

第 3 章 创建基于草图的实体特征



项目导读

零件设计模块是在 CATIA 中进行机械零件设计的第一功能模块。通过特征参数化造型与结构设计是三维工程软件的一大特色，也是 CATIA 零件设计模块用于机械制造与加工的理想设计工具。本章主要介绍的工具指令是基于草图的基体特征工具，基体特征也称作“父特征”。

3.1 CATIA 实体特征设计概述

几何特征是三维软件中组成实体模型的重要组成单元，特征可以是点、线、面、基准或实体单元。

在零件中生成的第一个特征是基于草图的基本实体，此特征为生成其他特征的基础。基体特征可以是拉伸、旋转、扫描、放样、曲面加厚或钣金法兰。

特征是各种单独的加工形状，当将它们组合起来时就形成各种零件实体。在同一零件实体中可以包括单独的拉伸、旋转、放样和扫描等加材料特征。加材料特征是最基础的 3D 绘图绘制方式，用于完成最基本的三维几何体建模任务。

3.1.1 进入零件设计工作台

零件设计工作台是 CATIA 为机械工程师准备的机械零件设计的界面环境，实体特征的建模操作就是在“零件设计工作台”中进行并完成的，下面介绍 3 种进入零件设计工作台的方式。

1. 方法一

在 CATIA 基本环境界面中，执行“开始”|“机械设计”|“零件设计”命令，可直接进入零件设计工作台，如图 3-1 所示。

2. 方法二

在零件工作台中，可以重新建立一个新文件。执行“开始”|“机械设计”|“零件设计”命令，或者在“标准”工具栏中单击“新建”按钮，弹出“新建”对话框，在“类型列表”中选择 Part 类型并单击“确定”按钮，随后会弹出“新建零件”对话框，单击“确定”按钮后，完成新零件文件的创建并自动进入零件设计工作台，如图 3-2 所示。



图 3-1 执行“开始”菜单命令

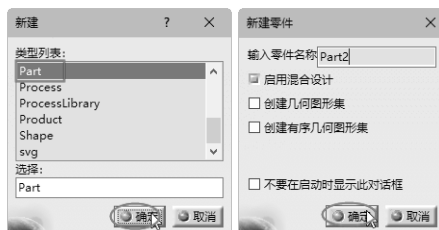


图 3-2 新建零件文件

在“新建零件”对话框中有几个选项，可以帮助用户创建一个可用的工作环境。

- 启用混合设计：选中此复选框，在混合设计环境中，意味着可以在实体中插入线框和曲面图元。
- 创建几何图形集：选中此复选框，除了“启用混合设计”复选框设置的设计环境，在零件设计工作台会自动创建几何图形集合。
- 创建有序几何图形集：选中此复选框，在零件设计工作台会自动创建有序的几何图形集合。
- 不要在启动时显示此对话框：选中此复选框，当再次新建零件时不会弹出“新建零件”对话框。

3. 方法三

在从 CATIA 基本环境进入其他工作台时，若执行“开始”|“机械设计”|“零件设计”命令，将会从其他设计工作台切换到零件设计工作台。

3.1.2 工具栏中的零件设计工具

单击零件设计工作台工具栏中的命令按钮，是启动实体特征命令最方便的方法。CATIA V5-6R2018 零件设计工作台常用的工具栏有 6 个：“基于草图的特征”工具栏、“修饰特征”工具栏、“基于曲面的特征”工具栏、“变换操作”工具栏、“布尔操作”工具栏和“参考图元”工具栏。工具栏显示了常用的工具按钮，单击工具右侧的黑色三角，可展开下一级工具栏。

1. “基于草图的特征”工具栏

“基于草图的特征”工具栏中的命令是指，在草图基础上通过拉伸、旋转、扫掠以及多截面实体等方式来创建三维几何体，如图 3-3 所示。

2. “修饰特征”工具栏

“修饰特征”工具栏中的命令是在已有基本实体的基础上建立修饰，如倒角、拔模、螺纹等，如图 3-4 所示。

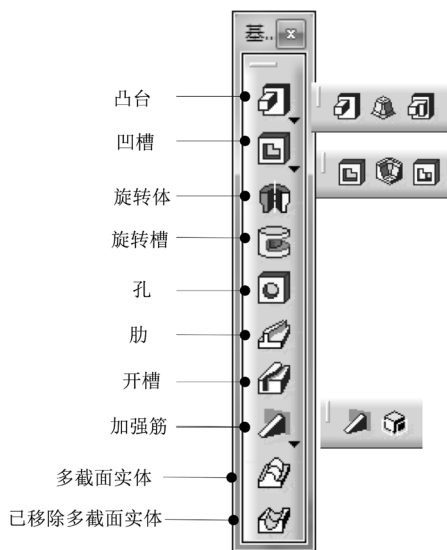


图 3-3 “基于草图的特征”工具栏

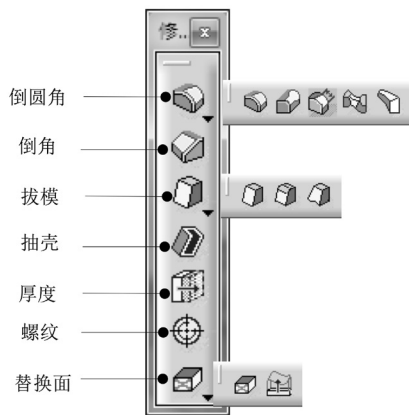


图 3-4 “修饰特征”工具栏

3. “基于曲面的特征”工具栏

“基于曲面的特征”工具栏中的命令可以利用曲面来创建实体特征，如图 3-5 所示。

4. “变换特征”工具栏

“变换特征”工具栏中的命令可以对已生成的零件特征进行位置的变换、复制变换（包括镜像和阵列）以及缩放变换等，如图 3-6 所示。

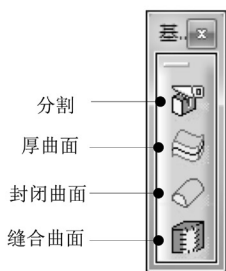


图 3-5 “基于曲面的特征”工具栏

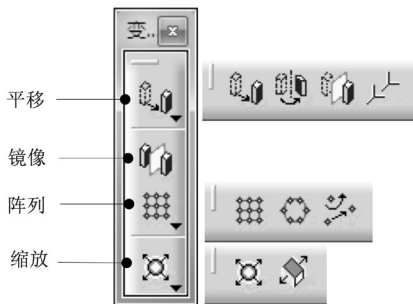


图 3-6 “变换特征”工具栏

5. “布尔操作”工具栏

“布尔操作”工具栏中的命令可以将一个文件中的两个零件体组合到一起，实现添加、移除、相交等运算，如图 3-7 所示。

6. “参考图元”工具栏

“参考图元”工具栏中的命令可以创建点、直线、平面等基本几何图元，作为其他几何体建构时的参考，如图 3-8 所示。

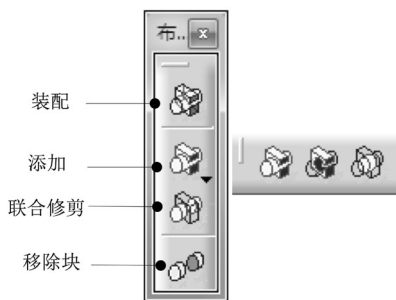


图 3-7 “布尔操作”工具栏

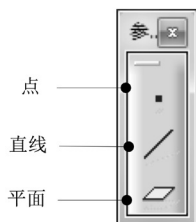


图 3-8 “参考图元”工具栏

3.2 基本实体特征

在 CATIA 中，我们把建立在草图基础之上的实体特征称为“基本实体特征”。常见的基本实体特征包括凸台、旋转、扫描和放样等。

3.2.1 凸台与凹槽特征

凸台特征工具包括加材料的凸台工具与减材料的凹槽工具。凹槽特征是 CATIA 利用布尔差运算对已有凸台特征进行求减而得到的减材料特征。

CATIA V5-6R2018 提供了多种凸台实体创建方法，单击“基于草图的特征”工具栏中的“凸台”按钮右下角的小三角形，弹出创建“凸台”特征的工具栏，如图 3-9 所示。



图 3-9 “凸台”工具栏

1. 定义凸台与凹槽

“凸台”工具是最简单的拉伸工具，可将选定的草图轮廓沿指定的矢量方向进行拉伸，设定拉伸长度及选项后可得到符合需要的实体特征。用于凸台的草图轮廓是凸台的重要组成图元，如图 3-10 所示。

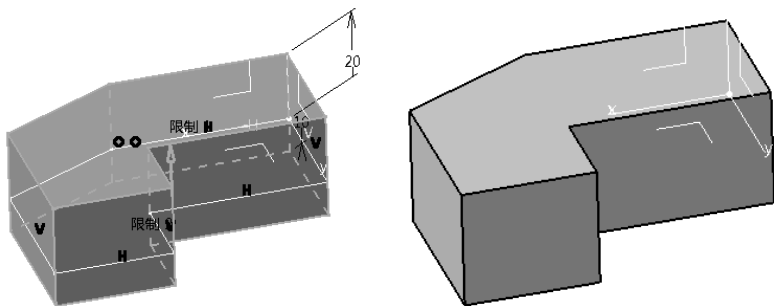


图 3-10 凸台特征

凹槽特征是在已有实体特征中移除由拉伸轮廓产生的材料。凹槽特征的创建与凸台特征相

似，只不过凸台是增加实体，而凹槽是去除实体，如图 3-11 所示。

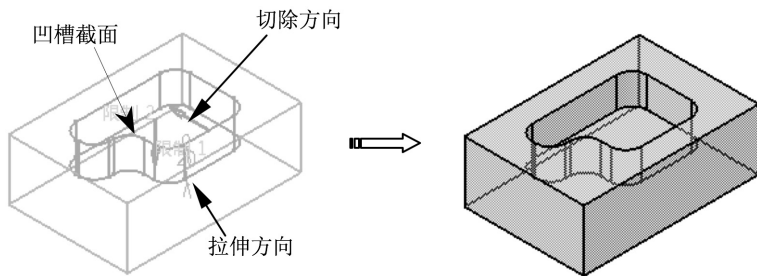


图 3-11 凹槽特征

单击“基于草图的特征”工具栏中的“凸台”按钮，弹出“定义凸台”对话框，单击“更多”按钮可展开“定义凸台”对话框，如图 3-12 所示。



图 3-12 “定义凸台”对话框

“类型”下拉列表中的类型选项用于控制凸台的拉伸效果。在“定义凸台”对话框的“第一限制”和“第二限制”选项组中，“类型”下拉列表提供了 5 种凸台拉伸类型，如图 3-13 所示，这 5 种凸台拉伸类型介绍如下。



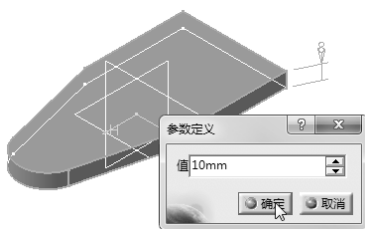
图 3-13 凸台拉伸类型

(1) “尺寸”类型。

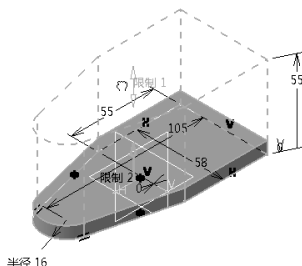
“尺寸”类型是系统默认的拉伸选项，是指将草图轮廓面以指定的长度向法向于草图平面方向进行拉伸。如图 3-14 所示为以 3 种不同方式来修改拉伸长度值。



在“长度”文本框中修改值



双击尺寸直接修改值



拖动限制 1 或限制 2 修改值

图 3-14 设定拉伸长度的 3 种数值输入方法

技术要点:

当选择“尺寸”拉伸类型，如果在“长度”文本框中输入正值，拉伸将沿着当前拉伸箭头指示方向变化；如果输入长度为负值，拉伸方向为当前拉伸的反方向。

(2) “直到下一个”类型。

“直到下一个”类型是指，将截面拉伸到指定的下一个特征（包括点、线及面），如图 3-15 所示。

(3) “直到最后”类型。

“直到最后”类型是指，在拉伸方向中有多个特征（包括点、线及面）时，会将草图轮廓拉伸至最后的特征面截止，如图 3-16 所示。

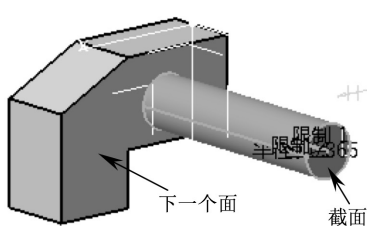


图 3-15 直到下一个

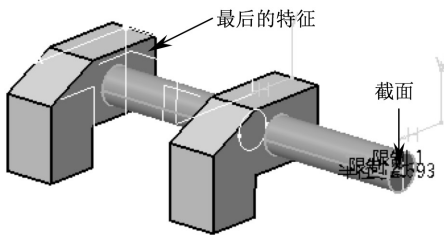


图 3-16 直到最后

(4) “直到平面”类型。

“直到平面”类型是指，将草图轮廓拉伸到指定的平面上，如图 3-17 所示。

(5) “直到曲面”类型。

“直到曲面”类型是指，将草图轮廓拉伸到指定的曲面上，且特征端面形状与曲面形状保持一致，如图 3-18 所示。

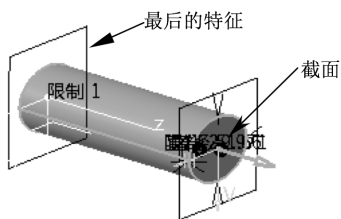


图 3-17 直到平面

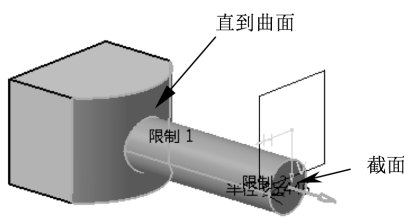


图 3-18 直到曲面

技术要点：

当选择“直到曲面”“直到平面”或“直到最后”类型后，会增加一个“偏置”选项。该选项主要是控制草图轮廓到达指定曲面、平面或特征面时的偏移距离。默认为0，表示不偏移。输入正值表示超前偏移，输入负值则是反转方向偏移。

有两种方法可以确定凸台的拉伸方向。第一种是默认的拉伸方向（与草图平面法线方向）。另一种是选择参考线（可以是直边或参考轴）。参考线的矢量方向可以是与草图平面的法向，也可以与草图平面呈一定角度。

- 轮廓的法线：系统默认选项，也就是默认拉伸方向为草图轮廓所在平面的法线方向。
- 参考：用于选择或设置拉伸方向的参考线。当取消选中“轮廓的法线”复选框时，可在绘图区中任意选择直线、轴线、罗盘方向轴、模型直边等作为拉伸方向参考，如图 3-19 所示。

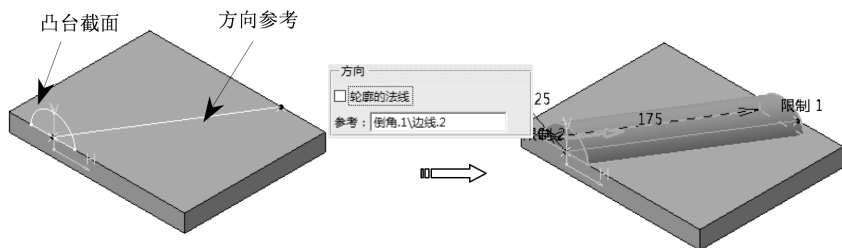


图 3-19 方向

- 反向：在“定义凸台”对话框的左侧单击“反向”按钮，可反转拉伸方向。
- 反转边：当草图轮廓是开放曲线时，单击“反向边”按钮，可反转拉伸轮廓实体的方向，如图 3-20 所示。

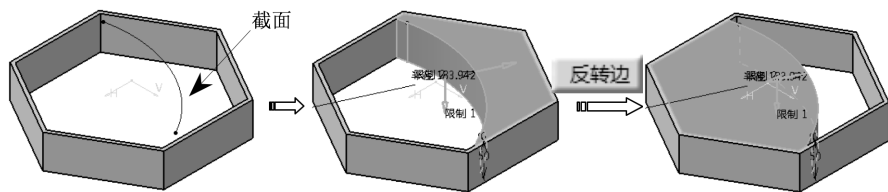


图 3-20 反转边

上机练习——凸台实例

01 选择“开始”|“机械设计”|“零件设计”命令，进入“零件设计”工作台。

02 单击“草图”按钮，在特征树中选择 xy 平面作为草图平面，进入草图工作台。绘制如图 3-21 所示的草图 1，单击“退出工作台”按钮，退出草图工作台。

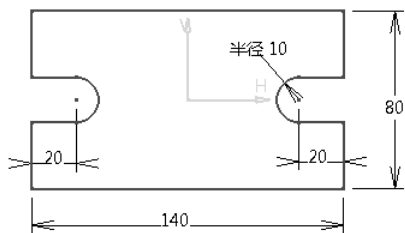


图 3-21 绘制草图 1

03 单击“基于草图的特征”工具栏中的“凸台”按钮，弹出“定义凸台”对话框。激活“轮廓/曲面”的“选择”文本框后选择上一步绘制的草图 1 作为轮廓，保留默认的拉伸深度类型和长度值，最后单击“确定”按钮完成凸台特征 1 的创建，如图 3-22 所示。

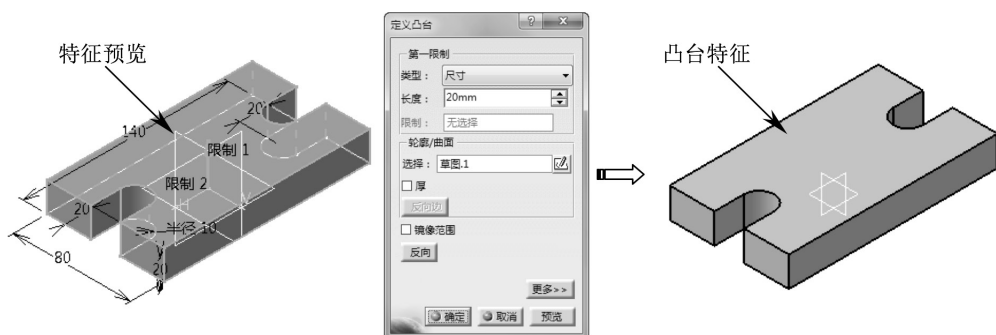


图 3-22 创建凸台特征 1

04 单击“草图”按钮，选择凸台特征的上表面进入草图工作台。绘制如图 3-23 所示的草图 2。完成后单击“退出工作台”按钮，退出草图工作台。

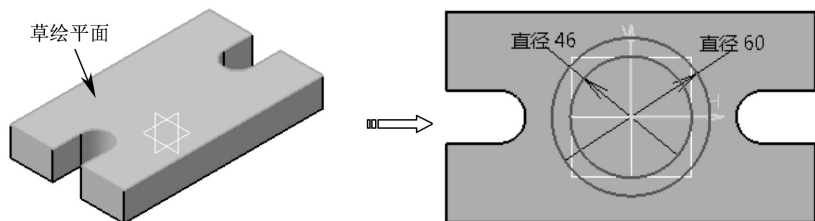


图 3-23 绘制草图 2

05 单击“凸台”按钮，弹出“定义凸台”对话框。设置拉伸“长度”值为 75mm，选择草图 2 作为轮廓，单击“确定”按钮完成凸台特征 2 的创建，如图 3-24 所示。

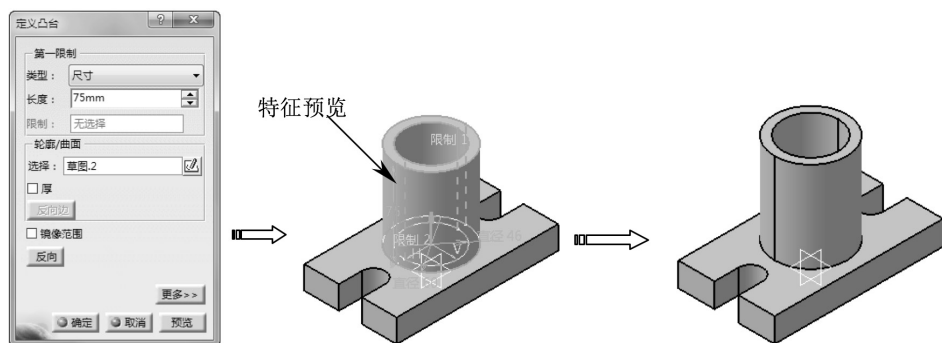


图 3-24 创建凸台特征 2

06 选择凸台特征 1 的侧表面，单击“草图”按钮进入草图工作台。绘制如图 3-25 所示的草图 3，随后退出草图工作台。

07 单击“凸台”按钮，弹出“定义凸台”对话框。选择深度类型为“直到最后”，选择草图 3 作为轮廓，最后单击“确定”按钮完成凸台特征 3 的创建，即完成整个支座零件的创建，如图 3-26 所示。

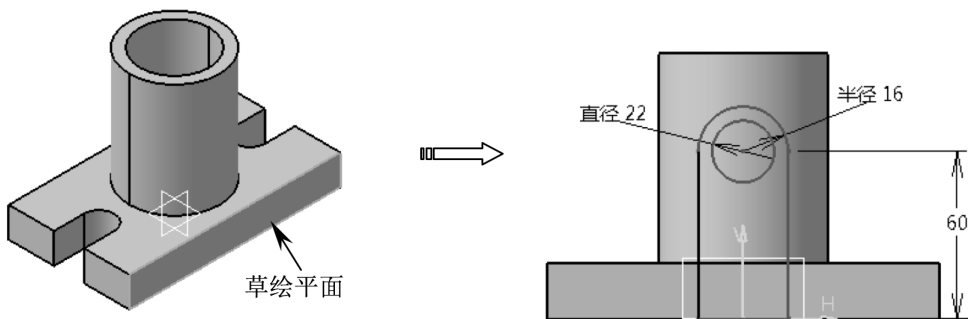


图 3-25 绘制草图 3

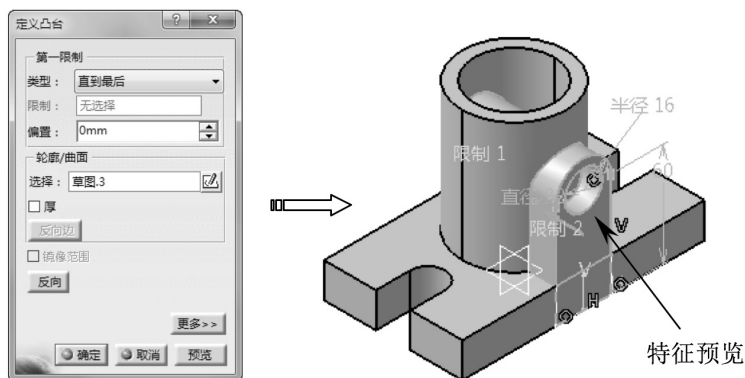


图 3-26 创建凸台特征 3

2. 定义拔模圆角凸台与拔模圆角凹槽

“拔模圆角凸台”工具用于在创建凸台时将凸台的侧面进行拔模处理并且圆角化其边线，如图 3-27 所示。

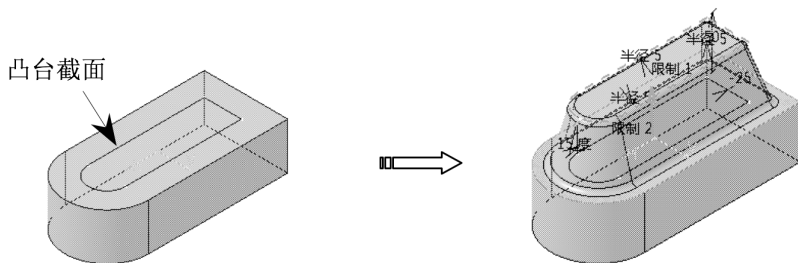


图 3-27 拔模圆角凸台

技术要点:

在创建拔模圆角凸台特征之前，必须先完成草图轮廓的绘制。

“拔模圆角凹槽”与“拔模圆角凸台”工具的操作完全相同，用于创建拔模面和圆角边线的减材料特征，如图 3-28 所示。

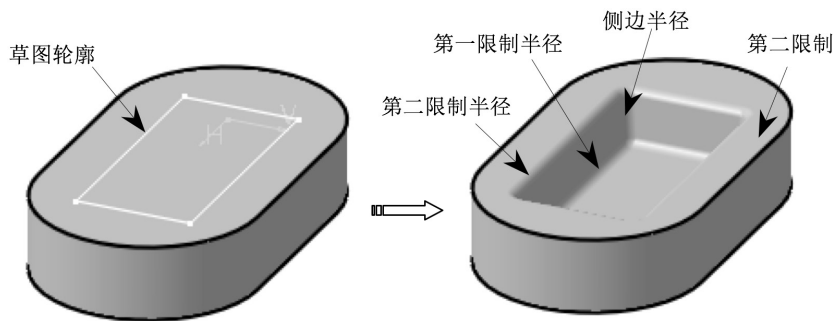


图 3-28 拔模圆角凹槽特征

在“基于草图的特征”工具栏中单击“拔模圆角凸台”按钮, 选择草图轮廓截面后, 弹出“定义拔模圆角凸台”对话框, 如图 3-29 所示。

技术要点:

创建的拔模圆角凸台是集凸台、拔模、倒圆角为一体的对象, 创建后在特征树中会出现1个凸台、1个拔模和3个圆角特征, 因此, 也可以通过上述命令来创建拔模圆角凸台特征。



图 3-29 “定义拔模圆角凸台”对话框

上机练习——拔模圆角凸台实例

01 打开本例源文件 3-2.CATPart。

02 单击“草图”按钮, 选择零件上表面作为草图平面, 进入草图工作台。单击“偏移”按钮, 在“草图工具”工具栏中单击“点拓展”按钮, 选取零件上表面后向内绘制出偏移曲线, 如图 3-30 所示, 退出草图工作台。

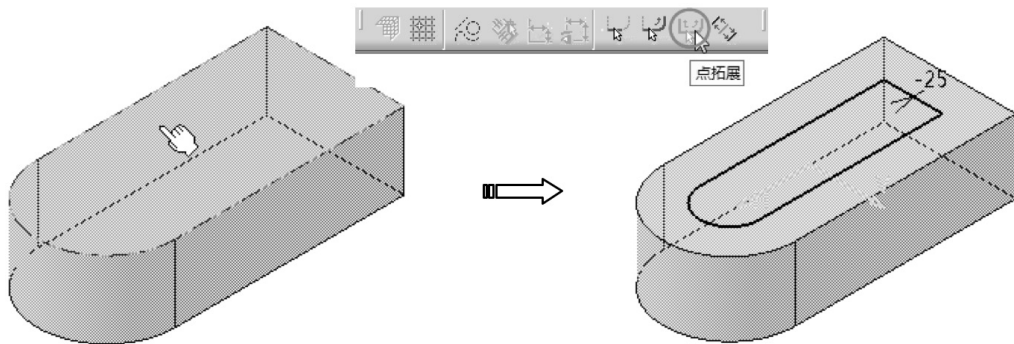


图 3-30 绘制偏移曲线

03 单击“拔模圆角凸台”按钮, 选择凸台截面(偏移曲线)后, 弹出“定义拔模圆角凸台”对话框。

04 设置“第一限制”中的“长度”值为50mm，选择零件上表面为第二限制，保留其余默认参数设置，单击“确定”按钮，完成拔模圆角凸台特征的创建，如图3-31所示。

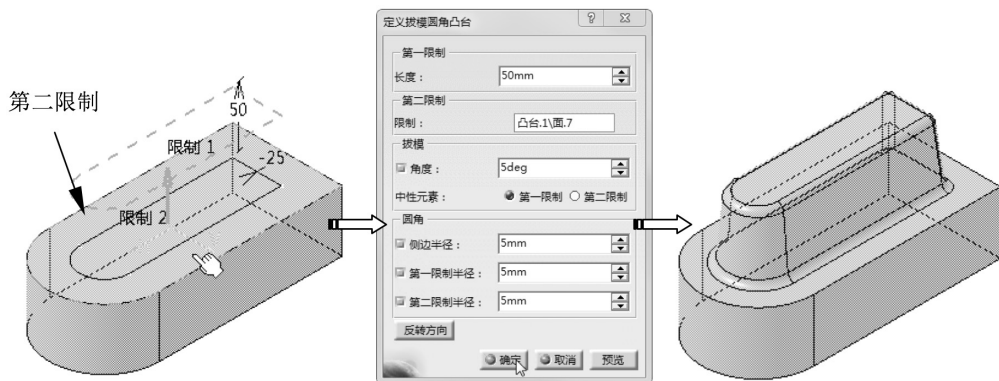


图 3-31 创建拔模圆角凸台特征

3. 定义多凸台与多凹槽

“多凸台”命令是指，使用不同的长度值拉伸属于同一草图的多个轮廓，如图3-32所示。

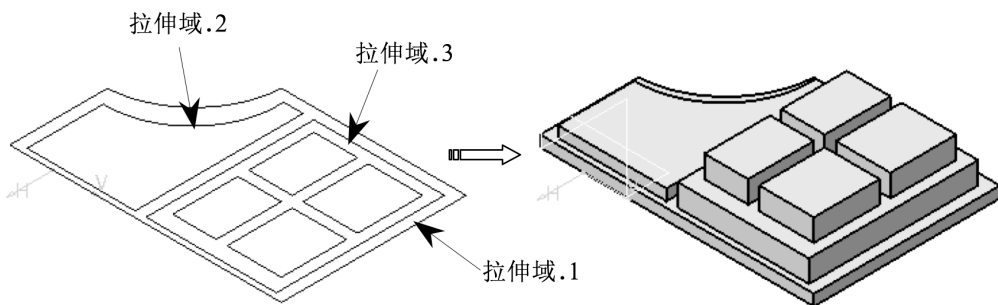


图 3-32 多凸台

与“多凸台”命令所创建的结果相反，利用“多凹槽”命令在同一草绘截面上以不同拉伸长度来创建多个凹槽，如图3-33所示。多凹槽特征要求所有轮廓必须是封闭的且不相交的。

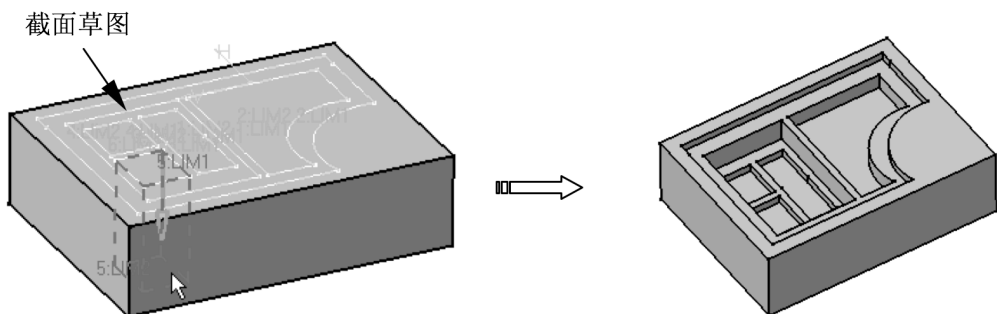


图 3-33 多凹槽特征

在“基于草图的特征”工具栏中单击“多凸台”按钮，选择草图轮廓截面后，弹出“定义多凸台”对话框，如图3-34所示。



图 3-34 “定义多凸台”对话框

在“定义多凸台”对话框的“域”列表中，列出系统自动计算出的封闭区域，在“域”列表中可单选或多选多个域，并在“第一限制”和“第二限制”选项组中设置拉伸类型及拉伸长度，最后单击“确定”按钮创建多凸台。

技术要点：

“域”列表中的“线宽”值显示的是“第一限制”和“第二限制”选项组中设置的“长度”值的和。

上机练习——多凸台实例

- 01** 打开本例源文件 3-3.CATPart。
- 02** 单击“多凸台”按钮，选择凸台截面（草图）。
- 03** 弹出“定义多凸台”对话框，系统会自动计算草图中的封闭域，并显示在“域”列表中。
- 04** 依次选择域，在“第一限制”和“第二限制”选项组中设置每一个域的拉伸“长度”值，最后单击“确定”按钮创建多凸台特征，如图 3-35 所示。



图 3-35 创建多凸台特征

3.2.2 旋转体与旋转槽特征

旋转特征是由旋转截面绕轴旋转一定的角度所得到的加材料或减材料特征。加材料的旋转特

征称为“旋转体”，减材料的旋转特征称为“旋转槽”。

1. 旋转体

利用“旋转体”命令可以创建回转体，是将一个封闭或开放草图轮廓绕轴线以指定的角度进行旋转而得到的实体特征，如图 3-36 所示。

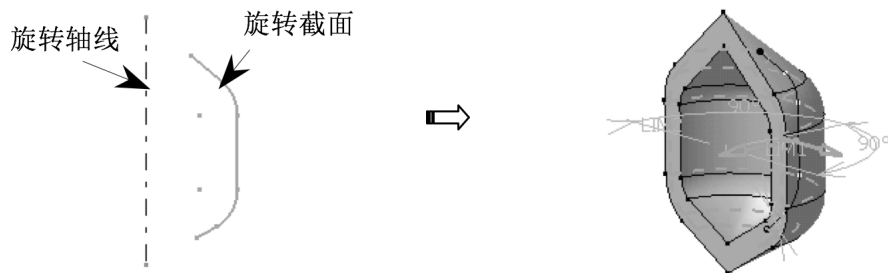


图 3-36 旋转体特征

单击“旋转体”按钮，选择旋转截面后弹出“定义旋转体”对话框，如图 3-37 所示。

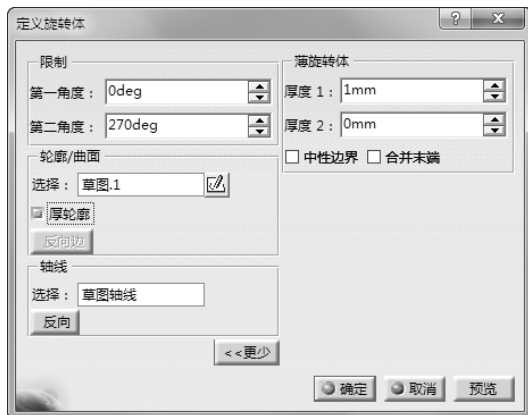


图 3-37 “定义旋转体”对话框

“定义旋转体”对话框中有部分选项与“定义凸台”对话框中的选项含义相同，下面仅介绍不同的选项。

- 第一角度：以逆时针方向为正向，从草图所在平面到起始位置转过的角度，即旋转角度与中心旋转特征成右手系。
- 第二角度：以顺时针方向为正向，从草图所在平面到终止位置转过的角度，即旋转角度与中心旋转特征成左手系。

技术要点：

单击“反向”按钮，可切换旋转方向。

- 轴线：如果在绘制旋转轮廓的草图截面时已经绘制了轴线，系统会自动选择该轴线，否则单击“选择”文本框，可在绘图区选择直线、轴、边线等作为旋转体轴线，如图 3-38 所示。

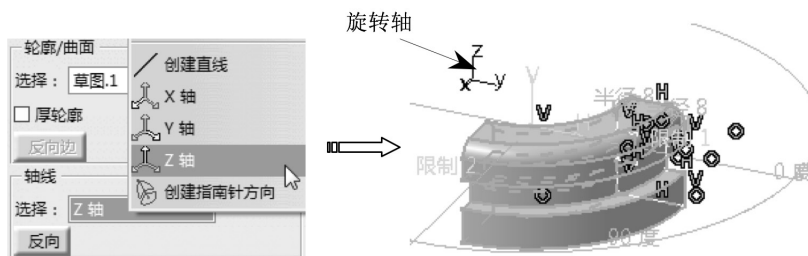


图 3-38 选择轴线

上机练习——旋转体实例

01 选择“开始”|“机械设计”|“零件设计”命令，进入“零件设计”工作台。

02 单击“草图”按钮, 选择草图平面为 xy 平面，进入草图工作台。利用直线等工具绘制如图 3-39 所示的草图。单击“退出工作台”按钮, 退出草图工作台。

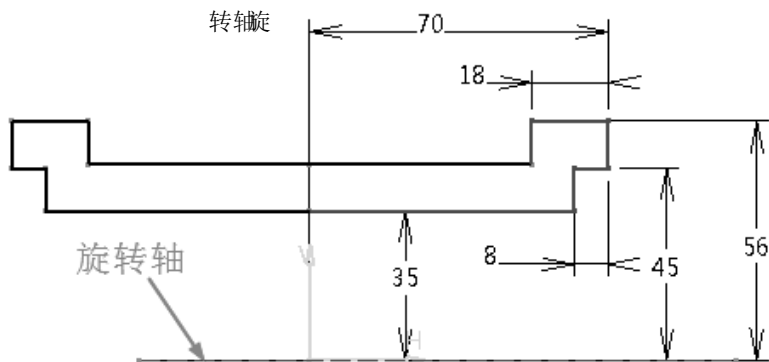


图 3-39 绘制草图截面

03 单击“旋转体”按钮, 弹出“定义旋转体”对话框。选择上一步绘制的草图为旋转截面，选择草图中的轴线为旋转轴，单击“确定”按钮完成旋转体的创建，如图 3-40 所示。

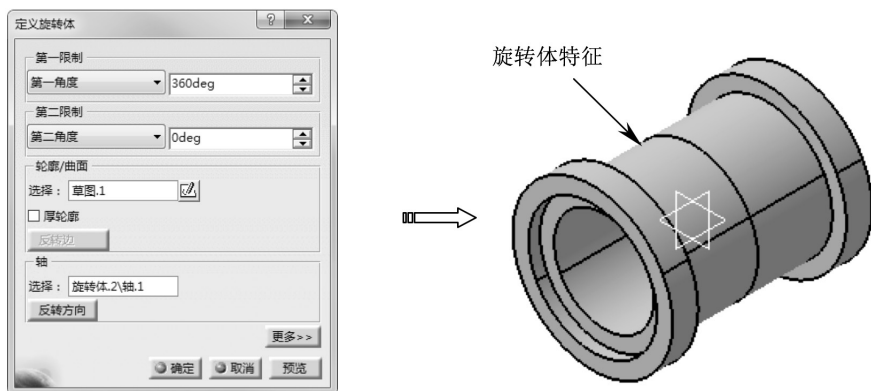


图 3-40 创建旋转体特征

04 单击“草图”按钮, 选择草图平面为 zx 平面进入草图工作台。绘制如图 3-41 所示的草图，完成后退出草图工作台。

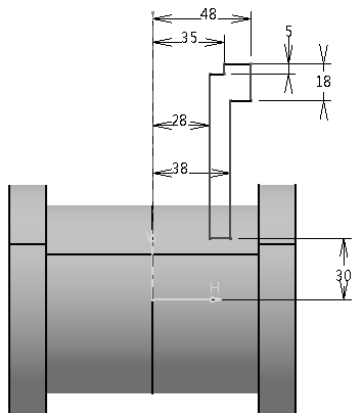


图 3-41 绘制草图截面

05 单击“旋转体”按钮, 弹出“定义旋转体”对话框。选择上一步绘制的草图为旋转截面, 旋转轴为草图中的轴线, 单击“确定”按钮, 完成旋转体的创建, 如图 3-42 所示。

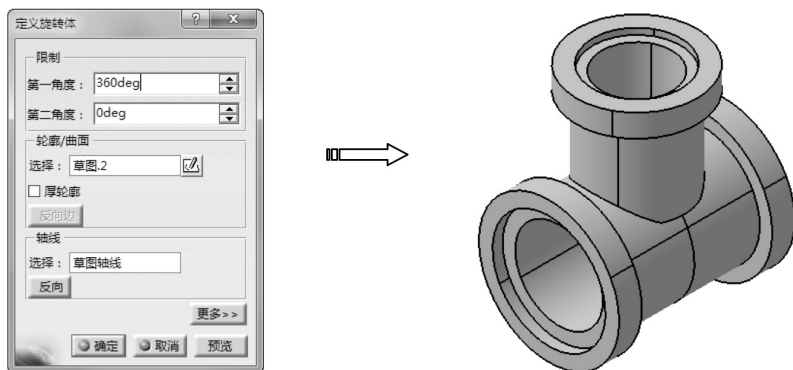


图 3-42 创建三通模型

2. 旋转槽

利用“旋转槽”命令, 可将草图轮廓绕轴旋转, 进而与已有特征进行布尔求差运算, 在特征上移除材料后得到旋转槽特征, 如图 3-43 所示。旋转槽特征与旋转体特征相似, 只不过旋转体是加材料实体, 而旋转槽是减材料实体。

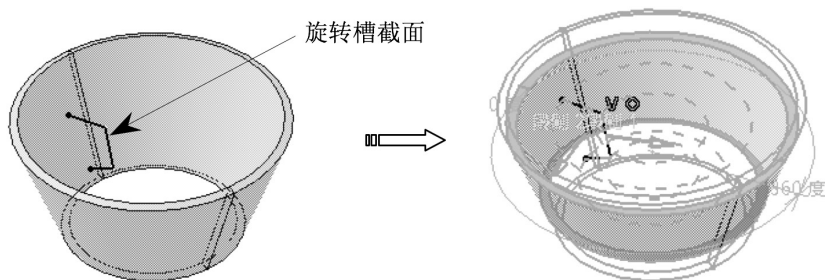


图 3-43 旋转槽特征

在“基于草图的特征”工具栏中单击“旋转槽”按钮, 弹出“定义旋转槽”对话框, 如

图 3-44 所示。“定义旋转槽”对话框中的选项与“定义旋转体”对话框中的相关选项全部相同，这里不再赘述。

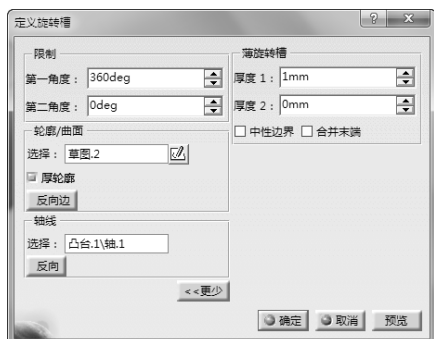


图 3-44 “定义旋转槽”对话框

3.2.3 扫描特征

扫描特征是将截面曲线沿着一条轨迹进行扫掠而得到的基体特征，CATIA 中的扫描特征包括加材料的肋特征和减材料的开槽特征。

1. 肋特征

在 CATIA 中，扫描特征称为“肋”。要创建肋特征，必须定义中心曲线（扫掠轨迹）和平面轮廓（截面曲线），按需要也可以定义参考图元或拔模方向，如图 3-45 所示。在零件工作台中平面轮廓必须为封闭草图，而中心曲线可以是草图也可以是空间曲线，可以是封闭的，也可以是开放的。

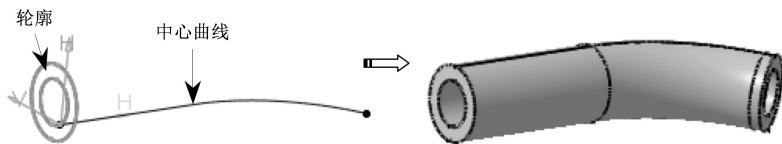


图 3-45 肋特征

单击“肋”按钮，弹出“定义肋”对话框，如图 3-46 所示。



图 3-46 “定义肋”对话框

“定义肋”对话框中主要选项含义如下。

(1) 轮廓和中心曲线。

- 轮廓：选择已有或绘制创建肋特征的草图截面。
- 中心曲线：选择扫掠轮廓的轨迹曲线。

技术要点：

如果中心曲线为3D曲线，则必须相切连接。如果中心曲线是平面曲线，则可以相切不连续。中心曲线不能自相交。

(2) 控制轮廓。

“控制轮廓”选项组用于设置轮廓沿中心曲线的扫掠方式，包括以下选项。

- 保持角度：保留用于轮廓的草图平面和中心曲线切线之间的角度值，如图3-47(a)所示。
- 拔模方向：定义轮廓所在平面将保持与拔模方向垂直，如图3-47(b)所示。
- 参考曲面：轮廓平面的法线方向始终与制定参考曲面的法线保持恒定的夹角。如图3-47(c)所示的轮廓平面在起始位置与参考曲面是垂直的，在扫掠形成的扫掠特征的任意一个截面都保持与参考曲面垂直。

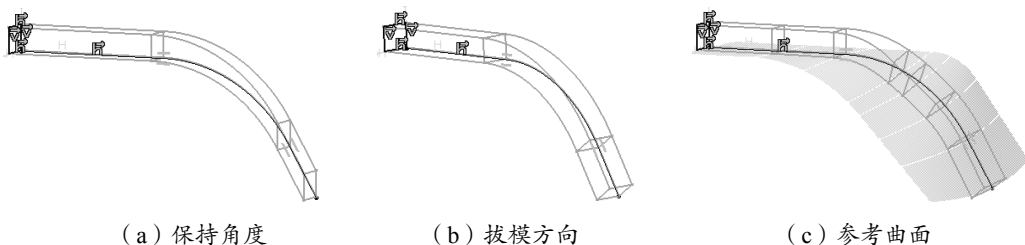


图 3-47 控制轮廓

- 将轮廓移至路径：选中该复选框，将中心曲线和轮廓关联，并允许沿多条中心曲线扫掠单个草图，仅适用于“拔模方向”和“参考曲面”轮廓控制方式。
- 合并肋的末端：选中该复选框，将肋的每个末端修剪到现有零件，即从轮廓位置开始延伸到现有材料。

上机练习——肋特征实例

01 选择“开始”|“机械设计”|“零件设计”命令，进入“零件设计”工作台。

02 单击“草图”按钮，选择草图平面为 xy 平面，进入草图工作台中绘制如图3-48所示的正六边形。

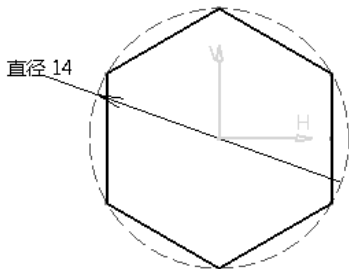


图 3-48 绘制正六边形

03 单击“草图”按钮，在草图平面（ yz 平面）中绘制如图3-49所示的草图。

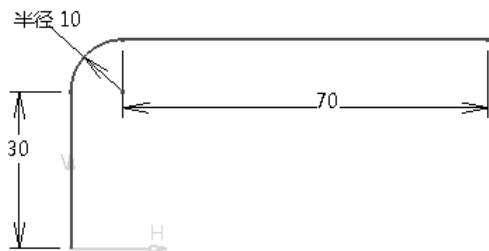


图 3-49 绘制草图

04 单击“肋”按钮, 弹出“定义肋”对话框, 选择第一个草图为轮廓, 第二个草图为中心曲线, 单击“确定”按钮创建肋特征, 如图 3-50 所示。

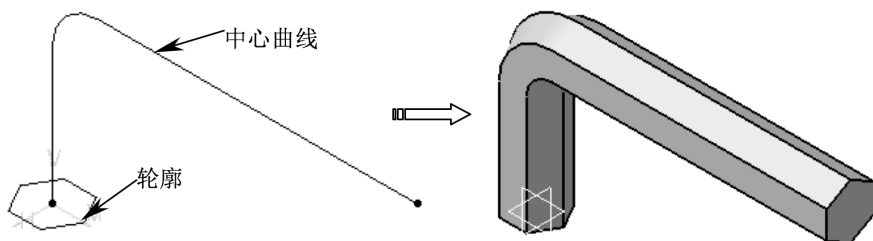


图 3-50 创建肋特征

2. 开槽特征

开槽特征与肋特征的创建过程相同, 区别在于开槽特征是减材料特征, 肋特征是加材料特征。利用“开槽”命令, 沿指定的中心曲线扫掠草图轮廓并从特征中移除材料, 得到如图 3-51 所示的开槽特征。

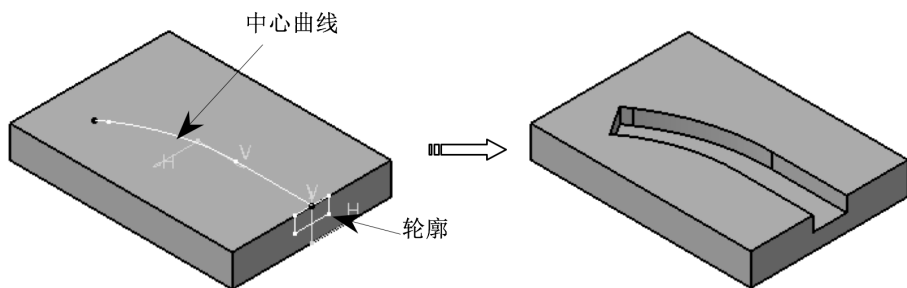


图 3-51 开槽特征

3.2.4 放样特征

放样特征是指两个或两个以上处于不同位置的平行截面曲线沿一条或多条引导线, 以渐进方式扫掠而形成的实体特征, 放样特征在 CATIA 中也称为“多截面实体”特征。

放样特征也包括加材料的“多截面实体”特征和减材料的“已移除的多截面实体”特征。

1. 多截面实体

加材料的多截面实体, 如图 3-52 所示。

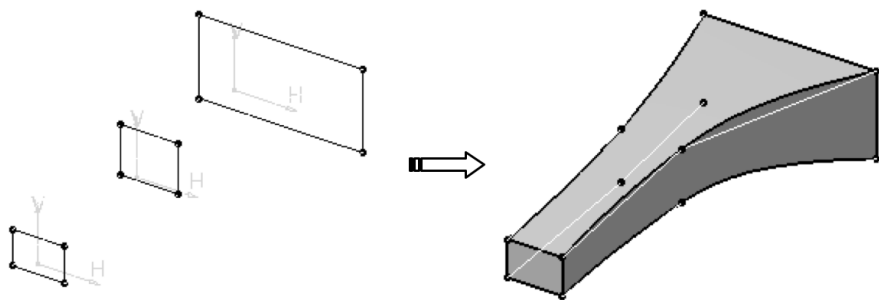


图 3-52 多截面实体

单击“多截面实体”按钮, 弹出“多截面实体定义”对话框, 如图 3-53 所示。



图 3-53 “多截面实体定义”对话框

“多截面实体定义”对话框中主要选项含义如下。

(1) 截面列表。

截面列表用于搜集多截面实体的草图截面, 所选截面曲线被自动添加到列表中, 所选截面曲线的名称及编号会显示在列表中的“编号”与“截面”列中。

(2) “引导线”选项卡。

引导线在多截面实体中起到路径指引和外形限定的作用, 引导线最终成为多截面实体的边线。多截面实体特征是由各平面截面线沿引导线扫描而得到的, 因此, 引导线必须与每个平面轮廓线相交, 如图 3-54 所示。

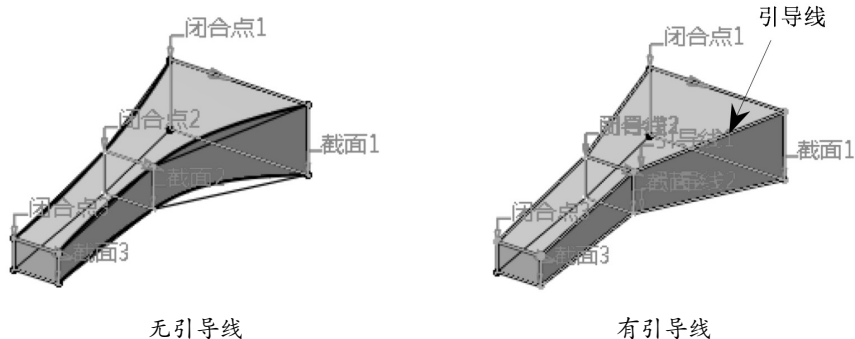


图 3-54 引导线

上机练习——创建多截面实体

01 打开本例源文件 3-6.CATPart，如图 3-55 所示。

02 单击“多截面实体”按钮, 弹出“多截面实体定义”对话框。在图形区选择“接合.1”曲线和“草图.1”曲线作为两个截面轮廓，如图 3-56 所示。

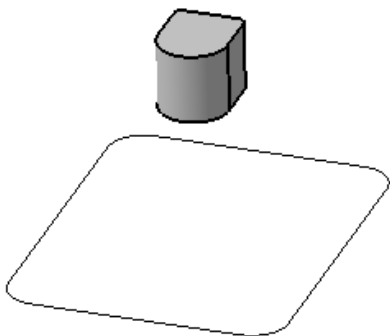


图 3-55 打开的模型

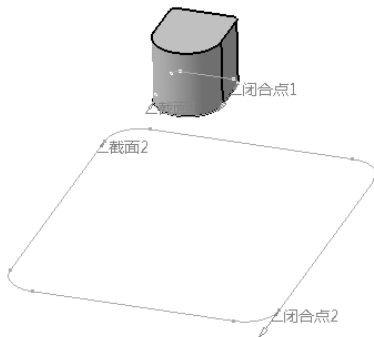


图 3-56 选择截面

03 在“多截面实体定义”对话框中选择“接合.1”截面线并右击，在弹出的快捷菜单中选择“替关闭合点”命令，在图形区选择如图 3-57 所示的点为闭合点。

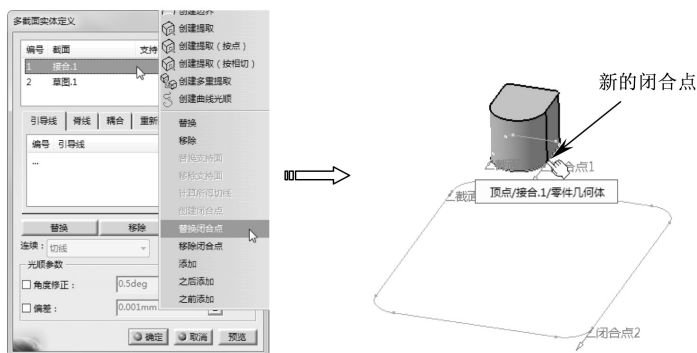


图 3-57 重新选择闭合点

04 在“耦合”选项卡的“截面耦合”下拉列表中选择“比率”选项，单击“确定”按钮，完成多截面实体特征的创建，如图 3-58 所示。

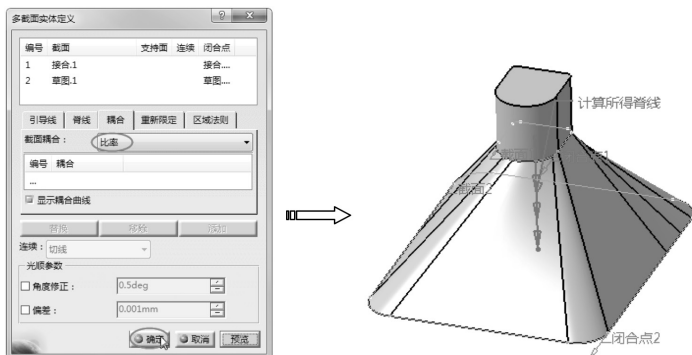


图 3-58 创建多截面实体特征

利用“已移除多截面实体”命令，将多个截面轮廓沿引导线渐进扫掠，并在已有特征上移除材料得到扫描特征，如图 3-59 所示。

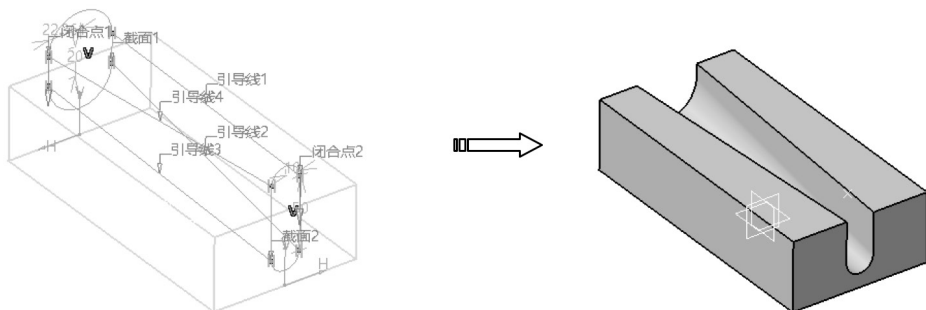


图 3-59 已移除多截面实体

3.2.5 实体混合特征

“实体混合”命令用于将两个草图轮廓分别沿着不同的方向进行拉伸，由两个草图轮廓拉伸生成的凸台特征会产生布尔交集运算，运算的结果就是实体混合特征，如图 3-60 所示。

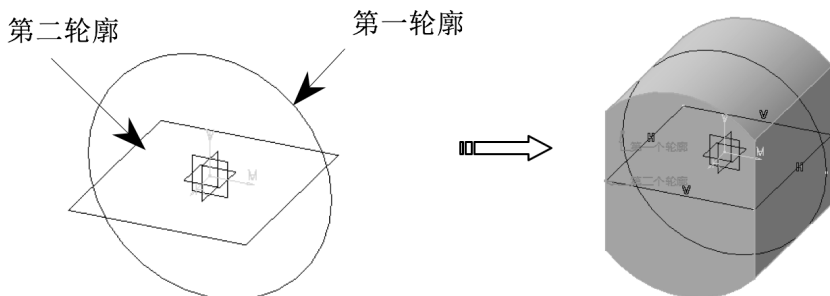


图 3-60 实体混合特征

在“基于草图的特征”工具栏中单击“实体混合”按钮，弹出“定义混合”对话框，如图 3-61 所示。“定义混合”对话框中的选项含义与“定义凸台”对话框中的相关拉伸选项含义相同，此处不再赘述。



图 3-61 “定义混合”对话框

上机练习——创建实体混合

01 打开本例源文件 3-7.CATpart，如图 3-62 所示。

02 单击“实体混合”按钮, 弹出“定义混合”对话框。选择两个绘制草图曲线作为第一部件轮廓和第二部件轮廓, 如图 3-63 所示。

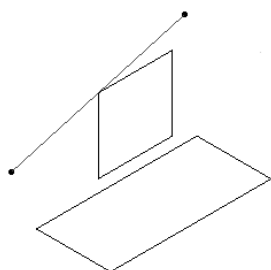


图 3-62 打开文件

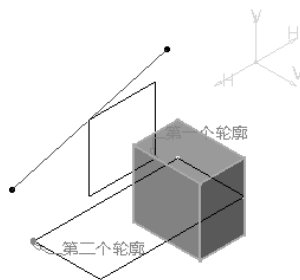


图 3-63 选择截面

03 取消选中“第二部件”选项组中的“轮廓的法线”复选框, 并选择斜线作为方向参考, 如图 3-64 所示。



图 3-64 选择方向参考

04 最后单击“确定”按钮, 完成实体混合特征的创建, 如图 3-65 所示。

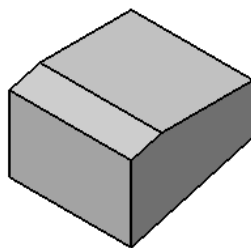


图 3-65 创建实体混合特征

3.3 工程特征

在 CATIA 中, 还有一些特征与前面的基本实体特征不同, 如孔、加强肋、倒圆角、倒斜角、拔模及盒体等特征, 这些特征虽然也是基于草图来创建的, 但是它们必须在已有的实体特征(父特征)上创建, 也就是我们常说的“工程特征”或“修饰特征”。

3.3.1 孔特征

“孔”命令用于在已有实体特征上创建孔特征, 常见的孔包括盲孔、通孔、锥形孔、沉头孔、埋头孔、倒钻孔等。

单击“孔”按钮, 选择孔的放置表面后, 弹出“定义孔”对话框, 如图 3-66 所示, 该对话框中包含 3 个选项卡。



图 3-66 “定义孔”对话框的 3 个选项卡

下面以案例的方式讲解孔工具的基本用法。

上机练习——创建零件中的孔

01 打开本例源文件 3-8.CATPart, 如图 3-67 所示。

02 单击“孔”按钮, 按信息提示在模型上选择孔的放置面, 如图 3-68 所示。

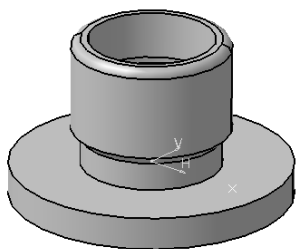


图 3-67 打开的模型

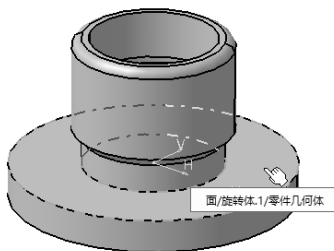


图 3-68 选择孔放置面

03 弹出“定义孔”对话框。在“扩展”选项卡中设置孔深度类型为“直到最后”, 设置“直径”值为 6mm。单击“定位草图”按钮, 进入草图工作台创建孔的定位约束, 如图 3-69 所示。



图 3-69 创建孔的定位约束

04 退出草图工作台，在“定义孔”对话框的“类型”选项卡中选择“沉头孔”和“非标准螺纹”类型，并设置沉头孔的“直径”值为12mm，沉头“深度”值为5mm，最后单击“确定”按钮完成孔特征的创建，如图3-70所示。

05 利用“圆形阵列”工具阵列出模型中的其他定位孔，效果如图3-71所示。



图 3-70 创建孔特征



图 3-71 阵列出其他孔

3.3.2 加强肋

加强肋就是我们常说的“加强筋”，是用添加材料的方法来加强零件强度，用于创建附属零件的辐板或肋片，在工程上起支撑作用，一般用于增加零件的强度。

单击“加强肋”按钮，弹出“定义加强肋”对话框，如图3-72所示。选取筋轮廓草图后设置相关选项，即可创建加强肋，如图3-73所示。



图 3-72 “定义加强肋”对话框

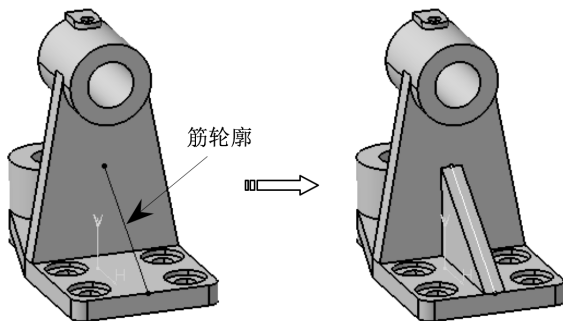
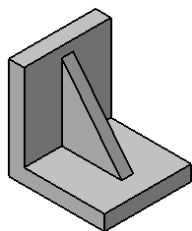


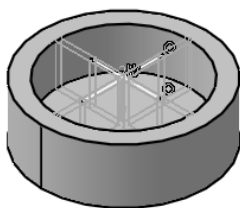
图 3-73 加强肋特征

下面介绍创建加强肋的两种模式。

- 从侧面：以草图轮廓进行拉伸，并垂直于该轮廓平面添加厚度，如图3-74(a)所示。
- 从顶部：垂直于轮廓平面以拉伸轮廓，并在轮廓平面中添加厚度，如图3-74(b)所示。



(a) 从侧面



(b) 从顶部

图 3-74 两种加强肋模式

上机练习——创建加强肋

01 打开本例源文件 3-9.CATPart，如图 3-75 所示。

02 单击“草图”按钮，选择草图平面为 yz 平面，进入草图工作台绘制如图 3-76 所示的草图。

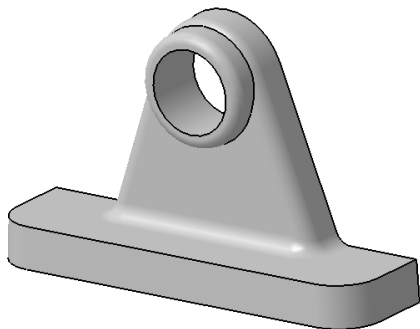


图 3-75 打开模型文件

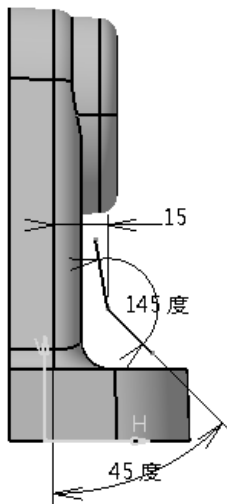


图 3-76 绘制草图截面

03 在“基于草图的特征”工具栏中单击“加强肋”按钮，弹出“定义加强肋”对话框。选择上一步绘制的草图截面作为加强肋轮廓草图，输入肋“厚度 1”值为 8mm，再单击“确定”按钮，完成加强肋特征的创建，如图 3-77 所示。



图 3-77 创建加强肋特征

3.3.3 倒圆角

CATIA V5-6R2018中提供了3种圆角特征的创建方法。单击“修饰特征”工具栏中的“倒圆角”按钮右下角的小三角形，弹出“圆角”工具栏，如图3-78所示。

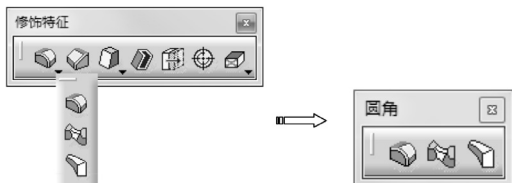


图 3-78 “圆角”工具栏

1. 倒圆角

圆角是指，具有固定半径或可变半径的弯曲面，它与两个曲面相切并接合这两个曲面，这3个曲面共同形成一个内角或一个外角。

单击“修饰特征”工具栏中的“倒圆角”按钮，弹出“倒圆角定义”对话框，如图3-79所示。

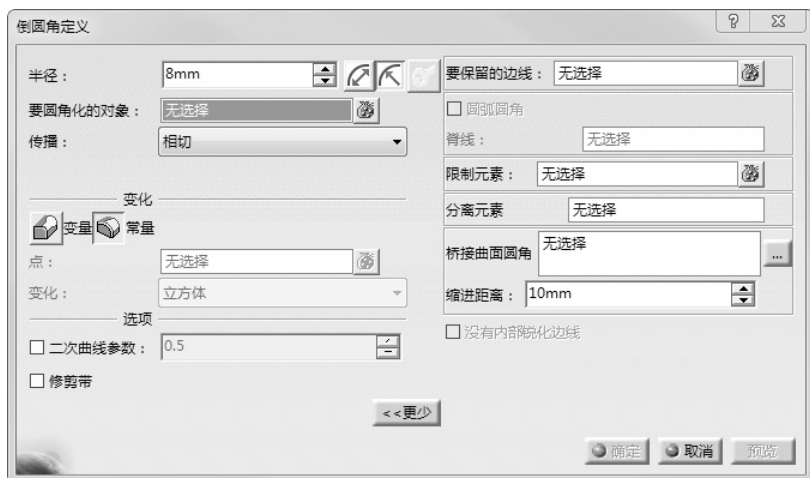


图 3-79 “倒圆角定义”对话框

“倒圆角定义”对话框中主要选项的含义如下。

- 半径：设置圆角半径值。
- 要圆角化的对象：选择要创建圆角的对象，可以是边线、面及特征。
- 传播：指圆角的拓展模式，包括相切、最小、相交和与选定特征相交4种模式，如图3-80所示。
 - » 相切：当选择某一条边线时，所有和该边线光滑连接的棱边都将被选中并倒圆角。
 - » 最小：仅圆角化选中的边线，并将圆角光滑过渡到下一条线段。
 - » 相交：将在所选面与当前实体中其余面的交点处创建圆角，此模式是基于特征的选择，而其他的选择模式是基于边缘或面的选择。
 - » 与选定特征相交：选择几何特征会自动选择其交点处的边，并对其进行圆角化处理。

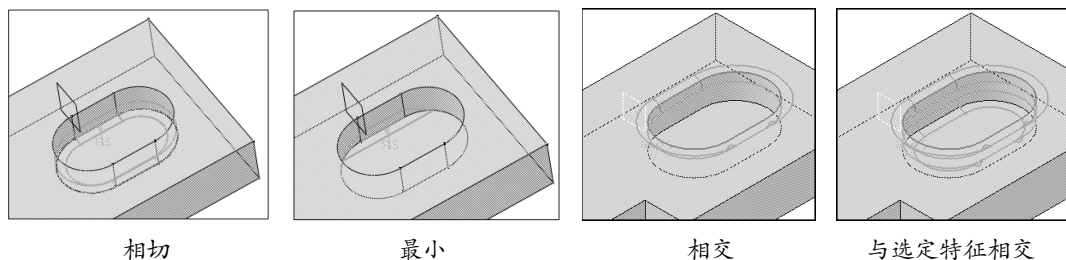


图 3-80 4 种传播模式

- 变化：圆角半径的变化模式分为“变量”和“常量”两种，如图 3-81 所示。“变量”的圆角半径是可变的；“常量”的圆角半径是恒定不变的，通常设置为“常量”。

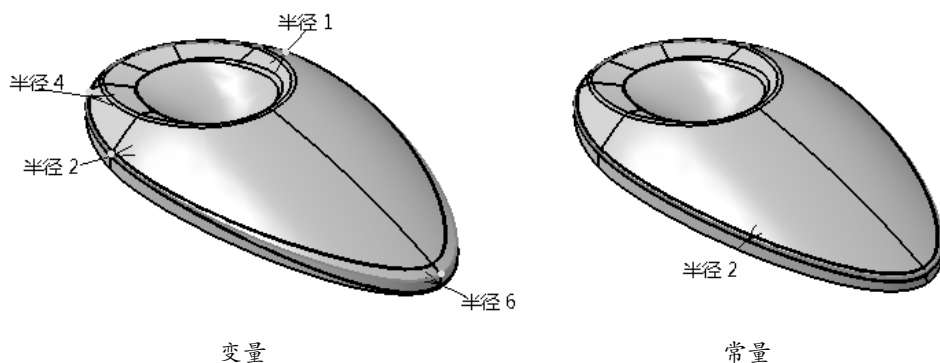


图 3-81 圆角半径的变化

- 二次曲线参数：采用二次曲线的参数驱动方式来创建圆滑过渡，如图 3-82 所示。

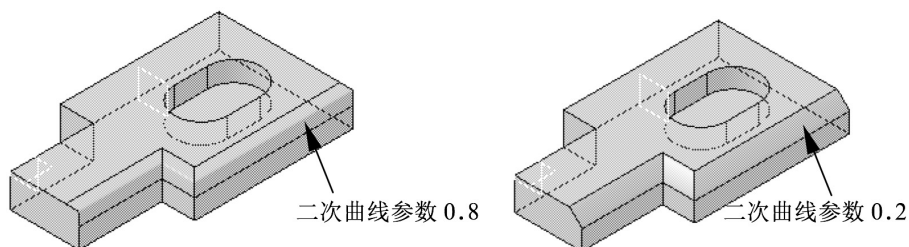


图 3-82 采用二次曲线参数创建圆滑过渡

- 修剪带：如果使用“相切”的传播模式，还可以修剪交叠的圆角，如图 3-83 所示。

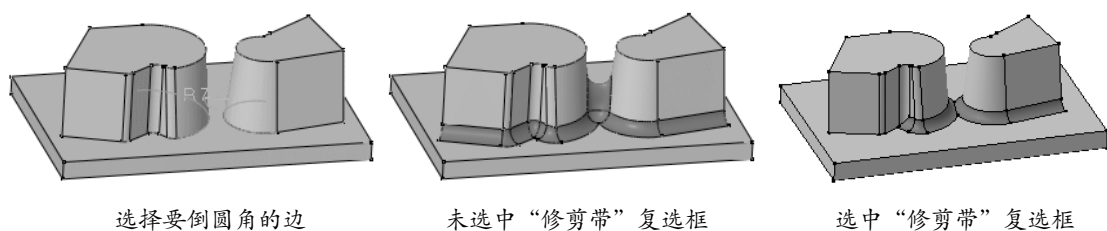
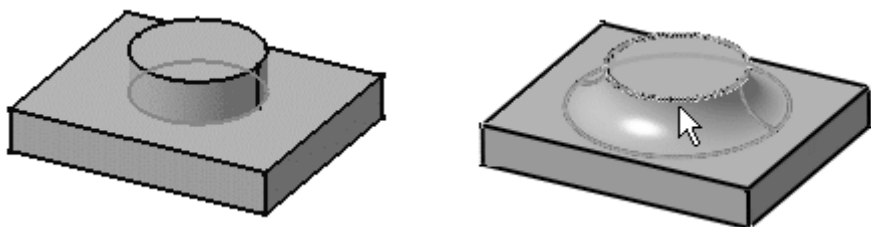


图 3-83 “修剪带”复选框的应用效果

- 要保留的边线：可选择不需要圆角化的其他边线。倒角时，若设置的圆角半径大于圆角化范围，可选择保留边线来解决此问题，如图 3-84 所示。



选取要倒圆角的边线

保留上方的边线不倒圆角

图 3-84 选择要保留的边线

- 限制元素：可在模型中指定倒圆角的限制对象，边限制对象可以是平面、连接曲面、曲线或边线上的点等，如图 3-85 所示。

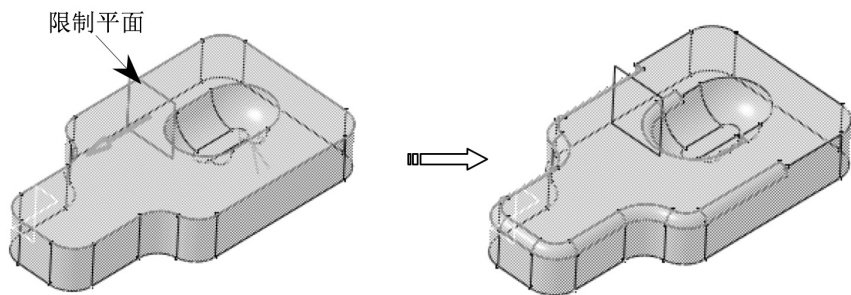


图 3-85 指定限制图元

上机练习——创建倒圆角

01 打开本例源文件 3-10.CATPart，如图 3-86 所示。

02 单击“圆角”工具栏中的“倒圆角”按钮，弹出“倒圆角定义”对话框，在模型中选择要倒圆角的边线，如图 3-87 所示。

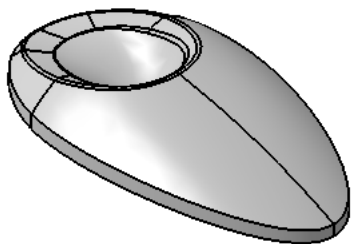


图 3-86 打开的模型

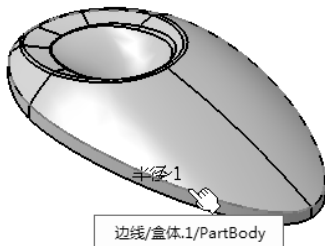


图 3-87 选择要倒圆角的边线

03 在“倒圆角定义”对话框中的“变化”选项组中单击“变量”按钮，在“点”文本框内右击并在弹出的快捷菜单中选择“清除选择”命令，将默认选取的圆角半径变化控制点对象取消，如图 3-88 所示。

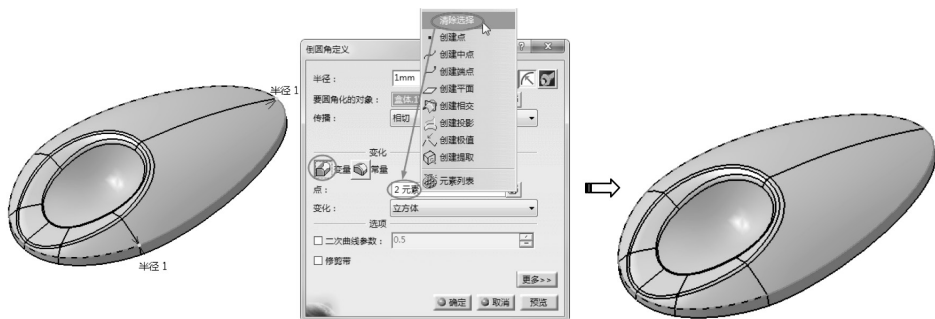


图 3-88 清除默认选取的变化控制点

04 在模型中选中的倒圆角的边线上重新选择两个控制点，并单击半径值进行修改，如图 3-89 所示。

05 在“倒圆角定义”对话框中单击“预览”按钮查看预览效果，如果符合要求单击“确定”按钮完成倒圆角操作，结果如图 3-90 所示。

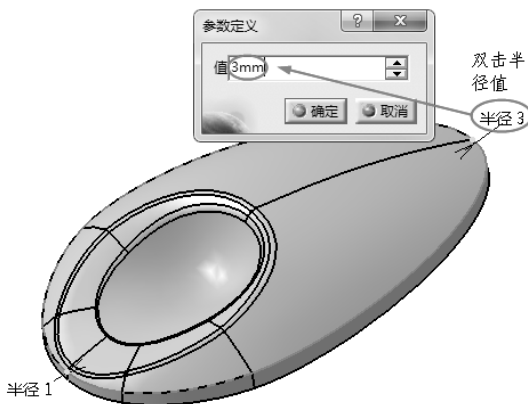


图 3-89 重新选择变化控制点

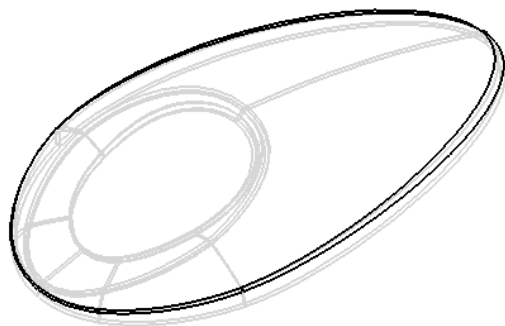


图 3-90 倒圆角的结果

2. 面与面的圆角

当面与面之间不相交或面与面之间存在两条以上锐化边线时，可以使用“面与面的圆角”命令创建圆角，要求该圆角半径应小于最小曲面的高度，而大于曲面之间最小距离的 1/2。

上机练习——创建面与面的圆角

01 打开本例源文件 3-11.CATPart，如图 3-91 所示。

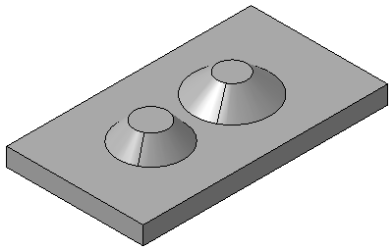


图 3-91 打开的模型

- 02** 单击“修饰特征”工具栏中的“面与面的圆角”按钮, 弹出“定义面与面的圆角”对话框。
- 03** 在模型中选取两个圆锥台的锥面作为要创建面与面圆角的参考面, 如图 3-92 所示。
- 04** 在“定义面与面的圆角”对话框中设置“半径”值为 35mm, 单击“确定”按钮完成面与面的圆角操作, 结果如图 3-93 所示。

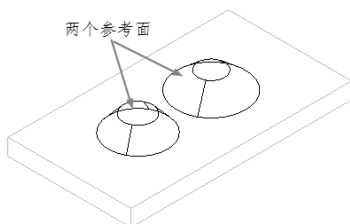


图 3-92 选择参考面

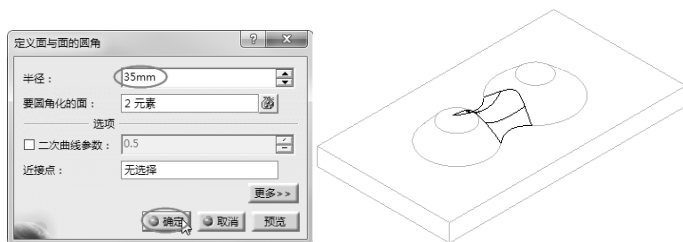


图 3-93 创建面与面圆角

3. 三切线内圆角

“三切线内圆角”是指通过选定的 3 个相交面, 创建一个与这 3 个面均相切的圆角面。

上机练习——创建三切线内圆角

- 01** 打开本例源文件 3-12.CATPart, 如图 3-94 所示。
- 02** 单击“圆角”工具栏中的“三切线内圆角”按钮, 弹出“定义三切线内圆角”对话框。
- 03** 在模型中选择相对称的两个面作为要圆角化的面, 如图 3-95 所示。

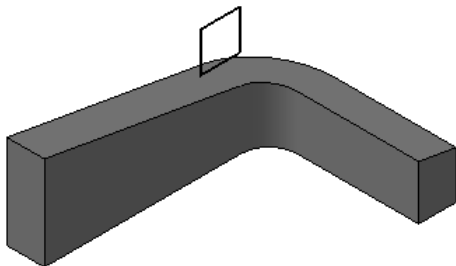


图 3-94 打开的模型

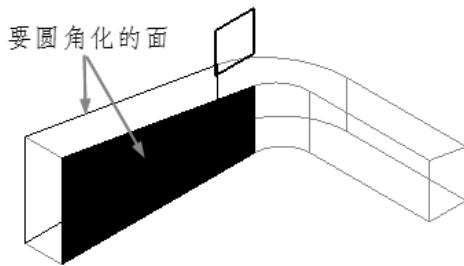


图 3-95 选择要圆角化的面

- 04** 选择一个要移除的面, 如图 3-96 所示。
- 05** 单击“更多”按钮, 激活“限制图元”文本框, 再选择参考平面为限制平面, 如图 3-97 所示。

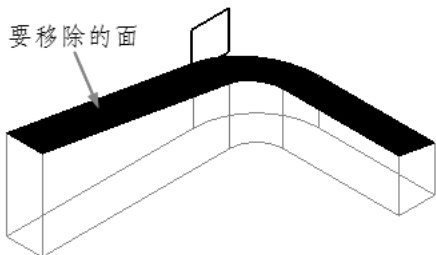


图 3-96 选择要移除的面

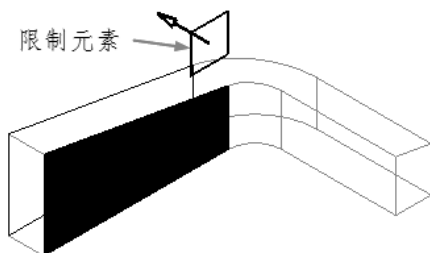


图 3-97 选择限制图元

- 06** 单击“确定”按钮完成三切线内圆角的创建, 如图 3-98 所示。

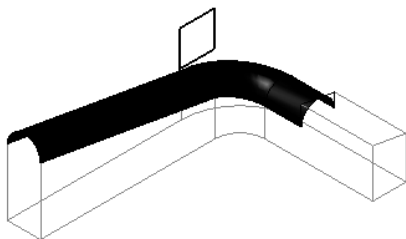


图 3-98 创建三切线内圆角

3.3.4 倒角

倒角的创建包含从选定边线上移除或添加平截面，以便在共用此边线的两个原始面之间创建斜曲面，通过沿一条或多条边线拓展可获得倒角。

上机练习——创建倒角

- 01** 打开本例源文件 3-12.CATPart，如图 3-99 所示。
- 02** 单击“修饰特征”工具栏中的“倒角”按钮，弹出“定义倒角”对话框。
- 03** 在模型上选择如图 3-100 所示的要倒角的 4 条边线。

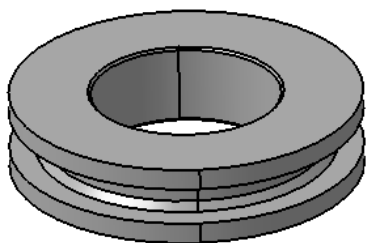


图 3-99 打开的模型

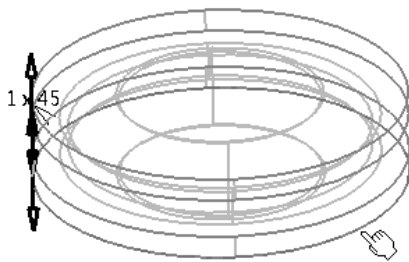


图 3-100 选择 4 条边线

- 04** 在“定义倒角”对话框中设置“长度 1”值为 2mm，其余参数保持默认设置，最后单击“确定”按钮完成倒角特征的创建，如图 3-101 所示。

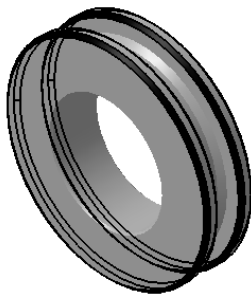


图 3-101 创建倒角特征

3.3.5 拔模

拔模也称为“脱模”，用于压铸、注塑、压塑等铸造模具的产品。这些产品需要进行拔模处理，避免模具的型腔与型芯部分在分离时因与产品产生摩擦而导致外观质量下降。CATIA 提供了多种拔模特征工具，单击“修饰特征”工具栏中的“拔模斜度”按钮右下角的下三角按钮，弹出拔模工具，如图 3-102 所示。

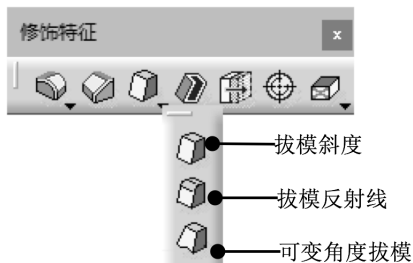


图 3-102 拔模工具

1. 拔模斜度

利用“拔模斜度”工具，选择要拔模的面并设置拔模角度来进行拔模，如图 3-103 所示。可选择拔模固定边来决定拔模效果。

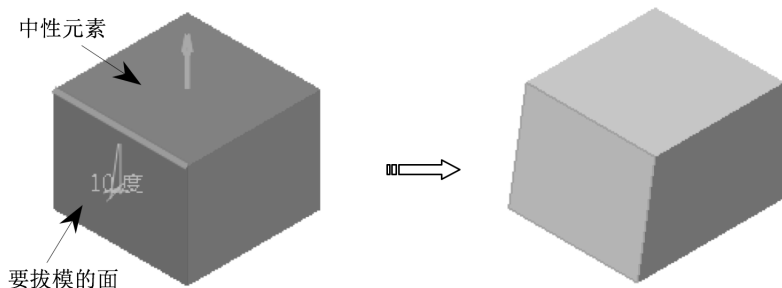


图 3-103 根据拔模斜度创建拔模

单击“修饰特征”工具栏中的“拔模斜度”按钮，弹出“定义拔模”对话框，如图 3-104 所示。



图 3-104 “定义拔模”对话框

“定义拔模”对话框中主要选项的含义如下。

- 拔模类型：包括“常量”和“变量”两种，这里的“变量”类型也就是“可变角度拔模”，后面将详细介绍。
- 角度：设置要拔模的面与拔模方向之间的夹角。正值表示沿拔模方向的逆时针方向拔模；负值表示反向拔模。
- 要拔模的面：要创建拔模的面。
- 通过中性面选择：选中该复选框，可选择一个中性面，那么与中性面相交的所有面将被定义为要拔模的面，如图 3-105 所示。

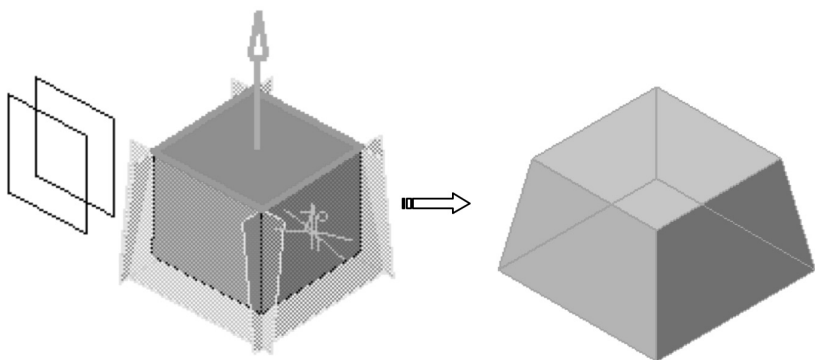


图 3-105 通过中性面选择要拔模的面

- “中性图元”选项组：用来设置拔模固定参考面。
 - » 选择：中性面是一个拔模参考，该面始终与拔模方向垂直。同时，中性面也可作为拔模时的固定端参考，在中性面一侧的拔模面将不会旋转。中性面可以是多个面，默认情况下拔模方向由中性面的第一个面给定。
 - » 拓展：用于指定拔模延伸的拓展类型。“无”表示不创建拔模延伸，“光顺”表示要创建拔模的平滑延伸。
- “拔模方向”选项组：拔模方向是指模具系统的型腔与型芯分离时，成型零件脱离型芯（或型腔）的推出方向，也称为“脱模方向”。
 - » 由参考控制：选中该复选框，拔模方向将由中性面来控制（与中性面垂直）。
- “分离图元”选项组：用于定义模型中不同拔模斜度的分离图元。可选择平面、面或曲面作为分离图元，将模型分割成两部分，每部分可分别定义不同的拔模方向进行拔模。
 - » 分离=中性：使用中性面作为分离图元，在中性面的一侧进行拔模，如图 3-106 所示。

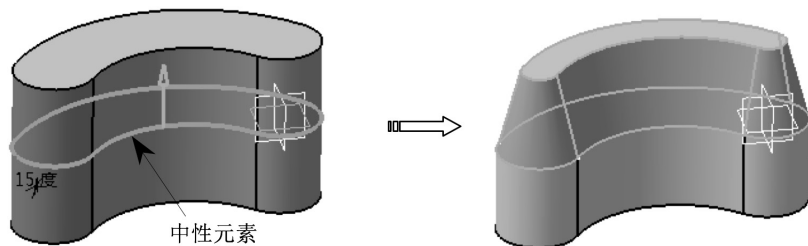


图 3-106 选择分离图元进行单侧拔模

- » 双侧拔模：以中性图元为界，在分离图元的两侧同时拔模，如图 3-107 所示。

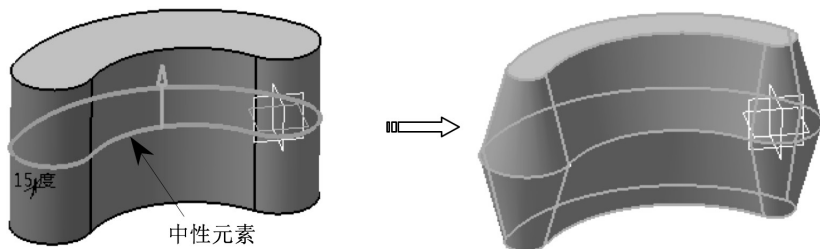


图 3-107 双侧拔模

- » 定义分离图元：选中该复选框，可以任选一个平面或曲面作为分离图元，如图 3-108 所示。

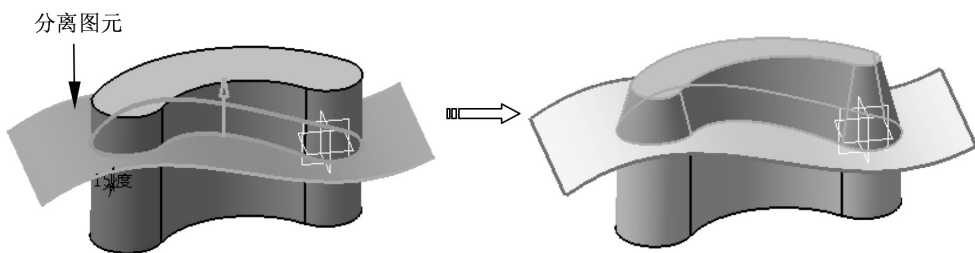


图 3-108 定义分离图元

- 限制图元：指定不需要创建拔模的限制图元。例如在某个模型面中，仅对某一部分进行拔模，那么即可指定或创建限制图元来达到此目的，如图 3-109 所示。

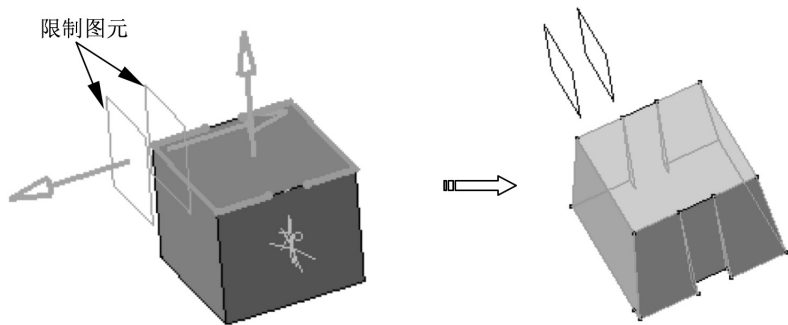


图 3-109 选择限制图元来创建部分拔模

- 拔模形式：当要拔模的面为平面时，软件会自动采用“正方形”的拔模形式进行拔模。当要拔模的面为圆柱面、圆锥面时，软件会自动识别并采用“圆锥”的拔模形式来创建拔模。

上机练习——创建简单拔模

01 打开本例源文件 3-13.CATPart，如图 3-110 所示。

02 单击“修饰特征”工具栏中的“拔模斜度”按钮，弹出“定义拔模”对话框，在“角度”文本框中输入 3 deg，如图 3-111 所示。

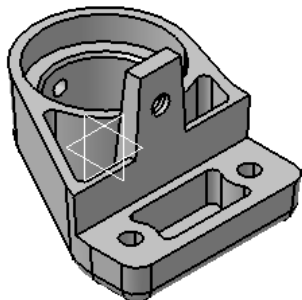


图 3-110 打开的模型



图 3-111 “定义拔模”对话框

03 在模型上选择一个表面作为要拔模的面，如图 3-112 所示。

04 激活“中性元素”选项组中的“选择”文本框，然后选择底座上表面为中性面，如图 3-113 所示。

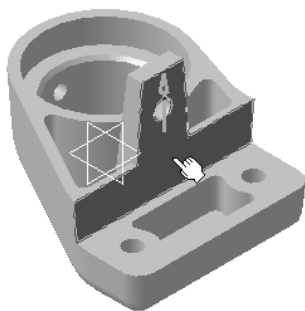


图 3-112 选择要拔模的面

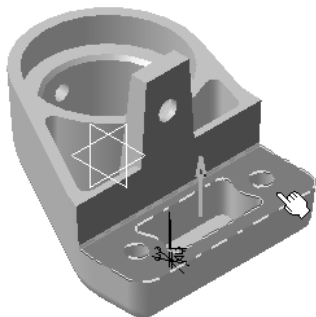


图 3-113 选择中性面

05 单击“确定”按钮，完成模型面的拔模操作，如图 3-114 所示。

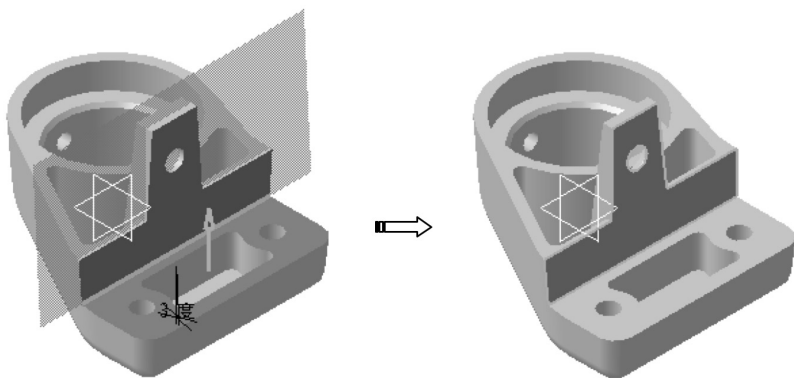


图 3-114 拔模操作

2. 拔模反射线

“拔模反射线”命令利用模型表面的投影线作为中性图元来创建模型上的拔模特征。

上机练习——拔模反射线操作

- 01** 打开本例源文件 3-14.CATPart，如图 3-115 所示。
- 02** 单击“修饰特征”工具栏中的“拔模反射线”按钮，弹出“定义拔模反射线”对话框。
- 03** 在“角度”文本框中输入拔模“角度”值为 10deg，如图 3-116 所示。

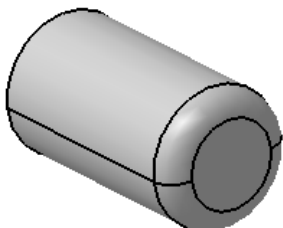


图 3-115 打开的模型



图 3-116 输入拔模角度

- 04** 在模型上选择圆柱面作为要拔模的面，如图 3-117 所示。
- 05** 激活“拔模方向”选项组中的“选择”文本框，在特征树中选择 zx 平面为中性面（拔模方向参考）。单击“更多”按钮，选中“定义分离图元”复选框，再选择 zx 平面作为分离图元，如图 3-118 所示。

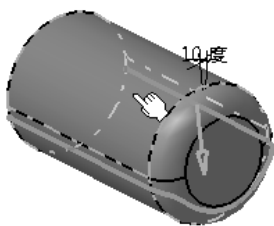


图 3-117 选择要拔模的面



图 3-118 设置拔模方向参考和分离图元

- 06** 特征预览确认无误后单击“确定”按钮，完成拔模特征的创建，如图 3-119 所示。

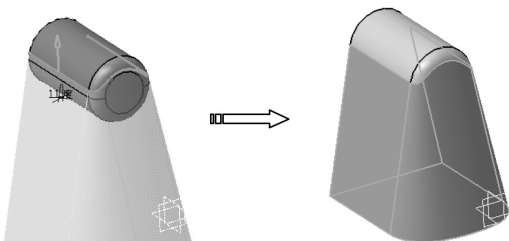


图 3-119 创建拔模放射线特征

3. 可变角度拔模

“可变角度拔模”命令可以在模型中一次性创建多个不同拔模角度的拔模特征。

上机练习——可变角度拔模操作

- 01** 打开本例源文件 3-15.CATPart，如图 3-120 所示。

02 单击“修饰特征”工具栏中的“可变角度拔模”按钮，弹出“定义拔模”对话框。

03 选择要拔模的面，激活“中性图元”选项组中的“选择”文本框，再选择上表面为中性面，如图 3-121 所示。

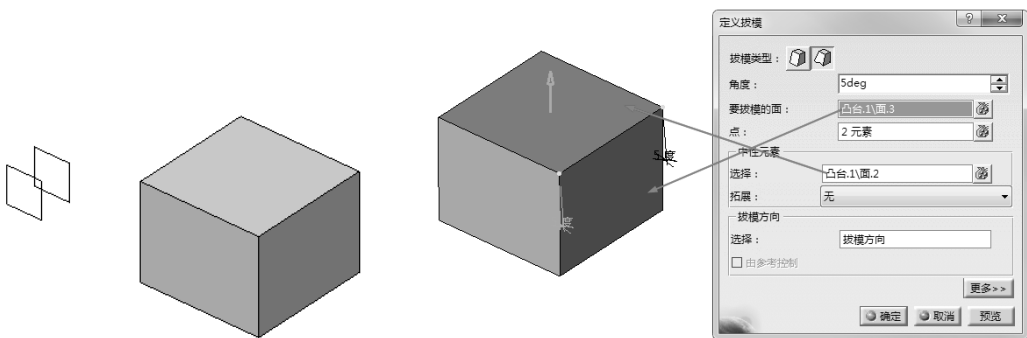


图 3-120 打开的模型

图 3-121 选择拔模面和中性面

04 激活“点”文本框，然后添加一个控制点，如图 3-122 所示。

05 双击新增的控制点的角度值，弹出“参数定义”对话框，然后更改拔模角度值，如图 3-123 所示。

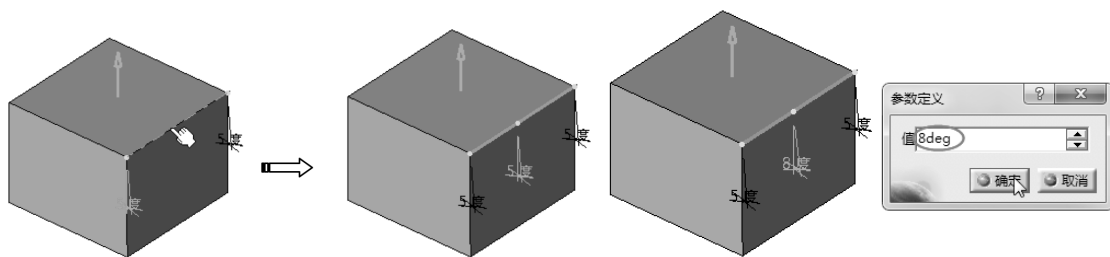


图 3-122 添加控制点

图 3-123 更改拔模角度

06 单击“确定”按钮，完成可变角度拔模的操作，如图 3-124 所示。

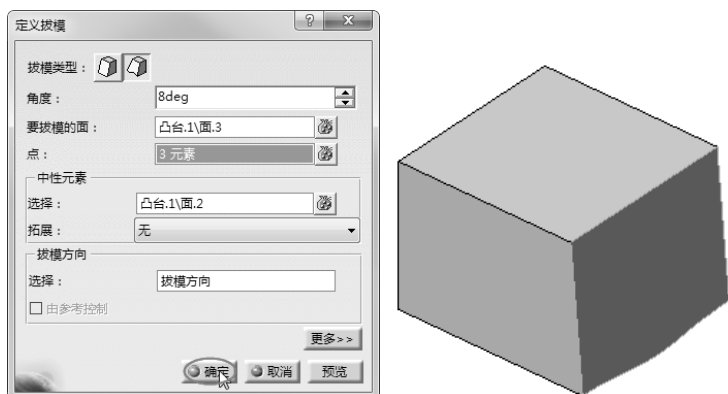


图 3-124 创建可变角度拔模特征

3.3.6 盒体

盒体也叫“抽壳”，“盒体”命令用于从实体内部或外部按一定厚度来添加（或移除）材料，

使实体形成薄壁壳体,如图 3-125 所示。

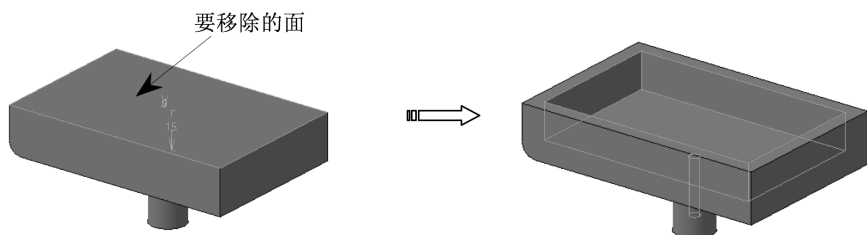


图 3-125 抽壳特征

3.4 实战案例——摇柄零件设计

本节设计一个机械零件,旨在融会贯通前面介绍的实体特征建模指令,一种摇柄零件设计的造型如图 3-126 所示。

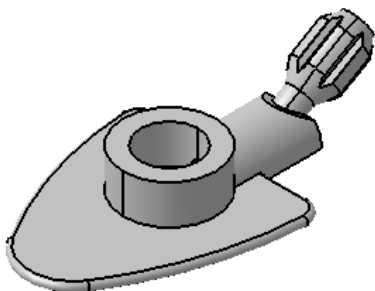


图 3-126 摇柄零件

建模流程的图解如图 3-127 所示。

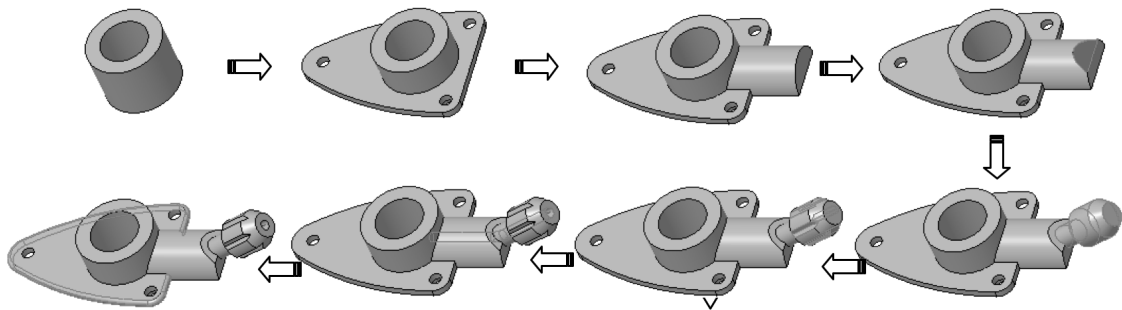


图 3-127 建模流程图解

01 启动 CATIA V5-6R2018, 执行“开始”|“机械设计”|“零件设计”命令进入零件环境。

02 创建第 1 个主特征——凸台特征。

- 在“基于草图的特征”工具栏中单击“凸台”按钮, 弹出“定义凸台”对话框。
- 单击“定义凸台”对话框中“轮廓/曲面”选项组的“创建草图”按钮.
- 选择 xy 平面为草图平面, 进入草图工作台绘制如图 3-128 所示的草图曲线。
- 单击“退出草图工作台”按钮退出草图工作台。
- 在“定义凸台”对话框中设置“长度”值为 25, 最后单击“确定”按钮完成创建, 如图 3-129 所示。

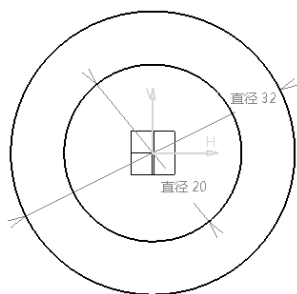


图 3-128 绘制草图

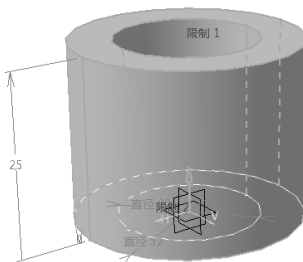


图 3-129 创建凸台特征 1



03 创建第 2 个凸台特征。

- 单击“参考图元”工具栏中的“平面”按钮, 新建“平面 1”，如图 3-130 所示。
- 在“基于草图的特征”工具栏单击“凸台”按钮.
- 单击“定义凸台”对话框中“轮廓/曲面”选项组的“创建草图”按钮.
- 选择“平面 1”为草图平面，进入草图工作台绘制如图 3-131 所示的草图曲线。

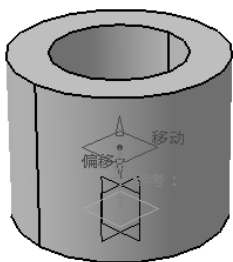


图 3-130 新建“平面 1”

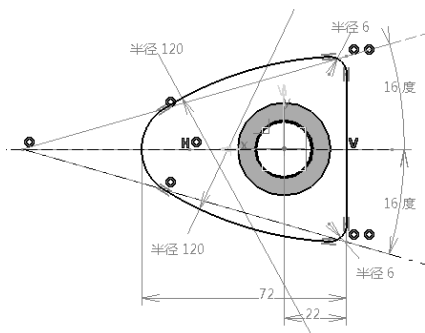


图 3-131 绘制草图

- 退出草图工作台后在“定义凸台”对话框中设置拉伸“长度”值为 1.5mm，选中“镜像范围”复选框，最后单击“确定”按钮完成创建，如图 3-132 所示。

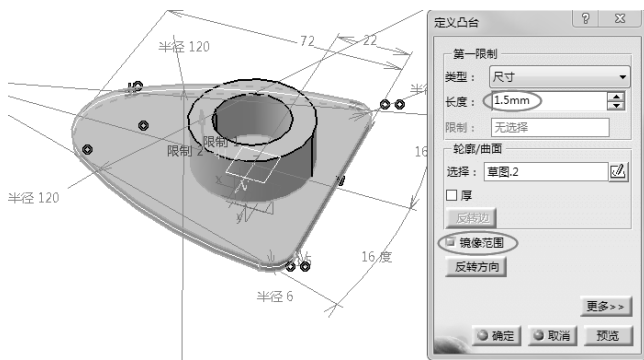


图 3-132 创建凸台特征 2

操作技巧:

草图中的虚线是为了表达角度标注而建立的，退出草图工作台时最好删除，以避免草图的不完整。

04 创建第 3 个凸台特征。

- 单击“平面”按钮, 新建“平面 2”, 如图 3-133 所示。
- 在“基于草图的特征”工具栏中单击“凸台”按钮.
- 单击“定义凸台”对话框中“轮廓/曲面”选项组的“创建草图”按钮.
- 选择“平面 2”为草图平面, 进入草图工作台绘制如图 3-134 所示的草图曲线。

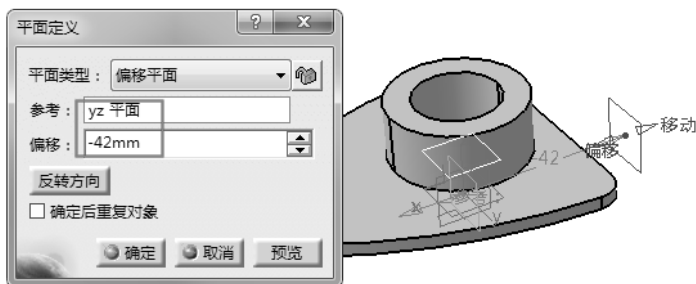


图 3-133 新建“平面 2”

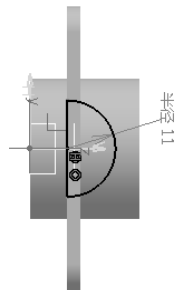


图 3-134 绘制草图

- 退出草图工作台, 在“定义凸台”对话框设置拉伸“类型”为“直到下一个”或者“直到曲面”, 单击“确定”按钮完成创建, 如图 3-135 所示。

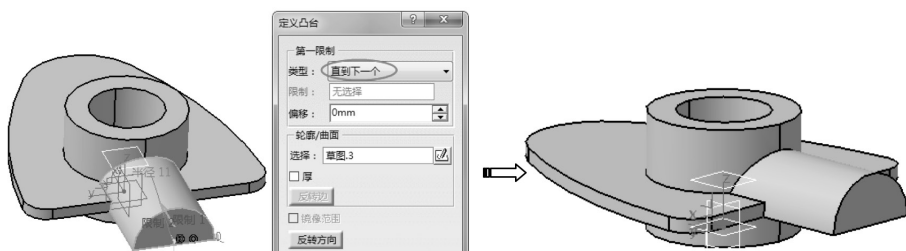


图 3-135 创建凸台特征 3

05 创建第 4 个特征（凹槽特征）。此凹槽特征是第 3 个凸台的子特征, 但需要先创建。

- 在“基于草图的特征”工具栏中单击“凹槽”按钮.
- 单击“定义凸台”对话框中“轮廓/曲面”选项组的“创建草图”按钮.
- 选择 zx 平面为草图平面, 进入草图工作台绘制如图 3-136 所示的草图曲线。
- 退出草图工作台, 在“定义凹槽”对话框输入拉伸“深度”值为 10mm, 并选中“镜像范围”复选框, 最后单击“确定”按钮完成创建, 如图 3-137 所示。

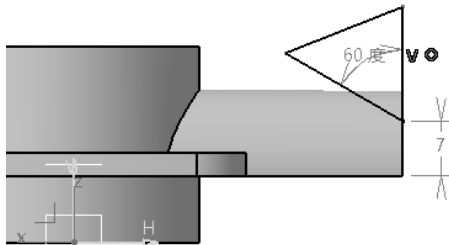


图 3-136 绘制草图

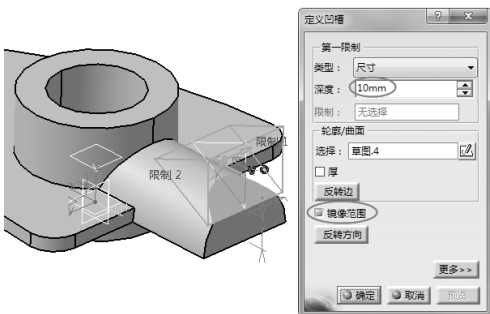


图 3-137 创建凹槽特征

06

- 在“基于草图的特征”工具栏中单击“旋转”按钮。

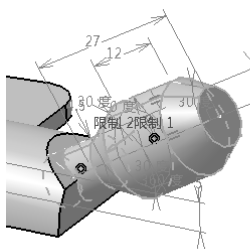


图 3-138 绘制草图

图 3-139 创建旋转特征 1

07

- 在“基于草图的特征”工具栏中单击“凹槽”按钮。

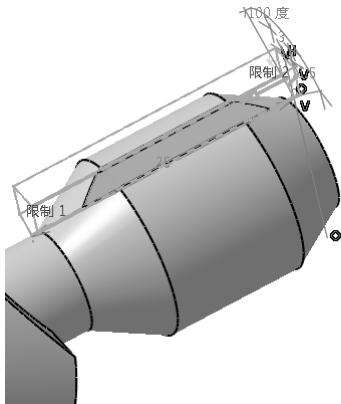


图 3-140 绘制草图

图 3-141 创建拉伸凹槽特征

- 单击“参考图元”工具栏的“直线”按钮，以“曲面的法线”线型，选择曲面并创建参考点，如图 3-142 所示。

- 在“直线定义”对话框中，设置直线长度，如图 3-143 所示。单击“确定”按钮完成直线的创建，此直线将作为阵列轴使用。

- 选中拉伸凹槽特征，如图 3-144 所示，在“变换特征”工具栏中单击“圆形阵列”按钮 ，打开“定义圆形阵列”对话框。

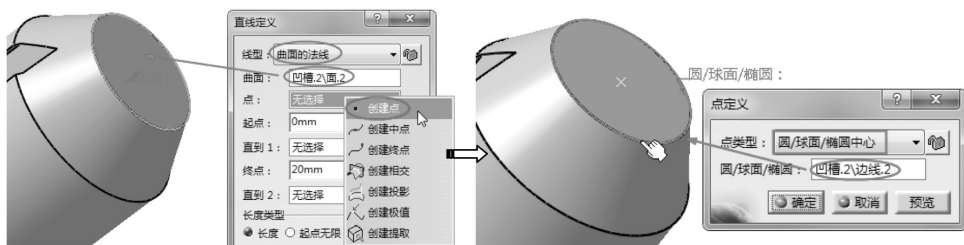


图 3-142 创建参考点



图 3-143 创建直线

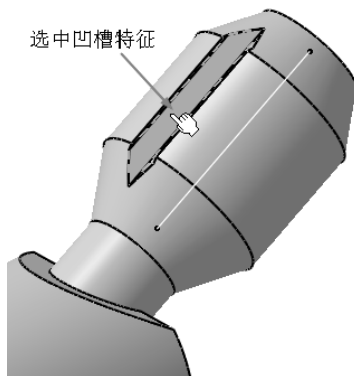


图 3-144 选中凹槽特征

- 在“轴向参考”选项卡中，输入“实例”值为6，成员之间的“角度间距”值为60deg，再到模型中选择上一步创建的直线作为参考图元，最后单击“确定”按钮完成凹槽的圆形阵列，如图3-145所示。

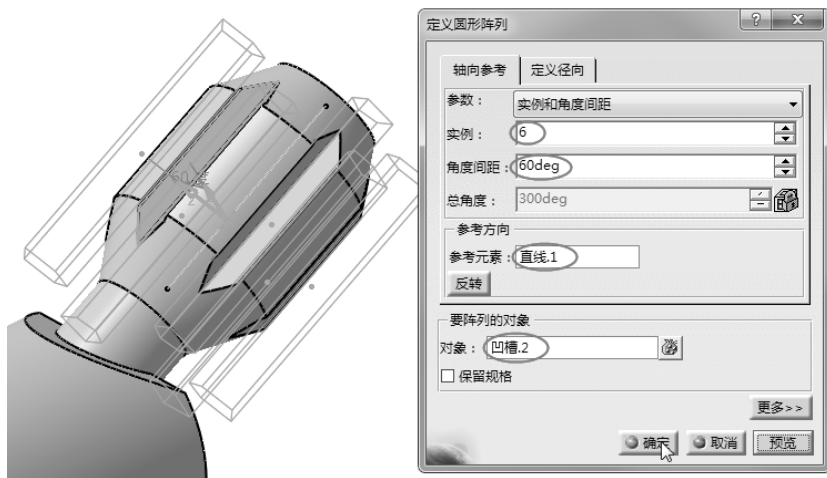


图 3-145 创建圆形阵列特征

08 创建子特征——开槽特征。

- 单击“草图”按钮，选择zx平面为草图平面，绘制如图3-146所示的草图曲线。
- 单击“草图”按钮，选中模型上的一个端面作为草图平面，如图3-147所示。

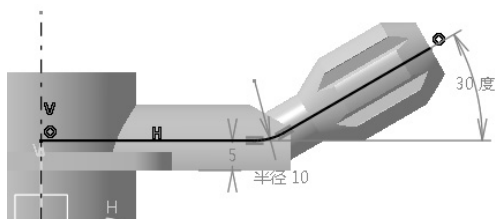


图 3-146 绘制草图曲线

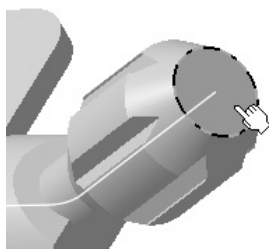


图 3-147 选择草图平面

- 进入草图工作台，绘制如图 3-148 所示的截面曲线。
- 在“基于草图的特征”工具栏中单击“开槽”按钮, 打开“定义开槽”对话框。选取上一步绘制的曲线（半径为 2mm 的圆）作为扫描轮廓，再选择草图曲线（图 3-148 中绘制的截面曲线）作为中心曲线，单击“确定”按钮完成开槽特征的创建，如图 3-149 所示。

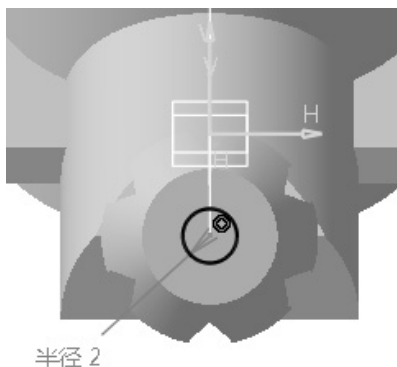


图 3-148 绘制截面曲线

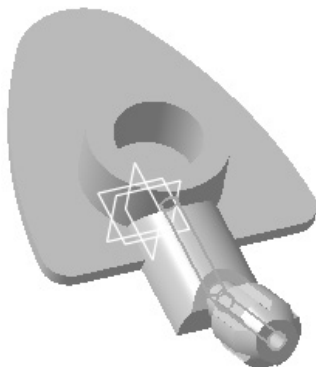


图 3-149 创建开槽特征

09 在凸台特征 2 上创建完全倒圆角特征（子特征）。

- 单击“修饰特征”工具栏中的“定义三切线内圆角”按钮, 打开“定义三切线内圆角”对话框。
- 先按住 Ctrl 键选取凸台特征 2 的上、下两个表面作为“要圆角化的面”，如图 3-150 所示。
- 激活“要移除的面”文本框，选取中间曲面为“要移除的面”，如图 3-151 所示。

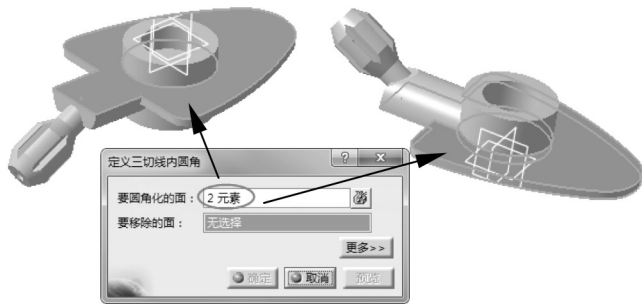


图 3-150 选取要圆角化的面



图 3-151 选取要移除的面

- 单击“确定”按钮，完成整个摇柄零件的创建，如图 3-152 所示。

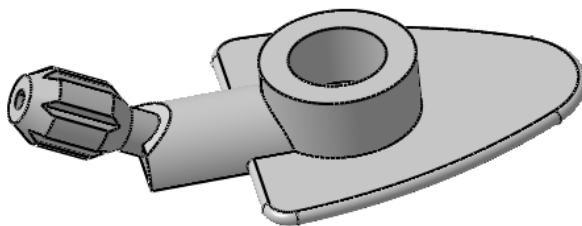


图 3-152 摇柄零件