



## PTC 全球服务



Pro/ENGINEER Wildfire  
高级曲面建模

T977-330-01





# 目录

## Pro/ENGINEER Wildfire 高级曲面建模

THE PRECISION LEARNING METHODOLOGY .....	i
CONTINUOUS IMPROVEMENT.....	ii
PRECISION LEARNING IN THE CLASSROOM .....	iii
EDUCATION CIRCUIT EXAMPLE .....	iv
<b>INTRODUCTION TO SURFACE MODELING</b>	<b>1-1</b>
Summary.....	1-3
<b>GETTING STARTED WITH SURFACE MODELING</b>	<b>2-1</b>
Module 2 Lab Exercises .....	2-3
Exercise 1: Planning a Shaver Body Design Project.....	2-3
Summary.....	2-7
<b>USING REFERENCES TO CREATE SURFACE MODELS</b>	<b>3-1</b>
Module 3 Lab Exercises .....	3-3
Exercise 1: Using Sketches to Design a Helmet.....	3-3
Exercise 2: Using References to Design the Air Filter Cover .....	3-10
Summary.....	3-14
<b>BUILDING FOUNDATION FOR SURFACE MODELS I</b>	<b>4-1</b>
Module 4 Lab Exercises .....	4-3
Exercise 1: Creating Curves to Build a Flashlight Model.....	4-3
Exercise 2: Creating a Curve Network to Build the Air Filter Cover Model.....	4-18
Summary.....	4-28
<b>PROJECT LABORATORY DAY 1</b>	<b>5-1</b>
Project – Designing a Car Door Assembly .....	5-3
Module 5 Lab Exercises .....	5-4
Project A Exercise: Copying Design References for Inner Door Panel.....	5-4
Project B Exercise: Copying Design References for the Door Trim Panel .....	5-12
Summary.....	5-16



<b>BUILDING FOUNDATION FOR SURFACE MODELS II</b>	<b>6-1</b>
Module 6 Lab Exercises .....	6-3
Exercise 1: Creating Curves to Build a Shaver Model.....	6-3
Exercise 2: Creating Curves to Build a Helmet Model.....	6-14
Exercise 3: Creating Curves to Build a Automotive Seat Model (Challenge) .....	6-20
Summary .....	6-27
 <b>BUILDING MODELS WITH SECTIONS AND TRAJECTORIES I</b>	 <b>7-1</b>
Module 7 Lab Exercises .....	7-3
Exercise 1: Designing a Manifold.....	7-3
Exercise 2: Designing the Impeller Body of a Pump.....	7-13
Summary .....	7-20
 <b>BUILDING MODELS WITH SECTIONS AND TRAJECTORIES II</b>	 <b>8-1</b>
Module 8 Lab Exercises .....	8-3
Exercise 1: Creating a Camshaft .....	8-3
Exercise 2: Creating a Compressor Blade .....	8-12
Summary .....	8-18
 <b>PROJECT LABORATORY DAY 2</b>	 <b>9-1</b>
Module 9 Lab Exercises .....	9-3
Project A Exercise: Creating Basic Surfaces for Door Inner Panel.....	9-3
Project B Exercise: Create Basic Surfaces for Door Trim Panel .....	9-14
Summary .....	9-18
 <b>MODELING WITH BOUNDARIES</b>	 <b>10-1</b>
Module 10: Lab Exercises.....	10-3
Exercise 1: Creating Surface Model of the Air Filter Cover .....	10-3
Exercise 2: Adding Control Points to the Air Filter Cover Surface Model.....	10-10
Exercise 3: Creating Draft Surfaces of a Boss .....	10-15
Summary .....	10-20
 <b>INTERACTIVE SURFACE MODELING</b>	 <b>11-1</b>
Module 11 Lab Exercises .....	11-3
Exercise 1: Developing Shaver Master Body .....	11-3
Exercise 2: Designing the Top Cover of a Phone .....	11-12
Exercise 3: Modifying the Top Cover of a Phone (Optional) .....	11-19
Exercise 4: Designing Ribs on the Shaver Body.....	11-22
Summary .....	11-28



<b>MANIPULATING SURFACES AND QUILTS</b>	<b>12-1</b>
Module 12 Lab Exercises .....	12-3
Exercise 1: Creating a Simple Mold of the Shaver Upper Body.....	12-3
Exercise 2: Creating a Logo on the Shaver Body.....	12-16
Exercise 3: Creating Design Variations of the Shaver .....	12-20
Summary.....	12-27
 <b>PROJECT LABORATORY DAY 3</b>	 <b>13-1</b>
Module 13 Lab Exercises .....	13-3
Project A Exercise: Adding Surfaces to Door Inner Panel.....	13-3
Project B Exercise: Adding Surfaces to Door Trim Panel.....	13-10
Summary.....	13-15
 <b>REDEFINING SOLID MODELS USING QUILTS</b>	 <b>14-1</b>
Module 14 Lab Exercises .....	14-3
Exercise 1: Creating the Shaver Head Cover.....	14-3
Exercise 2: Creating a Simple Mold of the Shaver Head Cover.....	14-11
Summary.....	14-16
 <b>EVALUATING SURFACE MODELS</b>	 <b>15-1</b>
Module 15 Lab Exercises .....	15-3
Exercise 1: Evaluating Quality of Shaver Body Surfaces .....	15-3
Exercise 2: Evaluating Shape of the Shaver Body.....	15-16
Exercise 3 (Challenge): Checking the Shaver Body for Interference .....	15-20
Exercise 4: Review Surface Quality of the Air Filter Cover .....	15-22
Summary.....	15-27
 <b>CREATING SMOOTH SURFACE MODELS</b>	 <b>16-1</b>
Module 16 Lab Exercises .....	16-3
Exercise 1: Creating a Mouse with Curvature Continuity - I.....	16-3
Exercise 2: Creating a Mouse with Curvature Continuity - II.....	16-11
Summary.....	16-18
 <b>PROJECT LABORATORY DAY 4</b>	 <b>17-1</b>
Module 17 Lab Exercises .....	17-3
Project A Exercise: Building Design Details in Door Inner Panel.....	17-3
Project B Exercise: Building Design Details in Door Trim Panel.....	17-8
Summary.....	17-13



<b>ADDING DETAILS TO THE BASE SURFACE MODELS</b>	<b>18-1</b>
Module 18 Lab Exercises .....	18-3
Exercise 1: Adding Scoop to the Shaver Body .....	18-3
Exercise 2: Modifying the Shape of the Shaver Body Ribs (Challenge).....	18-16
Summary .....	18-19
 <b>DEALING WITH COMPLEX MODELING SITUATIONS</b>	 <b>19-1</b>
Module 19 Lab Exercises .....	19-3
Exercise 1: Developing the Helmet Surface Model.....	19-3
Exercise 2: Developing the Surface Model of an Iron Box (Challenge).....	19-15
Summary .....	19-21
 <b>CONVERTING QUILTS INTO SOLIDS</b>	 <b>20-1</b>
Module 20 Lab Exercises .....	20-3
Exercise 1: Offsetting Surfaces of the Shaver Power Switch.....	20-3
Exercise 2: Adding Thickness to the Upper Body of the Shaver .....	20-8
Exercise 3: Adding Thickness to the Lower Body of the Shaver .....	20-17
Summary .....	20-22
 <b>PROJECT LABORATORY DAY 5</b>	 <b>21-1</b>
Module 21 Lab Exercises .....	21-3
Project A Exercise: Completing the Door Inner Panel.....	21-3
Project B Exercise: Completing the Door Trim Panel.....	21-8
Summary .....	21-13

## 曲面建模简介

### 简介

使用 Pro/ENGINEER Wildfire 曲面建模时，可使用对实体建模环境而言太过复杂的形状来创建设计模型。 还可使用交互曲面工具创建概念设计模型。

### 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 定义曲面建模的使用。
- 定义曲面建模范例。
- 定义曲面建模工具。
- 定义曲面建模的常用术语。
- 定义曲面属性。

# 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 定义曲面建模的使用。
- 定义曲面建模范例。
- 定义曲面建模工具。
- 定义曲面建模的常用术语。
- 定义曲面属性。

## 曲面建模入门

### 简介

在曲面建模项目中，特定产品类型使用的工作流程、建模工具和建模方法通常相似。为特定产品建立工作流程、工具和方法后，就可使用同一工作流程创建相似的模型。

如果能了解典型曲面建模项目的工作流程，将有助于创建项目中要使用的工作流程。

要想快速取得预期结果，就必须仔细计划好曲面建模项目。如果是团队合作，并且其它小组成员将开发模型的一部分，此时仔细计划就非常重要。

### 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 描述曲面建模项目工作流程。
- 创建曲面建模项目中使用的组件结构。
- 准备用于创建几何的模型。
- 选取适当曲面建模工具和方法。
- 在曲面建模项目中应用主模型技术。

## 模块 2 课堂练习

### 练习 1：计划剃须刀主体设计项目

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 使用组件参照创建空零件文件。
- 创建空零件文件以开发主体包络。
- 创建主体元件的空零件文件。
- 创建主体包络零件文件和主体元件零件文件的组件。

#### 假定背景

Smoothcut Inc. 主要设计和制造电动剃须刀。目前他们主要生产电池供电剃须刀系列。由于充电型剃须刀越来越受欢迎，所以他們要设计一种新机型，以满足市场需求的变化。

给设计小组的要求是，他们必须继续使用现有的三刀片旋转头，因为这是一个可靠且成功的设计。另外，他们的设计还必需外观新颖且外形符合人体工学。

“管理部门”已经根据“工业设计”部门准备的概念草绘，完成了新的设计。他们同意设计小组开始创建数字模型。根据数字模型制作好实物模型后，“营销”部门将对消费者进行调查，以检验设计的可行性。设计人员正计划创建一个稳定、灵活的数字模型，以便能根据消费者调查结果进行调整。

“设计经理”已完成了主要的组件结构，其中使用了已开发的旋转头零件以及内部零件。他要求您对组件结构进行细节设计，将要在其中开发主体包络和主体元件的零件包括在内。

在设计过程中，您可能要对 PCB（印刷电路板）的包装布局 and 大小进行更改。但是因为必须遵循设计原则，所以不能对“电机”和“旋转头”进行修改，只能改变其位置。

#### Step 1. 查看设计小组使用的组件结构。

1. 将工作目录设置为 **C:\Users\student\surfacing\_330\module\_02\shaver**。
2. 使用浏览器查看零件和组件。


	head.prt	329 KB	23-Nov-02 03:24:03 PM
	head_cover.prt	22 KB	19-Nov-02 11:03:18 AM
	motor.prt	89 KB	22-Nov-02 05:44:25 PM
	motor_plate.prt	199 KB	23-Nov-02 03:08:14 PM
	pcb.prt	180 KB	22-Nov-02 06:31:34 PM
	screen.prt	4 MB	23-Nov-02 03:27:43 PM
	shaver.asm	37 KB	23-Nov-02 04:01:08 PM
	shaver_head.asm	32 KB	22-Nov-02 05:44:25 PM
	shaver_skeleton.prt	50 KB	22-Nov-02 05:05:28 PM

图 2：剃须刀组件中使用的零件

3. 打开 SHAVER.ASM。

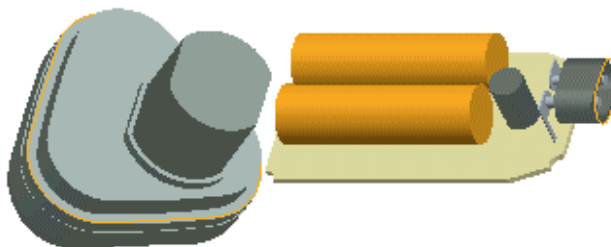


图 4：剃须刀组件

4. 使用“模型树”查看元件。

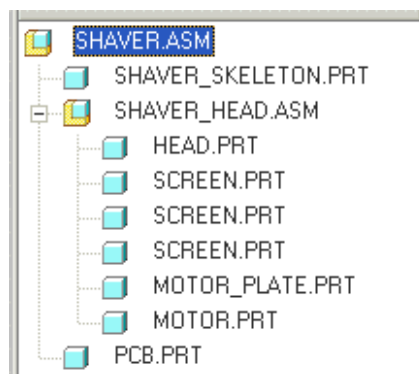


图 6：剃须刀组件模型树

5. 请注意，设计小组已经创建了骨架零件以控制基本尺寸。
6. 打开 SHAVER\_SKELETON.PRT。

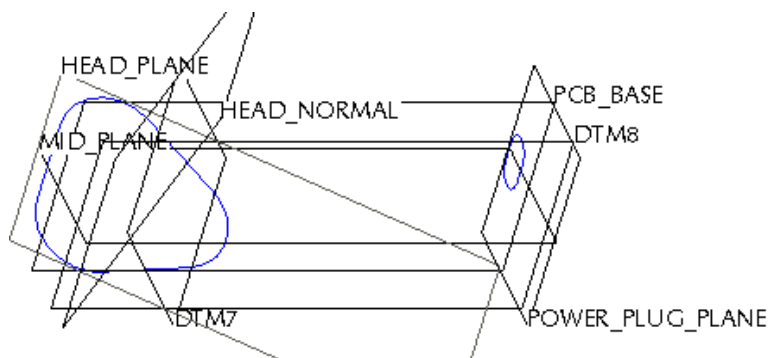


图 8：骨架零件

7. 查看控制形状和人体工学性质的参数。单击“工具”(Tools)>“参数”(Parameters)。请注意，您可更改下列对象：

- 旋转头角度。
- 整体长度 - “旋转头”与“电源插口”之间的距离。
- “旋转头”与 PCB 板之间的距离。

Parameters Table			
Name	Type	Value	Designate
DESCRIPTION	String		<input checked="" type="checkbox"/>
HEAD_ANGLE	Real Nu...	230.000000	<input checked="" type="checkbox"/>
HEAD_POWER_PLUG_HORIZON...	Real Nu...	105.000000	<input checked="" type="checkbox"/>
HEAD_TO_PCB_VERTICAL	Real Nu...	17.000000	<input checked="" type="checkbox"/>
MODELED_BY	String		<input checked="" type="checkbox"/>

图 10：参数表

8 关闭 SHAVER\_SKELETON.PRT。

**Step 2.** 创建要在其中开发主体包络的零件。同时还创建主体元件的零件。

9 在 SHAVER.ASM 中创建新零件。

- 单击“插入”(Insert)>“元件”(Component)>“创建”(Create)。
- 保留“类型”(Type)和“子类型”(Sub-type)的缺省设置“零件”(Part)和“实体”(Solid)。
- 输入 **body\_master** 作为名称。
- 在“创建选项”(Creations Options)对话框中，单击“定位缺省基准”(Locate Default Datums)，然后单击“对齐坐标系与坐标系”(Align Csys To Csys)。
- 选取坐标系

10 激活 SHAVER.ASM。

**11.** 使用上述方法，创建其它零件：

- BODY\_UPPER.PRT。
- BODY\_LOWER.PRT。
- TRIMMER.PRT。
- RIGHT\_TRIM.PRT。
- POWER\_SWITCH.PRT。

**注释：**

LEFT\_TRIM.PART 是右侧零件的镜像图像 必须使用“镜像”(Mirror)选项进行创建。  
为方便起见，该零件在剃须刀主体设计项目随后的练习中创建。

**12.** 保存组件模型并关闭窗口，然后拭除进程中的模型。

此练习结束。

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 描述曲面建模项目工作流程。
- 创建曲面建模项目中使用的组件结构。
- 准备用于创建几何的模型。
- 选取适当曲面建模工具和方法。
- 在曲面建模项目中应用主模型技术。

## 使用参照创建曲面模型

### 简介

要创建曲面模型时请使用外部参照，如概念草绘的图像、实物模型图像以及导入的曲面数据。

还可使用曲面模型参照或封闭的 Pro/ENGINEER 零件的参照。

### 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 描述曲面建模中参照的使用。
- 使用图像创建曲面模型。
- 使用导入的数据创建曲面模型。
- 使用其它 Pro/ENGINEER 零件的参照。

## 模块 3 课堂练习

### 练习 1：使用草绘设计安全帽

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 将图像应用到缺省基准平面中。
- 放置和缩放图像。

#### 假定背景

您的公司正计划要设计一种新的安全帽。设计顾问公司已经提供了正交图形草绘。您的任务是使用草绘创建一个数字模型。

在此练习中，首先要在参照平面上应用三个正交图像，然后精确地放置和缩放图像，以将其用于描绘曲线。

#### Step 1. 查看草绘。

1. 将工作目录设置为 **C:\Users\student\surfacing\_330\module\_03\helmet**。
2. 在浏览器中打开草绘 **helmet\_sketch\_side.jpg**。

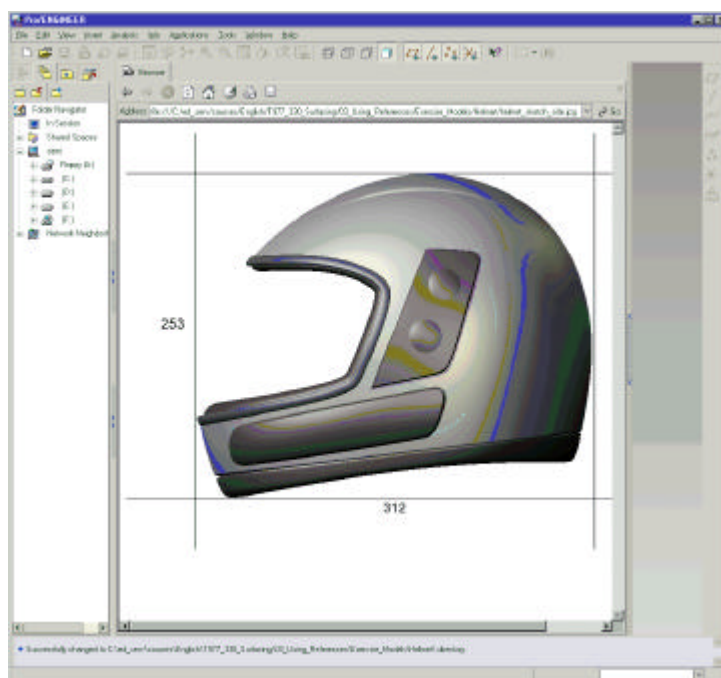


图 2：在浏览器中查看草绘

3. 请注意草绘中的尺寸参照。
4. 查看所有草绘，并确保已提供尺寸。
5. 关闭浏览器窗口。

## Step 2. 在 FRONT 基准平面上应用草绘。

6. 创建一个名为 HELMET 的新零件文件。
7. 创建一个“造型”特征。单击“插入”(Insert)>“样式”(Style)。
8. 单击“造型”(Styling)>“跟踪草绘”(Trace Sketch)。
9. 在“跟踪草绘”(Trace Sketch)对话框中，单击“前面”(Front)。
10. 在“打开”(Open)对话框中，从工作目录选取 **helmet\_sketch\_side.jpg**。单击“打开”(Open)。
11. 请注意，草绘将应用于 FRONT 基准平面上。

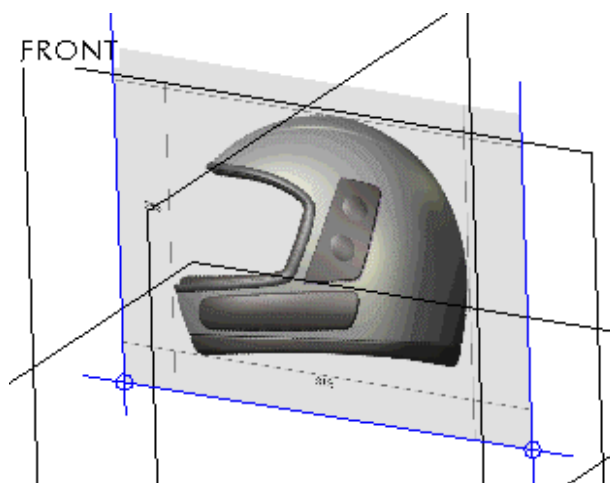


图 4：位置条

## Step 3. 更改透明度以清楚查看草绘。

12. 在“跟踪草绘”(Trace Sketch)对话框中，展开“属性”(Properties)对话框。
13. 将“透明”(Transparency)改为 [0]。

## Step 4. 缩放和放置草绘。

14. 切换到 FRONT 视图。
15. 拖动位置条，使其与草绘中绘制的参照线对齐。可以放大图形，以精确对齐位置条。

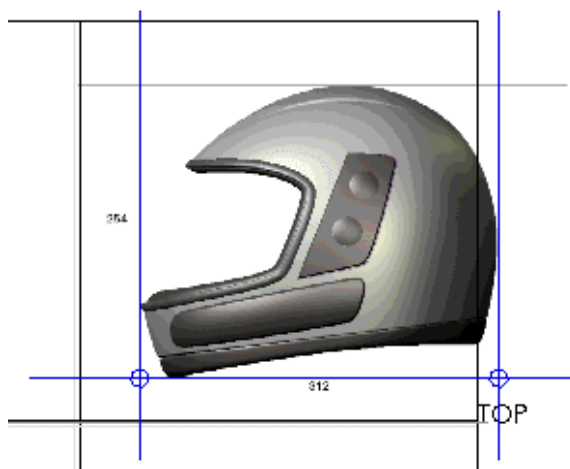


图 6：对齐位置条

16 在“跟踪草绘”(Trace Sketch)对话框中，

- 在“拟合”(Fit)区域中，保留缺省的“水平”(Horizontal)选项。
- 将值改为 [312]。
- 在“模型原点”(Model Origin)区域中，保留缺省的 X 和 Y 坐标 [0.00, 0.00]。
- 在“拟合”(Fit)区域中单击“拟合”(Fit)。请注意，草绘将缩放并定位。

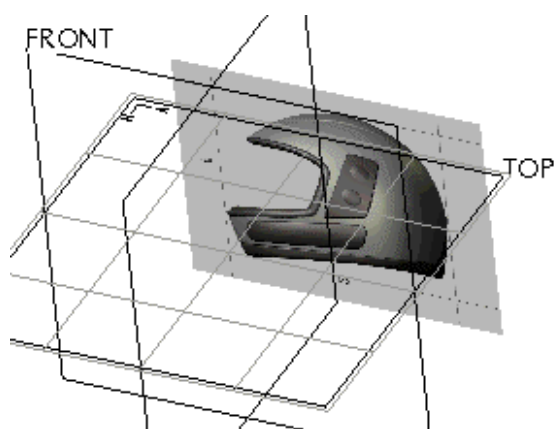


图 8：侧视图草绘 – 定位并缩放后

**Step 5.** 将草绘应用到 RIGHT 基准平面。

17. 切换到“缺省”视图。

18 使用以上步骤所述的方法，将草绘 `helmet_sketch_front.jpg` 应用到 RIGHT 基准平面中。

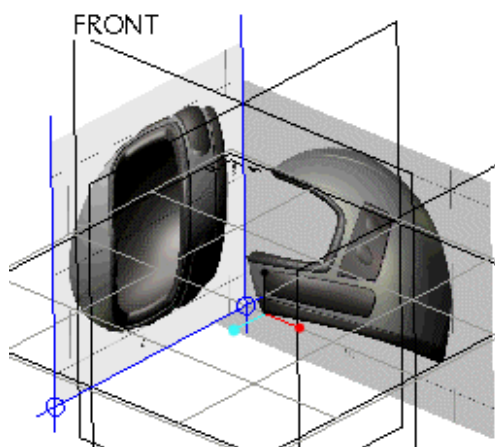


图 10：定位前视图草绘

19. 旋转草绘。在“属性” (Properties) 区域的“旋转” (Rotate) 下，输入  $[-90]$ 。
20. 切换到 RIGHT 视图。
21. 拖动位置条，使其与草绘中绘制的参照线对齐，如下图所示。



图 12：定位位置条

## 22. 拟合草绘：

- 在“拟合” (Fit) 区域中，保留缺省的“水平” (Horizontal) 选项。
- 将值改为  $[253]$ 。
- 保留缺省的 Z 和 Y 坐标  $[0.00, 0.00]$ 。
- 单击“拟合” (Fit)。请注意，草绘将缩放并定位。

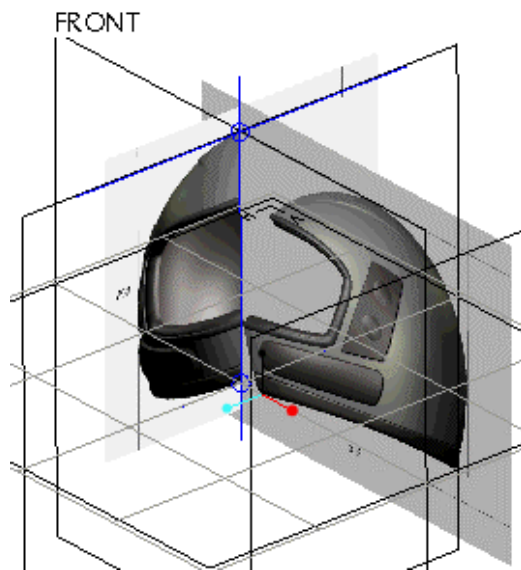


图 14：前视图草绘 – 定位并缩放后

---

**Step 6. 将草绘应用到 TOP 基准平面中。**

---

- 23.** 切换到“缺省”视图。
- 24.** 将草绘 **helmet\_sketch\_top.jpg** 应用到 TOP 基准平面中。
- 25.** 旋转草绘。在“属性”(Properties)区域的“旋转”(Rotate)下，输入 **[90]**。
- 26.** 切换到 TOP 视图。
- 27.** 拟合草绘：
  - 在“拟合”(Fit)区域中选取“垂直”(Vertical)。
  - 拖动位置条，使其与参照线对齐，如下图所示。
  - 将值改为 **[312]**。
  - 保留缺省的 X 和 Z 坐标 **[0.00, 0.00]**。
  - 单击“拟合”(Fit)。请注意，草绘将缩放并定位。

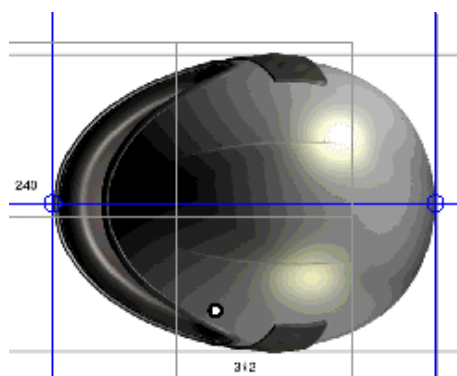


图 16：定位位置条

**28.** 关闭“跟踪草绘”(Trace Sketch)对话框。

**29.** 完成“样式”(Style)工具。

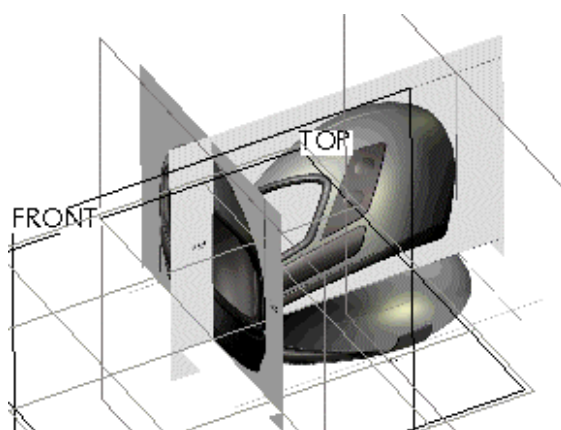


图 18：全部草绘 – 定位并缩放后

**30.** 保存模型并关闭窗口，然后拭除进程中的模型。

此练习结束。

## 练习 2：使用参照设计空气过滤器封盖

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 从“空气过滤器封盖”要包络的零件中复制参照。

### 假定背景

Cordless Power Tools, Inc. (CPT) 正在设计一种新的“电动钻孔机”。工程小组已创建了所有的机械零件，如“发动机”、“化油器”和“夹盘”，并已创建组件。您的任务是设计包络封盖。在开始设计封盖前，必须首先建立设计封盖时使用的参照。这些参照包括安装数据，以及封盖所在的另一零件（化油器平板）的边参照。

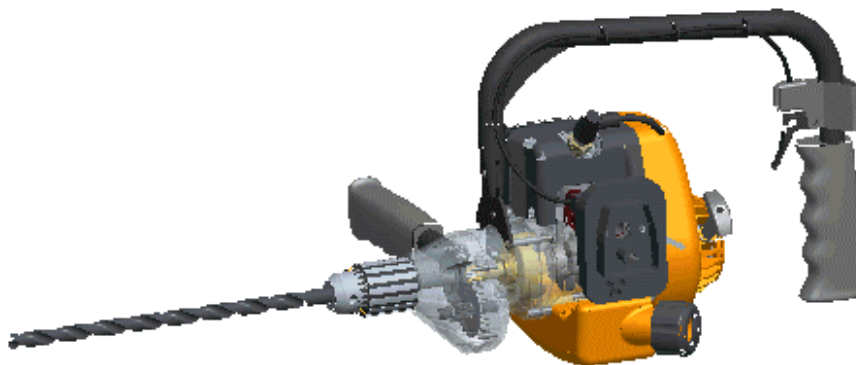


图 20：不含空气过滤器封盖的钻孔机模型

**Step 1.** 查看设计“空气过滤器封盖”所需的钻孔机组件和参照。

**31.** 将工作目录设置为 **C:\ Users\student\surfacing\_330\module\_03\drill。**

**32.** 打开 **POWER\_DRILL\_ASSEMBLY\_CARBURETOR.ASM**

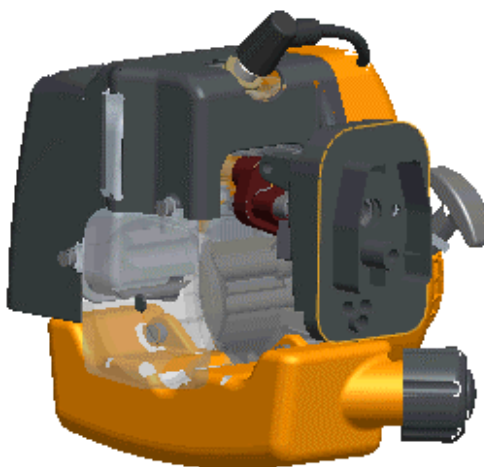


图 22：包含必需零件的钻孔机组件

33. 要隐藏设计空气过滤器封盖时不需要的零件，请切换到简化表示。

- 单击“视图”(View)>“视图管理器”(View Manager)。
- 在“视图管理器”(View Manager) 对话框中，双击 **Carburetor\_Assembly**。
- 关闭“视图管理器”(View Manager) 对话框。

34. 研究组件，查看要用于创建空气过滤器封盖的参照。

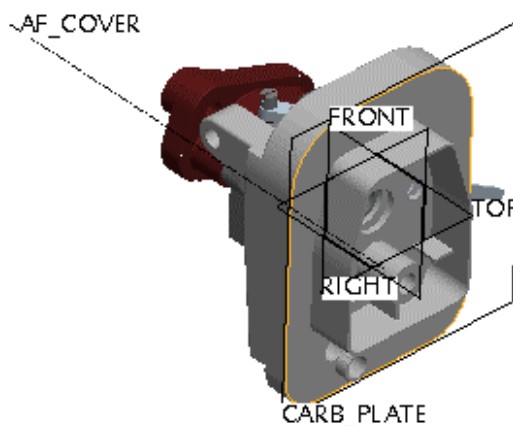


图 24：空气过滤器零件

35. 打开 CARBURETOR.ASM。

36. 在“打开表示”(Open Rep) 对话框中，选取 **CARB\_COVER\_CREATE** 并完成此特征。

37. 请注意化油器平板上的曲线链。另请注意定义螺栓安装位置的轴。

## Step 2. 复制创建空气过滤器封盖的曲面模型时所需的参照。

**38.** 激活 AIR\_FILTER\_COVER.PRT。

**39.** 复制曲线链。

- 选取曲线链，如下图所示。
- 单击“编辑”(Edit)>“复制”(Copy)。
- 保留缺省设置，完成“复制”(Copy)工具。

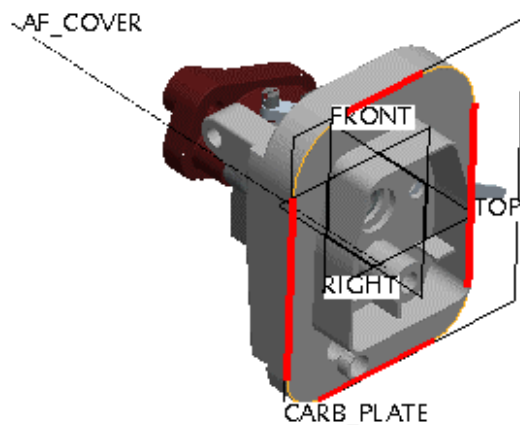


图 26：复制曲线链

### 注释：

该曲线来自设计小组已经创建的骨架零件。

**40.** 复制 AF\_COVER 轴。

- 单击“插入”(Insert)>“共享数据”(Shared Data)>“复制几何”(Copy Geometry)。
- 在“复制几何”(Copy Geometry)对话框中，选取“杂项参照”(Misc Refs)，然后单击“定义”(Define)。
- 在“杂项参照”(Misc Refs)对话框的“添加项目”(Add Item)区域中，选取“轴”(Axis)。
- 选取 AF\_COVER 轴并完成特征。

## Step 3. 查看复制的几何。

**41.** 打开 AIR\_FILTER.PRT 并查看复制的几何。

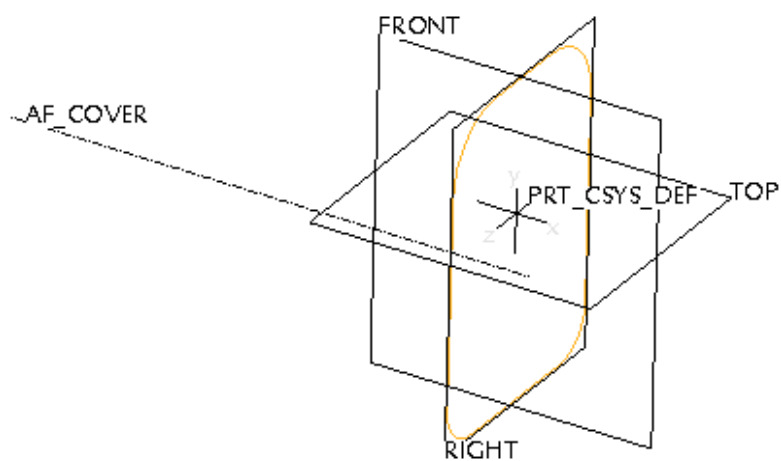


图 28：复制的参照几何

**42.** 保存模型并关闭所有窗口，然后拭除进程中的模型。

此练习结束。

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 描述曲面建模中参照的使用。
- 使用图像创建曲面模型。
- 使用导入的数据创建曲面模型。
- 使用其它 Pro/ENGINEER 零件的参照。

## 构建曲面模型基础 I

### 简介

基准点和曲线是曲面特征的构建块。要创建稳健的曲面模型，必须使用基准点和曲线创建参照。在此模块中，您将学习如何使用创建曲面时特别有用的不同选项，来创建点和基准曲线。

### 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 描述曲面建模中点和曲线的使用。
- 创建基准点。
- 创建基准曲线
- 创建曲线网络以定义曲面边界。

## 模块 4 课堂练习

### 练习 1：创建曲线以构建闪光灯模型

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 创建各种类型的基准曲线。
- 创建各种类型的基准点。
- 使用基础曲面创建定义曲线。
- 开发曲线网络。

#### 假定背景

您正在开发一个闪光灯的数字模型。将使用绘图定义几何。此绘图中包含边界曲线和截面的相关信息。闪光灯的抛物线反射体使用方程而定义，您也可使用它。您将从一个零件文件开始，其中存在定义顶视图的可用曲线。

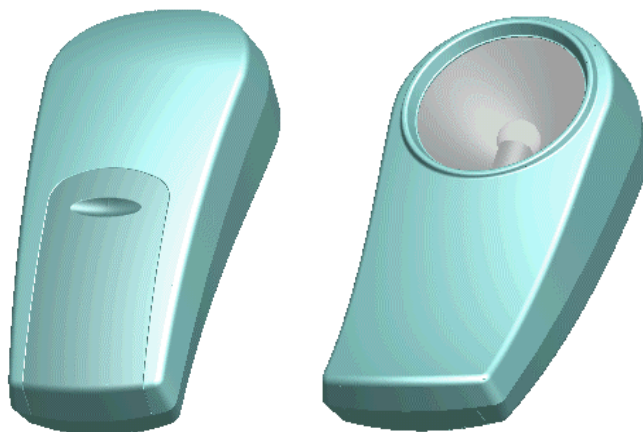


图 2：完成后的闪光灯模型

---

#### Step 1. 打开模型并查看可用数据。

---

1. 将工作目录设置为 **C:\Users\student\surfacing\_330\module\_04\flashlight**。
2. 打开 FLASHLIGHT.PRT。
3. 请注意以下可用的几何：
  - 定义“闪光灯”顶视图的基准曲线 (TOP\_VIEW\_OUTLINE)。
  - 定义电池盒的基准曲线 (BATTERY\_BOX\_DEFINITION)。

- 定义反射体曲线的坐标系。

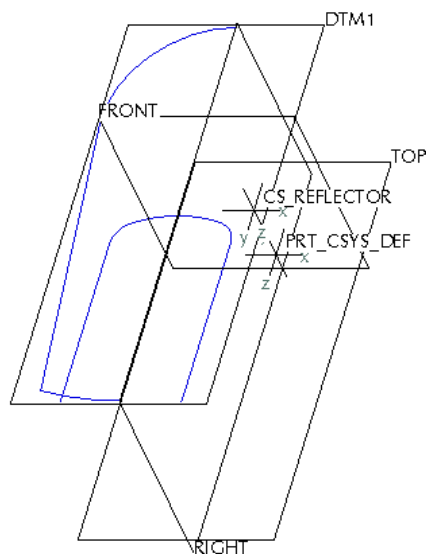


图 4：可用几何

## Step 2. 创建抛物线曲线以定义反射体。

1. 要创建一条曲线，请单击“插入”(Insert)>“模型基准”(Model Datum)>“曲线”(Curve)。选取“从方程”(From Equation)。
  - 选取 **CS\_REFLECTOR** 坐标系。
  - 选取“笛卡尔”(Cartesian)。
2. 在“记事本”(Notepad) 中，键入下列方程以定义抛物线的反射体曲线。
 
$$x = 35*t$$

$$y = 0$$

$$z = 35*t^2$$
3. 保存并退出“记事本”(Notepad)。
4. 完成“曲线”(Curve) 工具。

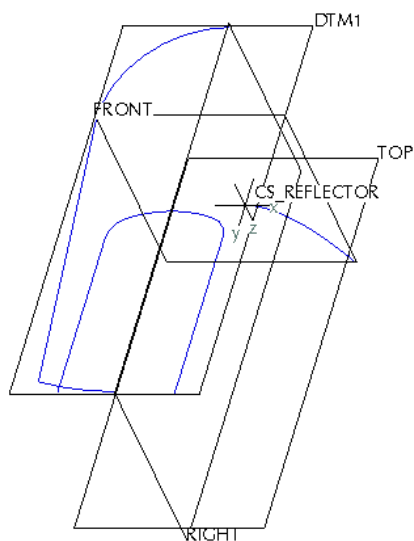


图 6：反射体曲线

### Step 3. 创建参照基准平面。

5. 创建一个通过 TOP\_VIEW\_OUTLINE 曲线端点并与 FRONT 基准平面平行的基准平面，如下图所示。

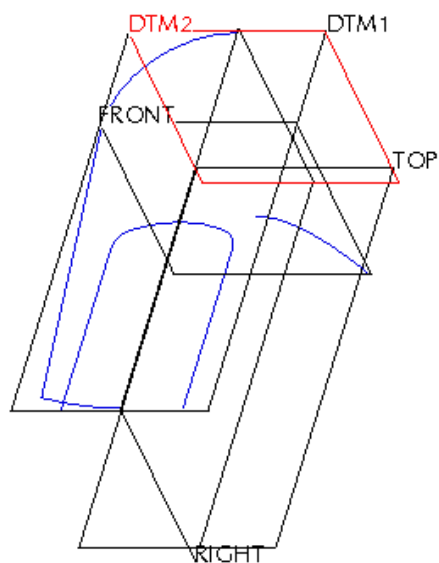


图 8：第一个参照基准平面

6. 创建通过 TOP\_VIEW\_OUTLINE 曲线另一端点并与 FRONT 基准平面平行的另一基准平面，如下图所示。

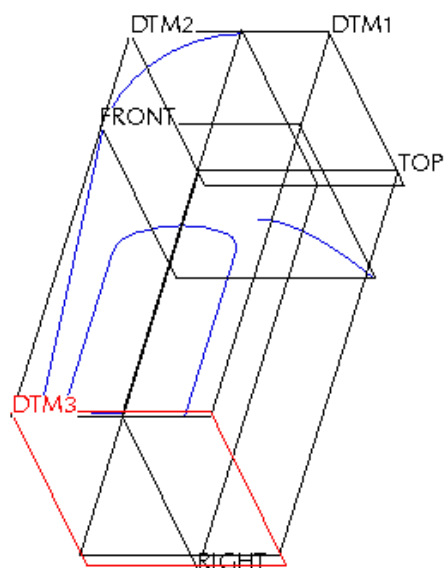


图 10：第二个参照基准平面

**Step 4. 创建曲线以定义“闪光灯”的侧轮廓。**

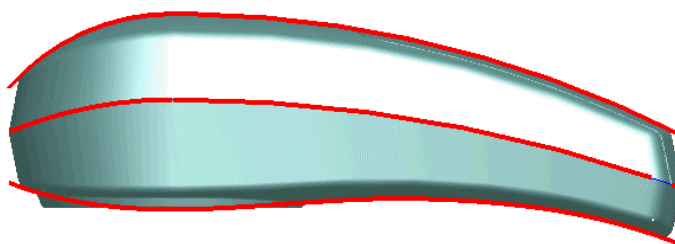


图 12：定义闪光灯侧轮廓的曲线

**7. 要定义顶轮廓，请创建一条草绘曲线：**

- 单击“插入”(Insert)>“模型基准”(Model Datum)>“草绘曲线”(Sketched Curve)。
- 选取要草绘的 RIGHT 基准平面
- 使用 DTM2 和 DTM3 作为参照
- 按照下图所示的尺寸草绘两个圆弧。
- 使圆弧彼此相切。

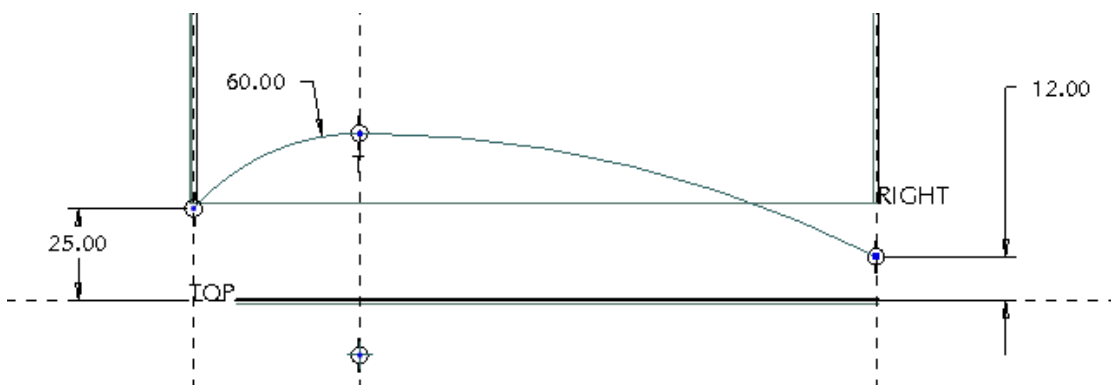


图 14：第一条侧轮廓曲线

- 完成草绘。

**8** 要定义两半主体的分离定义，请在 RIGHT 基准平面上草绘另一条曲线。

- 使用 DTM2 和 DTM3 作为参照。
- 使圆弧彼此相切。

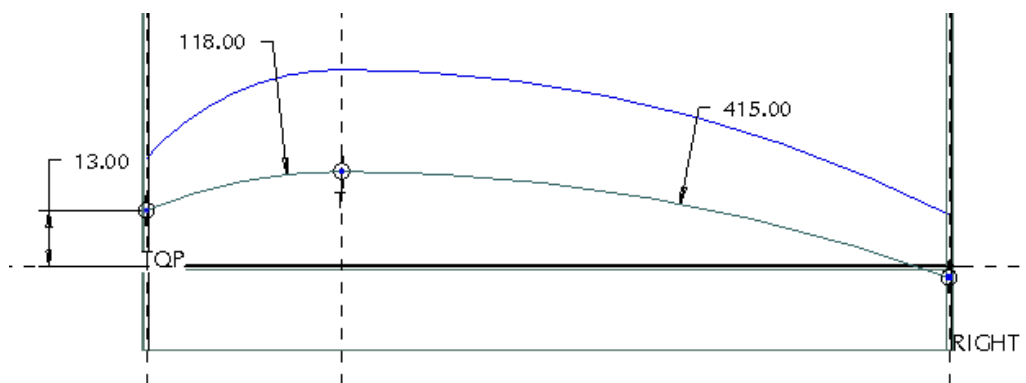


图 16：第二条侧轮廓曲线

- 完成草绘。

**9** 要定义底轮廓，请：

- 在 RIGHT 基准平面上草绘样条。
- 在端点标注尺寸。选取该样条，然后选取参照平面，最后选取端点。单击要放置尺寸的一侧。

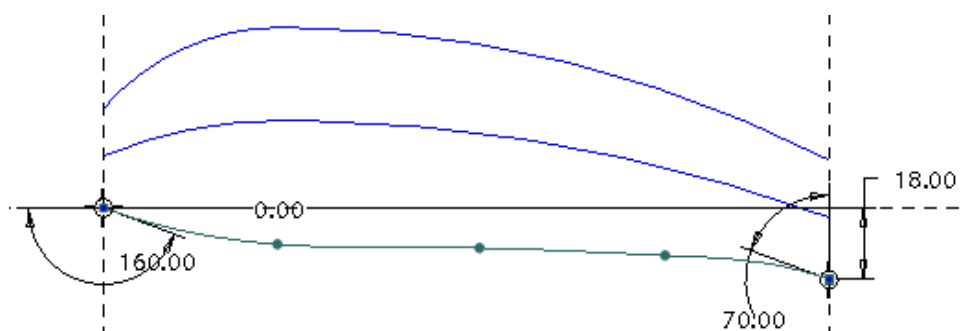


图 18：第三条侧轮廓曲线

#### 10. 完善样条的形状：

- 右键单击样条，然后选取“修改”(Modify)。
- 单击“显示曲率分析”(Display Curvature Analysis) 图标。
- 将“比例”(Scale) 值改为 [50]。
- 将“密度”(Density) 值改为 [5]。
- 修改内部点的位置以修改样条的形状。

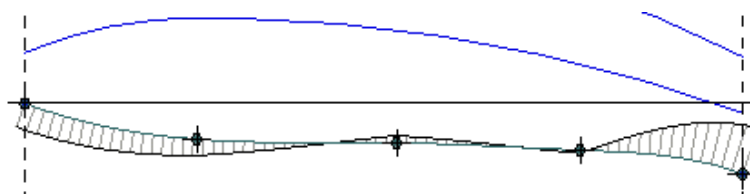


图 20：修改前的曲线形状

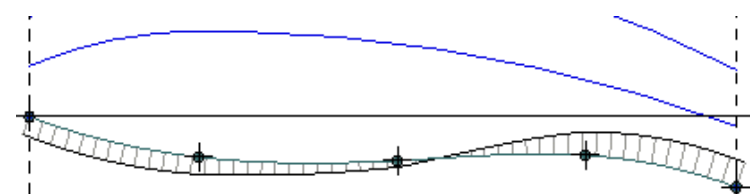


图 22：修改后的曲线形状

- 完成草绘。

**Step 5.** 开发边界曲线以定义顶部主体封盖。

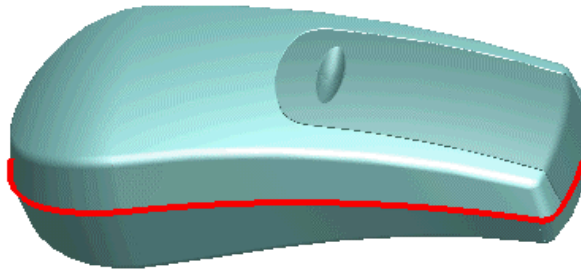


图 24：边界曲线

**11.** 创建一条三维曲线。

- 选取下图所示的曲线。

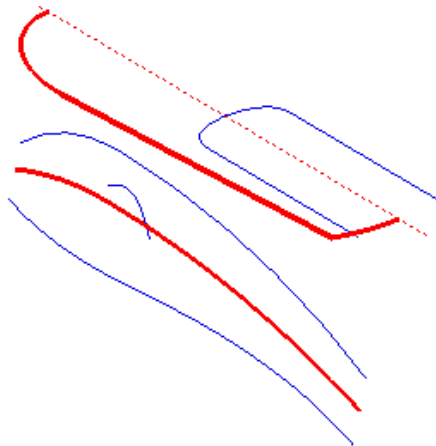


图 26：选取要相交的曲线

- 单击“编辑”(Edit)>“相交”(Intersect)。

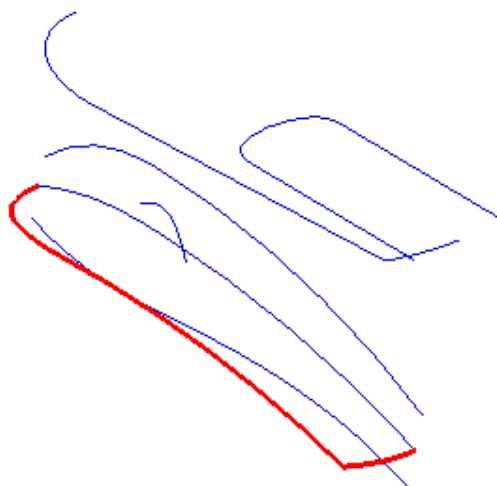


图 28：生成的三维曲线

**Step 6.** 创建一条曲线以定义顶部主体封盖的侧曲面。

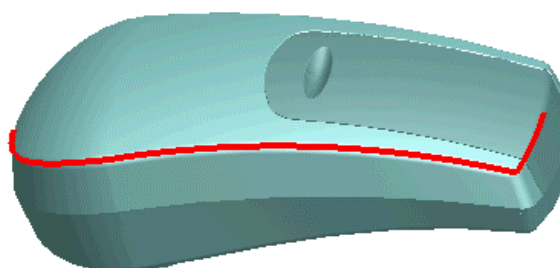


图 30：定义侧曲面的曲线

## 12. 创建基础曲面：

- 创建一个“扫描”曲面。
- 选取曲线作为轨迹，如下图所示。
- 草绘顶部主体横截面曲线。

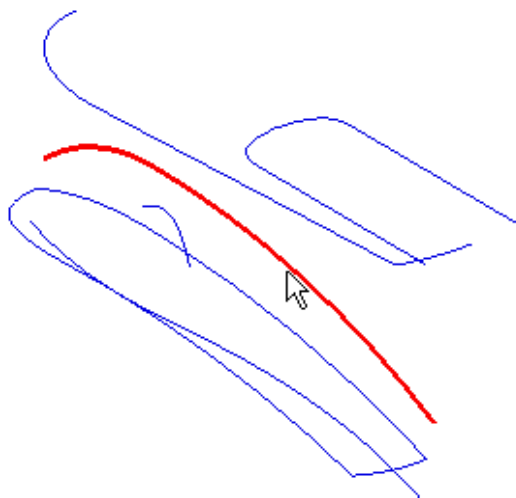


图 32：选取轨迹

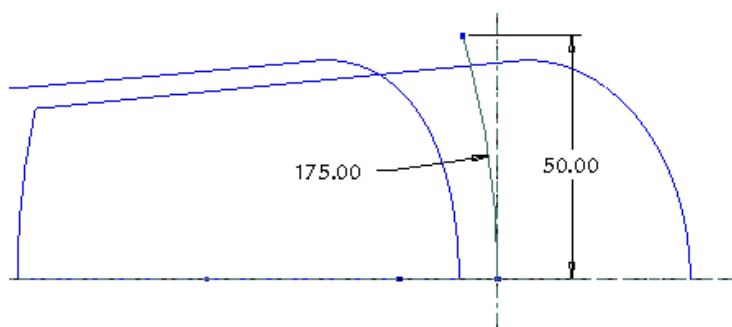


图 34：草绘要扫描的横截面

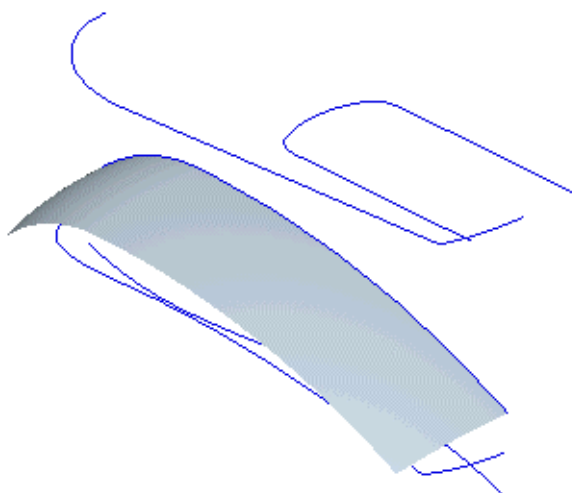


图 36：顶盖曲面

13. 要定义草绘，请通过偏移 TOP\_VIEW\_OUTLINE 曲线创建一条曲线。

- 选取曲线。
- 单击“编辑”(Edit)>“偏移”(Offset)。
- 选取 DTM1 基准平面作为参照“面组/曲面”。
- 保留缺省方向“沿曲面”(Along Surf)。
- 输入 [-3] 作为“比例”(Scale)。

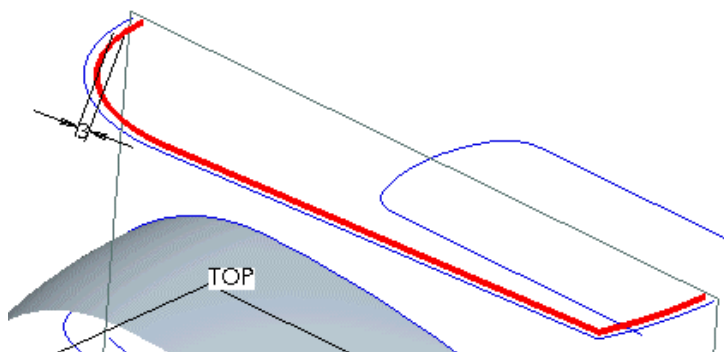


图 38：偏移曲线

14. 完成“偏移”(Offset)工具。

15. 将曲线投影到曲面上。

- 选取偏移的曲线。
- 单击“编辑”(Edit)>“投影”(Project)。
- 选取拉伸的面组。

#### 注释

要选取面组，可首先选取一个曲面，然后按住 CTRL 键，再继续选取其它的曲面；或选取任意一个曲面，然后单击右键以加亮该面组，最后选取该面组。

- 选取 DTM1 基准平面作为方向参照。

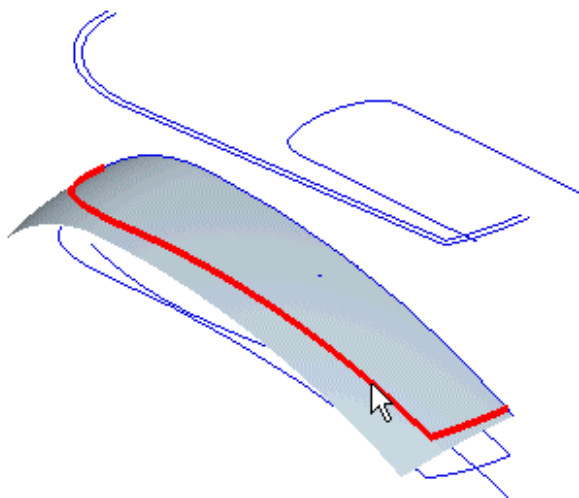


图 40：投影的曲线

**16** 完成“投影”(Project)工具。

#### Step 7. 创建其余的边界以定义顶盖。

**17.** 使用端点创建一条基准曲线。

- 单击“插入”(Insert)>“模型基准”(Model Datum)>“曲线”(Curve)，然后选取“通过点”(Thru Points)，最后单击“完成”(Done)。
- 选取下图所示的顶点。

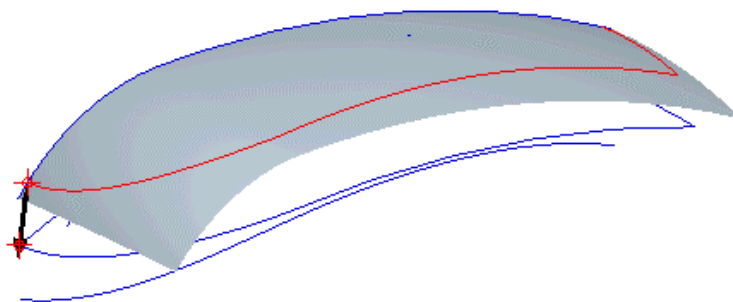


图 42：创建通过点的基准曲线

**18** 完成曲线工具。

**19.** 使用顶点创建另外两个边界，如下图所示。

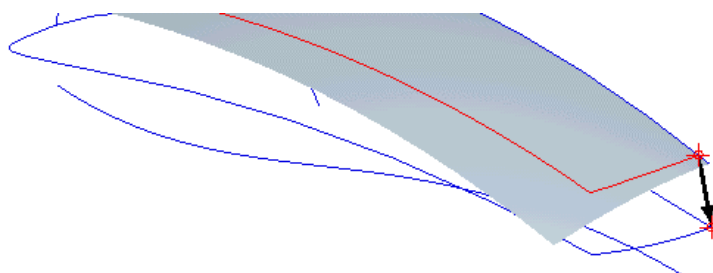


图 44：创建通过点的边界曲线

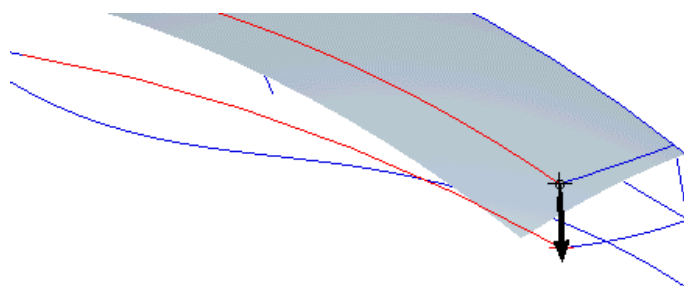


图 46：创建通过点的边界曲线

### Step 8. 创建曲线以定义用于打开电池盒的开盖槽。

20. 创建一个点以控制开盖槽的位置。

- 定义距“基准”平面 [- 75mm] 的一个位置。

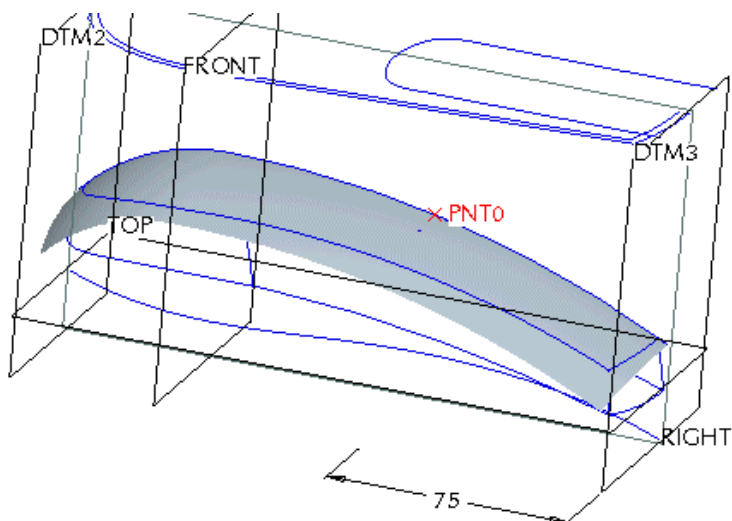


图 48：创建一个点以控制开盖槽的位置

21. 在基础曲面上投影一个椭圆。

22. 启动“投影” (Project) 工具。

- 单击“参照”(References)。
- 从列表选取“投影草绘”(Project Sketch)，然后启动“草绘器”(Sketcher)。
- 选取 DTM1 基准平面以进行草绘。
- 使用 PNT0 作为参照，草绘一个椭圆。
- 完成草绘。

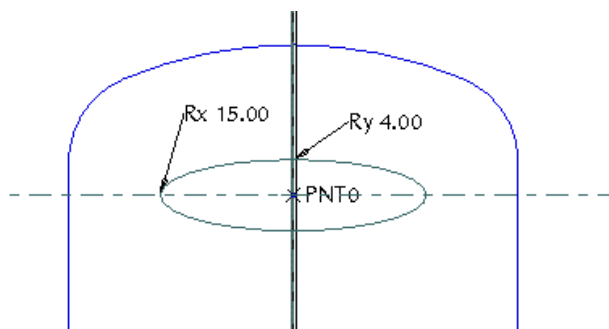


图 50：在草绘器中创建椭圆

- 选取扫描的曲面。
- 选取 DTM1 基准平面作为方向参照。

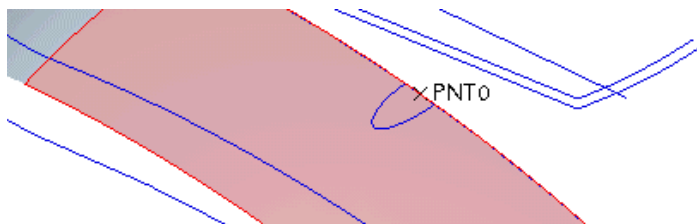


图 52：投影一条曲线

- 完成“投影”(Project) 工具。

**23.** 要控制开盖槽的深度，请在 RIGHT 基准平面上草绘一个点。

- 单击“插入”(Insert)>“模型基准”(Model Datum)>“点”(Point)>“草绘”(Sketched)。
- 使用 PNT0 作为参照。

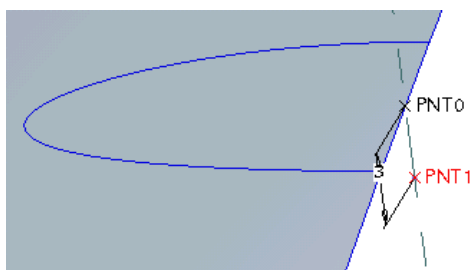


图 54：草绘一个点

- 完成“点”(Point)工具。

**24. 创建其它点以创建曲线。**

- 单击“插入”(Insert)>“模型基准”(Model Datum)>“点”(Point)>“点”(Point)。
- 选取投影曲线的顶点。
- 选取曲线上的一点。输入 [0.5] 作为“长度比例”(Length Ratio)。

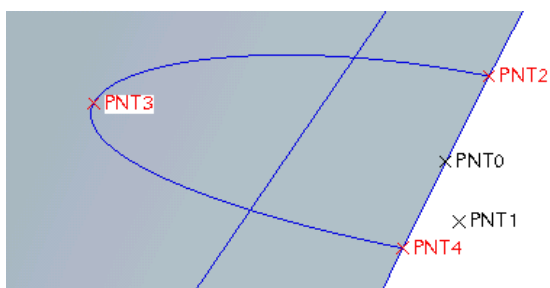


图 56：创建其它点

- 完成“点”(Point)工具。

**25. 创建一条通过点 PNT4、PNT1 和 PNT2 的曲线，如下图所示。**

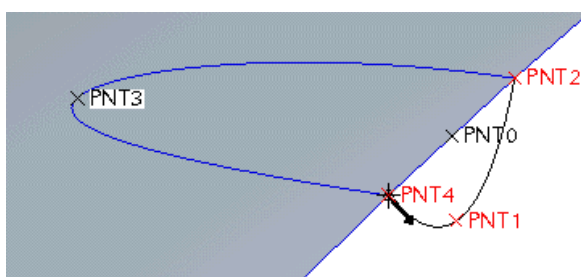


图 58：创建通过点的曲线

**26. 创建另一条通过点 PNT3 和 PNT4 的曲线。**

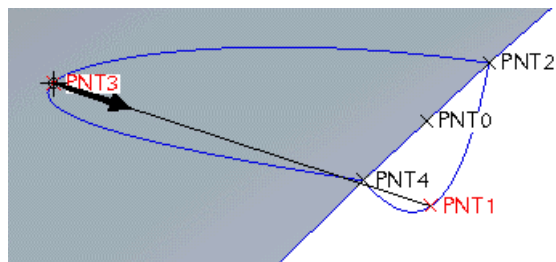


图 60：创建通过点的曲线

**27. 修改曲线的端点条件。**

- 在“曲线” (Curve) 对话框中选取“相切” (Tangency)。
- 选取“起点” (Start) 或“终点” (End)，直到加亮 RIGHT 基准平面上的点为止。
- 选取“曲面” (Surface)，然后选取“法向” (Normal)。
- 选取 RIGHT 基准平面。
- 完成“相切” (Tangency) 和“曲线” (Curve) 工具。

**Step 9. 查看最终的曲线**

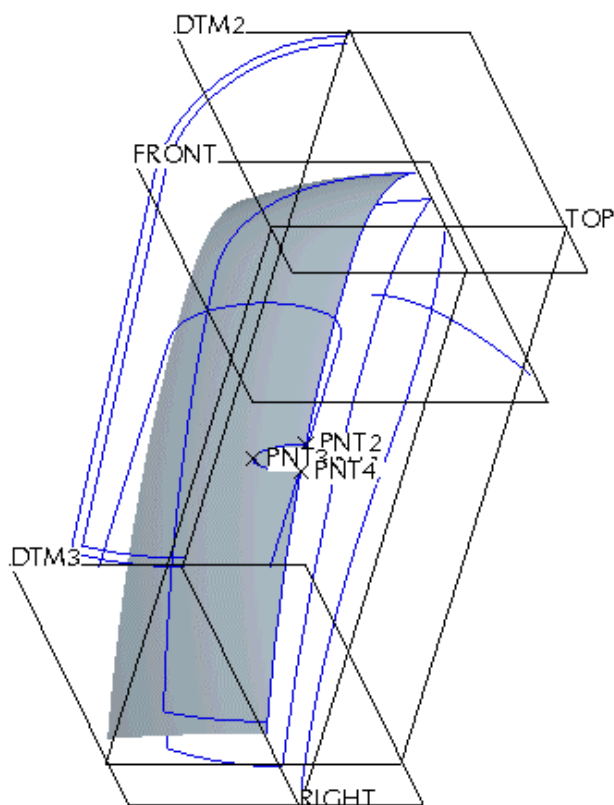


图 62：最终的曲线网络

**28.** 保存模型并关闭窗口，然后拭除进程中的模型。

此练习结束。

## 练习 2：创建曲线网络以构建空气过滤器封盖模型

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 创建曲面建模所需的曲线网络。

### 假定背景

您将继续电池型钻孔机封盖的设计任务，工程小组已经为它创建了机械零件，如“发动机”、“化油器”和“夹盘”。您已经开始了“空气过滤器”封盖的设计，已复制了参照，其中包括封盖所在化油器平板的安装点和边参照。

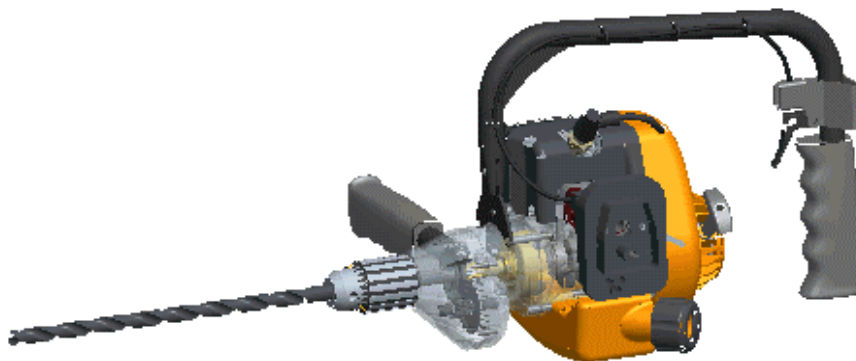


图 64：已完成的机械零件的组件

#### Step 1. 构建基准点参照以创建曲线。

**29.** 将工作目录设置为 **C:\Users\student\surfacing\_330\module\_04\drill**。

**30.** 打开 **AIR\_FILTER\_COVER.PRT**。

**31.** 查看可用数据。注意参照的“复制几何”特征。

**32.** 为“复制几何”特征中的“曲线”特征创建一个副本。

- 选取“曲线”链。
- 选取“编辑”(Edit)>“复制”(Copy)。
- 选取“精确”(Exact) 作为“曲线类型”(Curve Type)。

**33.** 完成“复制”(Copy) 工具。

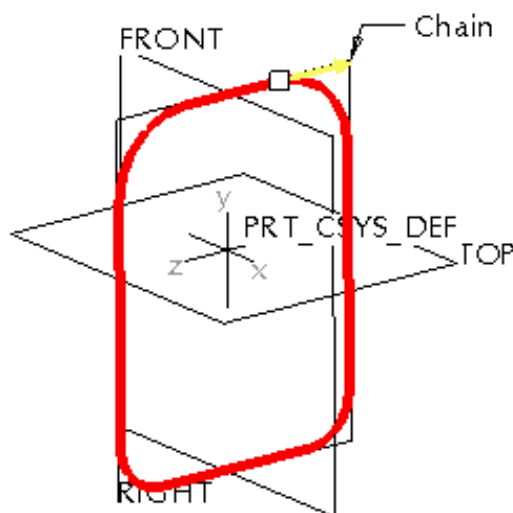


图 66：复制曲线

#### 注释

为清晰起见，在某些图像中可能不显示部分特征。

**34.** 隐藏零件中可用作参照的“复制几何”特征。

**35.** 创建一组点。

- 单击“插入”(Insert)>“模型基准”(Model Datum)>“点”(Point)>“点”(Point)。
- 要创建第一个点 (PNT0)，请选取下图所示的顶点（曲线段的端点）。
- 要创建下一个点 (PNT1)，请选取 FRONT 基准平面，然后按住 CTRL 键并选取曲线。
- 要创建第三个点 (PNT2)，请选取下图所示的顶点。

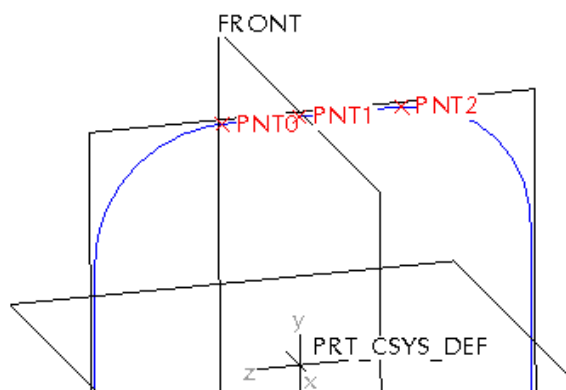


图 68

**36.** 继续创建一组点，如下图所示。

- 将 PNT3 定位在顶点处。
- 将 PNT4 定位在 FRONT 基准平面和曲线的交点处。
- 将 PNT5 定位在顶点处。

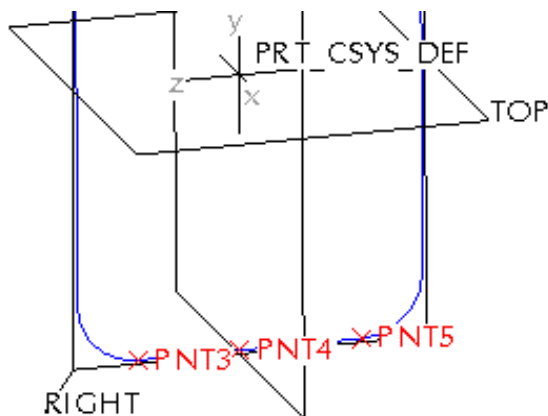


图 70：创建参照点

### 37. 完成“点”(Point)工具。

#### 注释：

您创建的点可使用不同的名称。

### Step 2. 使用基准点参照创建一条曲线。

#### 38. 创建一条草绘的曲线：

- 单击“插入”(Insert)>“模型基准”(Model Datum)>“草绘曲线”(Sketched Curve)。
- 选取要草绘的 FRONT 基准平面。
- 选取 RIGHT 基准平面作为“参照”(Reference)，并选取 TOP 作为“方向”(Orientation)。
- 使用草绘平面上的点作为参照。
- 草绘曲线，如下图所示。

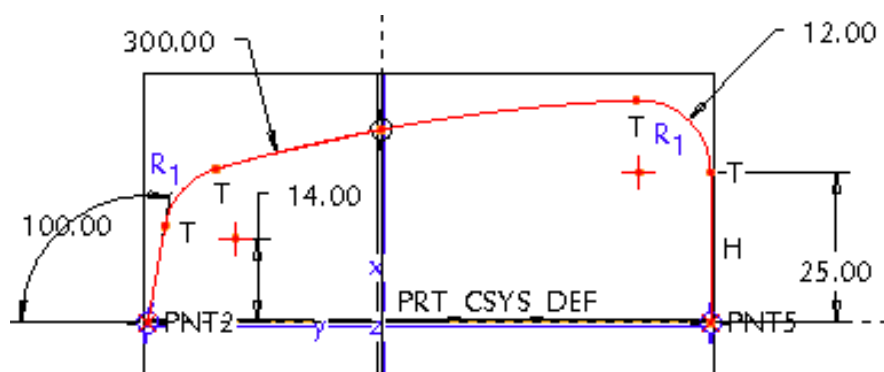


图 72：草绘曲线

- 完成草绘。

### Step 3. 继续创建基准点。

39. 创建一组点。将点 PNT6 和 PNT7 定位到曲线段的端点，如下图所示。

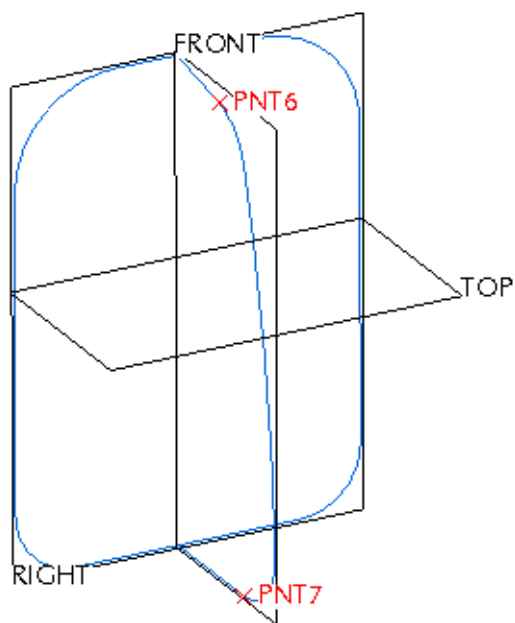


图 74：创建参照点

### Step 4. 定义零件的顶端和底端横截面。

40. 创建一个通过两段曲线的基准平面，如下图所示。

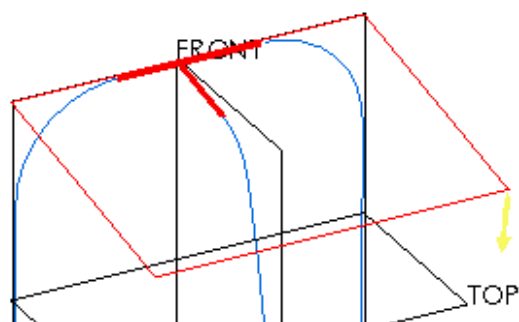


图 76：创建基准平面

41. 创建另一通过两段曲线的基准平面，如下图所示。

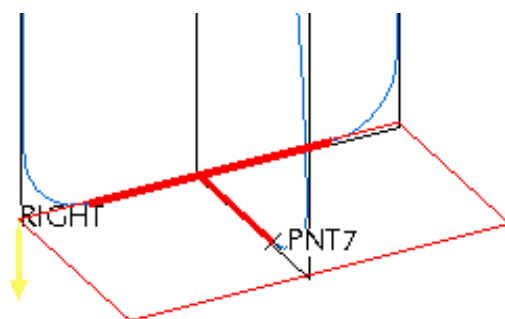


图 78：创建基准平面

42. 创建顶曲面。

- 单击“编辑”(Edit)>“填充”(Fill)。
- 启动“草绘器”(Sketcher)。
- 将 PNT0、PNT2 和 PNT6 作为参照，草绘曲线。
- 在倾斜的基准上草绘曲线，如下图所示。

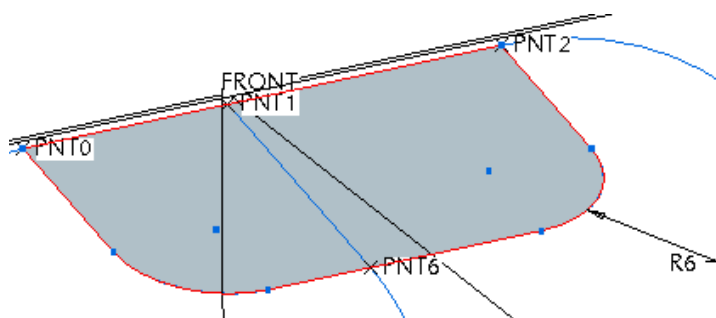


图 80：填充顶端

- 完成“填充”(Fill)工具。

#### 43. 创建底曲面：

- 单击“编辑”(Edit)>“填充”(Fill)。
- 启动“草绘器”(Sketcher)。
- 将 PNT3、PNT5 和 PNT7 作为参照。
- 在基准平面上草绘曲线，如下图所示。

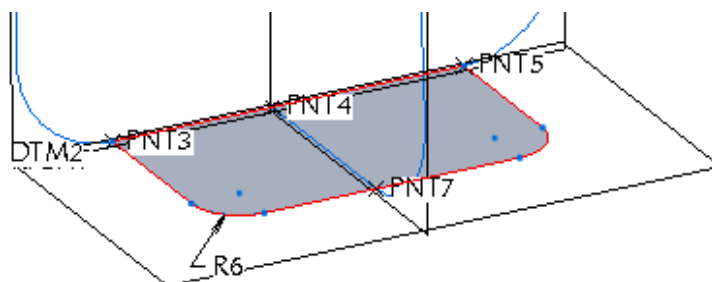


图 82：填充底端

- 完成“填充”(Fill) 工具。

#### Step 5. 导入一组点

#### 44. 单击“插入”(Insert)>“共享数据”(Shared Data)>“来自文件”(From File)。选取 points.iges，然后单击“打开”(Open)。

- 关闭“信息窗口”(Information Window)。
- 选取坐标系并完成操作。

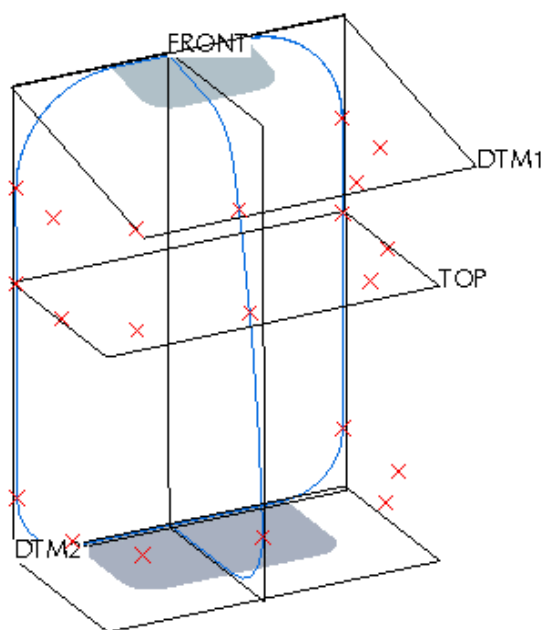


图 84：导入的点

**注释：**

为清晰起见，上图中已关闭点标签的显示。

**Step 6. 创建通过第一组导入点的曲线。**

**45.** 创建三条通过点的曲线，如下图所示。

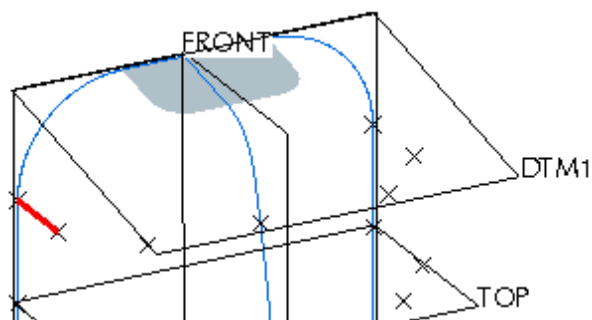


图 86：创建通过点的曲线

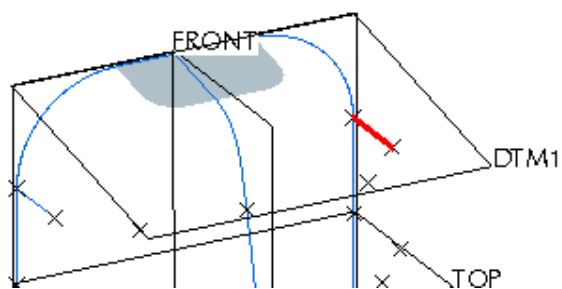


图 88：创建通过点的曲线

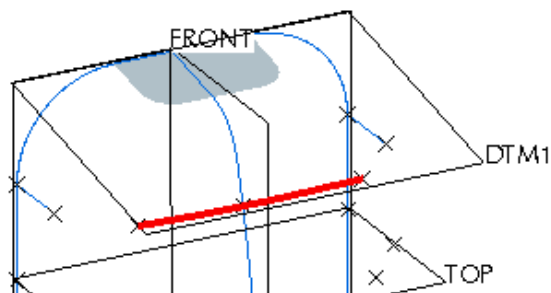


图 90：创建通过点的曲线

**46.** 创建另一条通过点的曲线，如下图所示。

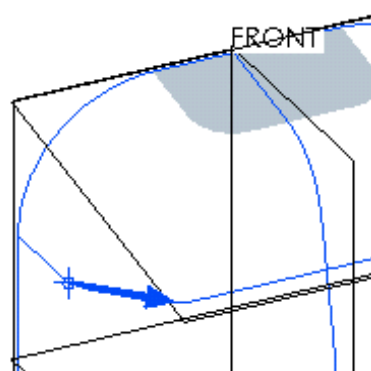


图 92：创建通过点的曲线

- 要使曲线与相邻曲线相切，请在“曲线” (Curve) 对话框中，单击“相切” (Tangency) > “定义” (Define)。
- 对于“起始”点，请保留缺省设置并选取相邻曲线。请确保箭头方向如下图所示。单击“确定” (Okay)。

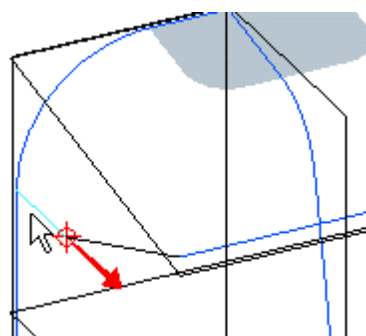


图 94：选取曲线以定义相切

- 对于“结束”点，请保留缺省设置并选取相邻曲线。请确保箭头方向如下图所示。单击“确定” (Okay)。

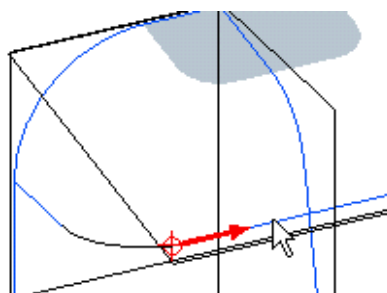


图 96：选取曲线以定义相切

- 完成“相切” (Tangency) 工具。
- 完成“曲线” (Curve) 工具。

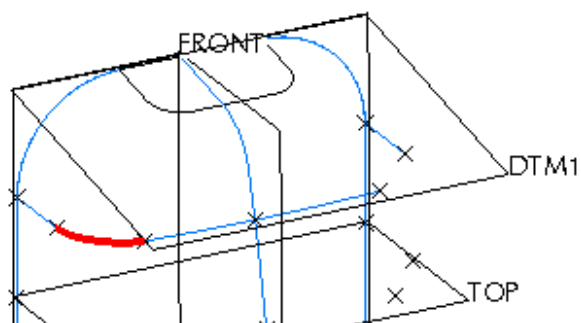


图 98：完成后的曲线

47. 创建另一条通过点的曲线，如下图所示。使用上述过程定义“相切”(Tangency)。

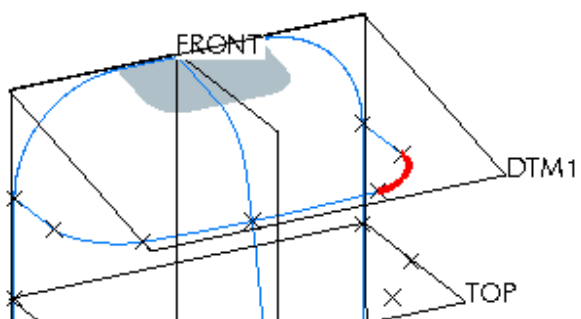


图 100：创建通过点的曲线

**Step 7. (可选) 创建通过其它两组点的曲线。**

48. 使用以上步骤中所述的方法，创建通过其它两组点的曲线。

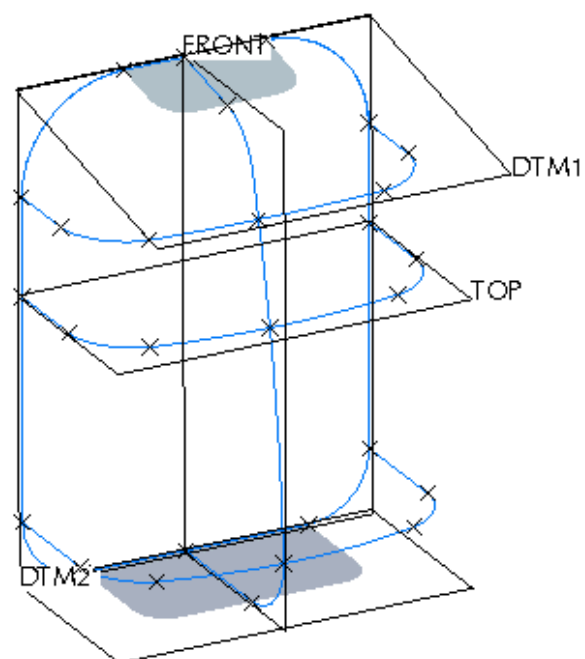


图 102：用于创建边界曲面的曲线网络

**49.** 保存模型并关闭窗口，然后拭除进程中的模型。

此练习结束

## 总结

成功完

本模块包含一个可自己确定进度的高级项目。本项目的目的在于为您提供这样一个机会，即不再依赖逐步操作指导，自己练习课堂上所学到的技巧。

在此项目中，您将创建车门的内部零件，即车门内面板和车门装饰面板。这些元件将用于创建车门组件。

此项目分为两个子项目，即“项目 A”和“项目 B”，可让您分别完成车门内面板和车门装饰面板的设计。在整个项目中，您可选择任意一个项目进行操作。

- 描
  - 创
  - 创
  - 创
- ### 目标
- 完成此模块的学习后，您将能够：
- 将今日所学的技巧应用到实际设计项目中。
- 建曲线网络以定义曲面边界。

## 项目练习第 1 天

### 简介

本模块包含一个可自己确定进度的高级项目。本项目的目的在于为您提供这样一个机会，即不再依赖逐步操作指导，自己练习课堂上所学到的技巧。

在此项目中，您将创建车门的内部零件，即车门内面板和车门装饰面板。这些元件将用于创建车门组件。

此项目分为两个子项目，即“项目 A”和“项目 B”，可让您分别完成车门内面板和车门装饰面板的设计。在整个项目中，您可选择任意一个项目进行操作。

### 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 将今日所学的技巧应用到实际设计项目中。

## 项目 - 设计车门组件

### 假定背景

Orion Motors 正在设计一款新车。外曲面的数字模型已创建完毕。目前，正在进行主体加固零件和内饰的设计。您是设计小组的一员，正在设计内车门面板和车门装饰。可将外曲面的数字曲面模型用作参照。

您将在两个小组中同时设计内车门面板和车门装饰面板模型。已向您提供了车门组件，其中的零件需要设计。组件中包含一个骨架模型，其中具有创建这两个模型所需的参照。

在接下来的几天中，您将使用自顶向下的设计方法设计组件元件。建议您使用在此课程中创建的项目元件作为此项目练习的一部分。但也可选择跳过该项目的这些部分内容，而使用所提供的模型来完成该项目的各部分练习。

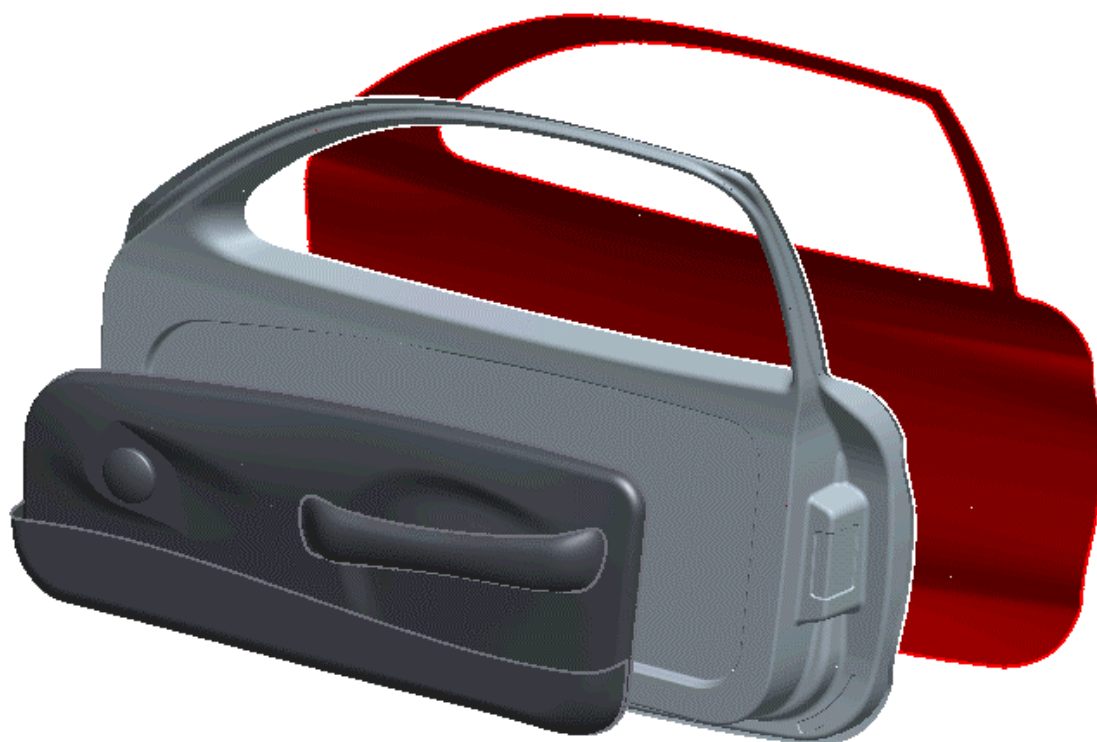


图 2：分解的车门组件

## 模块 5 课堂练习

### 项目 A 练习：复制内车门面板的设计参照

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 将设计参照从骨架模型复制到要建模的零件。
- 在模型中创建设计参照。

#### 假定背景

作为车门内面板设计小组的一员，您首先要从提供的骨架零件中复制参照。您将复制创建车门闭合线、门锁、车窗开口以及车门装饰面板区域时所需的参照。

#### Step 1. 打开车门组件。

##### 注释：

请将工作目录设置为 C:\users\student\surfacing\_330\module\_5?

1. 打开 CAR\_DOOR\_RIGHT.ASM。

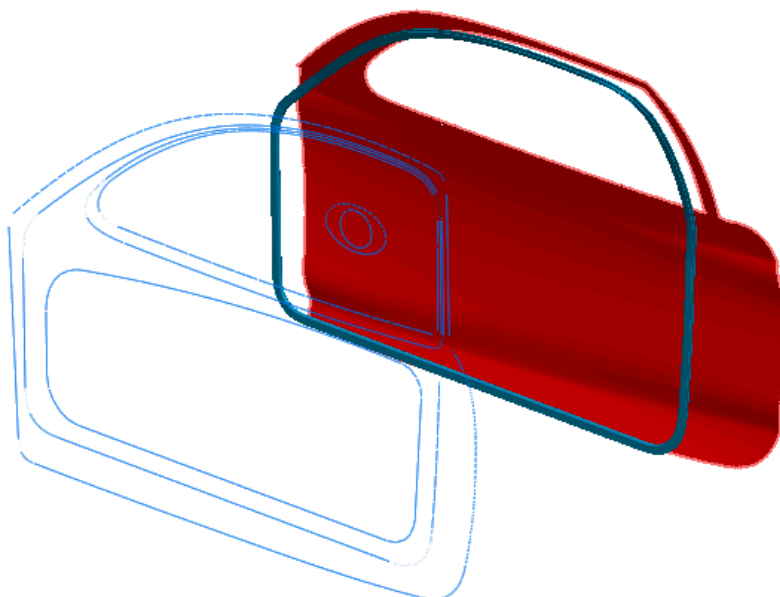


图 4：车门组件

2. 查看组件零件的结构。请注意，要设计的零件作为空零件放置在组件中。

3. 从组件中打开骨架零件 CAR\_DOOR\_RIGHT\_SKEL.PRT。请注意骨架零件中提供的各种车窗、锁、扬声器和车门内面板的参照。

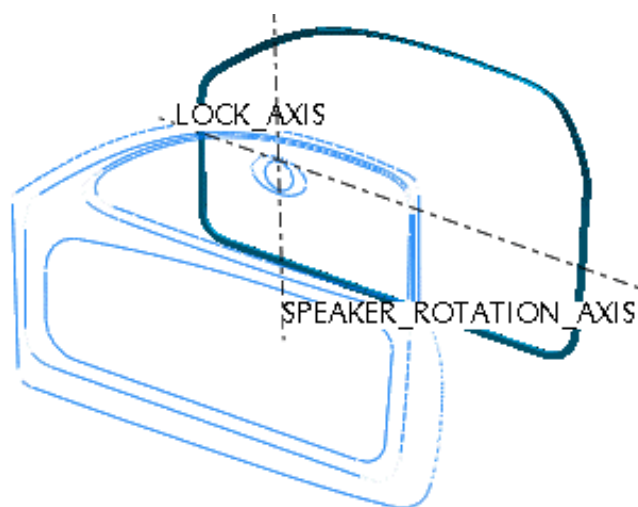


图 6：车门骨架模型

## Step 2. 复制车门内面板模型的曲面参照

4. 在车门组件中，激活 DOOR\_INNER\_PANEL\_RIGHT.PRT。
5. 要创建车门内面板的边曲面，请与外车门相匹配，将外车门曲面从 DOOR\_OUTER\_RIGHT.PRT 复制到活动模型中。

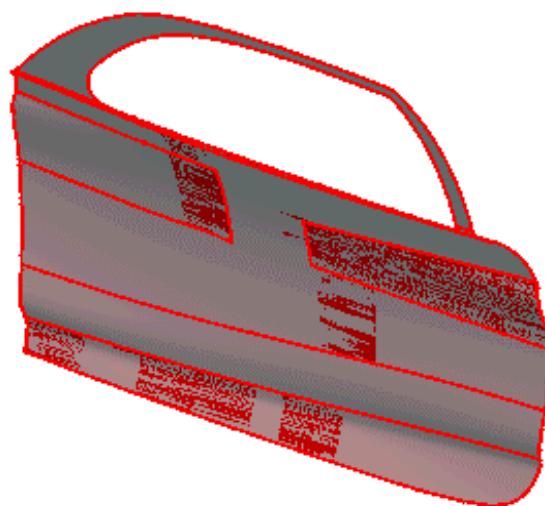


图 8：复制的外车门曲面

### 注释：

为了在屏幕上更清楚地显示，可在工作时隐藏不需要的零件。

复制参照时，请更改特征的名称。 这样有助于对复制的数据进行排序。

6. 使用相同方法，将车窗曲面从 CAR\_DOOR\_RIGHT\_SKELE.PRT 复制到活动模型中，如下图所示。

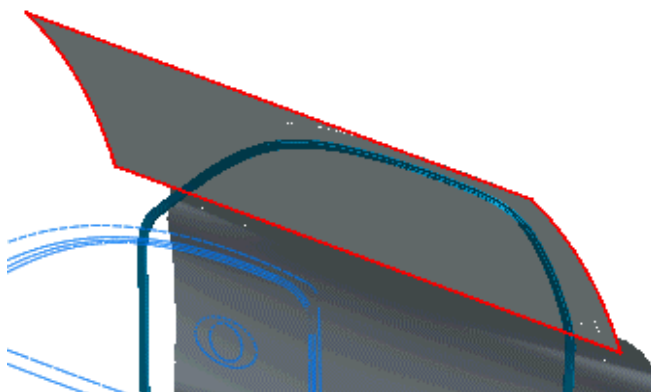


图 10：复制的玻璃曲面

7. 将闭合线曲面面组从 CAR\_DOOR\_RIGHT\_SKELE.PRT 复制到活动模型，如下图所示。

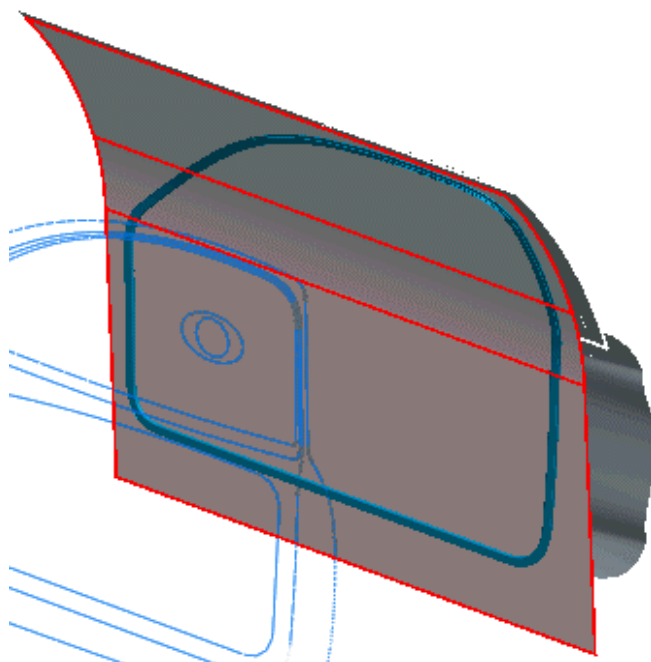


图 12：复制的闭合线面组

### Step 3. 创建车门内面板的曲面参照。

8. 打开 DOOR\_INNER\_PANEL\_RIGHT.PRT。
9. 要定义车门内面板与玻璃窗之间的间隙，请偏移复制的车窗曲面。

- 选取复制的车窗曲面。
- 单击“编辑”(Edit)>“偏移”(Offset)。
- 输入 [3.0] 作为偏移值。

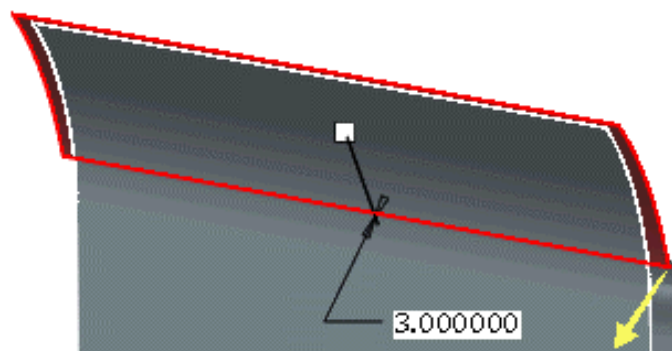


图 14：偏移曲面以定义与玻璃之间的间隙

- 完成“偏移”(Offset) 工具。

**注释：**

“偏移”(Offset) 将在课程的稍后部分详细讨论。

**10.** 要定义车门内面板的边曲面，请偏移复制的外车门面组。

- 选取复制的外车门曲面。
- 单击“编辑”(Edit)>“偏移”(Offset)。
- 输入 [2.0] 作为偏移值。
- 从“控制”(Controls) 菜单中将偏移选项改为“控制拟合”(Control Fit)。
- 取消选中 Y 和 Z 方向的平移。
- 完成偏移工具。

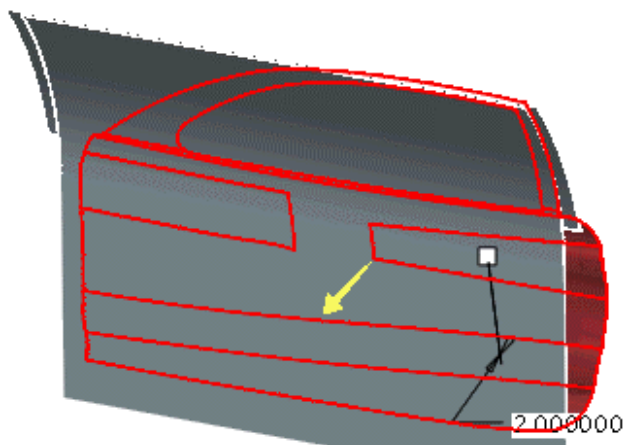


图 16：偏移车门曲面面组

#### Step 4. 复制车门内面板的基准参照。

11. 在车门组件中，激活 DOOR\_INNER\_PANEL\_RIGHT.PRT。
12. 要定义车门锁参照，请将它们从 CAR\_DOOR\_RIGHT\_SKEL.PRT 复制到活动模型中，如下图所示。

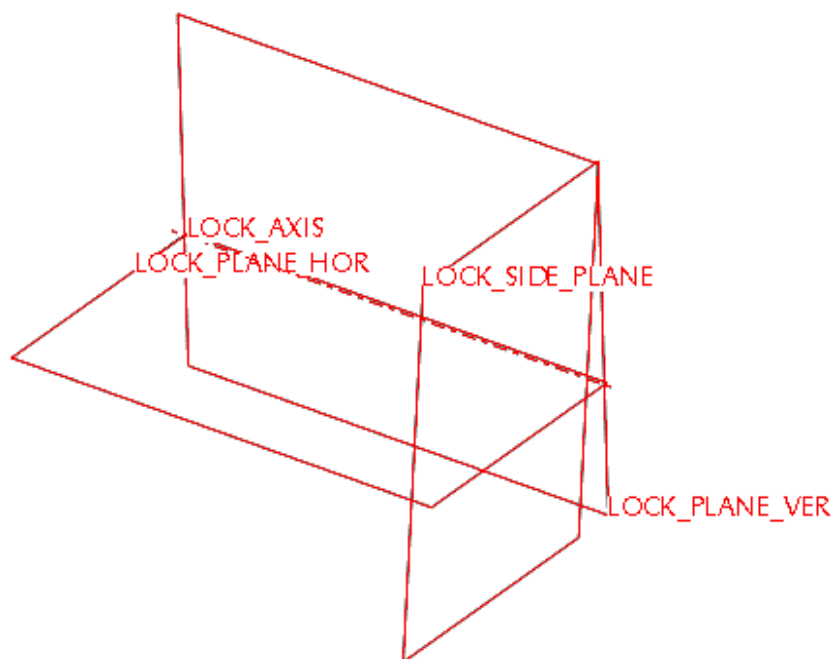


图 18：复制的锁参照

13. 从 CAR\_DOOR\_RIGHT\_SKEL.PRT 中选取曲线链，并将它们复制到活动模型中，如下图所示。这些曲线将用于创建车门内面板轮廓。

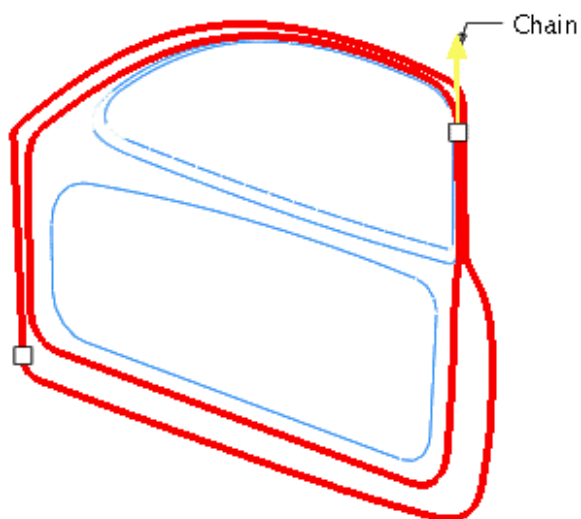


图 20：复制的车门内面板曲线

- 14** 将另一曲线链从 CAR\_DOOR\_RIGHT\_SKEL.PRT 复制到模型中，如下图所示。这条曲线将用于定义车门内面板中的车窗开口。

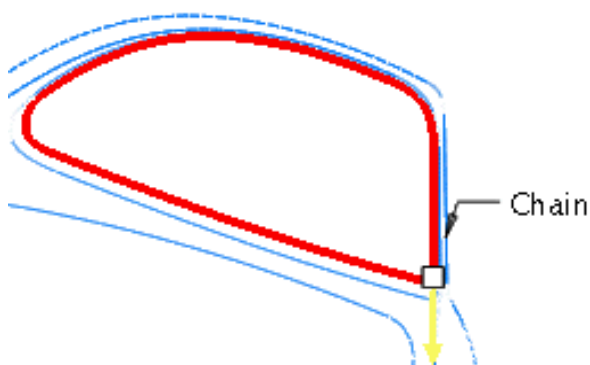


图 22：复制的车窗曲线

- 15** 将曲线链从 CAR\_DOOR\_RIGHT\_SKEL.PRT 复制到模型中，如下图所示。这条曲线将用于设计贴合车门装饰面板的位置。

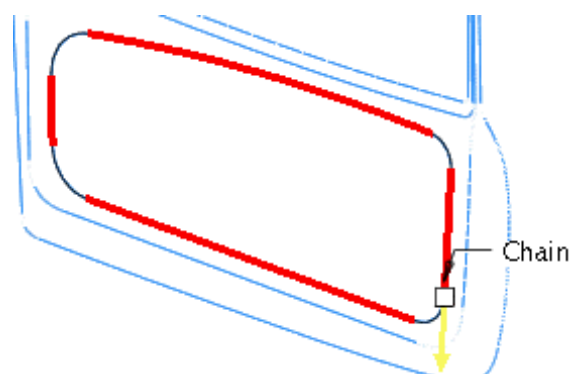


图 24：复制的车门装饰面板曲线

#### Step 5. 创建车门内面板的曲线参照。

16. 打开 DOOR\_INNER\_PANEL\_RIGHT.PRT，将复制的车门内面板曲线链两侧同时偏移 [5.0]，如下图所示。

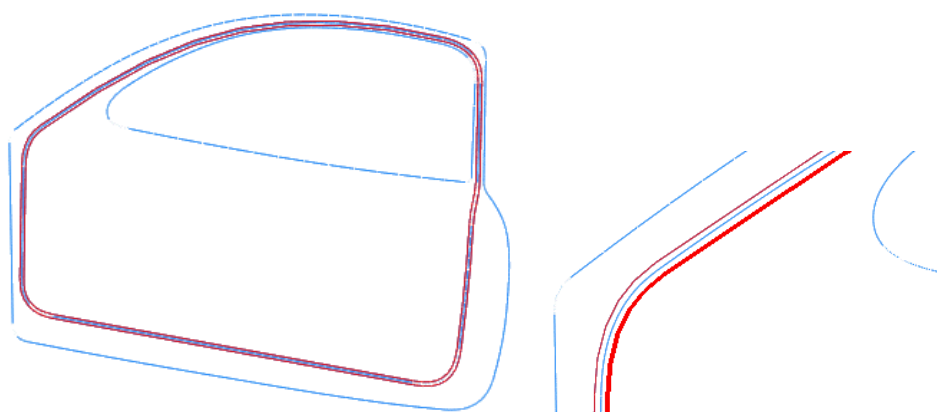


图 26：偏移车门内面板曲线

17. 与基准 RIGHT 垂直，在闭合线面组上投影外偏移曲线，如下图所示。

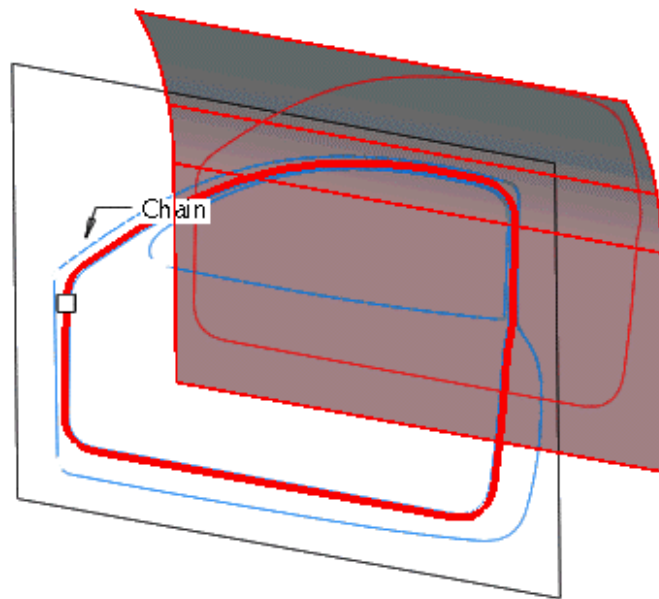


图 28：投影的曲线

**18** 与基准 RIGHT 垂直，在定义车窗间隙的曲面上投影车窗切口曲线，如下图所示。

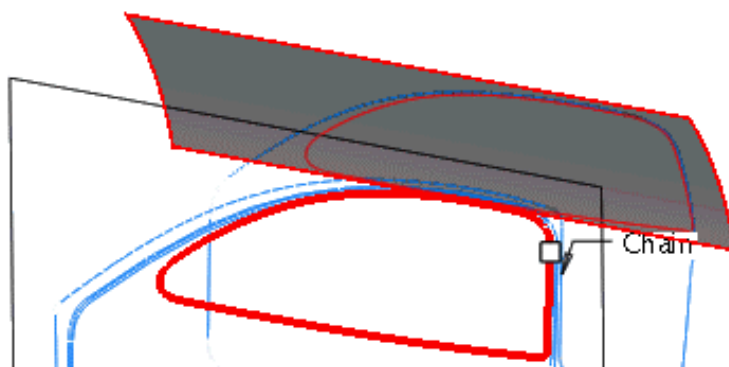


图 30：投影的曲线

**19** 从 POINTS.IGS 导入一组点。这些点将用于定义车门内面板的一个轮廓。

**20** 保存并拭除模型。

此练习结束。

## 项目 B 练习：复制车门装饰面板的设计参照

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 将设计参照从骨架模型复制到要建模的零件。
- 在模型中创建设计参照。

### 项目 B 假定背景

作为车门装饰面板设计小组的一员，您首先要从提供的骨架零件中复制参照。您将复制创建装饰曲面、扬声器嵌槽以及把手所需的参照。

#### Step 1. 打开车门组件。

##### 注释：

请将工作目录设置为 C:\users\student\surfacing\_330\module\_5?

#### 21. 打开 CAR\_DOOR\_RIGHT.ASM。

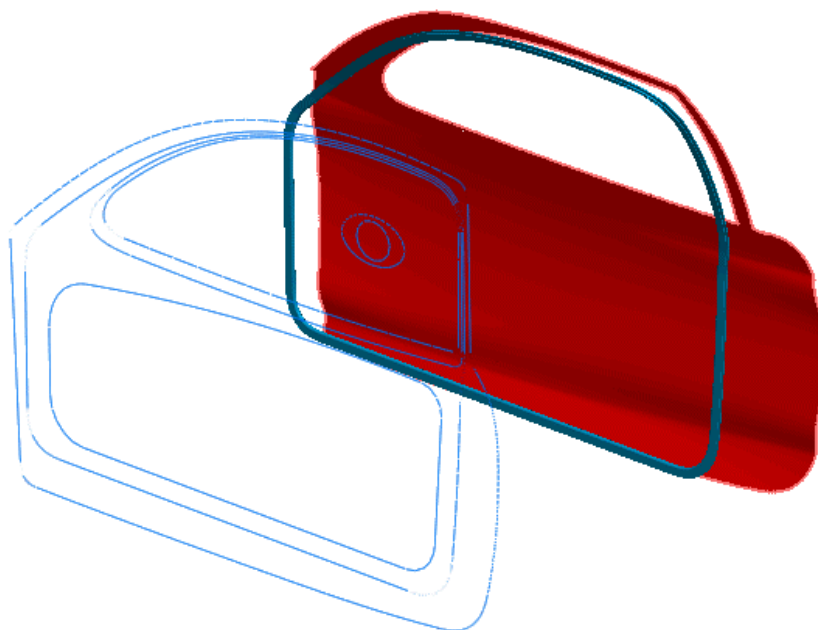


图 32：车门组件

#### 22. 查看组件零件的结构。请注意，要设计的零件作为空零件放置在组件中。

#### 23. 从组件中打开骨架零件 CAR\_DOOR\_RIGHT\_SKEL.PRT。请注意骨架零件中提供的各种车窗、锁、扬声器和车门内面板的参照。

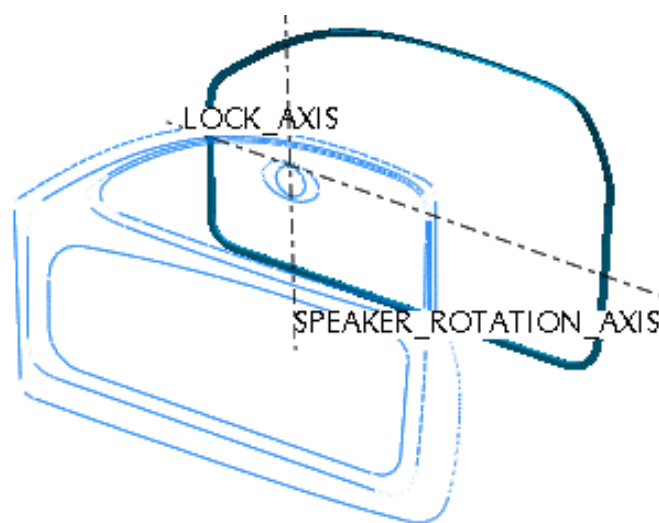


图 34：车门骨架模型

### Step 2. 复制车门装饰面板模型的曲面参照。

24. 在车门组件中，激活 DOOR\_TRIM\_PANEL\_RIGHT.PRT。
25. 要定义创建装饰面板曲面所需的参照，请将闭合线曲面从 CAR\_DOOR\_RIGHT\_SKEL.PRT 复制到活动模型中，如下图所示。

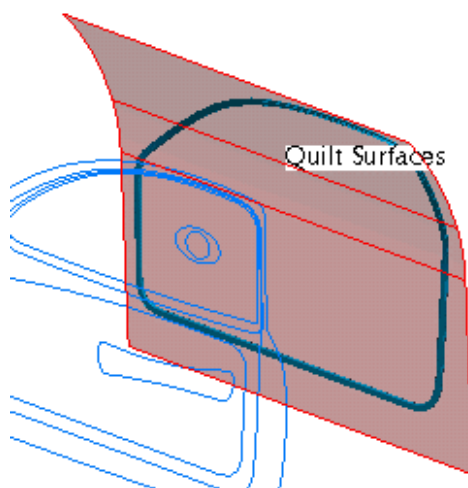


图 36：复制的闭合线曲面

### Step 3. 复制车门装饰面板模型的基准参照。

26. 将闭合线平面从 CAR\_DOOR\_RIGHT\_SKEL.PRT 复制到活动模型中。
27. 要定义扬声器参照，请将它们从 CAR\_DOOR\_RIGHT\_SKEL.PRT 复制到活动模型中，如下图所示。

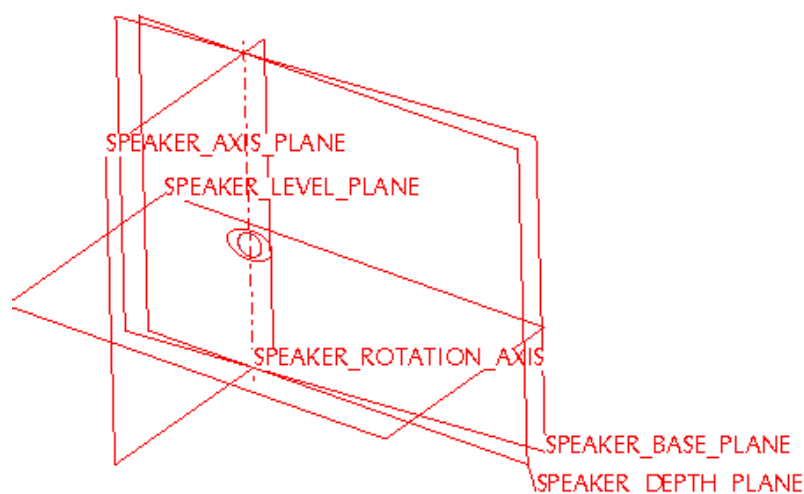


图 38：复制的扬声器参照

- 28.** 从骨架零件 CAR\_DOOR\_RIGHT\_SKEL.PRT 中选取把手参照曲线和装饰边曲线，并将它们复制到活动模型中。

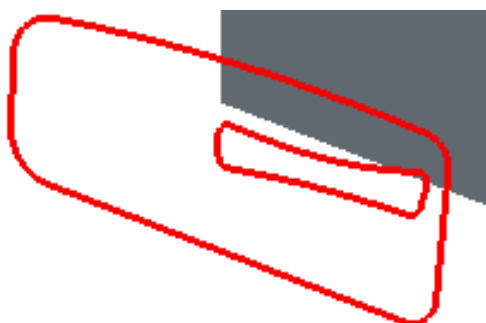


图 40：复制的曲线

#### Step 4. 创建车门装饰面板的基准参照。

- 29.** 打开 DOOR\_TRIM\_PANEL\_RIGHT.PRT。
30. 将闭合线平面朝基准 RIGHT 偏移 [20.0]。此平面将用于创建装饰面板的造型曲面。
31. 创建一条通过扬声器曲线中心并与扬声器基础平面垂直的轴。同时创建一个垂直于扬声器基础平面的平面。
- 32.** 将造型表面平面朝基准 RIGHT 偏移 [50.0]。此平面将定义装饰面板基础平面上要设计的槽深度。
33. 在造型表面平面上围绕装饰面板曲线草绘曲线，如下图所示。请确保在草绘视图中曲线不会与装饰面板曲线相交。这些曲线将用于创建装饰面板的造型曲面。

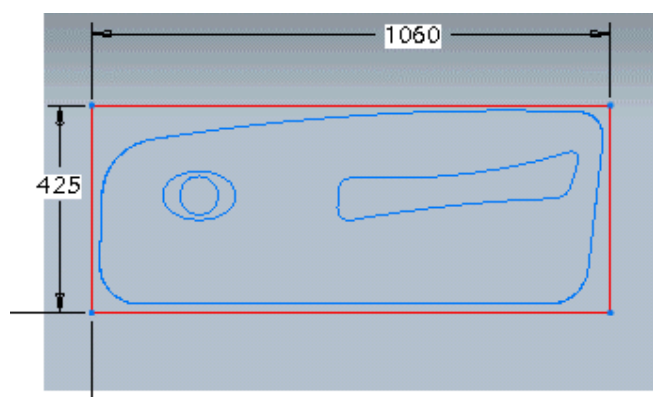


图 42：草绘的边界曲线

**34** 保存并从内存中拭除模型。

此练习结束。

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 将今日所学的技巧应用到实际设计项目中。

## 构建曲面模型基础 II

### 简介

可使用自由形式曲线定义不由尺寸驱动的曲面模型的边界、截面或轨迹。使用造型特征可真实、直观地创建和操作自由形式曲线。

这种创建和操作的简便性使得“造型”曲线在创建概念设计模型时特别有用。

光滑的曲线将产生平滑且高品质的曲面。创建“造型”曲线时，必须不断评估其质量，并在需要时对其进行修改。

### 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 创建 2-D 或 3-D 自由形式曲线。
- 通过跟踪草绘来创建曲线。
- 修改曲线形状。
- 使用“造型”的 4 视图布局来创建和编辑曲线。
- 评估和提高曲线的质量。
- 创建边界网络以创建“造型”曲面。

## 模块 6 课堂练习

### 练习 1：创建曲线以构建剃须刀模型

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 复制参照以构建曲面模型。
- 创建平面曲线。
- 创建一条“ 曲线上的曲线 ” (COS)。
- 评估并修改曲线形状。
- 创建曲线网络以定义剃须刀主体。

#### 假定背景

您将继续开发剃须刀模型。通过创建定义剃须刀主体所需的曲线网络，开始定义剃须刀主体。必须使用主体对齐的“ 电机 ”零件参照，以及主体端部“ 电源插口 ”的参照。

开发剃须刀主体时，您已经选择制作一个灵活的自由形式模型，以捕捉已概念化的形状并进行交互修改。

#### Step 1. 复制“ 剃须刀旋转头 ”和“ 电源插口 ”参照。

1. 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_06\shaver**。
2. 打开 SHAVER.ASM。
3. 激活 BODY\_MASTER.PRT。
4. 复制面组。

- 选取四个曲面，如下图所示。

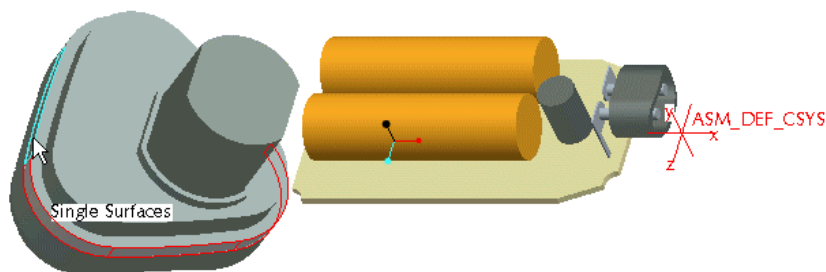


图 2：从电机零件复制参照

- 启动“ 复制 ” (Copy) 工具。单击“ 编辑 ” (Edit)> “ 复制 ” (Copy)。

- 完成“复制”(Copy)工具。

#### 5. 复制曲面：

- 选取下图显示的曲面。

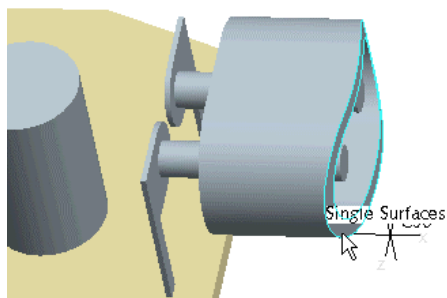


图 4：复制电源插口参照

- 启动“复制”(Copy)工具。
- 完成“复制”(Copy)工具。

#### 6. 查看复制的面组和曲面。打开 BODY\_MASTE R.PRT。

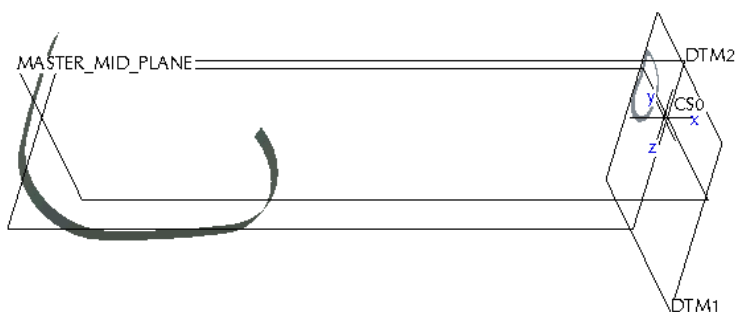


图 6：复制的面组和曲面

### Step 2. 从边段创建一条曲线。

#### 7. 从边段创建一条复合曲线。

- 选取下图所示的边。

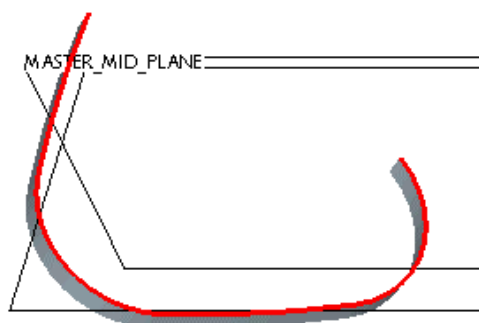


图 8：复制曲线链

- 启动“复制”(Copy)工具。
- 保留缺省选项。
- 完成“复制”(Copy)工具。

**8** 从边段创建另一条复合曲线。

- 选取下图所示的边。

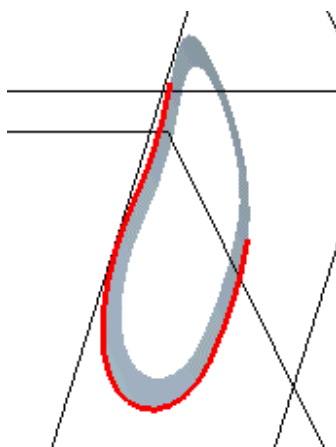


图 10：复制曲线链

- 启动“复制”(Copy)工具。
- 保留缺省选项。
- 完成“复制”(Copy)工具。

### Step 3. 创建基础几何以定义剃须刀主体的分离面。

**9** 创建一条通过复制面组圆柱部份的轴。 选取下图所示的曲面，然后启动“轴”(Axis)工具。

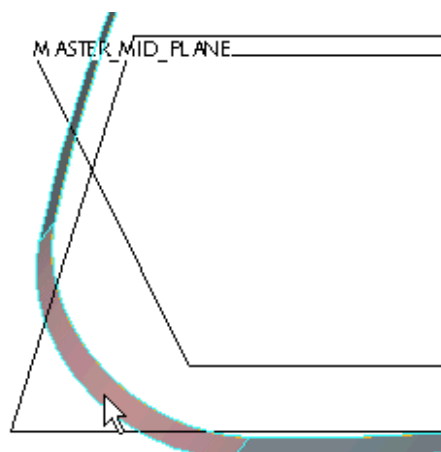


图 12：选取曲面以创建轴

10. 创建一个通过所创建的轴并垂直于 MASTER\_MID\_PLANE 的基准平面。

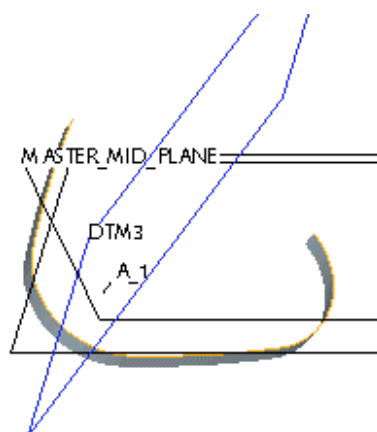


图 14：创建一个平面

11. 通过曲线与所创建的基准平面相交，创建一个点。

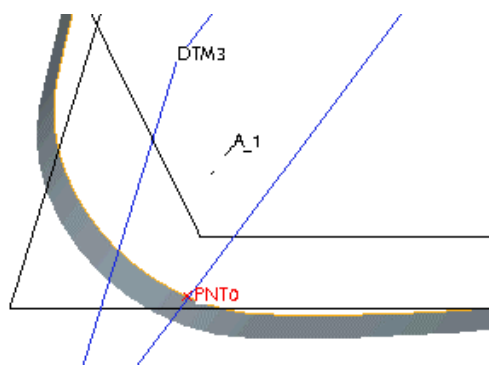


图 16：创建参照点

**12** 在复合曲线上创建一个点。将该点定位到曲线的中间。

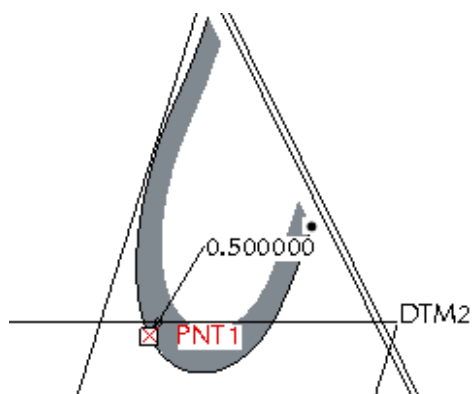


图 18：创建参照点

#### Step 4. 创建一个曲面以定义两半主体的分离线

**13** 创建一条曲线以定义分离面。

- 选取 MASTER\_MID\_PLANE，然后启动“草绘曲线”(Sketched Curve) 工具。
- 定义已创建点的其它参照。
- 草绘样条形状，如下图所示。
- 将样条端点与点参照对齐。

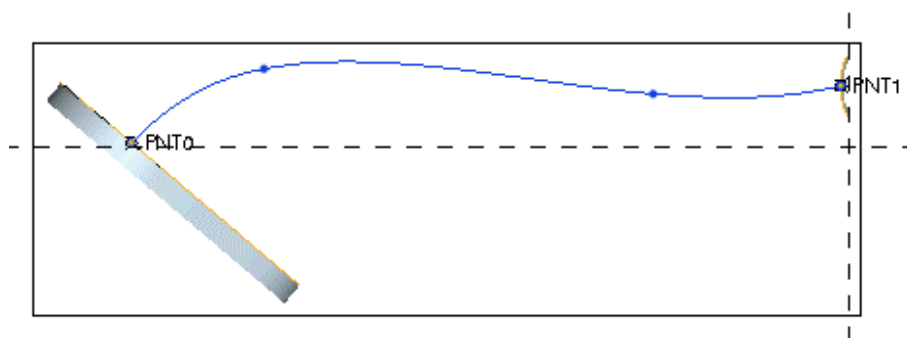


图 20：草绘样条

- 完成“草绘曲线”(Sketched Curve) 工具。

**14** 创建一个拉伸的曲面：

- 选取样条。
- 单击“插入”(Insert)>“拉伸”(Extrude)。
- 将“深度”(Depth) 值定义成 [40]。

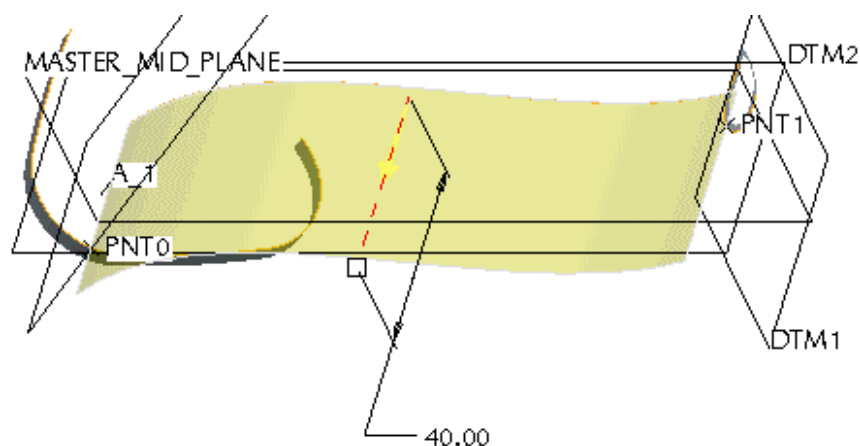


图 22：创建分离曲面

- 完成“拉伸”(Extrude)工具。

#### Step 5. 创建第一条主体曲线。

15. 插入“造型”特征。单击“插入”(Insert)>“造型”(Style)。

16. 创建一条平面曲线：

- 单击“造型”(Styling)>“设置活动平面”(Set Active Plane)，然后选取 MASTER\_MID\_PLANE。
- 启动“曲线”(Curve)工具。
- 选取“平面”(Planar)选项。
- 要创建曲线，请将第一点（按住 SHIFT 键或使用“捕捉”(Snap)工具）捕捉到第一条复合曲线。单击以定义下一点。继续单击以定义接下来的 2 到 3 个点。将最后一点捕捉到第二条复合曲线。

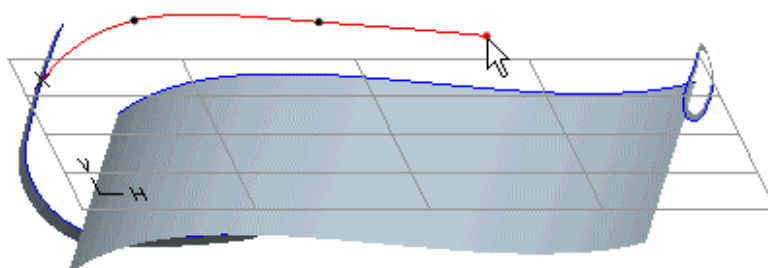


图 24：开始创建一条平面曲线

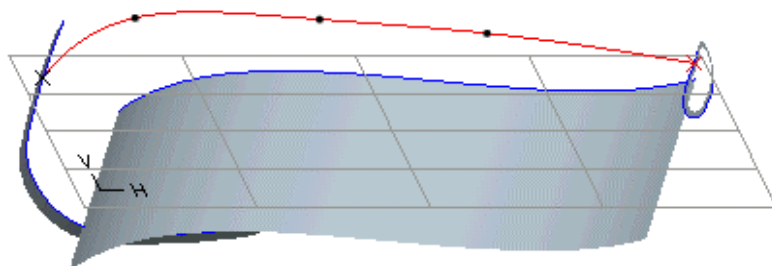


图 26：完成平面曲线

- 完成“曲线” (Curve) 工具。

17. 更改视图。右键单击窗口的任意位置，并选取“活动平面方向” (Active Plane Orientation)。

18. 要定义曲线形状，请：

- 启动“编辑曲线”工具（单击“编辑曲线” (Edit Curves) 图标或单击“造型” (Styling)>“曲线编辑” (Curve Edit)）。
- 选取端点（位于前端）。请注意显示的切线。
- 右键单击该切线，并选取“曲面相切” (Surface Tangent)。
- 显示“曲率图” (Curvature Plot)。
- 拖动点或修改切线以定义曲线的形状，如下图所示。

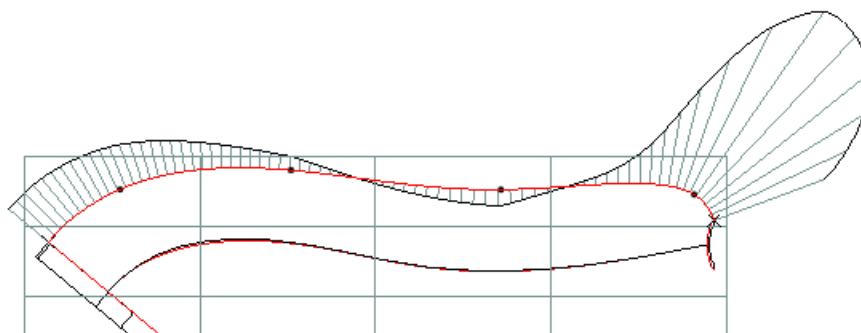


图 28：完善曲线形状

19. 完成“编辑曲线” (Edit Curves) 工具。

#### Step 6. 创建第二条主体曲线。

20. 使用以上步骤中所述的过程，创建另一条平面曲线。

- 将 MASTER\_MID\_PLANE 设置为活动平面。
- 启动“曲线” (Curve) 工具。
- 将端点捕捉到复合曲线以创建曲线，如下图所示。
- 完成“曲线” (Curve) 工具。

**21.** 使用曲率图编辑曲线的形状，如下图所示。使该曲线与电机曲面相切。

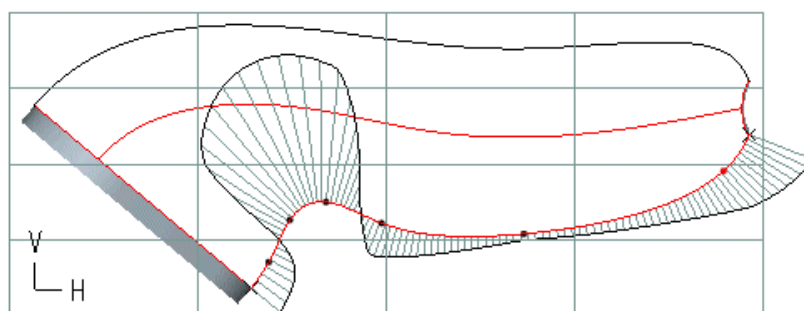


图 30：创建和完善曲线形状

### Step 7. 创建第三条主体曲线。

**22.** 将第三条曲线创建为 COS：

- 启动“曲线”(Curve) 工具。
- 选取 **COS**。
- 单击曲面以创建一个点。创建 3 到 4 个点以创建曲线。

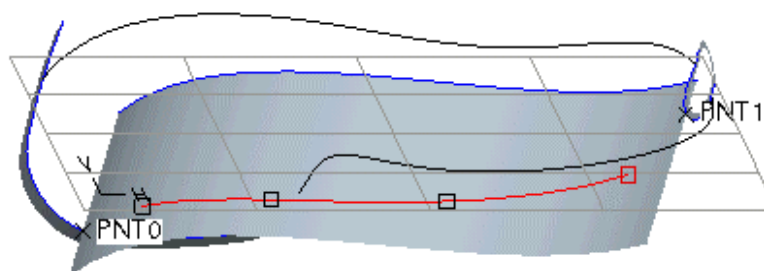


图 32：创建 COS

- 完成“曲线”(Curve) 工具。

**23.** 编辑曲线：

- 将端点捕捉到 PNT0 和 PNT1。

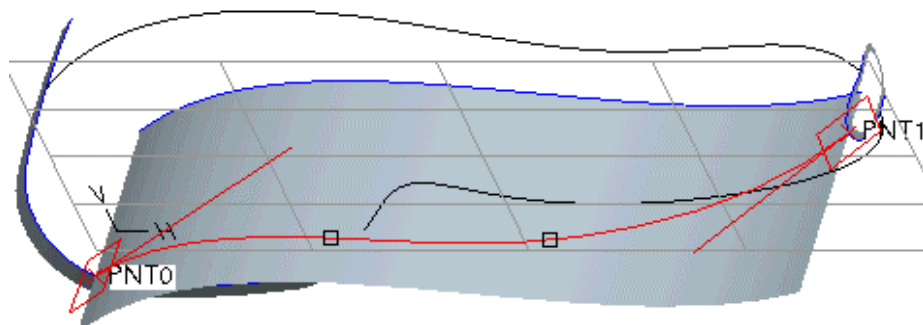


图 34：编辑 COS

- 切换到 TOP 视图。
- 将 DTM2 设置为活动平面。
- 将与 PNT0 相连的点处的切线限制为“水平”(Horizontal) 方向。
- 拖动内部点以修改形状，如下图所示。

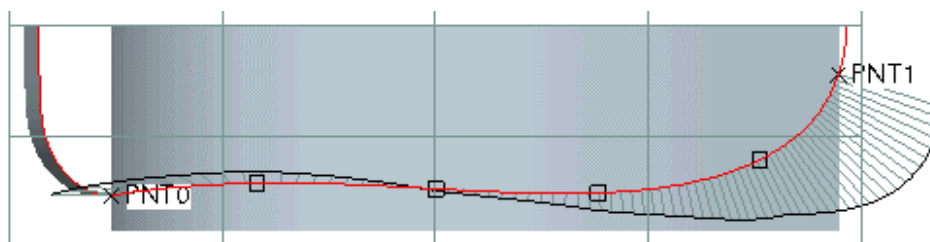


图 36：完善 COS 形状

- 完成“曲线编辑”(Curve Edit) 工具。

## 24. 查看最终的曲线。

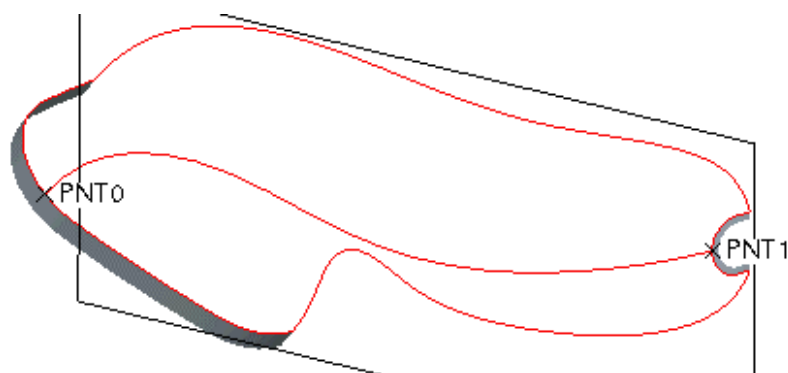


图 38：曲线网络

## 25. 保存模型并关闭窗口，然后拭除进程中的模型。

## 练习 2：创建曲线以构建安全帽模型

### 。目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 通过跟踪草绘来创建平面造型曲线。

### 假定背景

您将继续使用已应用于参照平面上的草绘来设计安全帽。为了开发安全帽的曲面模型，您将创建曲面边界的曲线网络。在此练习中，您将通过跟踪应用于 Front、Top 和 Right 基准平面的草绘轮廓来创建曲线。

#### Step 1. 使用侧视图草绘跟踪曲线。

**26.** 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_06\helmet**。

**27.** 打开 **HELMET.PRT**。

**28.** 编辑“造型”特征的定义 (id 46)。

**29.** 将 **FRONT** 基准平面设置为活动平面。

**30.** 切换到 **FRONT** 视图。

**31.** 创建一条平面曲线：

- 通过单击靠近草绘边界的点来跟踪轮廓，如下图所示。

**注释：**可能必须使用“跟踪草绘”(Trace Sketch) 在“造型”特征内重新定位图像。

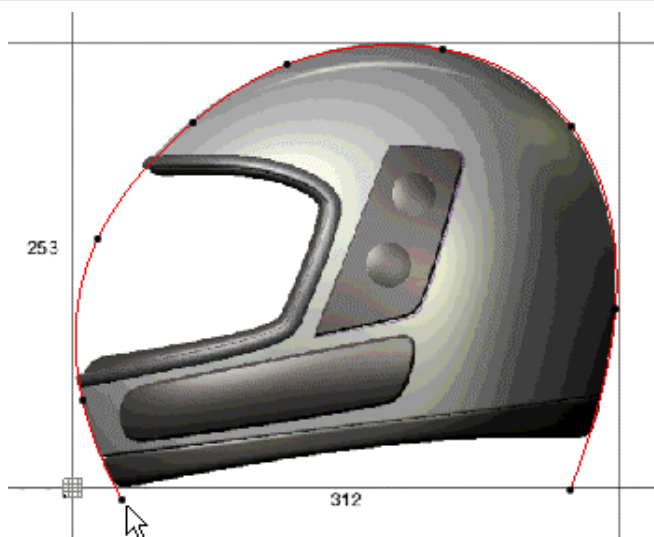


图 40：跟踪侧视图草绘

- 完成“曲线”(Curve)工具。

**32** 要更清楚地查看曲线，请修改透明度。单击“造型”(Styling)>“跟踪草绘”(Trace Sketch)。

- 选取应用于 Front 基准平面的草绘
- 在“透明”(Transparency)下输入 [70]。
- 完成“跟踪草绘”(Trace Sketch)工具。

**33** 编辑曲线以完善其形状：

- 要将端点置于 TOP 基准平面上，请选取端点，然后单击“点”(Point)。在“坐标”(Coordinate)下，将 Y 值改为 [0]。
- 使用同样的方式，将另一端点置于 TOP 基准平面上。
- 拖动内部点以完善曲线的形状（使用曲率图）。

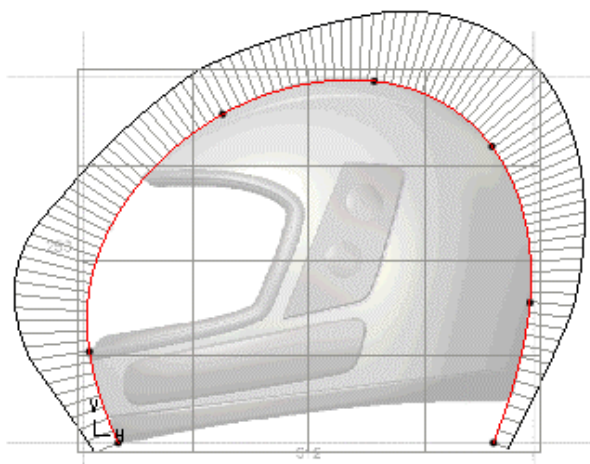


图 42：完善曲线形状

- 完成“曲线编辑”(Curve Edit)工具。

## Step 2. 使用前视图草绘创建第二条曲线

**34** 将 RIGHT 基准平面设置为活动平面。

**35** 创建一条平面曲线。启动“曲线”(Curve)工具。

- 单击“平面”(Planar)。
- 单击“参照”(Refs)。在“偏距”(Offset)下输入 [180]。
- 将视图改为“活动平面方向”(Active Plane Orientation)。
- 跟踪草绘，如下图所示。
- 将该曲线捕捉到 MASTER\_MID\_PLANE 上的曲线。

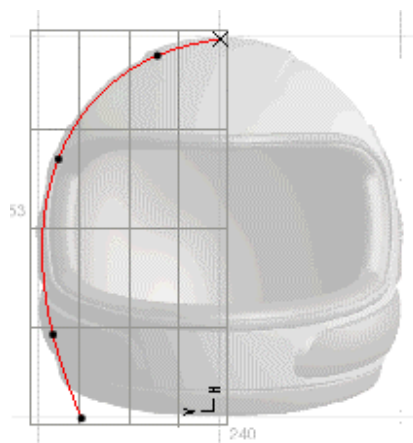


图 44：跟踪前视图草绘

- 完成“曲线”(Curve) 工具。

**36. 编辑曲线以完善其形状：**

- 使端点切线与 FRONT 基准平面垂直。
- 要将其它端点置于 TOP 基准平面上，请将 Y 坐标改成 [0]。

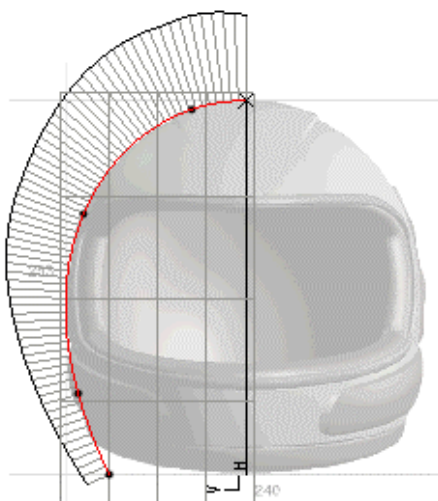


图 46：完善曲线形状

- 完成“曲线编辑”(Curve Edit) 工具。

**Step 3. 创建第三条曲线**

**37.** 将 TOP 基准平面设置为活动平面。

**38.** 创建一条平面曲线：

- 将平面偏移 [100]。

- 将一条曲线捕捉到其它两条曲线以创建该曲线，如下图所示。

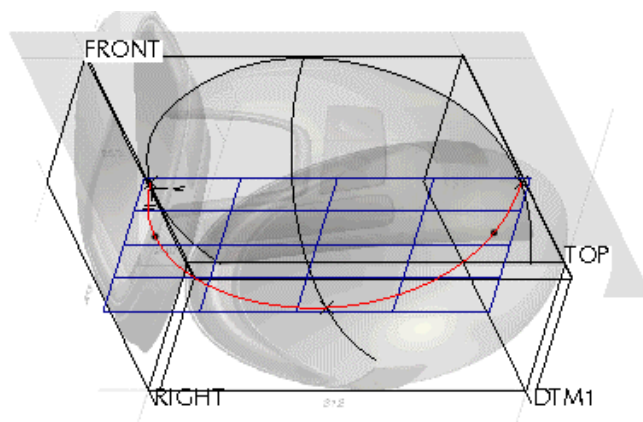


图 48：捕捉曲线

- 完成“曲线”(Curve) 工具。

### 39. 编辑曲线以完善其形状：

- 切换到 TOP 视图。
- 使端点切线与 FRONT 基准平面垂直。
- 如有必要，可添加内部点。
- 拖动内部点和切线以获取曲率图，如下图所示。

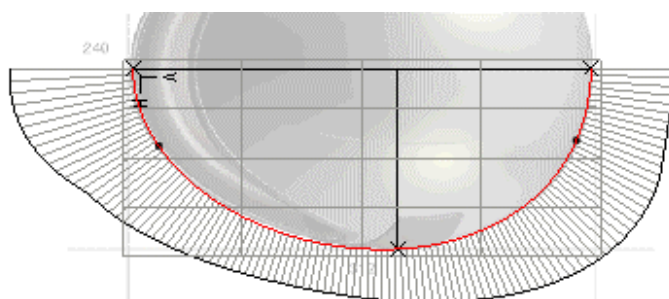


图 50：完善曲线形状

- 完成“曲线编辑”(Curve Edit) 工具。

## Step 4. 查看曲线

### 40. 查看所有包含草绘的曲线。

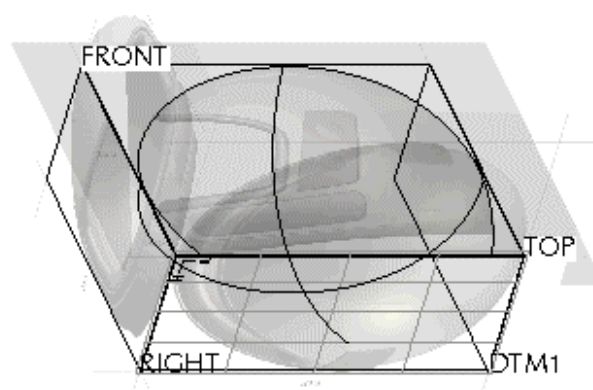


图 52：所有包含草绘的曲线

**41.** 关闭草绘的显示。

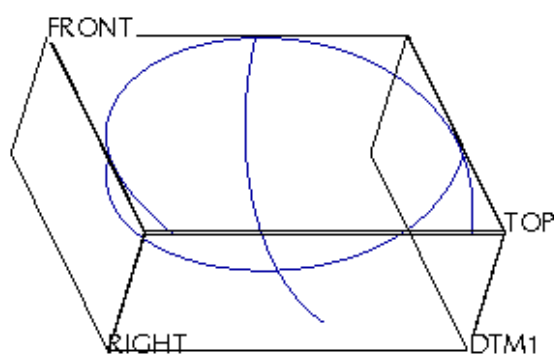


图 54：所有不含草绘的曲线

**42.** 完成“造型”(Style)工具。

**43.** 保存模型并关闭窗口，然后拭除进程中的模型。

此练习结束。

## 练习 3：创建曲线以构建汽车座椅模型（挑战性练习）

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 创建自由形式 3-D 曲线。
- 使用 4 视图布局创建和编辑曲线。

### 假定背景

您正在构思一款新的汽车座椅，并希望创建一个符合人体工学形状的座椅模型。您希望交互修改曲面几何以评估不同形状的可能性。您已经创建了“椅背”和“头垫”，现在要开发“椅座”模型。



图 56：完成后的座椅模型

---

#### Step 5. 创建第一条边界曲线以定义椅座

---

44. 将工作目录设置为 **C:\users\students\surfacing\_330\module\_06\auto\_seat**。
45. 打开 **AUTO\_SEAT.PRT**。

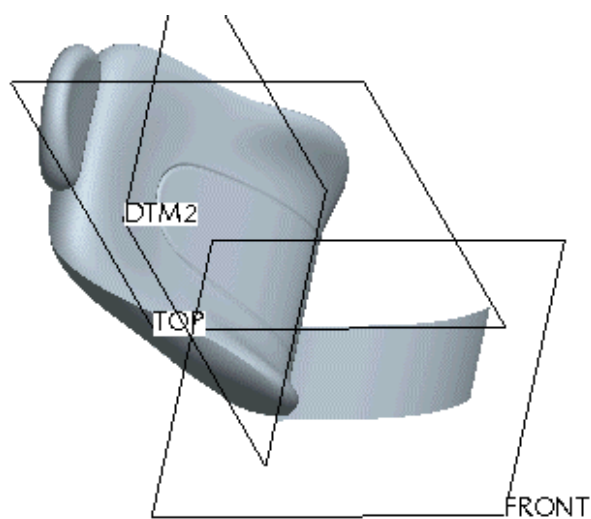


图 58：开发的几何

46. 查看可用数据，然后将 BACK\_SURFACES 和 HEAD-REST\_SURFACES 层遮蔽。
47. 插入一个“造型”特征。
48. 创建一条“表面上的曲线”(COS)，如下图所示。将端点捕捉到边。

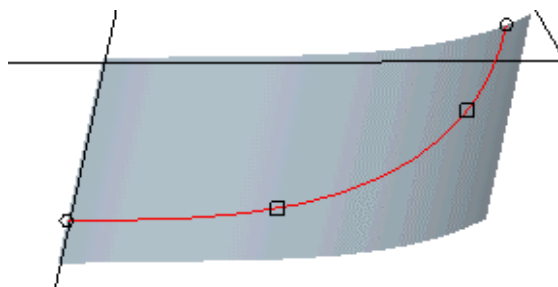


图 60：创建 COS

49. 编辑 COS 以完善其形状。
  - 使端点切线与 TOP 和 DTM2 基准平面垂直。
  - 使用曲率图完善 TOP 视图中的形状。

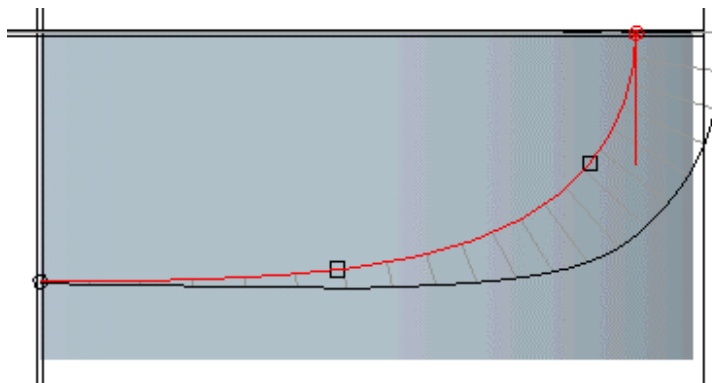


图 62：完善 COS 的形状

- 完成“编辑”(Edit)工具。

#### Step 6. 创建第二条边界曲线。

50. 继续创建“造型”特征。

51. 将 FRONT 基准平面设置为活动平面。

52. 创建一条平面曲线：

- 将平面偏移 [100]。
- 创建初始的曲线形状，如下图所示。

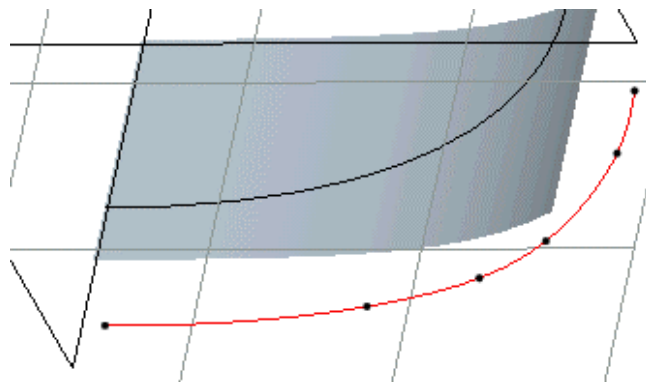


图 64：创建平面曲线

53. 修改端点位置。

- 要将点（下图箭头所示）置于中平面上，请将其 Y 坐标改为 [0]。

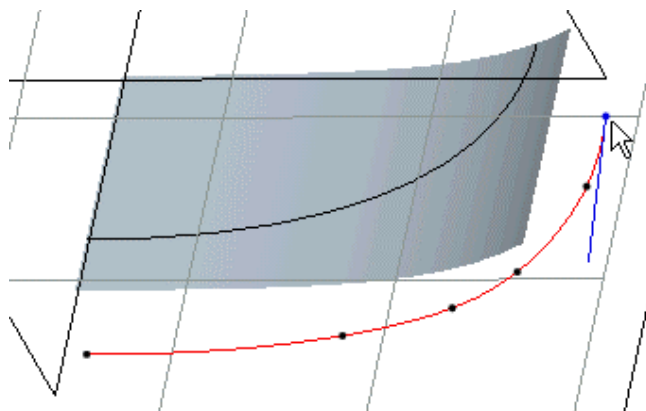


图 66：修改端点位置

- 将点的 X 坐标 (下图箭头所示) 改为 [1433]。

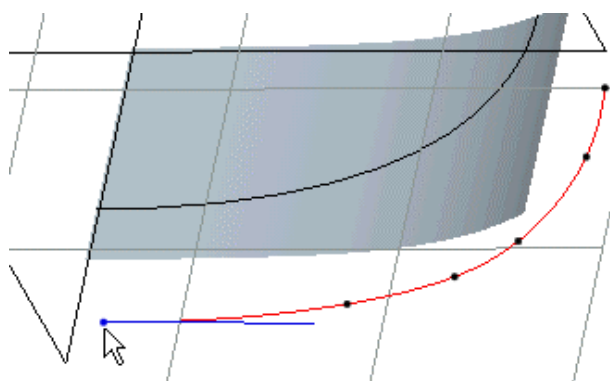


图 68：修改端点位置

#### 54. 编辑曲线以完善曲线形状。

- 使端点切线与 TOP 和 DTM2 基准平面垂直。
- 使用曲率图完善曲线的形状，如下图所示。

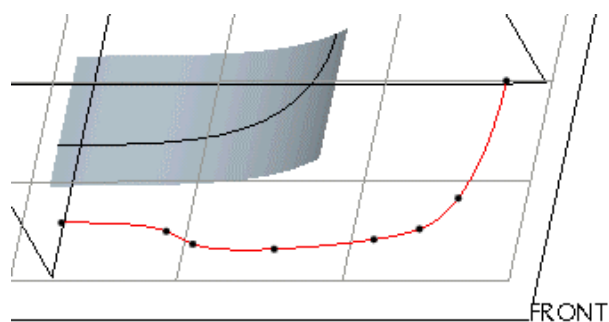


图 70：完善曲线形状

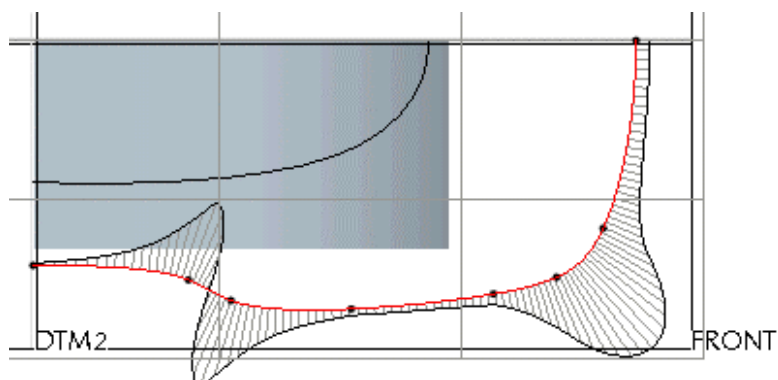


图 72：完善曲线形状

### Step 7. 创建第三条边界曲线。

55. 将 DTM2 设置为活动平面。

56. 创建一条平面曲线，如下图所示。将点捕捉到已创建的两条曲线。

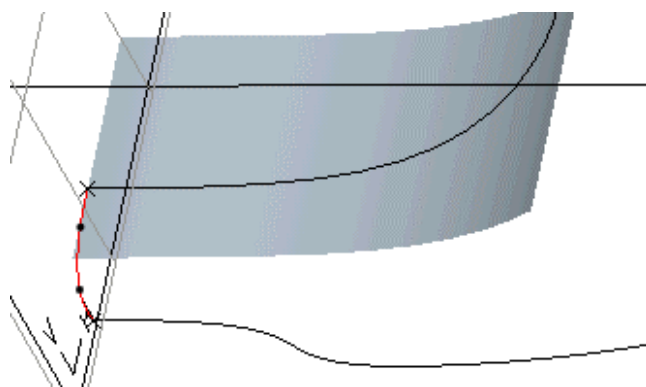


图 74：创建平面曲线

57. 完善曲线形状，如下图所示。

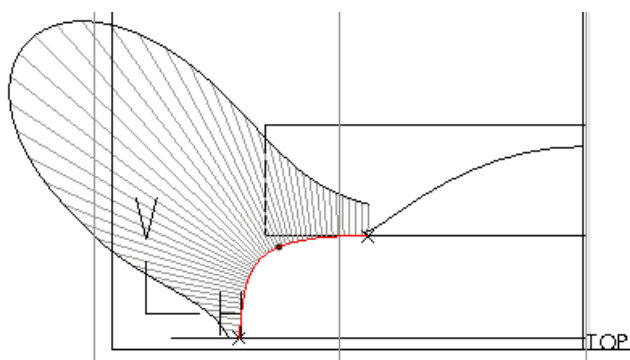


图 76：完善曲线形状

### Step 8. 创建另一条边界曲线。

58. 将第四条曲线创建为 TOP 基准平面上的平面曲线。

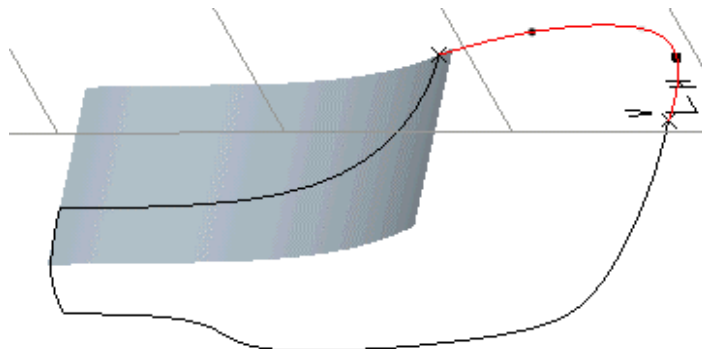


图 78：创建平面曲线

59. 完善第四条曲线的形状，如下图所示。

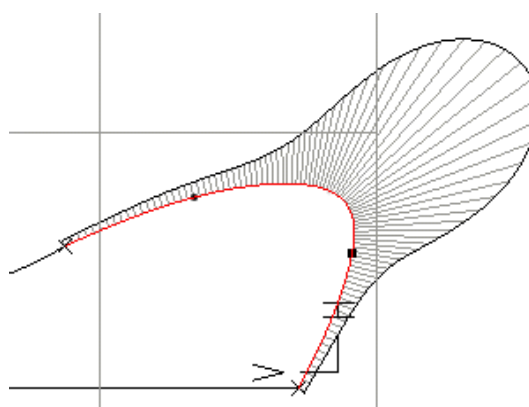


图 80：完善曲线形状

### Step 9. 创建曲线以定义座椅的轮廓。

60. 创建一条自由曲线并将其与两条边界曲线相连，如下图所示。

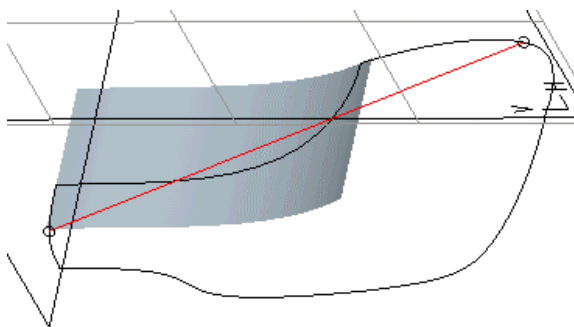


图 82：创建 3-D 曲线

**61.** 使端点切线与 TOP 和 DTM2 基准平面垂直，并添加大约 6 个内部点，如下图所示。

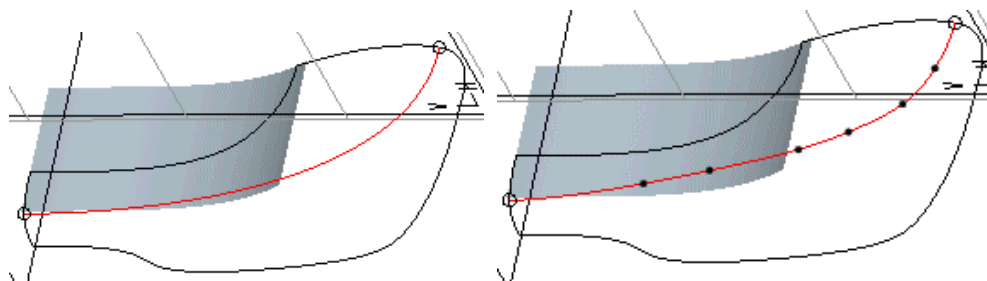


图 84：修改 3-D 曲线

**62.** 使用 4 视图布局修改曲线的形状，如下图所示。 您可使用曲率图完善形状。

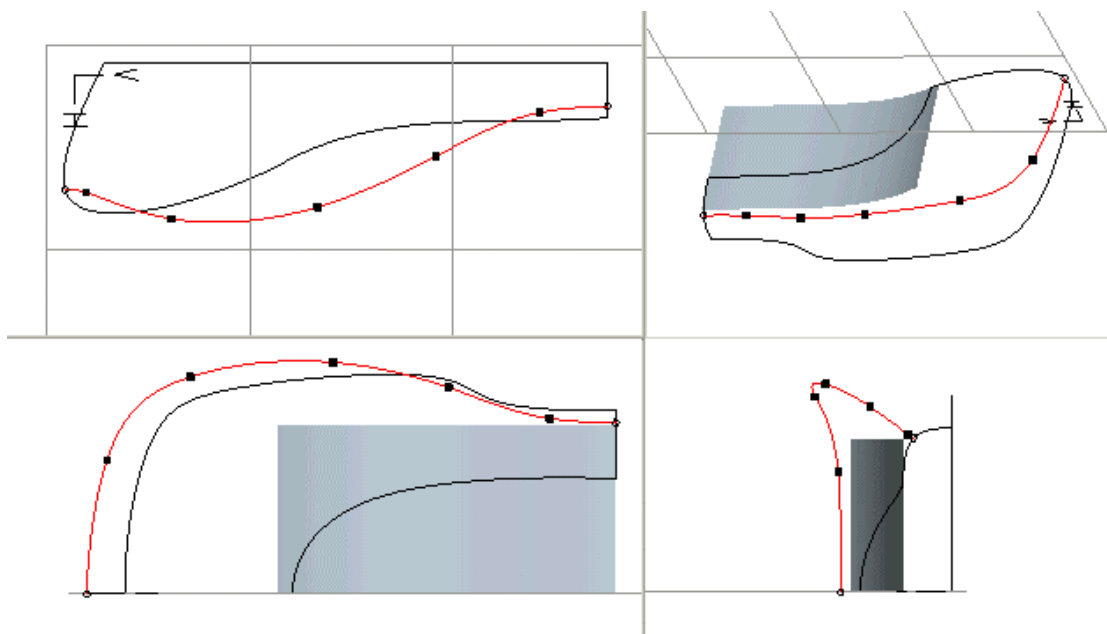


图 86：修改 4 视图布局的曲线

**63.** 保存并拭除模型。

此练习结束

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 创建 2-D 或 3-D 自由形式曲线。
- 通过跟踪草绘来创建曲线。
- 修改曲线形状。
- 使用“造型”的 4 视图布局来创建和编辑曲线。
- 评估和提高曲线的质量。
- 创建边界网络以创建“造型”曲面。

# 使用截面和轨迹构建模型 I

## 简介

截面对显示、代表及创建形状非常重要。可使用截面及其混合所循轨迹的相关信息来构建设计模型。Pro/ENGINEER Wildfire 提供了“扫描”和“混合”等基本工具，以及“扫描混合”和“可变截面扫描”等高级工具，可允许使用截面和轨迹信息来设计复杂且可控的形状。将尺寸和约束参数用作设计参照时，这些工具将特别有用。

在本模块中，您将学习如何使用“扫描混合”工具来创建曲面模型，以便使用多重截面和单一轨迹来创建曲面。

## 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 描述“扫描”、“混合”与“扫描混合”工具之间的不同。
- 使用“扫描混合”工具创建曲面特征。
- 控制截面面积。
- 描述创建“扫描混合”的规则。

## 模块 7 课堂练习

### 练习 1：设计集管

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 创建截面以定义“扫描混合”曲面。
- 使用具有不同区段数量的截面。
- 使用面积控制曲线控制截面面积。

#### 假定背景

您要使用绘图中定义的截面和轨迹设计入口集管。为了确保气流能够平稳流动，必须使用连续曲面设计模型。另外，还必须确保能以数学方式控制形状。

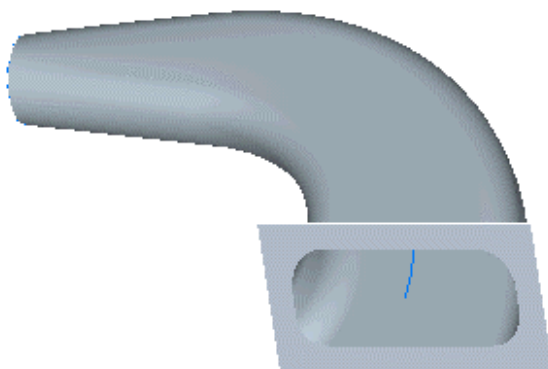


图 2：完成后的集管模型

**Step 1.** 打开 MANIFOLD.PRT 并查看其预构建几何。

1. 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_07**。
2. 打开 MANIFOLD.PRT。
3. 请注意 TOP 基准平面上的曲线。这条曲线用于定义轨迹。另请注意四条基准曲线。它们定义扫描曲面的第一个矩形截面。

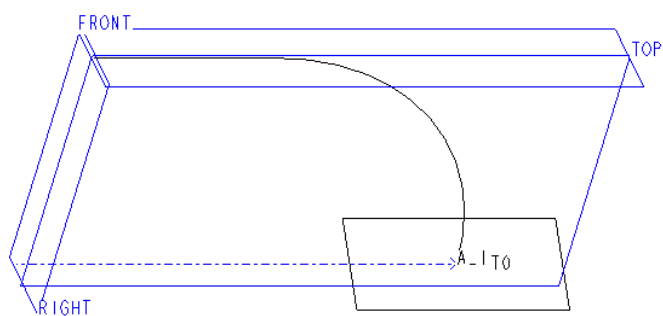


图 4：集管零件

### Step 2. 创建“扫描混合”曲面。

4. 草绘一个圆以创建第二个截面。在 RIGHT 基准平面上草绘圆，并使其圆心与轨迹对齐。将直径值改为 [1.5]。
5. 由于第一个截面（矩形）由四个图元组成，所以要将该圆分成四个图元，如下图所示。

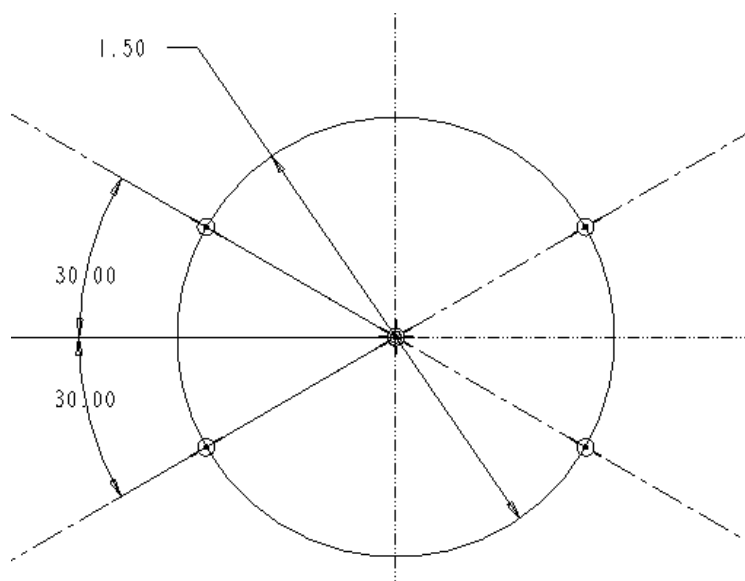


图 6：将圆分成四段

### Step 3. 使用原始轨迹的法线构建集管曲面。

6. 使用现有轨迹和截面创建一个“扫描混合曲面”特征。
  - 选取下图所示的轨迹。选取第一条曲线段，按住 CTRL 键并选取第二条曲线段。

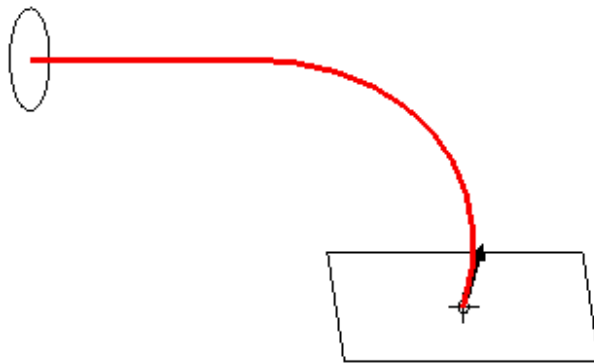


图 8：选定的轨迹

- 选取矩形基准曲线作为第一个截面，然后选取圆形截面。请务必将起始点置于共线的顶点。

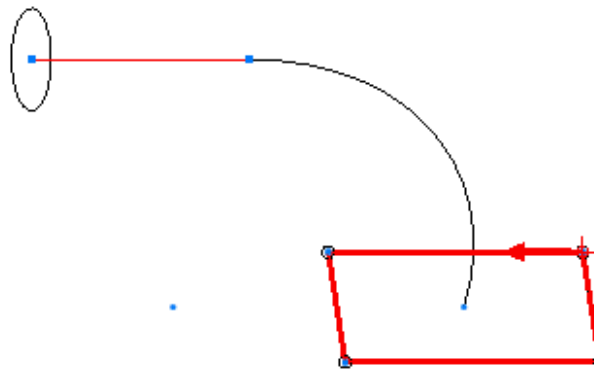


图 10：为第一个截面选定的曲线

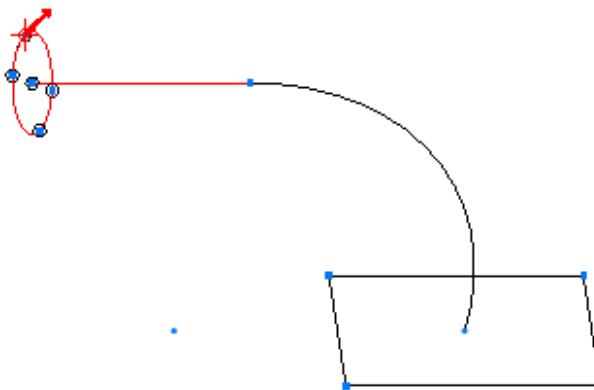


图 12：为第二个截面选定的曲线

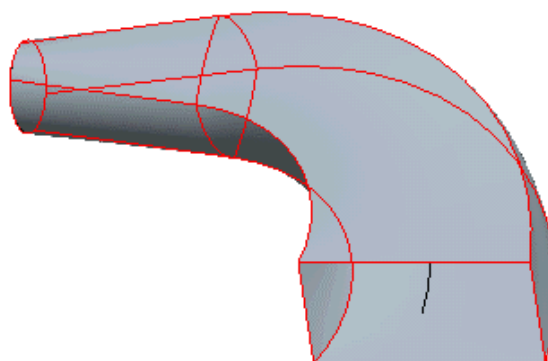


图 14：生成的扫描混合曲面

#### Step 4. 为集管创建平整安装凸缘。

7. 创建一个基准平面以定位凸缘曲面，如下图所示。

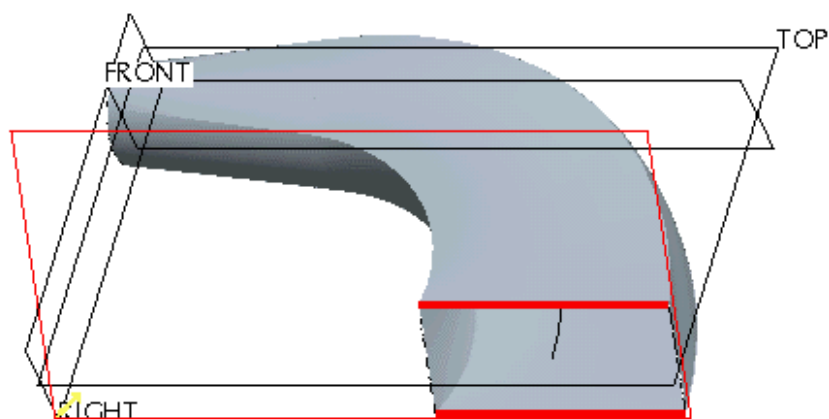


图 16：凸缘曲面的基准平面

8. 创建凸缘曲面。

- 启动“填充”(Fill) 工具。
- 使用已创建的基准平面作为草绘平面，定义凸缘曲面。
- 将矩形环向外偏移 [0.4]。
- 完成草绘。
- 完成“填充”(Fill) 工具。

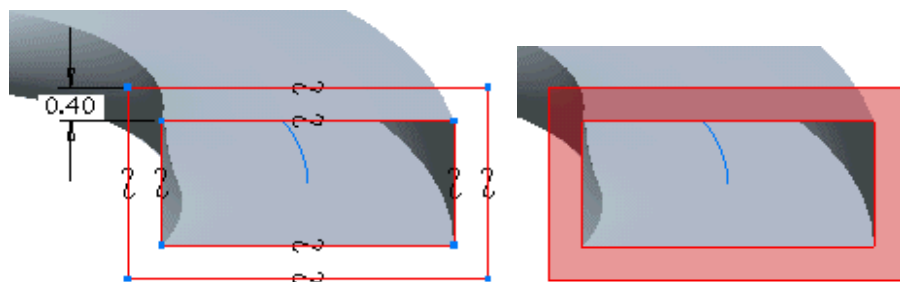


图 18：凸缘曲面轮廓的草绘

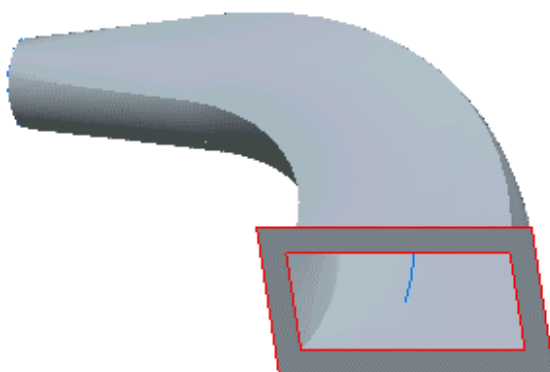


图 20：生成的平整凸缘曲面

**Step 5. 将凸缘曲面与零件合并。**

9. 将平整曲面与“扫描混合”曲面合并，以在集管中创建一个开口。

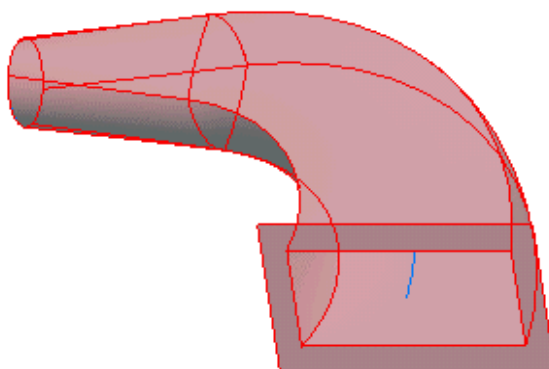


图 22：合并后的面组

**Step 6. 对边进行光滑处理。**

10. 选取边，如下图所示。

- 选取一条边，将光标移动到该边上方，按住 SHIFT 键，单击右键查找切线链并将其选定。
- 要选取第二条边，请按住 CTRL 键，然后选取第二条边。
- 使用同样的方式，选取所有的边。

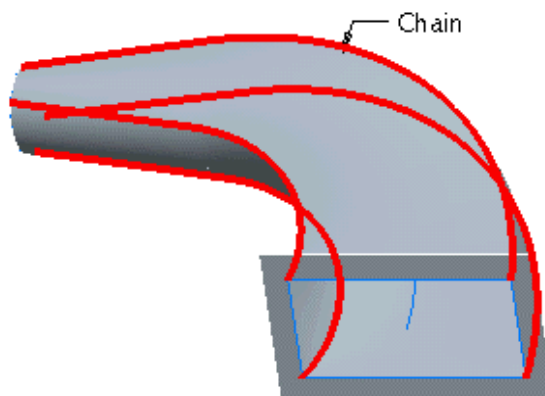


图 24：选取边

11. 沿着“扫描混合”的四条边添加 [0.5] 倒圆角，如下图所示。

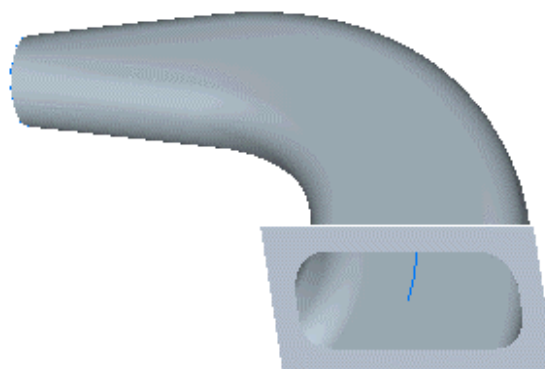


图 26：最终的集管面组

#### Step 7. 定义要控制截面面积的位置。

12. 在“扫描混合”特征前创建两个基准点。

- 在模型树中，将“在此插入”(Insert Here) 标签拖动到“扫描混合”特征之前。
- 启动“基准点”(Datum Point) 工具。
- 将光标移动到曲线的上方，按住 SHIFT 键，单击右键以查找相切曲线链。
- 单击曲线以添加一个点。
- 将偏移比率值改为 [0.35]。
- 使用同样的方式，以 [0.75] 的比率添加另一点。

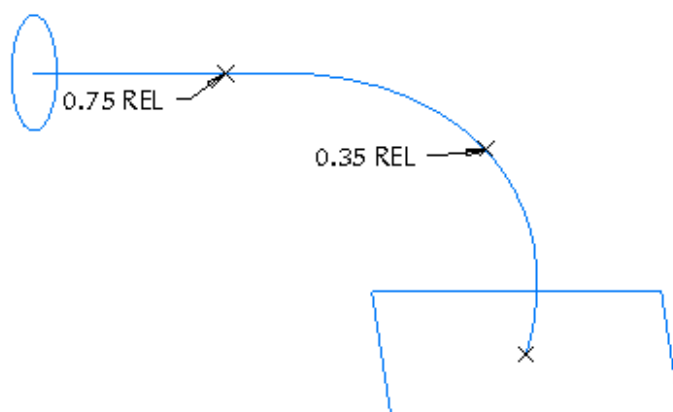


图 28：定位截面控制的点

**13** 恢复所有特征。

**Step 8. 使用“面积控制曲线”控制截面的形状**

**14** 编辑“扫描混合”的定义。在影响“混合控制”(Blend Control) 选项中选择“面积控制曲线”(Area Graph)。应显示以下图形。

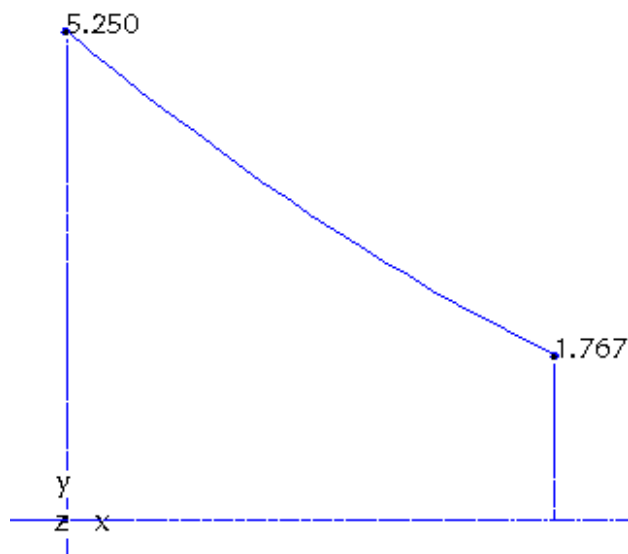


图 30：用于控制面积的图形

**15** 将创建的第一个基准点添加到图形中。系统提示时，将缺省值改为 [3.0]。

**16** 对第二个基准点重复此过程，出现提示时将其值改为 [2.25]。此时的“图形”将如下图所示。

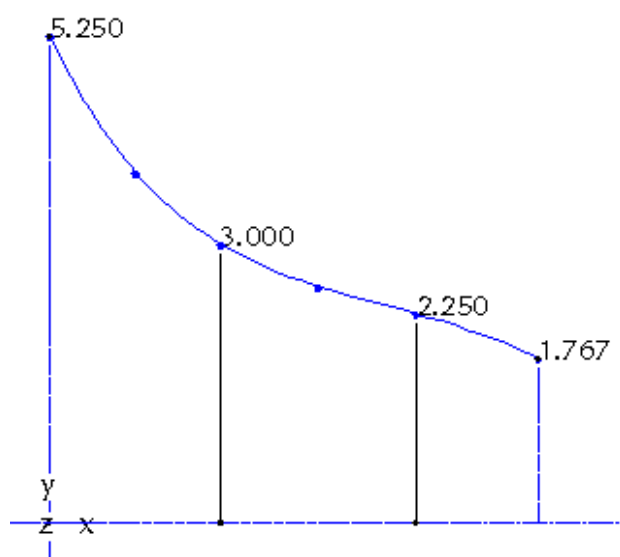


图 32：修改后的图形

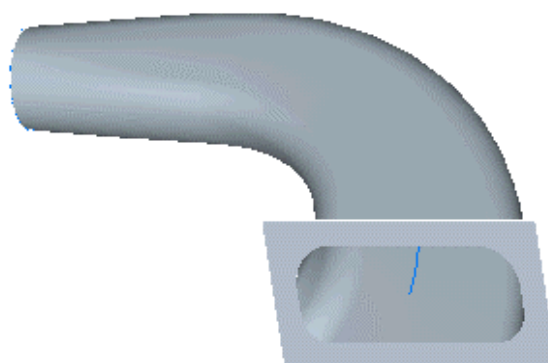


图 34：修改后的扫描混合

17. 完成“扫描混合”特征。请注意对模型所做的更改。请注意，这些更改非常细微，可能不太容易看出。

**Step 9.** 再次修改“面积控制曲线”尺寸，使“混合控制”的效果更加明显。

18. 重新编辑“扫描混合”的定义。

19. 将值 [3.00] 改为 [5.00]，并将值 [2.25] 改为 [3.00]。

**注释：**

修改值时，请保持基准点的显示。

20. 可看出下图所示的变化。

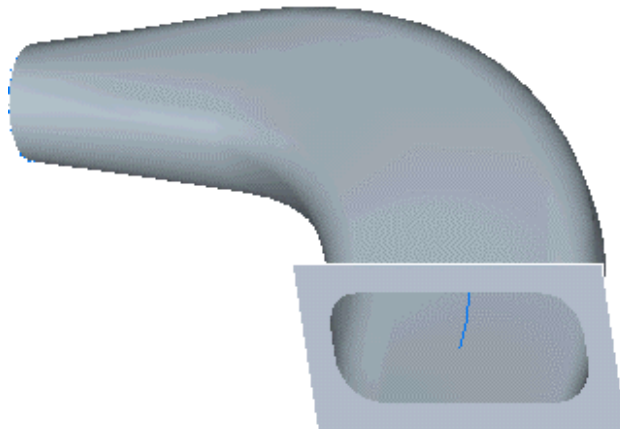


图 36：修改后的扫描混合

**21.** 保存并拭除模型。

此练习结束。

## 练习 2：设计泵的叶轮主体

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 定义“扫描混合”曲面与相邻曲面的相切。
- 在多个特征中创建一个“扫描混合”，以回避“扫描”不能自我相交的限制。

### 假定背景

您的公司希望为涡轮压缩机创建一个螺旋管。空气动力学家已提供了螺旋管的出口，以及模型周边的五个位置处所需的截面。您要完成螺旋管的 3-D 模型，以便完成气流的路径。

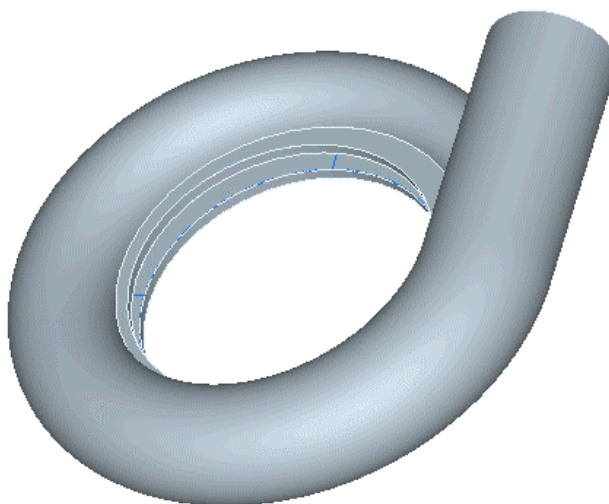


图 38：完成后的叶轮主体

---

#### Step 1. 打开模型。

**22.** 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_07**。

**23.** 打开 **IMPELLER\_BODY.PRT**。

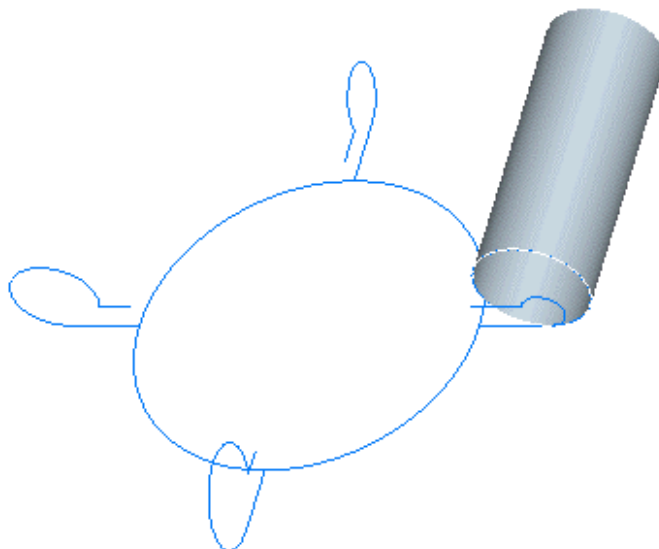


图 40：叶轮主体零件

## Step 2. 创建一半叶轮主体。

### 24 创建一个“扫描混合”曲面。

- 启动“扫描混合”(Swept Blend) 工具。
- 将“混合”(Blend) 选项改为“选取截面”(Select Sec)。
- 选取轨迹，如下图所示。

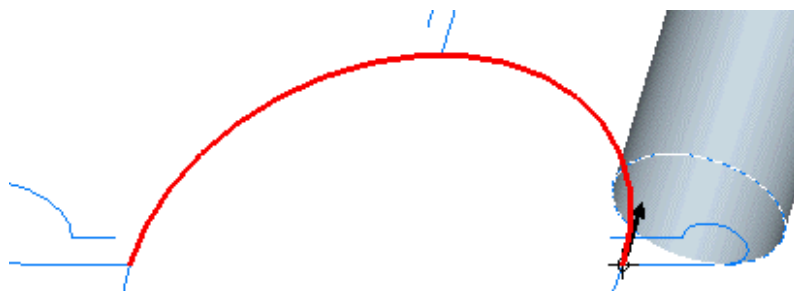


图 42：用于扫描混合的轨迹

### 25. 使用提供的三条曲线链创建截面。

- 要选取第一个截面，请选取一条曲线段，按住 SHIFT 键并选取下一条曲线段。
- 设置“起始点”，如下图所示。
- 使用相同的方式，选取曲线链以定义其它两个位置处的截面。
- 完成“扫描混合”特征。

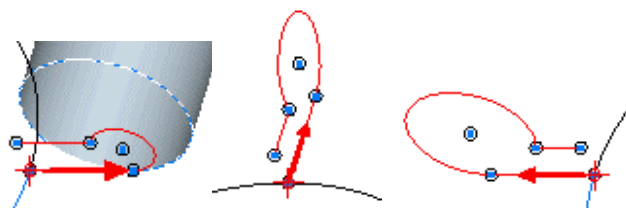


图 44：选取截面

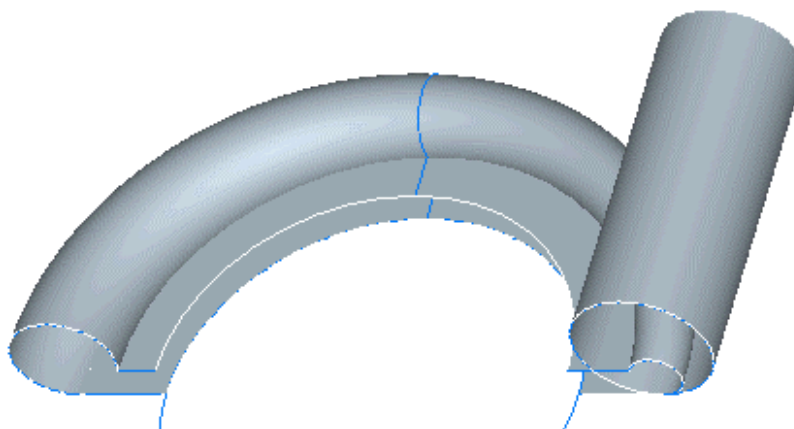


图 46：生成的扫描混合

### Step 3. 创建另一半叶轮主体。

26. 选取下图所示的轨迹以启动“扫描混合”特征。

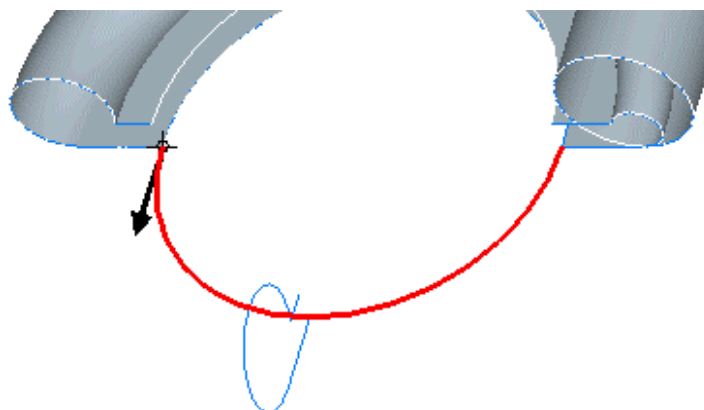


图 48：选取轨迹

27. 使用提供的三条曲线链创建截面。

- 要选取第一个截面，请选取一条曲线段，按住 SHIFT 键并选取下一条曲线段。
- 设置“起始点”，如下图所示。
- 使用相同的方式，选取曲线链以定义其它两个位置处的截面。

- 完成“扫描混合”特征。

**注释：**

创建“扫描混合”曲面时请选取曲线而非先前创建的曲面边。

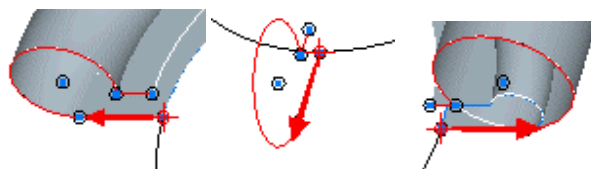


图 50：选取截面

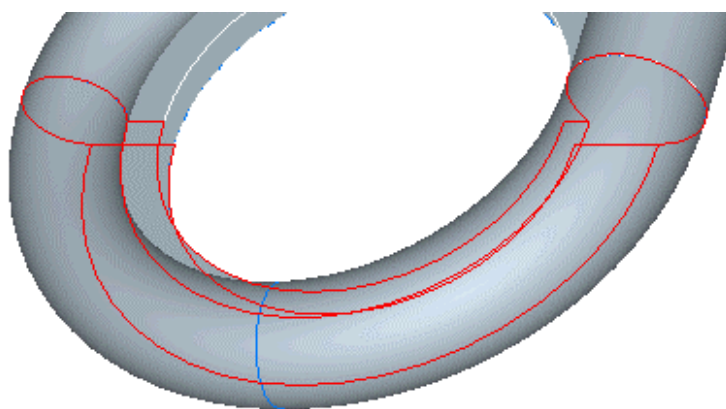


图 52：生成的扫描混合

**Step 4. 将曲面合并成一个面组。**

**28** 合并两个相邻面组，如下图所示。

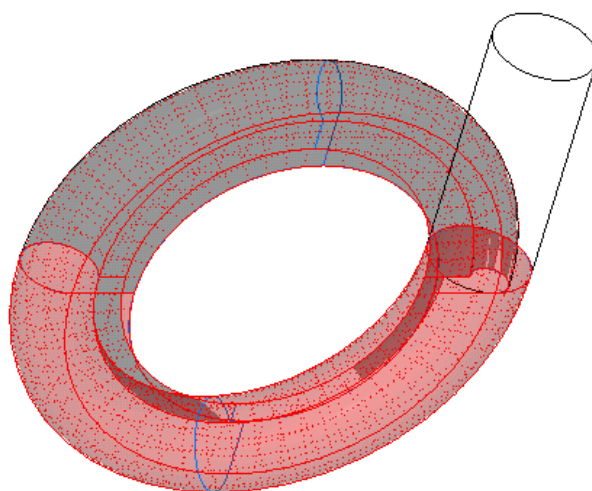


图 54：合并面组

**29.** 将生成的面组与现有相交面组进行合并，如下图所示。

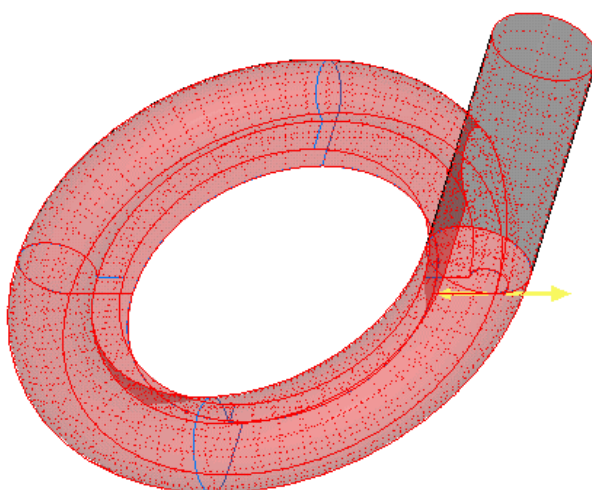


图 56：合并面组

**Step 5.** 在创建的曲面之间应用相切。

**30.** 测量边上的二面角，如下图所示。 请注意对话框中的最小值和最大值。

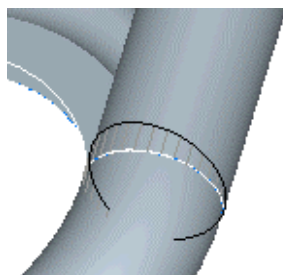


图 58：检查二面角

**注释：**

您将在另一模块中学习有关“二面角”的详细内容。

31. 重定义模型中最后的“扫描混合”曲面特征。定义区段处与对应相邻曲面之间的相切，如下图所示。

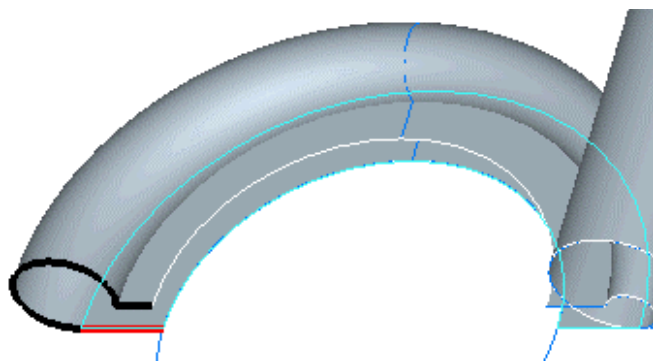


图 60：定义相切

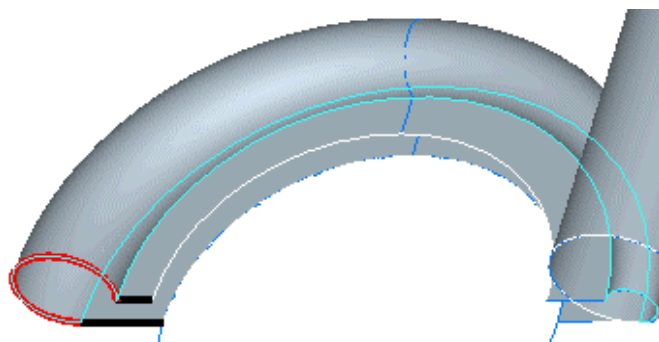


图 62：定义相切

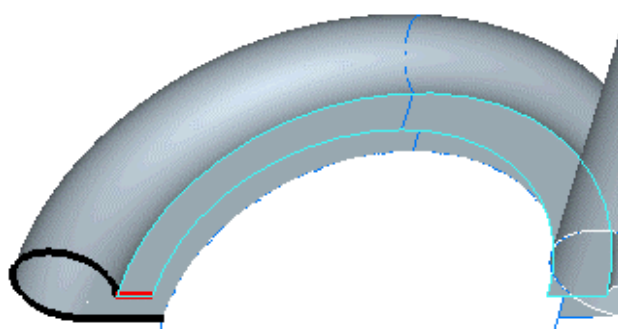


图 64：定义相切

32. 使用相同的方式，在曲面的另一端添加相切。
33. 再次测量相邻边的二面角角度。请注意，对“扫描混合”曲面应用相切条件后，最大值已大幅减小。

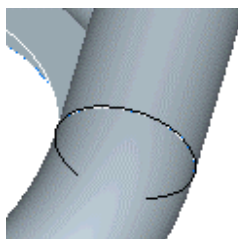


图 66：检查二面角

34. 保存并拭除模型。

此练习结束

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 描述“扫描”、“混合”与“扫描混合”工具之间的不同。
- 使用“扫描混合”工具创建曲面特征。
- 控制截面面积。
- 描述创建“扫描混合”的规则。

## 使用截面和轨迹构建模型 II

### 简介

“可变截面扫描”是另外一种功能强大的工具，利用它可使用截面和轨迹创建曲面特征。它允许使用单一截面和多条轨迹创建曲面。

可对使用“可变截面扫描”、“图形”和“轨迹参数”特征创建的曲面特征形状进行控制。

### 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 描述“可变截面扫描”与“扫描”之间用法的不同。
- 使用“可变截面扫描”工具创建曲面特征。
- 使用轨迹作为主要参照，定向草绘的模型。
- 使用 Evalgraph 和 Trajpar 选项修改截面。
- 描述使用“可变截面扫描”的规则。

## 模块 8 课堂练习

### 练习 1：创建凸轮轴

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 使用“可变截面扫描”工具创建曲面特征。
- 以数学方式控制“可变截面扫描”特征的形状。
- 同时使用 Trajpar 和 Evalgraph 特征。

#### 假定背景

您是设计小组的一员，正在设计一款赛车。资深发动机设计师已确定了进气和排气阀门的机构和提升轮廓。他为您提供了所需的轮廓图形（旋转度数对百分之一毫米的偏距），您要开发出凸轮轴。机构设计已经完成，凸轮轴上直径为 [1.00] 的基础圆代表凸轮上的零上升轮廓。您已选择“可变截面扫描”特征作为设计此零件的工具，因为它允许使用数学的方式控制形状。

#### Step 1. 检索并打开模型

1. 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_08\cam**。
2. 打开 CAM.PRT。

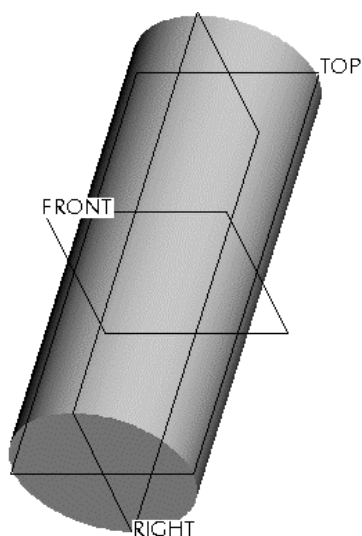


图 2：轴

## Step 2. 查看基准图形特征。

1. 查看定义“进气凸轮”轮廓的“图形”特征。编辑 INTAKE\_PROFILE 基准图形的定义，并检查用于生成图形的截面。请注意，图形使用一组导入的点定义轮廓。

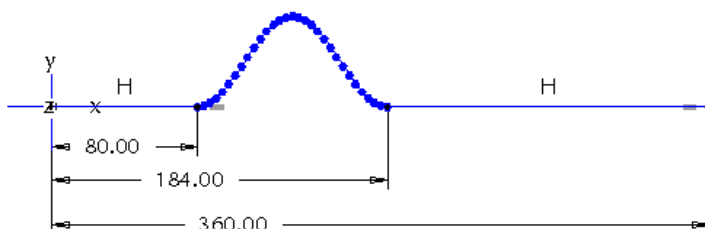


图 4：查看图形

2. 查看导入的点。使用“记事本”(Notepad) 打开 INTAKE\_PROFILE.PTS。

INTAKE_PROFILE.PTS - Notepad			
File	Edit	Search	Help
80	0	0	
83.46666667	0.546309982	0	
86.93333333	2.161363559	0	
90.4	4.774575141	0	
93.86666667	8.271734841	0	
97.33333333	12.5	0	
100.8	17.27457514	0	
104.2666667	22.38678842	0	
107.7333333	27.61321158	0	
111.2	32.72542486	0	
114.6666667	37.5	0	

图 6：查看点

3. 关闭“记事本”(Notepad) 和“图形”特征。
4. 查看定义“排气凸轮”轮廓的“图形”特征。编辑 EXHAUST\_PROFILE 基准图形的定义，并检查用于生成图形的截面。

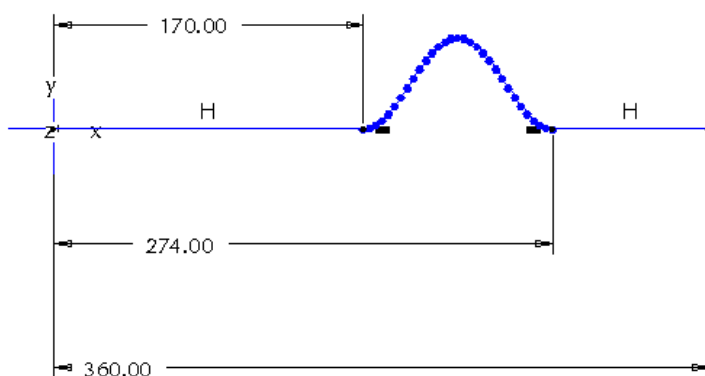


图 8：查看图形

5. 关闭“图形”特征。

**Step 3. 创建第一个（进气）凸轮曲面。**

6. 创建一个“可变截面扫描”特征。

- 使用下图所示的边作为原始轨迹。

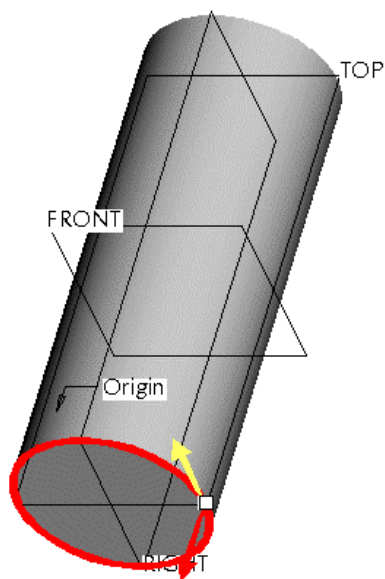


图 10：选取此边

- 接受缺省方向。
- 草绘下图所示的 3 边几何。

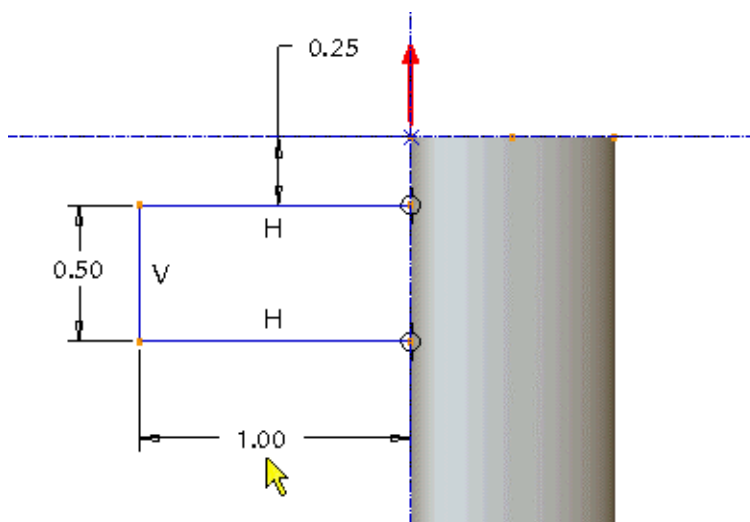


图 12：凸轮截面

- 写入以下关系（以上图中箭头所示的尺寸 id 替代 **xx**）。

**$\text{sdxx} = 125 + \text{evalgraph}(\text{"INTAKE\_PROFILE"}, \text{trajpar} * 360) / 100$**

#### 注释：

在关系中包含 [0.125]，可定义“凸轮”基础圆柱离圆柱轴曲面的偏距。“凸轮”的基础圆柱定义“零上升”（从动机构静止位置）位置。

包括标准参数 Evalgraph 时，可从图形 INTAKE\_PROFILE 中轨迹上的各点处获取凸轮的高度值。

围绕圆柱轴（360 度）定义凸轮轮廓时，在语句中将轨迹长度参数 (Trajpar) 定义为 [0-1] 的比率值，然后再乘以 [360]？

将所得的尺寸除以 [100]，因为提供的点组数据先前已经放大了 [100] 倍。

- 成功的关系将改变截面，如下图所示。

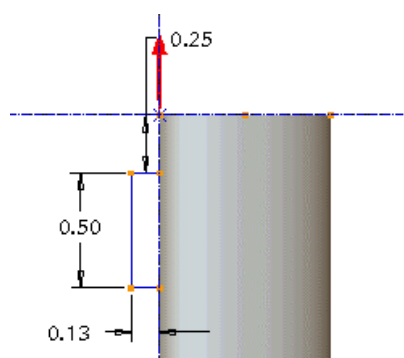


图 14：关系驱动截面

7. 完成特征的创建。模型应如下图所示。

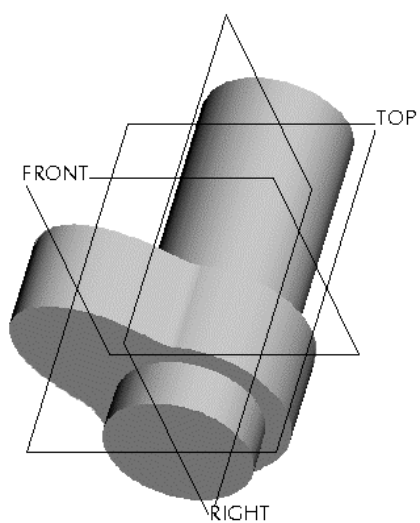


图 16：进气凸轮

**Step 4.** 创建“排气凸轮”曲面。

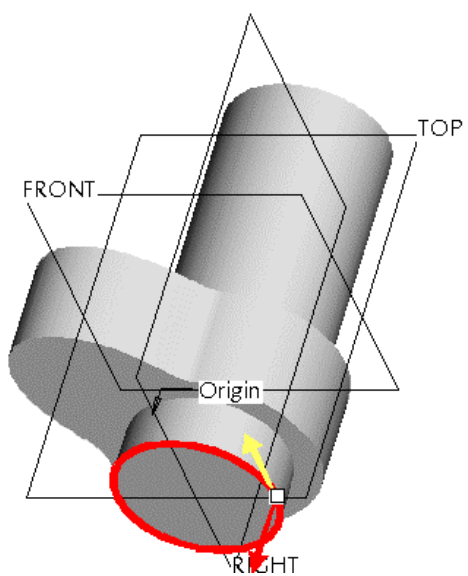


图 18：选取原始轨迹

**8** 创建下图所示的草绘。

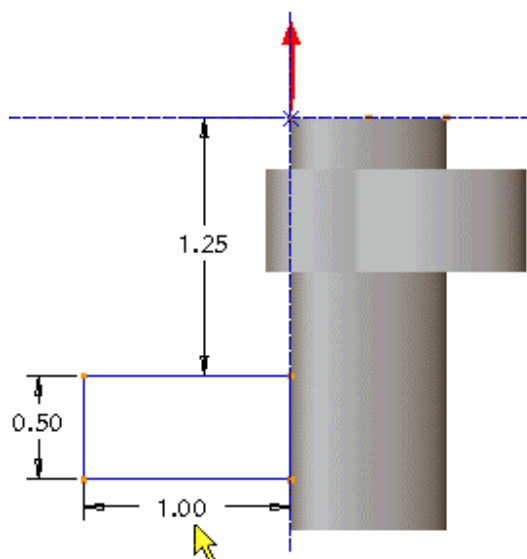


图 20：定义凸轮截面

- 写入以下关系（以上图中箭头所示的尺寸 id 替代 **sdxx**）。

**`sdxx=.125+evalgraph("EXHAUST_PROFILE",trajpar*360)/100。`**

9. 成功的关系将改变截面，如下图所示。

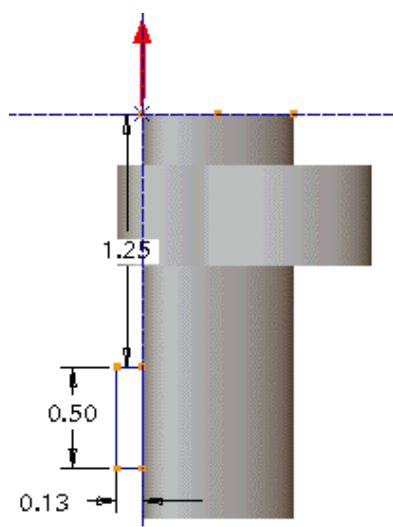


图 22：关系驱动截面

10. 完成特征的创建。模型应如下图所示。

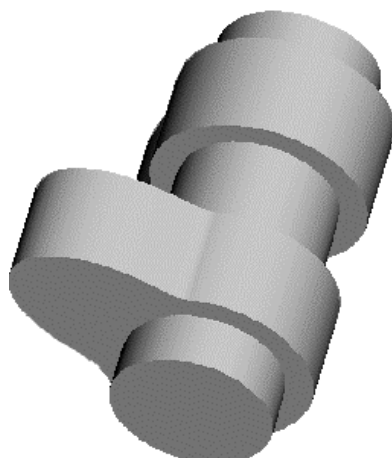


图 24：完成后的凸轮模型。

**Step 5. 更改进气凸轮圆形突出的轮廓。**

**11.** 编辑 INTAKE\_PROFILE 基准图形的定义。保留进入草绘器模式时的名称。

**12.** 编辑样条定义。

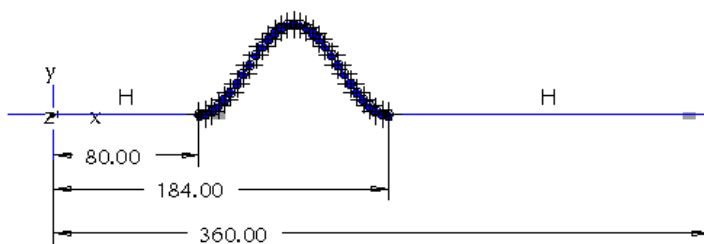


图 26：修改样条定义

**13.** “打开”(Open) INTAKE\_PROFILE\_2.PTS 点文件。新点可为进气凸轮提供一个吸力更强的凸轮轮廓。确认操作后，图形应如下图所示。

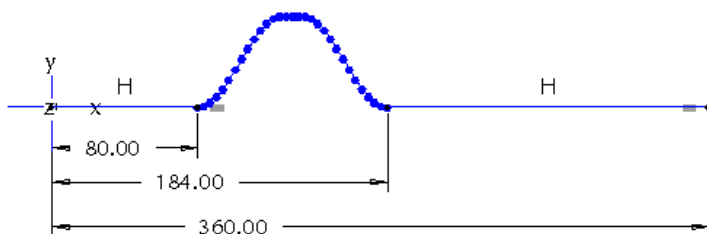


图 28：使用新点修改后的样条

**14.** 完成“图形”特征的修改，并退出草绘器模式。此时模型应如下图所示。

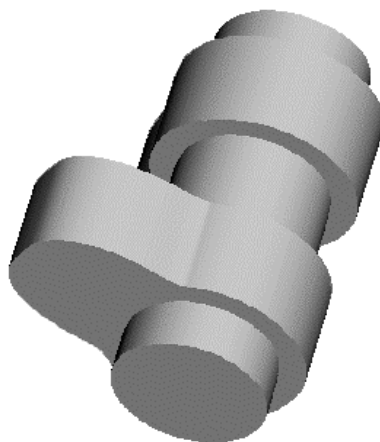


图 30：修改后的凸轮模型

**15.** 保存并拭除模型。

此练习结束

## 练习 2：创建压缩机叶片

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 创建一个“可变截面扫描”特征，它将使用一条 X 轨迹为自己定向。
- 创建一个依循多条轨迹的截面。

### 假定背景

您正在设计一款喷气发动机压缩机。空气动力学家已经提供了设计叶片所需的轨迹和截面。为了使用提供的输入信息，并保持对结果曲面的数学控制，您已经选择使用“可变截面扫描”工具。

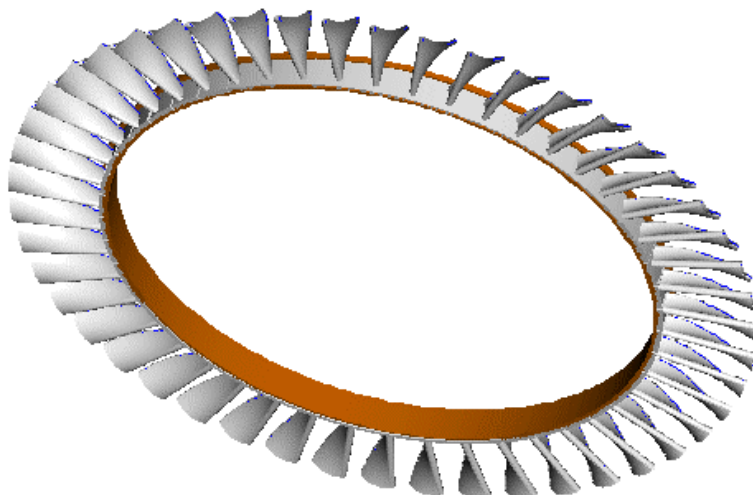


图 32：叶片组件

#### Step 1. 检索模型。

**16** 将工作目录设置为 `C:\users\student\surfacing_330\module_08\blade`。

**17.** 打开 `AXIAL_COMPRESSOR_BLADE.PRT`。

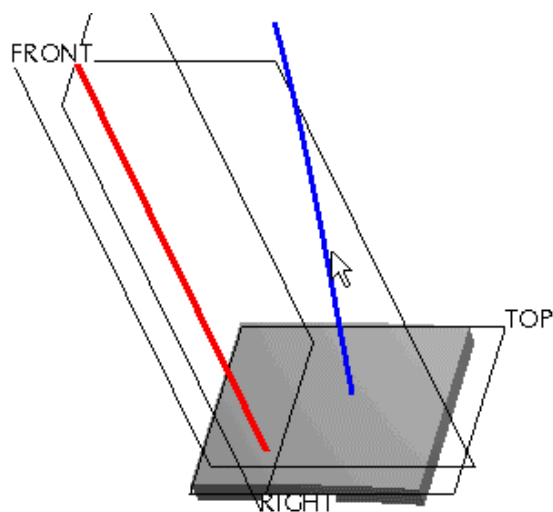


图 34：轴向压缩机叶片模型

**18.** 查看复杂曲线的创建方式。编辑上图箭头所示基准曲线的定义。请注意，它使用方程创建而成。

**Step 2.** 使用“可变截面扫描”开始创建叶片。

**19.** 创建一个“可变截面扫描”特征。使用轨迹，如下图所示。

- 定义“原始”轨迹。
- 按住 CTRL 键，然后选取第二条曲线以定义 X 轨迹。

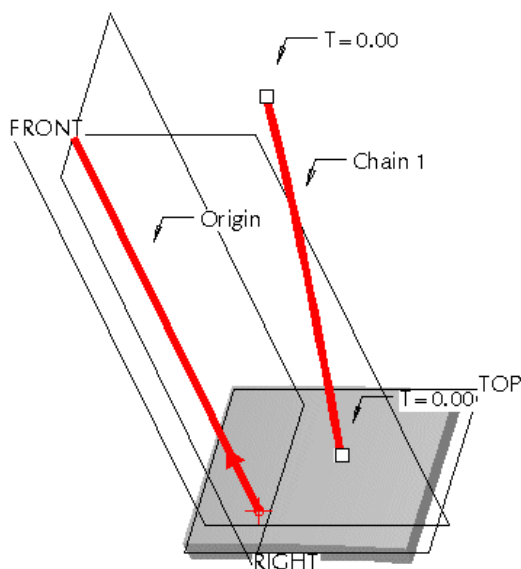


图 36：可变截面扫描的轨迹

**20.** 定向草绘平面，如下图所示。

- 将“剖面控制”(Section plane control) 改为“垂直于轨迹”(Normal to trajectory)。
- 将“水平/垂直控制”(Horizontal / Vertical control) 改为“X 轨迹”(X-trajectory)。
- 进入草绘器模式以定义截面。如果正确指定了这些轨迹，则模型将以草绘模式显示，其方向与下图相似。

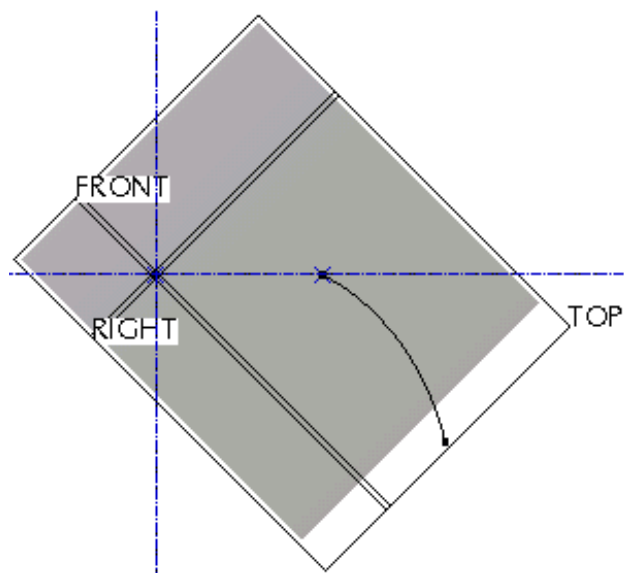


图 38：截平面

### Step 3. 创建叶片截面。

21. 草绘四条相切弧并为其标注尺寸，如下图所示。或者，也可从工作目录中检索并放置 BLADE\_XSEC.SEC 截面。如果检索截面，则请务必将两个小圆弧的中心与轨迹相交参照对齐。

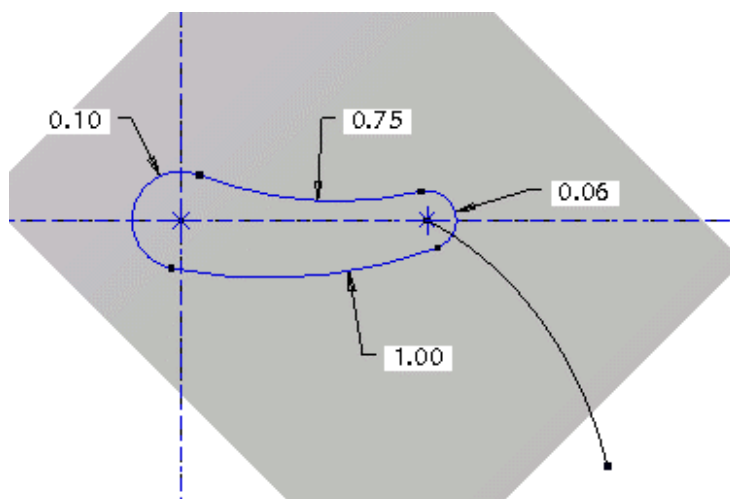


图 40：可变截面扫描的截面

**22.** 完成草绘和特征。 模型应如下图所示。

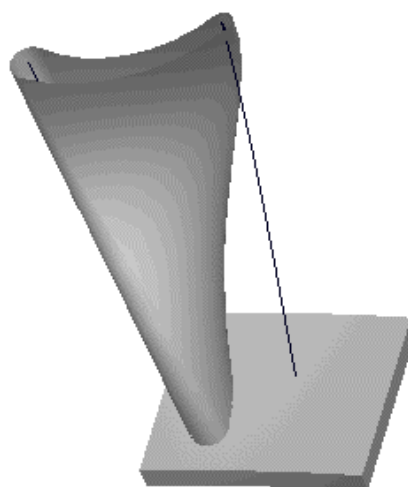


图 42：生成的曲面

#### Step 4. 使用不同轨迹改变叶片形状。

**23.** 恢复所有隐含的特征。 新曲线应如下图所示。 如有必要，请旋转模型以适当查看曲线。

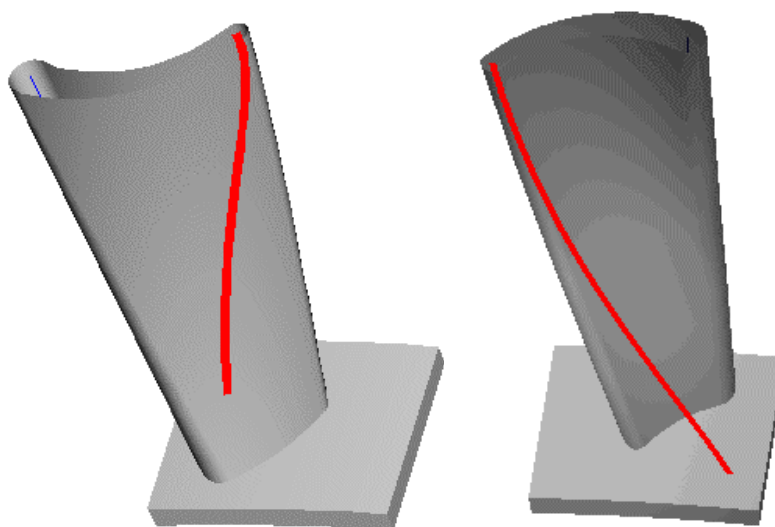


图 44：恢复后的曲线

**24.** 编辑“可变截面扫描”的参照。 指定相同的原始轨迹，但将上图所示的新曲线指定为新的第二轨迹参照。

- 在“轨迹”(Trajectories) 菜单框中选取“链 1”(Chain 1)。
- 选取新曲线。
- 请注意创建的曲面中的变化。 新模型应如下图所示。

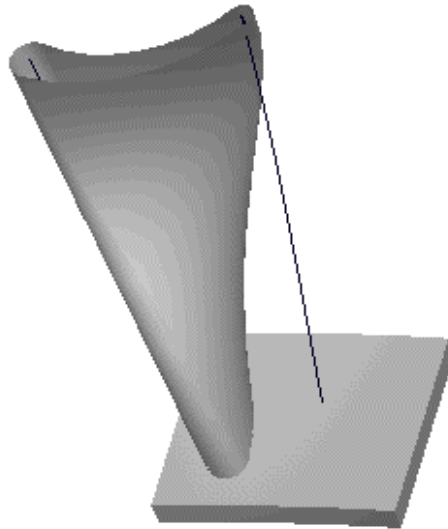


图 46：生成的曲面

**25.** 为清晰起见，请隐藏模型中不使用的基准曲线。

**26.** 保存并拭除模型。

此练习结束。

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 描述“可变截面扫描”与“扫描”之间用法的不同。
- 使用“可变截面扫描”工具创建曲面特征。
- 使用轨迹作为主要参照，定向草绘的模型。
- 使用 Evalgraph 和 Trajpar 选项修改截面。
- 描述使用“可变截面扫描”的规则。

## 项目练习第 2 天

### 简介

在本模块中，您将继续设计车门元件。

### 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 将今日所学的技巧应用到实际设计项目中。

## 模块 9 课堂练习

### 项目 A 练习：创建车门内面板基础曲面

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 创建模型的基础曲面。

#### 假定背景

您将继续车门内面板的设计任务。您已经从骨架模型复制了构建零件所需的参照。并将为零件设计基础曲面。

#### Step 1. 创建车窗曲面。

##### 注释：

建议您使用在“项目练习第 1 天”创建并保存在 C:\users\student\surfacing\_300\module\_5 中的零件，继续进行建模。

但是，也可使用 C:\users\student\surfacing\_330\module\_9 中提供的模型开始本练习，该模型将在本阶段完成。

1. 打开 DOOR\_INNER\_PANEL\_RIGHT.PRT。
2. 草绘车窗开口曲线的偏移曲线。输入 [20.0] 作为偏距，如下图所示。

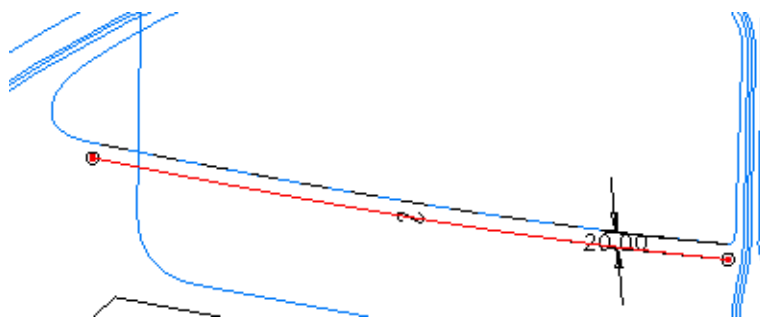


图 2：偏移车窗曲线

3. 创建一条曲线，它将连接偏移车门面板曲线以及刚刚创建的偏移车窗曲线，如下图所示。

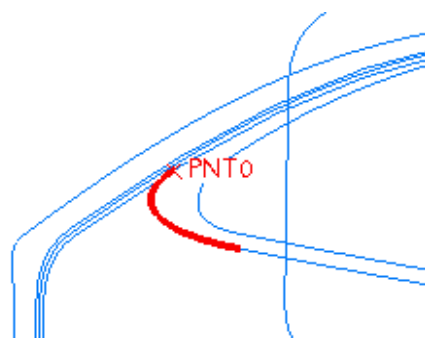


图 4：创建的曲线

4. 使用同样的方式，在草绘曲线的另一端创建曲线。

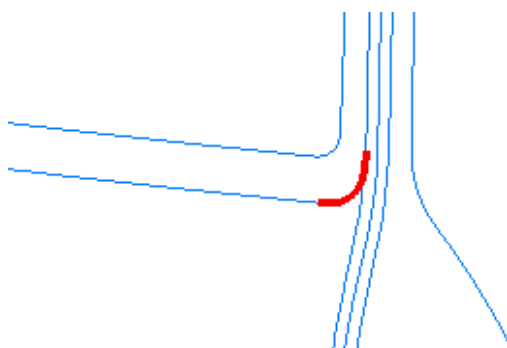


图 6：创建的曲线

5. 使用点作为裁剪对象，将偏移车门面板曲线分段，如下图所示。这样将为车窗曲面创建一组闭环曲线。

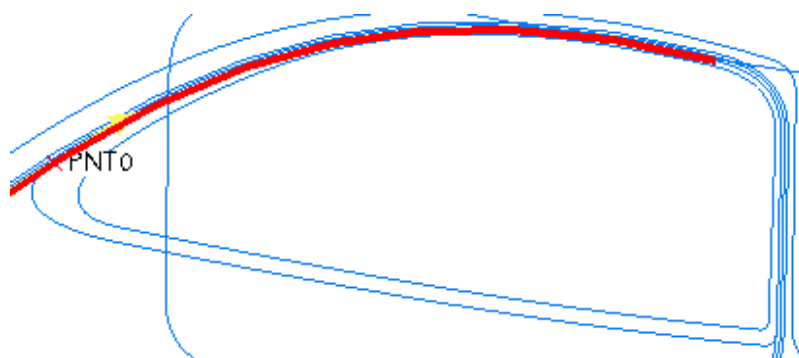


图 8：分段后的曲线

6. 垂直于基准 RIGHT，在闭合线面组上投影闭环曲线，如下图所示。

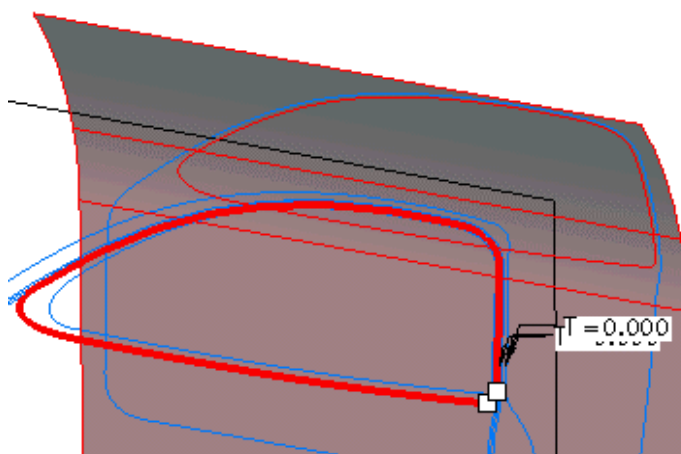


图 10：投影的曲线

7. 创建一个曲面，连接刚刚创建的投影曲线，以及投影到曲面（定义与玻璃之间的距离）上的曲线，如下图所示。

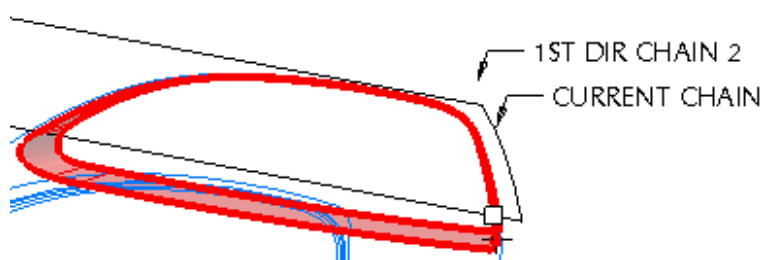


图 12：混合后的曲面

## Step 2. 创建车门内面板的内曲面。

8. 拉伸一个曲面，如下图所示。此曲面是一个车门内面板曲面。
  - 创建一个平行基准 FRONT 的偏移基准平面。将偏距值改为 **[1000]**。
  - 草绘通过创建的平面上导入点的曲线，如下图所示。

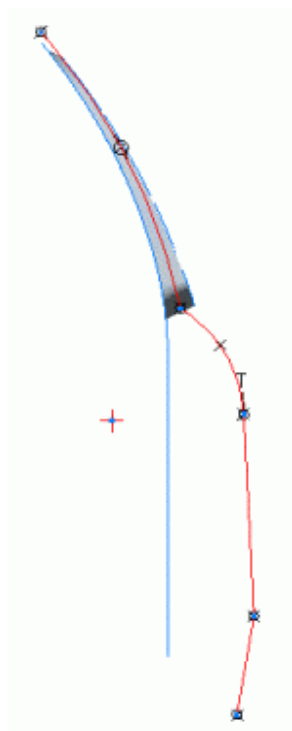


图 14：草绘的曲线

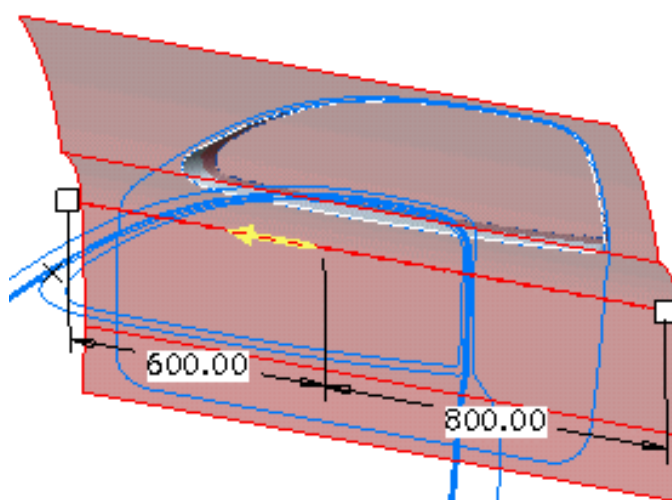


图 16：拉伸的曲面

# 9. 使用圆角 [400.0] 对锐边倒圆角。

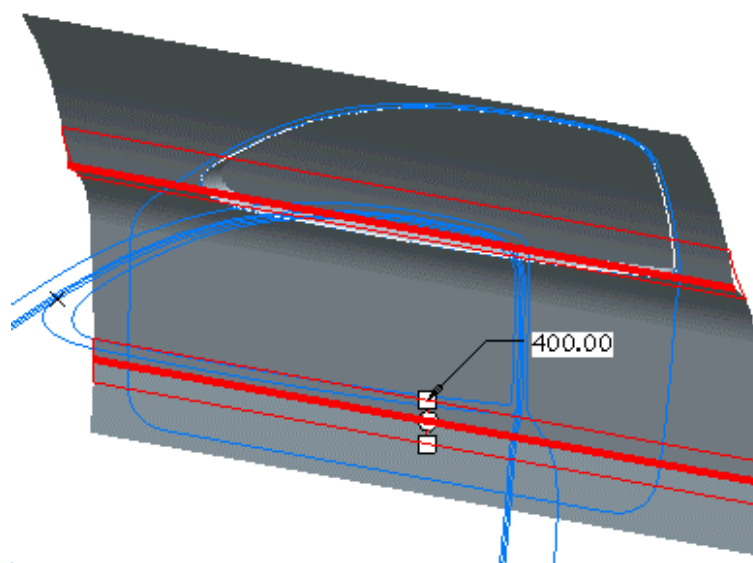


图 18：倒圆角后的边

10. 在刚刚创建的曲面上投影最外侧车门面板曲线，如下图所示。

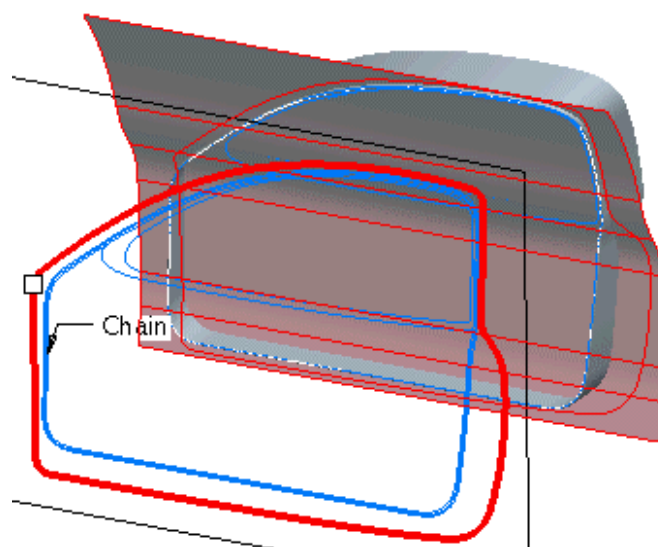


图 20：投影的曲线

11. 使用“可变截面扫描” (Variable Section Sweep) 工具，在投影的曲线上扫描一个曲面，如下图所示。截面平面与基准 RIGHT 垂直。

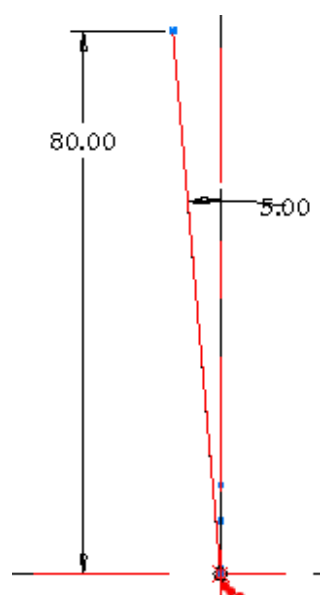


图 22：可变截面扫描的草绘截面

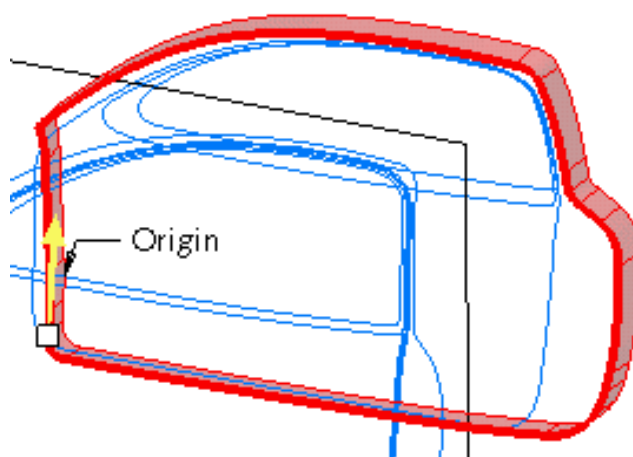


图 24：扫描的曲面

12. 使用同样的方式，在投影到闭合线面组的曲线上扫描另一个曲面，如下图所示。截面平面与基准 RIGHT 垂直。

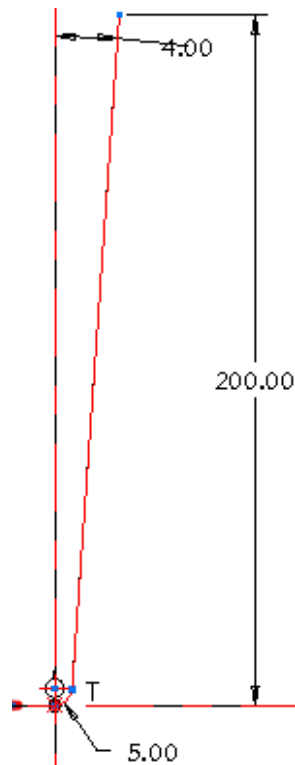


图 26：可变截面扫描的草绘截面

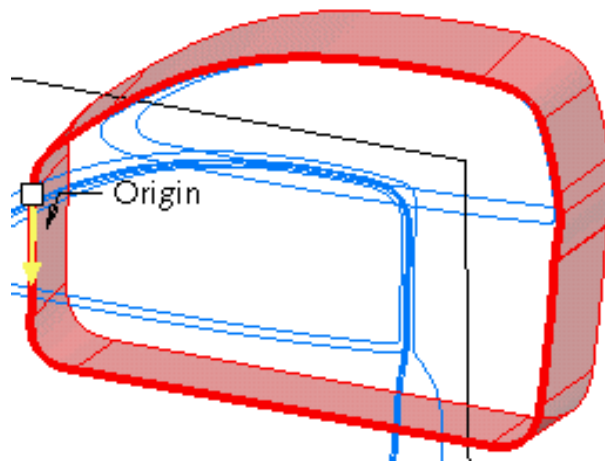


图 28：扫描的曲面

- 13 平行于基准 FRONT，在偏移基准平面上拉伸一个曲面，如下图所示。确保曲面两侧都超出外车门边。

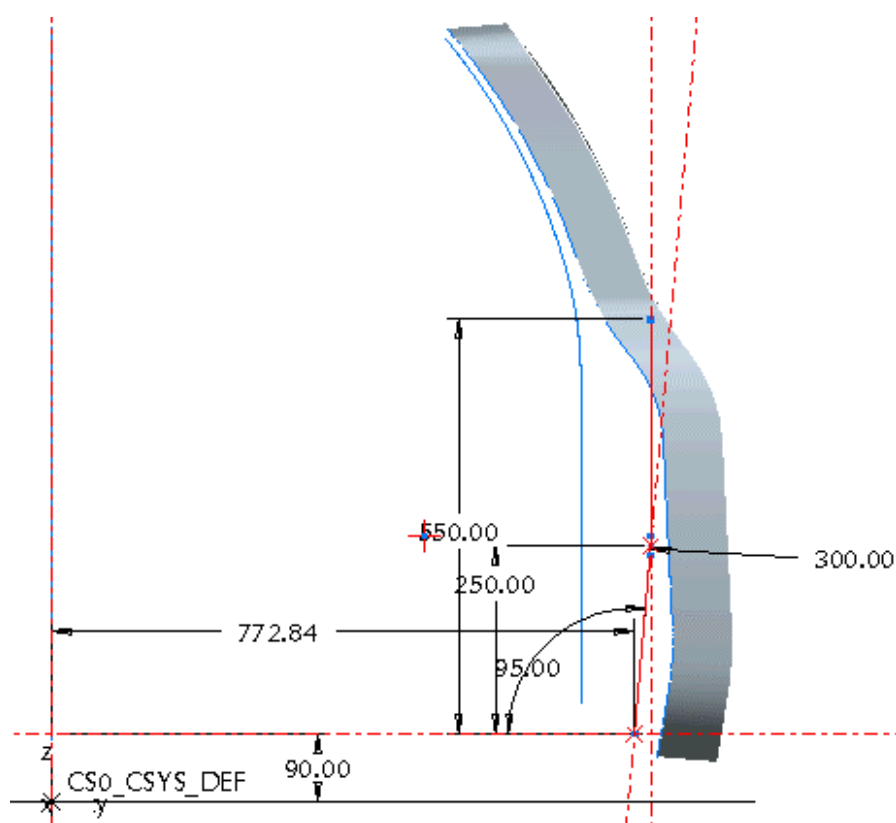


图 30：曲面的草绘轮廓

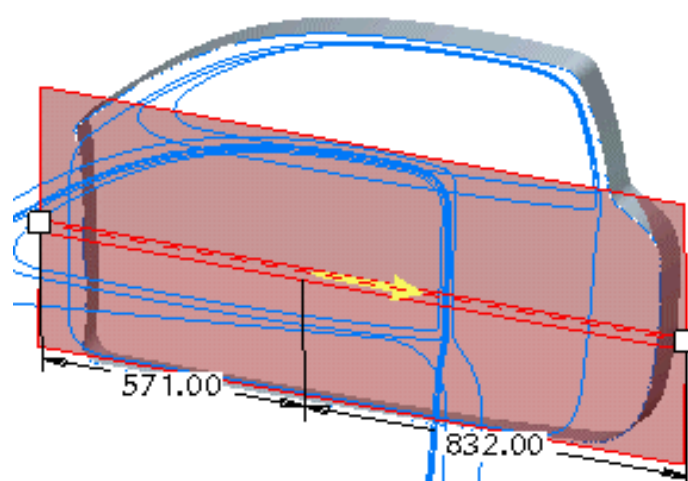


图 32：拉伸的曲面

14. 在基准 RIGHT 上的草绘曲线，如下图所示。使用文件 SECTION.SEC 导入草绘。

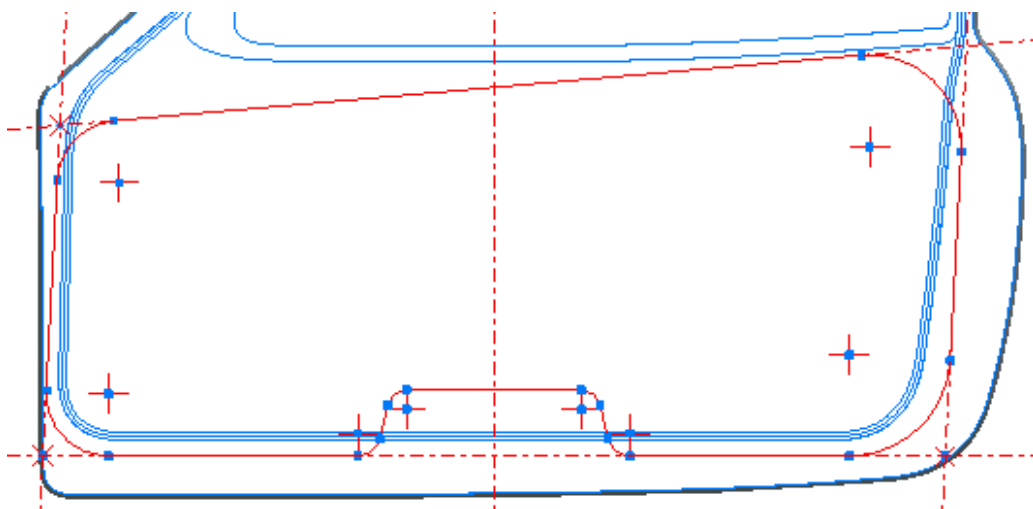


图 34：草绘的曲线

15. 在刚刚创建的拉伸曲面上投影这些曲线。

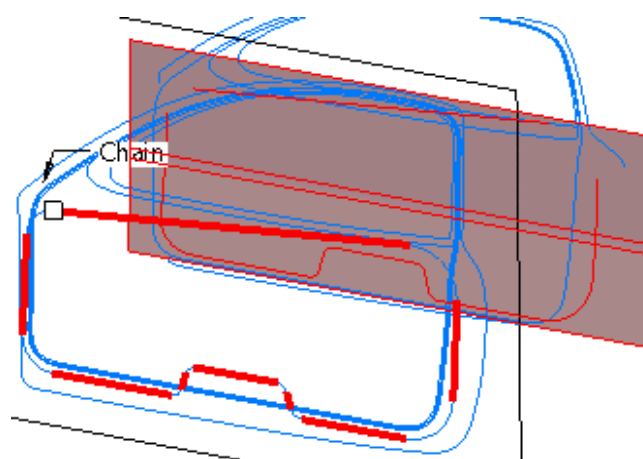


图 36：投影的曲线

16. 在此投影的曲线上，使用“可变截面扫描”扫描一个曲面，如下图所示。

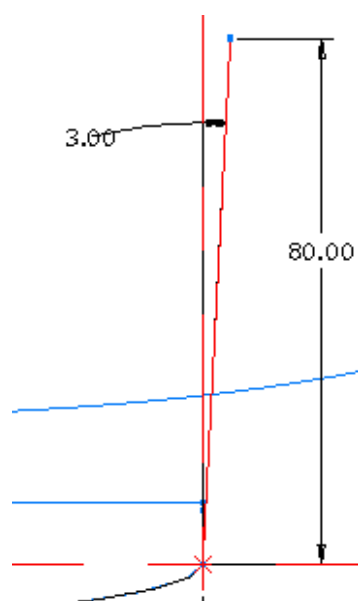


图 38：可变截面扫描的草绘截面

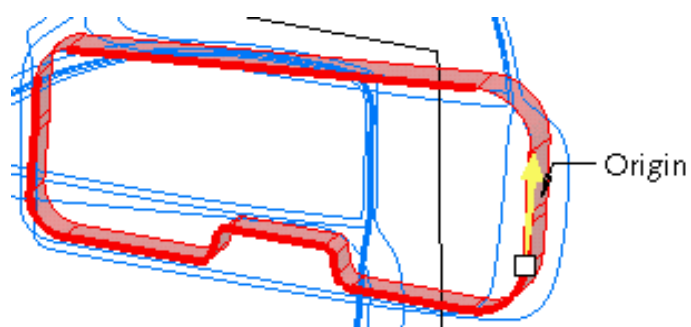


图 40：扫描的曲面

**17.** 这样，即已完成定义零件几何所需基础曲面的创建。保存并拭除模型。  
此练习结束。

## 项目 B 练习：创建车门装饰面板基础曲面

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 创建模型的基础曲面。

### 假定背景

您将继续车门装饰面板零件的设计任务。您已经从骨架模型复制了构建零件所需的参照。并将为零件设计基础曲面。

#### Step 1. 创建装饰面板内曲面。

##### 注释：

建议您使用在“项目练习第 1 天”创建并保存在 C:\users\student\surfacing\_300\module\_5 中的零件，继续进行建模。  
但是，也可使用 C:\users\student\surfacing\_330\module\_9 中提供的模型开始本练习，该模型将在本阶段完成。

**18** 打开 DOOR\_TRIM\_PANEL\_RIGHT.PRT。

**19** 偏移闭合线面组，如下图所示。

##### 注释：

此处使用的“偏移曲面” (Offset Surface) 工具将在以后的模块中讨论。

- 选取闭合线面组。
- 启动“偏移” (Offset) 工具。
- 将偏移选项改为“具有斜度” (With Draft)。
- 将偏移深度改为 [100.0]。
- 将拔模角度修改为 [5.0]。
- 使用投影曲线链的边草绘偏移轮廓。
- 完成草绘。
- 完成“偏移” (Offset) 工具。

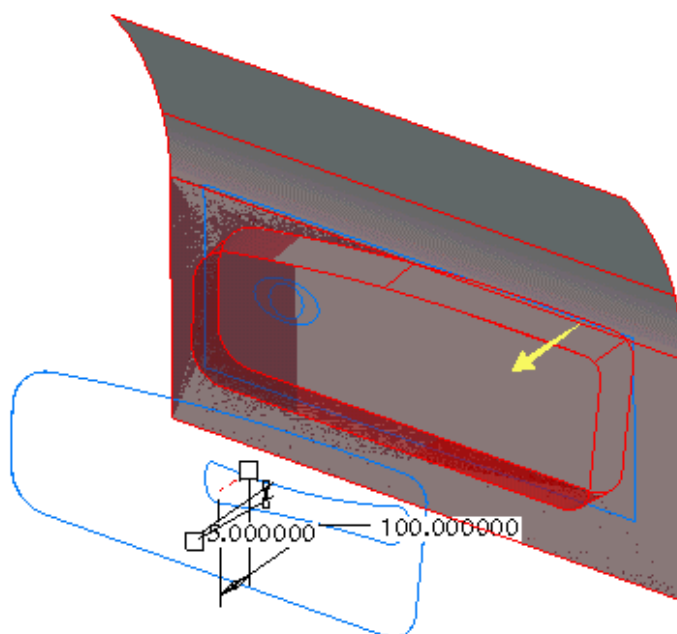


图 42：具有拔模的偏移曲面

**20.** 隐藏投影的曲线。

**21.** 使用偏移曲面的边界创建一条曲线链，如下图所示。

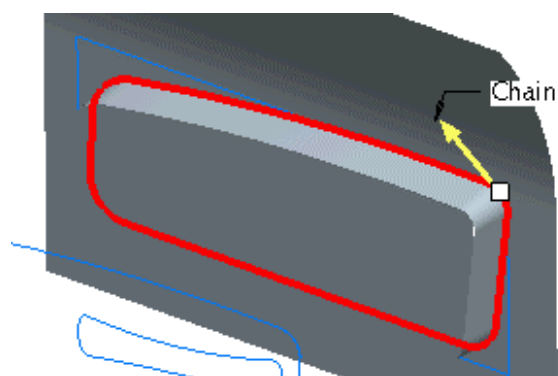


图 44：复制的边链

**22.** 使用复制的曲线链裁剪闭合线曲面。

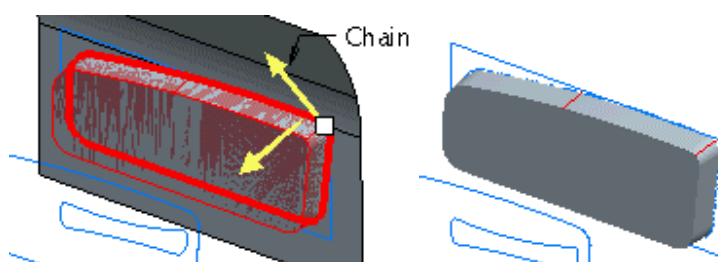


图 46：裁剪后的曲面

## Step 2. 创建造型曲面的曲线。

23. 使用造型曲面平面上草绘的曲线作为参照，创建一条造型曲线。将这些曲线作为平面曲线而创建。使用曲率图完善曲线的形状。

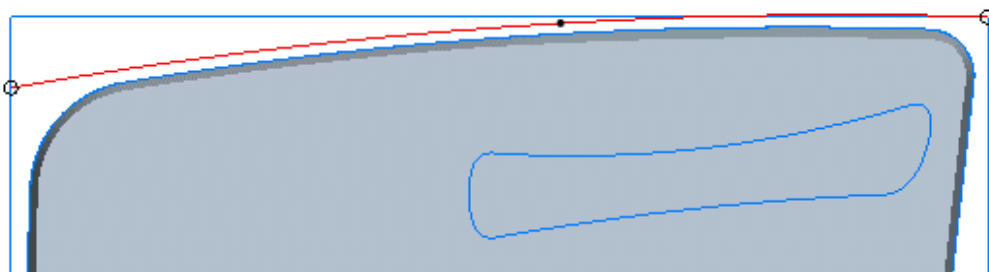


图 48：造型曲线

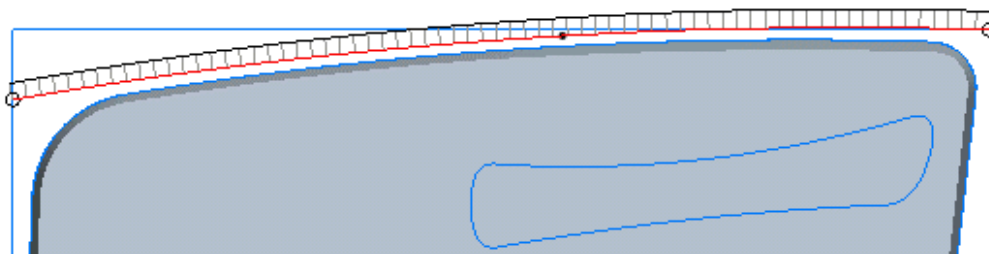


图 50：完善后的造型曲线

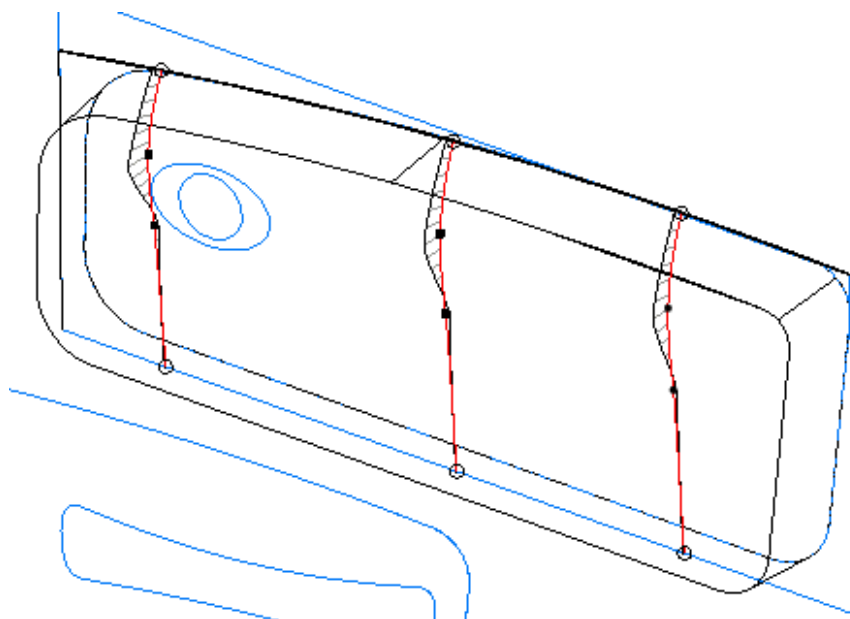


图 52 : 其它造型曲线

**24.** 保存并拭除模型。

此练习结束。

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 将今日所学的技巧应用到实际设计项目中。

# 使用边界建模

## 简介

边界曲面是用于捕捉设计意图的功能最强大与最灵活的曲面中的一种。您在创建连续曲面特征时会使用它们。如名称所指示的那样，这些曲面是使用由曲线或边所定义的边界边所创建的。您可以应用边的相切条件，使曲面形状与邻接几何对齐。使用 Pro/ENGINEER，通过修改定义曲线的形状或修改曲面本身，可修改创建的曲面结构。

Pro/ENGINEER 中有直接的曲面化工具（像“将剖面混合到曲面”），可减少创建这类特征所需要的多个步骤。使用这些工具可缩短设计开发时间。有效地搭配使用实体及曲面建模技术可更快地建模一个零件，并拥有更大的特征控制权。

## 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 描述边界曲面。
- 描述边界曲面的类型。
- 创建具有边界的曲面。
- 在曲面的边界边位置应用约束。
- 使用“混合”工具创建混合曲面。

## 模块 10：课程练习

### 练习 1：创建空气过滤器封盖的曲面模型

#### 目标

成功完成此模块的学习后，您将能够：

- 使用曲线网络来创建混合曲面。

#### 假定背景

您将继续电池型钻孔机盖的设计任务，工程小组已经为它创建了机械零件，如发动机、化油器和夹盘。您希望使用参照为零件创建一组整齐的曲面。

**Step 1. 定位并打开“空气过滤器封盖”。**

1. 将工作目录设置为 `C:\Users\student\surfacing_330\module_10\drill`。
2. 打开 `AIR_FILTER_COVER.PRT`。
3. 在模型中，查看将用于创建曲面的可用曲线组。

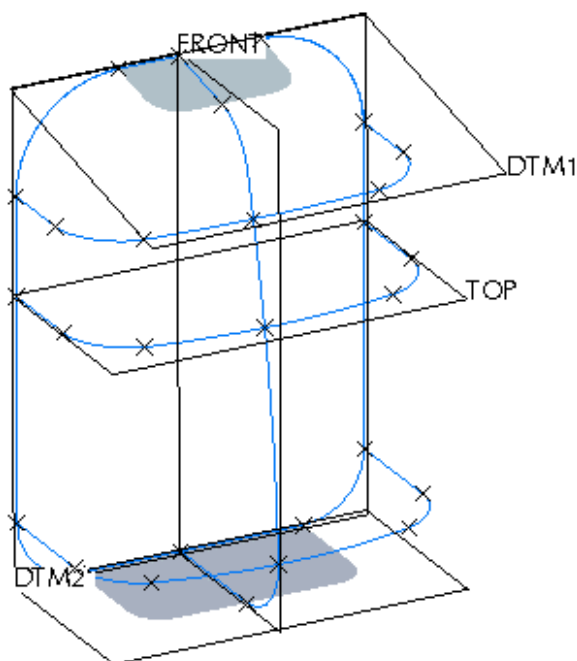


图 2：可用曲线网络和点

## Step 2. 创建一个“边界混合”曲面。

4 要创建混合曲面，请在第一方向上选取五条曲线链，如下图所示。

- 启动“边界混合”工具。
- 要选取第一条曲线链，请选取一个曲线段。按 SHIFT 键同时单击以选取另一段。切线链即被选中。

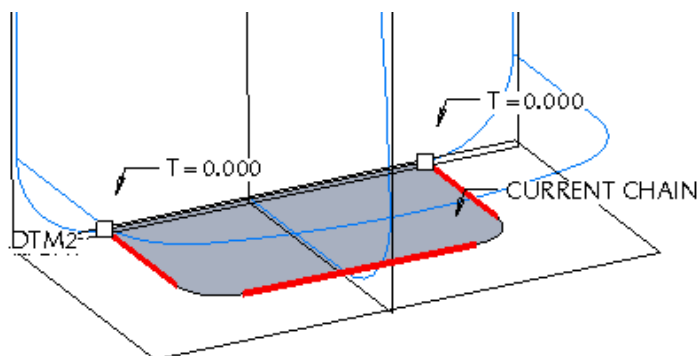


图 4：选取切线链作为第一条链

- 要选取第二条曲线，请按住 CTRL，并选取第二条曲线。按 SHIFT 并单击来选取另一段以将其添加到此链中。

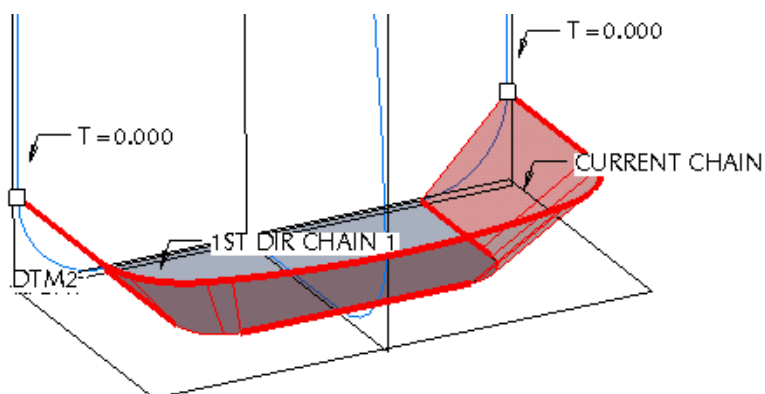


图 6：选取第二条曲线链

- 以类似方式选取第三、第四和第五条链。

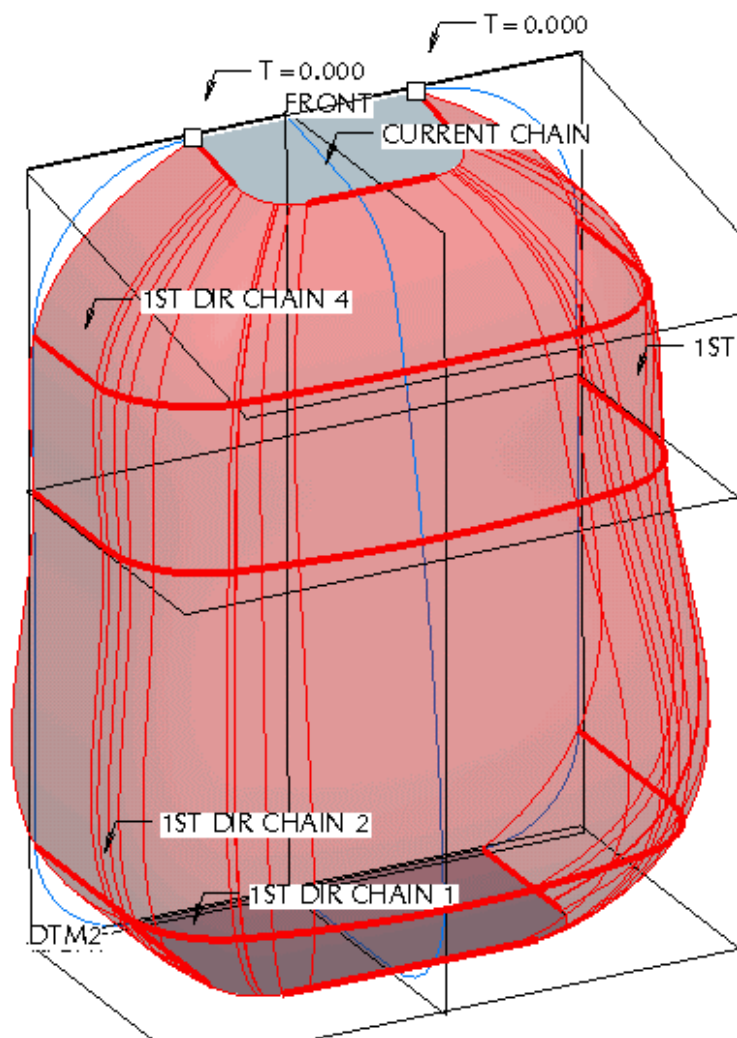


图 8：第一方向曲线

- 第一方向曲线已定义。

5. 继续为第二方向选取曲线。

- 单击第二方向曲线收集器。
- 选取三条曲线，如下图所示。

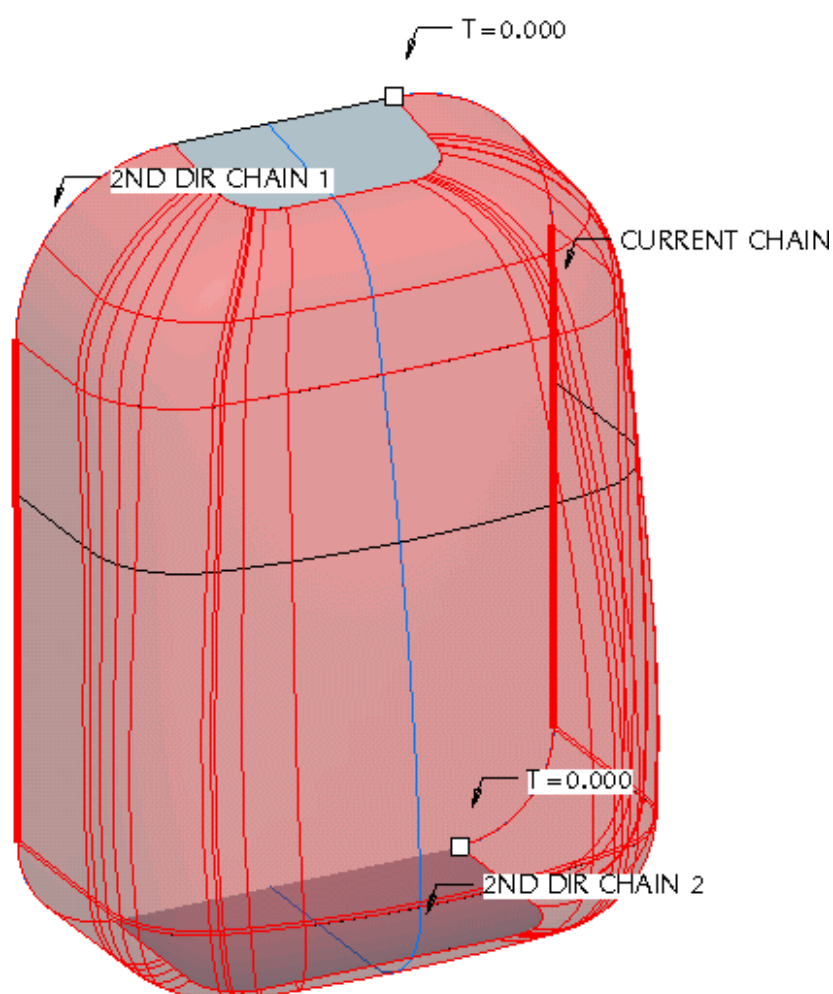


图 10：定义第二方向曲线

**注释：**

为某一特定方向选取曲线的顺序对于构建曲面是很关键的。

**Step 3. 向混合曲面添加相切约束。**

**6. 修改边界上的相切条件。**

- 在“边对齐” (Edge Alignment) 菜单框中，选取第一方向、第一曲线的条件。
- 将条件改为相切。
- 选取顶部曲面作为参照。

**7. 类似地，修改第一方向、最后曲线的相切条件，使混合曲面与底部曲面相切。**

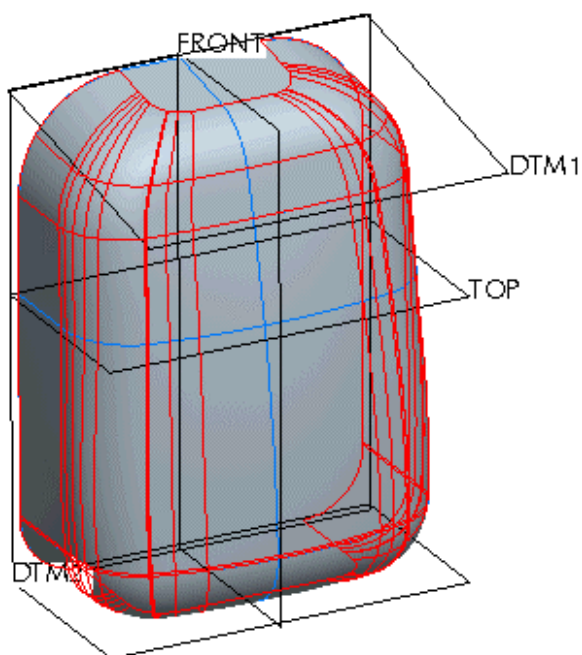


图 12：混合曲面

8 完成边界混合特征。

**Step 4. 查看曲面几何。**

9 检查曲面模型。注意朝向模型上方的曲面中的变形。

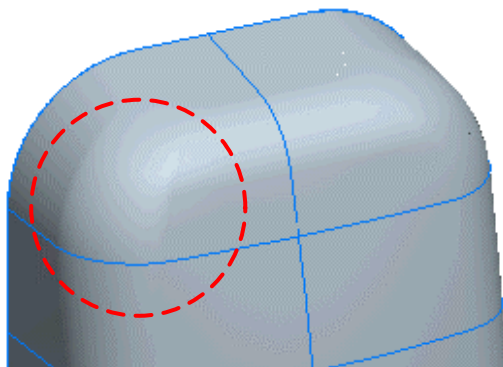


图 14：曲面的变形

**Step 5. 完善曲线形状以精整生成的混合曲面。**

10 重定义样条曲线，定义曲面的形状。

- 选取“扭曲”(Tweak)选项。
- 使“诊断”(Diagnosis)菜单框中的“曲率图”(Curvature Plot)可见。
- 选取“顶”视图以修改控制多边形。

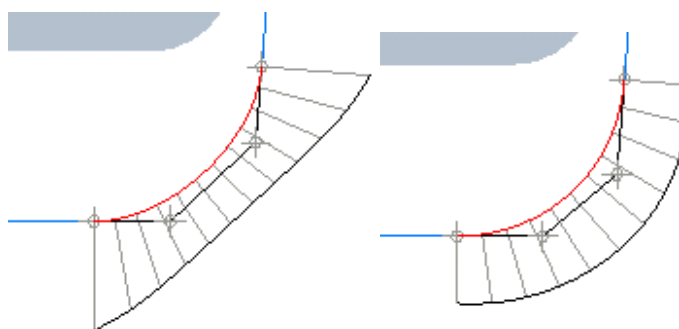


图 16：完善曲线形状

- 扭曲控制多面体中的点位置，以匹配曲率图，如下图所示。
- 完成“曲线”特征。

**11.** 在“空气过滤器封盖”的另一侧重复相同的步骤。

**12.** 查看创建的混合曲面。



图 18：修改后的混合曲面

**13.** 保存并从内存中拭除模型。

此练习结束。

## 练习 2：向空气过滤器封盖曲面模型中添加控制点

### 目标

成功完成此模块的学习后，您将能够：

- 定义边界混合曲面中的控制点。

### 假定背景

您将继续电池型钻孔机盖的设计任务，工程小组已经为它创建了机械零件，如发动机、化油器和夹盘。您希望整理先前创建的曲面集。

---

**Step 1. 定位及打开零件“空气过滤器封盖”。**

---

**14** 将工作目录设置为 **C:\Users\student\surfacing\_330\module\_10\drill**。

**15** 打开 **AIR\_FILTER\_COVER\_BLEND\_CONTROL.PRT**。查看模型中的可用曲面。注意边界混合曲面中的曲面数。

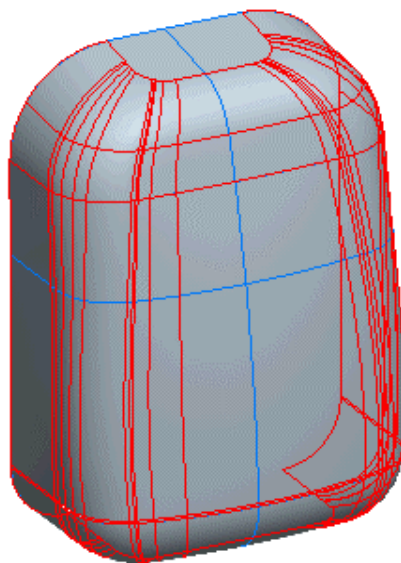


图 20：边界混合

---

**Step 2. 添加控制点**

---

**16** 将“控制点”添加到“边界混合”曲面。

- 编辑边界混合曲面的定义。
- 选取“控制点”(Control Points)菜单。
- 要添加一组控制点，请在“集”(Sets)菜单框中单击右键，并选取“添加”(Add)。

- 请注意，在缺省情况下参数化方法被设置为“自然”(Natural)。
- 在顶部曲面上选取一个顶点，如下图所示。

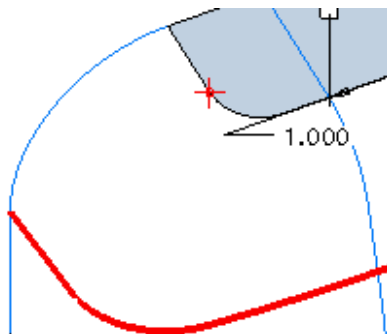


图 22：选取第一个点

#### 注释：

Pro/ENGINEER 自动加亮可用于拾取点的下一个顶点。

- 如下图所示，在加亮曲线上选取顶点来定义第二个点。

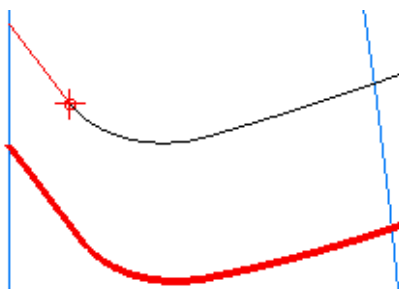


图 24：选取第二个点

- 如下图所示，在加亮曲线上选取顶点来定义第三个点。

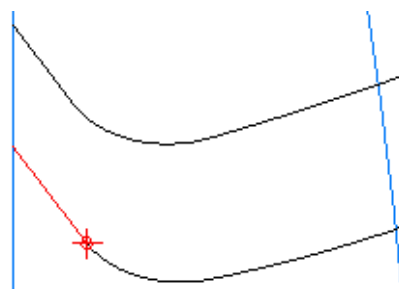


图 26：选取第三个点

- 如下图所示，在加亮曲线上选取顶点来定义第四个点。

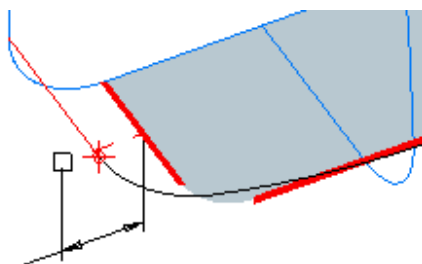


图 28：选取第四个点

- 如下图所示，在加亮曲线上选取顶点来定义第五个点。

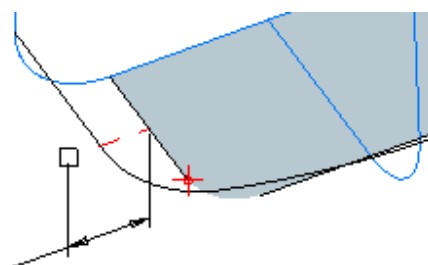


图 30：选取第五个点

- 预览创建的曲面。顶点的逻辑集被合并以便在“空气过滤器封盖”的这一侧上创建曲面。

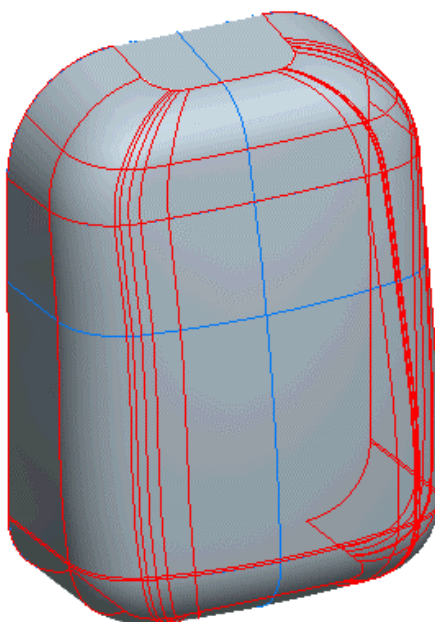


图 32：生成的混合曲面

**17.** 类似地，在第一和第二方向上添加其它“控制点”集。

**18** 完成“边界混合”特征。

### Step 3. 更改添加“控制点”的选项。

#### 19. 更改参数化方法。

- 编辑“边界混合”曲面的定义。
- 在“控制点”(Control Points) 菜单框中，将参数化方法由“自然”(Natural) 改为“段对段”(Piece-to-Piece)。
- 请注意曲面结构的变化。
- 完成“边界混合”特征。

#### 注释：

拾取点的选项不可用于此类型的参数化，Pro/ENGINEER 会自动使链的片断同元件数相匹配。

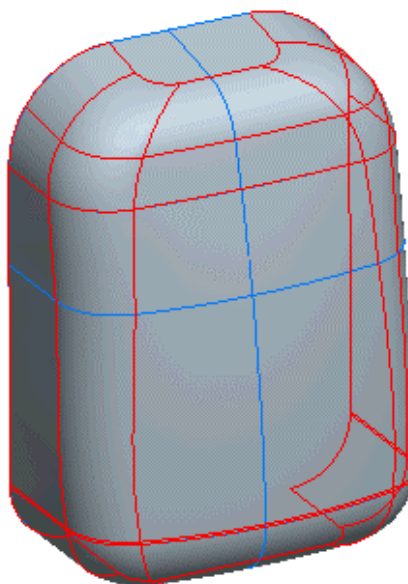


图 34：生成的混合曲面

#### 20. 保存并从内存中拭除模型。

此练习结束

## 练习 3：创建凸台的拔模曲面

### 目标

成功完成此模块的学习后，您将能够：

- 使用“与曲面相切”(Tangent to Surface) 选项创建曲面。

### 假定背景

已经创建一个工程零件，它具有一个“凸台”和一些“筋”作为特征。继续进行操作，并已将“倒圆角”添加到零件的边上。您认识到忘记将“拔模”特征添加到“凸台”和“筋”上。您现在想要进行此项操作，但不删除已经创建的“倒圆角”特征。

**Step 4.** 定位及打开零件“拔模”。

**21.** 将工作目录更改为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_10\draft**。

打开 DRAFT.PRT。请注意模型中的“凸台”和三个“筋”。

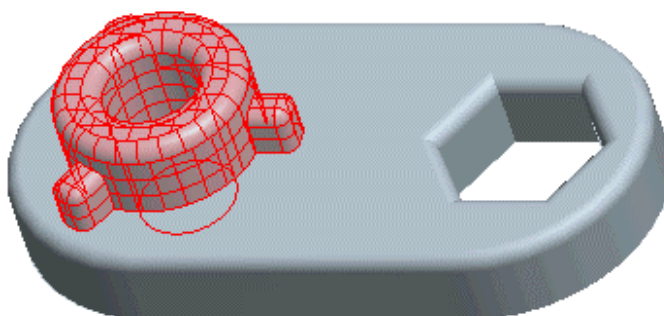


图 36：凸台和筋特征

**Step 5.** 定义拔模曲面边。

**22.** 为“凸台”创建一条定义拔模边的曲线。

- 激活“草绘曲线”(Sketch Curve) 工具。
- 选取“凸台”开始处的曲面，作为草绘平面。
- 以“凸台”基座为参照草绘一个“同心圆”(Concentric Circle)。
- 添加偏移尺寸 [2.0]，如下图所示。
- 完成草绘。

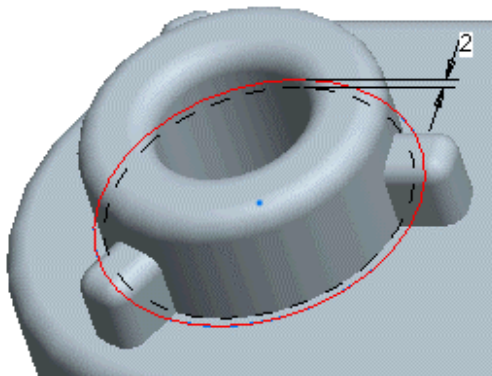


图 38：凸台的偏移边

**23.** 为“筋”创建另一组定义拔模边的曲线。

- 激活“草绘曲线”(Sketch Curve)工具。
- 选取“凸台”开始处的曲面，作为草绘平面。
- 选取“偏距边”(Offset Edge)工具。
- 选取“筋”的第一条边。
- 选取“筋”的最后一条边来定义一个链选项。
- 将朝向外侧的偏移值修改为 [2.0]。
- 类似地，偏移其它“筋”的边，如下图所示。
- 完成草绘。

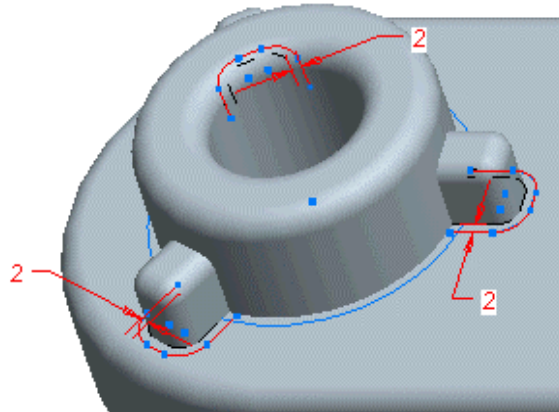


图 40：筋的偏距边

**Step 6.** 创建的拔模曲面。

**24.** 创建“凸台”的拔模曲面，如下图所示。

- 单击“插入”(Insert)>“高级”(Advanced)>“混合曲面的切线”(Blend Tangent to Surfaces)。

- 将“基本选项”(Basic Option) 设置为“创建曲线驱动相切拔模”(Create Curve Driven Tangent Draft)。
- 要在一个方向上创建“曲面”特征，请将“方向”(Direction) 菜单中的选项改为“单侧”(One Sided)。选取“凸台”开始处的曲面作为参照。
- 将菜单选项改为“参照”(References)。
- 在“拔模线选取”(Draft Line Selection) 菜单中，选取为“凸台”的拔模曲面所定义的曲线。
- 保留“相切到”(Tangent to) 选项为“自动”(Automatic)。
- 完成“混合曲面的切线”特征。

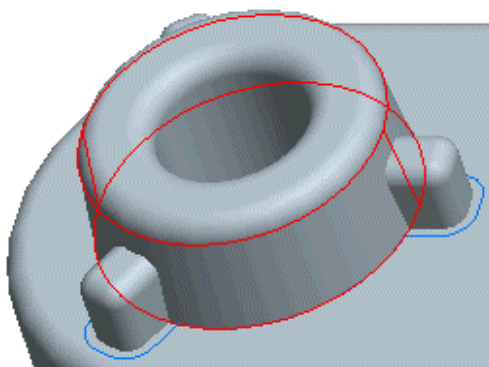


图 42：第一条混合曲面的切线

25. 类似地，为一个“筋”创建拔模曲面，如下图所示。

- 单击“插入”(Insert)>“高级”(Advanced)>“混合曲面的切线”(Blend Tangent to Surfaces)。
- 将“基本选项”(Basic Option) 设置为“创建曲线驱动相切拔模”(Create Curve Driven Tangent Draft)。
- 要在一个方向上创建“曲面”特征，请将“方向”(Direction) 菜单中的选项改为“单侧”(One Sided)。选取“筋”开始处的曲面作为参照。
- 将菜单选项改为“参照”(References)。
- 在“拔模线选取”(Draft Line Selection) 菜单中，选取为“筋”的拔模曲面所定义的一组曲线。
- 选取“筋”的圆角曲面，用以定义“相切到”(Tangent to) 选项。
- 完成“混合曲面的切线”特征。

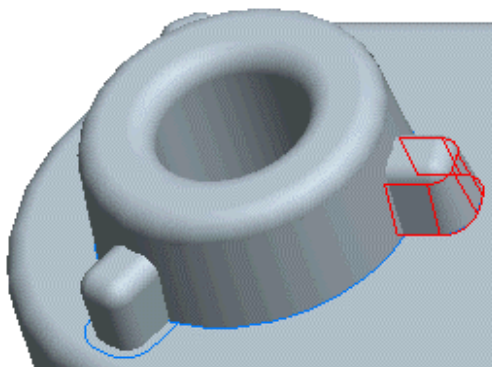


图 44：某个筋上混合曲面的切线

**26.** 类似地，在其它两个“筋”上创建混合曲面。

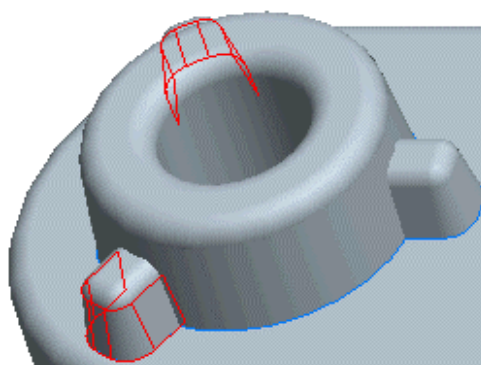


图 46：其它筋上混合曲面的切线

#### Step 7. 将曲面与零件合并。

**27.** 实体化第一个混合曲面使之与零件成为一体，该曲面是“凸台”的拔模曲面。

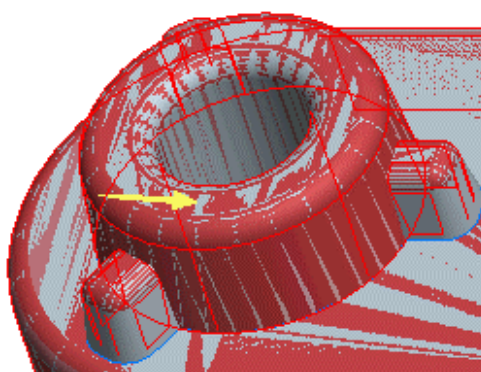


图 48：凸台与面组的实体化

**28.** 实体化第二个混合曲面使之与零件成为一体，该曲面是“筋”的拔模曲面。

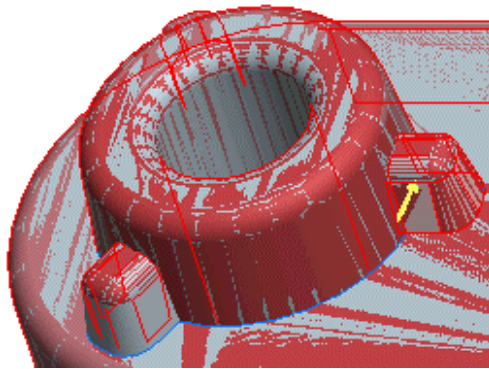


图 50：筋与面组的实体化

**29.** 类似地，实体化“筋”的余下两个拔模曲面。

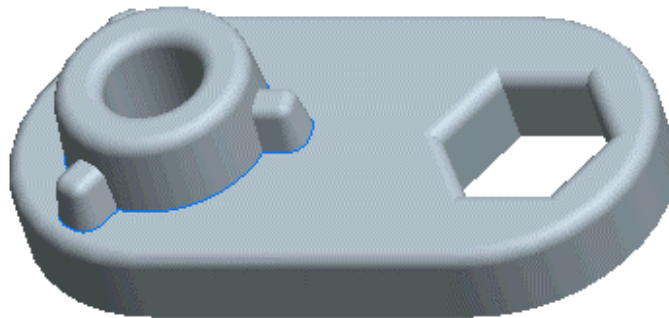


图 52：含拔模的零件

**30.** 保存模型。

此练习结束。

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 描述边界曲面。
- 描述边界曲面的类型。
- 创建具有边界的曲面。
- 在曲面的边界边位置应用约束。
- 使用“混合”工具创建混合曲面。

??

11

# 交互式曲面建模

## 简介

若要概念化产品形状，就需要创建可动态操作的自由形式曲面模型。Pro/ENGINEER Wildfire 允许您使用“造型”特征直观地构建概念性设计模型。此外，它还允许您将自由形式和参数设计方式相结合，以有效地完成概念性设计任务。

在本模块中，您将学习创建“造型”曲面并动态地操作它们。您也将学习以参数方式操作自由形式特征。

## 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 描述使用“造型”特征开发概念模型。
- 创建造型曲面。
- 使用“造型”开发复杂的曲面模型。
- 将“造型”特征与参数特征相结合。
- 解决失败的“造型”特征。

## 模块 11 课堂练习

### 练习 1：开发剃须刀主体

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 创建“造型”曲面。
- 使用内部曲线来修改“造型”曲面。

#### 假定背景

您继续开发“剃须刀”模型。开发剃须刀主体时，您已经选择制作一个灵活的自由形式模型，以捕捉已概念化的形状并进行交互修改。您将通过创建自由形式曲面来定义剃须刀主体。

#### Step 1. 定位并打开钻孔机组件。

1. 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_11\shaver**。
2. 打开 BODY\_MASTER.PRT

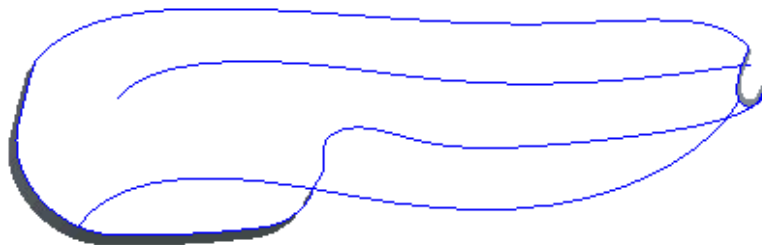


图 2：曲线网络

3. 重定义“造型”特征。
4. 使用下图所示的曲线，创建一个曲面来定义上部主体。

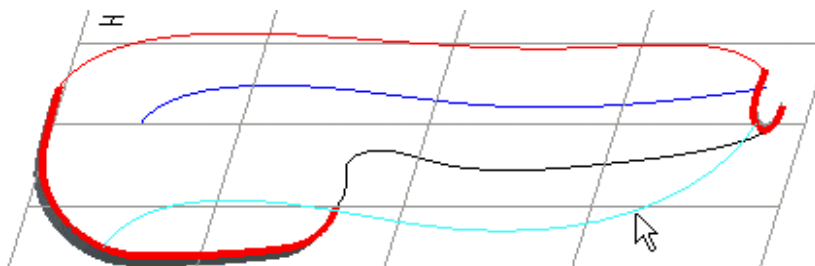


图 4：选取曲线定义上部主体曲面

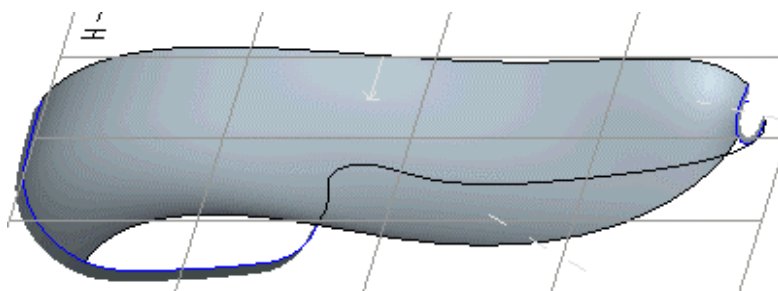


图 6：上部主体曲面

5. 创建一个曲面来定义下部主体。

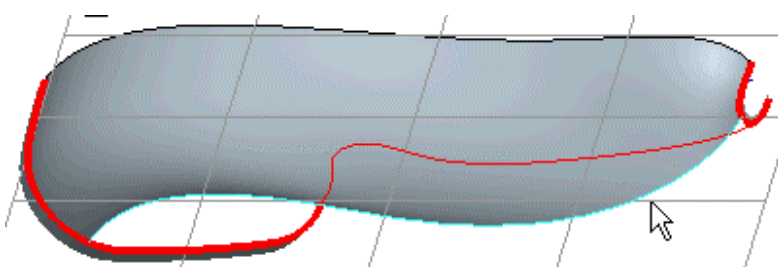


图 8：选取曲线定义下部主体曲面

## Step 2. 查看和修改主体形状。

1. 旋转并查看模型。您需要一个横截面正确定义形状。

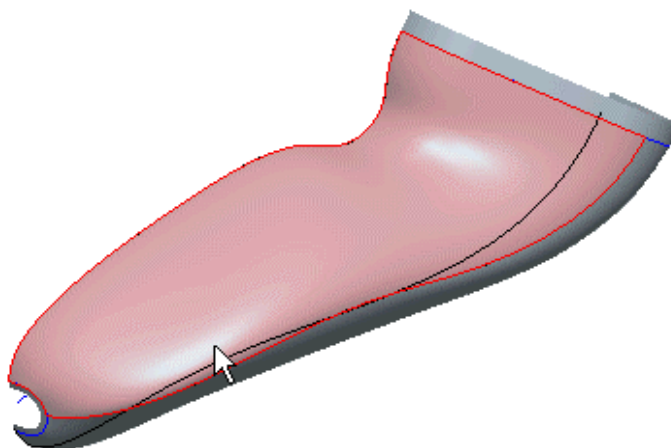


图 10：查看主体形状

2. 要创建横截面：

- 使 DTM1 基准平面成为活动平面。
- 将平面偏移 [-45]。

- 通过将其附加到三条边界曲线来创建一条平面曲线。

#### 注释：

确保这些点被附加到曲线而非曲面边。如果将点附加到曲面边，则当将该曲线用作曲面定义的内部曲线时，将会创建一个循环参照。

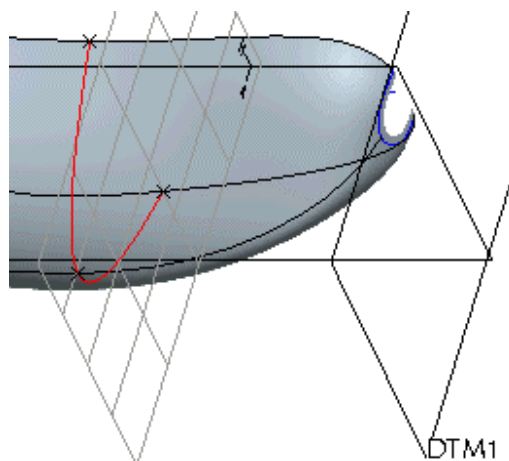


图 12：创建横截面曲线

### 3. 完善曲线形状：

- 使端点切线垂直于 MASTER\_MID\_PLANE 基准平面。
- 使用曲率图，修改切线长度以获得如下图所示的曲线形状。

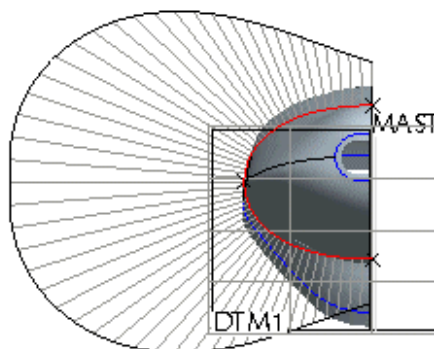


图 14：修改曲线形状

### 4. 重定义上部主体曲面，并将横截面包括在内以作为内部曲线

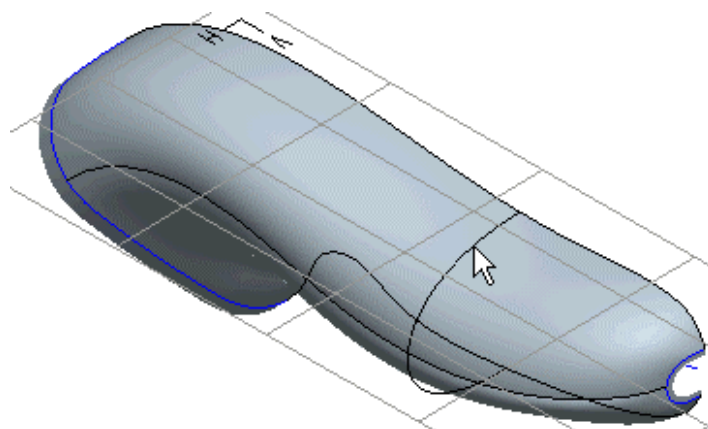


图 16：将内部曲线添加到上部主体曲面

5. 重定义下部主体曲面，并将横截面包括在内以作为内部曲线。

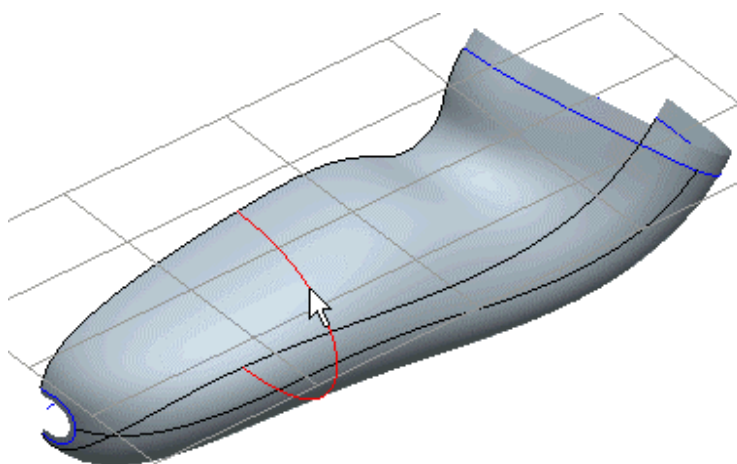


图 18：将内部曲线添加到上部主体曲面

**Step 3.** 通过草绘 COS（曲线上的曲线）创建“主体修剪”定义。

6. 在上部主体曲面上创建 COS，如下图所示。

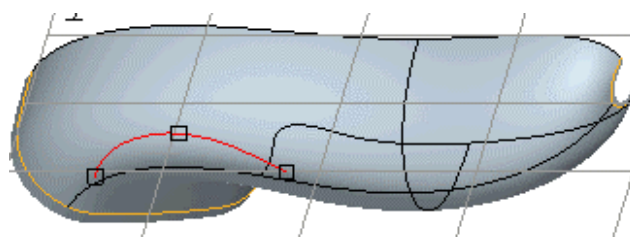


图 20：在上部主体曲面上草绘 COS

7. 在“主”视图中修改形状。

- 将 COS 的两个端点捕捉至侧面造型曲线。
- 完善形状，如下图所示。

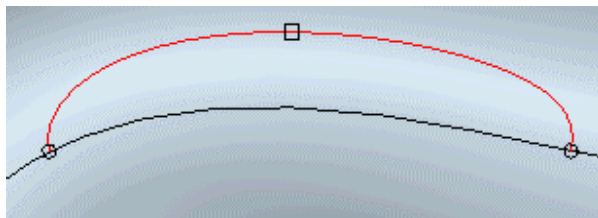


图 22：附加点及完善形状

**注释：**

确保 COS 的两个端点被附加至造型曲线而非曲面的边。

- 8** 在下部主体曲面上创建另一个 COS，如下图所示。

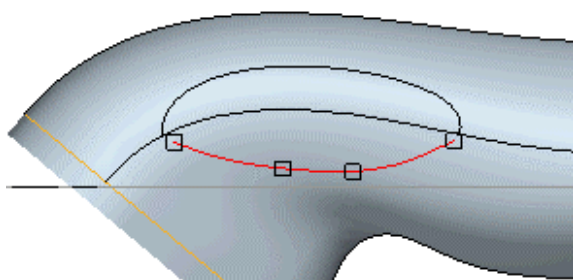


图 24：在下部主体曲面上草绘 COS

- 9** 在“主”视图中修改形状

- 将 COS 的两个端点捕捉至前一个 COS。
- 通过操作相切方向和长度来完善形状，如下图所示。

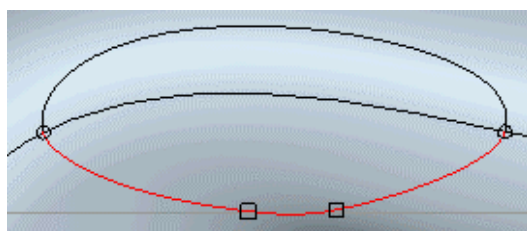


图 26：附加点

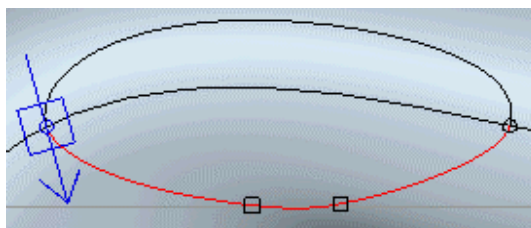


图 28：操作端点切线

**10.** 在 3-D 视图中查看 COS 的最终形状，并在需要时进一步完善形状。

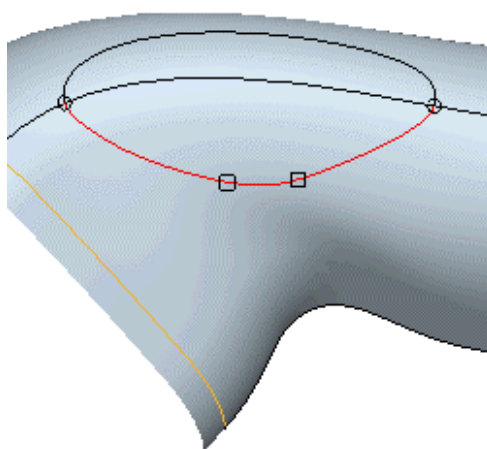


图 30：完善 COS 的形状

**Step 4.** 使用放置的 COS 创建“修剪器”定义。

**11.** 在 DTM2 基准平面上创建一条平面曲线：

- 将平面偏移 [50]。
- 草绘曲线，如下图所示。

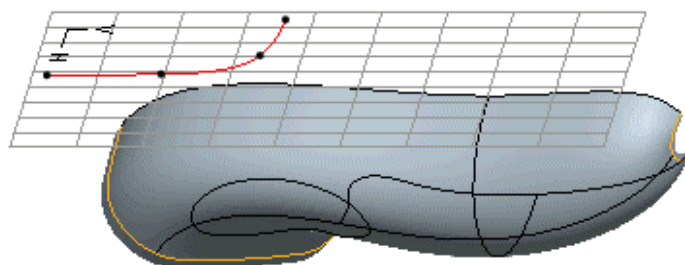


图 32：创建要放置的曲线

**12.** 修改曲线形状：

- 使其端点垂直于 MASTER\_MID\_PLANE。
- 要使端点落在 MASTER\_MID\_PLANE 上，则将其 Z 坐标改为 [0]。
- 要确保曲线的另一端延伸至“剃须刀”上部主体曲面之外。

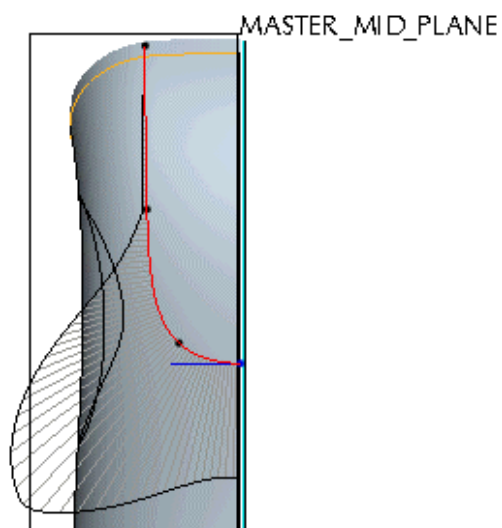


图 34：完善下落曲线形状

- 13 将曲线放到上部主体曲面上。
- 14 选取上部主体曲面。
- 15 选取 DTM2 作为方向参照。

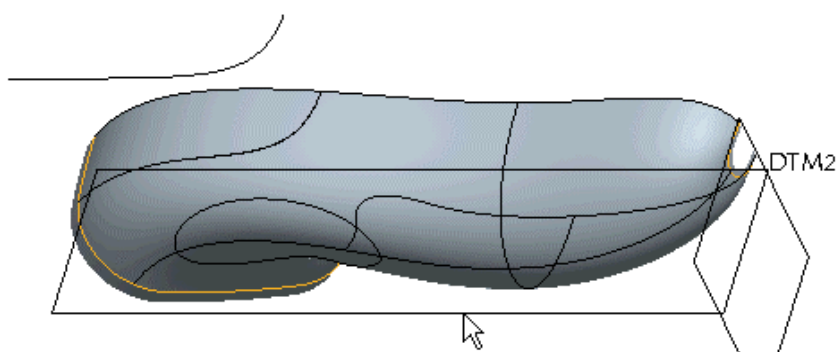


图 36：创建放置的 COS

- 16 完成“造型”特征。
- 17 查看定义分割零件的曲线。

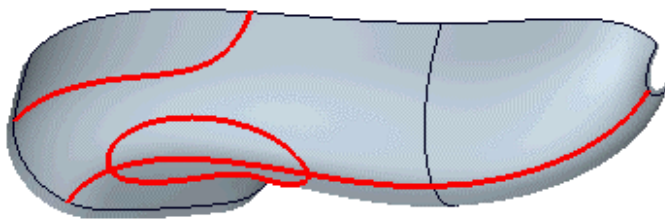


图 38：从主体中裁去零件的曲线

---

**Step 5.** 用创建的曲线修剪曲面。

---

**18.** 使用创建的曲线来修剪主体曲面。创建修剪器曲面、上部主体曲面、下部主体曲面和修剪曲面。

**19.** 保存并拭除零件。

此练习结束。

## 练习 2：设计手机上封盖

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 创建可使用尺寸来控制的“造型”特征。
- 以参数方式修改“造型”几何。
- 相应地修改“造型”几何。

### 假定背景

您将要设计手机的上封盖。工程师已经给出手机元件和屏幕几何的布局方案。同时也给出了手机的整体长度和宽度，而这些量可能要基于工程师们对内部元件所进行的修改而改变。

您希望创建一个由长度和宽度参数控制的模型，但主体形状是灵活的，以便进行直观的更改。

#### Step 1. 创建框架控制长度和宽度。

**20.** 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_11\phone**。

**21.** 打开 PHONE.PRT。

**22.** 查看可用数据。

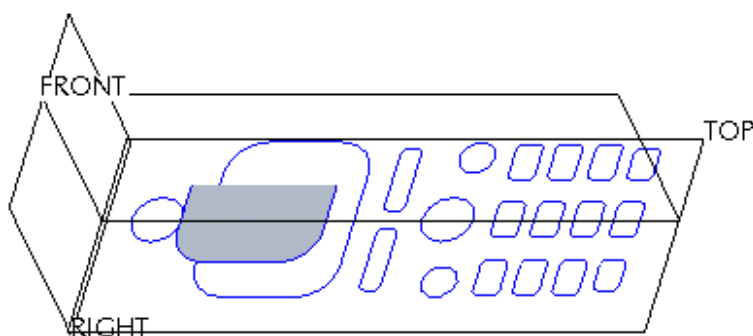


图 40：可用布局图和屏幕曲面

**23.** 要控制长度，请在 FRONT 基准平面上草绘一条矩形基准曲线，如下图所示。

- 将此矩形基准曲线与 RIGHT 基准平面对齐。

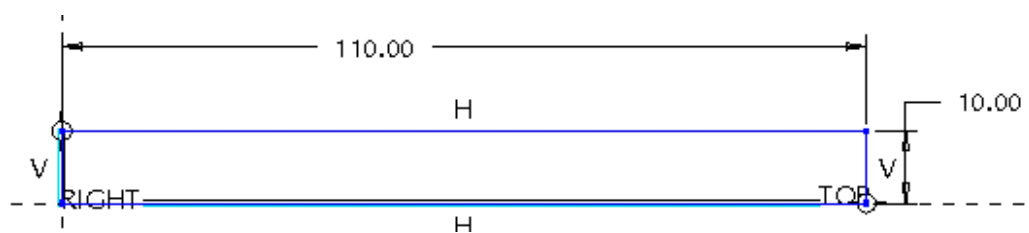


图 42：草绘框架以控制长度

**24.** 要控制宽度，请在 TOP 基准平面上草绘一条宽为 [25] 的矩形基准曲线，如下图所示。

- 将此矩形基准曲线与 RIGHT 基准平面对齐。
- 将长度与前一条矩形基准曲线的长度对齐。

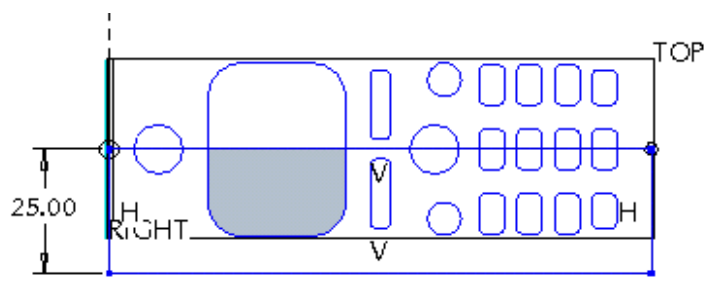


图 44：草绘框架以控制宽度

## Step 2. 创建上封盖曲线和曲面。

**25.** 插入一个“造型”特征。

**26.** 在 TOP 基准平面上创建一条平面曲线。

- 将“造型”曲线的第一个端点捕捉到位于 TOP 和 FRONT 基准平面相交处的基准曲线第一个端点。
- 将造型曲线的第二个端点捕捉到该基准曲线的另一端点。
- 将一个点捕捉到位于 TOP 基准曲线上的基准曲线。

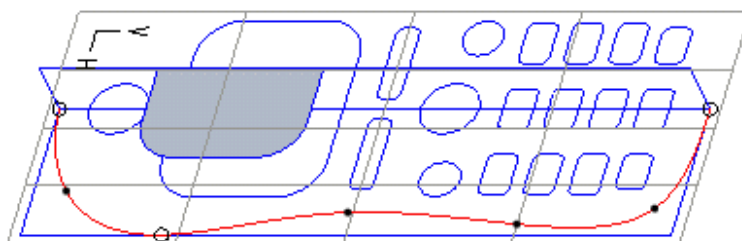


图 46：创建平面曲线

**27.** 在 FRONT 基准平面上创建两条平面曲线，如下图所示。

- 将曲线捕捉到第一条“造型”曲线和屏幕曲线

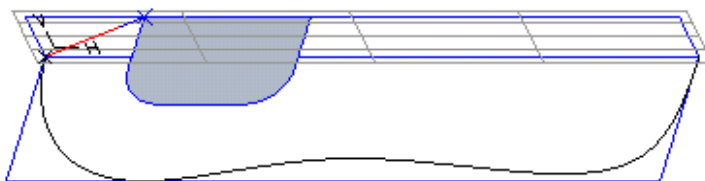


图 48：创建第一条平面曲线

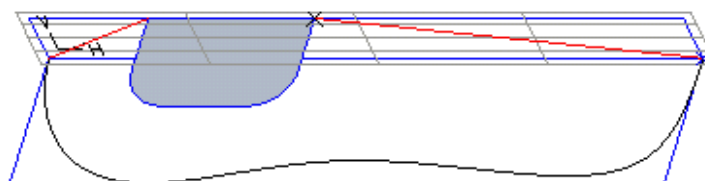


图 50：创建第二条平面曲线

#### 注释：

为保证清晰度，不在图片中显示“手机”布局图。

- 28** 添加点并完善曲线的形状，如下图所示。

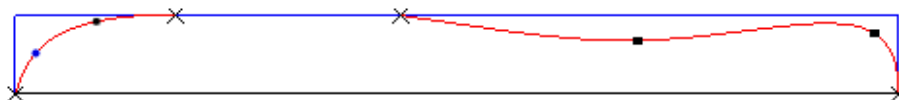


图 52：完善曲线形状

- 29** 创建内部曲线以控制形状：

- 在屏幕曲线的长度比为 [0.5] 的位置插入一个点。
- 插入一个内部基准平面，如下图所示。

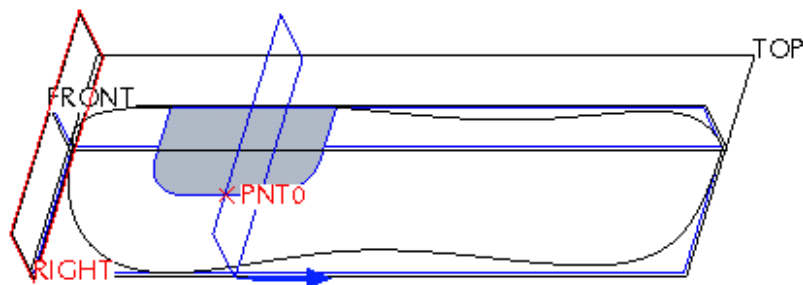


图 54：创建内部平面

- 将曲线捕捉到屏幕基准曲线和造型曲线。

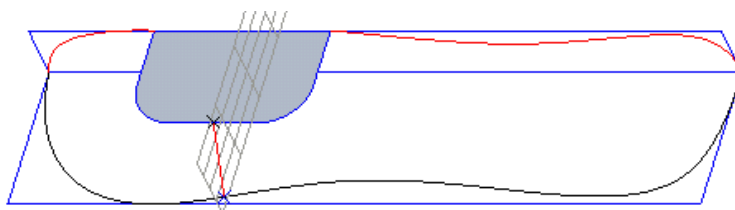


图 56：创建内部曲线

- 完善曲线形状，如下图所示。

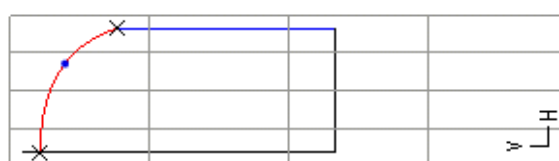


图 58：完善曲线形状

**30.** 使用曲线来创建一个造型曲面，如下图所示。

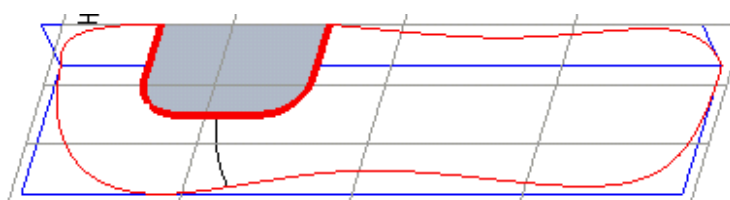


图 60：选取曲线

- 添加下图所示的曲线作为内部曲线。

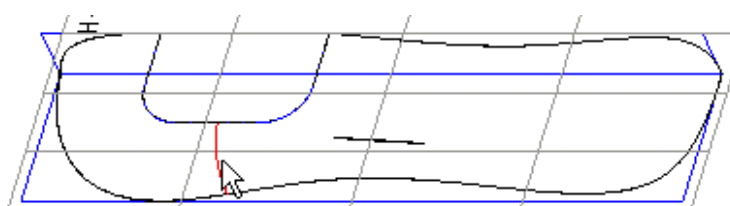


图 62：添加内部曲线

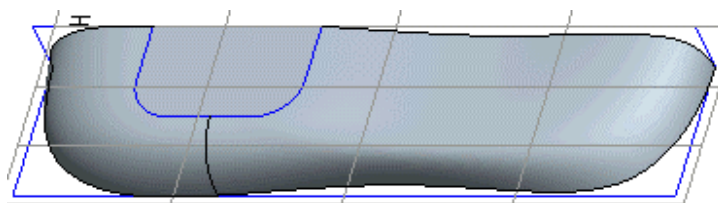


图 64：手机曲面模型

### Step 3. 使用“按比例更新”修改形状。

31. 修改造型曲线的端点位置，如下图所示。

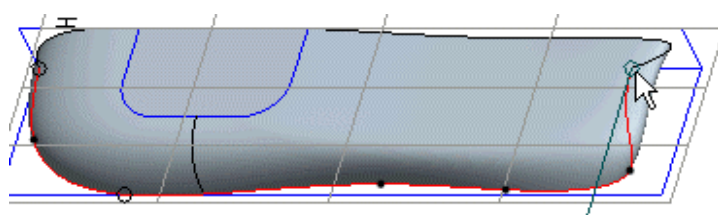


图 66：不需要的修改

32. 注意，此更改扭曲了曲线的形状，不是我们所需要更改。

33. 撤消更改。单击“编辑”(Edit)>“撤消”(Undo)。

34. 为曲线指定“按比例更新”(Proportional Update) 属性。在操控板上选取“按比例更新”(Proportional Update) 方框。

35. 再次修改造型曲线的端点位置。注意，形状此时已发生了相应变化。但相关的边界曲线仍然保留了一些不需要的修改。

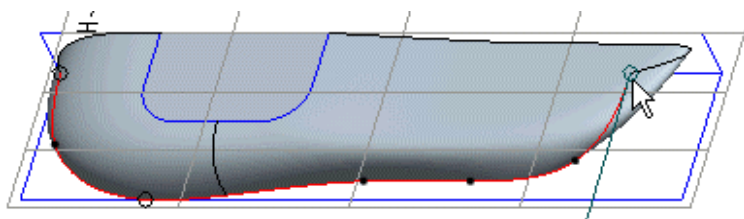


图 68：按比例修改曲线

36. 撤消更改。

37. 为所有造型曲线指定“按比例更新”(Proportional Update) 属性。

38. 再次修改造型曲线的端点位置。注意，模型形状此时已发生了相应变化。

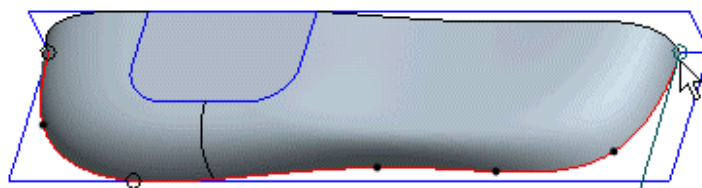


图 70：按比例修改整个模型

#### Step 4. 修改“造型”外部的“造型参数”。

39. 若要在造型外部编辑点位置：

- 在操控板上选取“点”(Point)。
- 在“软点”(Soft Point) 区域下，选中“值”(Value) 方框。

40. 完成曲线修改。

41. 完成“造型”特征。

42. 编辑“造型”特征。 注意，软点长度比率是可编辑的。



图 72：编辑长度比率

43. 将“长度比率”(Length Ratio) 值修改为 [0]。

44. 再生模型，并注意造型曲线此时位于框架的端点处。

#### Step 5. 使用框架基准曲线修改封盖尺寸。

45. 编辑控制长度的基准曲线。将值 [110] 编辑为 [125]。

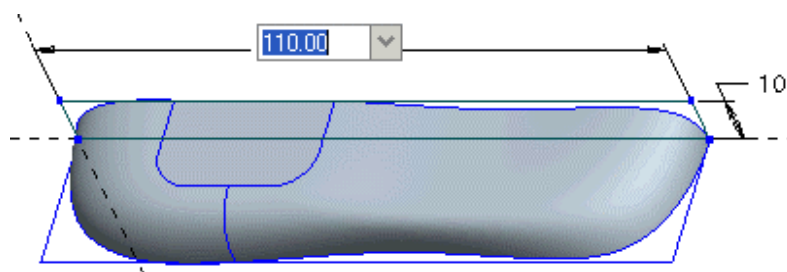


图 74：修改长度

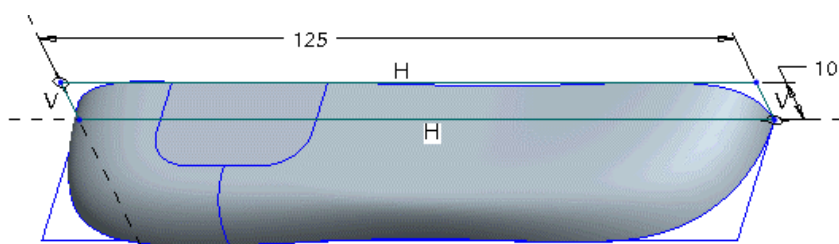


图 76：修改后的造型模型

**46.** 保存并拭除零件。

此练习结束。

## 练习 3：修改手机的上封盖（可选）

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 重定义“造型”曲面。
- 解决失败的“造型”特征。

### 假定背景

您将继续设计手机的上封盖。您不满意屏幕窗口形状并要进行重新设计。您要创建屏幕窗口的新定义，并修改模型以改变其形状。

#### Step 6. 创建一条曲线定义屏幕窗口。

47. 打开 PHONE\_MODIFY.PRT。
48. 在“群组造型” (GROUP STYLE) 中编辑“造型”特征的定义。
49. 在屏幕曲面上创建一个 COS，如下图所示。
  - 将该曲线捕捉到屏幕曲面边。
  - 使端点垂直于 FRONT 基准平面。

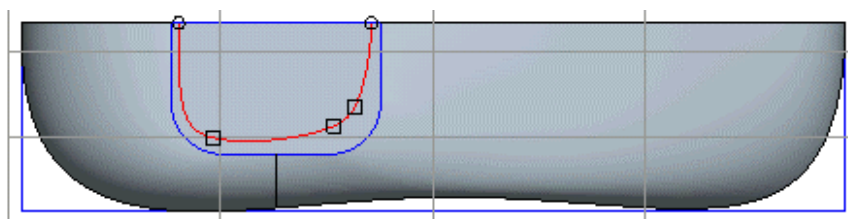


图 78：创建新的屏幕形状

#### Step 7. 重定义曲面以包括新的曲线。

50. 修改下图所示的曲线端点，以将其捕捉到 COS。

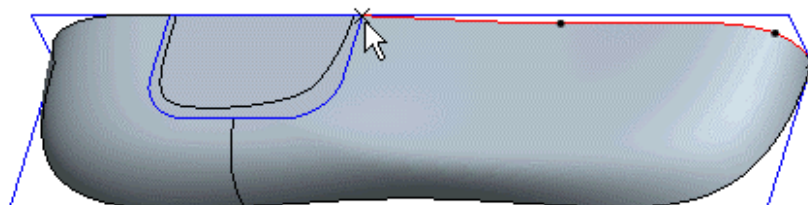


图 80：编辑点

51. 类似地，修改其它边界曲线和内部曲线的端点，以将其捕捉到 COS。

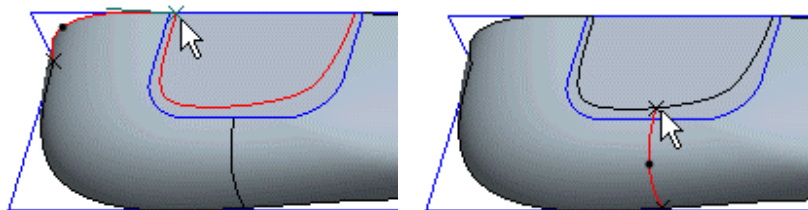


图 82：编辑点

52. 再生模型。注意，“解决”(Resolve) 对话框打开，并显示曲面已经失败。

53. 在“解决”(Resolve) 对话框中选取失败的曲面。注意所显示的信息。

#### Step 8. 解决失败的零件。

54. 单击“重定义选定图元”(Redefine Selected Entities) 图标。

55. 要移除作为边界（这些边界定义曲面）其中之一的屏幕曲线，则单击操控板中的“边界”(Boundary)。按 CTRL 并选取该屏幕曲线，然后选取 COS。

56. 完成曲面的重定义。

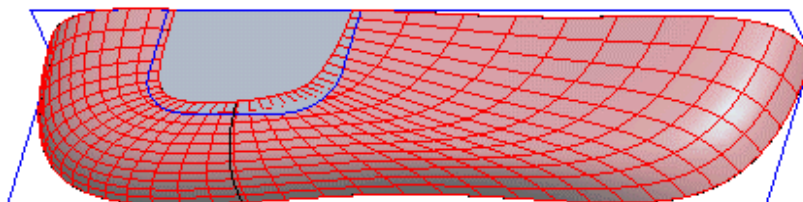


图 84：修改后的曲面模型

57. 完成“造型”特征。

58. 保存并拭除模型。

此练习结束。

## 练习 4：设计剃须刀主体上的筋

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 阵列“造型”特征。

### 假定背景

您将继续开发剃须刀模型。您要在剃须刀的上部主体中设计装饰性筋以增强其视觉效果。您希望概念化这些筋，以便对其形状进行交互式操作。您已经选择“造型”特征来完成此项设计。

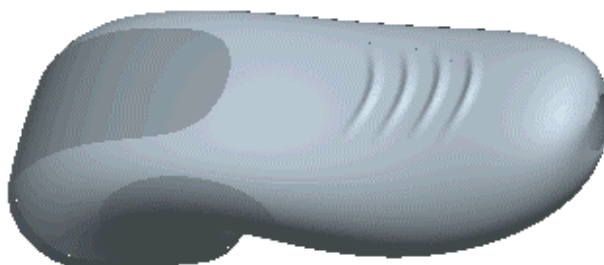


图 86：剃须刀主体上的筋

#### Step 9. 创建参照以设计自由形式筋。

59. 打开 BODY\_MASTER\_RIBS.PRT。

60. 插入一个“造型”特征。

61. 要定义筋形状的灵活参照，需创建如下图所示的 COS。

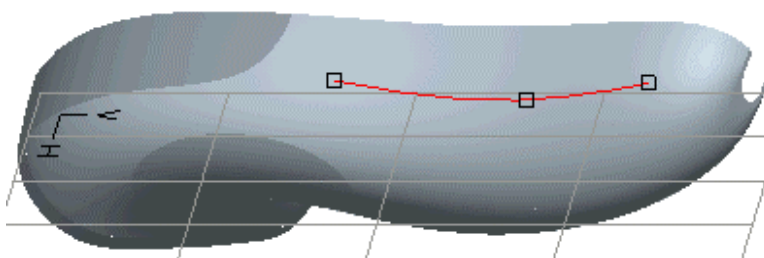


图 88：创建 COS

62. 完成“造型”特征。

63. 创建参照点：

- 启动“基准点”(datum Point)工具。
- 在边上创建第一点，并自 DTM2 平面偏移 [-25.0]。

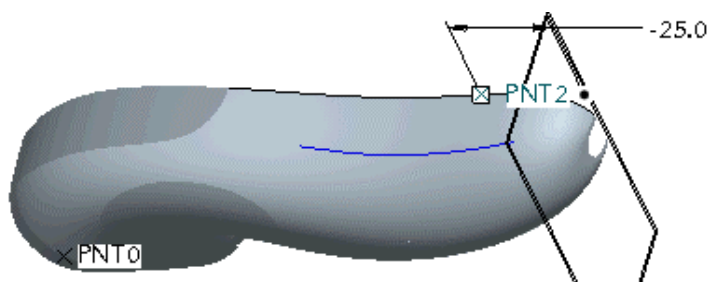


图 90：创建一个基准点

- 在同一边上自 DTM2 平面偏移距离为 [-30.0] 的位置再创建一个点。
- 在造型曲线上自 DTM2 平面偏移距离为 [-32.0] 的位置创建第三个点。
- 在造型曲线上自 DTM2 平面偏移距离为 [-37.0] 的位置创建第四个点。
- 完成“基准点”(datum Point) 工具。

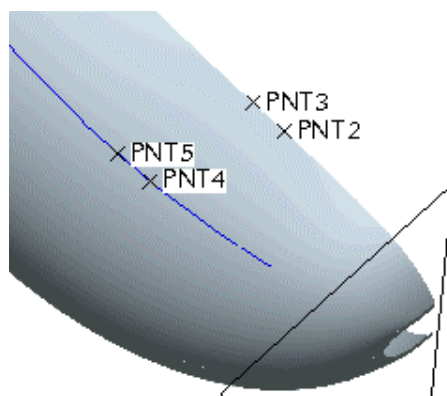


图 92：定义造型曲线的点

#### Step 10. 基于参照创建一个筋

**64** 插入一个“造型”特征。

**65** 创建两个 COS，如下图所示。将端点捕捉到基准点。

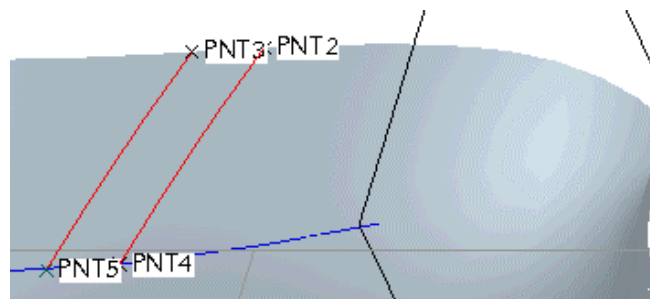


图 94：创建 COS

**66.** 修改两个 COS 的曲线形状。

- 使位于边上的端点垂直于 MASTER\_MID\_PLANE。

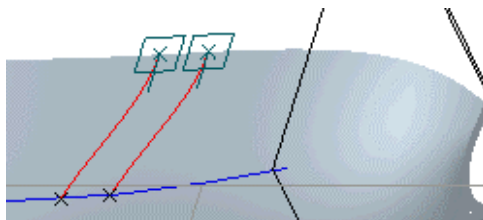


图 96：修改形状

- 修改其它端点的切线形状，如下图所示。

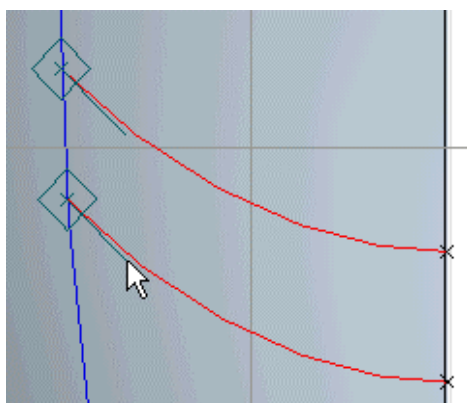


图 98：修改形状

**67.** 要创建另一条边界曲线，请在 MASTER\_MID\_PLANE 上创建一条平面曲线，如下图所示。

- 将端点捕捉到基准点。
- 修改曲线形状。

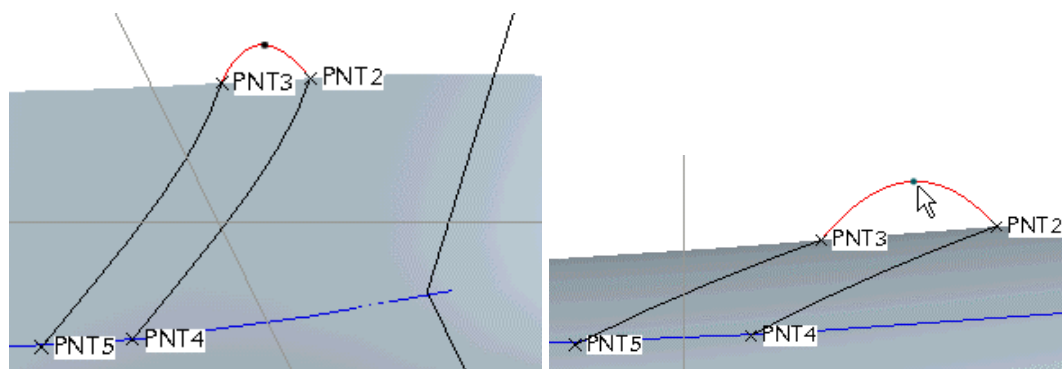


图 100：创建第四边界

**68.** 使用两个 COS、一条平面曲线及在上一特征中所创建的造型曲线，来创建一个曲面。

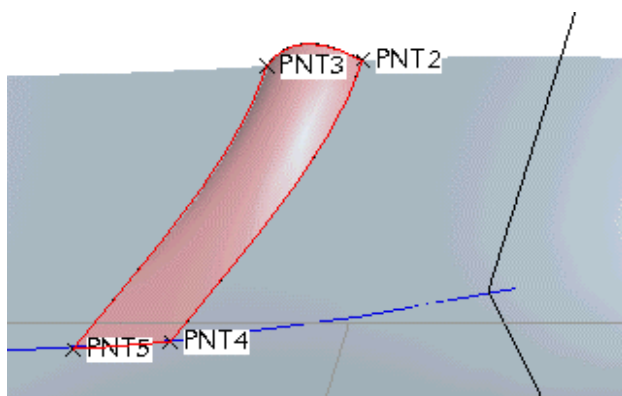


图 102：创建曲面

69. 完成“造型”特征。

#### Step 11. 阵列参照点。

70. 阵列参照基准点。

- 选取您所创建的“基准点”特征。
- 单击“编辑”(Edit)>“阵列”(Pattern)。
- 要定义第一方向上第一个点的增量，请选取第一个点的偏移尺寸。输入增量值 [10]。

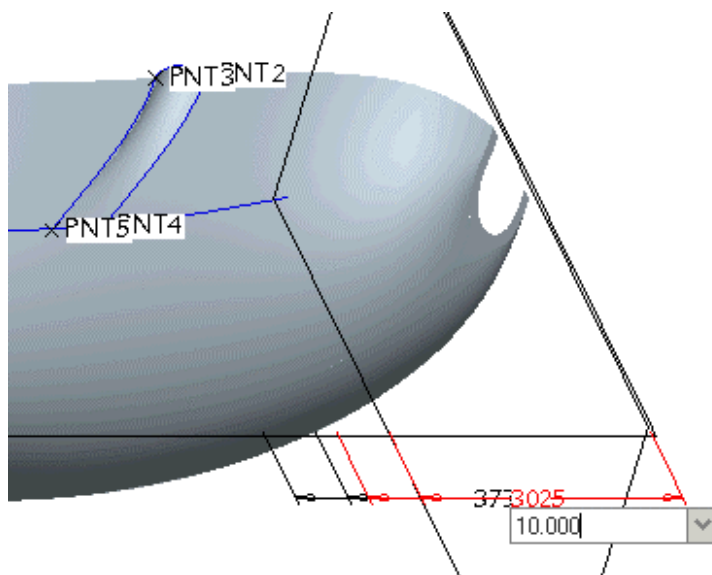


图 104：定义阵列增量

- 按 CTRL 并选取第二点的偏移尺寸。输入增量值 [10]。
- 同样地，将第三和第四基准点的增量值定义为 [10]。
- 键入 [4] 以定义第一方向上的阵列数。

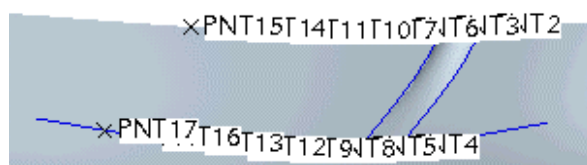


图 106：阵列后的点

71. 要阵列“造型”特征，请选取已在其中定义了曲面的“造型”特征，然后选取“编辑”(Edit)>“阵列”(Pattern)。
72. 注意 Pro/ENGINEER 会自动指定一个“参照”(Reference) 选项。完成特征。

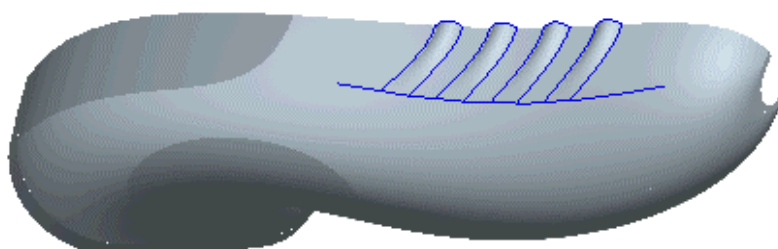


图 108：阵列后的筋

## Step 12. 修改“造型”曲线以改变筋的形状。

73. 编辑已在其中定义了曲线的“造型”特征的定义。
74. 如下图所示修改 COS 形状。

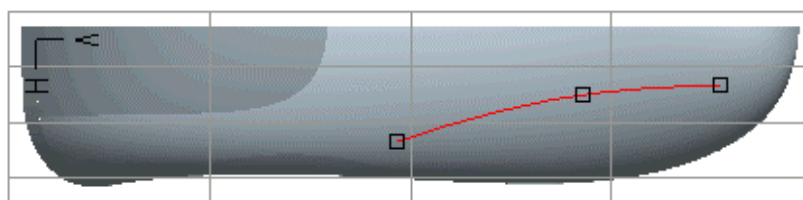


图 110：修改 COS

75. 完成“造型”特征。注意筋形状的变化。

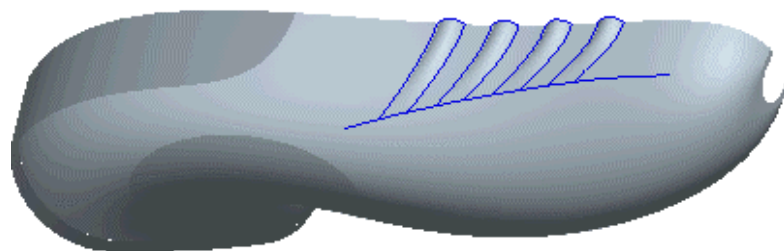


图 112：修改后的筋

**76** 保存并拭除模型。

此练习结束。

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 描述使用“造型”特征开发概念模型。
- 创建“造型”曲面。
- 使用“造型”开发复杂的曲面模型。
- 将“造型”特征与参数特征相结合。
- 解决失败的“造型”特征。

# 操作曲面和面组

## 简介

当您处理曲面时，为捕捉设计意图通常需要操做曲面特征。此外，也需要附加曲面来创建面组。

Pro/ENGINEER Wildfire 编辑工具可让您操作曲面和面组的形状、位置和属性。

Pro/ENGINEER Wildfire 也可使您利用“扭曲”工具操作面组或整个模型，此工具允许您拉伸、斜削、折弯或扭转面组。

## 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 延伸面组。
- 修剪面组。
- 复制面组。
- 合并面组。
- 偏移面组。
- 转换面组。
- 使用“扭曲”(Warp) 操作面组或整个模型。

## 模块 12 课堂练习

### 练习 1：创建剃须刀上部主体的简单模具

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 延伸面组。
- 修剪面组。
- 合并面组。

#### 假定背景

您的小组将继续开发剃须刀模型。小组的模具设计师已向您寻求帮助，要求您说明模具设计过程中要使用的工具。您已获取剃须刀主体的上部主体零件，并且以开发模具应该使用的方式开发了一个形象的模具样品。您已经开发了上部主体实体零件的一个组件，及模具的两个半型体。您将使用上部主体两侧的复制曲面开始设计模具。

#### Step 1. 复制曲面以开始上部主体零件的模具设计。

1. 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_12\shaver\_mold**。
2. 打开组件 **SHAVER\_UPPER\_BODY\_MOLD.ASM**。
3. 设置模型树过滤器以显示特征和隐含的对象。
4. 在 **MOLD\_TOP.PRT** 和 **MOLD\_BOTTOM.PRT** 中展开特征。注意隐藏的对象。
5. 激活 **MOLD\_BOTTOM.PRT**。
6. 复制内侧曲面。
  - 选取下图显示的曲面。

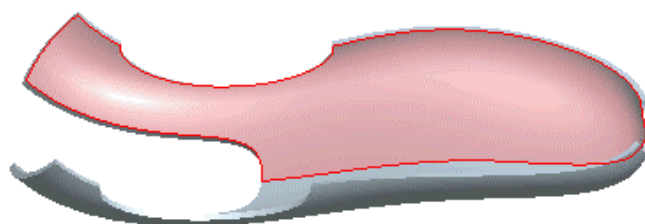


图 2：选取曲面启动复制工具

- 启动“复制”(Copy)工具。单击“编辑”(Edit)>“复制”(Copy)。
- 右键单击并选取“实体曲面”(Solid Surfaces)。注意所有曲面均被选中。

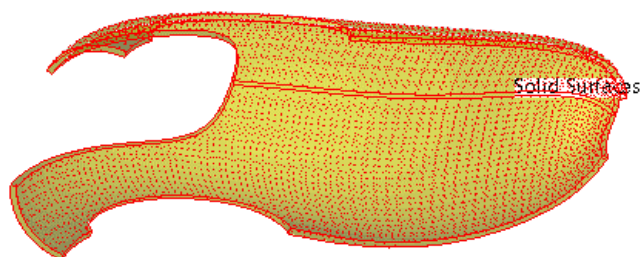


图 4：选取实体曲面

- 若要排除外部曲面，请按住 CTRL 并选取这些曲面。

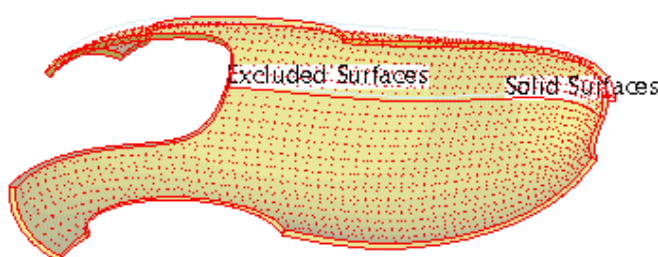


图 6：内侧曲面的复制曲面

- 完成“复制”(Copy) 工具。

#### 注释：

在本练习中，您将在线框模式中发现许多特征。在使用“修剪”和“合并”工具时，更容易在线框模式中工作，因为它提供了几何的简单标识。

### Step 2. 延伸复制曲面的边以创建基础模具形状。

1. 在其本身的窗口中打开 MOLD\_BOTTOM.PRT 模型。模型应显示为下图所示形式。

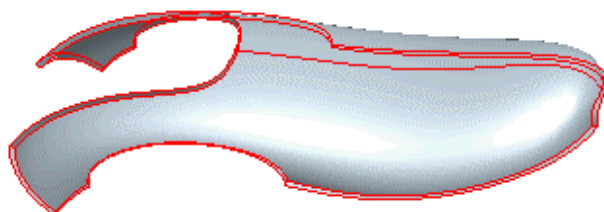


图 8：复制面组

2. 设置“模型树”过滤器以显示隐含对象。
3. 恢复隐含的模具方块曲面。注意，您必须要延伸复制曲面，这样它们才能与模具方块的侧壁相交。

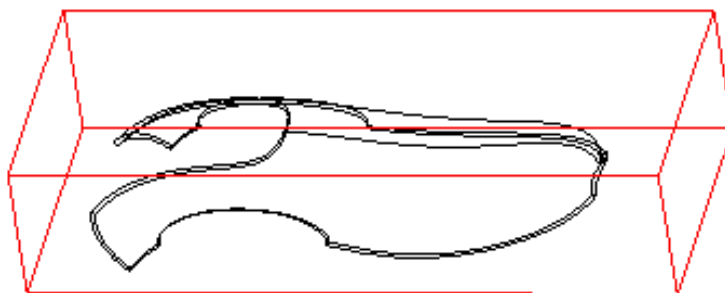


图 10：围绕内侧面组的模具方块

4. 隐藏“模具方块”曲面。

5. 选取下图所示的链。

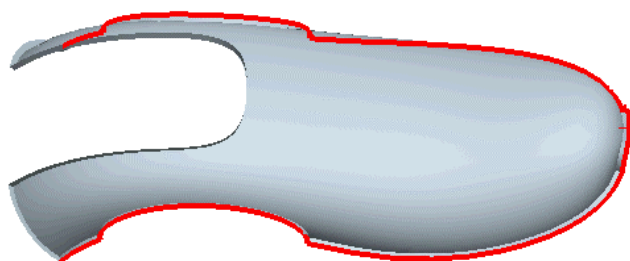


图 12：选取边

6. 单击“编辑”(Edit)>“延伸”(Extend)，再使用“相同”(Same)选项将边延伸 [25]。

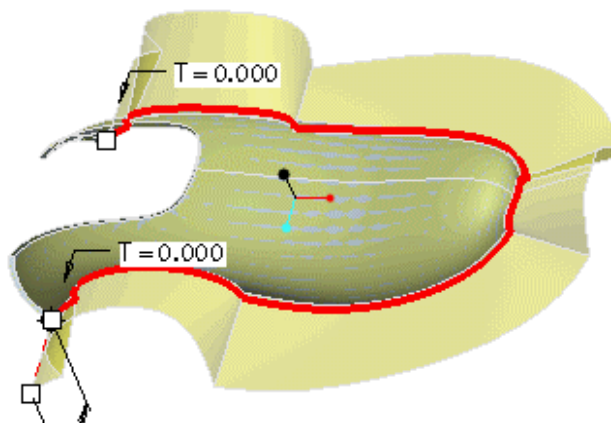


图 14：延伸面组

7. 完成“延伸”(Extend)工具。

**Step 3.** 通过将现有几何一直延伸到某一平面，以继续创建模具分型线。

8. 取消隐藏“模具方块曲面”。

# 9. 延伸曲面。

- 选取下图所示的链。

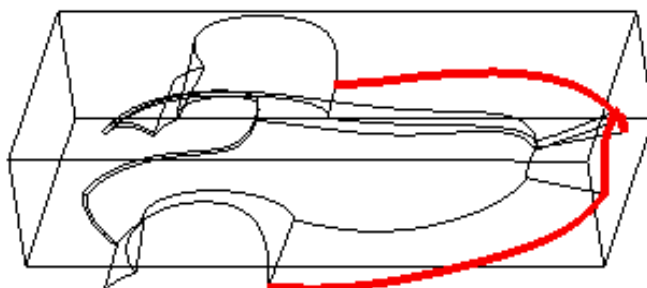


图 16：选取边

- 选取“至平面”(To Plane) 选项。
- 选取下图所示的平面。



图 18：选取平面

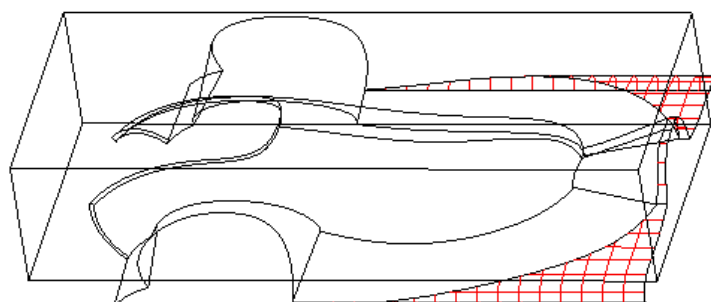


图 20：延伸后的面组

# 10. 延伸另一曲面。

- 选取下图所示的链。

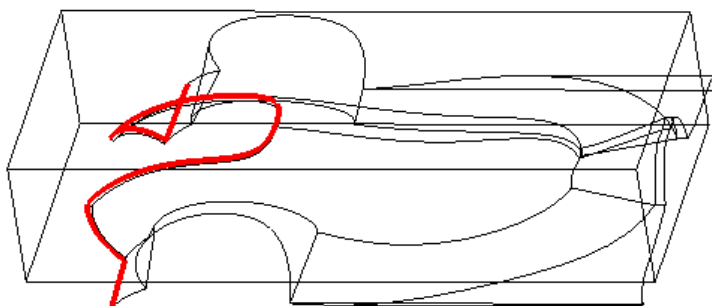


图 22：选取边

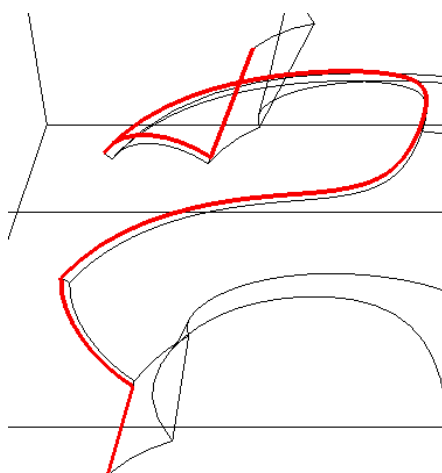


图 24：选定边的放大视图

- 选取“至平面”(To Plane) 选项。
- 选取下图所示的平面。

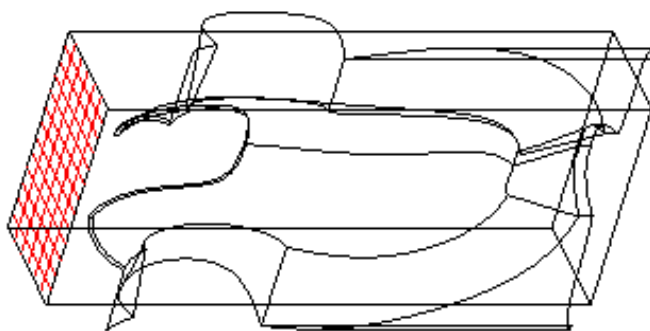


图 26：选取平面

- 完成“延伸”(Extend) 工具。

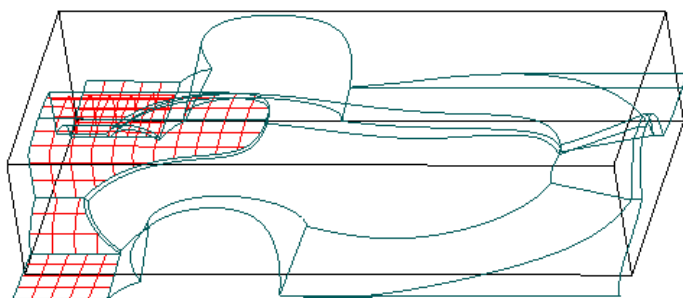


图 28：延伸后的面组

11. 此时模型应如下图所示。

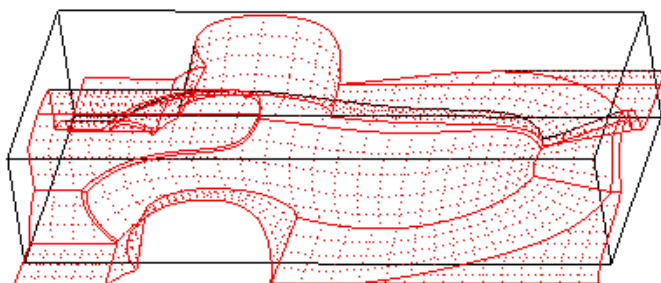


图 30：最终的延伸面组

#### Step 4. 将延伸面组修剪到方块面组内。

12. 要修剪曲面：

- 选取上图所示的延伸面组。
- 单击“编辑”(Edit)>“修剪”(Trim)。
- 选取“模具方块曲面”(Mold Box Surface)作为修剪对象。
- 选取选项“保留修剪曲面”(Keep Trimming Surface)。
- 请务必按下图所示的方向，修剪矩形面组内的面组。

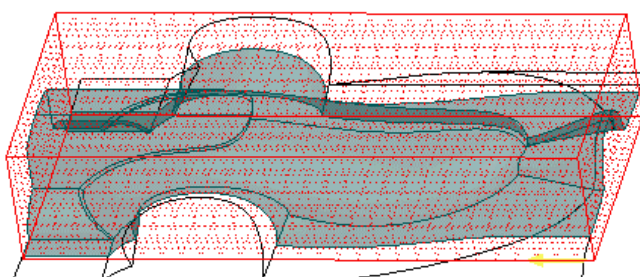


图 32：修剪面组

**13.** 完成“修剪”(Trim)工具。模型应该如下图所示(在线框模式中查看时)。

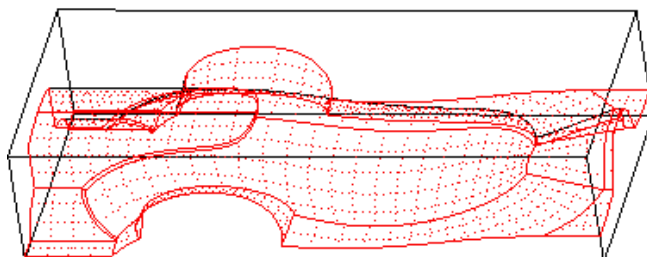


图 34：最终的修剪面组

**Step 5.** 将剩余的面组合并到一起以完成模具的这个半型体。

**14.** 将两个面组合并在一起：

- 选取两个面组。
- 遵循下图所示的方向。

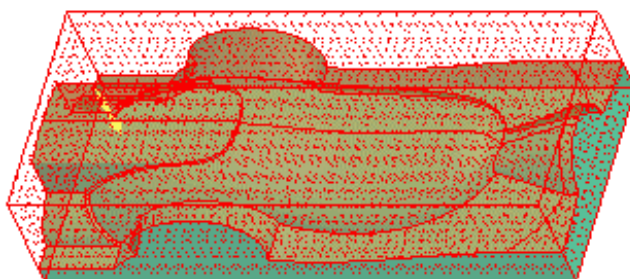


图 36：合并面组

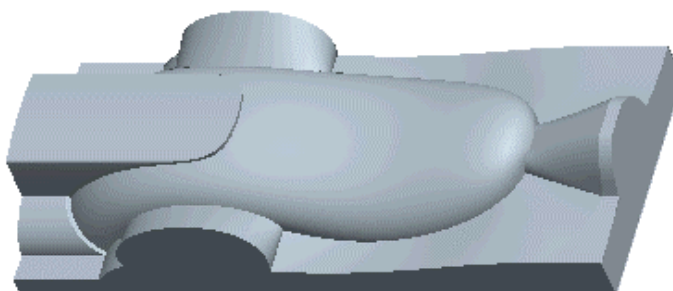


图 38：最终的模具底部

**15.** 保存模型并关闭窗口。

## Step 6. 创建模具顶部的参照。

16. 打开 SHAVER\_UPPER\_BODY\_MOLD.ASM。
17. 隐藏 MOLD\_BOTTOM.PRT 模型。
18. 激活 MOLD\_TOP.PRT。
19. 选取并复制 BODY\_UPPER.PRT 中的曲面，如下图所示。
  - 在 BODY\_UPPER.PRT 上选取一个曲面。
  - 按 CTRL 并选取另一曲面。
  - 单击“编辑”(Edit)>“复制”(Copy)。
  - 完成“复制”(Copy)工具。

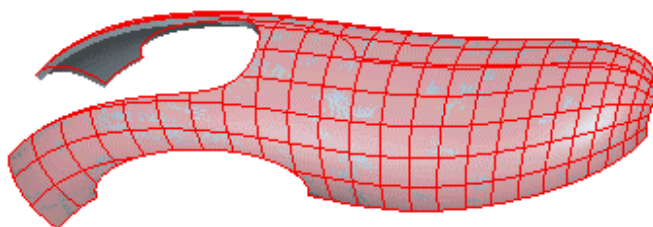


图 40：选取外曲面

20. 隐藏 BODY\_UPPER.PRT。
21. 取消隐藏 MOLD\_BOTTOM.PRT。组件如下图所示。

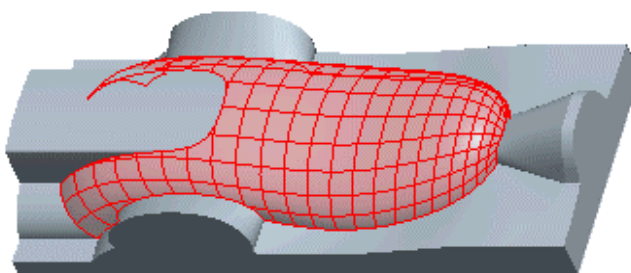


图 42：复制的曲面

22. 在“线框”模式中仔细检查模型。注意，复制曲面的边位于模具底部。

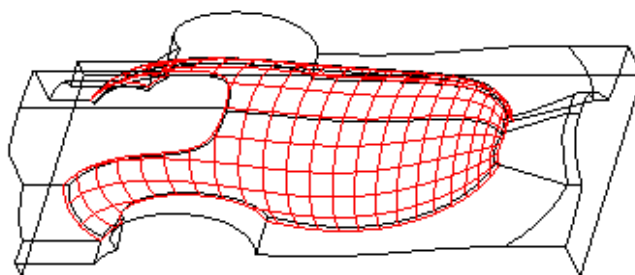


图 44：在线框模式中查看的复制曲面

**23** 使用“种子和边界”(Seed and Boundary)方法从 MOLD\_BOTTOM.PRT 复制曲面。

- 选取下图显示的“种子”曲面。

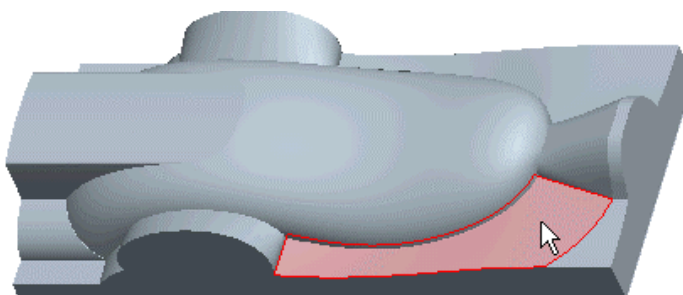


图 46：选取种子曲面

- 单击“编辑”(Edit)>“复制”(Copy)。
- 按 SHIFT 并选取如下图所示的边界曲面。

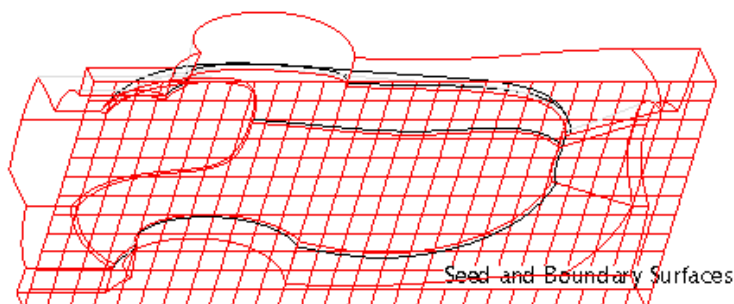


图 48：选取边界曲面

- 完成“复制”(Copy)工具。

#### Step 7. 创建模具的上半部。

**24** 打开 MOLD\_TOP.PRT。注意它有两个复制的曲面 - 剃须刀上部的外面组，及模具底部的面组。

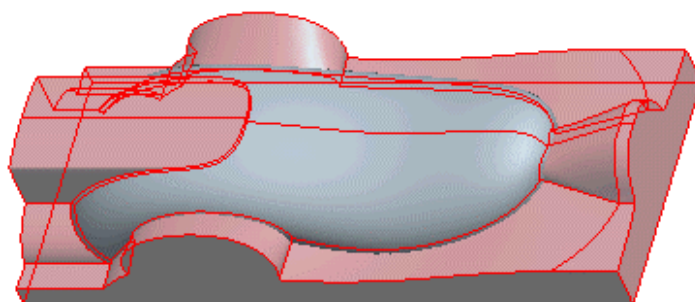


图 50：复制的模具底部面组

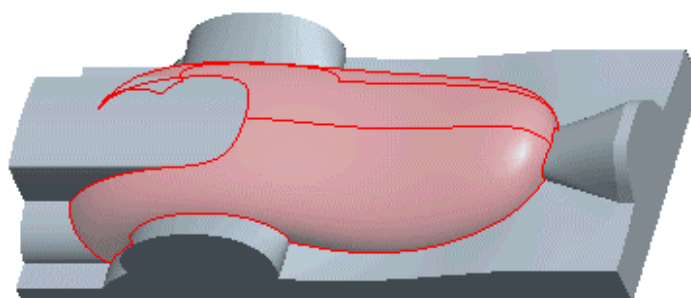


图 52：复制的曲面

**25.** 选取这两个面组，并用下图所示的方向合并它们。

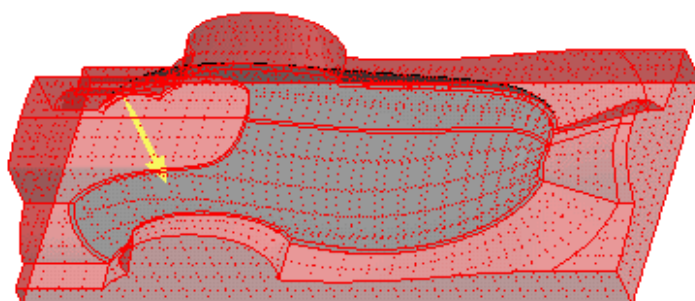


图 54：合并面组

**26.** 取消隐藏“模具方块曲面”。

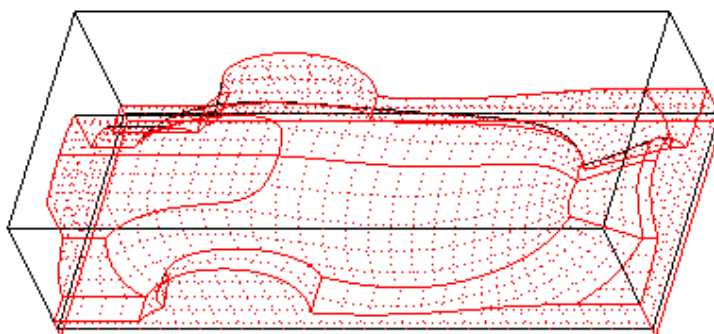


图 56：合并后的面组和模具方块曲面

27. 将这两个面组合并在一起，保留下图所指示的面组部分。

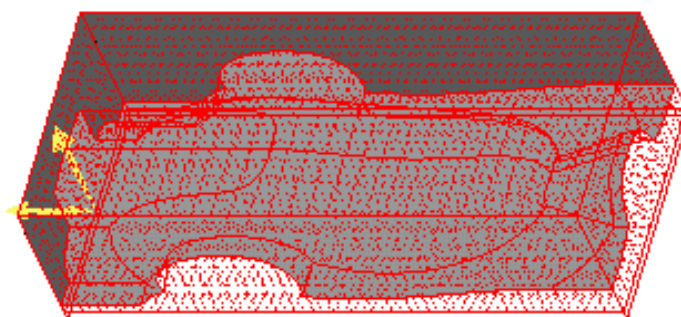


图 58：合并面组

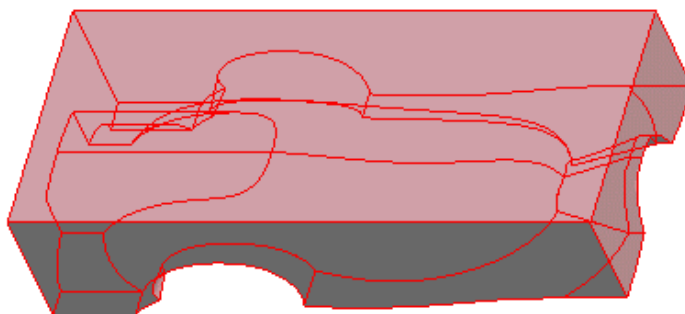


图 60：最终的顶模具

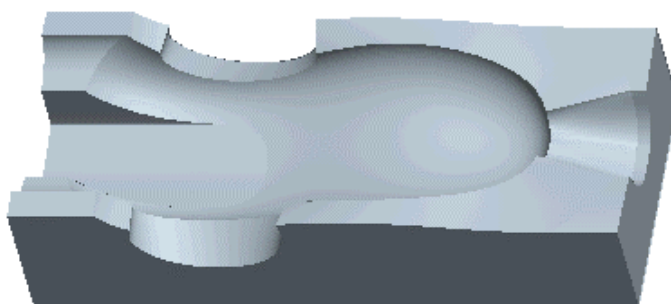


图 62：从其它方向查看时的顶模具

**Step 8. 查看组件并检查完成后的模具设计。**

- 28.** 保存模型，关闭窗口并返回到组件。
- 29.** 取消隐藏 MOLD\_BOTTOM.PRT 中的“模具外科” (Mold Casing)。
- 30.** 分解模型。单击“视图”(View)>“分解”(Explode)>“分解视图”(Explode View)。模型应如下图所示。

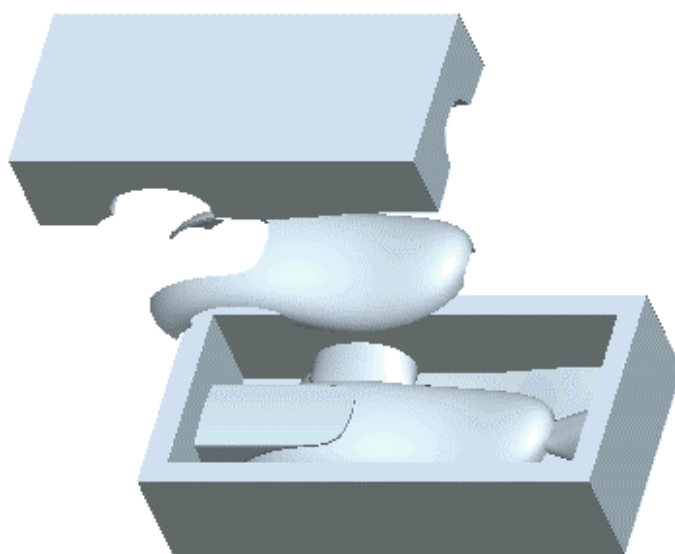


图 64：含剃须刀零件的模具组件

此练习结束

## 练习 2：在剃须刀主体上创建徽标

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 使用“偏移”(Offset) 工具创建凸起细节。



图 66：剃须刀上部主体的徽标

### 假定背景

您将继续开发剃须刀模型的主体。设计小组的图形设计师已经以草图的形式给出了徽标设计的布置略图。您希望将徽标置于上部主体面组上，并将其设计为该面组的 3-D 凸起部分。

**Step 1. 定位及打开剃须刀主体的主曲面模型。**

**31.** 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_12\shaver**。

**32.** 打开 BODY\_MASTER\_LOGO.PRT。

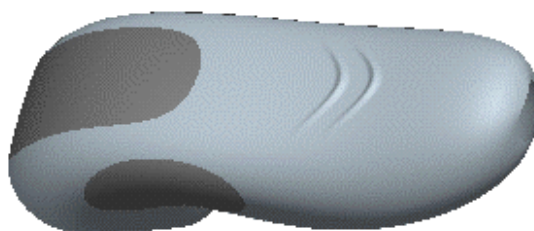


图 68：剃须刀主体

**33.** 遮蔽 LOWER\_BODY 和 TRIMS 层。

**34.** 选取上部主体面组，如下图所示。

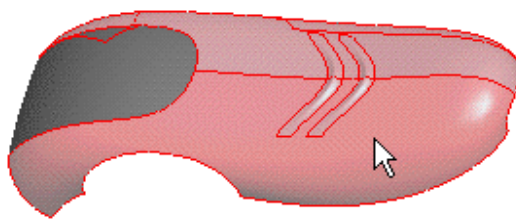


图 70：选取曲面

**35. 启动“偏移”(Offset) 工具。**

- 选取“具有斜度”(With Draft) 选项。
- 在“选项”(Options) 菜单方框中，选取“垂直于草绘”(Normal to Sketch) 来作为“侧面类型”(Side Surface Type)。
- 输入偏移值 [2.0]。
- 输入“拔模”角度 [5.0]。

**36. 要草绘徽标，请启动“草绘”(Sketching) 工具。**

- 选取 DTM2 作为草绘平面。
- 选取 DTM1 基准平面用于底部定向。
- 单击“草绘”(Sketch)>“来自文件的数据”(Data from File)。选取 LOGO.SEC。

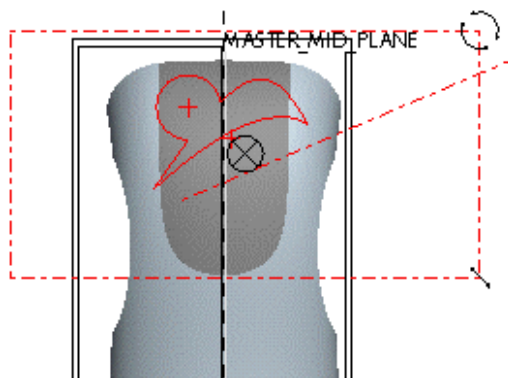


图 72：定位草绘

- 确定 MASTER\_MID\_PLANE 上位置点的方位。
- 将其垂直地定位在适当的位置上。
- 将草绘比例设置为 [0.95]。
- 完成草绘。

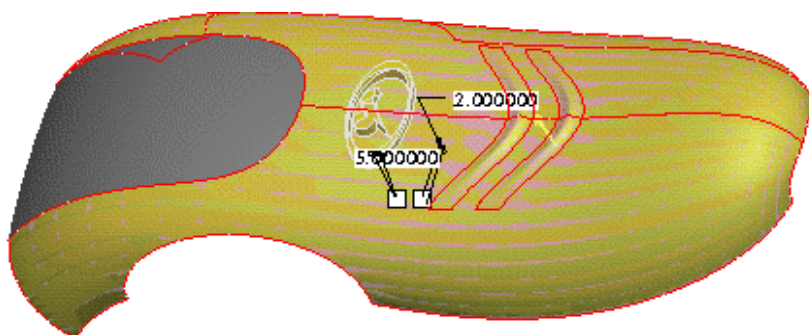


图 74：偏移徽标

37. 完成“偏移”(Offset)工具。

38. 查看创建的曲面。



图 76：具有斜度的徽标

- 旋转模型以查看反向边。注意沉降处，它指示上部主体面组已经过偏移。



图 78：从内部查看的徽标

- 在线框模式中进行检查。注意徽标已与上部主体面组合并。

## Step 2. 修改徽标偏移。

39. 修改徽标。

- 编辑所创建“偏移”曲面的定义。
- 将“偏移”值改为 [0.5]。

- 将“侧面轮廓”(Side Surface Profile) 选项改成“相切”(Tangent)。
- 预览并注意徽标外观的变化。

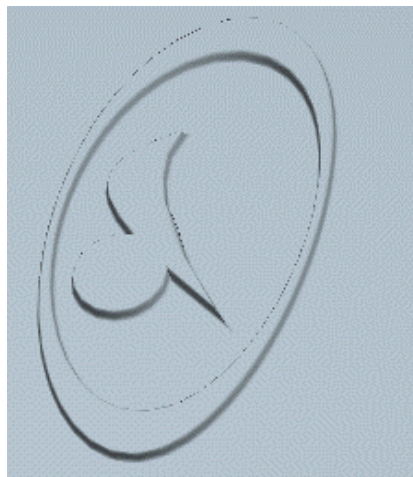


图 80：含相切选项的偏移曲面

- 完成“偏移”(Offset) 工具。

**40.** 保存模型。

此练习结束。

## 练习 3：创建剃须刀的设计变体

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 使用“扭曲”特征修改面组。
- 在概念化阶段中创建快速的设计变体。

### 假定背景

您已经在 Pro/ENGINEER 中设计完成由剃须刀旋转头和主体零件所构成的剃须刀组件。主体是剃须刀整体形状的概念。此零件将被用作参照来创建零件，如上封盖、下封盖和切边。对主体中概念性曲面所做的任何改变，都会驱动稍后所创建的参照零件。在评估数字模型的形状后，您意识到需要进行一些相应更改。您必须要进行更改以便更适用于人体工程学的手柄，并定位剃须刀旋转头以保证较好的接触以及更舒适的位置。为了创建新概念，您可能要在整体上对整个模型进行修改。

**Step 3. 定位及打开剃须刀主体的主曲面模型。**

41. 将工作目录设置为  
C:\users\student\surfacing\_330\module\_12\shaver\_design\_variation。
42. 打开 SHAVER.ASM。



图 82：剃须刀组件

43. 查看组件的元件。
44. 从组件中打开 SHAVER\_BODY\_MASTER\_WARP.PRT。

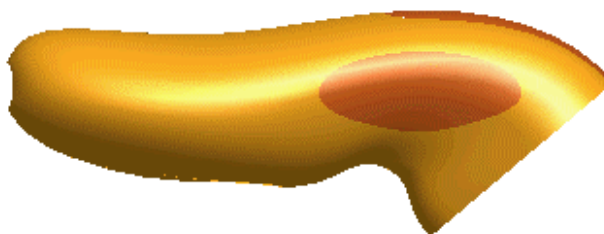


图 84：剃须刀主体

**Step 4. 使用“扭曲”特征增加手柄长度。**

45. 使用“扭曲”特征拉伸主体。

- 单击“插入”(Insert)>“扭曲”(Warp)。
- 选取主体的所有面组。
- 选取缺省坐标系作为参照。
- 选取“拉伸”(Stretch) 工具以应用拉伸。

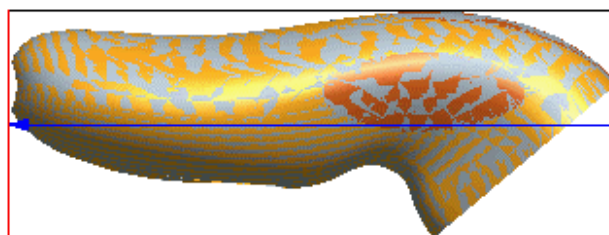


图 86：拉伸比例选取框

46. 使“隐藏原始曲面”(Hide Original Surfaces) 选项处于取消选中状态，以比较几何中的变化。

47. 更改选取框的方向、大小和位置，如下图所示。

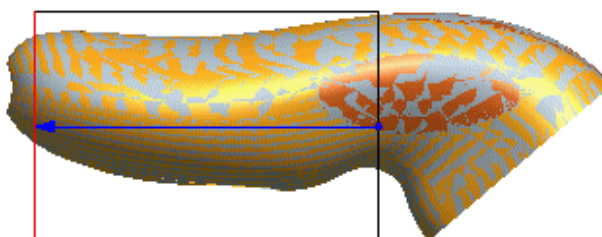


图 88：调整后的拉伸比例选取框

**注释：**

改变选取框大小以更改在其中将拉伸应用到剃须刀主体上的那个区域。

48. 将“拉伸比例参数”(Stretch Scale Parameter) 值设置为 [1.2]。

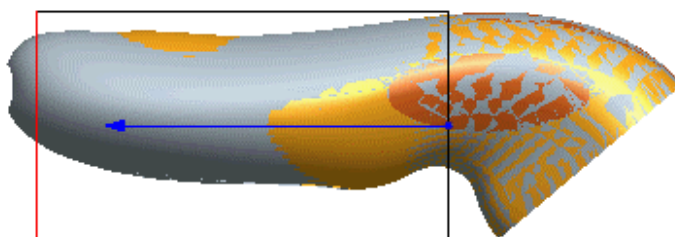


图 90：应用到主体的拉伸

49. 使“输出拉伸比例参数”(Export Stretch Scale Parameter) 选项处于选中状态，以从外部参考该值。

**Step 5.** 接着将折弯添加到剃须刀手柄。

50. 将折弯添加到选定面组。

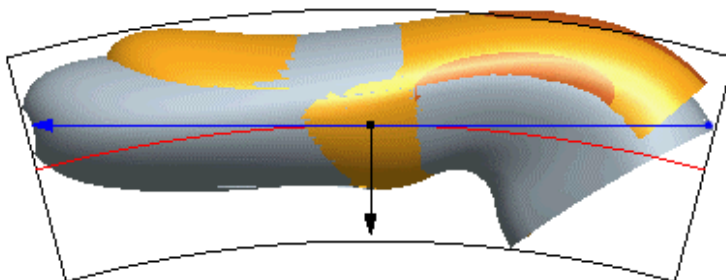


图 92：折弯角度选取框

51. 更改选取框的方向、大小和位置，如下图所示。

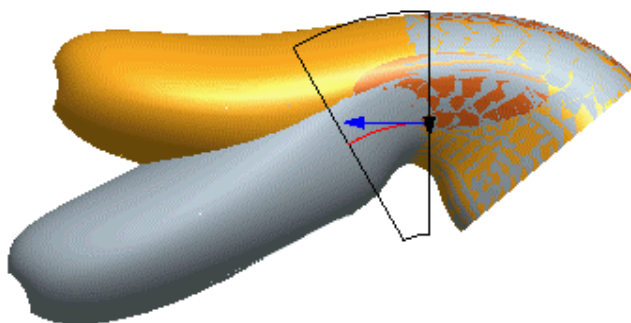


图 94：调整后的折弯角度选取框

**注释：**

改变选取框大小，以更改变在其中将折弯应用到剃须刀主体上的那个区域。

52. 将“折弯角度参数”(Bend Angle Parameter) 值设置为 [15]。

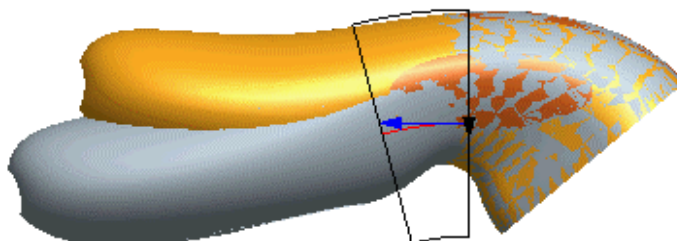


图 96：应用到主体的折弯

53. 使“输出折弯角度参数”(Export Bend Angle Parameter) 选项处于选中状态，以从外部参考该值。

**Step 6.** 接着将扭转添加到剃须刀主体。

54. 将扭转添加到选定面组。

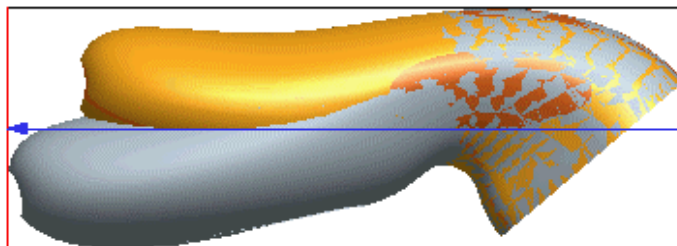


图 98：扭转角度选取框

55. 更改选取框的方向、大小和位置，如下图所示。

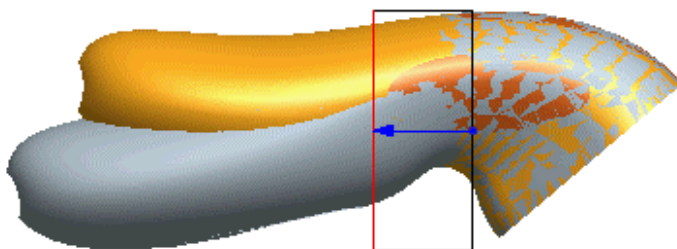


图 100：调整后的扭转角度选取框

**注释：**

改变选取框大小以更改在其中将扭转应用到剃须刀主体上的那个区域。

56. 将“扭转角度参数”(Twist Angle Parameter) 值设置为 [10]。

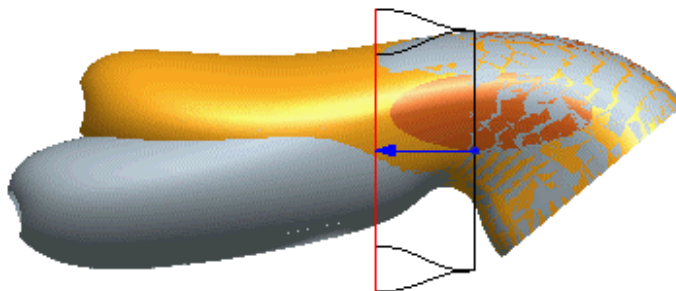


图 102：应用到主体的扭转

57. 使“输出扭转角度参数”(Export Twist Angle Parameter) 选项处于选中状态，以从外部参考该值。

58. 完成“扭曲”(Warp) 工具。

#### Step 7. 创建剃须刀主体的设计变体。

59. 创建带有实例的主体族表。将示例命名为 **CONCEPT1**、**CONCEPT2** 和 **CONCEPT3**。对照实例添加尺寸，如下图所示。

Look In:	SHAVR_BODY_MASTER_WARP_			
Type	Instance Name	d51	d42	d58
	SHAVR_BODY_...	1.20	15.0	10.00
	CONCEPT1	1.00	0.0	0.00
	CONCEPT2	1.20	0.0	10.00
	CONCEPT3	1.20	15.0	0.00

图 104：剃须刀主体的族表

60. 验证实例成功再生。

61. 保存模型。

62. 打开 SHAVR\_BODY\_MASTER.PRT 的一个实例。查看具有形状改变的零件，这些改变被定义为“扭曲”特征。

#### 注释：

当打开“含族表的零件”(Part With Family table) 时，它会给出一个选项用以打开普通零件或零件的任一实例。

#### Step 8. 替换剃须刀组件中的剃须刀主体。

63. 打开 SHAVR.ASM。

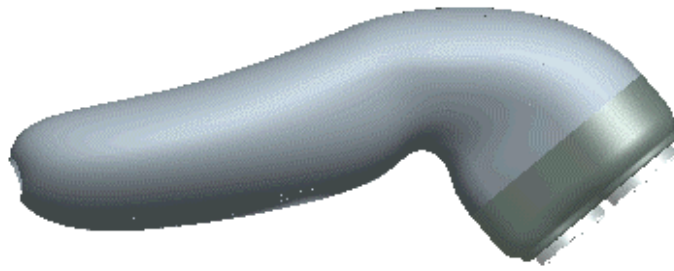


图 106：含修改后剃须刀主体的剃须刀组件

**64.** 使用族表选项，以一个新创建的实例替换 SHAVER\_BODY\_MASTER.PRT。

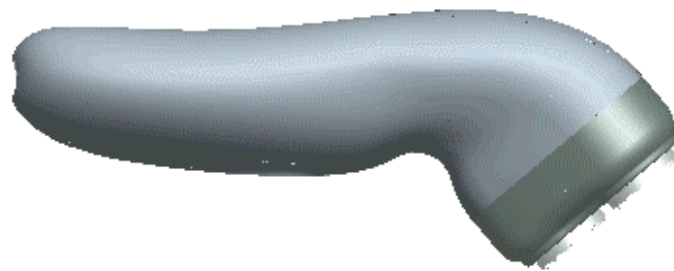


图 108：组件中替换后的剃须刀主零件

此练习结束

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 延伸面组。
- 修剪面组。
- 复制面组。
- 合并面组。
- 偏移面组。
- 转换面组。
- 使用“扭曲”操作面组或整个模型。

## 项目练习第 3 天

### 简介

在本模块中，您将继续构建设计模型来巩固所学到的技能与知识。

### 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 将今日所学的技巧应用到实际设计项目中。

## 模块 13 课堂练习

### 项目 A 练习：向车门内面板添加曲面

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 使用“可变截面扫描”工具定义曲面。
- 修剪曲面。
- 将曲面组合成一个面组。

#### 假定背景

您将继续车门内面板的设计任务。您已构建了零件的基础曲面。您要将曲面合并到一个面组内以进行进一步的细节设计。

#### Step 1. 修剪创建的曲面。

##### 注释：

建议您使用在“项目练习第 2 天”创建并保存在 C:\users\student\surfacing\_300\module\_5 中的零件，继续进行建模。

但是，也可使用 C:\users\student\surfacing\_330\module\_13 中提供的模型开始本练习，该模型将在本阶段完成。

1. 打开 DOOR\_INNER\_PANEL\_RIGHT.PRT。利用投影到已创建曲面上的曲线来修剪这些曲面，如下图所示。修剪后的曲面是车门内面板的不同层面。在修剪曲面后，零件的几何会变清晰。

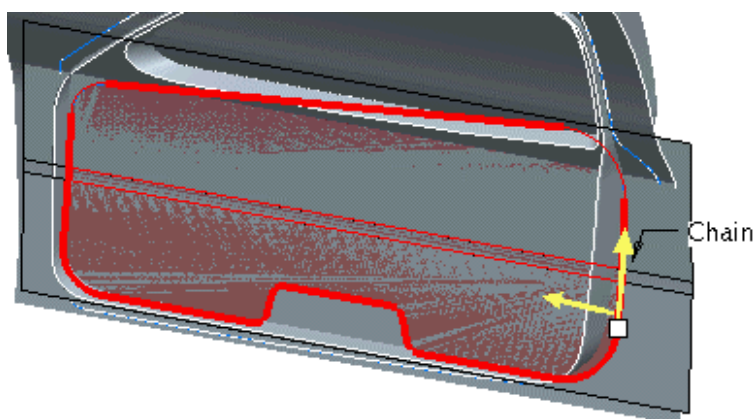


图 2：修剪后的曲面

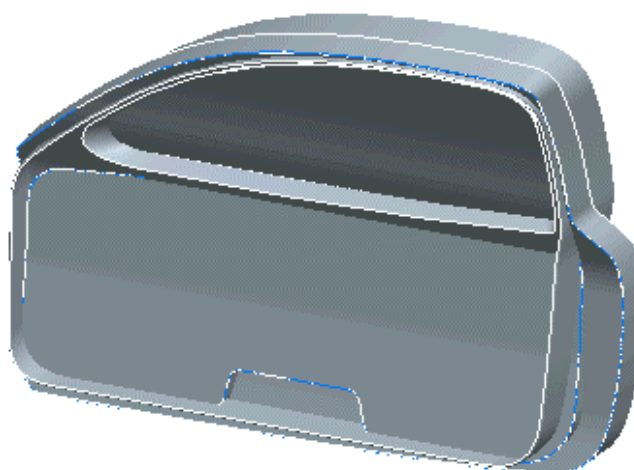


图 4：生成的曲面

## Step 2. 创建锁曲面。

1. 使用为锁复制的基准平面作为参照，创建一个平整曲面，如下图所示。这将成为锁区域的顶曲面。

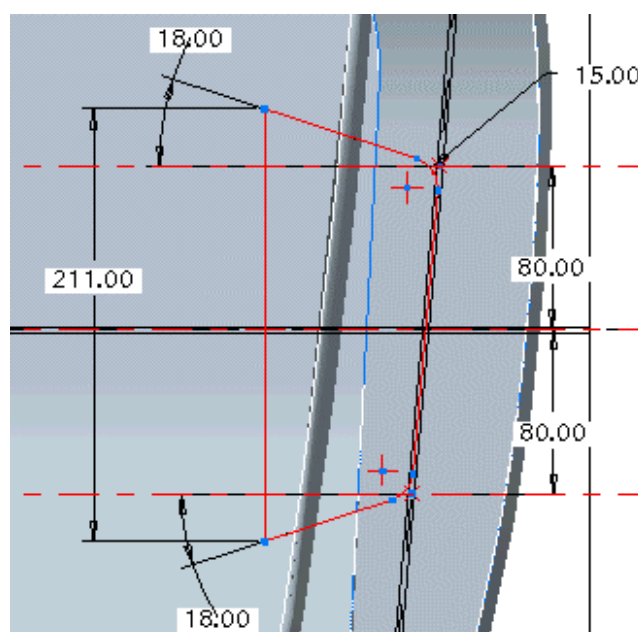


图 6：锁区域的平整曲面

2. 您早先已使用“可变截面扫描”方法创建了侧曲面。类似地，请创建锁的侧曲面，如下图所示。

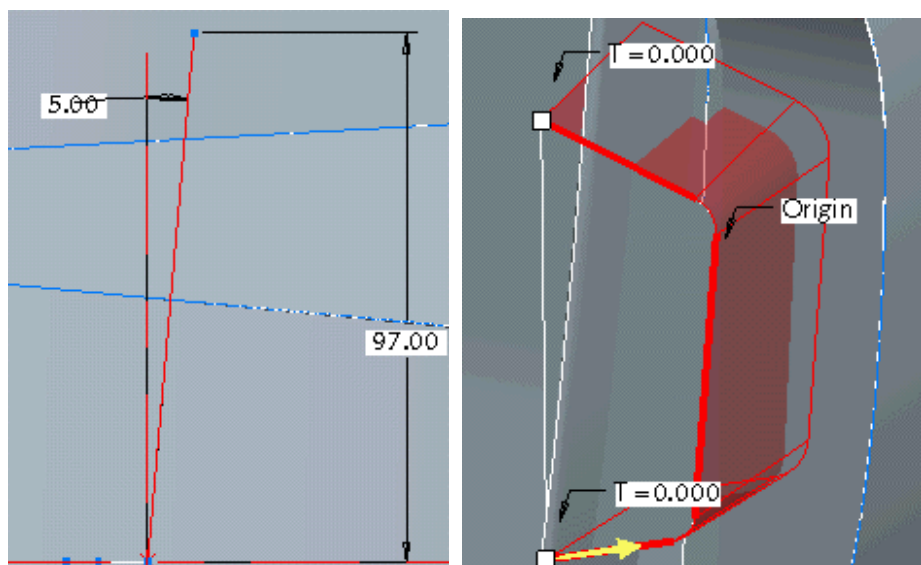


图 8：锁的扫描曲面

**Step 3. 合并曲面并将锐边角化。**

3. 如下图所示合并曲面，并沿合并后的边添加一个 [8.0] 的圆角。

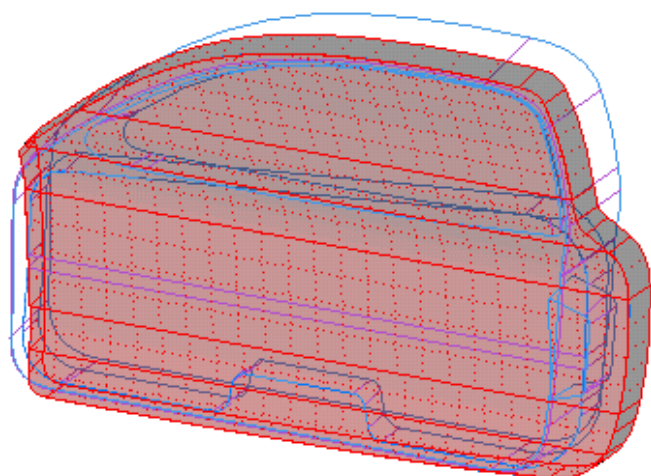


图 10：合并后的曲面

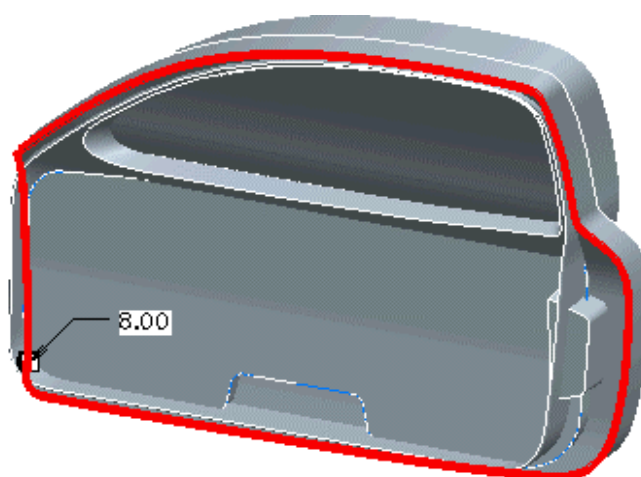


图 12：圆角化后的边

4. 类似地，合并创建的锁曲面。

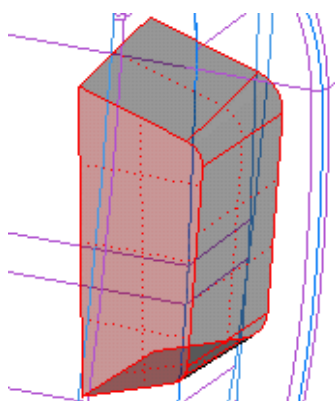


图 14：合并后的曲面

5. 类似地，如下图所示合并曲面，并以一个 [12.0] 的圆角来倒圆角合并后的边。

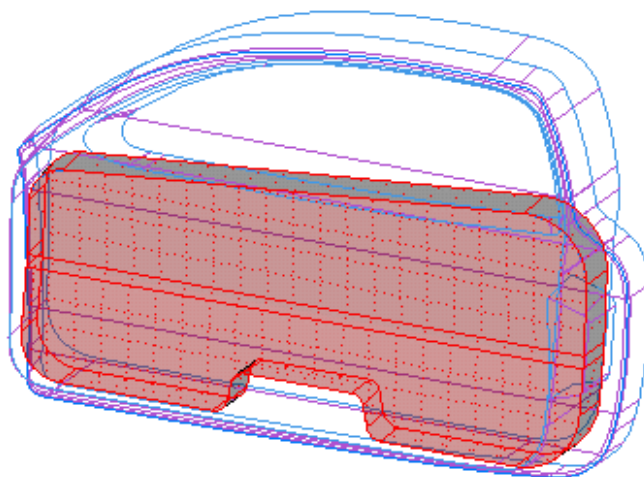


图 16：合并后的曲面

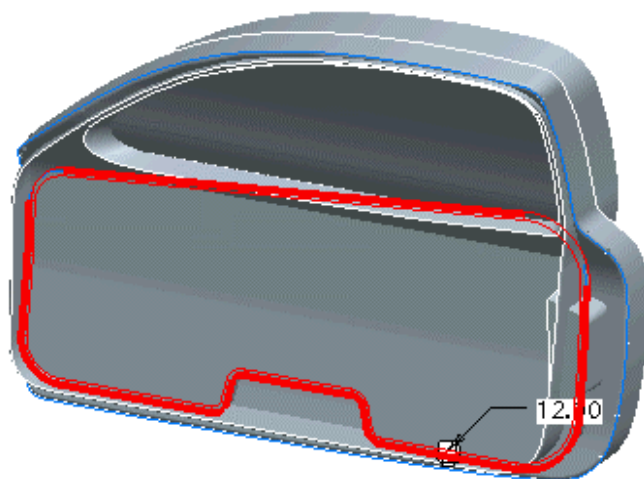


图 18：倒圆角后的边

6. 类似地，合并另一组面组，定义车窗区域，如下图所示，并以一个 **[10.0]** 的圆角将边圆角化。注意边上倒圆角的不均匀过渡。稍后将添加细节来改进此过渡。

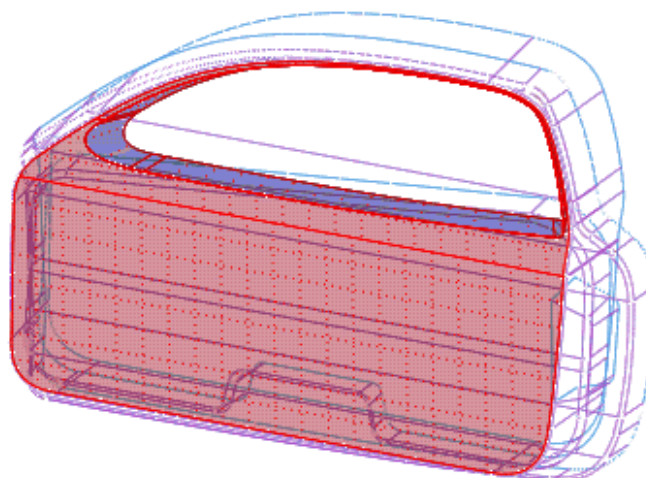


图 20：合并后的面组

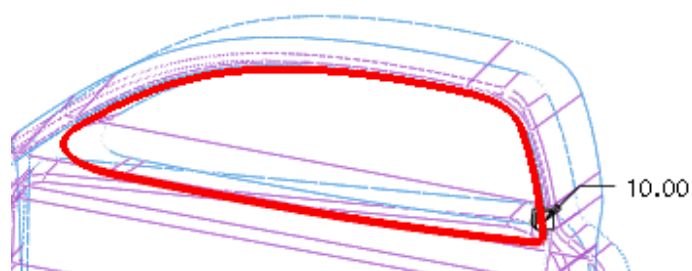


图 22：倒圆角后的边

7. 将定义装饰面板形状的曲线投影到修剪后的闭合线面组上。您将使用这条投影曲线来定义两部分之间的匹配区域。

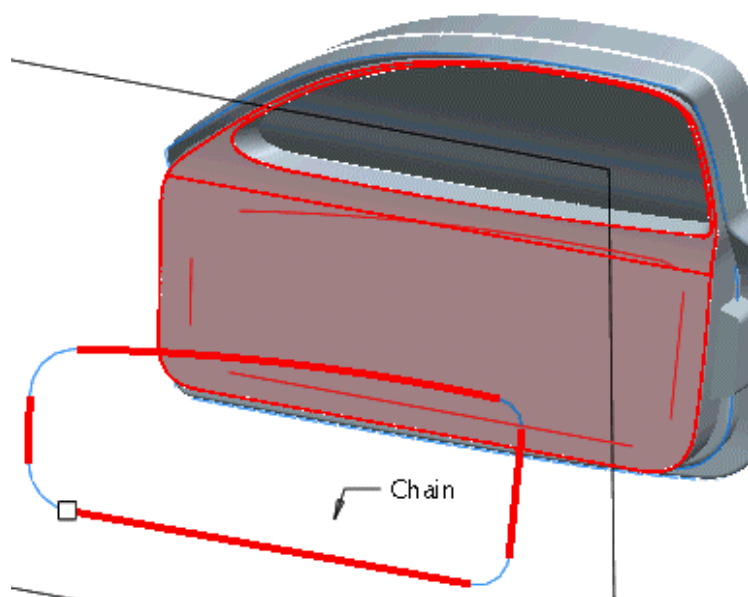


图 24：投影的曲线

**8** 保存并拭除模型。

此练习结束。

## 项目 B 练习：向车门装饰面板添加曲面

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 创建边界曲面。
- 使用曲面工具创建设计细节。
- 将曲面合并成一个面组。

### 假定背景

您将继续车门装饰面板零件的设计任务。您已经为装饰面板造型曲面创建曲线。您将使用这些曲线创建面板曲面。您要添加一个造型化沉降，以作为零件上的设计特征。

#### Step 1. 创建装饰面板的造型曲面。

##### 注释：

建议您使用在“项目练习第 2 天”创建并保存在 C:\users\student\surfacing\_300\module\_5 中的零件，继续进行建模。

但是，也可使用 C:\users\student\surfacing\_330\module\_13 中提供的模型开始本练习，该模型将在本阶段完成。

9. 打开 DOOR\_TRIM\_PANEL\_RIGHT.PRT。您早先已使用“造型”特征创建了曲线，此特征定义装饰面板曲面的轮廓。使用这些曲线创建一个造型曲面，如下图所示。将该曲面添加到同一“造型”特征中。

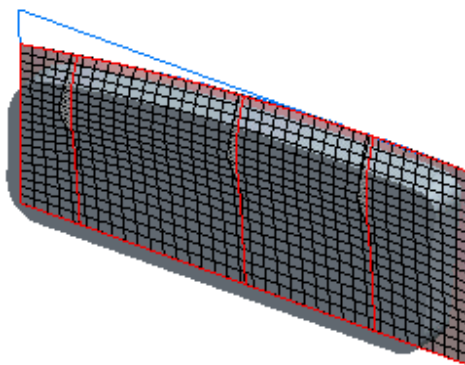


图 26：含内部曲线的造型曲面

10. 合并面组，如下图所示。生成的面组是装饰面板的基础曲面。

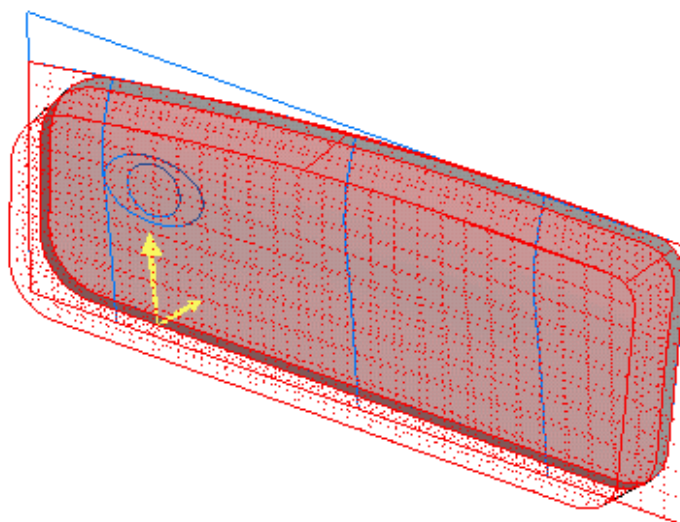


图 28：装饰面板的合并面组

11. 使用圆角 [15.0] 对锐边倒圆角。

**Step 2.** 在零件上创建造型化沉降。

12. 如下图所示在曲面上创建曲线，并使用曲率图完善曲线轮廓。

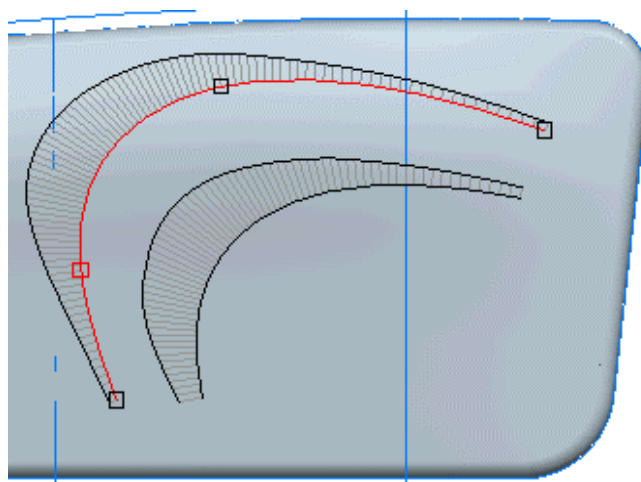


图 30：造型曲线

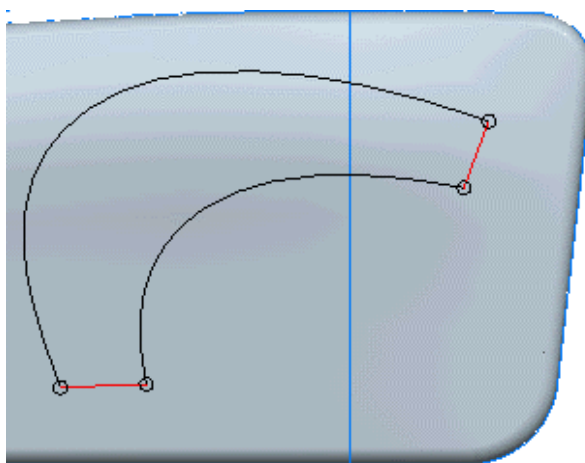


图 32：造型曲线

**13.** 使用这些曲线修剪曲面，如下图所示。

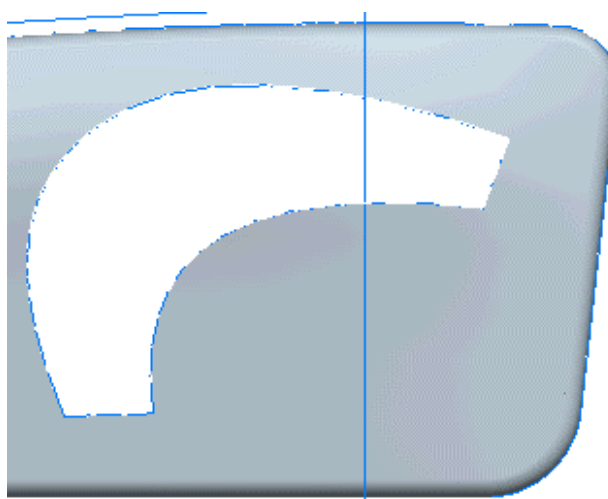


图 34：裁剪后的曲面

**14.** 横跨修剪边来创建曲线，如下图所示。这些曲线定义要创建曲面的轮廓。向位于这些曲线两端的邻接曲面添加相切特征。使用曲率图完善曲线的形状。

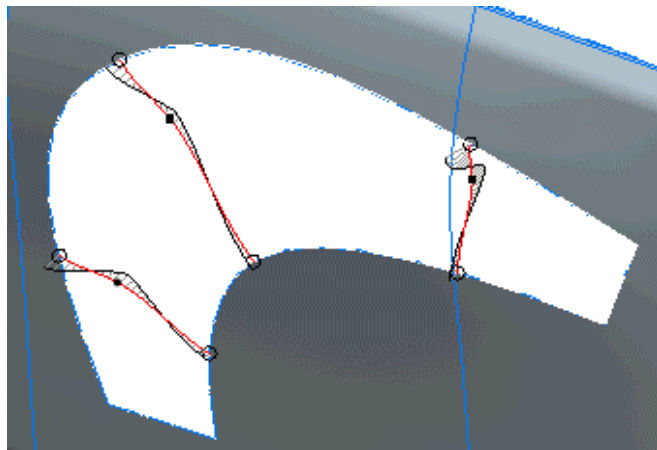


图 36：内部曲线

15. 将修剪边用作边界，并将刚刚创建的曲线用作内部曲线，创建一个曲面。

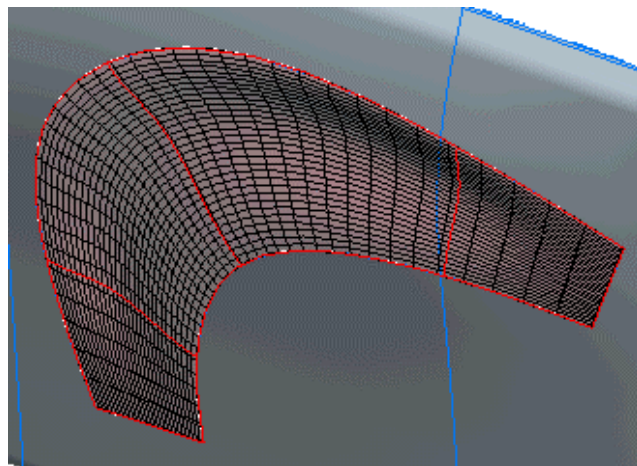


图 38：沉降处的造型曲面

16. 合并面组，如下图所示。

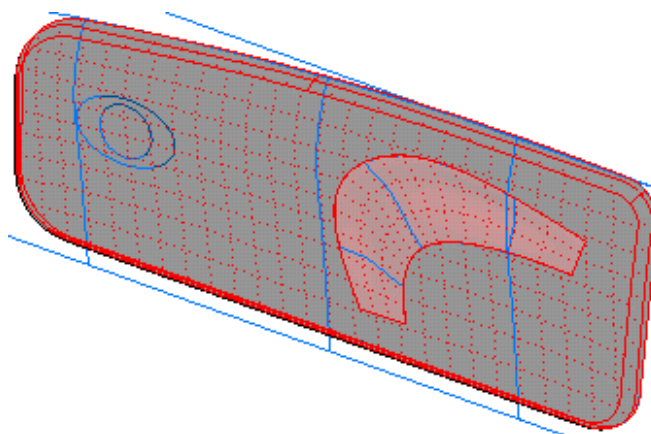


图 40：合并后的面组

**17. 保存并拭除模型。**

此练习结束

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 将今日所学的技巧应用到实际设计项目中。

# 使用面组重定义实体模型

## 简介

在实体建模环境中，您使用“曲面”特征创建复杂的形状（这是使用“实体”特征所无法完成的），然后使用面组来操作实体。

您可以使用面组修改实体曲面或使用它们来切割实体。

此外，在标准的实体倒圆角和倒角未提供满意结果的复杂情况下，就需要使用曲面来创建圆角。

## 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 用面组替换实体曲面。
- 用面组修补实体曲面。
- 使用面组创建切割。
- 描述“替换”、“修补”和“切割”工具之间的区别。
- 将倒圆角和倒角创建为曲面而非实体。

## 模块 14 课堂练习

### 练习 1：创建剃须刀旋转头封盖

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 通过用面组替换实体曲面以修改实体的形状。
- 通过用面组修补实体曲面以修改实体的形状。

#### 假定背景

您将继续设计剃须刀。您要设计剃刀旋转头的封盖。使用参照，您已经开发出基础实体，并且要通过使其具有令人满意的审美价值来完善形状。此外，您也要在封盖上提供一个凹槽，用于轻松地取下封盖。

#### Step 1. 检索模型并查看可用几何。

1. 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_14\shaver**。
2. 打开 COVER.PRT。



图 2：透明材料中的基础模型

3. 在“模型显示”(Model Display)对话框中关闭颜色的显示。单击“视图”(View)>“显示设置”(Display Settings)>“模型显示”(Model Display)。清除“颜色”(Colors)复选框。

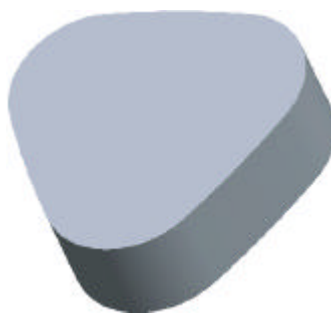


图 4：基础模型

4. 设置“模型树”过滤器以显示隐含对象。注意有四个隐含特征和一个隐含的组。
5. 要查看开盖槽几何，请恢复所有隐含的对象。注意模型上出现的开盖槽曲面。
6. 使用截面查看模型。激活保存的截面“中点”(Middle)。请注意，实体定义封盖的基础形状，且开盖槽为曲面几何。

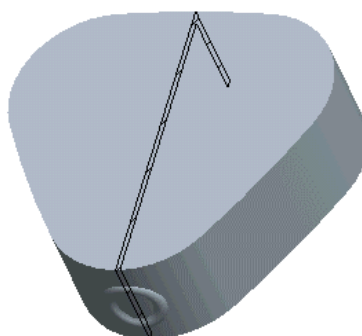


图 6：查看基础模型几何

---

**Step 2. 替换封盖的内侧曲面。**

---

7. 取消隐藏“曲面”特征 INSIDE\_SURF。



图 8：内侧曲面的替换面组

8. 在开盖槽几何前插入“替换”特征。在“模型树”中，拖动光标“在此插入”(Insert Here)并将其置于 THUMB\_IMP\_PROFILE 之上。
9. 选取模型内侧上的实体曲面，如下图所示。

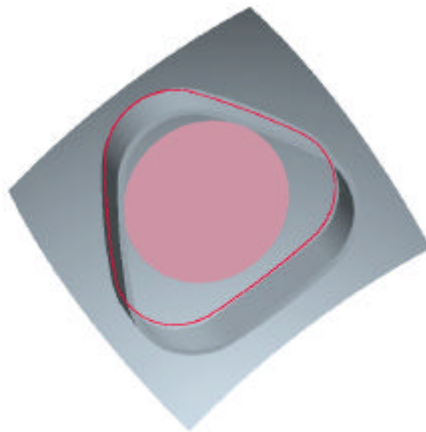


图 10：选取实体曲面

10. 要替换曲面，请启动“偏移”(Offset)工具。
  - 将偏移选项设置为“替换”(Replace)。
  - 选取下图中所示的曲面（在上一步骤中所取消隐藏的同一个曲面）。

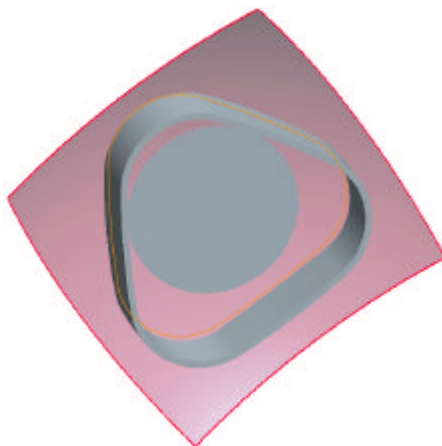


图 12：选取替换面组

- 完成“偏移”(Offset)工具。模型如下图所示。

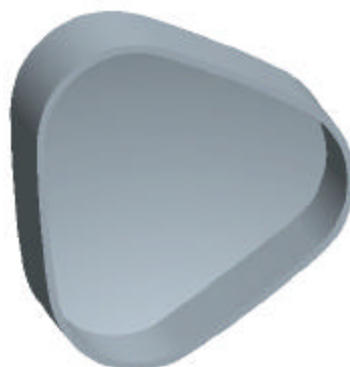


图 14：替换的内侧曲面

- 使用截面查看模型。激活保存的截面“中点”(Middle)。

---

**Step 3. 替换封盖的外侧曲面。**

---

11. 取消隐藏曲面特征 OUTSIDE\_SURF。
12. 选取模型内侧上的实体曲面，如下图所示。

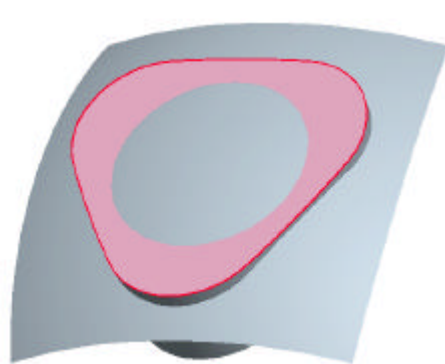


图 16：选取外部实体曲面

13. 要替换曲面，请启动“偏移”(Offset)工具。
  - 将偏移选项设置为“替换”(Replace)。
  - 选取下图中的曲面（在上一步骤中所取消隐藏的同个曲面）。

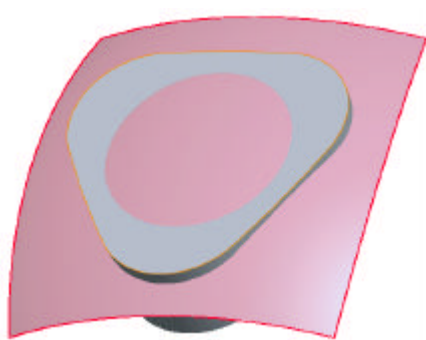


图 18：选取替换面组

- 完成“偏移” (Offset) 工具。模型如下图所示。

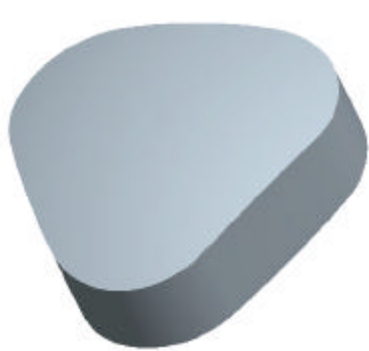


图 20：替换的外侧曲面

- 使用截面查看模型。激活保存的截面“中点” (Middle)。

#### Step 4. 将倒圆角添加到内部和外部顶边。

- 14 将 [6.0] 的倒圆角添加到链中，如下图所示。

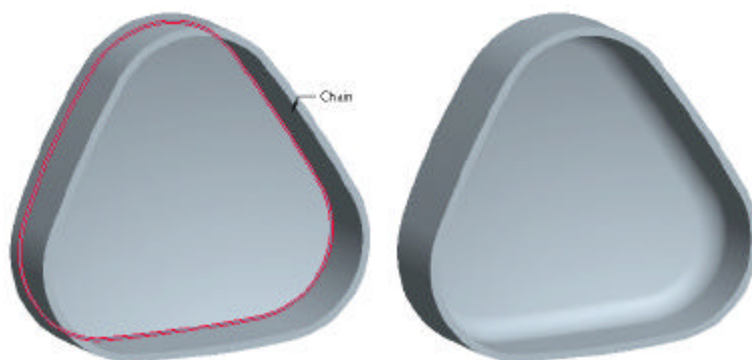


图 22：在内部边上创建倒圆角

- 15 将 [7.5] 的倒圆角添加到链中，如下图所示。

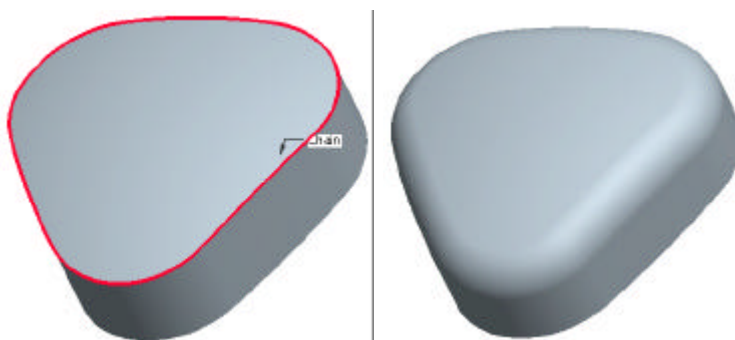


图 24：在外部边上创建倒圆角

### Step 5. 向封盖添加开盖槽。

**16.** 恢复所有特征。 请注意，定义开盖槽的曲面已经过修改以便同新的形状匹配。



图 26：开盖槽几何

**17.** 要将开盖槽面组添加到实体模型：

- 选取开盖槽面组，如上图所示。
- 启动“实体化” (Solidify) 工具。 注意操控板会自动缺省转至“修补” (Patch) 工具。
- 选取如下图所示的修补方向。

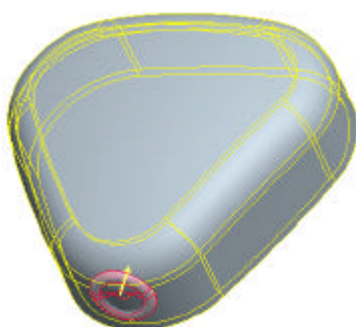


图 28：选取修补方向

- 完成“实体化” (Solidify) 工具。

- 18** 查看最终的几何。 查看横截面。 注意“修补”特征已在一些位置添加了材料，并在另一些位置去除材料。

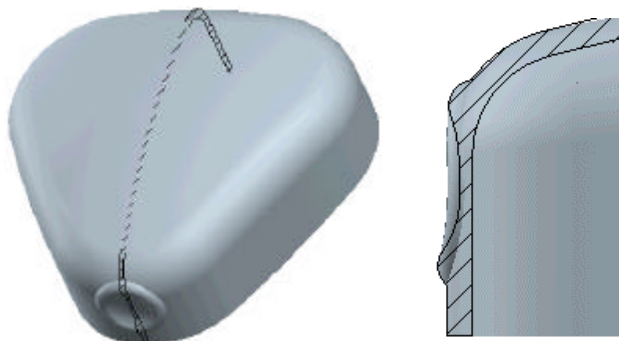


图 30：查看修改后的实体几何

- 19** 在“模型显示”(Model Display) 对话框中打开颜色的显示。



图 32：完成后的封盖

- 20** 保存模型并关闭窗口。

**Step 6.** 要查看最终的封盖，请检索剃须刀旋转头组件。

- 21.** 打开 SHAVER\_HEAD.ASM 模型查看处于最终位置上的 COVER.PRT。



图 34：旋转头组件中的封盖

**22.** 关闭窗口。

此练习结束

## 练习 2：创建剃须刀旋转头封盖的简单模具

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 使用面组切割实体。

### 假定背景

您将继续开发剃须刀模型。您的任务是要创建一个已经完成设计的剃须刀旋转头封盖的简单模具。您将使用剃须刀旋转头封盖两侧的复制曲面，开始设计模具的顶部和底部。



图 36：完成后的模具

---

**Step 1.** 使用复制几何创建模具的底部。

---

**23** 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_14\shaver**。

**24** 打开 COVER\_MOLD\_BASE.PRT 模型。



图 38：模具基体

**25. 使用线框模式查看模型：**

- 注意复制的面组已嵌入模具方块内。
- 注意该面组的顶边与 COVER\_MOLD\_BASE.PRT 模型的顶部曲面重合。
- 它是一个开放面组。

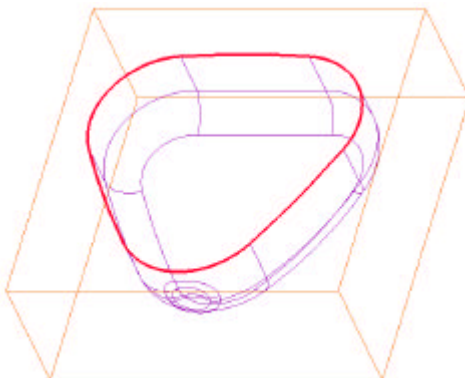


图 40：模具基体内部的复制面组

**26. 要切割实体几何：**

- 选取面组。
- 启动“实体化”(Solidify) 工具。
- 选取“去除材料”(Remove Material) 工具。
- 选取如下图所示的切割方向。

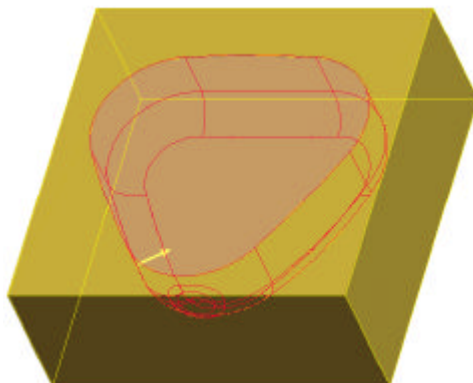


图 42：切割模具基体

- 退出“实体化”(Solidify)工具。模型应如下图所示。



图 44：最终的模具基体

**27.** 保存模型并关闭窗口。

**注释：**

您将注意到开盖槽部分为一底切。要解决此问题，就需要您在模具中创建移动插件。然而，本练习的目的不是要创建复杂模具，而是让您专注于在设计模具时所要完成的典型任务。

**Step 2.** 使用复制几何创建模具的顶端部分。

**28.** 打开 COVER\_MOLD\_TOP.PRT。

**29.** 使用线框模式查看模型：

- 注意复制的面组已嵌入模具方块内。
- 注意该面组的顶边与 COVER\_MOLD\_TOP.PRT 模型的顶部曲面重合。
- 它是一个开放面组。

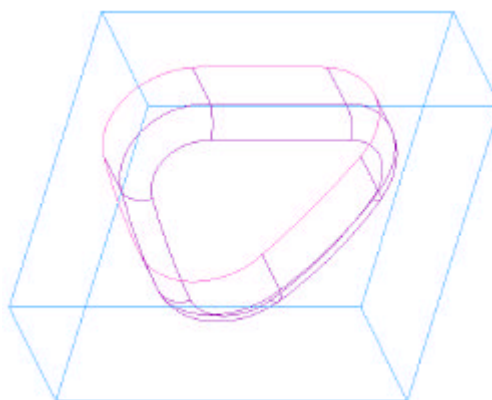


图 46：模具内部的复制面组

**30. 要切割实体几何：**

- 选取面组。
- 启动“实体化”(Solidify) 工具。
- 选取“去除材料”(Remove Material) 工具。
- 选取如下图所示的切割方向。

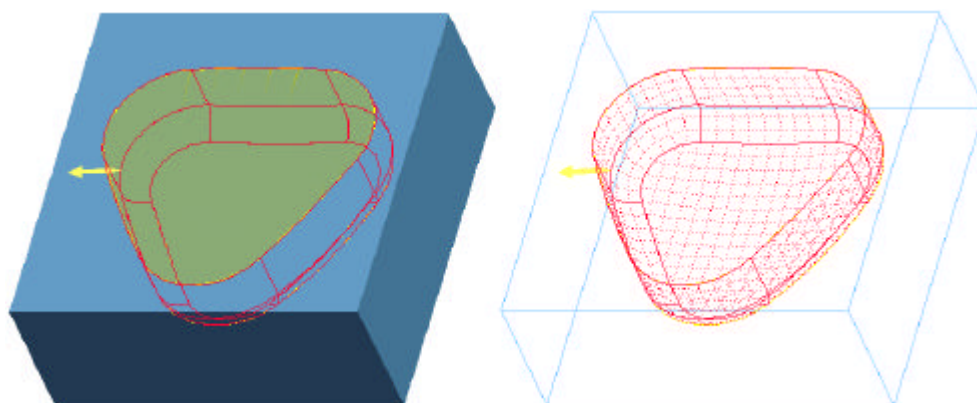


图 48：选取特征方向

- 退出“实体化”(Solidify) 工具。模型应如下图所示。



图 50：完成后的顶端

**31.** 保存模型并关闭窗口。

---

**Step 3.** 打开模具组件以检测完成的模具。

---

**32.** 打开 COVER\_MOLD.ASM 组件。 根据需要分解和取消分解模型，以检测完成后的组件。

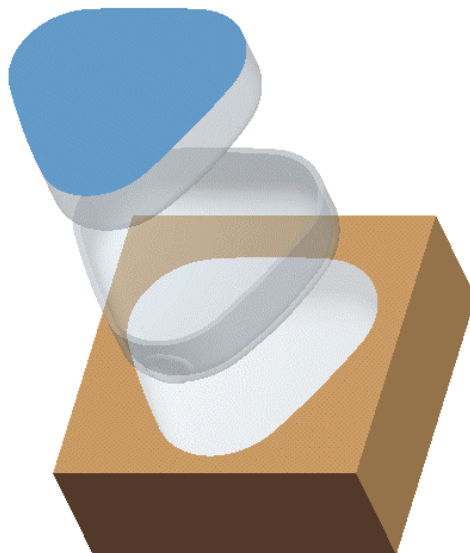


图 52：完成后的模具组件

**33.** 保存并拭除模型。

此练习结束。

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 用面组替换实体曲面。
- 用面组修补实体曲面。
- 使用面组创建切割。
- 描述“替换”、“修补”和“切割”工具之间的区别。
- 将倒圆角和倒角创建为曲面而非实体。

# 评估曲面模型

## 简介

创建具有高质量曲面的模型，要求经常性地使用不同的分析工具检查曲线和曲面质量。

要创建从审美角度考察令人满意的曲面模型，您就需要用不同的分析工具评估模型特征。

要自面组创建实体零件，需要确保面组加厚至所需厚度。

还需确保外壳的加厚面组不会干扰内部元件。

## 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 定义评估曲面模型的需求。
- 评估及提高曲面质量。
- 评估及修改曲面模型的形状。
- 评估加厚曲面模型的适合性。
- 评估曲面模型正式生产的适合性。
- 评估曲面模型以避免干扰。

## 模块 15 课堂练习

### 练习 1：评估剃须刀主体曲面的质量

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 评估曲面的质量。
- 修改曲面来提高质量。

#### 假定背景

您将继续开发剃须刀模型。为了创建光滑及高质量的曲面模型，您将使用各种分析工具评估模型质量。

#### Step 1. 直观地检测曲面质量。

1. 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_15\shaver**。
2. 打开 **BODY\_MASTER.PRT**。
3. 检查曲面模型。注意所显示的曲面很光滑，没有任何明显的变形。

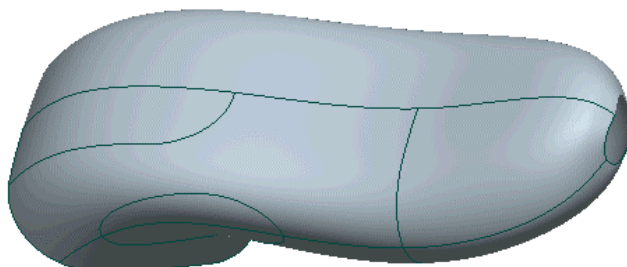


图 2：剃须刀曲面模型

#### Step 2. 使用“双向曲率”工具检查曲面质量。

4. 开始分析剃须刀主体上部曲面。
  - 启动“曲面分析” (Surface Analysis) 工具。单击“分析” (Analysis)> “曲面分析” (Surface Analysis)。
  - 在“类型” (Type) 下选取“双向曲率” (Porcupine)。
  - 逐个选取“上部主体”的曲面。

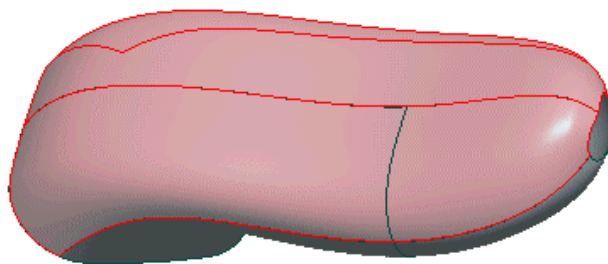


图 4：选取上部主体曲面

- 单击“计算”(Compute)。注意，缺省显示很杂乱。

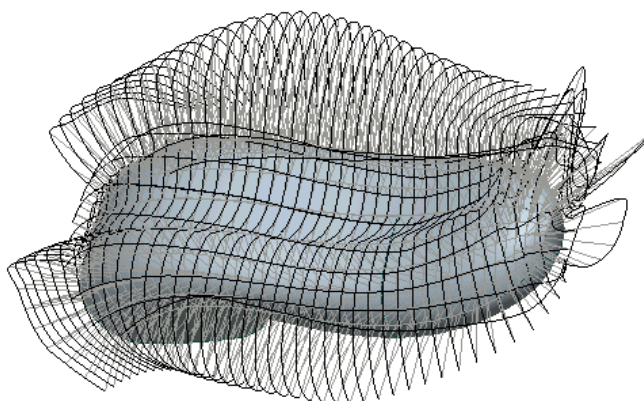


图 6：双向曲率显示

5. 更改双向曲率显示，仅查看第一方向的图形。

- 展开“计算设置”(Computation Settings)。
- 选中“动态更新”(Dynamic Update) 方框。
- 在“间距”(Spacing) 下，将“第二方向”(2nd Direction) 滑块拖到最左边，并将“第一方向”(1st Direction) 滑块向左拖，以使显示如下图所示。

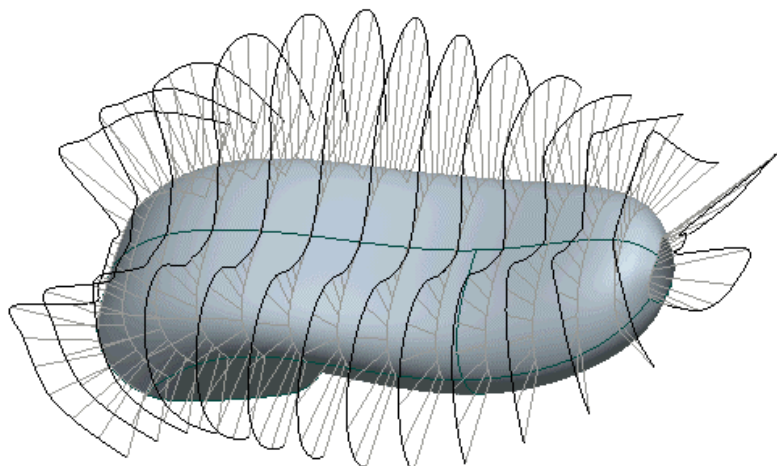


图 8：双向曲率显示

6. 旋转模型并查看图形。 注意曲面图形不光滑。
7. 将分析另存为 **PORCUPINE\_1**。
8. 关闭已保存分析的显示。
9. 更改双向曲率显示，仅查看第二方向的图形。 在“间距” (Spacing) 下，将“第一方向” (**1st Direction**) 滑块拖到最左边，并将“第二方向” (**2nd Direction**) 滑块向左拖，以使显示如下图所示。

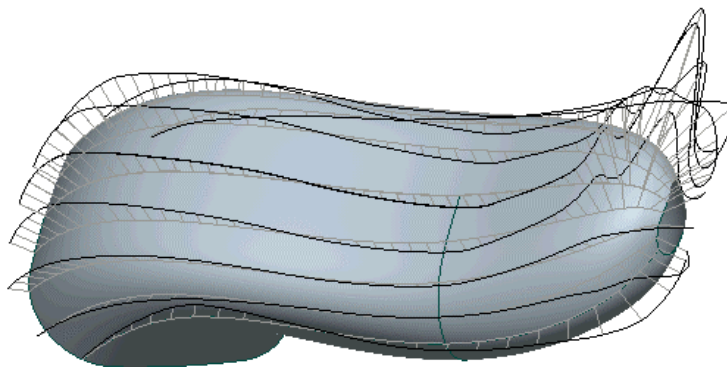


图 10：变形的曲面曲率图

10. 旋转模型并查看图形。 注意曲面曲率图不光滑。
11. 将分析另存为 **PORCUPINE\_2**。
12. 关闭已保存分析的显示。
13. 分析曲线以检查这样一个扭曲曲面形成的原因。
  - 启动“曲线分析” (Curve analysis) 工具。 单击“分析” (**Analysis**)> “曲线分析” (**Curve Analysis**)。

- 从列表选取 “曲率” (Curvature)。
- 选取下图所示的曲线，并单击 “计算” (Compute)。

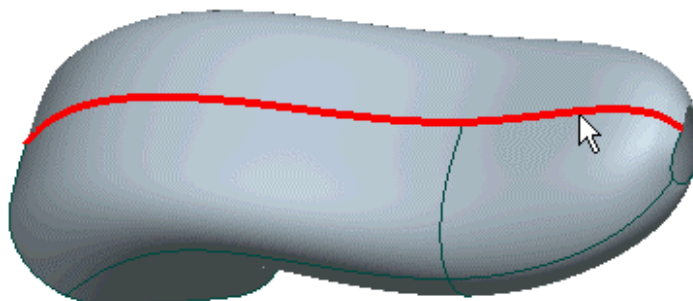


图 12：选取曲线

**14. 更改显示设置。**

- 单击 “显示” (Display)。
- 选中 “动态更新” (Dynamic Update) 方框。
- 将 “显示设置” (Display Settings) 值改为 [3]。

**15. 单击 “计算” (Compute)。** 注意曲线具有尖峰并且不光滑。

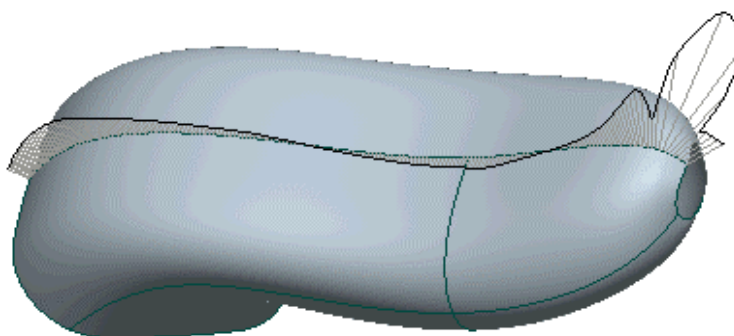


图 14：曲线的变形曲率图

**16. 检查下列曲线的曲率。** 注意这条曲线是光滑的。

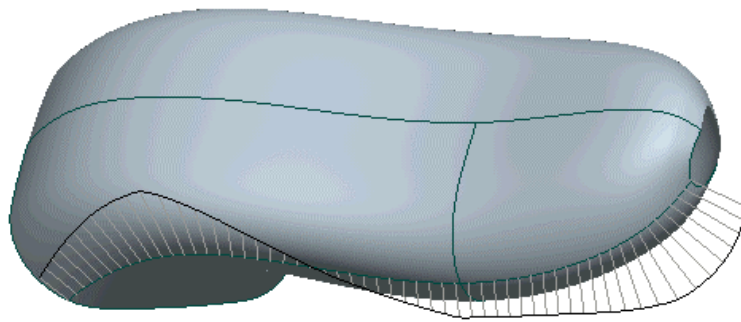


图 16：第二条曲线的光滑曲率图

**17.** 检查第三条曲线的曲率图。

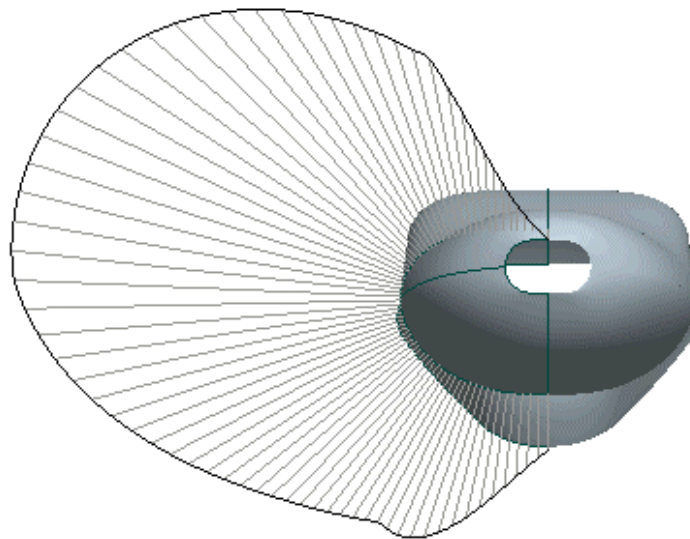


图 18：第二条曲线的变形曲率图

**18** 仔细检查该曲线。 旋转并缩放模型。 注意曲线中的回折，如下图所示。

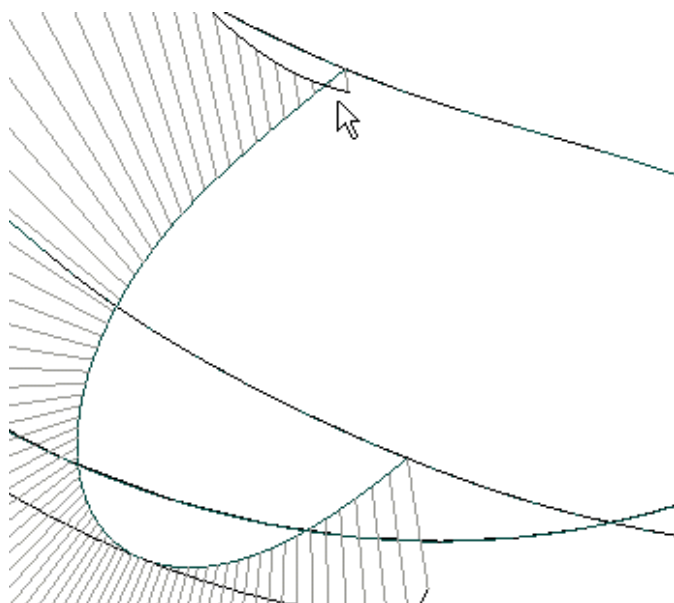


图 20：曲线中的回折

### Step 3. 修改定义曲线的曲面。

19. 重定义“造型”特征。

20. 如下图所示编辑曲线。注意它有额外的点。

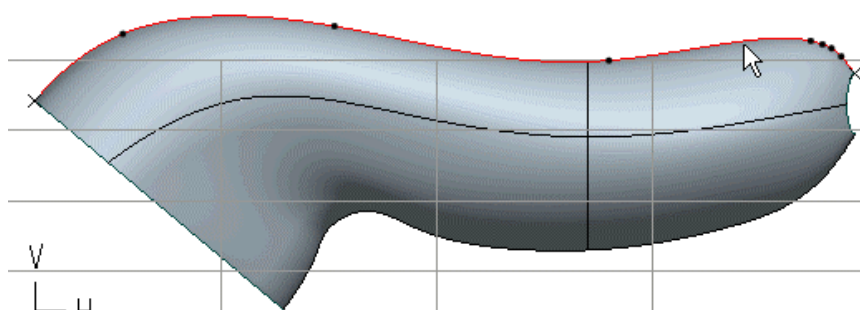


图 22：造型曲线中的额外点

21. 启动“造型曲率图”(Style Curvature Plot) 工具。在“造型优先选项”(Styling Preferences) 下，设置适当的出图比例。

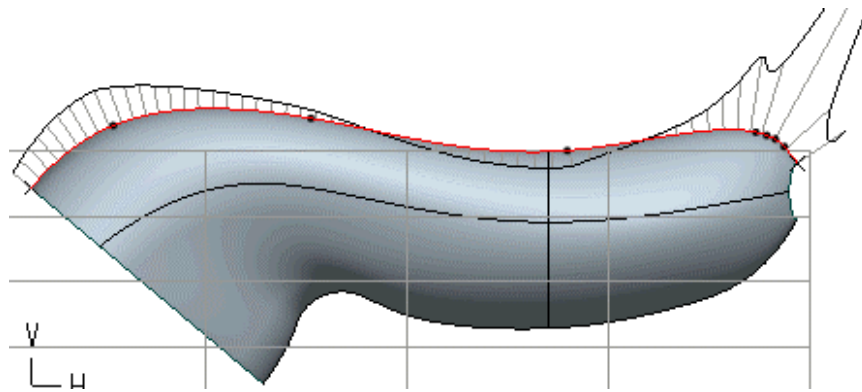


图 24：使用造型曲率图

**22** 若要减少点的个数，请删除额外的点。

**23** 修改形状，使曲线显示为下图显示样式。

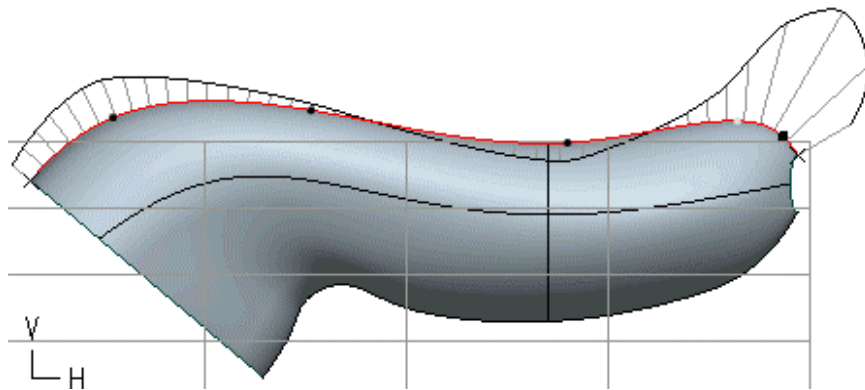


图 26：修改曲线形状

**24** 如下图所示修改内部曲线的形状

- 修改点位置。
- 修改切线长度。

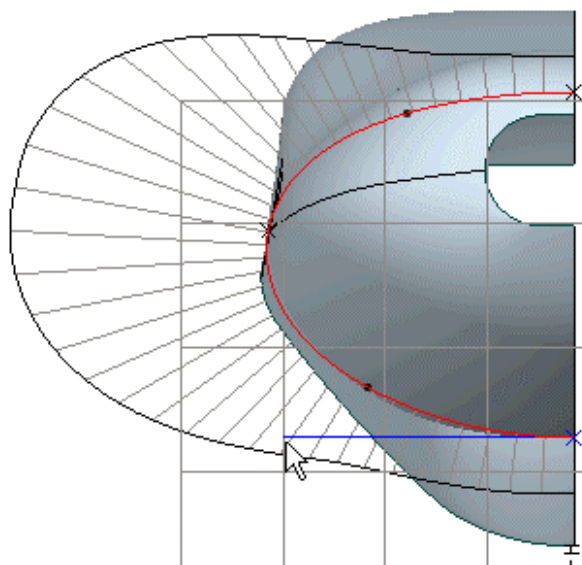


图 28：修改内部曲线形状

25. 完成“造型”特征。

#### Step 4. 再次评估曲面模型。

26. 检索储存的分析 PORCUPINE\_1。注意整个长度上的图形质量已明显改善。但朝向后端部分的图形仍不理想。

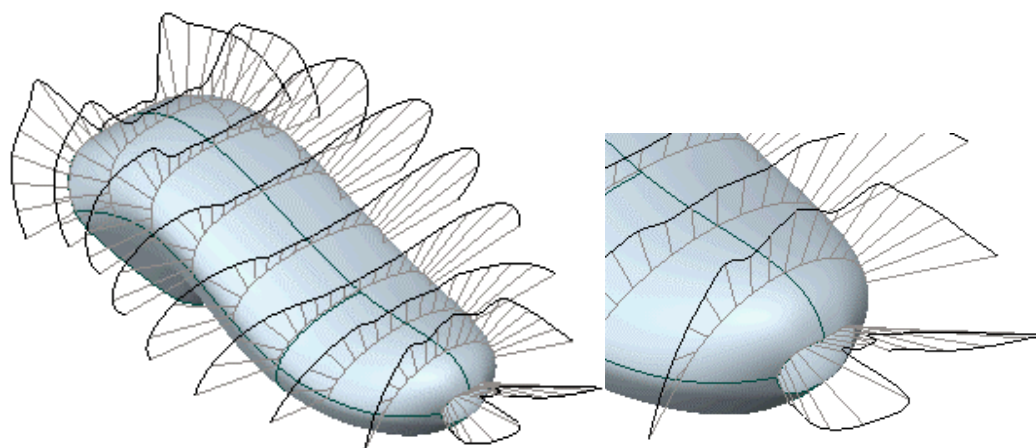


图 30：查看曲面的曲率图

27. 检索保存的分析 PORCUPINE\_2。注意曲面质量已明显改善。

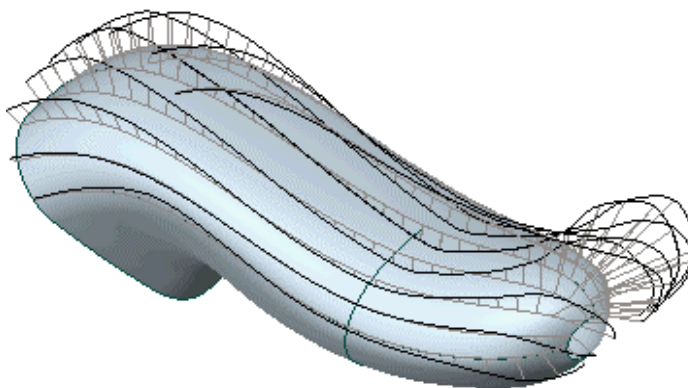


图 32：查看曲面的曲率图

28. 遮蔽保存的分析。

#### Step 5. 使用“高斯”曲率工具评估曲率。

29. 启动“高斯曲率”(Gaussian Curvature)工具。选取上部主体曲面，并单击“计算”(Compute)。

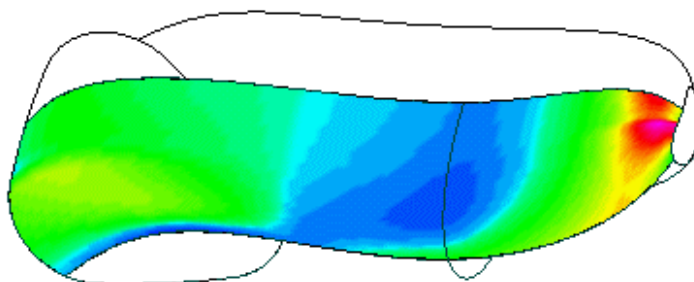


图 34：高斯曲率显示

30. 查看和解释结果：

- 在前端部分，绿色和黄色的着色区显示较平坦的区域，这就是使用直线创建曲面时的设计意图。颜色的均匀散布表示曲率中不存在不适当的更改，这种情况可以接受。
- 在中段部分，蓝色区域显示负方向上的高曲率。这符合设计意图。颜色的均匀散布表示曲率中不存在不适当的更改，这种情况可以接受。
- 在朝向后端的部分，黄色到红色区域显示高曲率区域，同样与设计意图相符合。但颜色散布不均匀，并且具有显示为洋红色的明显激增。

31. 将分析另存为“高斯”(Gaussian)。

#### Step 6. 分析问题区域，即剃须刀模型的后端部分。

32. 要分析局部区域，启动“分析”(Analysis)工具。

- 从列表选取“横截面”(Cross Sections)。

- 选取上部主体曲面。

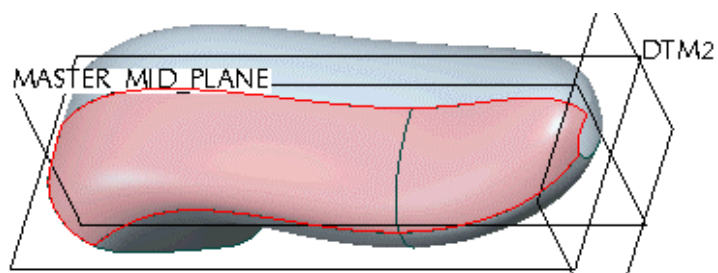


图 36：选取曲面

- 在“横截面平面” (Cross Section Planes) 下，保留缺省选项“组的方向” (Directions for a Set)。
- 选取 DTM1 平面作为参照方向。将方向反向，如下图所示。

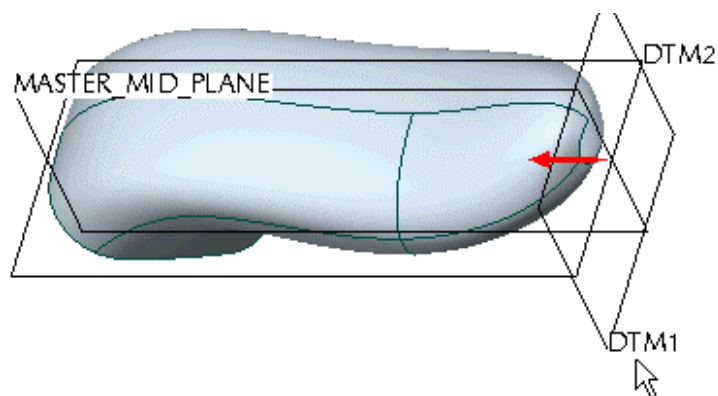


图 38：选取参照方向

- 在“平面组选项” (Plane Set Options) 下，选取“多个截面” (Multiple Sections)。
- 将“间距”值改为 [1]。
- 将“正编号” (# Positive) 值改为 [5]。
- 从列表的“显示” (Display) 中，选取“曲率” (Curvature)。
- 单击“计算” (Compute)。

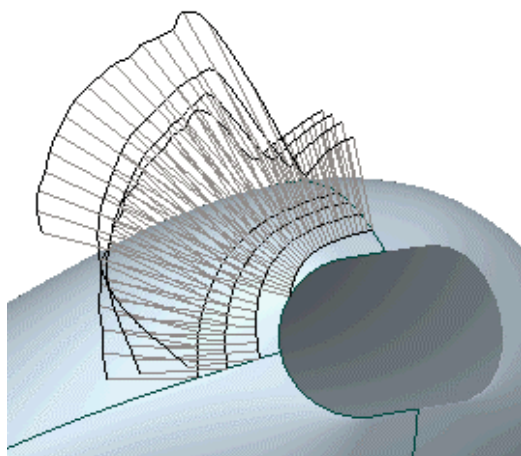


图 40：曲面曲率图显示

**33** 同时查看“高斯”曲率与曲面曲率图。显示保存的“高斯”分析。

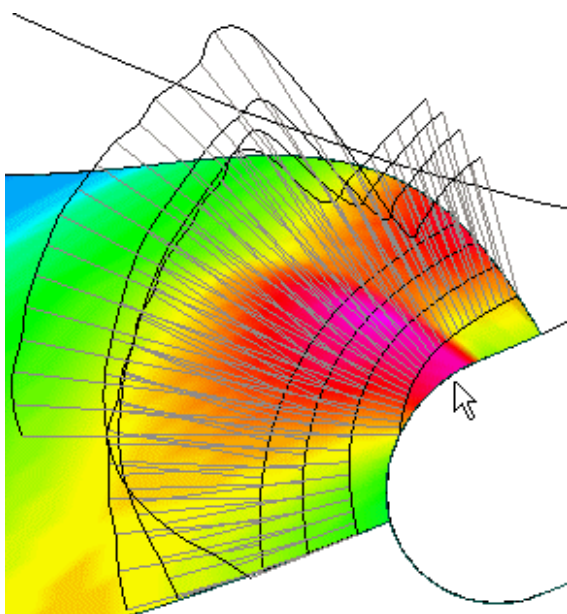


图 42：高斯和双向曲率显示

**34** 解释结果：

- 您已经使造型曲线变光滑。所以很明显，造型曲线以外的曲线将造成曲率的快速改变。
- 这种问题看起来象是由于将复制曲线用作边界之一而造成的。
- 同时，由于复制曲线将离开 DTM2 平面而折弯，这就可能导致变形曲面混合。

**35** 为确认此段概要，使用“曲线分析”(Curve Analysis) 工具来分析复制曲线的曲率。

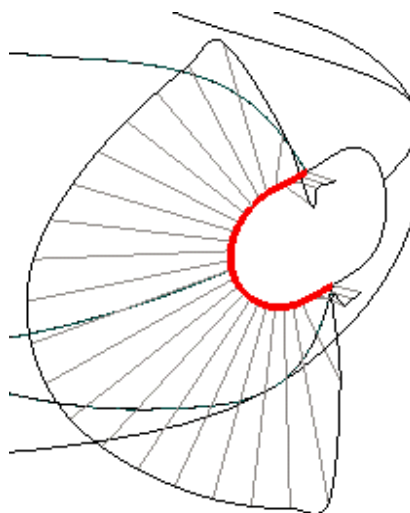


图 44：复制曲线的曲率分析

36. 查看结果。注意，复制曲线的曲率图证实复制曲线就是造成不均匀曲面曲率的原因。

#### Step 7. 确定是接受曲面还是要修改它。

37. 要确定是否接受曲面，请分析要加厚的曲面。

- 启动“曲面分析” (Surface Analysis) 工具。
- 使用“半径” (Radius) 工具，检查内部方向上的半径。注意，在预定厚度 [3 mm] 以上，它的状况良好。因此可以得出结论，该曲面在加厚过程中不会造成任何问题。

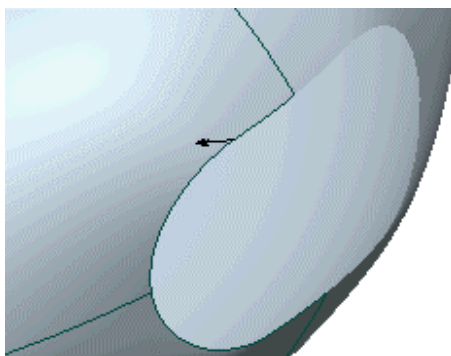


图 46：检查半径

- 启动“偏距网格” (Offset Mesh) 工具。朝向曲面内部计算距离为 [3 mm] 的网格。注意所显示的网格不存在任何相交情况，因此加厚不会有问题。

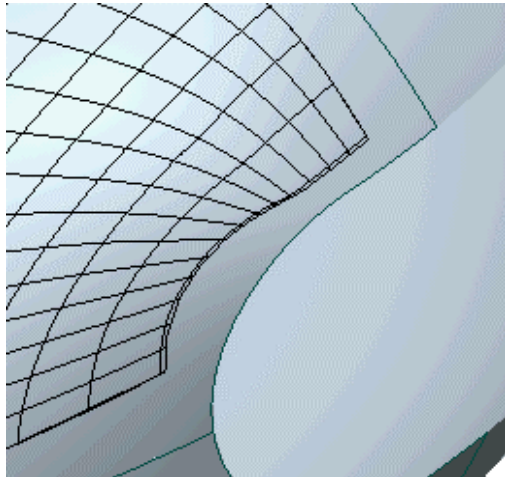


图 48：检查偏距网格

**38** 注意，所作的决定取决于问题区域的形状是否可接受。

**39** 保存并拭除零件。

此练习结束。

## 练习 2：评估剃须刀主体的形状

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 使用“加亮曲线”(Highlight Curves) 工具评估曲面模型的形状。

### 假定背景

您将继续开发剃须刀模型。您将要就剃须刀的美观性对其进行评估。

#### Step 1. 使用加亮曲线评估形状。

**40.** 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_15\shaver**。

打开 BODY\_MASTER\_HIGHLIGHT.PRT。

**41.** 启动“曲面分析”(Surface Analysis) 工具。

- 从列表选取“加亮曲线”(Highlight Curves)。
- 选取上部主体面组的两个曲面。

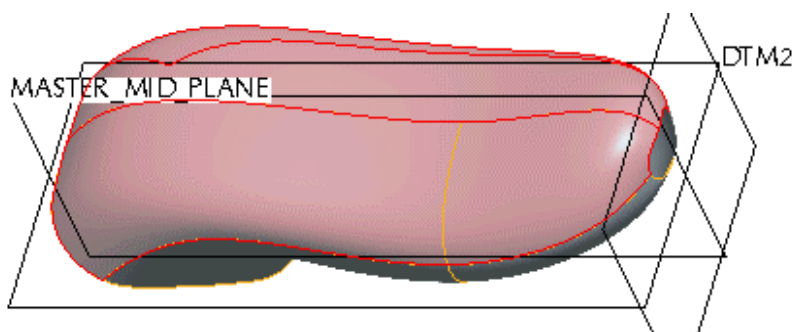


图 50：选取曲面

- 选取 DTM2 作为“参照方向”平面。
- 在“倾斜角”(Slope Angle) 下选取“增量”(Increment)。
- 将“度”值修改成 [3]。
- 单击“计算”(Compute)。

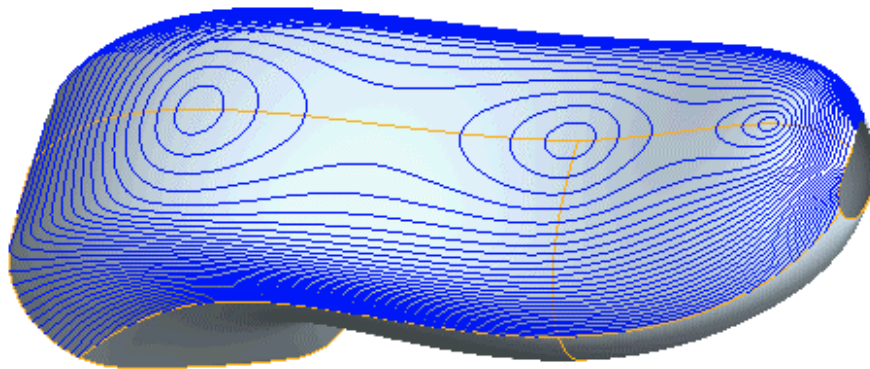


图 52：加亮曲线显示

- 42. 查看结果。注意加亮部分平滑流动并遵循设计意图，一直到大约为模型的 2/3 处。
- 43. 检查后端部分。缩放并考查后端部分的加亮曲线。注意加亮部分中的破断及其不期望的形状。可以得出结论，就是您需要更改边界曲线以改善形状。

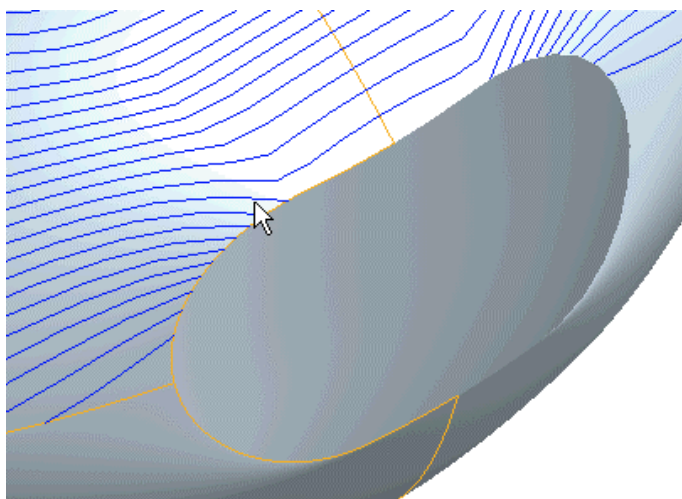


图 54：后端部分的加亮曲线显示

- 44. 将分析另存为“加亮” (Highlights)。
- 45. 保存并拭除模型。

### Step 2. (可选) 修改形状以改善加亮部分。

- 46. 将工作目录设置为 C:\users\student\surfacing\_330\module\_15\shaver。

打开 BODY\_MASTER\_HIGHLIGHT.PRT。

重定义“造型”特征。

在 DTM1 平面上创建一条平面曲线。创建类似于复制曲线但尺寸较小的曲线，如下图所示。

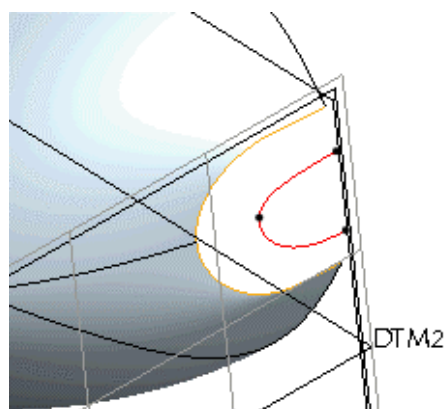


图 56：创建平面曲线

完善曲线形状：

- 使端点切线垂直于 MASTER\_MID\_PLANE。
- 将端点的 Z 坐标改为 [0]。
- 通过操作切线长度至下图所示的形状，修改曲线形状。

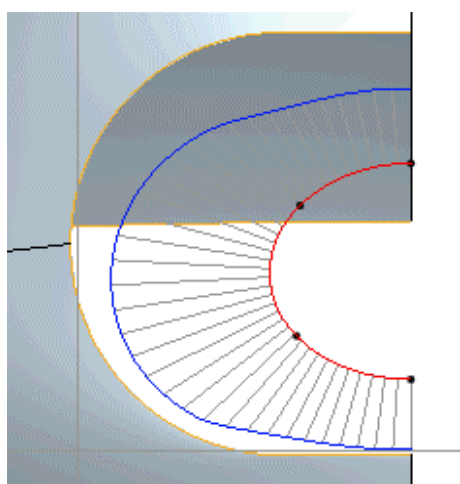


图 58：完善造型曲线的形状

从复制曲线断开边界曲线链接，并将其附加到新曲线。

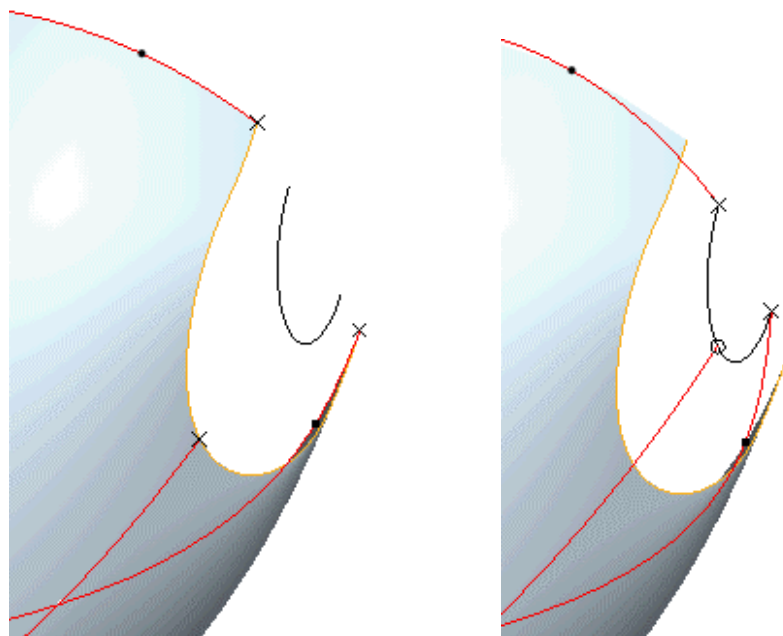


图 60：断开链接及链接曲线

需要时编辑其它边界曲线。

重定义上部和下部主体曲面以排除复制曲线，并包括新的造型曲线使其作为边界。

更新模型。

检索“加亮”分析。注意加亮曲线没有破断点。

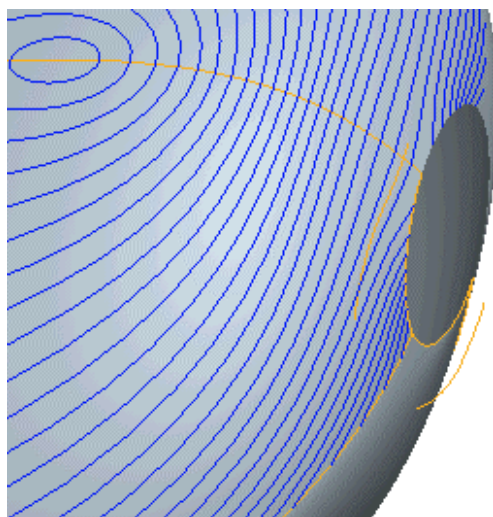


图 62：修改后的加亮曲线

**47. 保存并拭除模型。**

## 练习 3 ( 挑战性练习 ) ：剃须刀主体的干涉检查

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 通过编辑设计模型的尺寸对其进行修改

### 假定背景

您将继续开发剃须刀模型。您已经完成剃须刀模型的主体。您要检查它是否干涉内部零件。

---

**Step 3.** 依据 ECO 规范，更改钻头零件的长度。

---

**48.** 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_15\shaver\_assembly**。

打开 SHAVER.ASM。

**49.** 要查看“上部主体”零件，请打开 BODY\_UPPER.PRT。

**50.** 注意上部主体零件是以来自主体主零件的复制参照为基础的。

**51.** 注意，已经为其指定了一个 [2 mm] 的厚度。

**52.** 要检查干涉，启动“模型分析”(Model Analysis) 工具。

**53.** 从列表选取“全局干涉”(Global Interference) 工具，然后单击“计算”(Compute)。

**54.** 注意在 PCB 零件与“上部主体”之间存在干涉。

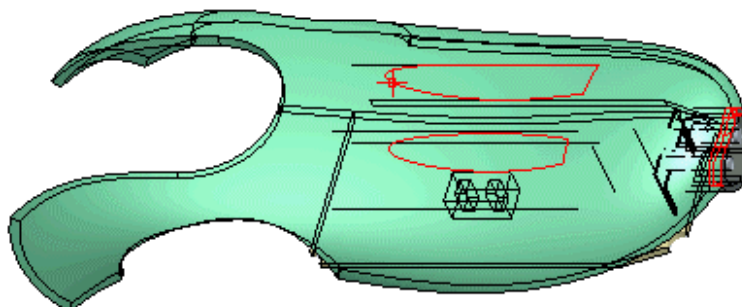


图 64：检查干涉

---

**Step 4.** 修改“主体”。

---

**55.** 在组件模式中，修改“造型”特征以修改上部主体的形状。

**56.** 继续改善主体形状，直到在主体上部零件与电池之间获得 [1 mm] 的间隙为止。

**57.** 使用“全局间隙”(Global Clearance) 工具检查间隙。



**58** 保存并拭除该组件。

此练习结束。

## 练习 4：查看空气过滤器封盖的曲面质量

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 使用曲面曲率和“高斯”(Gaussian)工具评估模型的曲面质量。

### 假定背景

您已使用“边界混合”(Boundary Blend)工具创建了一个“空气过滤器”封盖模型。您在曲面上发现了许多小曲面片，并已使用“混合控制点”选项将其移除。您要比对曲面质量在移除小曲面片前后的差异。

**Step 5.** 查看含许多小曲面片的模型曲面质量。

**59.** 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_15\drill**。

**60.** 打开 **AIR\_FILTER\_COVER.PRT**。

**61.** 注意曲面有许多曲面片。

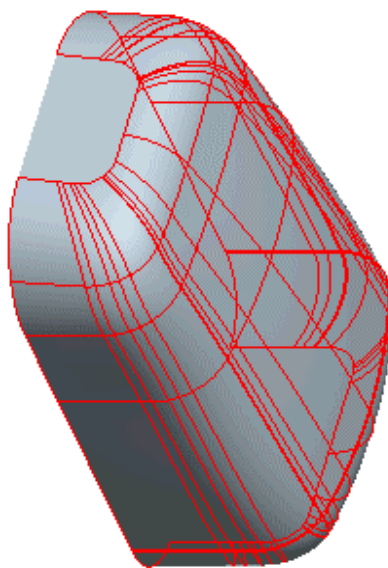


图 66：含小曲面片的空气过滤器封盖模型

**62.** 开始分析“空气过滤器封盖”的曲面。

- 从列表选取“横截面”(Cross Sections)。
- 选取面组。
- 在“横截面平面”(Cross Section Planes)下，保留缺省选项“组的方向”(Directions for a Set)。

- 选取 TOP 基准平面作为参照方向。
- 在“平面组选项”(Plane Set Options)下，选取“多个截面”(Multiple Sections)。
- 将“间距”值改为 [10]。
- 将“正编号”(# Positive)值改为 [10]。
- 将“负编号”(# Negative)值改为 [10]。
- 从列表的“显示”(Display)中，选取“曲率”(Curvature)。
- 单击“计算”(Compute)。

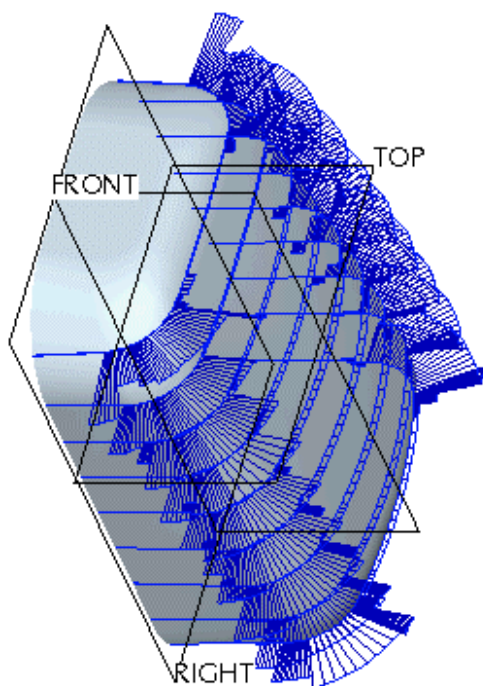


图 68：曲面曲率显示

**63.** 放大并贴近查看图形。注意曲率图中的断点。

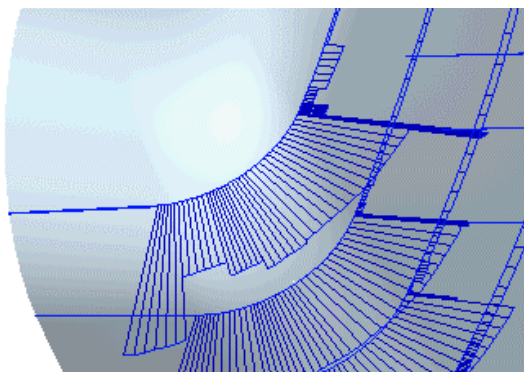


图 70：曲面曲率显示的近距离视图

**64.** 使用“高斯曲率”(Gaussian Curvature)工具分析模型。

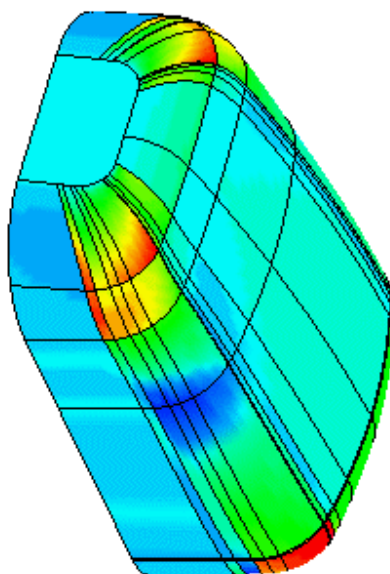


图 72：高斯显示

---

**Step 6.** 查看已改善模型的曲面质量。

---

**65.** 打开 AIR\_FILTER\_COVER\_BLENDED.PRT。

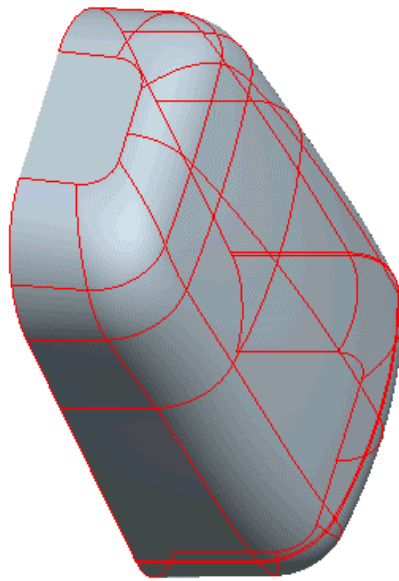


图 74：不含小曲面片的空气过滤器封盖模型

**66.** 使用“横截面”(Cross Sections)工具来分析曲面模型。使用上一步骤中所列出的程序。

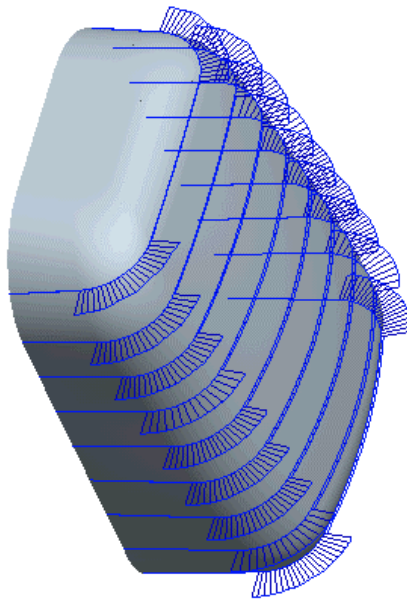


图 76：曲面曲率显示

**67.** 放大并贴近查看图形。注意曲率图很光滑。

**68.** 使用“高斯曲率”(Gaussian Curvature)工具分析模型。注意曲面片连续性方面的增加。

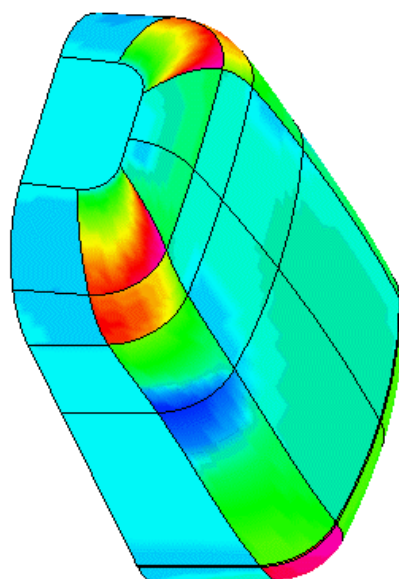


图 78：高斯显示

**69.** 保存并拭除模型。  
此练习结束。

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 定义评估曲面模型的需求。
- 评估及提高曲面质量。？
- 评估及修改曲面模型的形状。
- 评估加厚曲面模型的适合性。
- 评估曲面模型正式生产的适合性。
- 评估曲面模型以避免干扰。

# 创建光滑曲面模型

## 简介

产品最近不断改变其形状，并且在性质上已越来越具自由形式。任何造型零件都需要进行某些处理，以使其在曲面拓扑中变得平滑。模型中的曲面过渡起着重要作用。曲面集或面组边上的连续性条件确定这些过渡的平滑程度。边上的倒圆角处理并不总是能够给出所需结果。在这种情形下，我们就要使用具有连续性条件的混合曲面，这些条件在边上定义。曲面分析方法已经演变为以各种方式显示边和曲面质量。它们可与曲面建模方法有效地搭配使用，以改善产品曲面质量。

## 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 描述曲率基础。
- 描述曲面连续性。
- 创建曲率连续的曲面。

## 模块 16 课堂练习

### 练习 1：创建具有曲率连续性的鼠标 – I

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 偏移曲面的边界边。
- 创建具有曲率连续性的混合曲面。
- 检查面组的“高斯曲率”。

#### 假定背景

早先已创建了定义鼠标曲面的基本形状。鼠标作为一种手持装置，产品设计师希望利用可变过渡对鼠标的锐边进行平滑处理。已经定义了过渡，并且紧记产品美观的理念。

---

#### Step 1. 定位并打开鼠标零件。

1. 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_16**。
2. 打开 **MOUSE.PRT**。
3. 查看零件。



图 2：鼠标零件

---

#### Step 2. 定义混合曲面的边界曲线。

4. 偏移曲面的边。
  - 选取曲面的边，如下图所示。
  - 启动“偏移” (Offset) 工具。
  - 将偏移值改为 **[.3]**。

- 在“延伸”(Extensions)菜单方框内，在下图所示的两点处添加偏移尺寸。
- 将这些点处的偏移值变成[0.4]。
- 完成“偏移”(Offset)工具。



图 4：偏移一侧上的边

5. 类似地，也在另一侧上偏移曲面的边。



图 6：偏移另一侧上的边

6. 穿过曲线的端点创建一条曲线，如下图所示。在起点和终点位置添加同邻接边的相切条件。



图 8：一侧上两端均相切的交叉曲线

7. 类似地，在偏移曲线的另一端上添加另一条曲线，如下图所示。

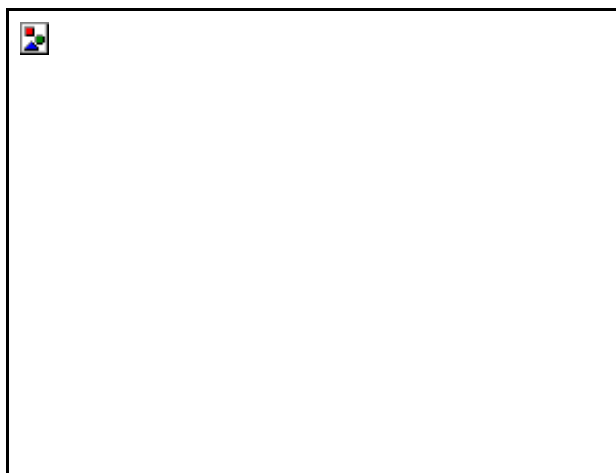


图 10：另一侧上两端均相切的交叉曲线

8. 约束曲线使其位于基准 TOP 上。
9. 在起点和终点位置添加同邻接边的相切条件。

### Step 3. 创建与邻接曲面相切的混合曲面。

10. 使用已创建的四条曲线创建一个混合曲面，此曲面与邻接曲面相切的两条边上具有相切条件，如下图所示。
- 单击“插入”(Insert)>“边界混合”(Boundary Blend)。
  - 选取四条曲线作为边界曲线，如下图所示。



图 12：混合曲面的边界曲线

- 在“边对齐”(Edge Alignment) 菜单方框中，改变第一方向曲线的相切条件。使其与邻接曲面相切。
- 完成“边界混合”(Boundary Blend) 工具。

11. 合并曲面以形成一个面组，如下图所示。

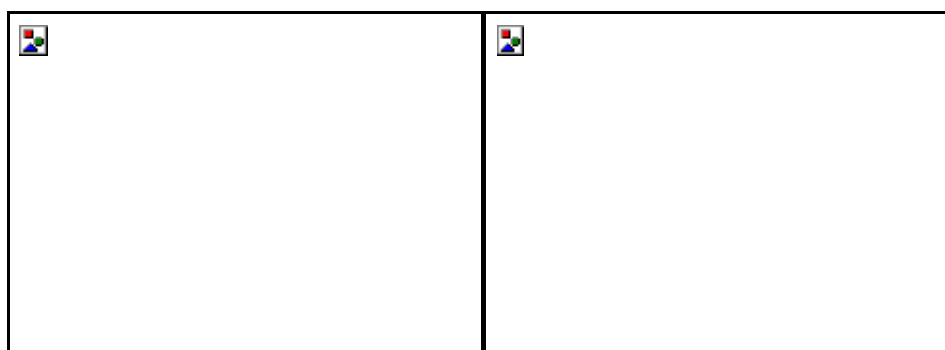


图 14：合并后的曲面

#### Step 4. 分析曲面。

12. 创建已创建面组的“高斯曲率”分析。研究曲面合并边位置上的图形。

- 单击“分析”(Analysis)>“曲面分析”(Surface Analysis)>“高斯曲率”(Gaussian Curvature)。
- 将“曲面定义”(Surface Definition) 选项改为“面组”(Quilt)，并选取合并面组。
- 单击“计算”(Compute)。您将看到一张边缘图，如下图所示。
- 完成分析工具。

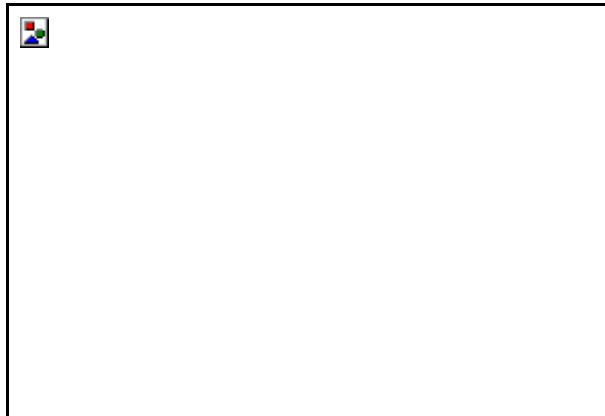


图 16：面组的高斯曲率分析

**注释：**

面组的“高斯”图形显示几何相连接并且相切（斜率连续），但曲率不连续。

**Step 5. 使混合曲面曲率连续。**

- 13** 编辑定义混合曲面的侧曲线，并在起点和终点位置添加同邻接曲面的曲率连续性，如下图所示。



图 18：在曲线两端上添加的曲率连续性

- 14** 类似地，编辑另一侧的曲线，并在端点位置添加曲率连续性。



图 20：在曲线两端上添加的曲率连续性

15. 编辑“混合曲面”特征。将曲面边上的相切条件改为曲率连续性。

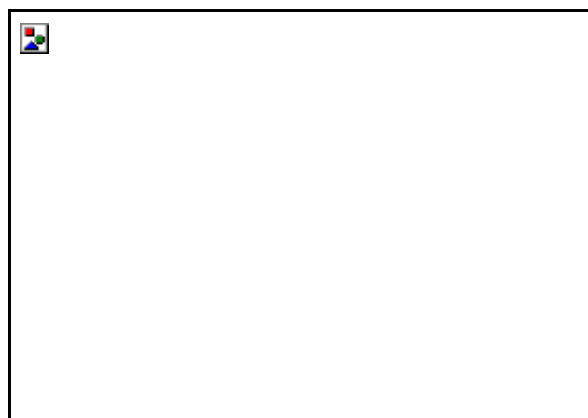


图 22：生成的曲率连续曲面

## Step 6. 分析曲面

16. 检查面组的“高斯”曲率。查看分析。注意曲面边位置上的边缘图。彩色的平滑混合显示过渡曲面处的曲率连续性。

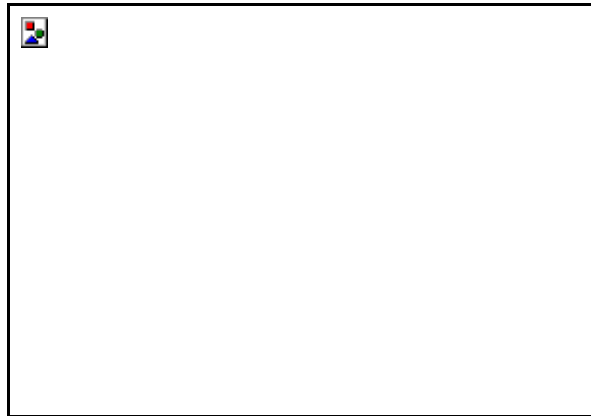


图 24：面组的高斯曲率分析

**17. 保存并拭除模型。**

此练习结束。

## 练习 2：创建具有曲率连续性的鼠标 – II

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 向“造型”曲线和曲面添加连续性条件。
- 描述相切和曲率连续性之间的区别。
- 检查面组的横截面曲率图。

### 假定背景

继续开发鼠标的混合曲面，必须要对另一侧的锐边进行平滑处理。

**Step 1.** 使用“造型”特征定义边界曲线。

**18.** 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_16**。

**19.** 打开 **MOUSE\_STYLE.PRT**。



图 26：鼠标零件

**20.** 查看零件。

**21.** 定义表面上的“造型”曲线，如下图所示。

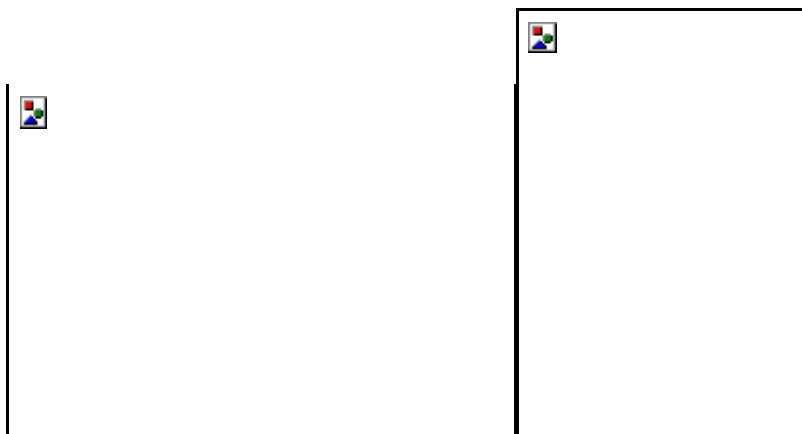


图 28： 曲面上的第一条曲线

**22** 类似地，定义曲面上的另一条“造型”曲线，如下图所示。

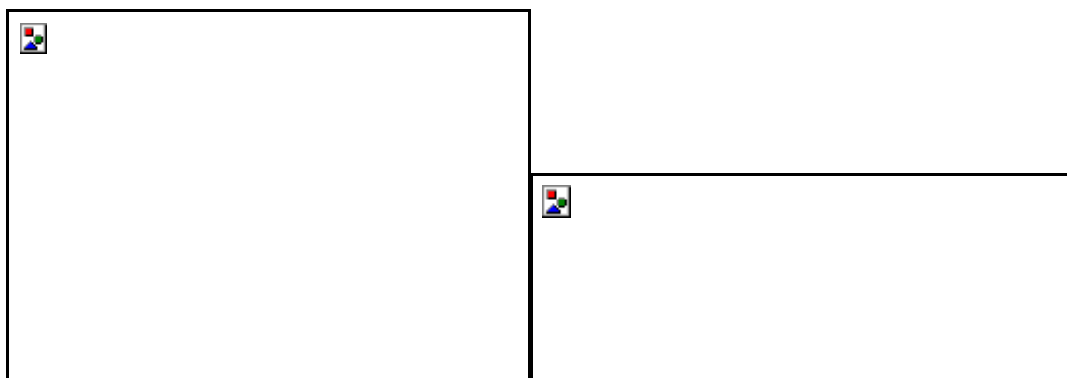


图 30： 曲面上的第二条曲线

**23** 在先前定义的曲线端点处定义另一条“造型”曲线，如下图所示。 编辑曲线的端部切线，并向曲线的两端添加曲面相切条件。

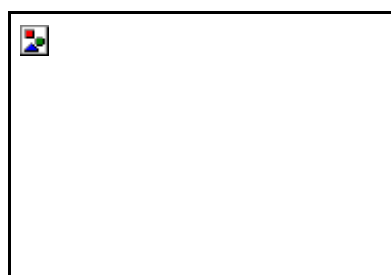


图 32： 第三条曲线

**24** 在基准 TOP 上定义另一条平面造型曲线，使其端点捕捉到两条“造型”曲线的端点，如下图所示。 编辑曲线的端部切线，并向曲线的两端添加曲面相切条件。

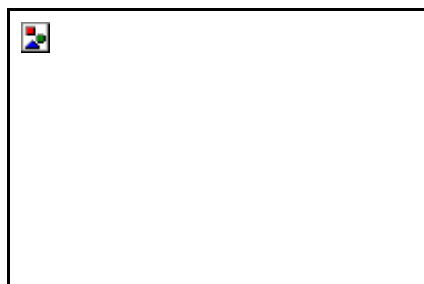


图 34：第四条平面曲线

- 25.** 在基准 FRONT 上定义一条平面造型曲线，使其端点位于两条“造型”曲线上，如下图所示。编辑曲线的端部切线，并向曲线的两端添加曲面相切条件。

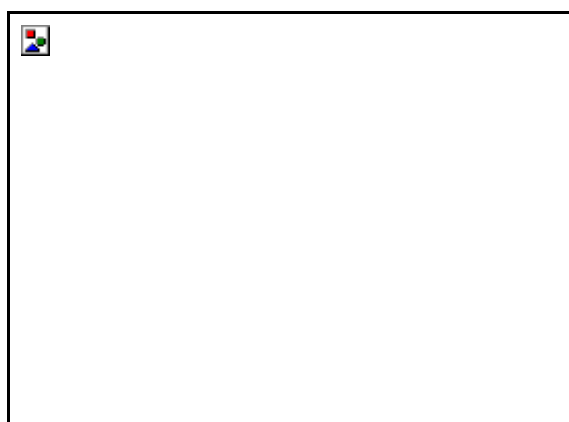


图 36：第五条曲线

---

**Step 2. 创建“造型”曲面。**

---

- 26.** 定义一个“造型”曲面，将第一、第二、第三和第四条曲线用作边界曲线，而将第五条曲线用作内部曲线。注意相切条件会自动应用到曲面。



图 38：具有相切连接的造型曲面

### Step 3. 合并曲面。

27. 将“造型”曲面与面组的其余部分合并，如下图所示。

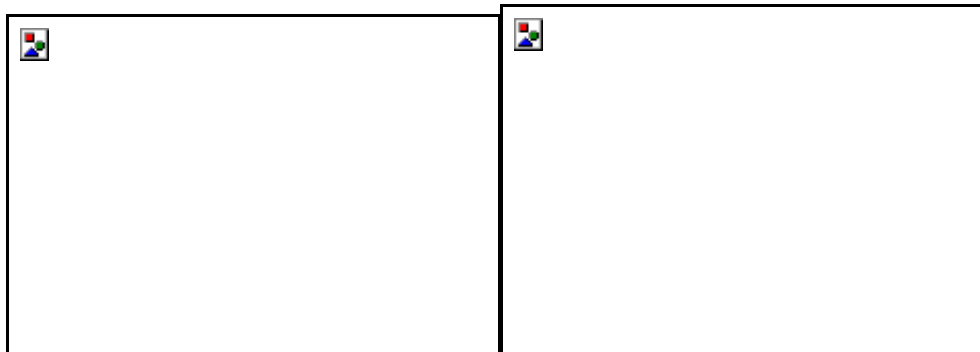


图 40：合并后的曲面

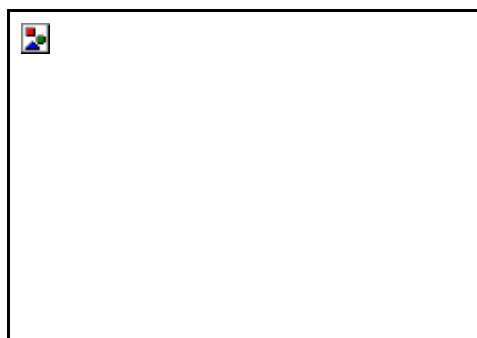


图 42：生成的面组

### Step 4. 改变“造型”曲面的边界。

28. 编辑第一条“造型”曲线并按下图所示方式改变形状。

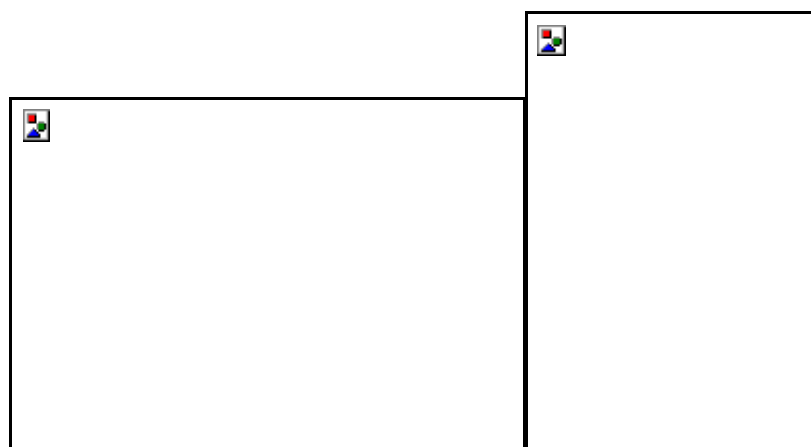


图 44：更改后的第一条造型曲线

**29.** 查看生成的“造型”曲面。

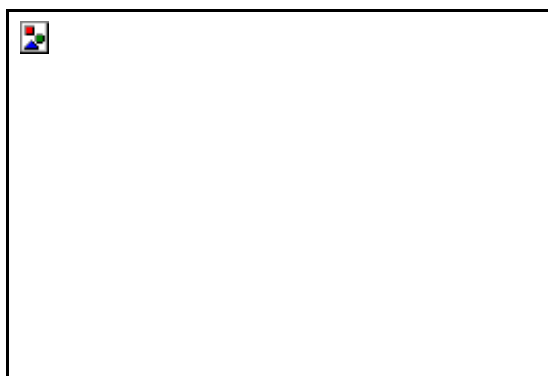


图 46：生成的造型曲面

#### Step 5. 分析面组。

**30.** 为在基准 FRONT 上创建的面组，创建横截面曲面分析。使横截面处的曲率图显示保持打开状态。研究曲面合并边位置上的图形。



图 48：含面组曲率图的横截面

#### 注释：

面组的“曲率”图显示几何相连接并且相切（斜率连续），但曲率不连续。

您得到的图形可能与您在本图中所看到的图形有所不同。此图形取决于所创建的曲线和曲面几何。

#### Step 6. 向“造型”曲面添加曲率连续性。

**31.** 编辑“造型”曲线，并在第三、第四和第五条曲线的端点处添加曲面曲率条件。

**32.** 编辑“造型”曲面连接并将其改为曲率连续性质的。查看创建的曲面。

- 单击相切图标将条件改为曲率连续。



图 50：至曲面的曲率连接

#### Step 7. 分析曲面。

- 33** 检查基准 FRONT 处面组的横截面曲率。研究曲面合并边位置上的图形。

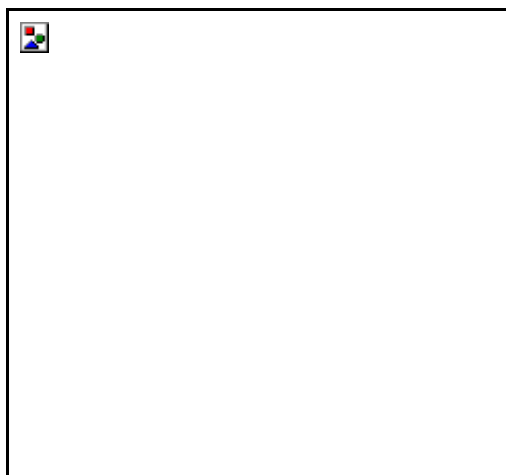


图 52：面组的横截面曲率图



图 54：曲率图的另一视图

**注释：**

注意，过渡曲面显示了与相邻曲面的连续图形，表示较好的连续性。同时也要注意鼠标两侧曲率图的区别。另一侧的曲率图表示过渡曲面位置上的相切条件。

**34.** 保存并拭除模型。

此练习结束

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 描述曲率基础。
- 描述曲面连续性。
- 创建曲率连续的曲面。

## 项目练习第 4 天

### 简介

在本模块中，您将继续构建设计模型，以巩固学到的知识和技巧。

### 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 将今日所学的技巧应用到实际设计项目中。

## 模块 17 课堂练习

### 项目 A 练习：构建车门内面板的设计细节

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 使用“曲面”工具创建混合形状
- 使用“偏移”工具添加设计细节

#### 假定背景

您将继续车门内面板的设计任务。要在零件中进一步添加细节。将对细节进行设计，以便其他同事正在处理装饰面板可装配到其上。您将在车窗的转角处创建混合曲面。

#### Step 1. 创建装饰面板的嵌槽。

##### 注释：

建议您使用在“项目练习第 3 天”创建并保存在 C:\users\student\surfacing\_300\module\_5 中的零件，继续进行建模。

但是，也可使用 C:\users\student\surfacing\_330\module\_17 中提供的模型开始本练习，该模型将在本阶段完成。

1. 打开 DOOR\_INNER\_PANEL\_RIGHT.PRT。
2. 使用装饰面板曲线作为参照，在闭合线面组中，使用拔模和相切侧边创建一个凹槽。
  - 将偏移深度改为 [20.0]。
  - 将拔模角度改为 [3.0]。
  - 将参照曲线偏移 [0.5] 以创建一个草绘。

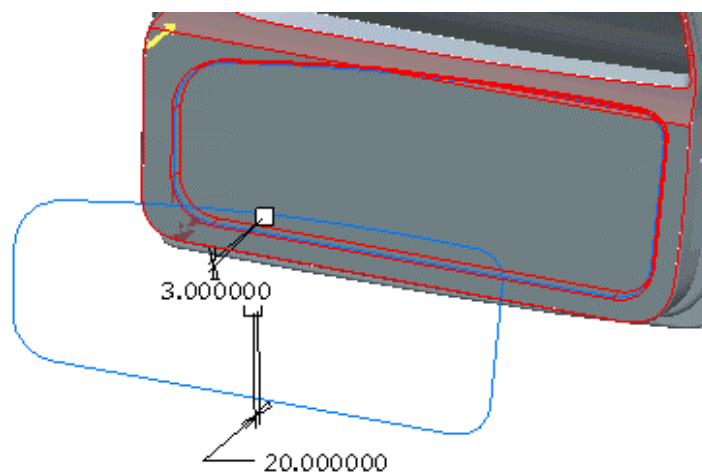


图 2：偏移面组

## Step 2. 完善车窗转角曲面混合。

1. 使用先前创建的圆角参照，在车窗转角处将造型曲线作为自由曲线而创建。

- 将造型曲线的端点捕捉到圆角的顶点上。
- 在这些曲线的两端，添加与相邻曲面相切的条件。
- 使用曲率图分析完善曲线的形状

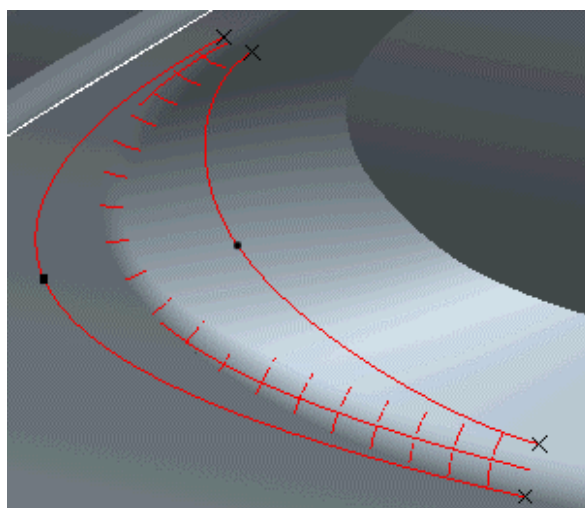


图 4：造型曲线

2. 在闭合线曲面上垂直于基准 RIGHT 放置曲线，在车窗侧曲面上垂直于基准 FRONT 放置曲线，如下图所示。

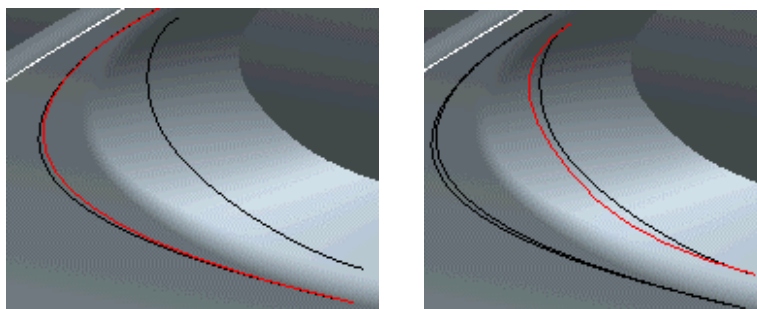


图 6：放置的曲线

- 3 使用放置的曲线和圆角边裁剪面组的转角，如下图所示。

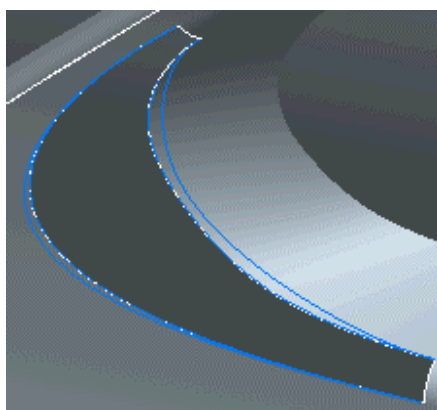


图 8：裁剪的曲面

- 4 使用端点相切条件创建一个造型曲面，然后合并曲面。

- 添加内部曲线以完善造型曲面的形状。

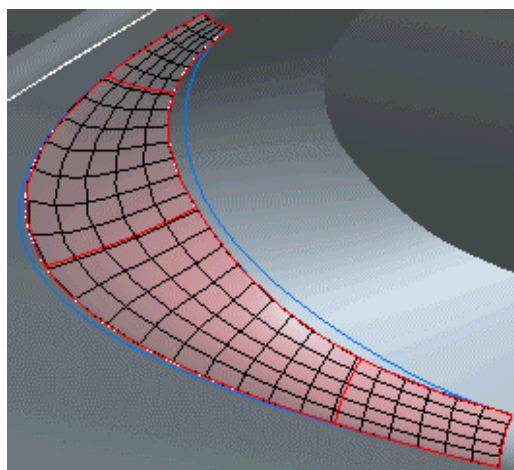


图 10：造型曲面

### Step 3. 将边曲面与零件合并。

5. 先前已偏移外车门曲面以定义面板零件的边曲面。 请将此面组与零件的其它部分合并，如下图所示。

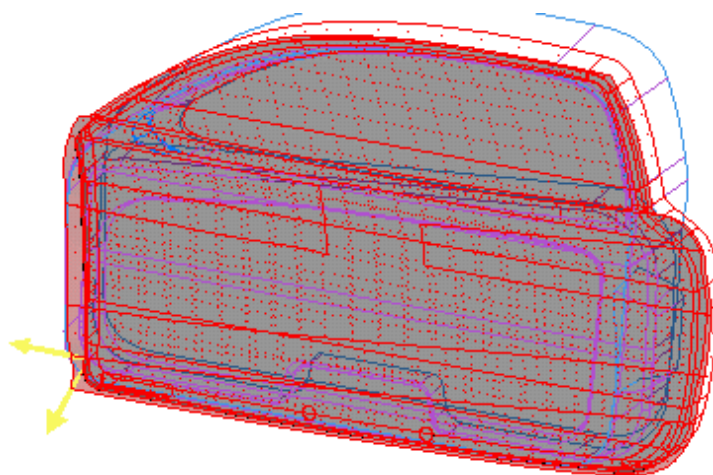


图 12：合并的面组

### Step 4. 添加零件加固细节。

6. 要添加零件的加固细节，请在零件中添加偏移细节，如下图所示。凹槽拔模角度为 [3.0]，深度为 [2.2]。侧边与相邻曲面相切。
  - 使用 SECTION2.SEC 导入草绘。



图 14：加固细节

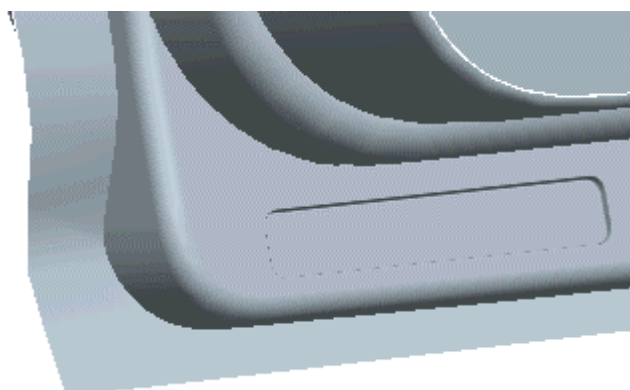




图 16：生成的轮廓

**7. 保存并拭除模型。**

此练习结束。

## 项目 B 练习：构建车门装饰面板的设计细节

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 使用“自由曲面”工具创建设计细节。

### 假定背景

您将继续车门装饰面板零件的设计任务。您已构建了装饰面板的基础曲面。现在将进一步创建把手和储物盒（可选）。

#### Step 1. 创建车门把手。

##### 注释：

建议您使用在“项目练习第 3 天”创建并保存在 C:\users\student\surfacing\_300\module\_5 中的零件，继续进行建模。

但是，也可使用 C:\users\student\surfacing\_330\module\_17 中提供的模型开始本练习，该模型将在本阶段完成。

8. 打开 DOOR\_TRIM\_PANEL\_RIGHT.PRT。

9. 将从骨架模型复制的把手曲线投影到装饰面板曲面上，以作为参照。

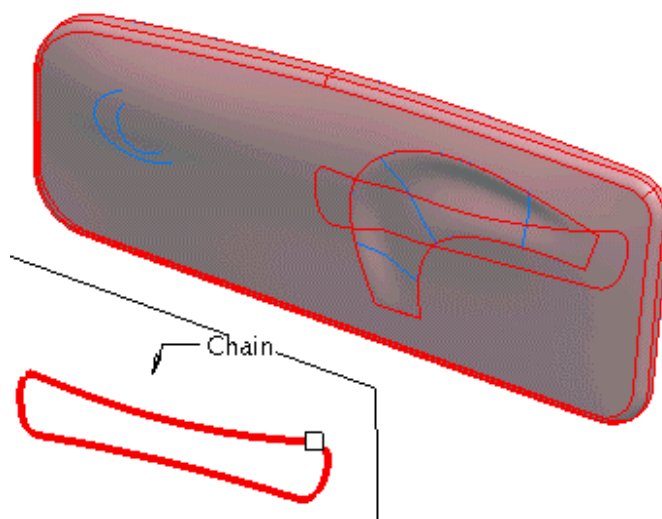


图 18：投影的把手曲线

10. 创建把手轮廓曲线，如下图所示。在两条侧曲线之间定义一条平面曲线，有助于更好地控制把手的形状。在这条曲线的端点，添加与装饰面板曲面相切的条件。

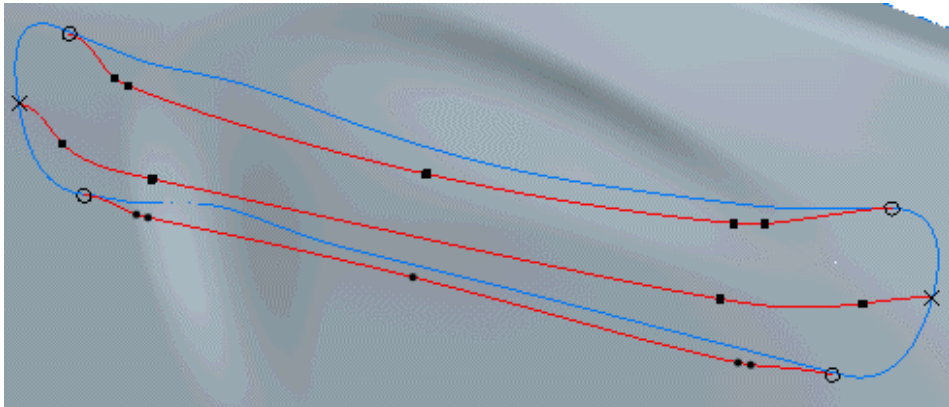


图 20：把手轮廓曲线

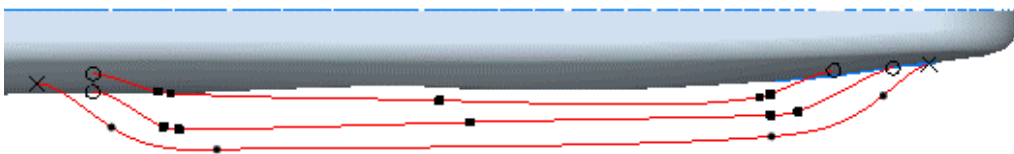


图 22：把手轮廓曲线的顶视图

11. 添加平面横跨曲线以控制把手的形状。使用“造型”工具时，必须添加基准平面以定义曲线平面。

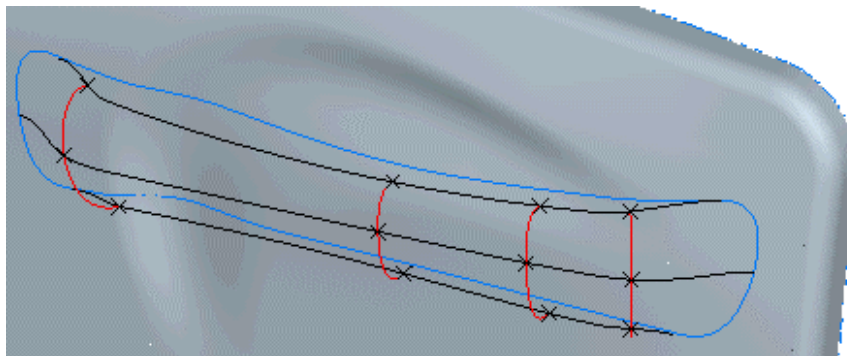


图 24：把手的横跨曲线

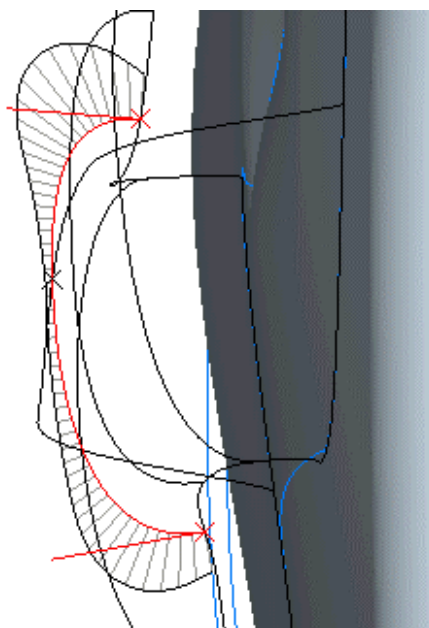


图 26：横跨曲线的曲率图

**12. 使用定义的曲线网络创建一个把手曲面。**

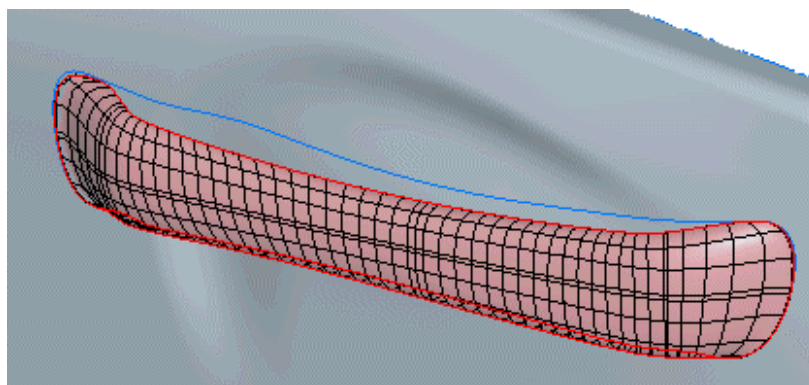


图 28：把手曲面

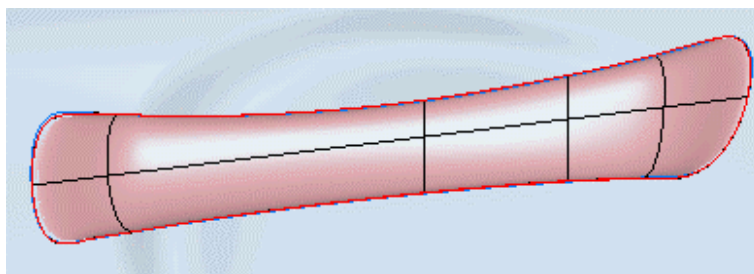


图 30：把手曲面的前视图

**注释：**

把手的形状可能与图中显示的把手不同。把手的形状由创建的曲线而确定。在所有视图中完善曲线形状，以改善把手曲面的形状。

**13 保存模型。**

**注释：**

练习的下一个部分是可选的。如果您已经完成了第一个零件，并且时间允许，则可选择进行此练习。

**Step 2. (可选) 创建储物盒曲面。**

- 14 创建一条平面造型曲线，以在先前因为相同原因而创建的平面上，定义储物盒的形状。将造型曲线的高度限制为到倒圆角曲面为止。**

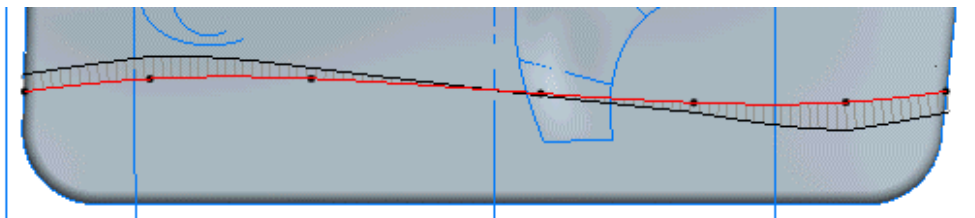


图 32：储物盒轮廓

- 15 构建储物盒前曲面的边界曲线，如下图所示。**

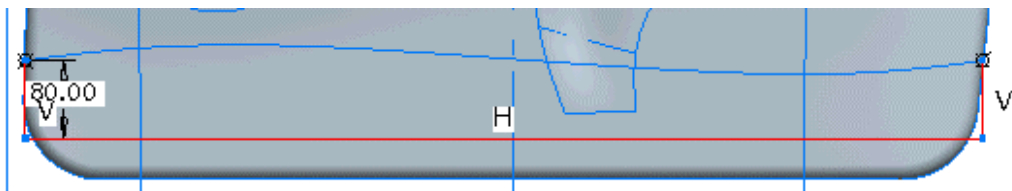


图 34：草绘的曲线

- 16 使用创建的曲线作为边界曲线，构建储物盒的前曲面。**



图 36：储物盒的前曲面

- 17 在储物盒平面上创建曲线，以用于裁剪转角处的前曲面。使用曲线裁剪曲面。**

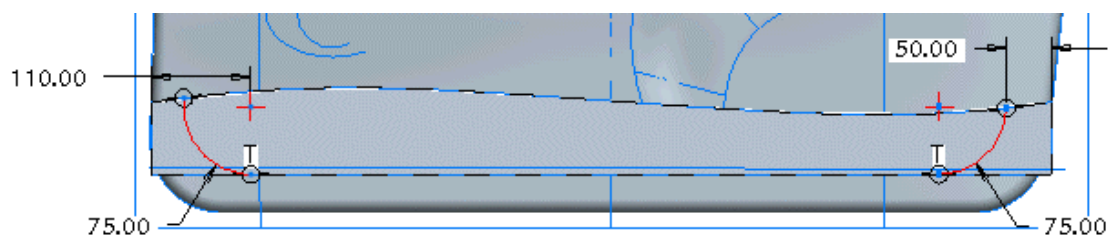


图 38：草绘的曲线

- 18.** 使用“造型” (Style) 工具，创建必需的曲线网络以构建储物盒侧曲面。可在半径曲面上创建 COS 曲线，为曲线网络定义一条边界边。

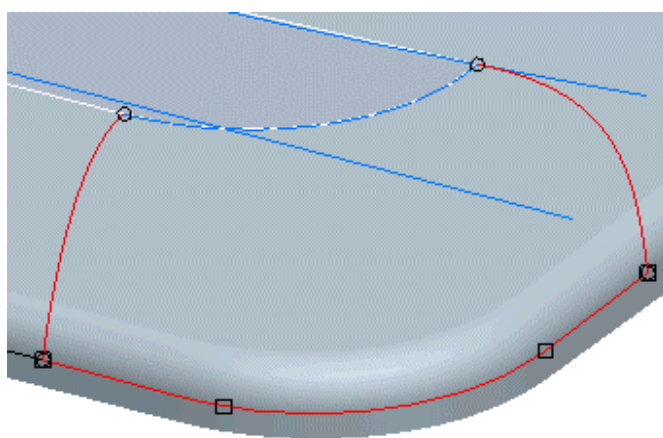


图 40：储物盒的转角曲线

- 19.** 创建储物盒的侧曲面，并将其与前曲面合并。

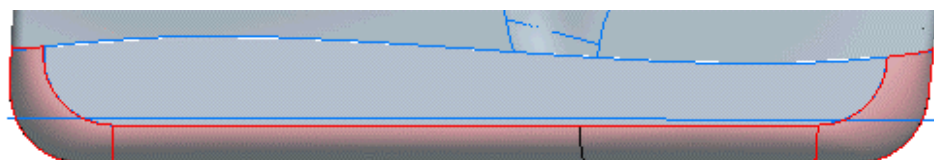


图 42：储物盒的侧曲面。

- 20.** 保存并拭除模型。

此练习结束

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 将今日所学的技巧应用到实际设计项目中。

## 在基础曲面模型中添加细节

### 简介

定义曲面模型的整体形状后，即可在基础曲面上创建详细的特征以完善产品形状。在创建模型细节时，通常要添加“切口”、“通风孔”、“凸起”和“凹槽”等特征。

“凹窝”（沉陷）、“凸起”或“凹槽”是父曲面的子集。它们是基于美学角度考虑的特殊造型，或是为内部零件创建间隙的常用形状。

要在曲面中创建各种类型的“凹窝”或“凸起”，请使用某些特殊的方法。

### 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 创建“凹窝”或“凸起”。
- 创建“分割类型”曲面。
- 创建“气泡”或“凹痕”。

## 模块 18 课堂练习

### 练习 1：在剃须刀主体中添加凹窝

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 创建“凹窝”。

#### 假定背景

您将继续开发剃须刀模型。要创建一个“凹窝”以定义“电源开关”的放置区域。



图 2：安置电源开关的最终凹窝造型

#### Step 1. 创建曲线以定义“凹窝”的外边界。

1. 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_18\shaver**。
2. 打开 BODY\_MASTER.PRT。
3. 沿下图所示方向从 DTM2 偏移 [30 mm]，以创建一个基准平面。

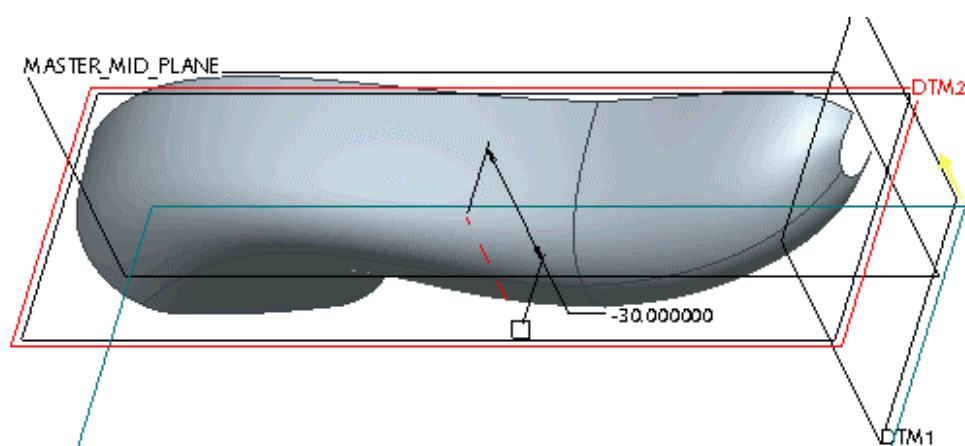


图 4：创建一个基准平面

4. 在已创建的平面上草绘一条基准曲线。

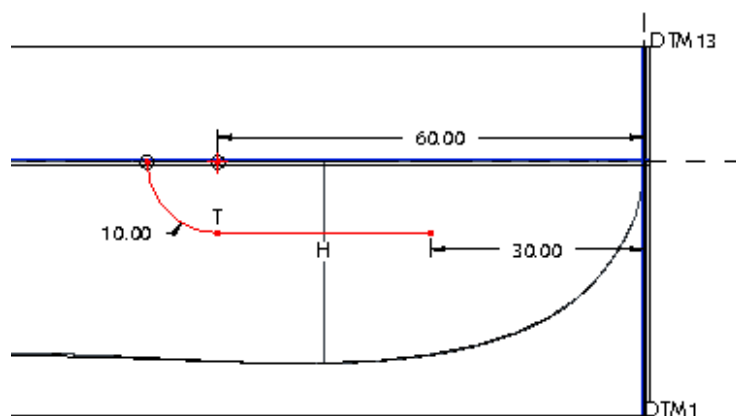


图 6：草绘凹窝的外边界

5. 在同一平面上草绘另一条基准曲线，如下图所示。将曲线与上一曲线的端点对齐。

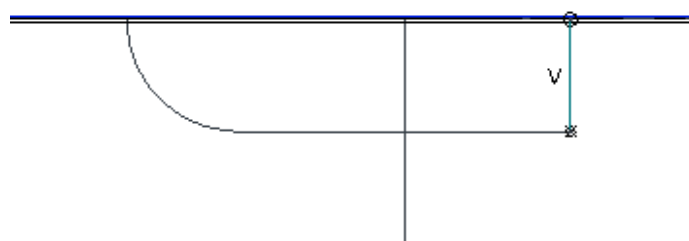


图 8：完成凹窝的外边界

**6. 将两条曲线投影到主体曲面上。**

- 选取两条草绘的曲线。
- 单击“编辑”(Edit)>“投影”(Project)。
- 选取下部主体曲面，然后选取 DTM1 平面。

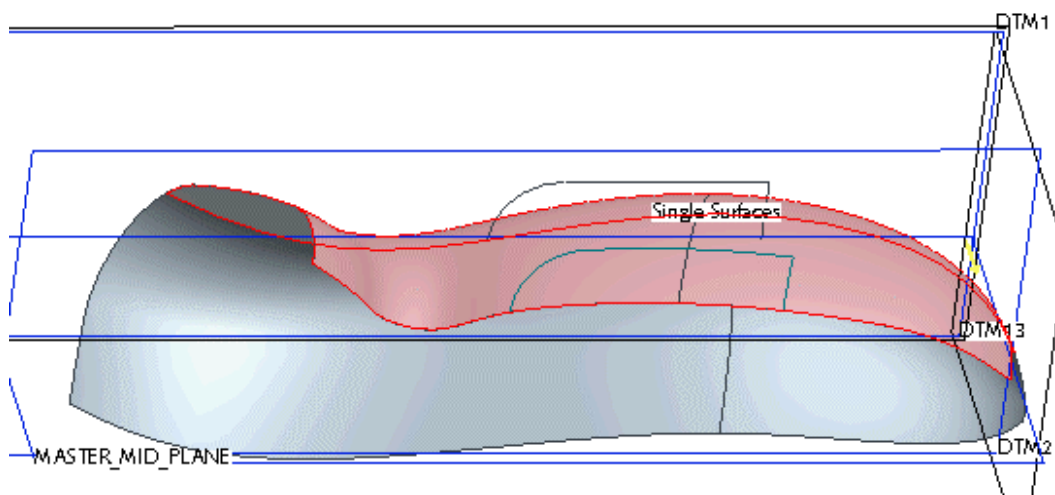


图 10：投影草绘

**7. 完成“投影”(Project) 工具。**

**Step 2. 创建一个曲面以开发“凹窝”曲面。**

**8. 要从主体创建一个基础曲面偏移，请：**

- 选取主体曲面。
- 启动“偏移”(Offset) 工具。
- 在“控制”(Controls) 下，选取“控制拟合”(Controlled Fit)。选取坐标系。
- 要使偏移曲面位于中平面上，请在“轴”(Axes) 下清除“Z”复选框。
- 输入 [2] 作为偏移值。
- 选取下图所示的方向。

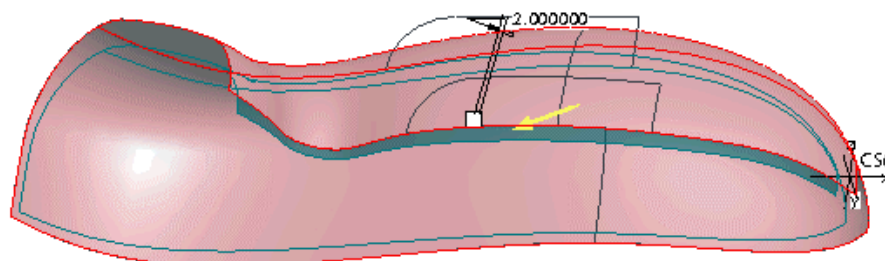


图 12：偏移剃须刀主体面组

9. 完成“偏移”(Offset)工具。

### Step 3. 裁剪“凹窝”的外边界。

10. 裁剪“凹窝”的外边界。

- 选取剃须刀主体曲面。
- 启动“裁剪”(Trim)工具。
- 选取一条放置的曲线作为“裁剪对象”。按住 SHIFT 键选取第二条曲线。
- 请确保裁剪方向正确，如下图所示。

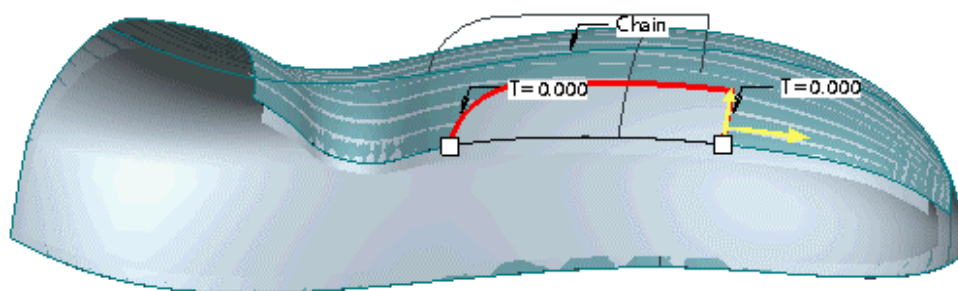


图 14：裁剪剃须刀下部主体

- 完成“裁剪”(Trim)工具。

### Step 4. 定义与剃须刀主体曲面合并的曲面边界。

11. 启动“投影”(Project)工具。

- 将选项改为“投影草绘”(Project Sketch)。
- 草绘放置曲线，如下图所示。

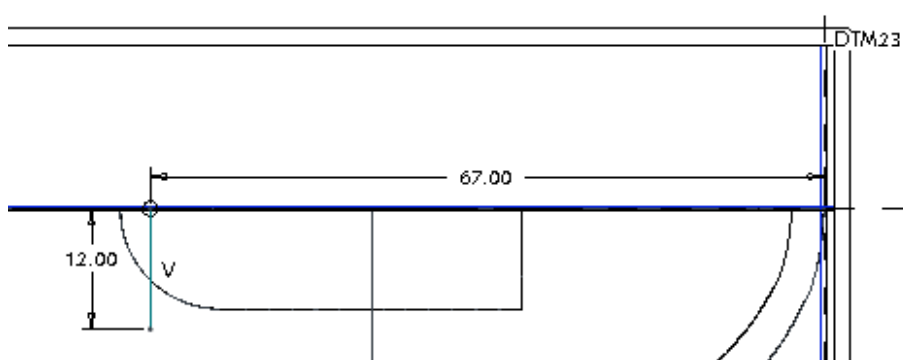


图 16：草绘基准曲线

- 选取偏移曲面。
- 选取下图所示的基准作为方向参照。

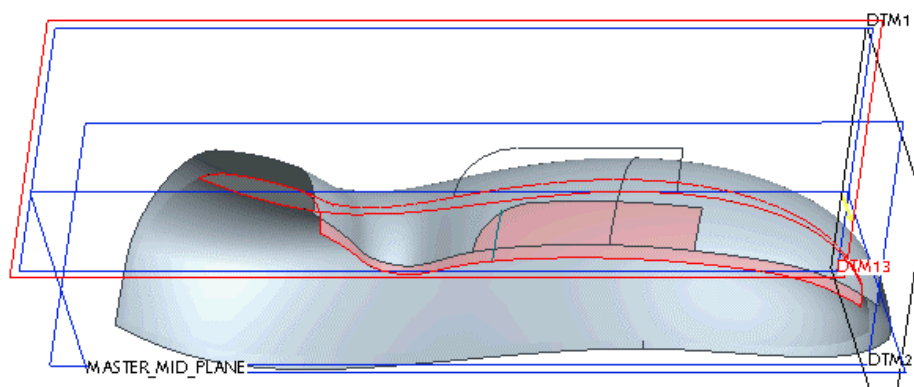


图 18：投影基准曲线

**12** 完成“投影”(Project)工具。

**Step 5.** 定义曲面的其它边界以连接剃须刀主体曲面。

**13** 在放置的曲线上创建一点，如下图所示。输入 **[0.9]** 作为“比率”(Ratio)值。

**注释：**

如果点与下图显示不同，请选择“下一端点”(Next End)?

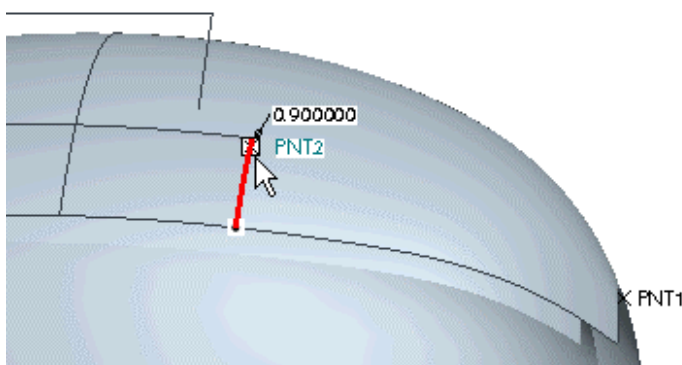


图 20：创建一个点

**14** 创建一个通过创建的点并与 MASTER\_MID\_PLANE 平行的基准平面。

**15** 使用偏移曲面上放置的曲线，以及您所创建的通过上一创建点的基准平面，来创建一个点。

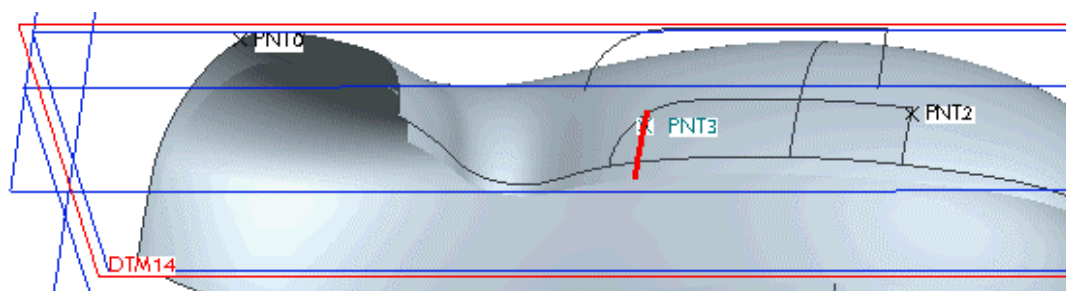


图 22：创建另一点

# 16. 创建一条穿过点的基准曲线。

- 选取顶点，如下图所示。



图 24：选取顶点

- 选取另一顶点，如下图所示。



图 26：选取顶点

- 使用“属性”(Attributes)选项，将曲线与基准平面 MASTER\_MID\_PLANE 相连。

# 17. 定义与连接到剃须刀主体的曲线端相切：

- 选取下图所示的边。
- 如有必要，请反转箭头方向，如下图所示。



图 28：定义曲线的相切

**18** 完成“曲线”(Curve)工具。

**19** 创建一条通过点的基准曲线，如下图所示。

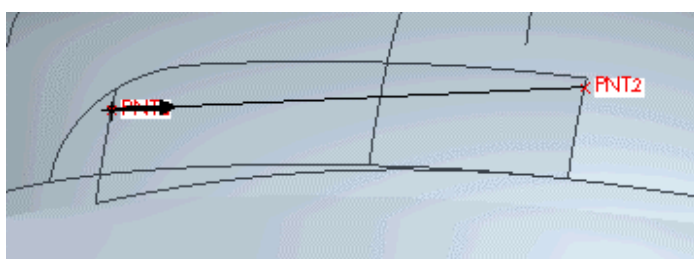


图 30：创建通过点的基准曲线

**20** 定义曲线的相切：

- 选取要定义相切的曲面。
- 如有必要，请反转箭头方向以获取曲线，如下图所示。

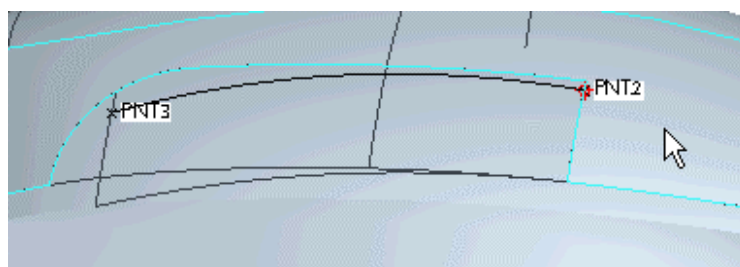


图 32：定义曲线的相切

## Step 6. 创建“凹窝”曲面。

**21** 启动“边界混合”(Boundary Blend)工具。

- 选取您所创建的通过点的曲线作为第一方向曲线，如下图所示。

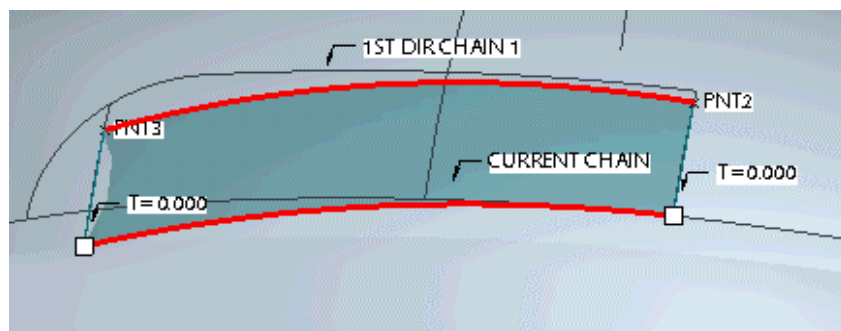


图 34：选取第一方向曲线

- 选取放置的曲线作为第二方向曲线，如下图所示。

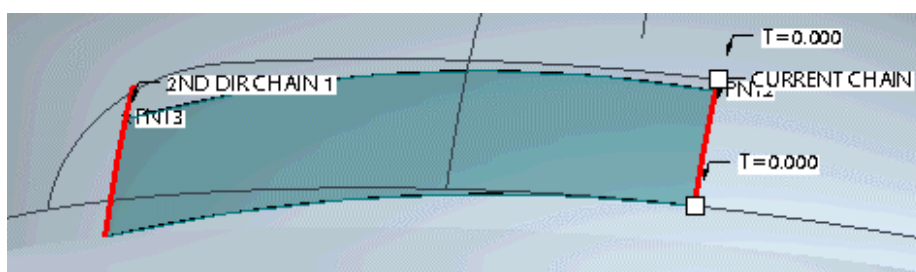


图 36：选取第二方向曲线

## 22. 定义曲面的“边对齐”(Edge Alignment)。

- 为第二方向曲线选取“相切”(Tangent)，如下图所示。

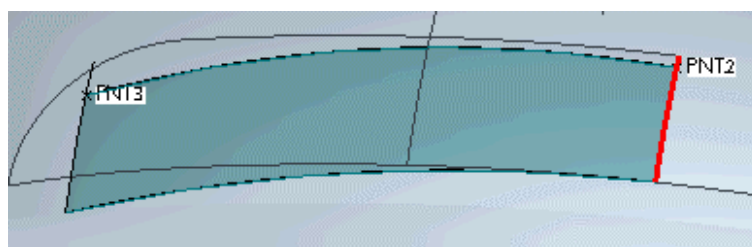


图 38：定义曲面的相切

- 使用基准平面 MASTER\_MID\_PLANE 作为参照，为中平面上的边选取“法向”(Normal)。

## 23. 完成“边界混合”(Boundary Blend) 工具。

**Step 7.** 为“凹窝”的第二个(侧)曲面创建边界。

## 24. 在 DTM2 平面上草绘一条曲线。

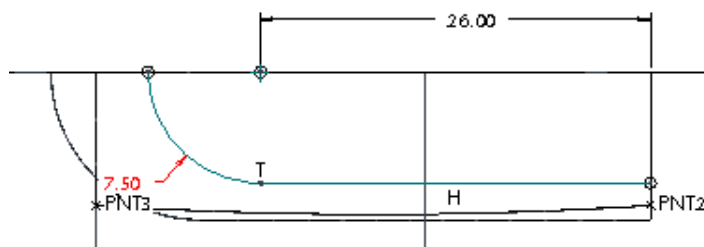


图 40：草绘基准曲线

25. 将该曲线投影到“凹窝”曲面上。

- 启动“投影” (Project) 工具。
- 选取曲面，如下图所示。
- 选取曲线链，如下图所示。

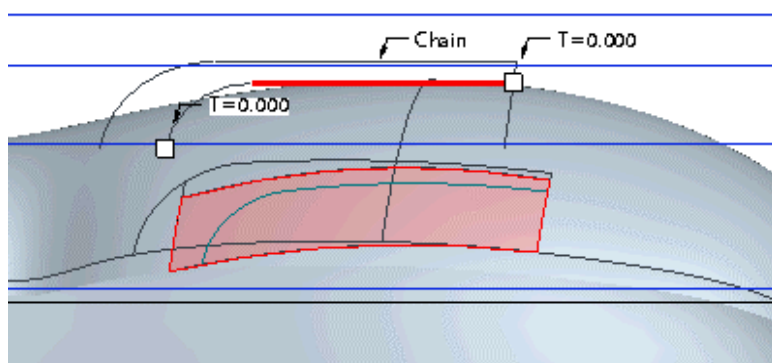


图 42：投影基准曲线

- 选取 DTM 2 作为方向参照。

26. 完成“投影” (Project) 工具。

27. 创建一条通过顶点的曲线，如下图所示。定义“属性” (Attributes)，以将曲线与基准平面 MASTER\_MID\_PLANE 相连。

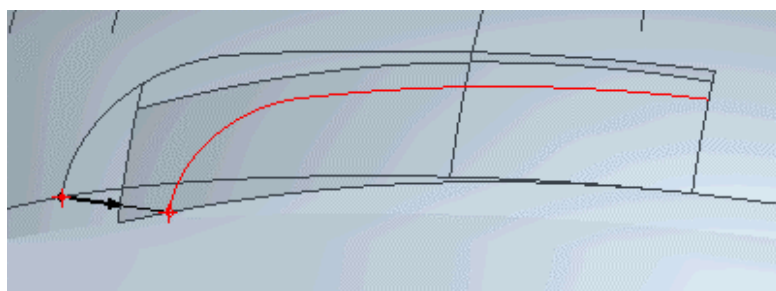


图 44：创建通过顶点的基准曲线

**28.** 将曲线与边对齐，以定义“相切”(Tangency)。最终的曲线应如下图所示。

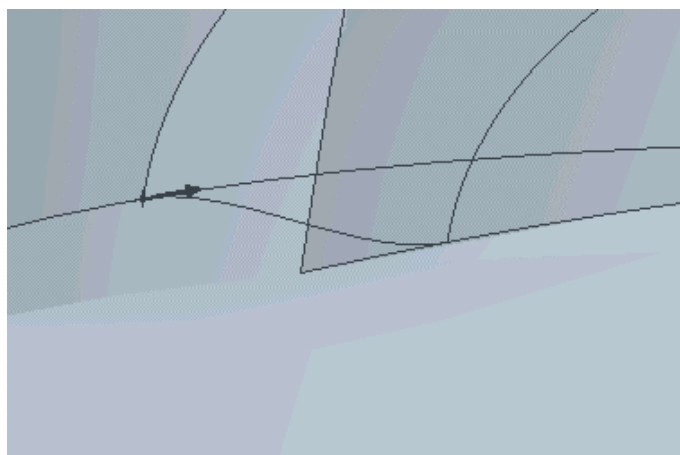


图 46：定义基准曲线的相切

#### Step 8. 创建“凹窝”的侧曲面。

**29.** 启动“边界混合”(Boundary Blend) 工具。

**30.** 选取下图所示的曲线作为第一方向。

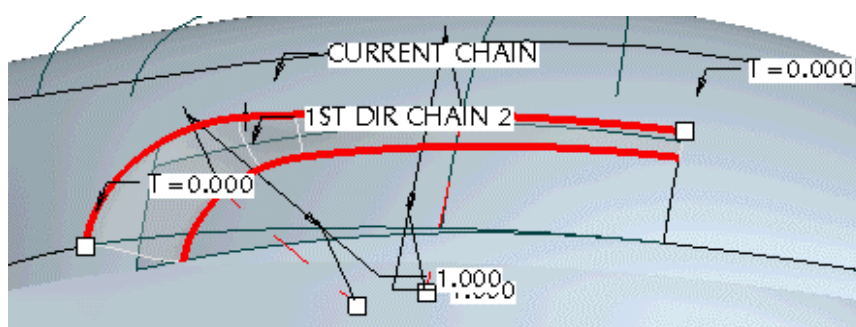


图 48：选取第一方向曲线

**31.** 选取下图所示的曲线作为第二方向。

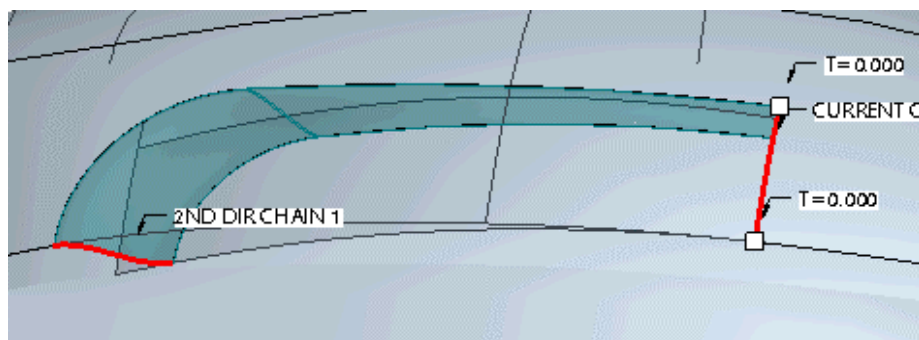


图 50：选取第二方向曲线

**32. 定义边对齐。**

- 使曲面与邻接曲面相切。
- 使其与 MASTER\_MID\_PLANE 垂直。

**33. 完成“边界混合”(Boundary Blend) 工具。 请注意，曲线片出现扭曲。**

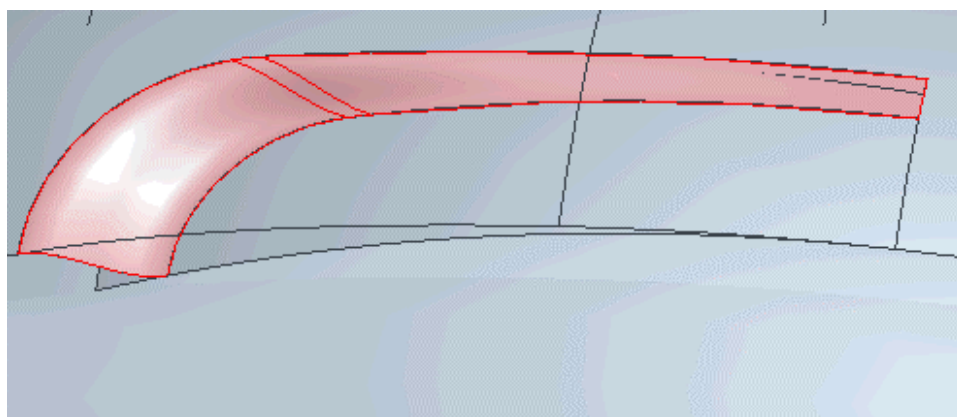


图 52：最终的曲面

**Step 9. 对“凹窝”曲面进行光滑处理。**

**34. 重新定义“边界混合曲面”。**

- “暂停”(Pause) 特征的创建。
- 在曲线上创建一点，如下图所示。 输入 [0.75] 作为“比率”(Ratio) 值。

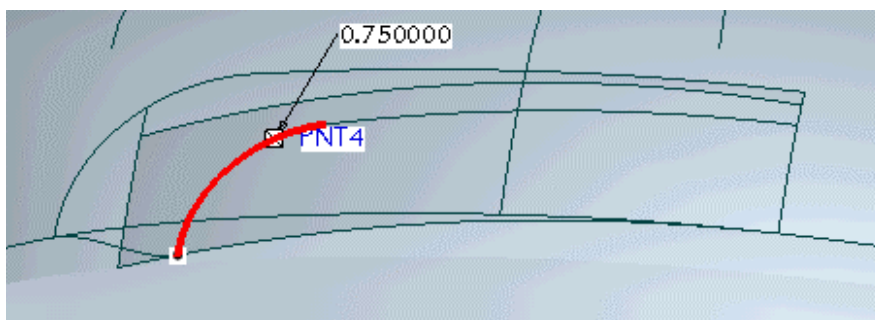


图 54：创建一个点

- “恢复” (Resume) 特征的创建
- 在“控制点” (Control Point) 下，添加一“组”并选取点，如下图所示。

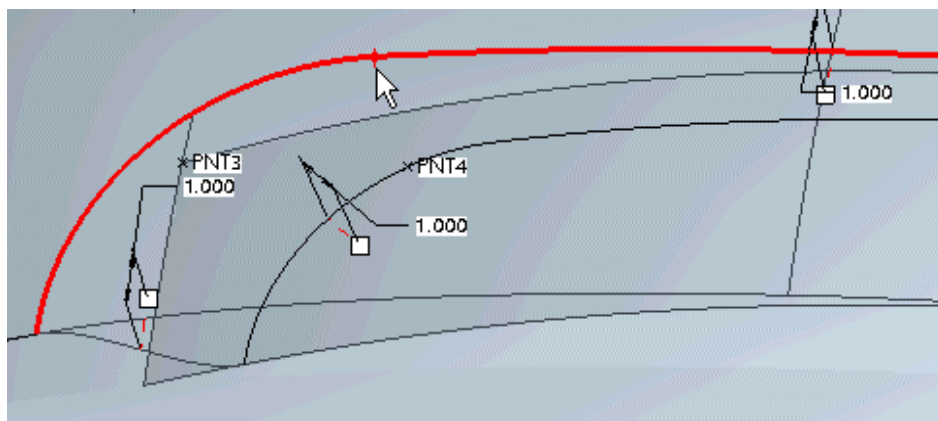


图 56：选取混合控制点

- 选取已创建的点，定义第二控制点。

35. 完成“边界混合” (Boundary Blend) 工具。

36. 查看混合的曲面。

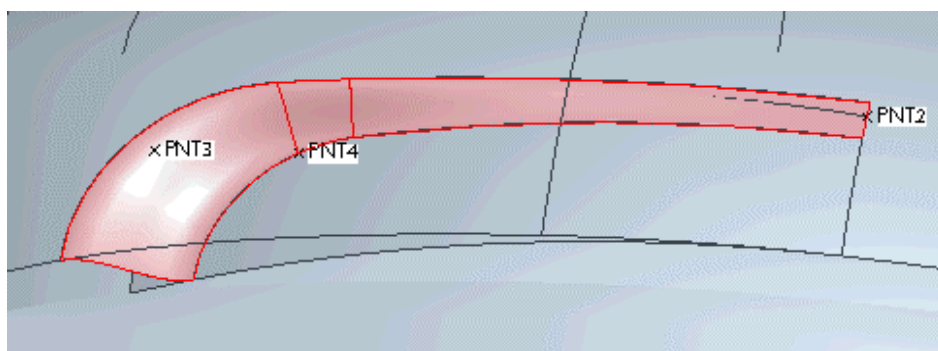


图 58：光滑混合的曲面

**Step 10.** 查看“凹窝”的完整形状，合并曲面并镜像面组。

**37.** 合并曲面以创建单个面组。

**38.** 关于 MASTER\_MID\_PLANE 镜像面组。

**39.** 再次合并两个面组。

**40.** 隐藏曲线的显示并查看“凹窝”。

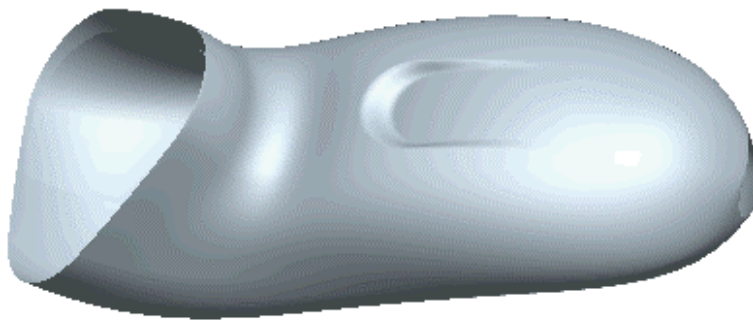


图 60：最终的凹窝

**41.** 保存并拭除模型。

此练习结束。

## 练习 2：修改剃须刀主体横纹的形状（挑战性练习）

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 创建与基础曲面相切的“凹窝”。

### 假定背景

您将继续开发剃须刀模型。您已经在剃须刀主体上创建了凸起横纹。现在要修改形状，以使横纹与剃须刀主体曲面相切。并且还要使其形状成为“凹陷”。

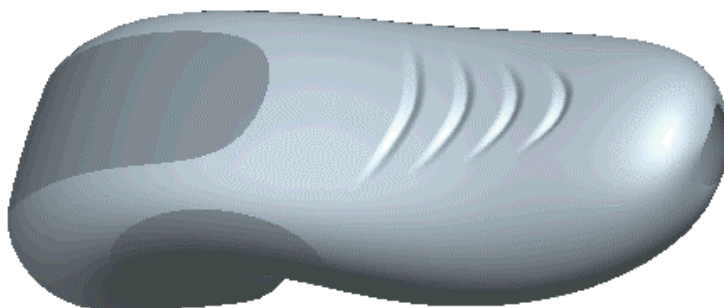


图 62：“凹陷”横纹的最终形状

#### Step 1. 重新定义“造型”特征。

42. 打开 BODY\_MASTER\_WITH\_RIBS.PRT。

43. 重新定义“造型”特征：

- 在“模型树”(Model Tree) 中展开“阵列(造型)”特征。
- 选取“造型 id 2603”，单击右键并选取“编辑定义”(Edit Definition)。

#### Step 2. 更改定义“凸起”的曲线形状。

44. 编辑曲线，如下图所示。

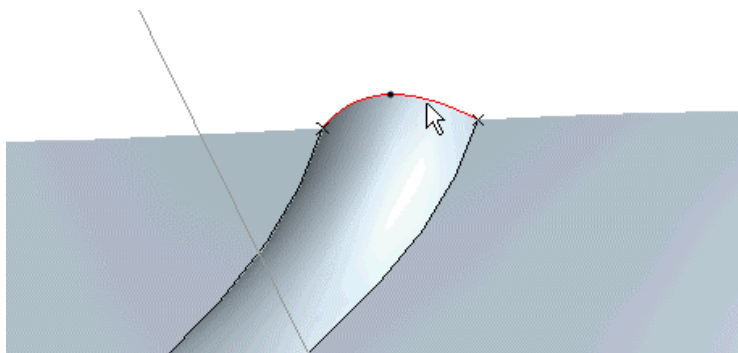


图 64：选取定义凸起的曲线

**45. 修改曲线形状：**

- 使端点与剃须刀主体曲面相切。

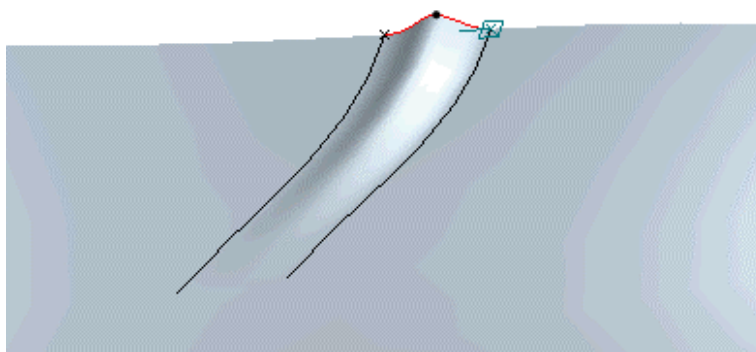


图 66：使曲线与曲面相切

- 将中点拖动到下图所示的位置。

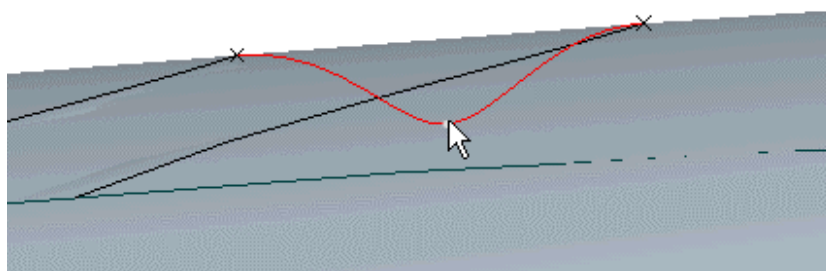


图 68：修改曲线形状

**46. 更改曲面连接，使其与邻接曲面相切，并垂直于主中平面。**

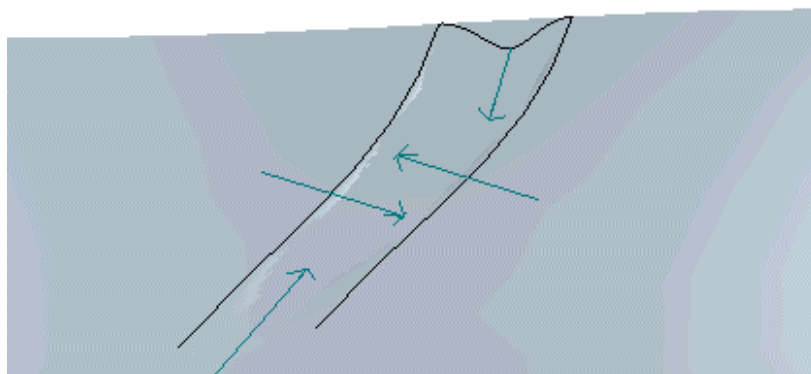


图 70：修改曲面连接

- 47. 退出“造型”(Style)。
- 48. 查看修改后的横纹形状。

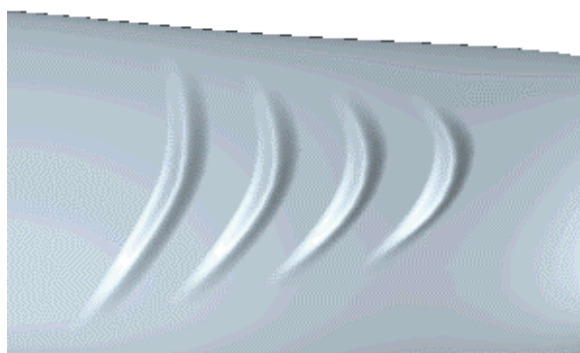


图 72：修改后的横纹

- 49. 保存该零件，然后将其从内存中拭除。
- 此练习结束

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 创建“凹窝”或“凸起”。
- 创建“分割类型曲面”。
- 创建“气泡”或“凹痕”。

## 处理复杂建模情况

### 简介

设计曲面时会碰到许多困难，此时必须使用不同的技术以获得所需的形状，但又不能以牺牲曲面质量为代价。这些困难包括使用不足或过多边界建模、对倒圆角形状建模，以及使用闭合曲线建模。

### 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 判定复杂曲面建模情况。
- 使用各种方法解决建模的困难。

## 模块 19 课堂练习

### 练习 1：开发安全帽曲面模型

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 使用倒圆角边界创建模型。

#### 假定背景

您继续设计安全帽。您已经使用三个视图的草绘创建了曲线。现在要开发曲面模型。

---

**Step 1. 查看具有定义曲线的模型。**

---

1. 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_19**。
2. 打开 **HELMET.PRT**。
3. 查看模型。 请注意，共有三条曲线定义安全帽的主曲面，如下图所示。它们不适合构建四边界曲面。

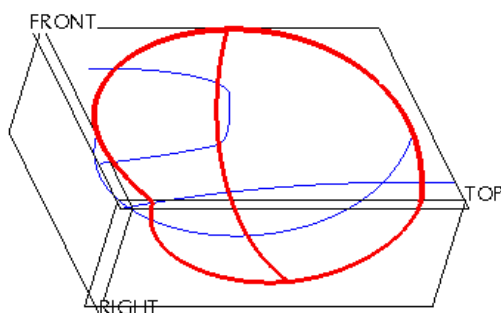


图 2：安全帽曲面的边界

---

**Step 2. 创建其它曲线以定义安全帽形状**

---

4. 创建曲线的“原样副本”：
  - 选取曲线并启动“复制”(Copy) 工具。
  - 选取下图所示的链。

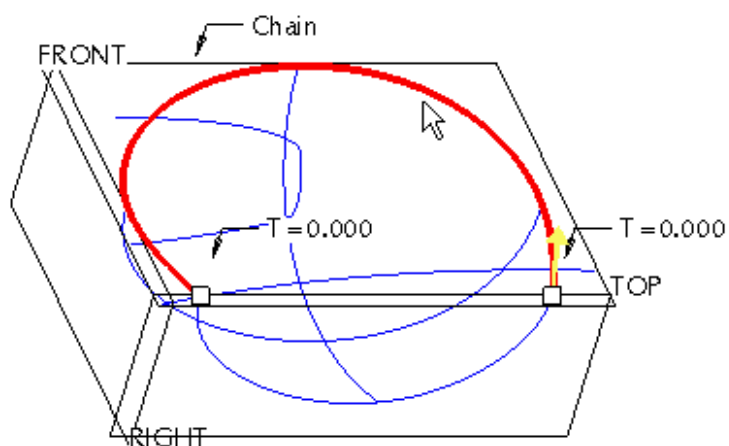


图 4：复制曲线

- 保留“曲线类型” (Curve Type) 选项的缺省值“确切” (Exact)。
5. 完成“复制” (Copy) 工具。
  6. 创建一个基准平面，其距 RIGHT 基准平面 [30]。
  7. 创建另一个基准平面，其距 RIGHT 基准平面 [297]。

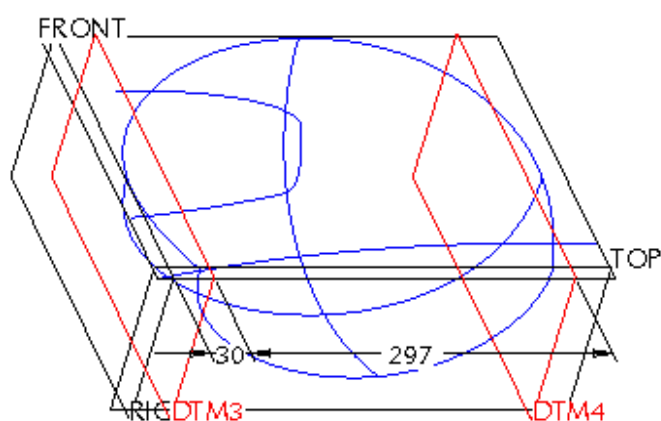


图 6：两个基准平面

8. 创建四个基准点。
  - 将 DTM4 与复制的曲线相交以创建一个点。

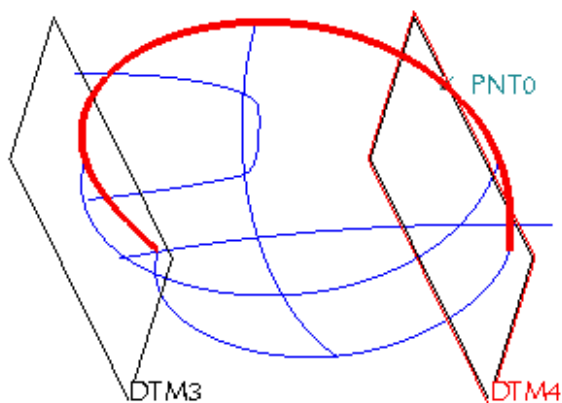


图 8：创建第一点

- 将 DTM4 与下图所示的曲线相交以创建一个点。

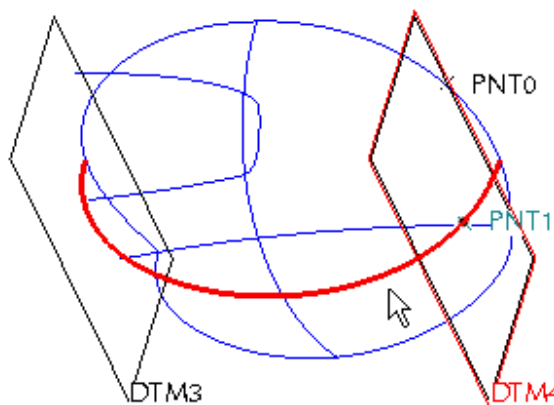


图 10：创建第二点

- 创建另外两个点，如下图所示。

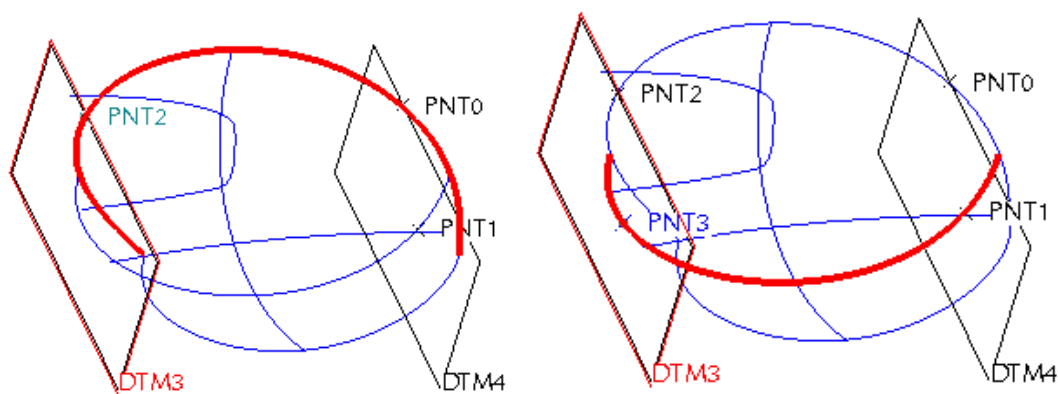


图 12：创建第三点和第四点

**注释：**

在这些图形中，为清晰起见，隐藏了部分基准平面。

**Step 3. 创建复制曲线段。**

9. 为清晰起见，请隐藏“造型”特征 HELMET\_CURVES 和 PROJECTION\_CURVES。

10. 裁剪复制的曲线：

- 选取复制的曲线。

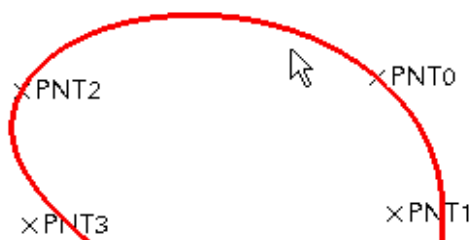


图 14：要裁剪的曲线

- 启动“裁剪”(Trim)工具。
- 选取点 PNT0。
- 反转侧，以保留两侧。



图 16：裁剪曲线

- 完成“裁剪”(Trim)工具。

11. 再次裁剪曲线。

- 选取下图所示的曲线。

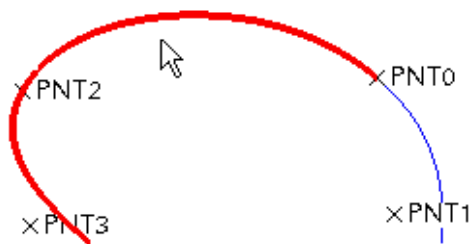


图 18：要裁剪的曲线

- 启动“裁剪”(Trim)工具。
- 选取点 PNT2。
- 反转侧，以保留两侧。



图 20：裁剪曲线

#### Step 4. 创建安全帽曲面。

**12** 取消隐藏 HELMET\_CURVES 特征。

**13** 创建一个曲面。启动“边界混合”(Boundary Blend)工具。

- 使用下图所示的曲线作为第一方向。

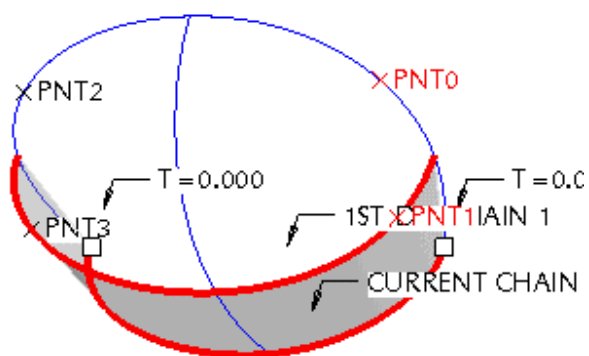


图 22：第一方向曲线

- 使用下图所示的曲线作为第二方向。

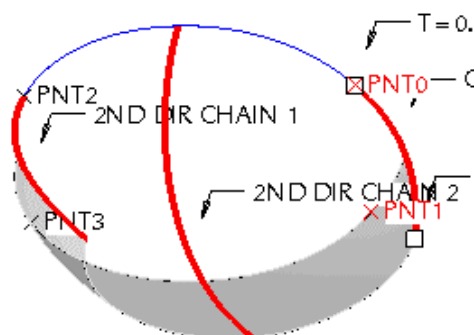


图 24：第二方向曲线

- 定义边对齐，使曲面与 FRONT 基准平面垂直。

14. 创建一条通过点的曲线，如下图所示。

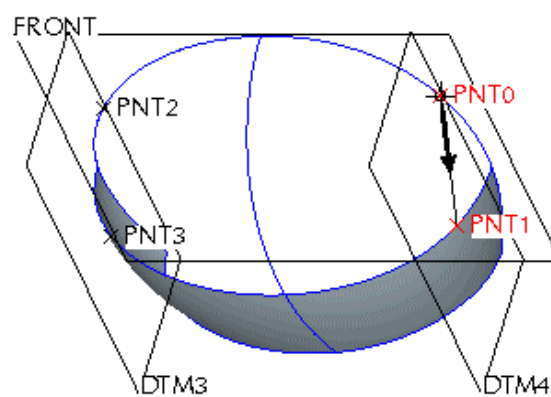


图 26：通过点的曲线

- 定义“属性” (Attributes), 将曲线连接到 DTM4 基准平面。
- 定义“相切” (Tangency), 使曲线一端垂直于基准 FRONT, 另一端与曲面相切。

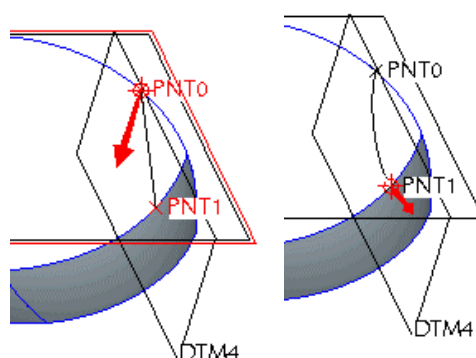


图 28：曲线端点处的相切条件

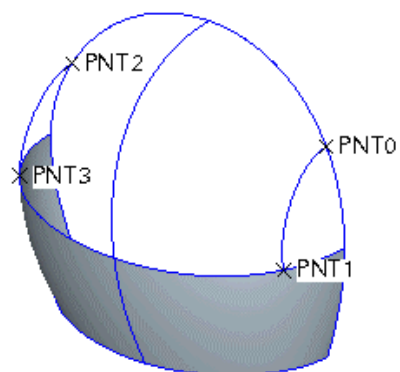


图 30：生成的曲线

**15. 创建另一曲面。启动“边界混合”(Boundary Blend) 工具。**

- 使用下图所示的曲线作为第一方向。

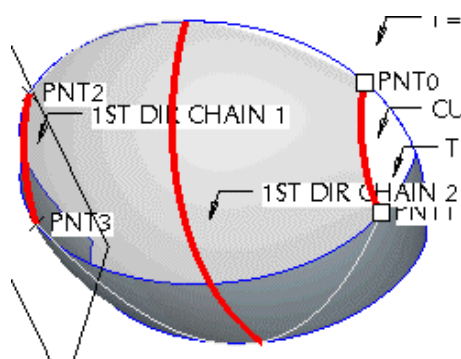


图 32：第一方向曲线

- 使用下图所示的曲线作为第二方向。

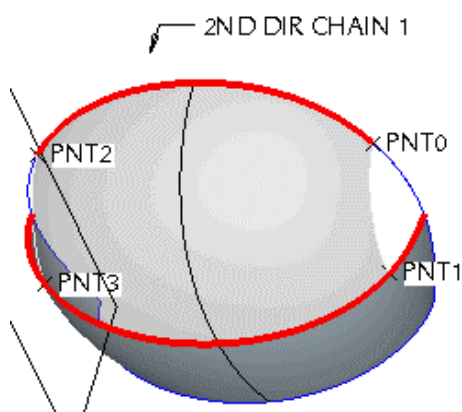


图 34：第二方向曲线

**16. 定义“边”对齐：**

- 使曲面与 FRONT 基准平面垂直。
- 使曲面与前一曲面相切。

17. 完成“边界混合”(Boundary Blend) 工具。

**Step 5.** 创建一个曲面以填充安全帽后部的空缺。

18. 创建一条曲面上的曲线。

- 启动“投影”(Project) 工具。
- 在 DTM4 平面上草绘一条直线。
- 使用 PNT0 作为参照。

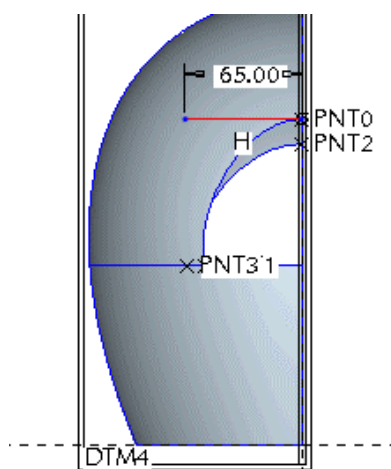


图 36：要投影的曲线

- 选取上曲面。
- 选取 DTM4 作为方向参照。
- 完成“投影”(Project) 工具。

19. 创建另一条曲面上的曲线。

- 启动“投影”(Project) 工具。
- 在 DTM4 平面上草绘一条直线。
- 使用下图所示的曲线作为参照。
- 使用前一条投影曲线作为参照。

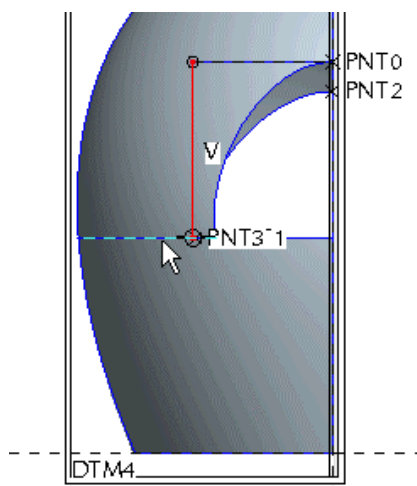


图 38：要投影的曲线

- 选取上曲面进行投影。
- 选取 DTM4 作为方向参照。
- 完成“投影” (Project) 工具。

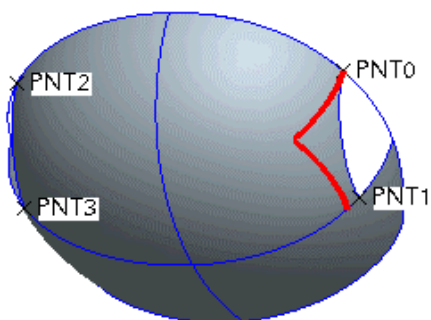


图 40：投影的曲线

**20. 创建曲面。** 启动“边界混合” (Boundary Blend) 工具。

- 使用下图所示的曲线作为第一方向和第二方向。

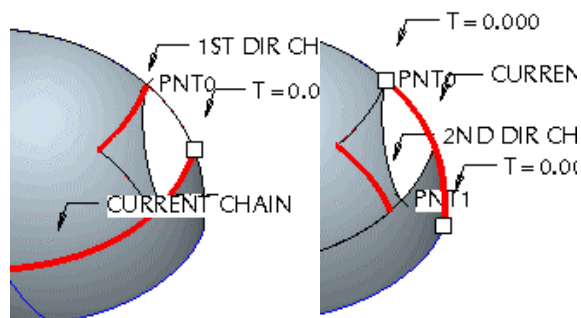


图 42：第一方向和第二方向曲线

**21. 定义“边”对齐：**

- 使曲面与 FRONT 基准平面垂直。
- 使曲面与相邻曲面相切。

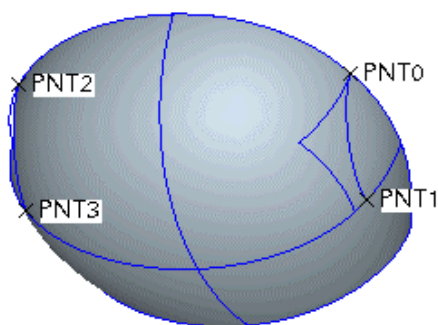


图 44：生成的曲面

**22. 完成“边界混合”(Boundary Blend) 工具。**

**Step 6. 完成曲面模型。**

**23. 合并所有曲面。**

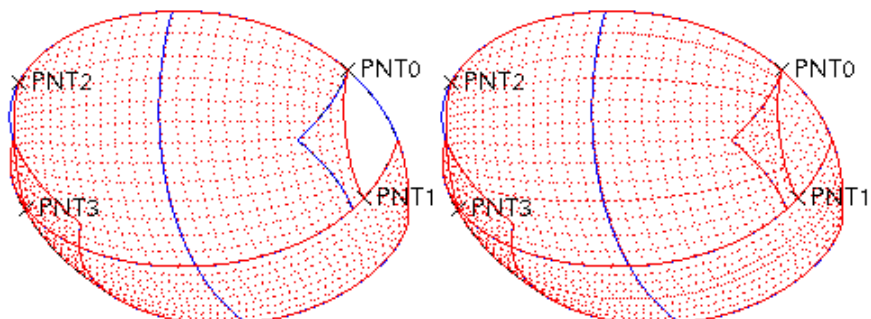


图 46：合并曲面

24. 取消隐藏 PROJECTION\_CURVES。

25. 将护目镜曲线（下图中箭头所示）投影到面组上。

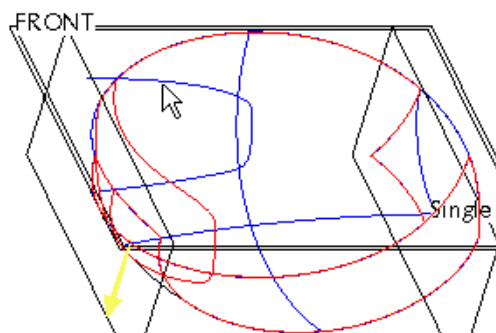


图 48：投影一条曲线

26. 使用投影曲线裁剪面组。

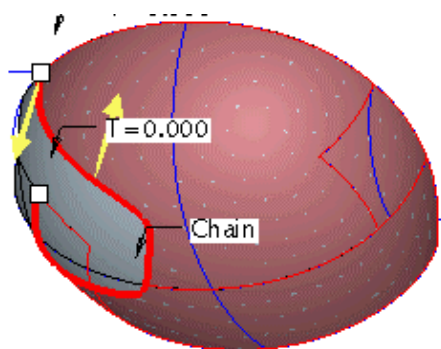


图 50：裁剪面组

27. 将曲线（下图中箭头所示）投影到面组上。

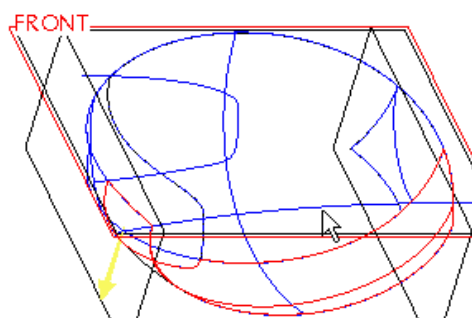


图 52：投影一条曲线

28. 使用投影曲线裁剪面组。

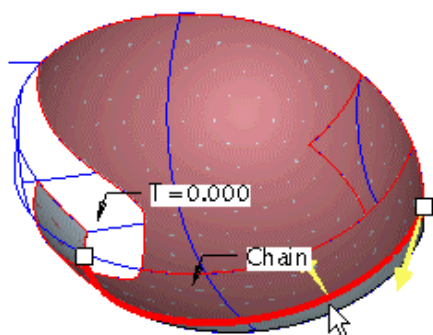


图 54：裁剪面组

**29.** 关于 FRONT 基准平面镜像面组。

**30.** 合并面组。

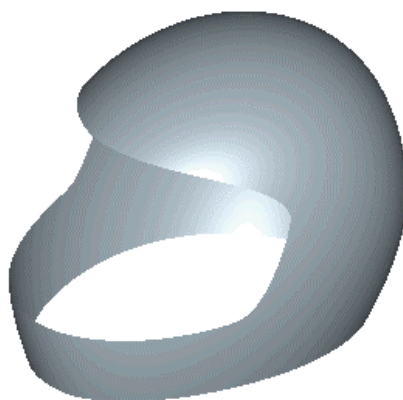


图 56：完整的安全帽模型

**31.** 保存并拭除模型。

此练习结束

## 练习 2：开发熨斗外壳的曲面模型（挑战性练习）

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 使用三角边界创建高质量的曲面

### 假定背景

您将设计一个熨斗外壳。现在具有三条曲线定义其形状。您要使用这些定义边界创建高质量的模型。

#### Step 1. 查看数据。

**32** 将工作目录设置为 `C:\users\student\surfacing_330\module_19`。

**33** 打开 `IRON_BOX.PRT`。

**34** 请注意，具有三条曲线可定义曲面。其中一条从底板（如下图加亮所示）复制而来，其它为“造型”曲线。

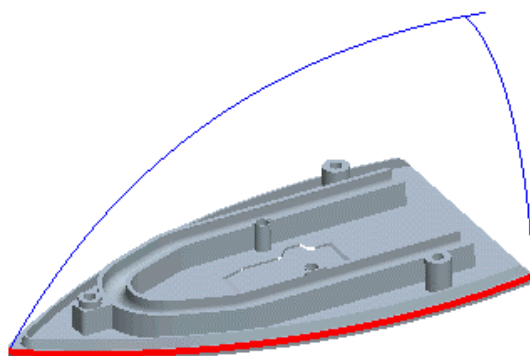


图 58：用于熨斗外壳曲面的边界曲线

#### Step 2. 使用三条边界创建曲面。

**35** 启动“边界混合” (Boundary Blend) 工具。

- 选取下图所示的曲线作为第一方向。

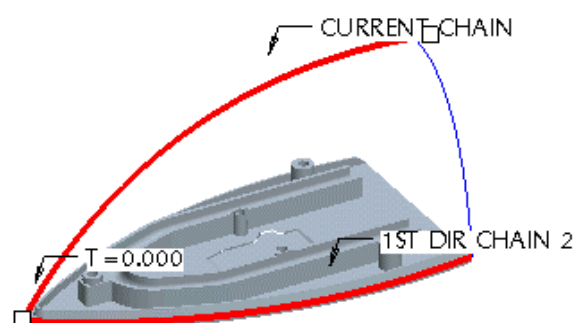


图 60：第一方向曲线

- 选取下图所示的曲线作为第二方向。

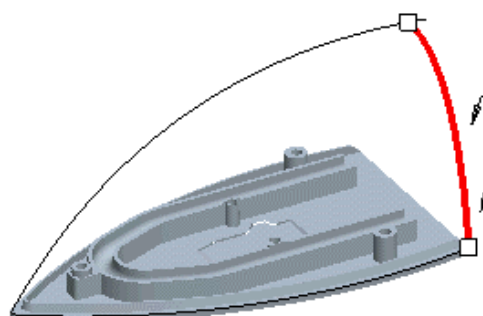


图 62：第二方向曲线

- 使曲面与 TOP 基准平面垂直。

**36.** 完成“边界混合”(Boundary Blend)工具。

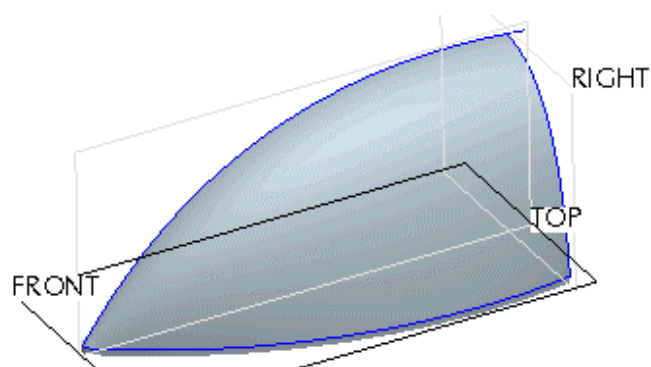


图 64：生成的曲面

**37.** 分析曲面。

**38.** 使用“双向曲率”(Porcupine)工具分析曲面。请注意，曲面前端曲率的尖锐凸起，表示曲面的扭曲。

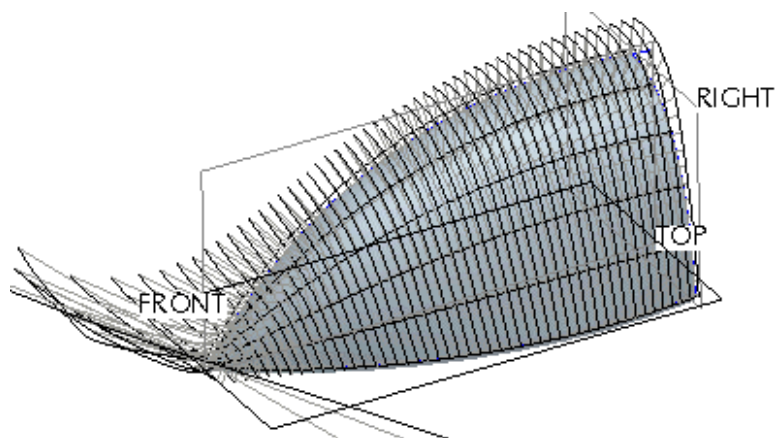


图 66：双向曲率分析

**Step 3. 使用三角曲面作为基础创建一个曲面。**

**39. 延伸曲面。**

- 选取下图所示的边。
- 启动“延伸” (Extend) 工具。
- 保留“延伸类型” (Extend Type) 的缺省设置“相同” (Same)。
- 输入延伸值 [40]。

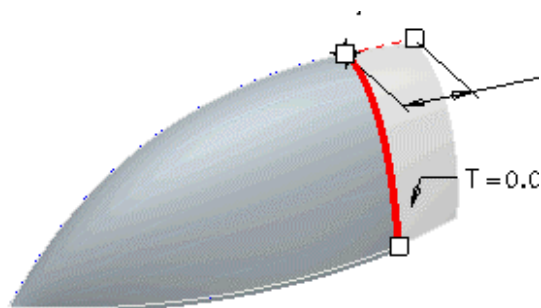


图 68：延伸后的曲面

**40. 完成“延伸” (Extend) 工具。**

**41. 在延伸的曲面上投影一条曲线。**

- 在 TOP 基准平面上草绘一个圆弧，如下图所示。使用延伸曲面的边作为参照。

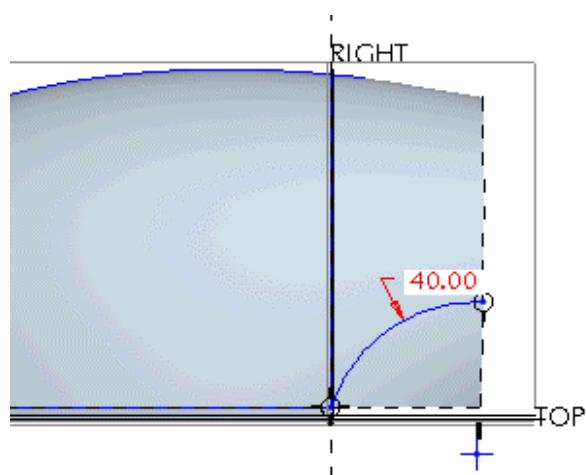


图 70：要投影的曲线

- 选取延伸的曲面作为参照曲面。
- 选取 TOP 基准平面作为方向参照。

42. 完成“投影” (Project) 工具。

43. 创建一个四边界曲面。启动“边界混合” (Boundary Blend) 工具。

- 选取延伸曲面的边作为第一方向的第一链。
- 选取投影曲线作为第一方向的第二链，如下图所示。

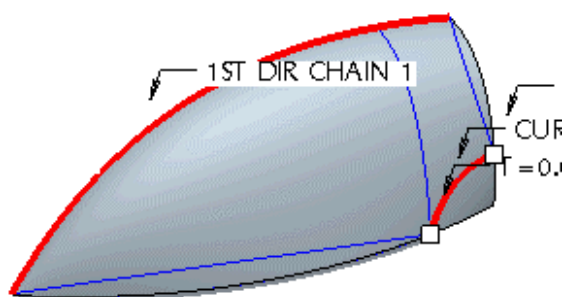


图 72：第一方向曲线

- 选取底板上复制的曲线作为第二方向的第一链。
- 选取延伸曲面的边作为第二方向的第二链。

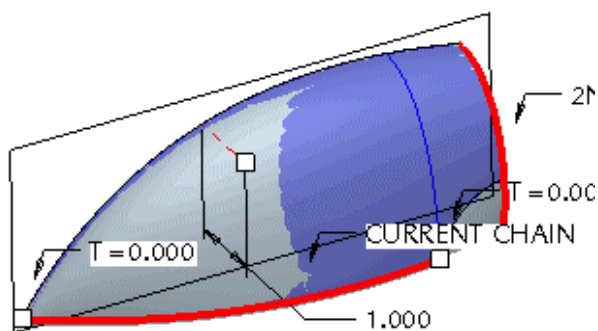


图 74：第二方向曲线

- 使曲面与 TOP 基准平面相切。

**44** 完成“边界混合”(Boundary Blend) 工具。

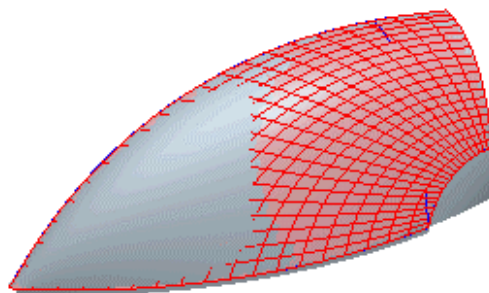


图 76：生成的曲面

**45** 隐藏三角曲面。

**Step 4. 分析四边界曲面。**

**46** 使用“双向曲率”(Porcupine) 工具分析曲面。请注意，曲面曲率的尖锐凸起已经消失。

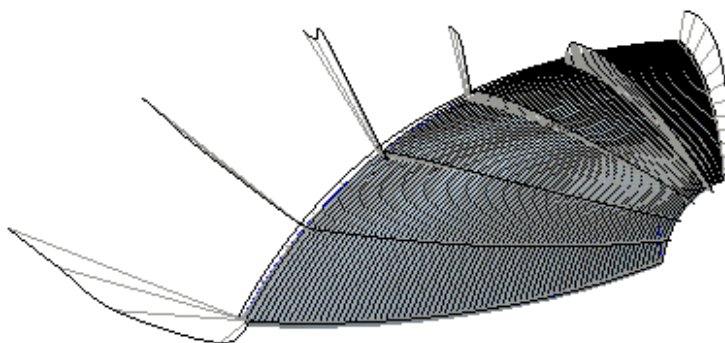


图 78：双向曲率分析

## Step 5. 裁剪曲面。

47. 将下图所示的曲线投影到四边界曲面上。

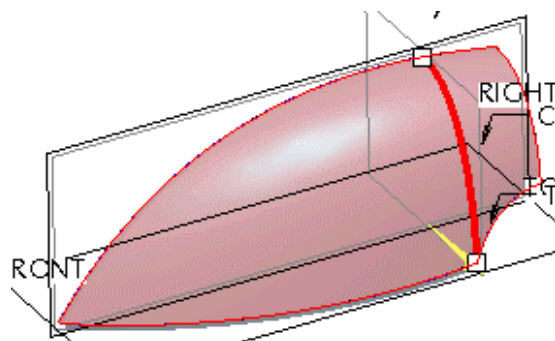


图 80：投影曲线

48. 使用投影的曲线裁剪曲面。

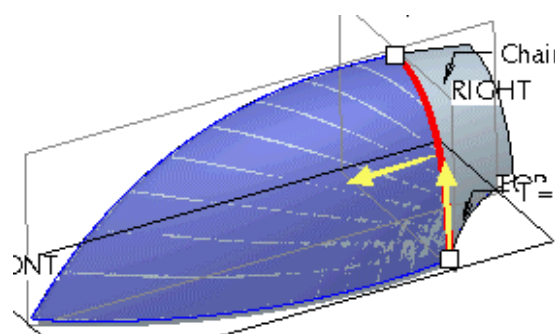


图 82：裁剪曲面

49. 查看裁剪后的最终四边界曲面，可将其用于进一步开发模型。

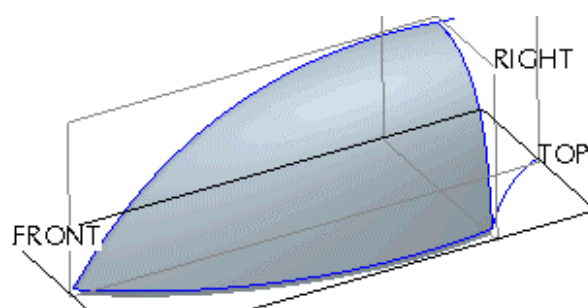


图 84：生成的曲面

50. 保存并拭除模型。

此练习结束

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 判定复杂曲面建模情况。
- 使用各种方法解决建模的困难。

## 将面组转换成实体

### 简介

曲面用于定义无法使用实体建模工具获得的复杂形状。因此，创建的模型需要通过加厚而添加材料。增加厚度时可能会受到所应用特征的限制。由于曲面几何的原因，增加厚度时可能无法超出特定的尺寸。

对此问题进行深入地研究，可帮助您解决零件中相关的厚度问题。使用曲面建模技术可有效地解决这类问题。

### 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 从面组创建实体几何。
- 使用偏移曲面创建实体几何。
- 分析面组的曲面几何以进行偏移。

## 模块 20 课堂练习

### 练习 1：偏移剃须刀电源开关的曲面

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 使用各种可用选项偏移曲面。

#### 假定背景

您正在处理剃须刀模型的不同零件。要使用为相同模型创建的主曲面，创建电源开关的细节。外侧曲面已经提供，您必须创建一个实体化的零件。先前已经确定了要增加的零件厚度和其它细节。

---

**Step 1. 垂直于曲面偏移面组。**

---

1. 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_20**。
2. 打开 **POWER\_SWITCH.PRT**。
3. 查看可用于创建电源开关的曲面

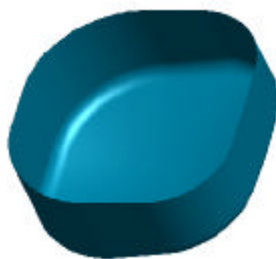


图 2：电源开关按钮的外曲面

4. 向开关内侧偏移面组。
  - 选取面组
  - 启动“偏移”(Offset)工具。
  - 将偏移值改为 **[1.5]**。

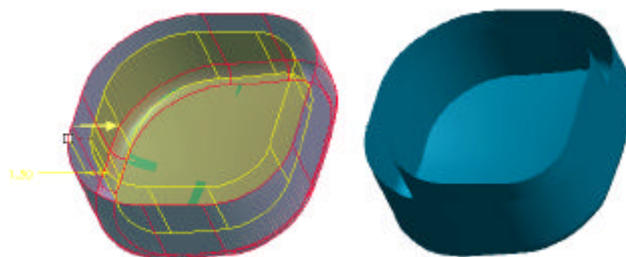


图 4：偏移面组

5. 请注意，原始面组的圆角曲面尚未偏移。

**Step 2.** 将顶盖曲面添加到偏移面组。

1. 继续创建偏移特征，选中“侧曲面” (side surfaces) 选项。
2. 完成“偏移”特征。请注意，偏移曲面与原始曲面之间的间隙已被侧曲面封闭。



图 6：使用偏移添加的侧曲面

**Step 3.** 将偏移选项改为“自动拟合”。

3. 编辑“偏移”特征，将偏移选项改为“自动拟合” (Auto Fit)。
4. 完成“偏移”特征。请注意，偏移曲面已被缩放，并拉入原始曲面中。

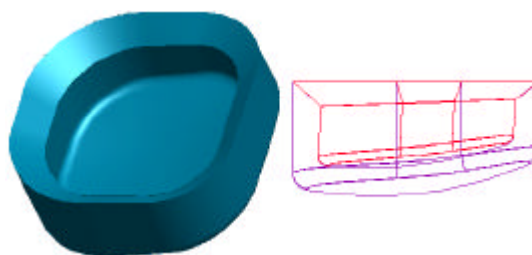


图 8：使用“自动拟合”选项偏移面组

**Step 4.** 将偏移选项更改为“控制拟合”选项。

5. 编辑“偏移”特征，将偏移选项更改为“控制拟合” (Control Fit) 选项。

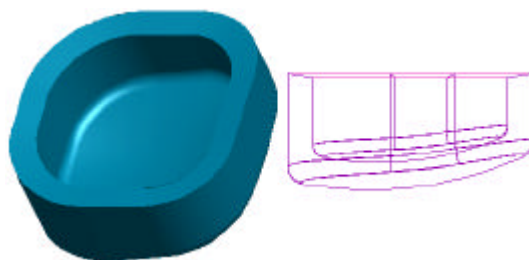


图 10：使用“控制拟合”选项偏移面组

6. 请注意，系统将使用缺省坐标系 CS0 缩放和拟合曲面。将用作参照的坐标系更改为 CS1。
7. 保留选中 X、Y 和 Z 轴的平移选项。
8. 完成“偏移”特征。请仔细观察侧曲面。它们仍然向内倾斜。

**Step 5. 更改“控制拟合”选项以在 Y 方向缩放。**

9. 编辑“偏移”特征，更改“控制拟合”(Control Fit) 的平移选项，以禁止 Y 方向的运动。取消选中 Y 轴平移复选框。
10. 请注意禁止 Y 轴平移后对面组产生的影响。

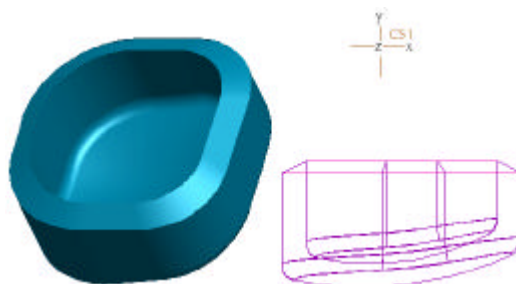


图 12：禁止 Y 轴平移后的偏移

**Step 6. 更改坐标系的位置。**

11. 编辑坐标系 CS1 的 Y 向尺寸。将偏距改为 [-8.0]。
12. 完成更改并再生模型。
13. 请注意，此时坐标系和偏移曲面将与原始曲面的顶端保持一致。

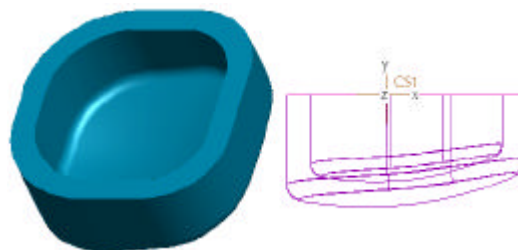


图 14：生成的偏移曲面

**14.** 保存并拭除模型。

此练习结束

## 练习 2：增加剃须刀上部主体的厚度

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 增加曲面的厚度。
- 使用曲面建模特征增加复杂几何的厚度。
- 检查可定义的曲面最大偏移。
- 校验零件的最小和最大厚度。

### 假定背景

剃须刀的主曲面已经设计完毕。您将使用主体作为参照，继续创建剃须刀的上部主体。所需的曲面组已复制到上部主体零件中。您必须首先增加零件的厚度，然后才能创建细节。因为零件关于中平面对称，所以只需处理零件的一半。

---

**Step 7. 定位并打开上部主体零件。**

---

**15** 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_20**。

**16** 打开零件 **BODY\_UPPER.PRT**。

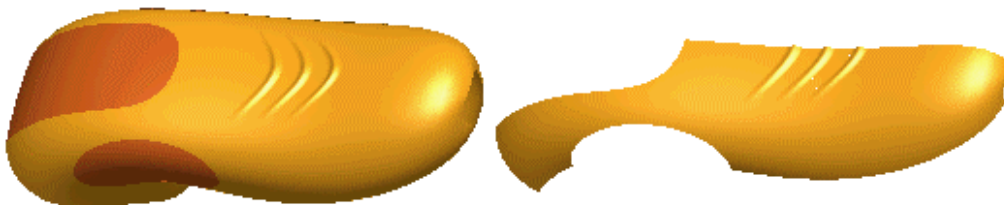


图 16：主体和上部主体零件

**17** 查看零件中可用的曲面。

---

**Step 8. 使用“加厚”选项增加曲面厚度。**

---

**18** 选取面组，并使用“编辑”(Edit) 菜单的“加厚”(Thicken) 选项增加面组的厚度。

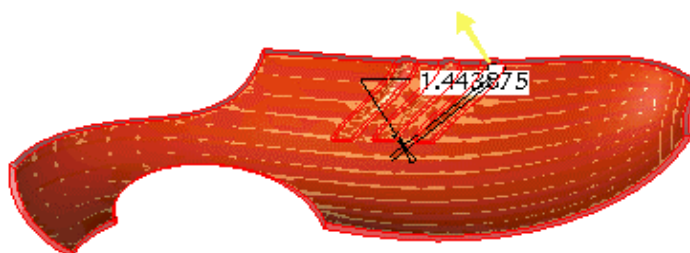


图 18：面组中增加的厚度

19. 反转偏移方向，在零件内侧增加材料，如下图所示。将加厚偏移值改为 [0.5]。

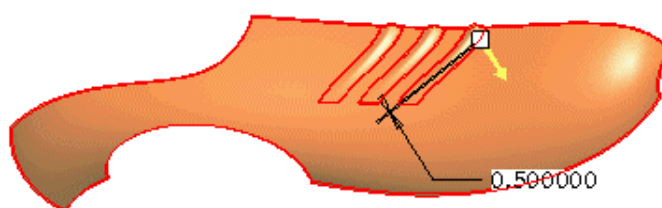


图 20：改变的厚度方向

20. 完成“加厚”特征。

#### Step 9. 修改零件厚度。

21. 重定义最后的特征，将加厚偏移值改为 [0.75]。
22. 请注意屏幕上显示的“定义特殊处理”(Define Special Handling) 错误消息。加厚时加亮显示的曲面组将失败，需要进行特殊处理。

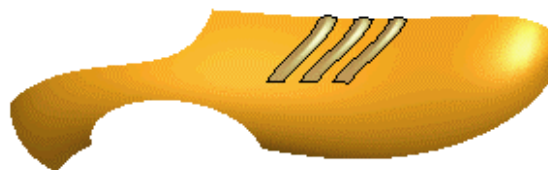


图 22：需要进行特殊处理的曲面

#### 注释：

特征无法使用更改后的厚度进行再生。这是由于面组的拓扑结构而造成的。

23. 在“定义特殊处理”(Define Special Handling) 消息框中选取“否”(No)。
24. 取消对特征所作的更改，以允许再生。
25. 隐含加厚特征。

#### Step 10. 分析面组的最小半径。

26. 使用“曲面分析” (Surface Analysis) 中的“半径分析” (Radius Analysis) 选项，检查零件内侧的最小半径。

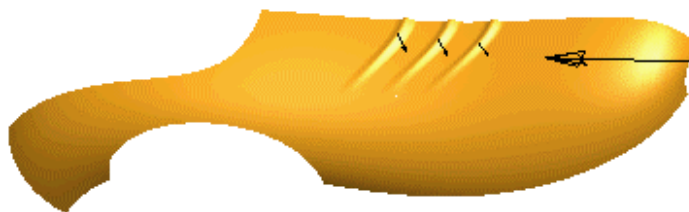


图 24：曲面分析中的半径检查

#### 注释：

分析中的最小半径值小于所需的厚度值。此时，特征将失败。  
曲面中的最小半径值决定了可对零件设置的最大偏移厚度。

27. 恢复“加厚”特征。

#### Step 11. 使用“自动拟合”选项增加曲面的厚度。

28. 使用上述方法加厚零件。将控制选项更改成“自动拟合” (Auto Fit)。  
29. 将加厚偏移值改为 [0.75]。

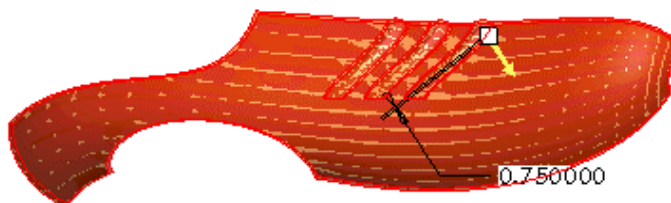


图 26：修改后的零件厚度

30. 完成“加厚”特征。

#### Step 12. 分析上部主体零件的截面。

31. 显示模型中定义的截面 Xsec0001。
- 单击“工具” (Tools)> “模型剖切” (Model Sectioning)> “显示” (Display)> “显示剖面” (Show X-Section)。

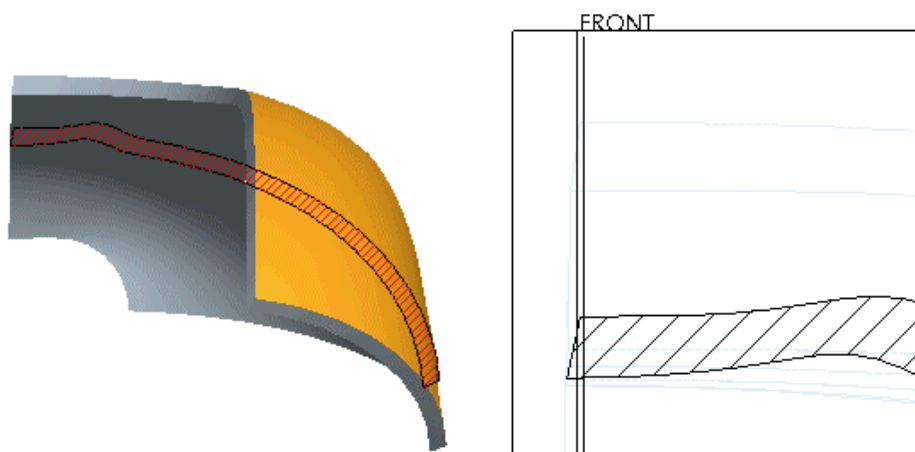


图 28：上部主体零件的截面

- 32.** 请注意，上部主体零件的截面朝向中平面。厚度边倾斜。这不符合要求，因为零件必须沿中平面镜像。

**Step 13.** 分析上部主体零件的厚度。

- 33.** 使用“模型分析”(Model Analysis) 菜单中的“厚度”(Thickness) 选项，以间隔 [10] 沿零件分割成 [10] 个平行于基准 RIGHT 的片断，并对其设置厚度检查，如下图所示。

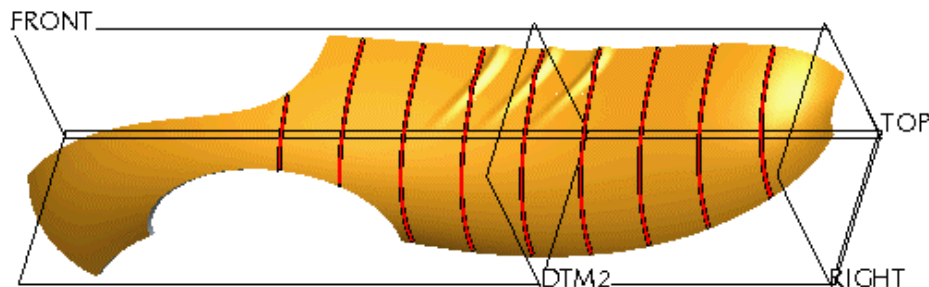


图 30：多个截面处的厚度分析

- 34.** 将最大厚度检查值设置为 [0.85]，将最小厚度检查值设置为 [0.65]。
- 35.** 查看分析结果。结果显示，在沿零件的所有截面处，厚度都超出了最大指定厚度。

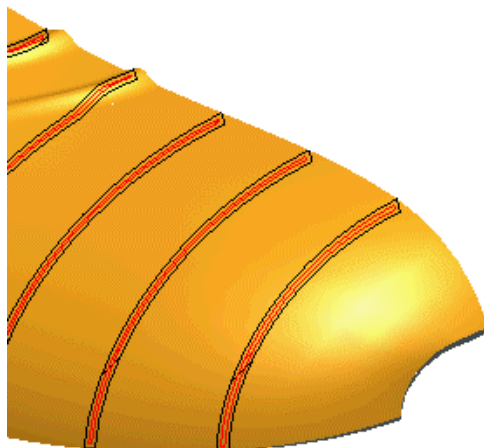


图 32：增加的厚度

**注释：**

更改要检查的最大厚度值后，对上部主体零件作进一步分析，结果表明零件的厚度大约为 [0.9]?

使用“自动拟合”(Auto Fit) 创建偏移时，系统将尝试在原始曲面和偏移曲面之间保持不小于输入值的距离，但给出的结果可能不符合要求。

**Step 14. 部份增加上部主体零件的厚度。**

- 36.** 编辑“加厚”特征，将控制选项改为“垂直于曲面”(Normal to Surface)。在“定义特殊处理”(Define Special Handling) 消息框中选取“是”(Yes)。

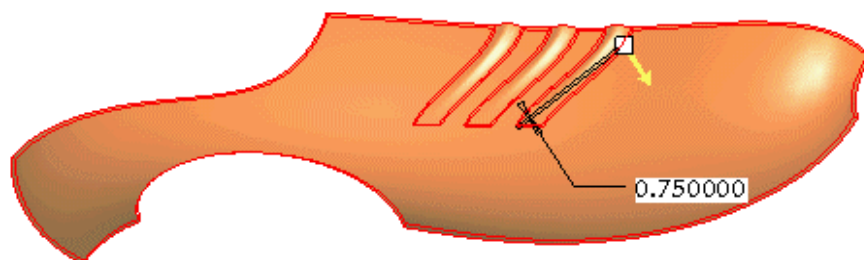


图 34：曲面的特殊处理

- 37.** 完成特征。

- 38.** 查看生成的几何。由于最小半径问题而无法偏移的三个曲面，并未因为加厚操作而移除，如下图所示。

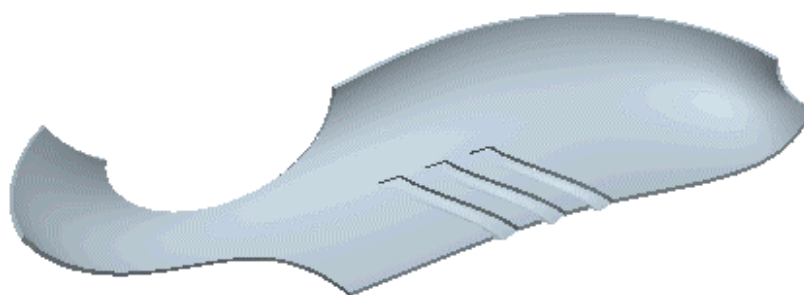


图 36：生成的加厚零件

### Step 15. 创建曲面以缝合间隙。

39. 在基准 FRONT 上创建三条平面曲线，如下图所示。将两条端点切线限制为零件内曲面的“曲面切线”。

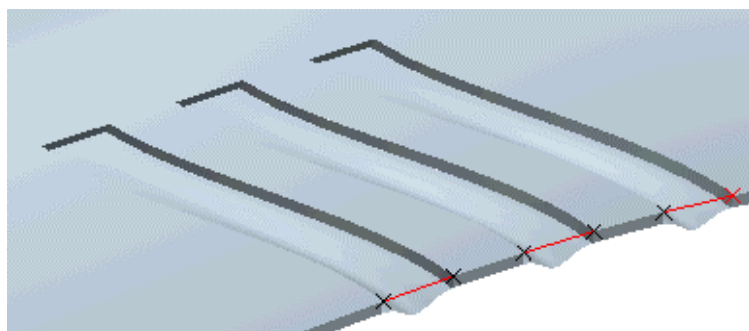


图 38：造型曲线

40. 在每条曲线上增加一个中点，并垂直于基准 TOP 将其移动，如下图所示。

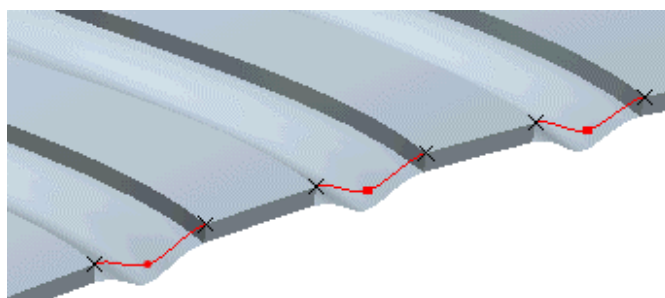


图 40：修改后的造型曲线

41. 使用“造型”曲线和“加厚”特征的边添加“造型”曲面，如下图所示。使用 CTRL 键选取定义各个曲面的四条曲线。

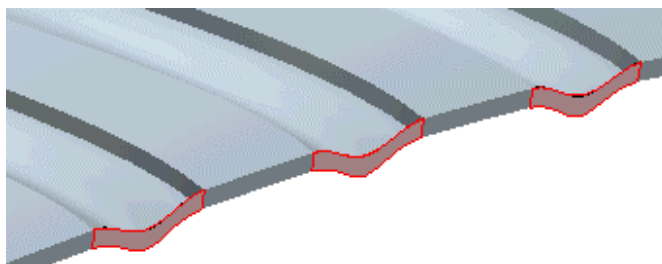


图 42：构成零件侧的造型曲面

**42** 使用同样的方法，添加另一组“造型”曲面，如下图所示。

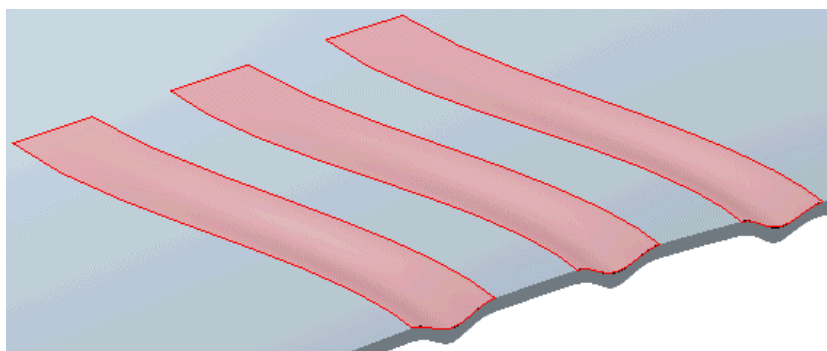


图 44：零件内侧的造型曲面

**Step 16.** 将曲面转换成实体零件。

**43** 将一个“造型”曲面与“设计特征”曲面合并，如下图所示。

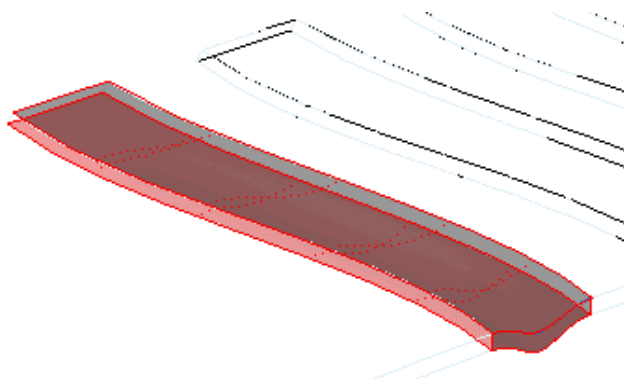


图 46：合并后的曲面

**44** 使用合并后的曲面创建一个修补实体，它将与零件合并。

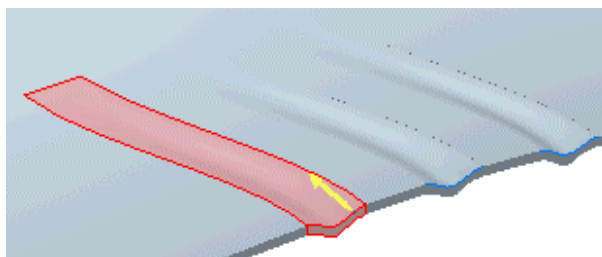


图 48：修补后的实体

45. 使用同样的方法合并其它曲面，并将其缝合到实体零件中。

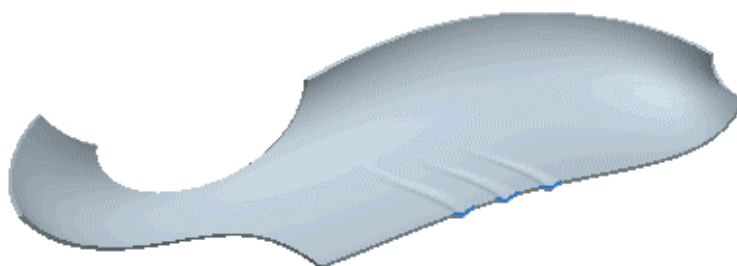


图 50：生成的零件

**注释：**

零件可沿基准 FRONT 镜像，以创建上部主体零件的另一半。

46. 保存并拭除模型。

此练习结束。

## 练习 3：增加剃须刀下部主体的厚度

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 偏移面组的曲面片。
- 使用偏移曲面增加零件的厚度。

### 假定背景

您将使用主体作为参照，继续创建剃须刀的下部主体。所需的曲面组已复制到下部零件中。并已添加开关基础曲面。您必须首先增加零件的厚度，然后才能创建其它细节。

**Step 17.** 定位并打开下部主体零件。

**47.** 将工作目录设置为 **C:\users\student\surfacing\_330\module\_20**。

**48.** 打开 BODY\_LOWER.PRT。

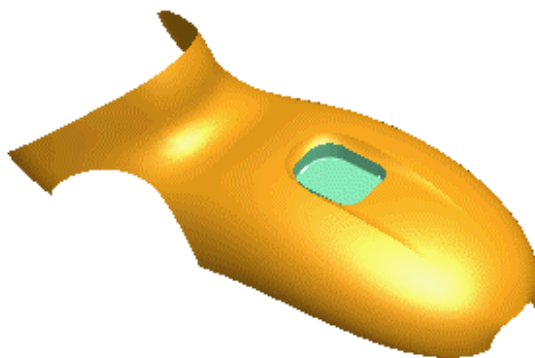


图 52：下部主体零件

**49.** 查看零件中可用的曲面。

**Step 18.** 增加零件的厚度。

**50.** 选取面组，然后使用“加厚” (Thicken) 选项增加零件的厚度。

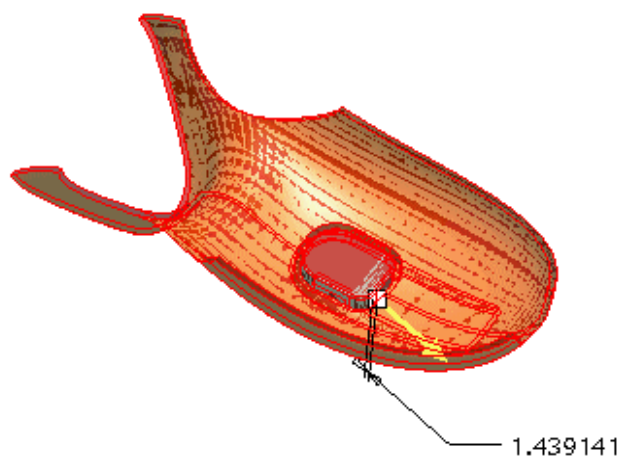


图 54：增加零件的厚度

51. 反转方向，在零件内侧增加材料。将偏移厚度值改为 [2.0]。

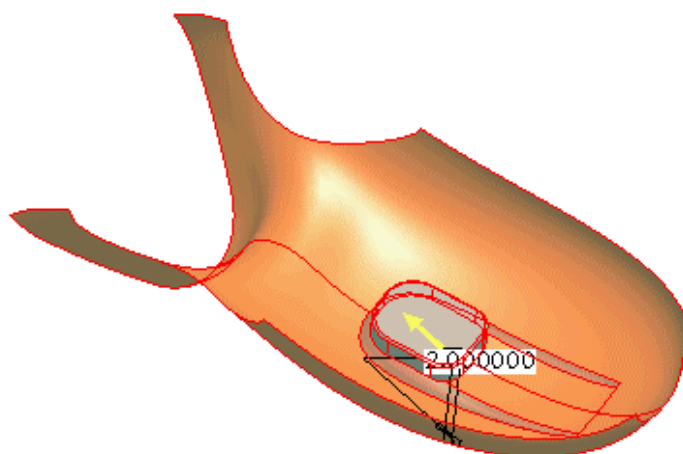


图 56：在零件内侧增加材料

52. 预览几何。特征无法再生。查看失败原因。

53. 取消“加厚”特征的创建。

#### Step 19. 偏移主体曲面。

54. 选取面组，并将其向零件内侧偏移。将偏距值改为 [2.0]。

55. 从要偏移的曲面组中排除开关基础曲面，如下图所示。

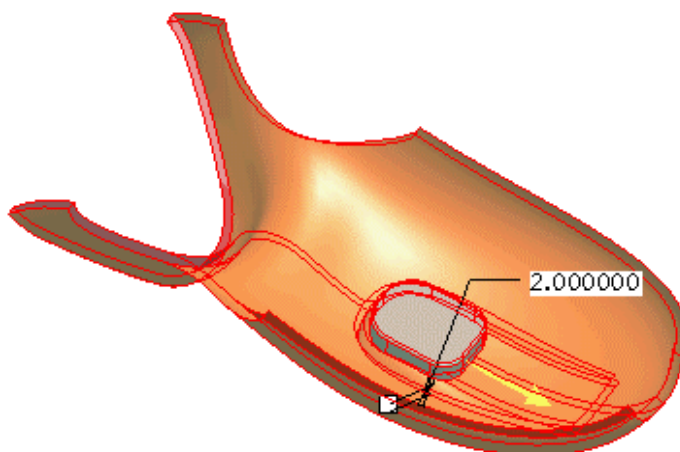


图 58：排除的开关基础曲面

**56.** 在面组内外边界上创建侧曲面时，将选项始终选中为“开”(On)。

**57.** 完成“偏移”特征。

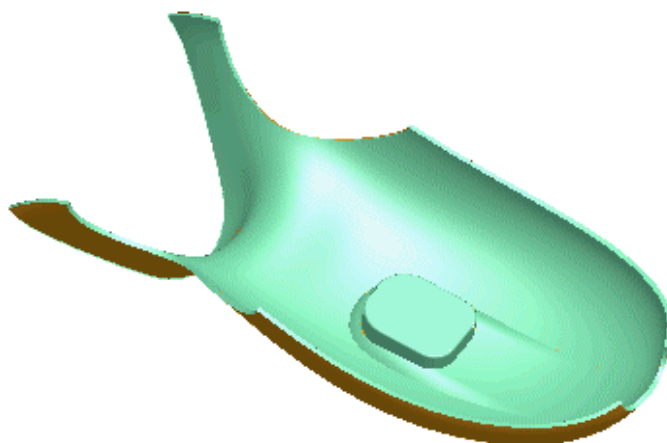


图 60：主体的偏移曲面

#### Step 20. 偏移开关基础曲面。

**58.** 再次选取面组并将偏移方向改成主体内侧。

**59.** 将偏移值改为 [2.0]。

**60.** 排除组内已偏移的曲面，只保留开关基础曲面，如下图所示。

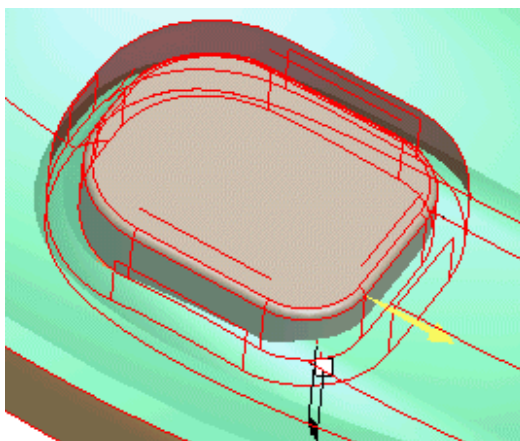


图 62：保留的开关基础曲面

**61.** 完成“偏移”特征。

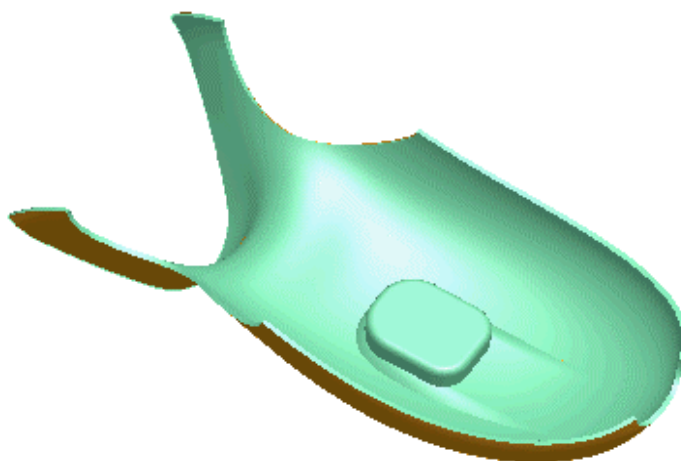


图 64：开关基础的偏移曲面

**Step 21.** 合并面组并转换成实体零件。

**62.** 将所有面组合并。

**63.** 将面组转换成实体，如下图所示。

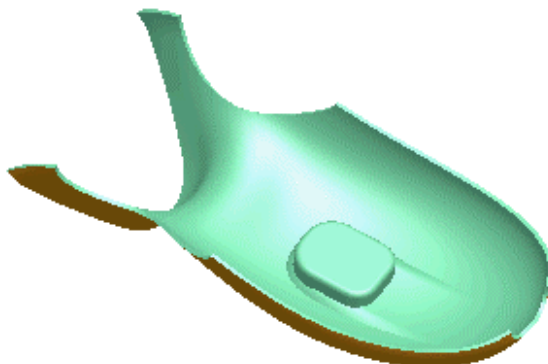


图 66：实体化后的下部主体零件

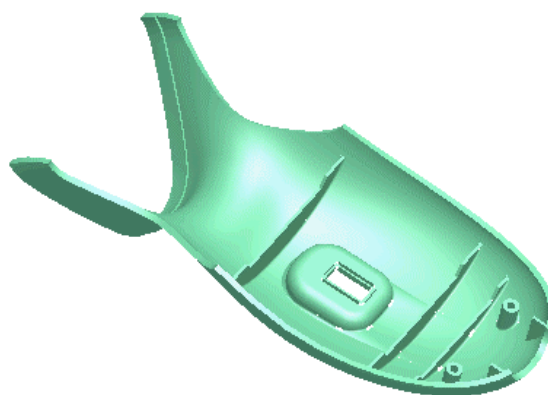


图 68：创建细节后的下部主体零件

**注释：**

通过添加“凸台”和“筋”等细节，可进一步完善零件的创建。

**64** 保存并拭除模型。

此练习结束。

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 从面组创建实体几何。
- 使用偏移曲面创建实体几何。
- 分析面组的曲面几何以进行偏移。

## 项目练习第 5 天

### 简介

在此模块中，您将完成车门内面板和装饰面板。

### 目标

完成此模块的学习后，您将能够：

- 将今日所学的技巧应用到实际设计项目中。

## 模块 21 课堂练习

### 项目 A 练习：完成车门内面板

#### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 使用“曲面”工具在模型中添加设计细节。

#### 假定背景

您将继续车门内面板的设计任务。要添加车门锁的细节。还将合并曲面以形成一个完整的面组，并对零件中所有的锐边倒圆角。

#### Step 1. 添加车门锁的细节。

##### 注释：

建议您使用在“项目练习第 4 天”创建并保存在 C:\users\student\surfacing\_300\module\_5 中的零件，继续进行建模。

但是，也可使用 C:\users\student\surfacing\_330\module\_21 中提供的模型开始本练习，该模型将在本阶段完成。

1. 打开 DOOR\_INNER\_PANEL\_RIGHT.PRT。使用圆角值 [8.0] 对锁曲面的锐边倒圆角。
2. 将 [45.0] 度倾斜平面的偏移细节添加到平面锁曲面，如下图所示。
  - 将偏移深度改为 [5.0]。
  - 在侧曲面添加一个 [3.0] 角度的拔模，并使它们与相邻曲面相切。

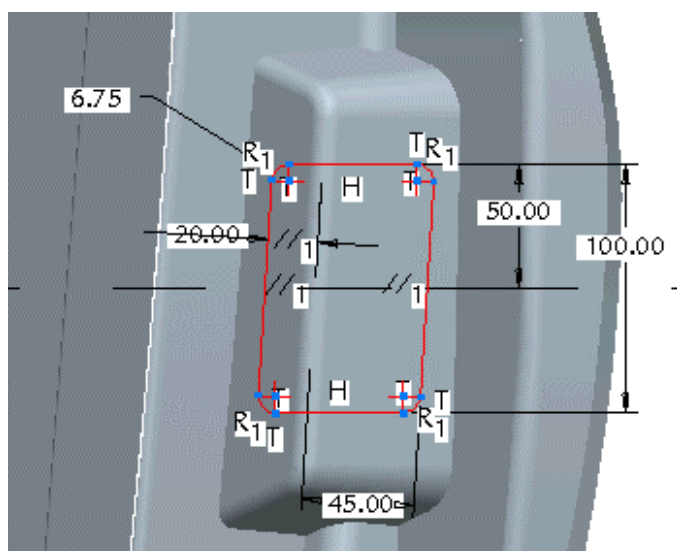


图 2：锁细节的草绘



图 4：锁细节

## Step 2. 合并面组。

1. 合并剩余未连接的面组，以创建一个单一面组。

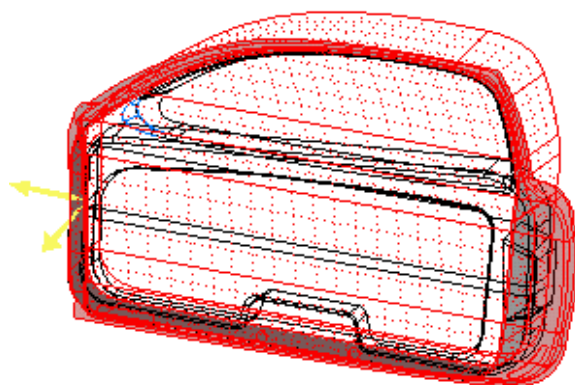


图 6：合并后的面组

**Step 3. 在锐边上添加倒圆角。**

2. 使用圆角半径值 [8.0]，在锐边上添加一个倒圆角，如下图所示。

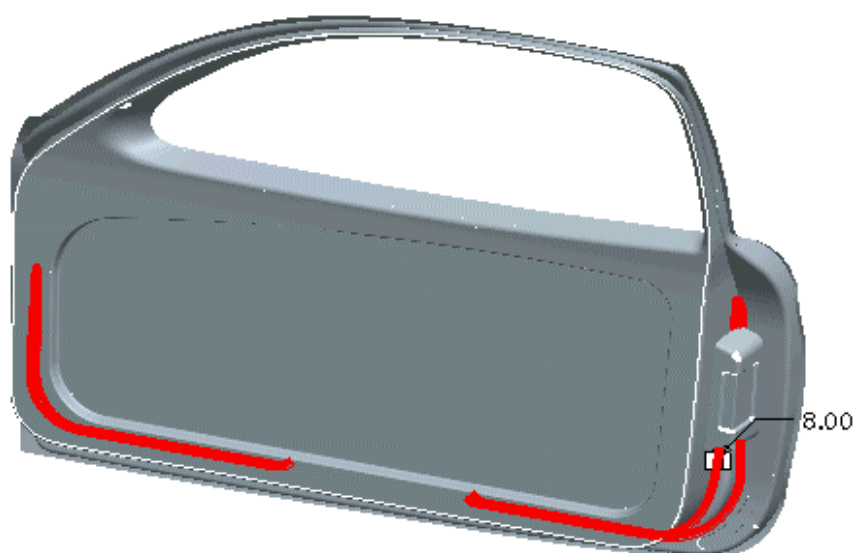


图 8：倒圆角后的边

3. 使用圆角半径值 [7.0]，在锐边上添加一个倒圆角，如下图所示。

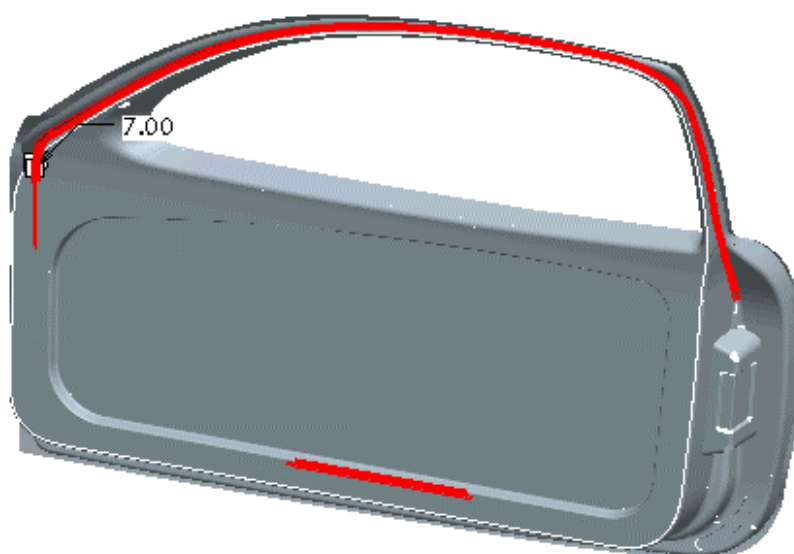


图 10：倒圆角后的边

4. 使用圆角半径值 [7.0]，在锐边上添加一个倒圆角，如下图所示。

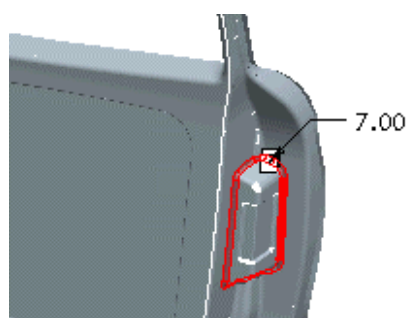


图 12：倒圆角后的边

5. 此既已完成零件所有必要的细节。保存零件。

#### Step 4. 查看车门组件中的车门内面板模型。

6. 打开 CAR\_DOOR\_RIGHT.ASM。查看已在组件中创建的车门内面板模型。请注意，您已经从骨架模型中复制了所需的参照。您已将设计细节添加到面板。车门面板置于组件模型的正确位置上。使用其他小组成员创建的装饰面板模型，查看完整的车门组件。



图 14：车门组件中的车门内面板

此练习结束。

## 项目 B 练习：完成车门装饰面板

### 目标

成功完成此练习后，您将了解如何：

- 使用“曲面”工具创建复杂形状。

### 假定背景

您将继续车门装饰面板零件的设计任务。要构建扬声器基础曲面，并在扬声器周围添加设计细节。

#### Step 1. 创建扬声器的基础曲面。

##### 注释：

建议您使用在“项目练习第 4 天”创建并保存在 C:\users\student\surfacing\_300\module\_5 中的零件，继续进行建模。

但是，也可使用 C:\users\student\surfacing\_330\module\_21 中提供的模型开始本练习，该模型将在本阶段完成。

7. 在从骨架模型复制的扬声器平面上创建一个平整曲面，如下图所示。

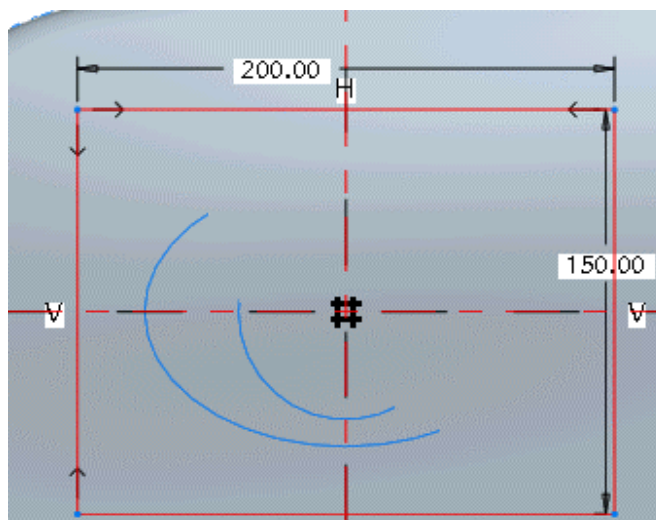


图 16：扬声器基础曲面

8. 在扬声器平面上创建一个扬声器以作为参照。使用圆曲线创建扬声器。

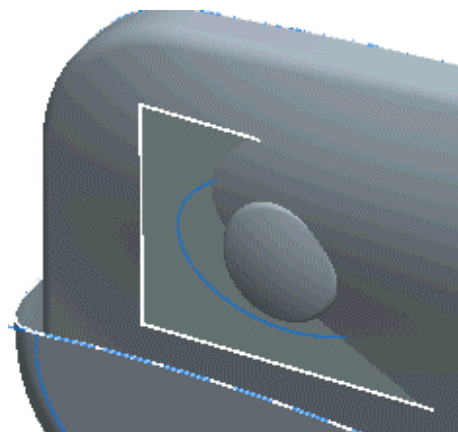


图 18：用作参照的扬声器

## Step 2. 创建扬声器的嵌槽。

9. 在装饰面板曲面与扬声器基础曲面之间创建一条相交曲线。

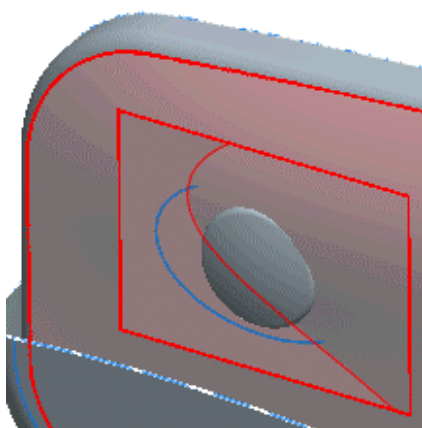


图 20：相交曲线

10. 在装饰面板曲面上创建 COS，如下图所示。曲线将连接到创建的相交曲线端点。

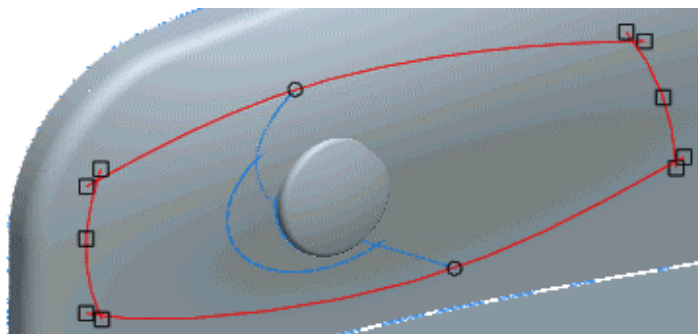


图 22：在装饰面板曲面上创建的曲线

**11.** 在连接到椭圆曲线并可用作参照的扬声器平面上创建平面曲线，如下图所示。这些曲线将用于创建扬声器嵌槽所需的分割曲面。

- 将曲线的端点连接到相交曲线的端点。
- 完善曲线的形状。

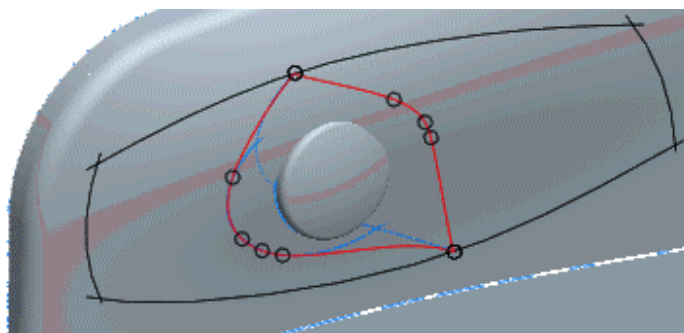


图 24：在扬声器平面上创建的曲线

**12.** 在扬声器深度平面上添加一条平面横跨曲线。该曲线将定义上升曲面轮廓的形状。

- 完善顶视图中的曲线形状。
- 将与装饰面板曲面接触的曲线端点强制与其相切。

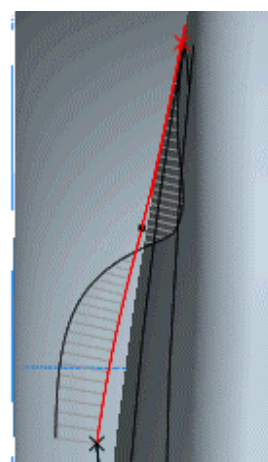
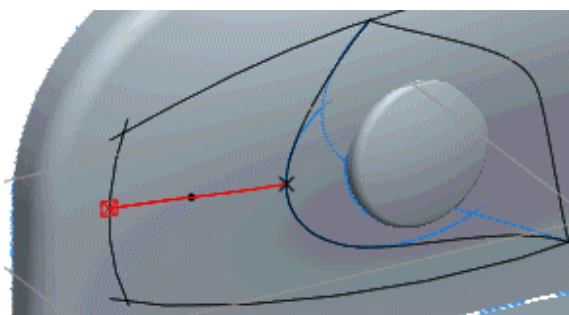


图 26：平面横跨曲线

**13.** 在另一方向添加另一横跨曲线，连接到先前创建的横跨曲线。将曲线的两端强制与装饰面板曲面相切。

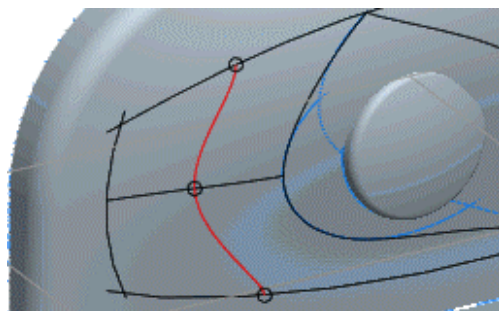


图 28：横跨曲线

- 14** 将扬声器平面上的平面曲线和 COS 曲线作为边界，创建一个曲面。将横跨曲线作为内部曲线，添加到曲面中。

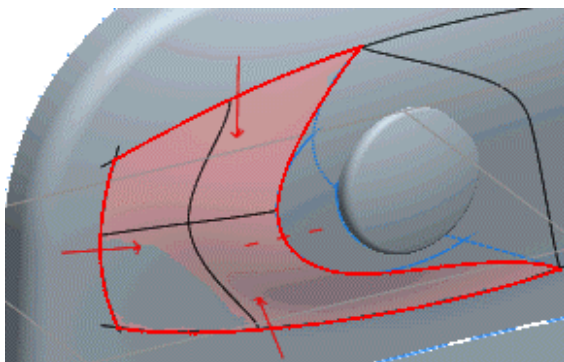


图 30：扬声器嵌槽曲面

- 15** 使用同样的方法，创建另一组横跨曲线和一个曲面，为另一侧的扬声器定义嵌槽。

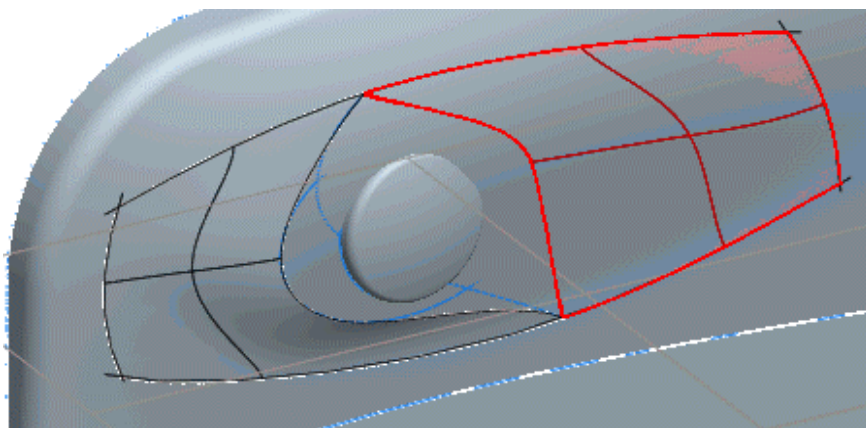


图 32：扬声器嵌槽曲面

- 16** 将曲面与装饰曲面面组合并。

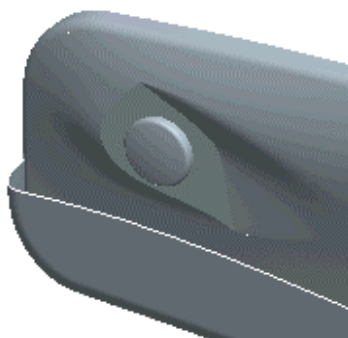


图 34：完成后的扬声器嵌槽

17. 保存零件。

**Step 3. 查看车门组件中的车门装饰面板模型。**

18. 打开 CAR\_DOOR\_RIGHT.ASM。使用其他小组成员设计的车门内面板模型查看完整的车门组件。查看已在组件中创建的车门装饰面板模型。请注意，您已经从骨架模型中复制了所需的参照。您已将设计细节添加到面板。装饰面板置于组件模型的正确位置上。

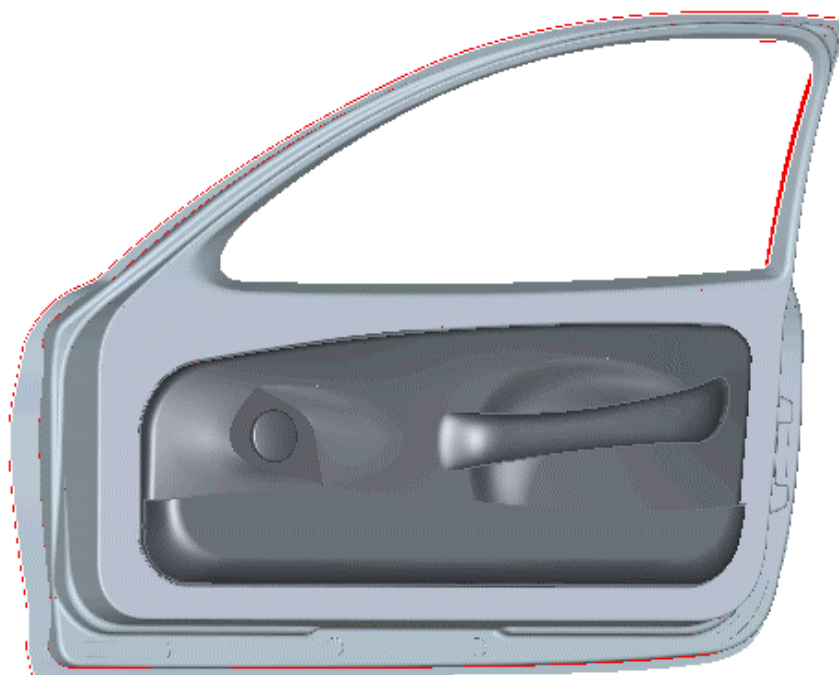


图 36：车门组件中的车门装饰面板

此练习结束。

## 总结

成功完成此模块后，您应知道如何：

- 将今日所学的技巧应用到实际设计项目中。