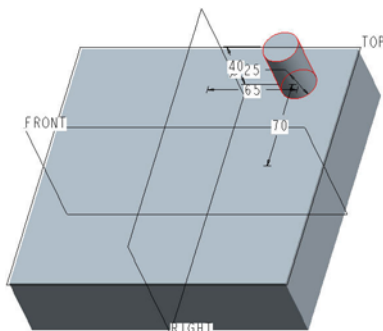


图7-5 模型尺寸显示



图7-6 “组元素”对话框、“组可变尺寸”菜单管理器及“选取”对话框

第8步，单击“完成”选项，在作图窗口上部弹出的文本框中输入修改数值，此处将原来的数值65修改为20，如图7-7所示。

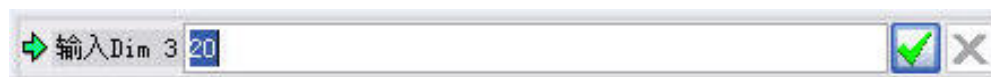



图7-7 输入修改值

第9步，单击文本框后面的  图标按钮，完成数值修改设置，回到“组元素”对话框。

第10步，在“组元素”对话框中单击“确定”按钮，回到“特征”菜单管理器。

第11步，单击“特征”菜单管理器中的“完成”选项，完成相同参考方式复制特征的操作，如图7-8所示。

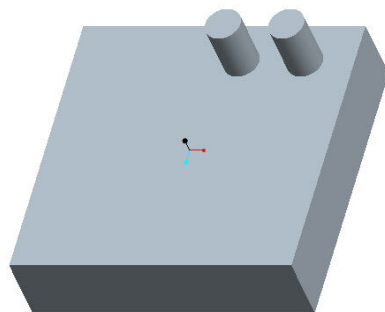


图7-8 相同参考复制特征

7.1.2 操作选项及说明

1. 特征副本的关联属性

(1) 独立：复制出的特征副本的截面和尺寸等参数元素独立于源特征，与源特征无关联。

(2) 从属：复制出的特征副本的截面和尺寸等参数元素与源特征相关联，当源特征发生变化时，复制的特征副本也将发生相应的变化。

2. 选取源特征的方式

(1) 选取：指在当前的绘图区直接选取要复制的源特征。

(2) 层：指通过特征所在的层来选取要复制的源特征。

(3) 范围：指通过特征生成的序号范围来选取要复制的源特征。

7.2 新参考复制特征

新参考复制特征是通过重新定义特征的参照来复制源特征的。使用该方式不但可以复制不同零件模型的特征，还可以复制同一零件模型中不同版本之间的特征。

调用命令的方式如下。

菜单：执行“编辑” | “特征操作” | “复制” | “新参考”命令。

7.2.1 利用新参考方式复制特征

操作步骤如下：

第1步～第3步，同本书第7.1.1小节中第1步～第3步。

第4步，在“复制特征”菜单管理器中选择“新参考”|“选取”|“独立”|“完成”选项，弹出“选取特征”菜单管理器，如图7-3所示。

第5步，在模型中选择进行新参考方式复制的特征，这里仍选择拉伸圆柱体特征，如图7-9所示。

第6步，单击“选取特征”菜单管理器中的“完成”选项，弹出“组元素”对话框和“组可变尺寸”菜单管理器及“选取”对话框，如图7-6所示。

第7步，在“组可变尺寸”菜单管理器中选中需要改变尺寸的复选框，此处选中Dim1和Dim3，如图7-10所示。

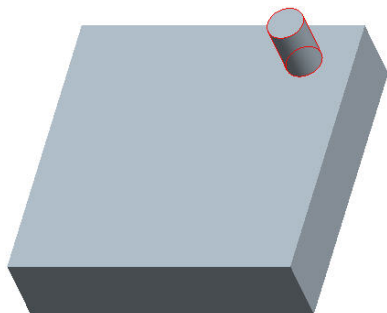




图7-9 选择新参考复制特征



图7-10 选中欲变更尺寸

第8步，单击“组可变尺寸”菜单管理器中的“完成”选项。

第9步，根据提示在作图窗口上部弹出的文本框中输入修改数值，将Dim1的数值修改为60，并单击其后的  图标按钮。

第10步，将Dim3的数值修改为20，并单击  图标按钮完成尺寸修改，弹出“参考”菜单管理器，如图7-11所示。

第11步，选择“替换”选项（此为默认设置），并在作图窗口中选择一平面作为草绘放置平面。

第12步，继续在作图窗口中选择一个平面，该平面垂直于草绘放置平面，作为垂直草绘参照。

第13步，根据系统提示，再次选择一个平面，选择的平面垂直于前面所选的两个平面，作为截面尺寸标注参照，如图7-12所示。



图7-11 “参考”菜单管理器

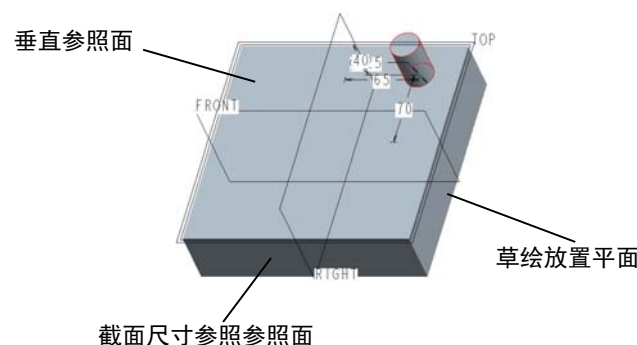


图7-12 替换参考的选取

第14步，在完成了第11~13步之后，弹出如图7-13所示的“方向”菜单管理器。此时模型如图7-14所示。

第15步，采用默认的方向设置，单击“正向”选项，模型变为图7-15所示。

第16步，仍采用默认方向设置，再次单击“正向”选项，弹出“组放置”菜单管理器，如图7-16所示。



图7-13 “方向”菜单管理器

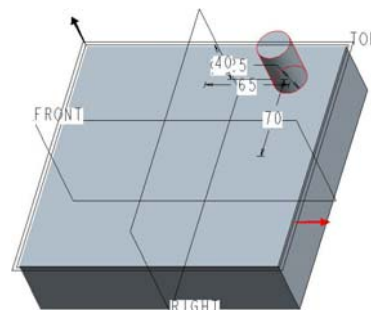


图7-14 草会面复制方向设置

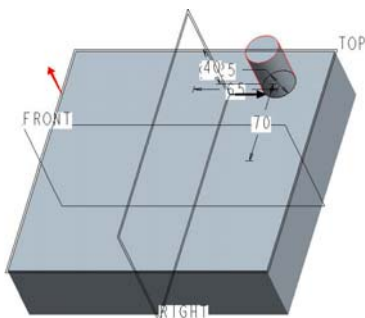


图7-15 参照面复制方向设置



图7-16 “组放置”菜单

第17步，单击“组放置”菜单管理器中的“完成”选项，回到“特征”菜单管理器。

第18步，单击“特征”菜单管理器中的“完成”选项，完成新参考特征的复制，如图7-17所示。

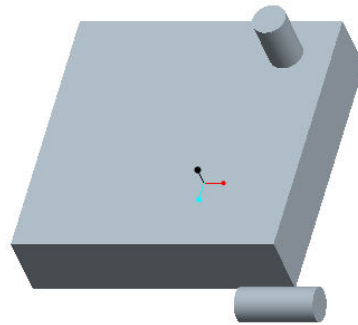


图7-17 新参考方式复制特征

7.2.2 操作及选项及说明

在进行新参考复制的过程中，当完成了“组可变尺寸”菜单管理器的设置后，会弹出“参考”菜单管理器，它所包含的选项说明如下：

- （1）替换：若选择此选项，可以使用新参照替换原来的参照，但选取的新参照必须与模型中加亮显示的源特征参照相对应。
- （2）相同：选择该选项，表示特征副本的参照与源特征的参照相同。
- （3）跳过：选择该选项，可以跳过当前的参照，而在以后重定义参照。
- （4）参照信息：选择该选项，能够提供解释放置参照的信息。

7.3 镜像复制特征

镜像复制特征用于创建与源特征相互对称的特征模型，该特征模型的形状与大小与源特征相同，即为源特征副本，其功能相当于一般的镜像操作。

调用命令的方式如下。

菜单：执行“编辑” | “特征操作” | “复制” | “镜像”命令。

操作步骤如下：

第1步～第3步，同本书第7.1.1小节中第1步～第3步。

第4步，在“复制特征”菜单管理器中选择“镜像”|“选取”|“独立”|“完成”选项，弹出“选取特征”菜单管理器。

第5步，在模型中选择用来镜像复制的源特征，如图7-19所示。

第6步，单击“选取特征”菜单管理器中的“完成”选项，弹出“设置平面”菜单管理器，如图7-20所示。

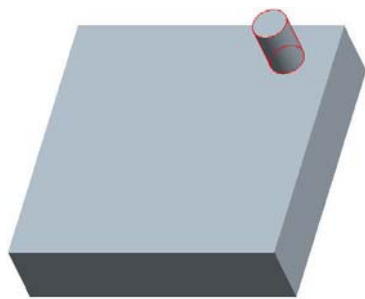


图7-19 选取源特征



图7-20 “设置平面”菜单管理器

第7步，根据系统提示，选择一个镜像平面，如选择FRONT平面，将其作为镜像平面。

第8步，单击“特征”菜单管理器中的“完成”选项，完成镜像特征的复制，如图7-21所示。

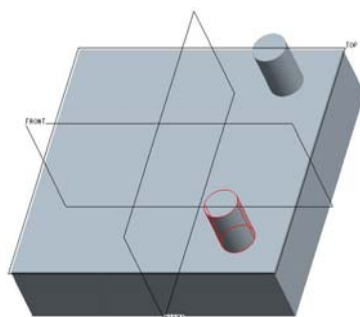


图7-21 镜像复制特征

7.4 移动复制特征

移动复制特征可以将源特征复制到另外一个位置，移动复制包括平移和旋转两种复制方式。

调用命令的方式如下。

菜单：执行“编辑” | “特征操作” | “复制” | “移动”命令。

7.4.1 平移复制特征的创建

特征的平移复制可以将源特征沿着一个平面垂直方向移动（或是沿边线、轴、坐标系）移动一定的距离来创建特征副本。

操作步骤如下：

第1步～第3步，同本书第7.1.1小节中第1步～第3步。

第4步，在“复制特征”菜单管理器中选择“移动”|“选取”|“独立”|“完成”选项，弹出“选取特征”菜单管理器。

第5步，在模型中选择进行移动复制的源特征，如图7-23所示。

第6步，单击“选取特征”菜单管理器中的“完成”选项，弹出“移动特征”菜单管理器，如图7-24所示。

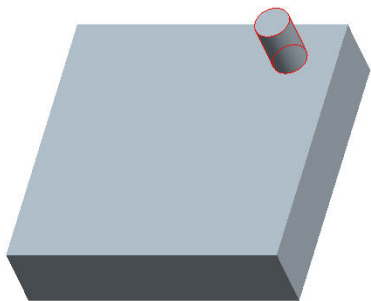


图7-23 选取源特征




图7-24 “移动特征”菜单管理器

第7步，单击选择“移动特征”菜单管理器中的“平移”选项，弹出“选取方向”菜单管理器。

第8步，选择“平面”选项（此为默认设置），并在模型中选择RIGHT平面作为偏移参照，弹出“方向”菜单管理器。此时“移动特征”菜单管理器如图7-25所示。

第9步，采用默认的方向设置，在“方向”菜单管理器中单击“正向”选项。

第10步，根据系统提示，在作图视窗的顶部输入平移距离，这里输入偏移值10，并单击文本框后面的  图标按钮，返回图7-24所示的“移动特征”菜单管理器。

第11步，单击“移动特征”菜单管理器中的“完成移动”选项，弹出“组元素”对话框、“组可变尺寸”菜单管理器以及“选取”对话框，如图7-26所示。



图7-25 “移动特征”菜单管理器

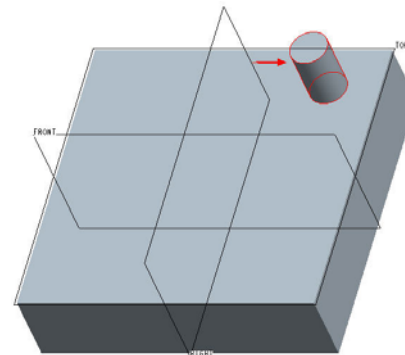



图7-26 设置平移方向

第12步，选中“组可变尺寸”菜单中的Dim4复选框，如图7-27所示，单击“完成”按钮。

第13步，在作图视窗顶部弹出的文本框中输入修改值20，并单击其后的  图标按钮，完成数值的修改。

第14步，单击“组元素”对话框中的“确定”按钮，回到“特征”菜单管理器。

第15步，单击“特征”菜单管理器中的“完成”选项，完成平移复制特征的创建，如图7-28所示。



图7-27 选中变更尺寸

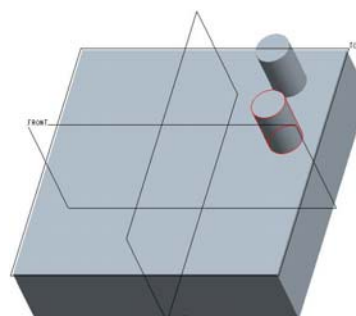


图7-28 创建平移复制特征

7.4.2 旋转复制特征的创建


特征的旋转复制可以将源特征沿曲面、轴或边线旋转一定的角度来创建源特征副本。

操作步骤如下：

第1步～第6步，同本书第7.4.1小节中第1步～第6步。

第7步，在“移动特征”菜单管理器中选择“旋转”选项，弹出“选取方向”菜单管理器。

第8步，在“选取方向”菜单管理器中选择“曲线/边/轴”选项，然后在模型中选择一条边线，如图7-29所示。

第9步，在弹出的“方向”菜单管理器中选择默认的“正向”选项，如图7-30所示。根据提示在作图视窗顶部弹出的文本框中提示输入旋转角度，如输入角度数值为90，然后单击其后的  图标按钮，返回“移动特征”菜单管理器。

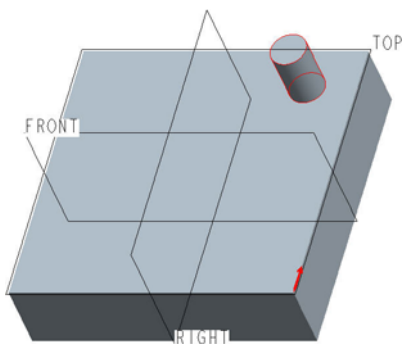



图7-29 选取旋转轴



图7-30 选择方向

第10步，单击“移动特征”菜单管理器中的“完成移动”选项，弹出“组元素”对话框、“组可变尺寸”菜单管理器及“选取”对话框（如图7-6所示）。

第11步，在“组可变尺寸”菜单管理器中选中Dim4复选框，如图7-31所示，单击“完成”选项。

第12步，根据系统提示输入偏移修改值。在文本框中输入修改值20，并单击其后的  图标按钮，回到“组元素”对话框。

第13步，单击“组元素”对话框中的“确定”按钮，回到“特征”菜单管理器。

第14步，单击“特征”菜单管理器中的“完成”选项，完成旋转复制特征的创建，如图7-32所示。



图7-31 选中变更尺寸

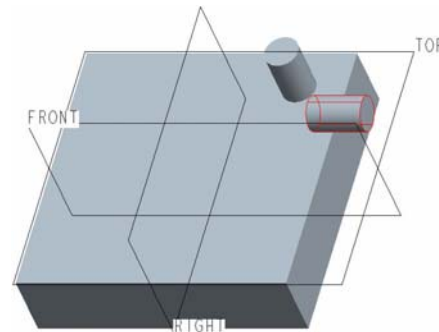


图7-32 创建旋转复制特征

7.4.3 操作及选项及说明

在进行移动复制的过程中，会弹出“选取方向”菜单管理器，其包含选项说明如下：


- （1）平面：在“平移”方式中表示沿平面的法向平移某一距离，而在“旋转”方式中则表示选择平面的法向（需要选取一个平面及一点来确定）作为旋转中心。
- （2）曲线/边/轴：表示以选择的曲线/边/轴作为指定的平移参照或旋转中心。
- （3）坐标系：表示选择坐标系的某一轴向作为平移的参照或旋转中心，选择该选项后，需要先选择一个坐标系，然后再选择轴向。

7.5 阵列特征

阵列特征是指按照一定的规律创建多个特征副本，具有重复性、规律性和高效率的特点。可以说，阵列特征是复制生成特征的快捷方式。主要包括尺寸阵列、轴阵列、曲线阵列和填充阵列等多种类型。

调用命令的方式如下。

菜单：执行“编辑”|“阵列”命令。

图标：单击“编辑特征”工具栏中的  图标按钮。

7.5.1 创建尺寸阵列

尺寸阵列是通过定义选择特征的定位尺寸和方向来进行阵列复制的阵列方式。在尺寸阵列过程中，可以是单向阵列，也可以是双向阵列，还可以是按角度来进行尺寸阵列的。

操作步骤如下：

第1步，打开Ch7-33.prt，如图7-33所示。

第2步，在模型中选择进行阵列操作的特征，如图7-34所示。


第3步，单击“编辑特征”工具栏中的“阵列” 图标按钮，打开“尺寸阵列”操控板，如图7-35所示。



图7-33 源文件图形



图7-34 选取源特征




图7-35 尺寸阵列操控板

第4步，单击阵列操控板上“1”后面的收集器，并在模型中选择某一方向的尺寸，如选择水平方向的120，使其变为可编辑状态，将其值修改为-50，回车确认，如图7-36所示。

第5步，同理，单击“2”后面的收集器，并选择尺寸值70，将其修改为-50，回车确认。

第6步，在操控板中“1”后面的文本框中输入数值5，系统将创建5列这样的特征。

第7步，在操控板中“2”后面的文本框中输入数值4，将创建4行这样的特征，如图7-38所示。

第8步，单击操控板中的  图标按钮，完成尺寸阵列的创建，如图7-39所示。

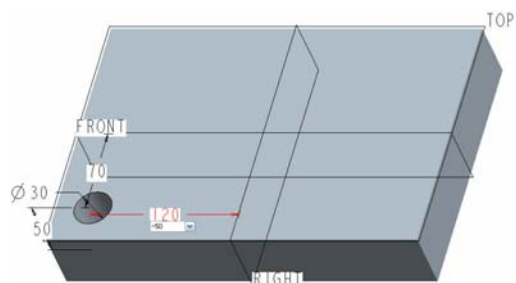


图7-36 选择驱动尺寸

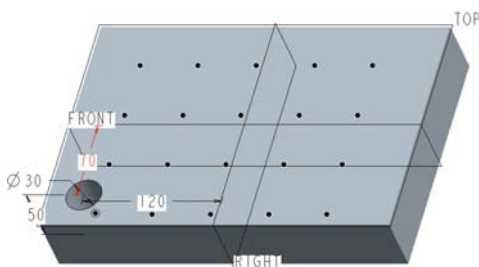


图7-38 尺寸阵列预显示

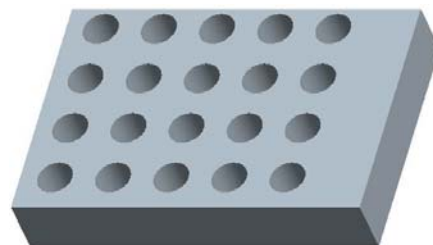


图7-39 矩形尺寸阵列的创建


7.5.2 创建轴阵列

轴阵列亦称旋转阵列，是指特征围绕指定的旋转轴在圆周上创建的阵列特征。运用该方式创建阵列特征时，系统允许用户在两个方向上进行阵列操作，第一方向上的尺寸用来定义圆周方向上的角度增量，第二方向上的尺寸用来定义阵列的径向增量。

操作步骤如下：

第1步，打开随书文件Ch7-40.prt，如图7-40所示。

第2步，在模型中选择进行阵列操作的特征，本例中选择模型中的小圆柱孔特征，如图7-41所示。

第3步，单击“编辑特征”工具栏中的“阵列”图标按钮，打开尺寸阵列操控板。

第4步，在阵列类型下拉列表中选择阵列类型为“轴”类型，打开“轴阵列”操控板，如图7-42所示。

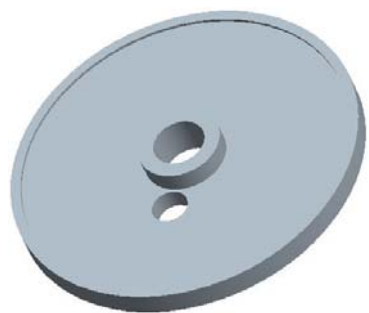


图7-40 轴阵列源文件

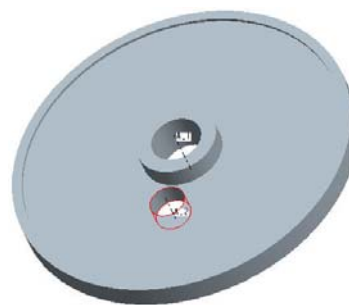



图7-41 选取源特征



图7-42 “轴阵列”操控板

第5步，在轴阵列操控板上单击“1”后面的收集器，然后在模型中选择中心轴A_1，并在该收集器后面的文本框中输入数值3，在其后的文本框中输入阵列角度120。

第6步，单击轴阵列操控板中“2”后面的文本框，输入数值2，在其后的文本框中输入阵列尺寸50，此时模型如图7-43所示。

第7步，单击图标按钮，完成轴阵列的创建，如图7-44所示。

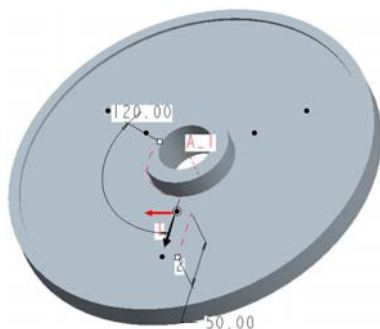


图7-43 轴阵列预显示



图7-44 完成轴阵列创建

7.5.3 创建沿曲线阵列

曲线阵列是自Pro/Engineer Wildfire3.0中开始新增的阵列方式，它沿草绘曲线分布阵列特征，并可以定义阵列特征之间的距离或特征数量。

操作步骤如下：

第1步～第3步，同本书第7.5.1小节中第1步～第3步。

第4步，在阵列类型下拉列表中选择阵列类型为“曲线”类型，打开曲线阵列操控板，如图7-45所示。

第5步，单击操控板上的“参照”按钮，弹出“参照”上滑面板，单击其中的“定义”按钮，弹出“草绘”对话框。


第6步，选择TOP基准平面为草绘平面，采用默认参照和方向设置，单击“草绘”按钮，进入草绘模式。




图7-45 “曲线阵列”操控板

第7步，在作图区绘制绘制阵列轨迹曲线，如图7-46所示。

第8步，单击右工具栏中的  图标按钮，结束曲线的绘制。

第9步，单击操控板中的“指定成员间距”  图标按钮，并在其后的文本框中输入数值40，此时模型如图7-47所示。

第10步，单击  图标按钮，完成曲线阵列的创建，如图7-49所示。

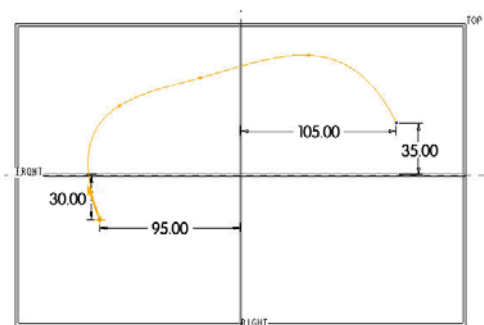


图7-46 曲线尺寸

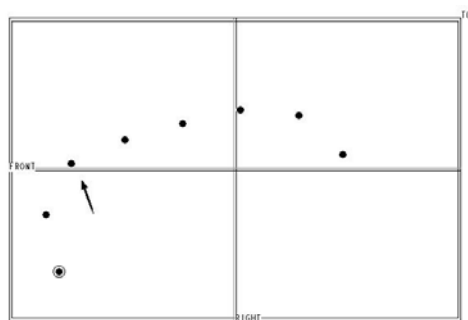


图7-47 阵列分布

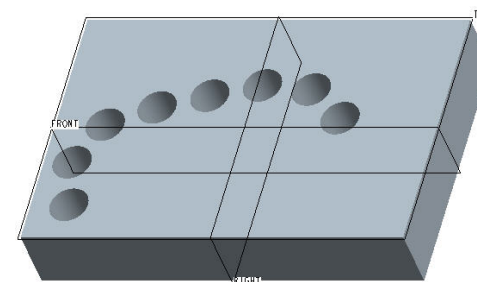


图7-49 完成曲线阵列操作

7.5.4 创建填充阵列

填充阵列可以在选定区域的表面生成均匀的阵列特征，它主要是通过栅格定位的方式创建阵列特征来填充选定区域的。

操作步骤如下：

第1步～第3步，同本书第7.5.1小节中第1步～第3步。

第4步，在阵列类型下拉列表中选择阵列类型为“填充”类型，打开“填充阵列”操控板，如图7-50所示。

第5步，单击“参照”上滑面板，进入“参照”操控板，单击其中的“定义”按钮，弹出“草绘”对话框。

第6步，选择TOP基准平面为草绘平面，采用默认的参照和方向设置，单击“草绘”按钮，进入草绘模式。


第7步，在作图区绘制如图7-51所示的矩形，然后单击  图标按钮，此时模型如图7-52所示。



图7-50 “填充阵列”操控板

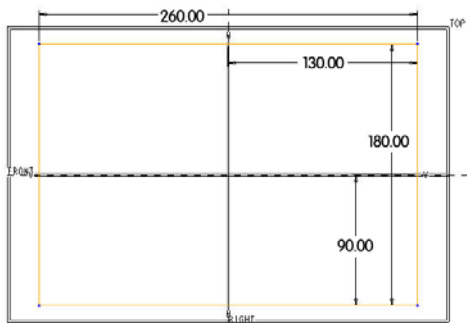


图7-51 草绘放置区域

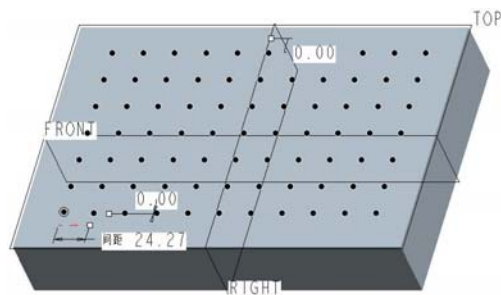





图7-52 矩形分布阵列预显示

第8步，单击操控板中  下拉列表，在其中选择“菱形”选项（系统默认为方形）。

第9步，在操控板的  图标后的文本框中输入成员间的间隔值40，其它选项采用默认设置，模型变成如图7-53所示。

第10步，单击  图标按钮，完成填充阵列的操作，如图7-54所示。

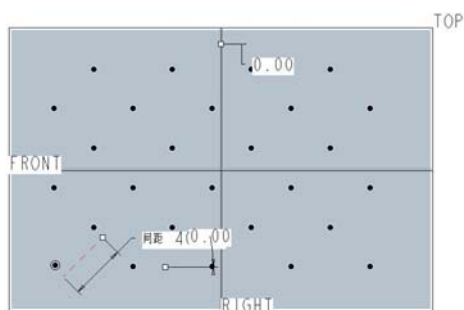


图7-53 填充阵列预览

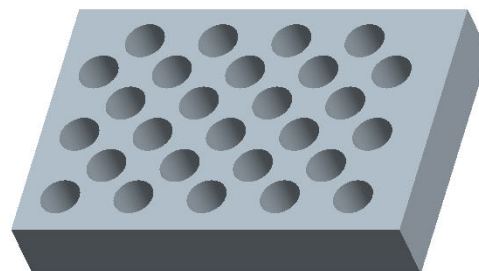


图7-54 填充阵列效果

7.5.5 操作及选项及说明

1. 创建尺寸阵列的特殊方式

操作步骤如下：

第1步～第3步，同本书第7.5.1小节中第1步～第3步。

第4步，单击操控板上“1”后面的收集器，并在模型中选择距离尺寸120，使其变为可编辑状态，输入修改值-60，回车。

第5步，按住Ctrl键，继续选择模型中的距离尺寸70，并修改新值为-50，回车。

第6步，在“1”后的文本框中输入阵列数值为4，回车，此时模型如图7-55所示。

第7步，单击  图标按钮，完成阵列操作，如图7-56所示。

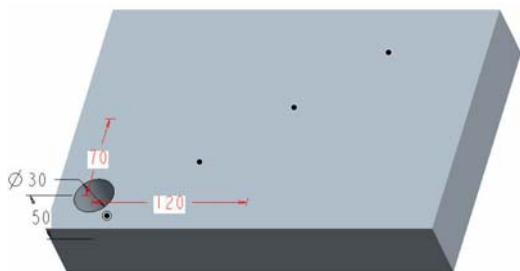


图7-55 尺寸阵列预览



图7-56 特殊尺寸阵列方式

2. 单个取消阵列特征的方法

在进行阵列的过程中，如果在预显示图中单击模型上预显示的黑点，使其变成白色，则可以达到单个取消阵列特征的目的。如在上一例子中进行完第6步之后，模型变成图7-55所示。单击右上角的黑点，使其变成白色显示，如图7-57所示，则最终得到的结果如图7-58所示。

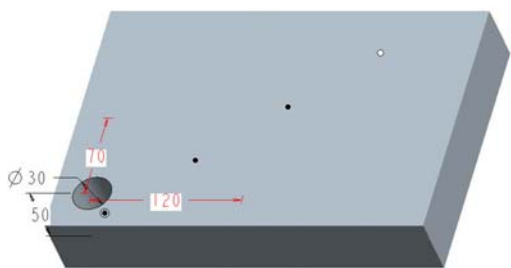


图7-57 单个取消阵列预览

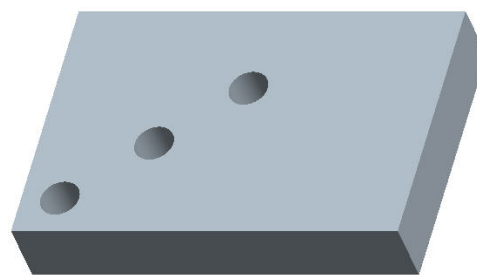


图7-58 修改后的尺寸阵列

3. “放置” 面板说明

在阵列操控板的“放置”上滑面板中，基本的“再生选项”有以下几项：

- （1）相同：选择该选项时，阵列的特征与源特征的大小和尺寸相同，且创建的成员不能相交或打断零件的边。
- （2）可变：选择该选项时，阵列的特征与源特征的大小尺寸可以有所变化，但阵列的成员之间不能存在相交的现象，可以打断零件的边。
- （3）一般：该选项为默认设置。选择该选项时，阵列的特征和源特征可以不同，成员之间也可以相交或打断零件的边。

7.6 上机操作实验指导六 纸篓建模

根据特征编辑操作的相关知识，创建如图7-59所示的纸篓模型。主要涉及的命令包括“旋转”命令“拉伸”命令和“阵列”命令。

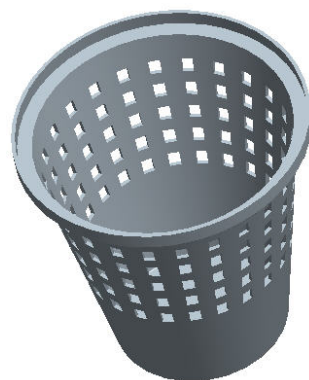


图7-59 纸篓模型

7.7 上机题

1.根据特征编辑操作的相关知识，创建如图7-70所示的零件模型。

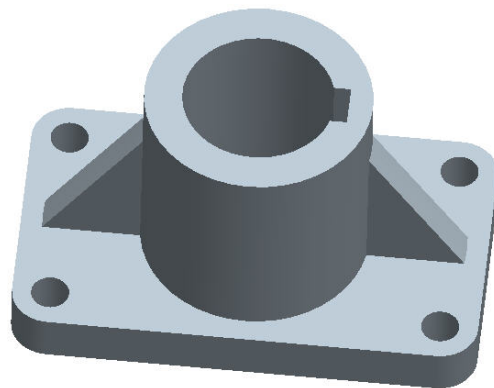
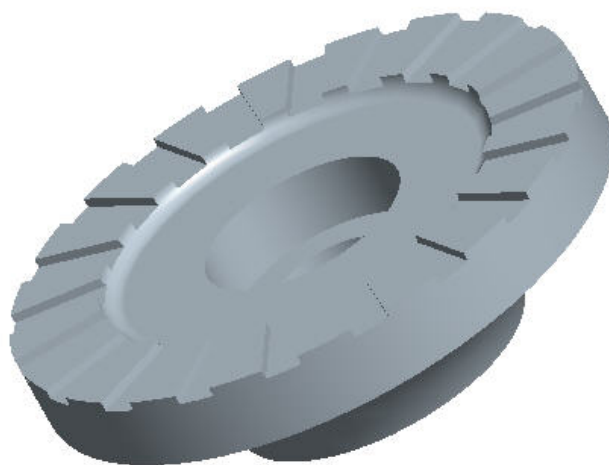


图7-70 零件三维模型

- 2. 根据附录图6-3所示千斤顶顶盖视图，创建该零件三维模型，如图7-73所示。



• 图7-73 千斤顶顶盖

3. 根据特征编辑操作的相关知识，创建如图7-75所示的蓝牙耳机模型。



图7-75 蓝牙耳机模型