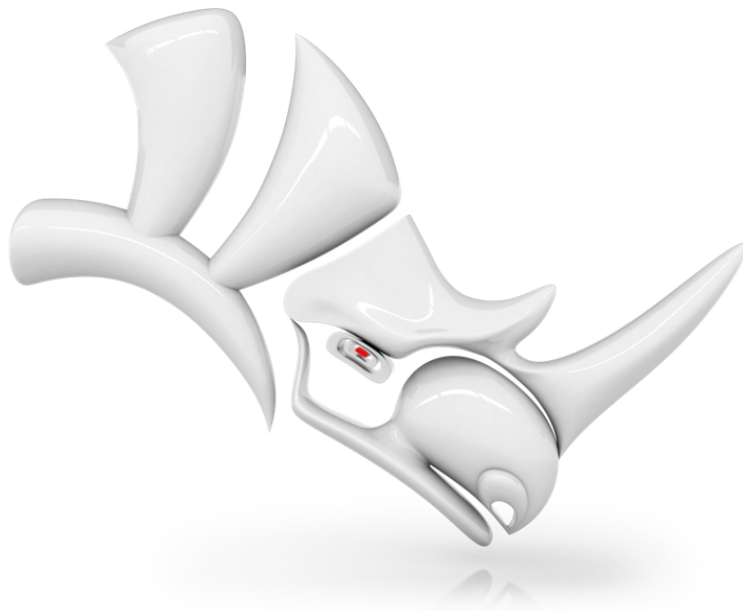


Rhino[®]ceros

设计师的建模工具

培训手册

Level 2



Rhinoceros Level 2 培训指南

© Robert McNeel & Associates 2018

版权所有。

美国印刷

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage. To copy otherwise, to republish, to post on servers, or to redistribute to lists requires prior specific permission. Request permission to republish from: Publications, Robert McNeel & Associates, 3670 Woodland Park Avenue North, Seattle, WA 98103; FAX (206) 545-7321; e-mail permissions@mcneel.com.

Content Credit:

Pascal Golay, Robert McNeel & Associates

Mary Ann Fugier, Robert McNeel & Associates

Jerry Hambly, Robert McNeel & Associates

Vanessa Steeg, Robert McNeel & Associates

修正或补充：请给 Mary Ann Fugier 发送电子邮件，邮件地址：mary@mcneel.com.

Proofing Credit:

Bob Koll, Robert McNeel & Associates

Lambertus Oosterveen

Vanessa Steeg, Robert McNeel & Associates

目录

目录	iii
Chapter 1 - 简介	7
软件	7
目标人群:	7
持续时间	7
参与本课程的基本条件	7
课程目标	7
三个工作日	8
六天半 (在线培训)	9
Exercise 1-1 访问 Rhino 工作营	10
方式一: 教学手册面板	10
方式二: 下载文件	10
Exercise 1-2 热身练习	11
Exercise 1-3 制作轨迹球鼠标	11
Chapter 2 - 自定义 Rhino	13
工具列配置	13
Exercise 2-1 自定义 Rhino 操作界面	13
按钮里的指令规则	19
指令别名	23
巨集编辑器	24
导出和导入选项	25
快捷键	25
插件	26
脚本	28
模板文件	30
Exercise 2-2 建立模板文件	30
Chapter 3 - NURBS 基本结构	35
Exercise 3-1 使用基本结构	35
Exercise 3-2 观察修剪过的曲面	39
自定义显示模式	41
Exercise 3-3 为背面色	41
Chapter 4 - 曲线的创建与连续性	43
曲线的阶数	43
Exercise 4-1 观察曲线的阶数	43
曲线和曲面的连续性	45
不连续	45
位置连续(G0)	45
相切连续(G1)	45
曲率连续(G2)	46
曲线连续性与曲率图形	46
Exercise 4-2 检查曲线的几何连续性	50
新建别名	52
Exercise 4-3 建立 Along 和 Between 的指令别名	52
相切连续	52
Tab 键方向锁定	52
曲率连续	57
Exercise 4-4 衔接两条曲线	57
控制连续性的进阶技巧	58

Chapter 5 - 曲面连续性	61
分析曲面的连续性	61
衔接曲面	61
曲面衔接选项	61
结构线方向调整	61
曲面连续性和衔接曲面	61
Exercise 5-1 练习衔接曲面	61
加入节点控制曲面衔接	65
调整曲面边缘的端点转折	66
衔接曲面	67
有计算连续性功能的建立曲面指令	69
Exercise 5-2 从网线建立曲面	69
建立嵌面	72
嵌面选项	74
Exercise 5-3 以曲面边缘与点建立嵌面	74
放样	75
Exercise 5-4 制作放样曲面	76
混接	77
Exercise 5-5 建立混接曲面 (BlendSrf 1)	77
曲面混接选项	85
Exercise 5-6 使用选项建立混接曲面	85
不等距边缘圆角, 不等距边缘混接, 不等距边缘斜角	88
Exercise 5-7 以网线曲面处理三个不同半径的圆角交汇	88
Exercise 5-8 不等距边缘混接	89
Exercise 5-9 使用嵌面填补六向圆角交汇的缺口	90
Chapter 6 - 建构历史	93
激活建构历史	95
为什么默认情况下建构历史是关闭的?	95
记录建构历史的重要步骤	96
支持历史记录的指令	97
支持历史记录的指令	97
进阶曲面处理技巧	99
Exercise 6-1 圆滑的转角 (方法一)	99
圆滑的转角 - 另一种方法	100
Exercise 6-2 圆滑的转角 (方法二)	100
Chapter 7 - 进阶曲面建模技巧	105
圆顶按钮	105
Exercise 7-1 平滑的圆顶按钮	105
渐消面	115
Exercise 7-2 建立渐消面 (1)	115
建立渐消面 (2)	119
Exercise 7-3 建立渐消面 (2)	119
整平曲线改善曲面的质量	122
Chapter 8 - 使用参考背景图建模	129
Exercise 8-1 听筒	129
Chapter 9 - 建模的方法	145
切割	145
Exercise 9-1 创建进气口曲面	145
建立进气口两侧的曲面	157
过渡曲面	159

Chapter 10 - 使用 2-D 图形	165
Exercise 10-1 导入 Adobe Illustrator 文件	165
将标志流动到自由曲面上	169
根据 2-D 图纸制作模型	173
Exercise 10-2 建立清洁剂瓶子	174
Chapter 11 - 曲面分析	179
Exercise 11-1 曲面分析	179
Chapter 12 - 塑形	185
帮助进行控制点编辑的工具	185
操作轴	185
拖拽模式	185
推移选项	186
设置点	186
插入节点	186
插入节点时的注意事项	186
插入控制点	186
Exercise 12-1 仪表盘	187
另一种塑形的方法	188
加入节点	189
增加细节	190
Chapter 13 - 变形工具	193
物件变形	193
CageEdit	193
Exercise 13-1 使用变形控制器变形物件	193
Exercise 13-2 为沙拉叉子添加变形控制器	194
使用其它变形工具	197
延展	197
Exercise 13-3 延展物件	197
定位物件至曲面	198
Exercise 13-4 在物件上放置印花细节	198
通过螺旋变形物体	199
Exercise 13-5 使用 Maelstrom 指令变形	200
沿着曲线流动	200
Exercise 13-6 使物件沿着曲线流动而发生变形	200
Flow	202
使用 Flow 指令制作戒指	202
Exercise 13-7 沿圆形曲线流动戒指的各部分	202
Chapter 14 - 图块	209
图块引例和图块定义	209
定义图块	209
插入点	209
置入并连结的图块	209
图层和图块	209
图块使用规则	209
图块	210
Exercise 14-1 图块基础知识	210
图块文件	212
Exercise 14-2 插入图块文件	212
Chapter 15 - 疑难排解	213
常用方法	213

从干净的文件开始	213
Exercise 15-1 尝试以下步骤	214
Chapter 16 - 多边形网格	215
渲染网格	215
用于制造生产的网格	215
Exercise 16-1 转换网格	215
从 NURBS 物件转换网格	217
Chapter 17 - 渲染	221
Exercise 17-1 Rhino 渲染	221
渲染属性	225
Exercise 17-2 设置环境进行渲染	226
场景照明	228
贴图与凹凸贴图	230
印花	231
Chapter 18 - Grasshopper 介绍	237
自行车轮	237
Grasshopper 画布	237
Grasshopper 设置	237
找到组件位置	238
创建圆形	239
将圆形进行分段	241
连接点	241
为曲线制作圆管	242
定位车轮	243
镜像前轮	244
缩放前轮	245
列出项目以选择轮胎	247
定位轮胎边界框的底部曲面	248
以底部平面为基准缩放自行车前轮	249
对车轮进行烘焙	249

Chapter 1 - 简介

本课程主要探讨高级建模技巧，帮助学员更好地理解 Rhino 的建模工具、高级曲面指令、曲线和曲面基本结构，以及如何在实际情况中应用这些概念。

在面授课堂上，学习知识的速度会更快。为获得最佳学习效果，课间请在 Rhino 工作营中练习，并从**说明功能表**中查阅 **Rhino 帮助系统**：帮助主题。

软件

该培训指南适用于 Rhinoceros 6 或更新版本。

培训文件现已更新，可以用 Rhinoceros 6 或更新版本打开。

目标人群：

本课程和培训指南是为配合 Rhinoceros Level 2 的培训课程而编写的。本课程是为那些使用 Rhino 高级功能的用户或者提供 Rhino 技术支持的用户而设计的。

持续时间

通常情况下，本课程为每天 3-8 小时，总时长为 24 小时。

培训可以在三个全天，六个半天的课程中进行，或者根据用户自己的时间表进行调整。

教师应提前做好准备，决定选择哪些练习要在课堂上演示，以及哪些练习将作为课后练习作业。

参与本课程的基本条件

完成 Level 1 培训课程，并且具备三个月的 Rhino 使用经验。

课程目标

在 Level 2 的培训中，您将学习以下内容：

- 自定义工具列及工具列集
- 编写简单的指令巨集
- 使用高级物件锁点
- 距离约束、角度约束与物件锁点的配合使用
- 使用编辑控制点的方式新建或修改将用于新建曲面的参考曲线
- 使用曲率图形评估曲线
- 学习更多新建曲面的方法
- 重建曲面和曲线
- 控制曲面之间的曲率连续性
- 新建、更改、保存和还原自定义工作平面
- 使用自定义工作平面新建曲面或物件
- 群组物件
- 利用着色技术将物件的评估与分析可视化
- 在物件周围或者曲面上新建文字物件
- 将平面曲线映射到曲面上
- 从 2-D 图纸或者扫描图像创建 3-D 模型
- 清除导入文件和导出干净文件
- 使用渲染工具

三个工作日

第 1 天	主题
8:00 am - 9:30 pm	课程介绍和热身练习
9:30 am - 12:00 pm	Rhino 界面和自定义
12:00 pm - 1:00 pm	午餐
1:00 pm - 3:00 pm	NURBS 基本结构和曲线阶数
3:00 pm - 5:00 pm	曲线和曲面的连续性
第 2 天	主题
8:00 am - 10:00 pm	记录建构历史、高级曲面和工作平面工具
10:00 am - 12:00 pm	更多工作平面设置, 将物件映射到曲面
12:00 pm - 1:00 pm	午餐
1:00 pm - 3:00 pm	曲面分析
3:00 pm - 5:00 pm	把所有的技巧综合在一起 — 综合练习
第 3 天	主题
8:00 am - 10:00 pm	更多工作平面设置, 将物件映射到曲面
10:00 am - 12:00 pm	曲面分析, 直接曲面处理
12:00 pm - 1:00 pm	午餐
1:00 pm - 3:00 pm	图块, 疑难排解, 网格
3:00 pm - 5:00 pm	渲染(时间允许的情况下)
	以上是建议使用的一种课程安排, 实际的课程表会由老师根据实际情况制定。

六天半（在线培训）

第一部分	主题
9:00 am - 10:45 pm	课程介绍和热身练习
11:00 am - 12:30 pm	Rhino 界面和自定义
第二部分	主题
9:00 am - 10:45 pm	NURBS 基本结构和曲线阶数
11:00 am - 12:45 pm	曲线和曲面的连续性
第三部分	主题
9:00 am - 10:45 pm	记录建构历史、高级曲面和工作平面工具
11:00 am - 12:45 pm	更多工作平面设置，将物件映射到曲面
第四部分	主题
9:00 am - 10:45 am	曲面分析
11:00 am - 12:45 pm	把所有的技巧综合在一起 — 综合练习
第五部分	主题
9:00 am - 10:45 pm	更多工作平面设置，将物件映射到曲面
11:00 am - 12:45 pm	曲面分析，直接曲面处理
第六部分	主题
9:00 am - 10:45 pm	图块，疑难排解，网格
11:00 am - 12:45 pm	渲染(时间允许的情况下)
答疑	12:45 pm - 1:00 pm
课程结束	1:00 pm

Exercise 1-1 访问 Rhino 工作营

您可以通过两种方式访问培训指南中的模型。Rhino 将根据您的需要为您下载每个文件，或者您可以下载压缩的 zip 文件并将其解压缩到一个文件夹中。

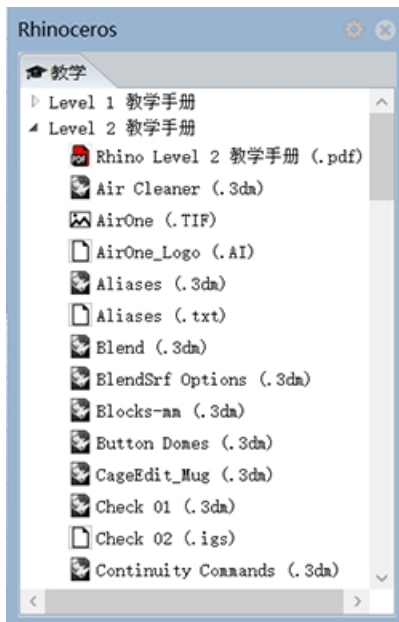
附注：您需要有基本的文件管理技能才能在计算机上有效地使用 Rhino。如果您不熟悉创建文件夹，复制，重命名或删除文件，请先学习掌握这些技能再开始 Rhino 的培训。

方式一：教学手册面板

如果您不熟悉 Windows 上的文件管理，这是更好的选择。

1. 具体做法是：在“桌面”或“我的文档”文件夹中创建一个文件夹，或在您拥有完全权限的其他位置创建一个文件夹。
2. 将文件夹命名为 **Level 2 Training** 或者其它您可以记住的名称。
3. 打开 **Rhino** 应用程序。
4. 从**说明功能表**中，选择**学习 Rhino**，然后点击**教程和示例**。

这样**教学手册**面板就出现了。



5. 找到 **Level 2 Training Manual** 文件夹，然后通过滚轮滚动找到您需要的模型。
6. 双击您想要打开的文件。这个操作将把文件的内容加载到一个新的 Rhino 模型中。
7. 在每个练习结束时，将文件保存到步骤1中创建的文件夹中。
8. 在每个练习开始时重复这些步骤，教学手册将会指导您打开现有文件。
9. 对于需要图像文件的练习，请下载所需文件并将其保存到与在步骤 7 中保存 3dm 模型文件相同的文件夹中。您将需要对每个图像文件重复此步骤。

例如，渲染马克杯时需要以下所有文件：

MintyGreen-Box End.png, MintyGreen-Box Side.png, MintyGreen-Box_upper.png, MintyGreen-Floss.png, MintyGreen-SideFlap_RGBA.tif, MintyGreen-TopFlap_RGBA.tif, MintyGreen-Tube.png, Sailboat_RGBA.tif

附注：如果您希望避免下载所有单个文件，请继续阅读下面的方式二：下载文件。

方式二：下载文件

您将会下载一组现有模型和文件，用于本课程的培训教学。

您可以选择在桌面上新建的 Training 文件夹中下载并解压 zip 文件。当您被要求打开其中一个文件时，导航到这个文件夹就可以打开。

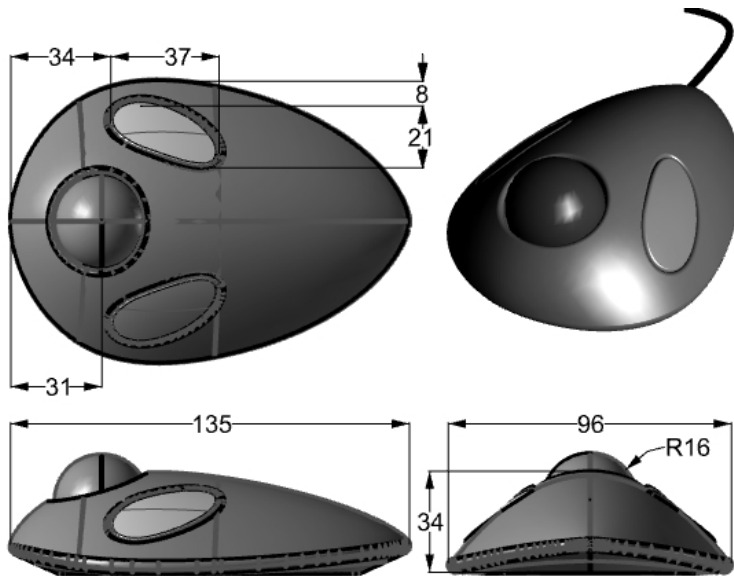
1. 具体做法是：在“桌面”或“我的文档”文件夹中创建一个文件夹，或在您拥有完全权限的其他位置创建一个文件夹。
2. 将文件夹命名为 **Level 2 Training** 或者其它您可以记住的名称。

3. 在上一步中创建的文件夹中下载 [Level 2 Models](#) 模型。
4. 在该文件夹中解压下载的文件。
5. 打开 Rhino 应用程序。
6. 文件功能表中选择打开选项。
7. 在打开对话框中，找到 Level 2 文件夹并打开您需要的模型。

Exercise 1-2 热身练习

首先让我们做一个热身练习，了解一下您对 Rhino 的熟练程度。

Exercise 1-3 制作轨迹球鼠标



1. 新建一个模型，另存为 **Trackball.3dm**。
2. 自己动手制作这个轨迹球鼠标模型。
模型的尺寸为厘米。
这些尺寸只是参考，不需要非常精确。

Chapter 2 - 自定义 Rhino

本章讨论使用以下工具定制 Rhino 的界面：

- 工具列配置
- 巨集编辑器
- 快捷键
- 脚本
- 模板文件

工具列配置

工具列配置可以用于管理工具列，工具列上有指令的按钮集合。工具列配置存储在具有.rui 扩展名的文件中，您可以打开并保存该文件。Rui 文件包括指令巨集，三种尺寸(大、中、小)的图标，以及工具提示和按钮文字。Rhino 自带一个预设的工具列配置，除非 .rui 文件是只读的，否则关闭 Rhino 时会自动保存目前的工具列配置状态。您可以自定义自己的工具列配置，以便在以后的练习中使用。



您可以同时打开多个工具列集，这样可以让您在特定的工作中显示特定的工具列，使得工具列的运用更加灵活。

您可以很轻松地使用 Rhino 的自定义工具列新建和修改工具列或按钮，您也可以将数个指令集合成一个指令巨集，完成更复杂的指令工作。除了自定义工具列以外，您还可以在 Rhino 中设置指令别名或者快捷键来完成更多的工作。

Exercise 2-1 自定义 Rhino 操作界面

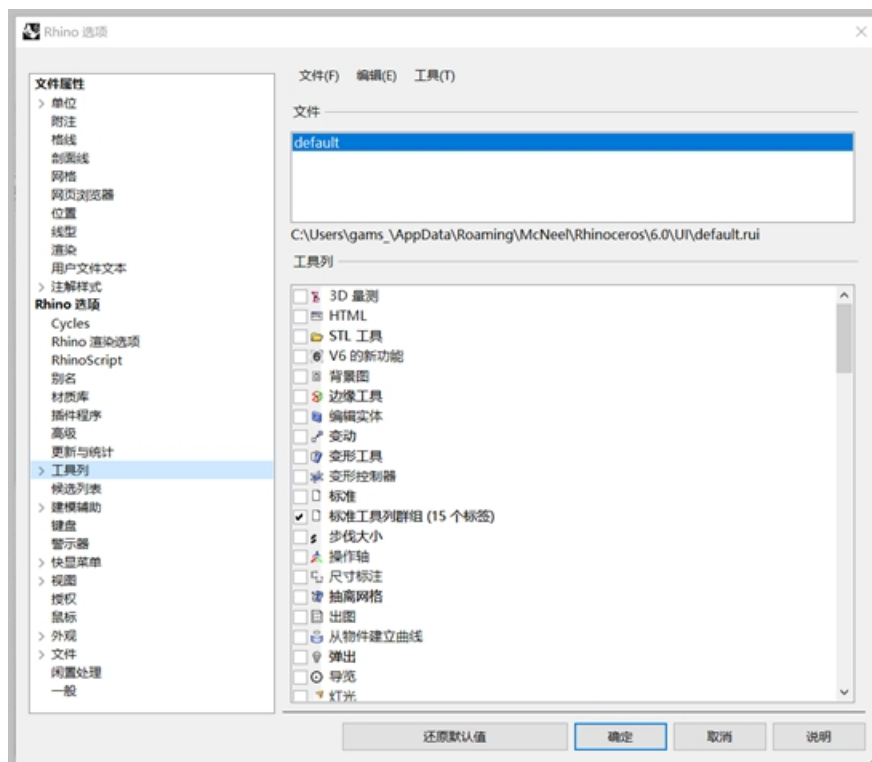
在这个练习中，我们将新建按钮、工具列、指令集、指令别名和快捷键，这些将贯穿我们的整节课程。

新建自定义工具列集

有时候，标准指令和按钮并不能完全满足您的需要。例如，Zoom Extents 指令可以查看模型中的所有物件，将他们缩放到最大范围。在下面的练习中，我们将打开一个包含多个物件(包括一些灯光物件)的模型文件。

这个练习中我们想要使用 Zoom Extents 指令缩放显示物件，但是我们不希望这个指令对灯光物件也产生作用。所以，我们需要新建一个带有按钮的工具列，让该指令按钮忽略模型中的所有灯光物件。

1. 打开模型 **ZoomLights.3dm**。
2. 在**工具功能表**点击**工具列配置**。
3. 在打开的 **Rhino 选项**对话框中，找到**工具列**页面，选择 **default** 工具列文件。



4. 然后点击**工具列**页面中的**文件**菜单，弹出的子菜单中单击**另存为**。

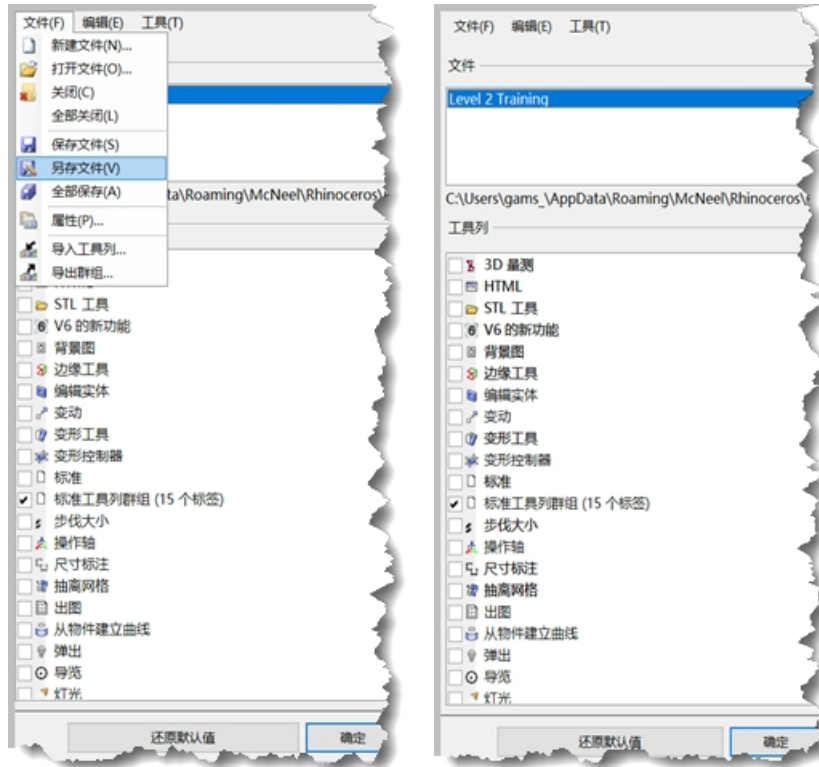
5. 在**文件名**框里输入 **Level 2 Training**，然后点击**保存**按钮。

一个以新名称命名的当前预设工具列的副本就保存完成了。

工具列文件以扩展名 **.rui** 保存。接下来，您将使用这个新的工具列文件来进行自定义。

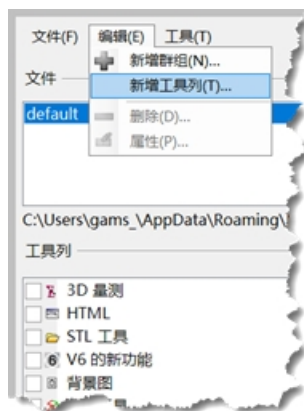
在 **Rhino 选项** 对话框的**工具列**页面上，列出了所有打开的工具列文件，以及所选工具列文件的所有单独工具列列表。

复选框是否勾选显示当前工具列的状态，复选框勾选表示当前工具列是显示的状态。



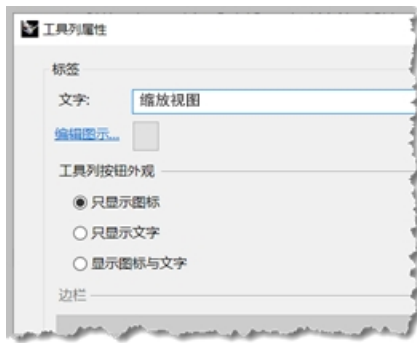
建立新的工具列

1. 在**工具列**页面中的**编辑**菜单，单击**新增工具列**。



2. 弹出的**工具列属性**对话框中，在**文字**框中输入 **缩放视图**，然后单击 **确定** 按钮。

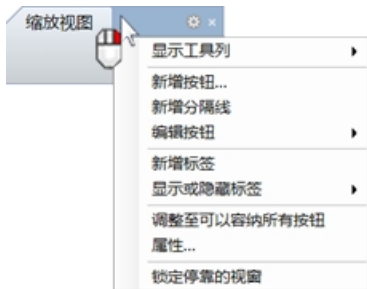
这样只有一个单一按钮的新的工具列就出现在列表中。



3. 然后在 **Rhino 选项**对话框中，点击**确定** 按钮。

使用浮动工具列的标题栏

- ▶ 鼠标右键单击您刚刚创建好的新工具列的**标题栏**。可以弹出工具列选项与指令列表。



编辑新工具列按钮

1. 在新建的工具列的空白按钮上按 **Shift** 键+鼠标右键。
弹出**按钮编辑器**对话框，对话框中有设置鼠标左键和右键的指令字段与工具提示字段。
2. 在**按钮编辑器**对话框中，点击**只显示图标**。
3. 在**文字**字段，输入**缩放视图(灯光除外)**。
4. 在**鼠标左键** 的工具提示字段中，输入**缩放至最大范围(灯光除外)**。
5. 在**鼠标右键** 的工具提示字段中，输入**所有工作视窗缩放至最大范围(灯光除外)**。
6. 在**鼠标左键指令**字段输入
!_SelNone_SelLight_Invert_Zoom_Selected_SelNone。
7. 在**鼠标右键指令**字段输入
!_SelNone_SelLight_Invert_Zoom_Selected_SelNone。

附注：您可以在下载的 Level 2 资料文件夹的文本文件 **Macros.txt** 中找到这些指令巨集。

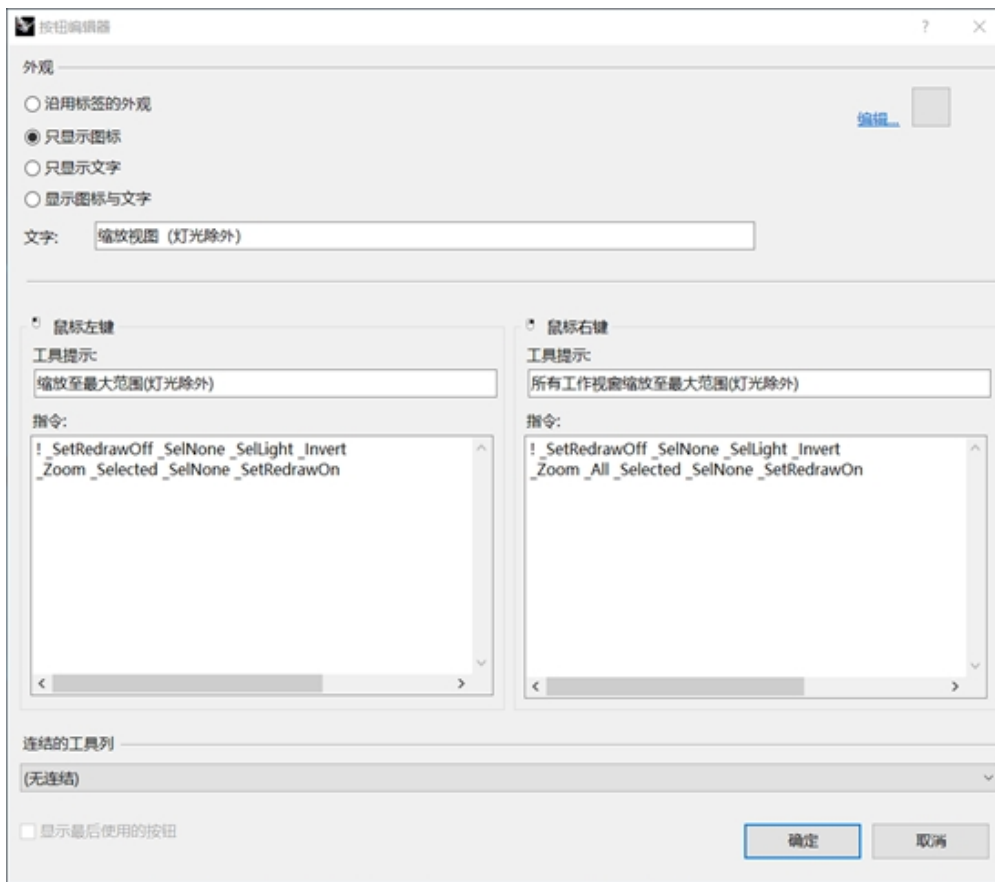


更改按钮图标

将指令巨集与 **SetRedrawOff/SetRedrawOn** 结合使用。它可以不显示您的计算过程，避免运算时出现的画面闪烁，同时运行过程中的指令也不会显示在历史指令记录中。

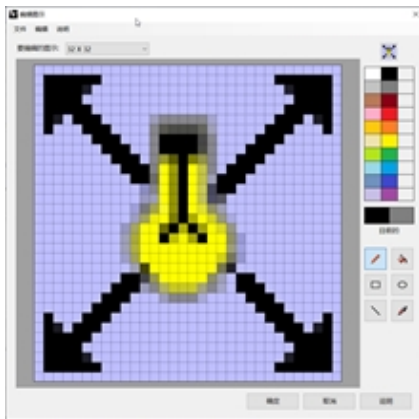
当然无论您是否添加 **SetRedrawOff/SetRedrawOn**，您的指令巨集都能正常运行。但是，这是让指令巨集更好运行的有效方法。

1. 在**鼠标左键指令**字段输入
`!_SetRedrawOff _SelNone _SelLight _Invert _Zoom _Selected _SelNone _SetRedrawOn。`
2. 在**鼠标右键指令**字段输入
`!_SetRedrawOff _SelNone _SelLight _Invert _Zoom _All _Selected _SelNone _SetRedrawOn。`

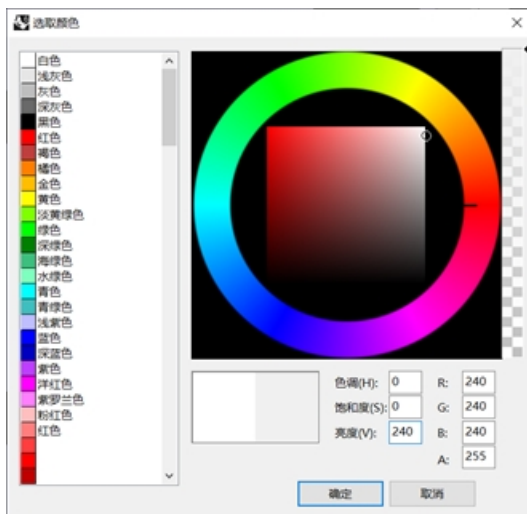


更改按钮的显示图标

1. 在按钮编辑器对话框中，点击右上角按钮图标旁的编辑选项，打开编辑图示对话框。
编辑图示是一个简单的绘图程序，用于编辑按钮的图示。您可以使用它的截取功能在屏幕上截取与按钮相同大小的图案，或者也可以从文件导入图案。
2. 在编辑图示对话框的文件菜单下，单击导入图示(填满)，然后找到图像文件 ZoomNoLights_32.bmp 并打开。
您可以导入相同像素的任意位图图像，如果位图太大，在导入时将会按比例缩放以适应画面。



3. 在编辑图示对话框中，您可以对图案做一些必要的改变，然后单击确定按钮。
双击标准颜色条右侧的颜色样本，可以打开选取颜色对话框，这里为您提供更多的颜色选择。

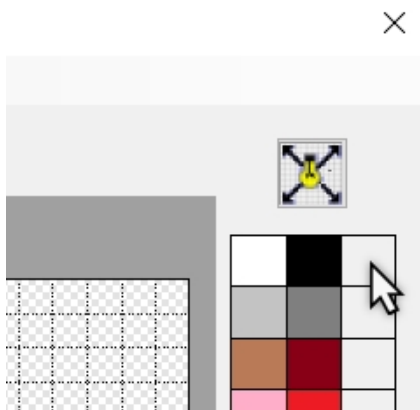


4. 选好颜色后，在**选取颜色**对话框中，点击**确定**按钮。

更改位图图像以使用 alpha 通道

请注意新按钮图标的背景颜色与其它按钮不一样，我们将使用 alpha 通道改变图像的背景颜色，使得它像其它按钮一样与 Windows 的 3D 物件颜色相匹配。

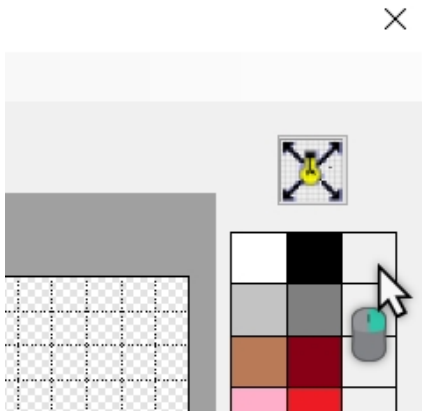
1. 在新建的按钮上按 **Shift** 键+鼠标右键。
2. 弹出**按钮编辑器**对话框，单击右上角的**编辑**选项，打开**编辑图示**对话框。
3. 双击颜色选择器右上角黑色色块右边的颜色样本。



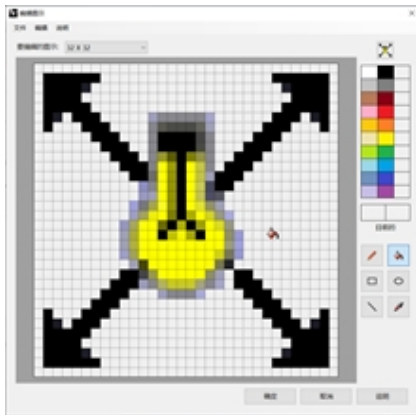
4. 将此按钮的 alpha 颜色(标记为 **A**)数值从255改为1。
这样这个色块颜色就变成透明的了。



5. 右键单击新 alpha 颜色，使鼠标右键的颜色也变为透明色。



6. 选择**填色**工具(油漆桶图标), 在按钮图标的背景区域按鼠标右键。



7. 这样经过多次填充, 透明背景的按钮图标就做好了。然后在**编辑图示**对话框中, 点击 **确定** 按钮。
8. 然后在**按钮编辑器**对话框中单击 **确定** 按钮。
现在得到的图标的背景颜色就与 Windows 的 3D 物件一致了。

使用新建立的按钮

1. 点击**缩放视图(灯光除外)**按钮。
2. 您可以通过在按钮上分别单击左右键来使用这两种视图缩放功能。
您会发现这两种视图缩放功能在执行时都忽略了灯光。

按钮里的指令规则

在某些对话框中, 您可以使用以下规则输入指令或者指令巨集:

项目	示例	描述
空格	!_Line	空格符会被视为按下 Enter 键。 Rhino 的所有指令名称都不包含空格符, 但指令与指令之间必须以空格符隔开。
" "		如果您的指令巨集需要引用名称有空格符的文件、工具列、图层、物件名称或路径, 则这些名称的首尾必须加上双引号。
!(感叹号)	!-_circle	!后加一个空格符会被视为 Cancel 指令。通常最好在按钮的指令巨集前加上!, 这样按下按钮时意味着取消前面正在运行的任何指令转而开始执行该按钮指令。
'(单引号)		视图操作指令(例如: Zoom)可以在其它指令执行中使用, 而不会取消正在执行的该指令。例如, 进行 Loft 指令, 当您需要拾取曲线时, 您可以同时使用视图缩放和平移指令, 而不会对 Loft 指令产生影响。在指令名称前加 '(单引号)代表跟着的是一个可以嵌套使用的指令。
_(下划线)		_(下划线), 代表使用英文名称执行指令。 Rhino 有许多种语言版本。非英文的版本可能会将指令、提示、指令选项、对话框、菜单等翻译成各自国家的语言, 在这些版本的 Rhino 里可能无法以英文名称执行指令。为了要让以英文指令名称编写的指令巨集可以在不同语言版本

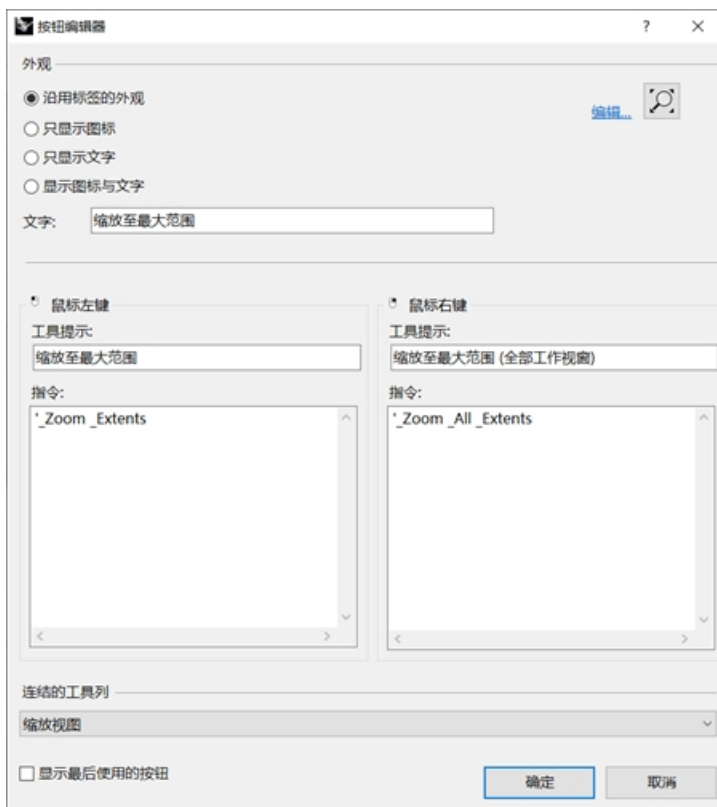
项目	示例	描述
- (连字符)	!_Sweep2	在 Rhino 里执行，巨集强制 Rhino 使用下划线将所有指令解释为英文指令名称，具体做法就是在英文指令前加上下划线。
Pause		Rhino 的所有指令几乎都可以在指令行以指令巨集执行，即使是会弹出对话框的指令也可以。在指令名称前加上连字符 (-) 可以抑制指令弹出对话框，改以指令行选项执行。 在指令巨集中加入 Pause 可以让指令等待用户输入和屏幕选取。像 Revolve 这种使用对话框的指令，并不接受以指令巨集输入数值的方式表示对话框中的数值字符，请使用指令的连字符形式 (-Revolve) 来禁止弹出对话框，而完全由指令巨集控制该指令。

附注：这些规则也适用于使用 **ReadCommandFile** 指令运行的外部脚本文件，以及在指令行提示符下粘贴的巨集文本。当然使用 Rhino Script 插件可以实现复杂的脚本编写，但基础指令和巨集编写同样也可以完成很多工作。

下面是一些非常有用的巨集指令：**SelLast**, **SelPrev**, **SelName**, **Group**, **SetGroupName**, **SelGroup**, **Invert**, **SelAll**, **SelNone**, **ReadCommandFile** 和 **SetWorkingDirectory**。

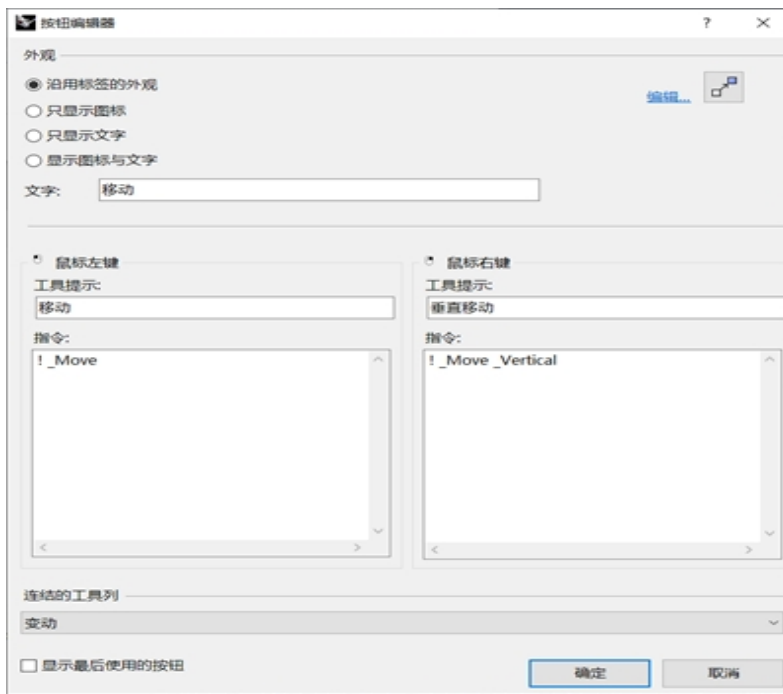
将工具列与按钮连结

1. 在**标准工具列**的**缩放至最大范围**按钮上按 **Shift** 键+鼠标右键。
2. 在弹出的**按钮编辑器**对话框中,点击**连结的工具列**区域,从下拉列表中选择**缩放视图**,后点击**确定**按钮。
现在您会发现**缩放至最大范围**按钮右下角会出现一个小的黑色三角形,这说明有一个扩展工具列与这个按钮相连结。
3. 按住**缩放至最大范围**按钮可以弹出它的扩展工具列,即我们刚刚在连结列表中选择**缩放视图**工具列。这样我们就把新建的工具列与按钮连结在一起了。
如果您不小心关闭了新建的**缩放视图**工具列,您可以从这个有工具列连结的按钮再次打开它。
4. 试着使用这个有工具列连结的按钮。



为现有的按钮加入指令

1. 在**主要工具栏**的**移动**按钮上按 **Shift** 键+鼠标右键。
2. 在弹出的**按钮编辑器**对话框中,在**鼠标右键指令**编辑框中,输入 **!_Move_Vertical**

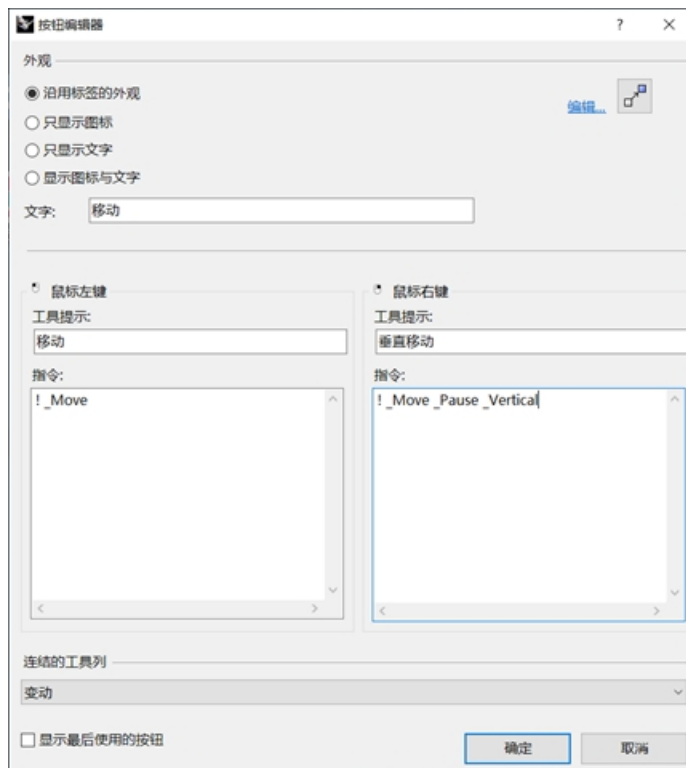


3. 在**按钮编辑器**对话框的**鼠标右键工具提示**编辑框中，输入**垂直移动**。
使用此按钮可以将物件垂直于当前工作平面移动。在往后的课程中我们会数次使用到这个按钮。
4. 选择模型中的一个物件，右键单击**移动**按钮。
5. 我们会看到所选物件向当前工作平面的垂直方向移动。
6. 再试一次，这次先不要提前选取物件。
7. 右键单击**移动**按钮。
8. 指令行中会显示如图所示提示：

```
指令: _Move
选取要移动的物件: _Vertical
未知的指令: _Vertical
选取要移动的物件: |
```

从上图的指令提示可以看到我们并没有选中任何物件，并且指令巨集在“选取物件”的提示中输入的是“垂直”，这是很明显的错误。这时您需要在指令巨集中加入暂停指令，让我们可以选取物件，然后再执行“垂直”选项。

9. 在**按钮编辑器**对话框**鼠标右键指令**编辑框中，重新修改指令巨集，在 **Move** 指令之后 **Vertical** 选项之前加入 **pause**，
!_Move_Pause_Vertical
10. 分别使用预先选取和按指令选取的方式来测试这个指令。



在属性工具列上增加一个新按钮

接下来，您将在属性工具列中添加一个新按钮。

- 鼠标左键将通过调色盘来控制物件的颜色属性。
- 鼠标右键将通过 RGB 数值来控制物件的颜色属性。

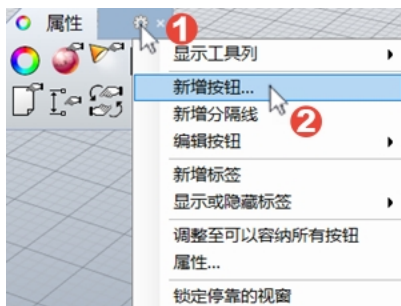
准备通过 Rhino 中的指令来编写这些指令巨集时，我们必须遵循属性指令巨集的编写原则，使用 **-Properties** 指令来更改物件的颜色。

在文本文件中做好笔记，并列该指令巨集所需的选项列表。

1. Rhino 选项的工具列页面中，选择默认的 default RUI 文件，在工具列区域滚动滑块找到属性工具列，勾选它前面的复选框打开属性工具列。
2. 单击 Rhino 选项对话框的确定按钮，属性工具列就显示出来了。

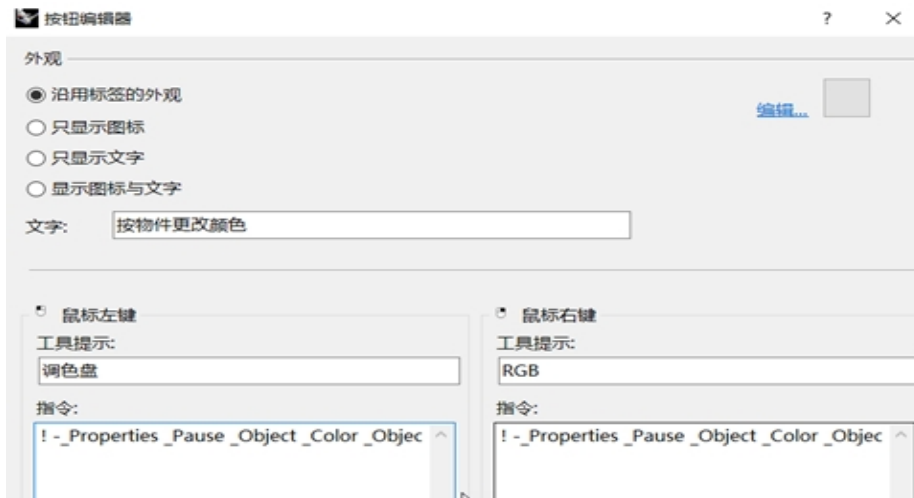


3. 在属性工具列的标题栏上，点击齿轮按钮，从弹出的菜单中选择新增按钮。



4. 在打开的按钮编辑器对话框的文字区域，输入“按物件更改颜色”。
5. 在鼠标左键工具提示中，输入调色盘，在鼠标右键工具提示中，输入 RGB。
6. 在鼠标左键指令字段输入：
! -_Properties _Pause _Object _Color _Object _ColorPicker _Enter _Enter
7. 在鼠标右键指令字段输入：
! -_Properties _Pause _Object _Color _Object _Pause _Enter _Enter

附注：您可以在下载的 Level 2 资料文件夹的文本文件 **Macros.txt** 中找到这些指令巨集。



8. 在按钮编辑器对话框的右上角点击编辑。
9. 弹出编辑图示对话框，使用工具设计一个用来表示此巨集按钮。下图是本教程制作的一个示例，您可以根据个人的喜好随意设计。



10. 点击确定按钮关闭编辑图示对话框，这样您新建的按钮图示就会随之更新。



11. 测试这个按钮巨集。

指令别名

设定在按钮里的指令和指令巨集也同样可以设定在指令别名中。指令别名类似在 Rhino 中使用快捷键一样，是一项可以提高效率的功能。它们可以是指令或者巨集，可以在任何指令可以执行的时候启动，通常被用作键盘快捷键。

对经常或者频繁使用的指令序列使用指令别名。

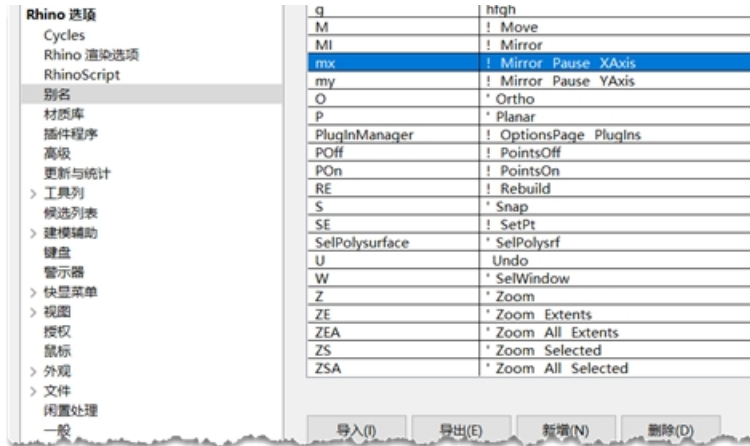
附注：在制作别名时，使用相近的键或重复相同的字符2或3次，这样使用起来更容易。

在您下载的 Level 2 资料文件夹中，包含一个名为 **Macros.txt** 的文本文件，里面记录了本章后续几节教程所用到的指令巨集，如果您需要解决指令巨集的问题，请打开此文件，从中找到相对应的巨集与您编写的巨集进行比较。

建立指令别名

1. 打开模型 **Aliases.3dm**。
2. 在工具功能表点击选项。
3. 在 **Rhino 选项**对话框中，找到**别名**页面，您可以新增别名、指令字符串或指令巨集。
4. 点击**新增**按钮，建立一个新别名。

我们将新建一个别名，以便在使用中的工作平面的原点上垂直或水平地镜像所选物件。这个功能在制作以原点为中心的对称物件时非常方便。



5. 在**别名**字段输入 **mx**。
6. 在**指令巨集**字段输入 **!_Mirror_Pause_XAxis**。
别名位于左列，指令字符串或指令巨集位于右列。在此您可以套用与按钮指令设定同样的规则。别名或按钮的指令巨集可以包含其它别名。
7. 再次创建一个新别名，点击 **新增** 按钮。
8. 在**别名**字段输入 **my**。
9. 在**指令巨集**字段输入 **!_Mirror_Pause_YAxis**

试用新别名

- ▶ 选取一些物件来试用这两个新建立的别名,在命令行中输入 **mx** 或 **my**，然后按 **Enter** 键。
如果在别名启用前没有预先选取物件，别名的指令巨集中的 **Pause** 会提示您选取物件，选取物件后按 **Enter** 键，这表示物件已经选取完毕，并开始做镜像。

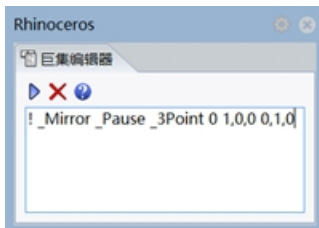
巨集编辑器


当编写更复杂的巨集时，最好使用 Rhino 内置的巨集编辑器。巨集可以直接在编辑器中编辑和运行。这样方便您快速测试指令选项和语法的正确性。

在下面的示例中，我们将创建一个镜像巨集，它允许您在工作平面上进行镜像。在将巨集添加到别名列表之前，我们将使用**巨集编辑器**创建和测试巨集。

使用巨集编辑器

1. 在**工具功能表**下，单击**指令集**，然后单击**巨集编辑器**。
2. 在**巨集编辑器**中，输入 **!_Mirror_Pause_3Point 0 1,0,0 0,1,0**。



3. 要测试巨集时，请单击**巨集编辑器**的**执行**图标。 
4. 如果巨集如预期一样运行，接下来全选巨集文本，将它复制到剪贴板。
5. 打开**选项**对话框，在**别名**页面中，增加一个新别名 **mc**。
6. 将**巨集编辑器**中的文本粘贴到**别名**的指令巨集中。
7. 选取一些几何体测试下这个新别名。
8. 命令行中输入 **mc**，按 **Enter** 键。

导出和导入选项

很多时候，您可能希望把全部或者部分选项从一台计算机复制到另一台计算机。例如台式电脑和笔记本电脑。Rhino 提供了将选项导出到文件以及从文件导入选项的指令，方便我们将别名、快捷键和模型从一台计算机复制到另一台。

导出选项

1. 在**工具功能表**点击**导出选项**。
2. 弹出**另存为**对话框，在**文件名**区域，输入 **Level2_Options**。
当前的选项就被保存到一个文件中。

导入选项

1. 删除一个您之前创建的别名。
2. 在**工具功能表**点击**导入选项**。
3. 在**导入选项**对话框，选取您刚刚保存的选项文件。
4. 在**要导入的选项**区域，勾选**别名**，**外观**，或者其它您想导入的选项。
5. 导入成功后检查一下您刚刚删除的别名是否又出现了。

快捷键

用于按钮和别名的指令、指令字符串、指令巨集同样适用于键盘快捷键的设定。快捷键可由键盘的功能键、**Ctrl** 键、**Alt** 键和字母数字键的组合来启动指令或指令巨集。

建立快捷键

1. 在**工具功能表**点击**选项**。
2. 在 **Rhino 选项**对话框中，找到**键盘**页面，您可以加入指令字符串或指令巨集。
3. 想要添加新快捷键，请单击 **F4** 旁边的**指令巨集**列。
4. 在字段中输入 **_DisableOsnap_Toggle**。
这个快捷键可以让您快速切换物件锁点的打开/关闭状态。
5. 如果您想要为 **What** 指令创建一个快捷键，请单击 **F5** 旁边的**指令巨集**列。

 Rhino 选项

文件属性	按键:	指令巨集:
> 单位	F1	' Help
附注	F2	! CommandHistory
格线	F3	! Properties
剖面线	F4	DisableOsnap Toggle
网格	F5	! What
网页浏览器	F6	! Camera Toggle
位置	F7	noecho - Grid ShowGrid ShowGridAxes Enter
线型	F8	' Ortho
渲染	F9	' Snap
用户文件文本	F10	! PointsOn
> 注解样式	F11	! PointsOff
Rhino 选项	F12	' DigClick
Cycles	Ctrl+F1	' SetMaximizedViewport Top
Rhino 渲染选项	Ctrl+F2	' SetMaximizedViewport Front
RhinoScript	Ctrl+F3	' SetMaximizedViewport Right
别名	Ctrl+F4	' SetMaximizedViewport Perspective
材质库	Ctrl+F5	
插件程序	Ctrl+F6	
高级	Ctrl+F7	
更新与统计	Ctrl+F8	
> 工具列	Ctrl+F9	
候选列表	Ctrl+F10	
> 建模辅助	Ctrl+F11	
键盘	Ctrl+F12	
	Ctrl+Shift+F1	
	Ctrl+Shift+F2	
	Ctrl+Shift+F3	

6. 在字段中输入 **!_What**。
7. 点击**确定**按钮关闭这个对话框，然后测试下 **F4** 和 **F5** 这两个快捷键。
预先选取一个物件，然后按 **F5**，测试 **What** 指令是否能正常使用。
从打开的键盘页面您可以看到有一部分快捷键已经分配了指令。快捷键的设定规则与按钮和别名的设定规则是一样的。

插件

插件是用来扩展 Rhino 功能的程序。

插件分类包括：

内建插件

内建插件随 Rhino 一起发布和安装。其中一些插件已载入，例如 Rhino Render, Render Development Kit, Rhino Toolbars 和 Menus, BoxEdit 等等。还有一部分插件已安装但未载入。这些插件中的大多数都是导入/导出插件，它们通常都是可以启用的，并且在第一次使用时会被加载。

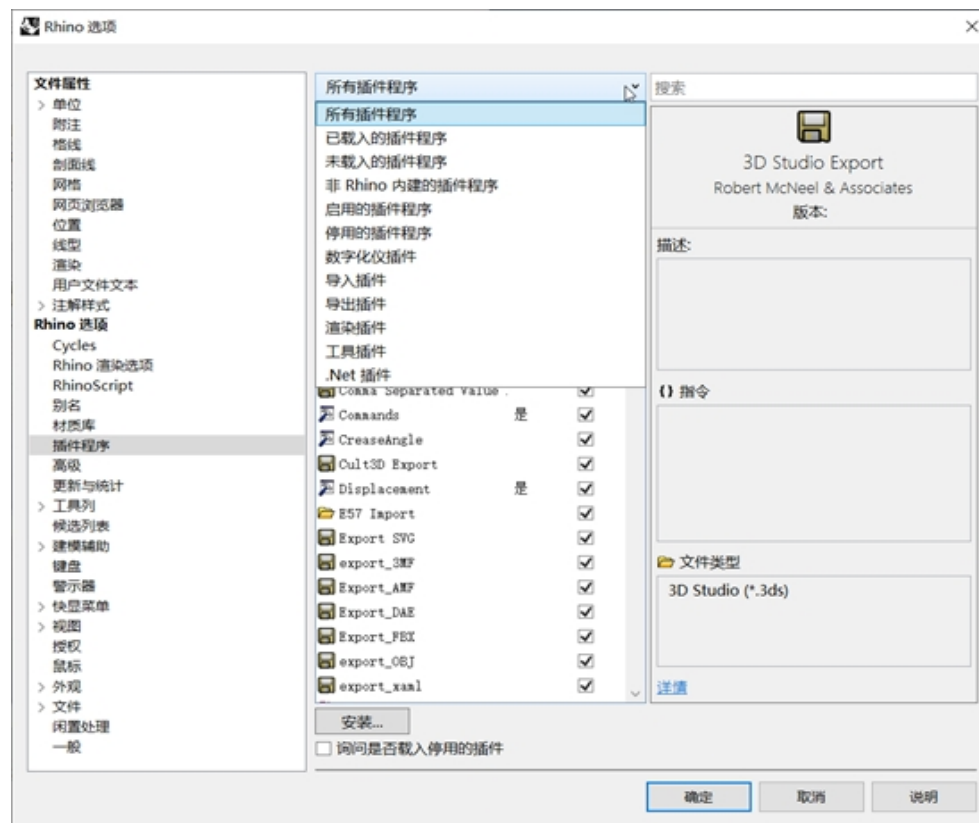
McNeel 插件

Flamingo nXt, Penguin, Brazil (渲染插件) 和 Bongo (动画插件) 是可以购买的 McNeel 插件产品。

第三方插件

它们是由第三方开发人员开发的应用程序和公用工具。一部分是免费的，但大多数是可以购买的。其中一些程序是与 Rhino 一起工作的独立应用程序，但不是插件。

总的来说，它们为 Rhino 添加了一些特定的功能。例如，RhinoCam 是一个 CAM 程序，VRay 是一个渲染程序，RhinoGold 是一个珠宝设计软件，VisualARQ 是用于构建建筑模型的软件等等。所有这些都是由特定行业的专家开发出来的。有关这些程序的更多信息，请访问 [Food4Rhino](#) 网站。



载入插件程序

在本例中，我们提供了 Rhino 5.0 labs 页面中的一个插件，方便您安装和使用。

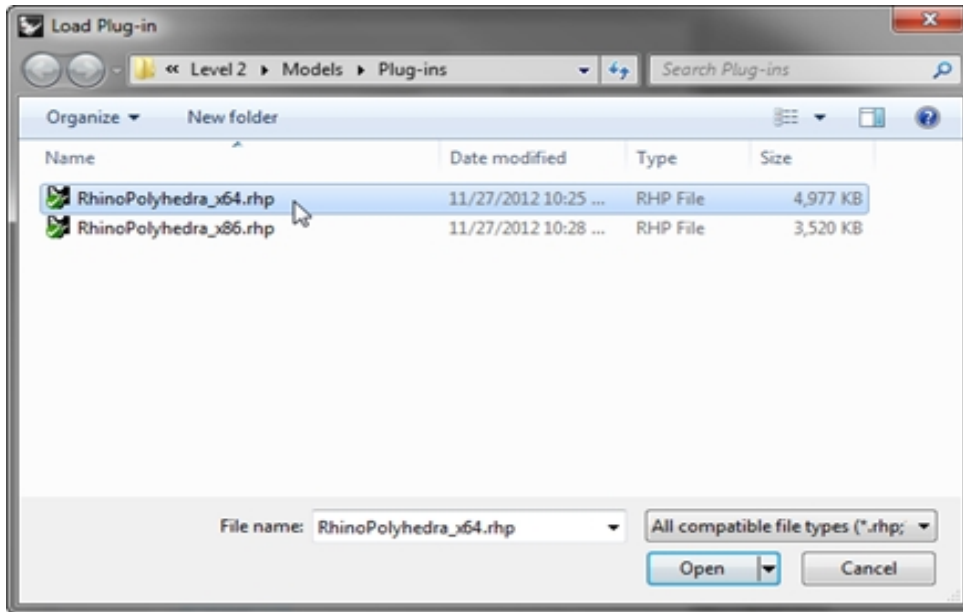
1. 在工具功能表点击选项。
2. 单击打开插件程序页面。
页面显示当前已载入和启用的所有插件程序的列表。
3. 插件程序页面中，单击安装按钮。
4. 此时弹出载入插件程序对话框，浏览至 **Level 2/Models/Plug-ins** 文件夹，然后打开 **rhinopolyhedra.rhp** 文件。

附注：如果您有 [Food4Rhino](#) 的账号，您还可以下载 [Rhinopolyhedra.rhi](#) 插件。Rhi 是 Rhino 的一个安装程序文件，它不能在 Rhino 插件程序页面中安装，而是要通过双击这个程序文件进行安装。

使用鼠标拖放载入插件程序

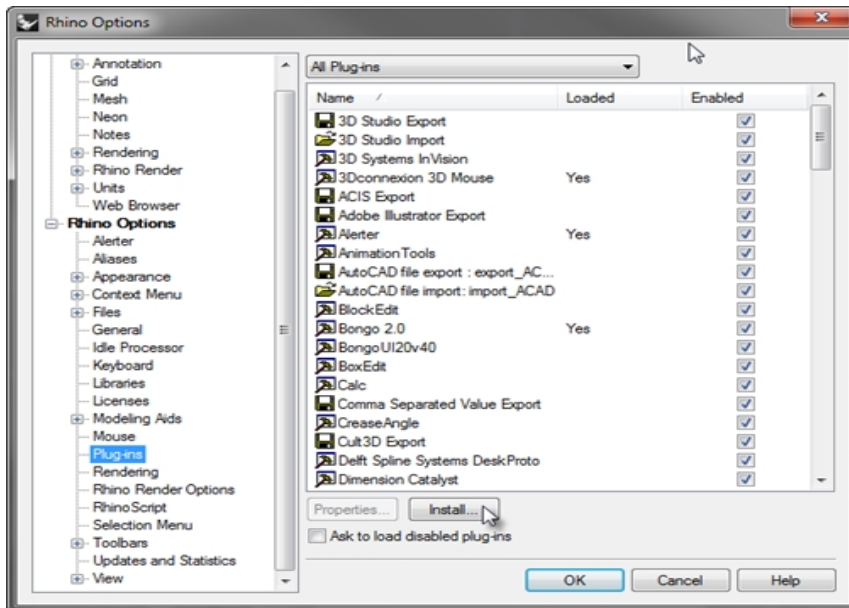
在初次加载时，您还可以从文件资源管理器中通过拖放 **rhinopolyhedra.rhp** 来载入程序，这种加载方式只有在您从未注册 **Rhinopolyhedra** 的情况下才有效。

1. 打开 **Windows 资源管理器** 窗口。
2. 浏览 **Level 2/Models/Plug-ins** 文件夹或者任意一个包含要安装的 **.rhp** 插件的文件夹。
3. 左键单击插件文件 **rhinopolyhedra.rhp** 并保持左键不释放，然后将其拖放到打开的 Rhino 应用程序窗口中。

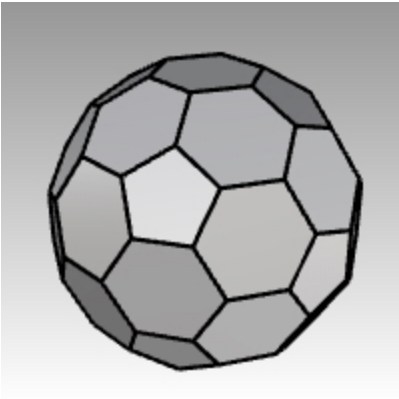


执行指令

1. 想要在 Rhino 中执行该指令，请在指令行中输入 **Polyhedron**。
2. 在 **Polyhedron** 对话框中，从列表选择一个多面体类型，例如 **Dual Geodesic Icosahedron Pattern 2**。



3. 指定一个中心点和一个半径点就可以完成多面体的创建。



脚本

Rhinoceros 支持使用 RhinoScript 和 Rhino.Python 编写脚本。

要编写 Rhino 脚本，您必须具备一些编程技能。幸运的是，脚本很容易学习，并且有大量的学习资料可以帮助您入门。

您可以在 [Developer Wiki](#) 上找到更多相关的详细信息。

除此以外，Rhino 包含两种脚本工具，有关详细信息，请参阅 **EditScript** 和 **EditPythonScript** 指令。

本课程中，我们并不会涉及如何编写脚本，但我们会学习如何执行脚本以及如何将脚本应用在按钮上。

随后的脚本将列出关于当前模型的信息。

载入一个 RhinoScript 脚本

1. 在工具功能表下，点击 **RhinoScript**，再点击子菜单中的 **载入** 选项。
2. 在 **载入脚本文件** 对话框中，单击 **新增** 按钮。
3. 在弹出的 **打开** 对话框里，选择 **CurrentModelInfo.rvb**，然后点击 **打开** 按钮。

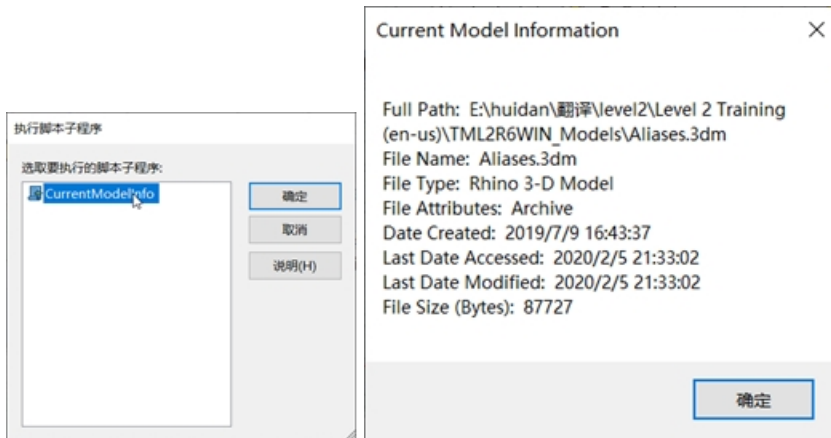
附注：您可能得到以下信息，“找不到脚本文件 CurrentModelInfo.rvb”。

如果发生这种情况，您将需要包含脚本文件所在文件夹的完整路径，或者您可以在 **Rhino 选项** 的 **文件** 页面中添加文件搜索路径。

4. 在 **载入脚本文件** 对话框中，选中 **CurrentModelInfo.rvb**，然后单击右侧的 **载入** 按钮。



5. **保存当前的模型。**
如果没有保存模型，则不可能有任何信息。
6. 在工具功能表下，点击 **RhinoScript**，再点击子菜单中的 **执行** 选项。
7. 在弹出的 **执行脚本子程序** 对话框中，选中 **CurrentModelInfo**，然后单击右侧的 **确定** 按钮。这时会弹出一个对话框，显示的是此模型的当前信息。

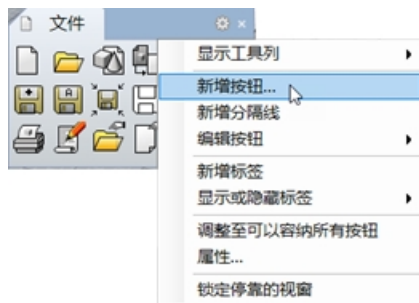


编辑脚本文件

1. 在工具功能表下，选择 **RhinoScript**，然后选择 **编辑** 选项。
2. 在弹出的 **Rhino Script Editor** 窗口中，点击 **文件** 功能表，从菜单中点击 **打开** 按钮。
3. 在 **打开** 对话框里，选择 **CurrentModelInfo.rvb**，然后点击 **打开** 按钮。
我们不会在这节课中学习编辑脚本文件。这个例子只是用来让您知道当需要编辑脚本时该如何找到它。
4. 关闭 **Rhino Script Editor** 窗口。

制作一个可以加载或执行脚本的按钮

1. 在工具功能表点击 **工具列配置**。
2. 在打开的 **工具列** 对话框中，勾选 **文件** 工具列，然后关闭对话框。
3. 鼠标右键单击 **文件** 工具列的标题栏。
4. 从弹出的菜单中点击 **新增按钮**。
5. 在 **按钮编辑器** 对话框的 **鼠标左键** 工具提示编辑框中，输入 **目前模型信息**。
6. **鼠标右键** 工具提示编辑框中，输入 **载入目前模型信息**。



7. 在文字字段，输入模型信息。
8. 在鼠标左键指令字段输入
! -_RunScript (CurrentModelInfo)
9. 在鼠标右键指令字段输入
! -_LoadScript "CurrentModelInfo.rvb"



添加自定义位图

1. 在按钮编辑器对话框中点击右上角的编辑。
2. 在编辑图示对话框的文件菜单下，单击导入图示。
3. 选择 **CurrentModelInfo.bmp** 文件，然后单击 **打开** 按钮。
4. 然后在按钮编辑器对话框中单击 **确定** 按钮。
5. 测试这个新建按钮。

模板文件

模板文件是一个 Rhino 模型文件，您可以使用它来存储基本设置。模板文件包含所有保存于 Rhino 3DM 文件中的信息，例如：物件、图块、图纸配置、格线、工作视窗配置、图层、单位、公差、渲染设置、尺寸标注、附注以及文件属性的任何设置。

您可以使用与 Rhino 一起安装好的默认的模板文件或者使用自己建立的模板文件。您还可以设定特定的模板文件，用以配合建立特定类别的模型。

Rhino 附带的标准模板之间的差别在于工作视窗配置与单位设定的不同，模板文件不包含几何图形，并且其它的预设设定都是一样的。在建立不同的模型时可能需要对其它的设定做改变，您可以将不同的设定保存在模板文件中，这些设定包括：渲染网格、角度公差、已命名的图层、灯光、标准预构建几何图形和附注。

如果您在自己建立的模板中加入了附注，它将会显示在**打开模板文件**的对话框中。

New 指令可以从模板文件(可选)开始新模型，除非您设定从其它模板文件或模型文件中开始新模型，否则 Rhino 总是会使用预设的模板文件。

想要更改 Rhino 启动时所使用的预设模板文件，请选择**新建**，在弹出的打开模板文件对话框中找到您想要使用的模板文件，并勾选“**当 Rhino 启动时使用这个文件**”。

Exercise 2-2 建立模板文件

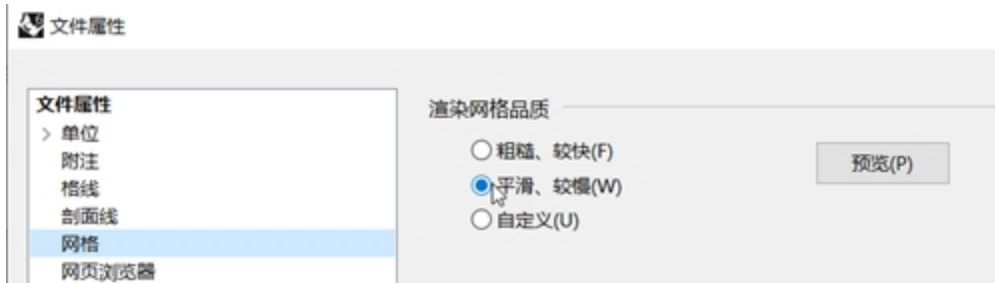
1. 开始一个新模型。
2. 选取**小模型 - 英寸.3dm**为新模型的模板文件。
3. 在渲染功能表下，点击**目前的渲染器**，然后点击**Rhino 渲染**。

设置文件属性

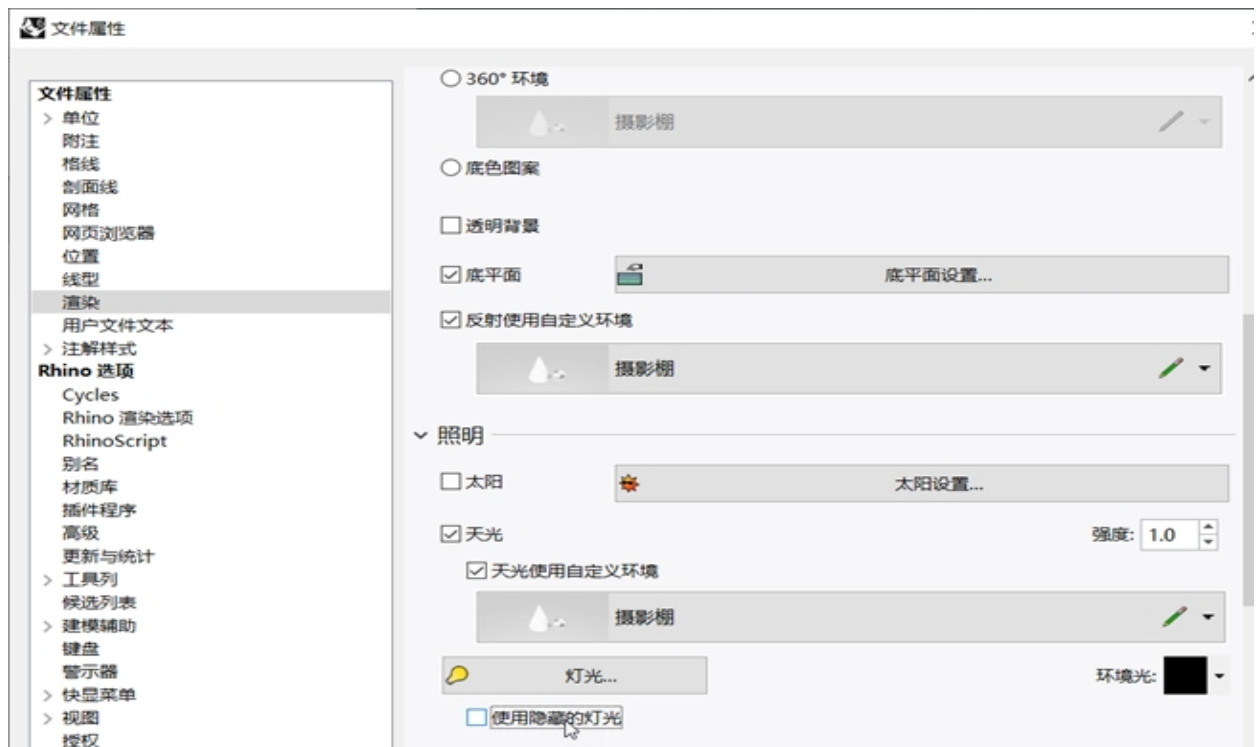
1. 文件功能表中选择**文件属性**选项。
2. 在**文件属性**对话框下的**格线**页面，做如下设置：
总格数设为 **10**
子格线间隔设为 **0.1 英寸**
主格线，每隔 10 子格线
锁定间距设为 **0.1**。



3. 在**网格**页面，设置为**平滑、较慢**。



4. 在**渲染**页面，滚动到**照明**区域，检查关闭**使用隐藏的灯光**。

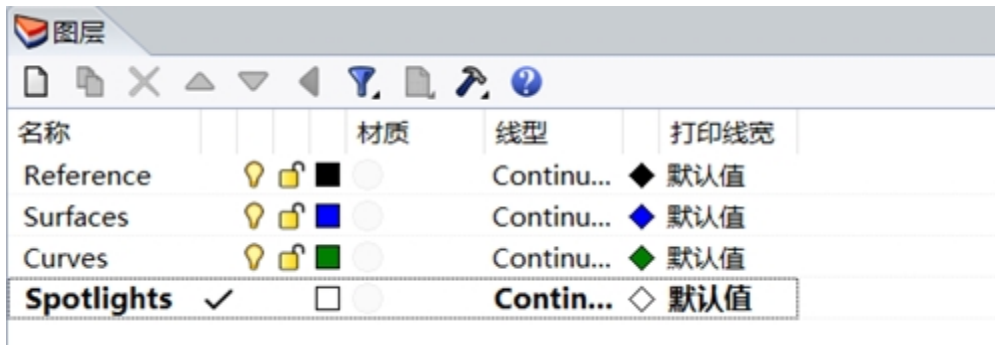


5. 在单位页面，将角度公差改为 0.5，然后点击 [确定] 按钮。
端点的切线法线将由这个设置决定。

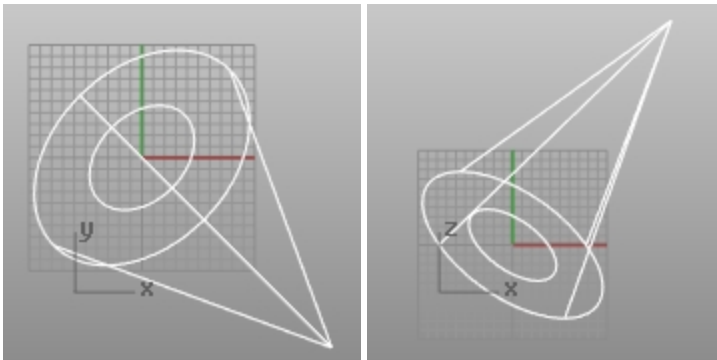


设置图层

1. 打开图层面板，作如下操作：
重命名图层 05 为 **Spotlights**
重命名图层 04 为 **Curves**
重命名图层 03 为 **Surfaces**
重命名预设图层 为 **Reference**。
2. 设置 **Spotlights** 图层为当前图层。
3. 删除未使用的图层：Layer 01 和 Layer 02。



4. 建立一个聚光灯，使它指向工作平面原点，**Top** 工作视窗中与工作平面夹角大约 45 度，**Front** 工作视窗中与工作平面夹角大约也是 45 度。
5. 使用 **my** 别名执行镜像指令，创建第二个聚光灯。
6. 接下来我们将使 **Curves** 图层作为唯一可见的图层。从**编辑**功能表中，点击**图层**，点击**只开启一个图层**。
7. 在弹出的对话框中选取 **Curves** 图层。

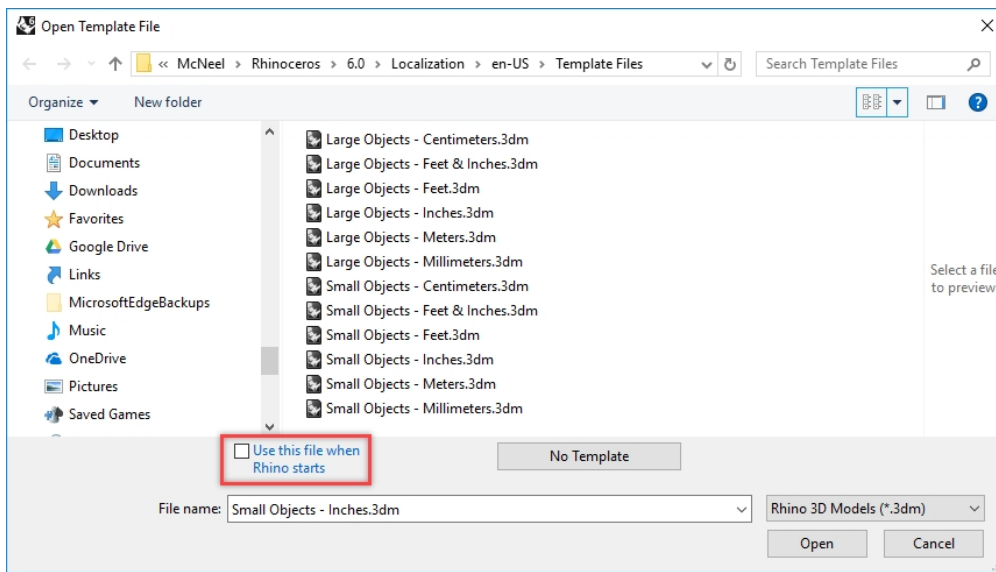


保存附注

1. 在**面板**功能表点击**附注**。
2. 在**附注**面板中输入关于这个模板文件的详细信息。
3. 从**文件**功能表选择**另存为模板**。
4. 将模板命名为**小模型 - 十进制英寸 - 0.001.3dm**。
现在，只要您启动新模型，这个模板文件及其所有设置都是可用的。

设置预设模板文件

1. 从**文件**功能表中，点击**新建**。
2. 选取您想要用来作为预设使用的模板文件。
3. 在**打开模板文件**对话框中，勾选“**当 Rhino 启动时使用这个文件**”。
您应该为您经常进行的建模类型设置自定义模板，以节省设置时间。



Chapter 3 - NURBS 基本结构

NURBS 曲面的基础几何体在 UV 或参数化空间中具有一个矩形的基本结构。曲线上的点和参数被归类为两个方向(U 和 V)，这两个方向是互相交叉的，在理想的表面上交叉角度呈 90 度，实际曲面复杂的情况下近似 90 度。通常您在创建或操作曲面时并不容易看出这样的结构。但请记住，这个结构对于决定在创建或编辑几何图形时使用哪种建模方法很有用。

Exercise 3-1 使用基本结构

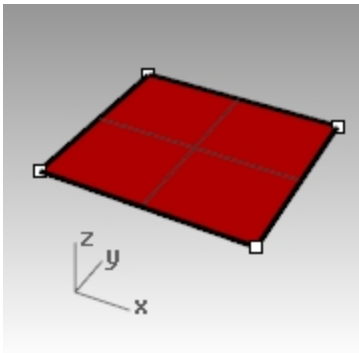
下面的练习中，我们会一起探讨如何组织 NURBS 的基本结构，以及在建立或编辑几何物件时需要注意的某些特殊情况。

1. 打开模型 Topology.3dm。

在当前的图层中显示了一些曲面。

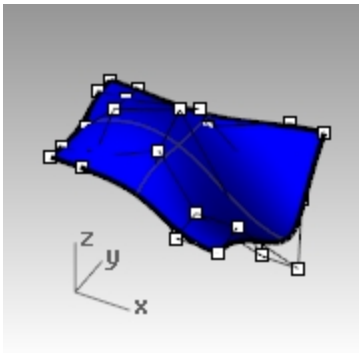
2. 打开左边简单矩形平面的控制点。

这个矩形有四个控制点，分别位于矩形的每一个角落 — 这是一个简单的未修剪过的矩形平面，也是 NURBS 曲面的矩形基本结构。



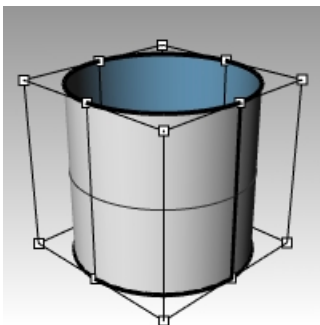
3. 接下来，打开另一个表面起伏较大的曲面的控制点。

很明显这个曲面有较多的控制点，但您可以清楚地看到这些控制点仍是以矩形的样子排列。



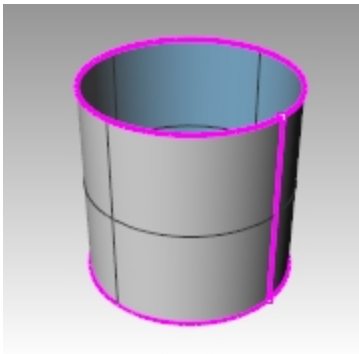
4. 选取圆柱曲面。

它虽然表现为一个连续的圆形曲面，但它实际上还是有一个矩形的边界。

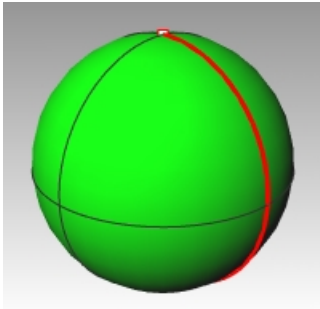


5. 使用 ShowEdges 指令(分析功能表: 边缘工具 > 显示边缘)，高亮显示曲面边缘。

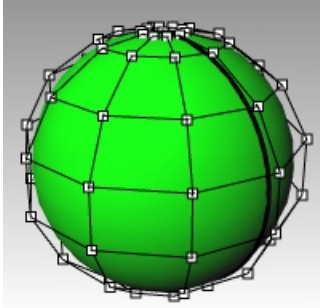
请注意，在圆柱曲面的侧面有一条接缝线被突显出来，这个接缝其实是矩形的两个重合边缘，矩形的另外两个边缘是圆柱曲面的上方和下方的圆形边缘，这个圆柱曲面也符合 NURBS 曲面的矩形基本结构。



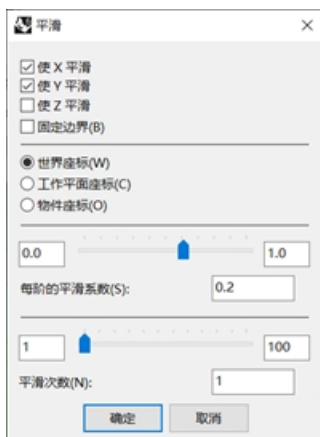
6. 选取球体。
这个球体表现为一个完全封闭且连续的平滑物件，但它同样有一个矩形边界。
7. 使用 **ShowEdges** 指令显示曲面边缘。



请注意，球体上出现一条接缝线，这个接缝实际上是矩形的两个边缘，矩形的另两个边缘则汇聚到球体的两个极点。当一个未被修剪的边缘汇聚成一个点时，这个点称为汇集点。虽然非常非常扭曲，但很明显这个球体也符合 NURBS 曲面的矩形基本结构。

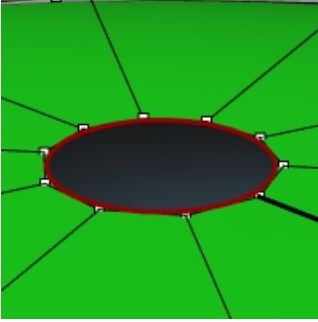


8. 打开球体的**控制点**。
9. 以**目标缩放** (查看功能表: 缩放 > 目标缩放) 放大球体的其中一个极点。
10. 选取球体极点上的控制点，执行 **Smooth** 指令 (变动功能表: 使平滑)。
11. 在**平滑**对话框里，清除**使 Z 平滑**和**固定边界**复选框的勾选，然后单击 **确定** 按钮。



这样在极点处会产生一个洞，球体的这个极点已经不再是汇集点，**ShowEdges** 指令也会高亮显示这个洞的边

缘。



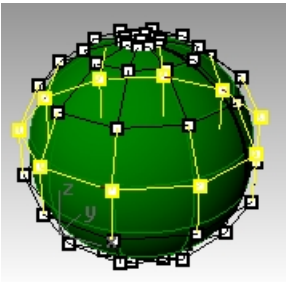
- 按 **Home** 键复原视图的缩放。
这是最快的复原视图的方法。

选取点

- 打开**选取点**工具列。



- 在球体上随机选取一个点。
- 在**选取点**工具列上，单击**选取 U 方向**。
这样就选取了一整排的控制点。

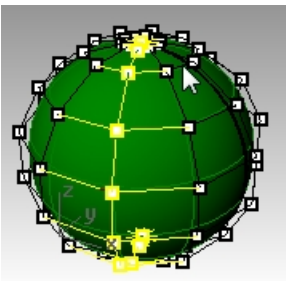


- 单击空白区域以取消选取，再选取球体上的另一个点。
- 在**选取点**工具列上，单击**选取 V 方向**。



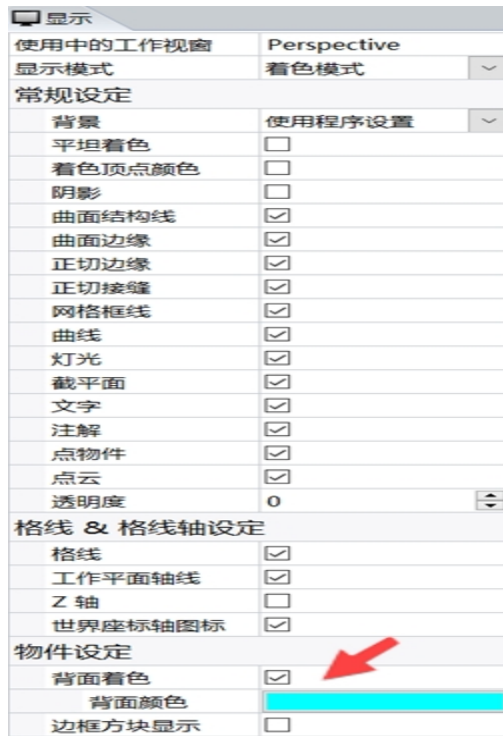
这样就选取了矩形结构另一个方向上的一整列控制点，在 NURBS 曲面上总是存在着 U 和 V 两个方向。

- 您可以自己尝试这个工具列上的其它按钮。



提示：要查看您当前曲面的法线朝向，请将显示模式更改为着色模式以显示出曲面的正面和背面。在显示面板下可以对着色模式进行设置(面板功能表>显示)。

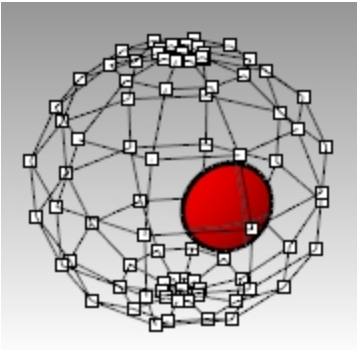
选择一个明亮的，有特色的颜色，如橙色，黄色，或青色。这样着色模式下能更清楚分辨曲面的正反面。



Exercise 3-2 观察修剪过的曲面

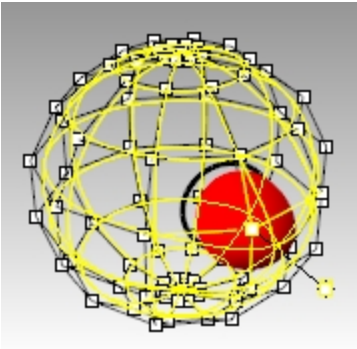
1. 打开模型 Trimmed NURBS.3dm。

这个曲面是从一个很大的曲面修剪而来，在修剪曲面后，基本的四边曲面数据仍然可用，但它受到修剪曲线(边缘)的限制。



2. 选取曲面打开控制点，然后尝试拖拽几个控制点。

修剪后留下的曲面或是被修剪掉的曲面的控制点都可以被移动，移动被修剪掉的曲面控制点时，也可能使修剪后留下的曲面的修剪边缘也跟着移动，NURBS 曲面的修剪曲线总是会贴合在曲面上。



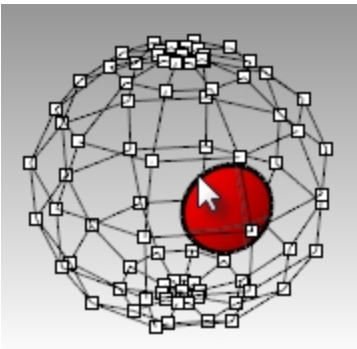
3. 使用 Undo 指令撤消点的操作。

取消修剪

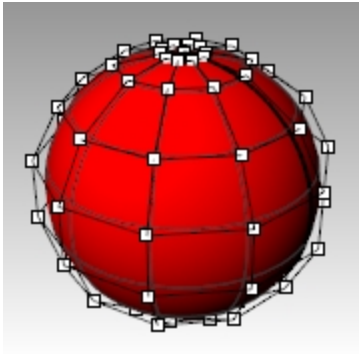
1. 执行 Untrim 指令 (曲面功能表: 曲面编辑工具 > 取消修剪)。

2. 选取被修剪边缘的一条边。

曲面修剪边界消失，而曲面复原到修剪前的原始曲面。

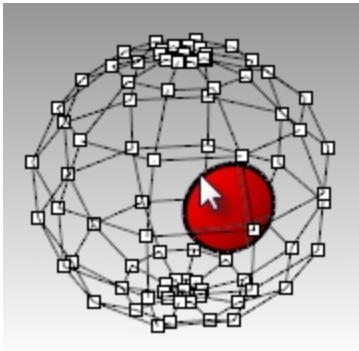


3. 使用 Undo 指令复原，回到取消修剪前的曲面。

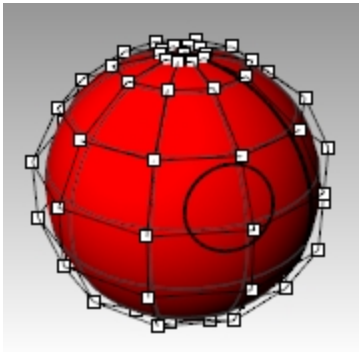


从已修剪曲面分离修剪曲线

1. 执行 **Untrim** 指令 (曲面功能表: 曲面编辑工具 > 分离修剪), 设置指令选项**保留修剪物件=是**。
2. 选取已修剪曲面的边缘。
曲面会复原到修剪前的原始曲面。修剪边界会转换为曲线, 但曲线和曲面之间不再有任何关系。

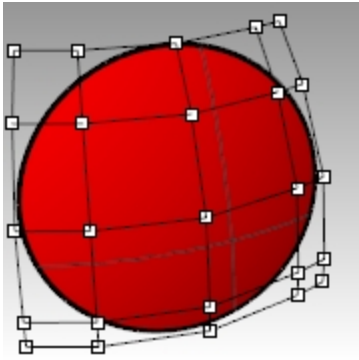


3. 使用 **Undo** 指令复原, 回到取消修剪前的曲面。



缩回已修剪曲面

1. 执行 **ShrinkTrimmedSrf** 指令 (曲面功能表: 曲面编辑工具 > 缩回已修剪曲面)。
2. 选取曲面, 按 **Enter** 键结束指令。
原始未修剪曲面被一个较小范围的曲面所替换, 也就是说现在取消修剪后的曲面不再是最开始的圆球体, 而变为一个小的圆弧面, 该圆弧面与圆球体在该范围内的旧曲面完全匹配。虽然您看到的修剪曲面没有明显变化, 但实际原始未修剪曲面已经发生变化。



自定义显示模式

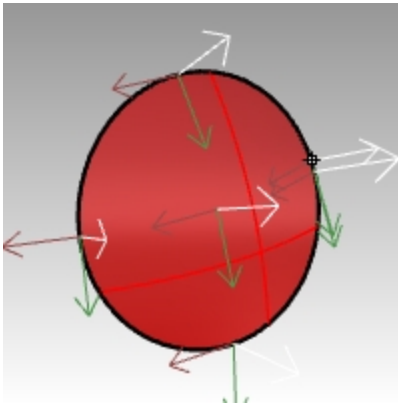
在显示模式下为曲面的背面指定自定义颜色，这将帮助您通过显示颜色了解法线的方向。

您电脑上的任意模型的任意工作视窗都可以使用您自己设置的自定义显示模式。

您将首先从着色模式开始自定义显示设置。

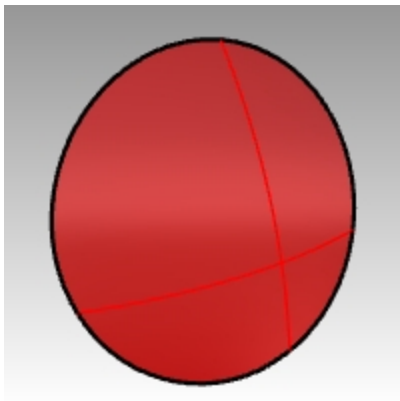
Exercise 3-3 为背面上色

1. 如果模型没有打开，请打开模型 **Trimmed NURBS.3dm**。
2. 右键单击 **Perspective** 工作视窗标题，然后选择**着色模式**。
3. 选择曲面，然后在**分析功能表**上，点击**方向**。
4. 曲面上会出现一些三向的箭头，类似工作平面的三向箭头：

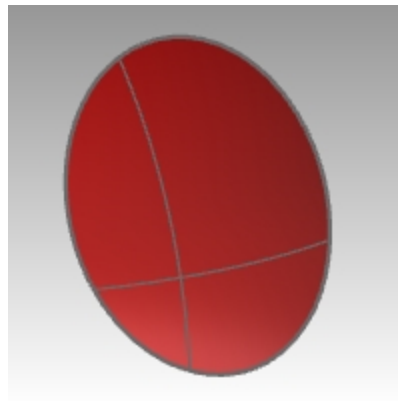


白色箭头显示法线方向。您可以将法线方向描述成“向外”或“向上”。按 **Enter 键**，结束指令，让曲面回到正常着色视图模式。

5. 在标准着色模式下很难分辨曲面的正反面。

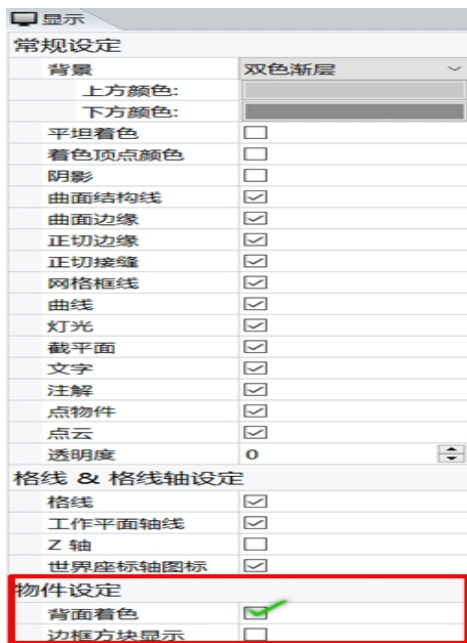


曲面外侧

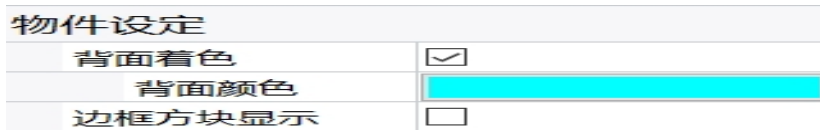


曲面内侧

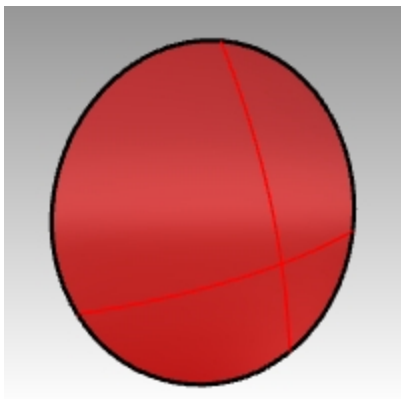
6. 在**面板**功能表下，点击打开**显示面板**。
7. 在**显示面板**上的物件设定区域，勾选**背面上色**旁边的复选框。



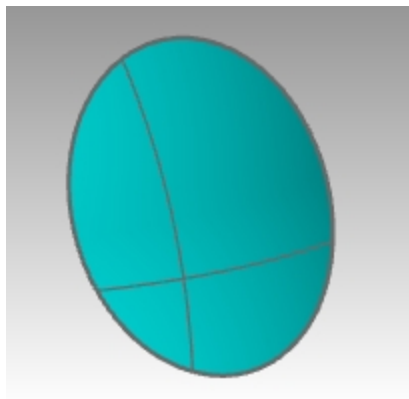
8. 接下来，在背面颜色旁点击颜色选择器。



9. 在选取颜色对话框中，选择青色然后点击 **确定按钮**。
10. 旋转视窗，您可以发现曲面的背面颜色现在显示的是青色。



曲面的外侧 - 红色。



曲面的内侧 - 青色。

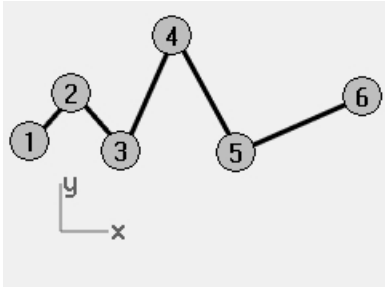
Chapter 4 -

NURBS

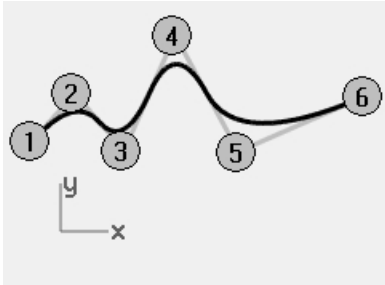
Curve 阶数

Exercise 4-1

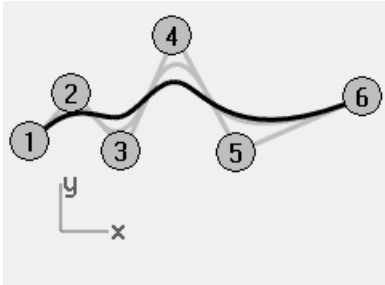
1. 打开模型 **Curve Degree.3dm**。
2. 使用 **Curve** 指令 (曲线功能表: 自由造型 > 控制点), 设定**阶数**为 1, 打开**点物件锁点**, 依次捕捉每一个点来建立一条曲线。



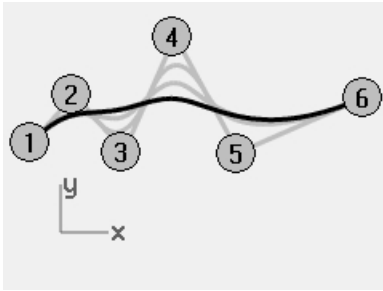
3. 重复 **Curve** 指令, 将**阶数**设置为 2。



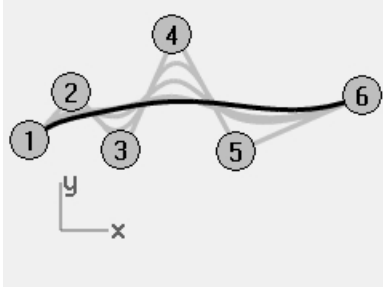
4. 重复 **Curve** 指令, 将**阶数**设置为 3。



5. 重复 **Curve** 指令, 将**阶数**设置为 4。

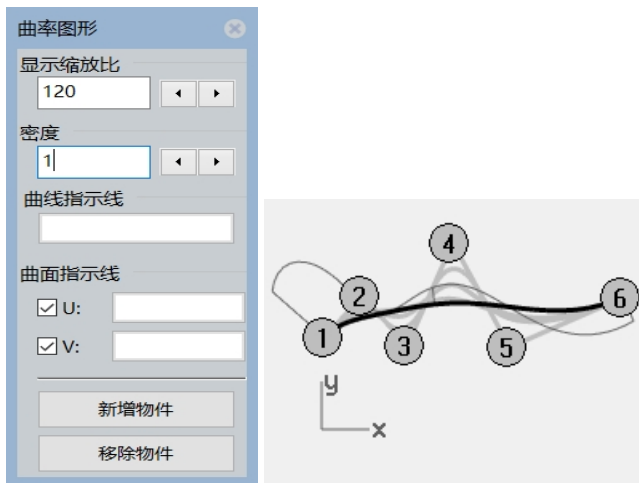


6. 重复 **Curve** 指令，将**阶数**设置为 5。

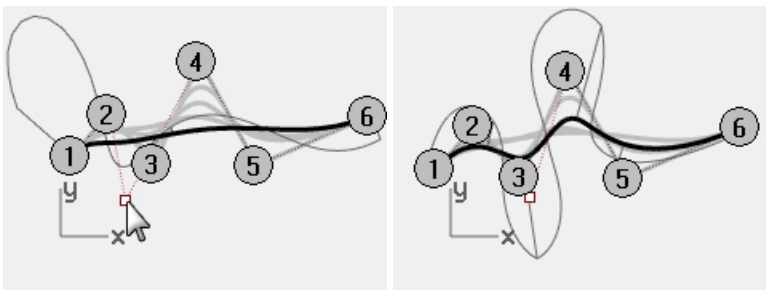


分析曲线的曲率

1. 使用 **CurvatureGraph** 指令 (分析功能表: 曲线 > 开启曲率图形), 打开其中一条曲线的曲率图形。
2. 将显示缩放比设置为如图所示的数字。110-120之间应该是显示缩放比最佳的数值。
曲率图形显示的是曲线的曲率变化，曲率是曲率圆半径的倒数，曲线曲率圆半径越小，点的曲率会越大。



3. 开启曲线的控制点，移动某些控制点并观察曲率图形的变化。
移动控制点的时候，请注意曲率图形指示线的长度变化。
4. 对每一条曲线都重复这个过程。
您可以使用**曲率图形**对话框的按钮从图形显示中新增物件或者移除物件。



附注

- 1 阶曲线没有曲率，因此没有曲率图形显示出来。

- **2 阶**曲线内部是相切连续的，曲率图形呈现阶梯状，注意，只是曲率图形呈现为阶梯状而不是曲线本身。
- **3 阶**曲线具有连续曲率，曲率图形不会呈现阶梯状，但是图形上会有一些过渡不光滑的尖锐的转折。同样地，曲线在这些地方并不是发生了扭曲，而是曲率在这些地方发生了突变，因此它还是曲率连续的。
- 阶数越高的曲线，连续性越好。
例如，**4 阶**曲线在曲率变化率上是连续的，曲率图形是平滑过渡，并没有尖锐的不平滑的转折。
- **5 阶**曲线在曲率变化率中是连续的。曲率图形上没有显示任何高阶曲线的特殊特征，并且曲率图形会更加趋于平滑。
- 想要将曲线的阶数更改为更高阶，请使用 **ChangeDegree** 指令，并设置**可塑形的 = 否**，这不会改变曲线内部连续性，但是降低阶数会对连续性产生不利影响。
- 使用 **Rebuild** 指令重建曲线的话将会改变曲线内部的连续性。

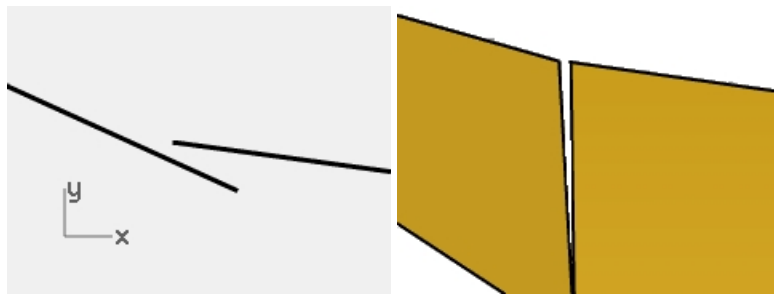
曲线和曲面的连续性

由于创建一个高质量的曲面往往取决于输入曲线的质量和连续性，因此多花些时间了解曲线与曲线之间连续性的概念对于以后在建立曲面时会有非常大的帮助。

对于常见的曲线和曲面建立的要求来讲，我们可以将连续性分成四个等级：

不连续

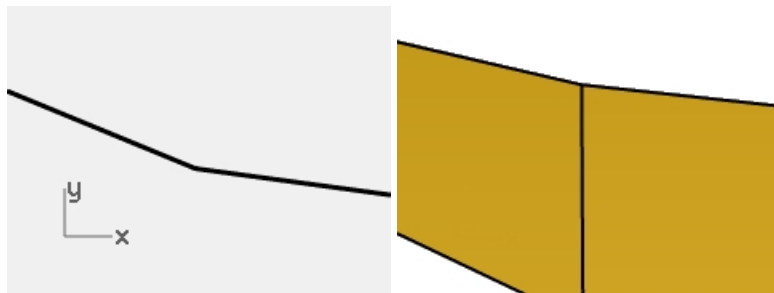
两条曲线的端点或者两个曲面的边缘未相接，所以物件之间并没有连续性可言，自然也就不能组合在一起。



位置连续(G0)

两条曲线端点相接形成锐角或两个曲面边缘相接形成锐边。

位置连续是指两条曲线在相接的共享点会形成一个锐角。在 Rhino 里，您可以将这两条曲线组合成一条多重曲线，在这条多重曲线上会有一个锐角点，而且这条多重曲线仍然可以被炸开成为两条单一曲线。

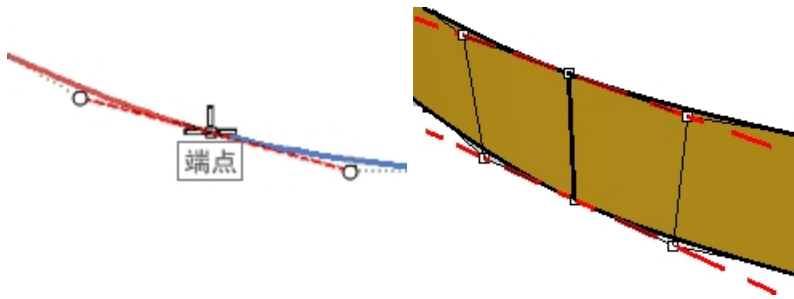


同样地，两个曲面在相接的共享边会形成一条锐边，或者叫接缝。在实际操作中，只有两条曲线的端点或是两个曲面的边缘相接就可以形成 G0 连续。

相切连续(G1)

两条曲线在相接点的切线方向一致或者两个曲面在相接边缘的切线方向一致，G1 连续的两条曲线或两个曲面之间过渡平滑，没有锐角点或者锐角边。

曲线上任意一点都有自己的切线方向。

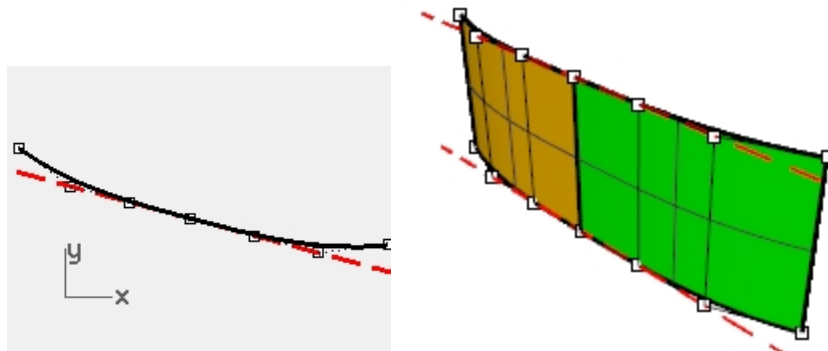


两条曲线是否形成相切连续是由两条曲线端点处的切线方向决定的。形成相切连续时，两条曲线在端点处的切线方向是一致的，或者说当两条曲线在相接点的切线共线时，这两条曲线就被视为以相切连续相接。两条曲线在相接点处不会有锐角存在。曲线端点的切线方向由曲线端点的前两个控制点所控制。

要让这两条曲线以相切连续相接，首先，它们的端点必须重合，也就是达到(G0)连续，并且两条曲线的第二个控制点必须位于一条通过相接点的直线上，也就是说这四个控制点(两条曲线各提供两个控制点)位于同一条虚拟的直线上。

曲率连续(G2)

两条曲线的相接端点或两个曲面的相接边缘除了切线方向一致以外，曲率圆的半径也必须一致。



曲率连续必须符合 G0 和 G1 的条件外，还要达到两条曲线相接端点的曲率圆半径大小一致的要求。曲率连续是用户可以控制的最平滑的状态，但还是可能存在更平滑的连续状态。

例如，G3 连续不仅意味着满足 G2 连续的条件，而且在相接端点或边缘处的曲线或曲面上曲率的变化率也是相同的。

G4 连续表示曲率变化率的变化率在两条曲线的相接端点处是相同的。这是最平滑顺畅的一种连接方式。Rhino 拥有构建这类曲线和曲面的工具，但是用于检查和验证这种连续性的工具比 G0-G2 少。

并没有明显的证据表明 G5+ 拥有更大的连续性。

曲线连续性与曲率图形

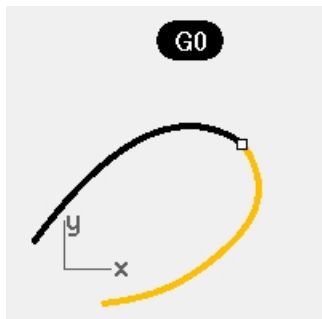
Rhino 有两个分析指令，可以用图形区别相切连续和曲率连续。在下面的例子中，我们会用到 CurvatureGraph 和 Curvature 指令来帮助您更好地理解相切连续和曲率连续。

以曲率图形显示连续性

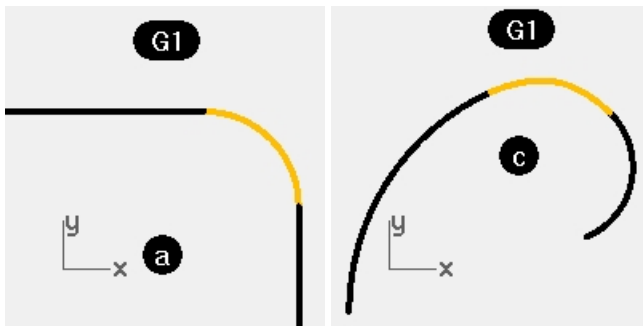
1. 打开模型 Curvature_Tangency.3dm。

这个模型共有五组曲线，分成三个大类。

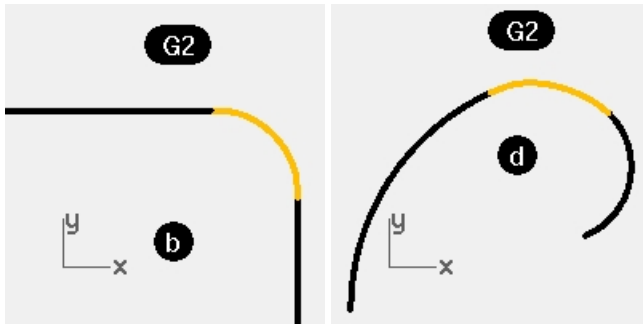
一类是曲线在相接端点处以位置(G0)连续相接。



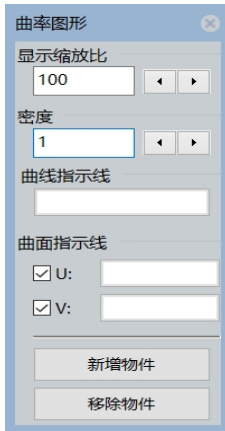
a 和 c 两组曲线在相接端点处以相切(G1)连续相接。



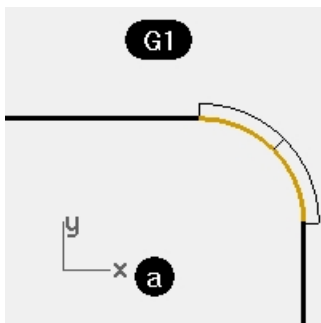
b 和 d 两组曲线在相接端点处以曲率(G2)连续相接。



- 按 **Ctrl + A** 选取全部曲线。
- 打开这些曲线的**曲率图形**(**分析功能表: 曲线 > 开启曲率图形**)。



- 在曲率图形的浮动对话框中设置**显示缩放比**为 100。
如果您不能很清楚地看清曲率梳的图形请更改显示缩放比。
显示缩放比设置为 100 时，曲线的曲率图形的高度等于模型单位的曲率数值。
- 首先请注意上方的两组曲线**(a-b)**。
这两组曲线只在曲线部分显示了曲率图形，直线上并没有显示，因为直线没有曲率。
下图显示的是曲率不连续的情形 — 曲率图形突然出现落差代表曲线在相接端点两侧曲率不同。
以 G1 与两条直线相接的曲线是一个圆弧，它的曲率图形的高度固定不变，因为圆弧的半径是固定的。

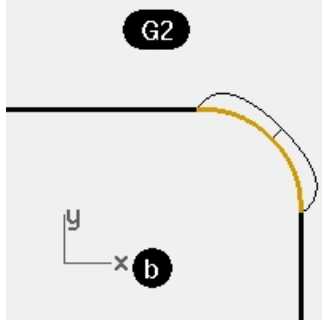


虽然 G1 连续的曲率图形有落差，但圆弧曲线和两条直线之间还是很平滑地相接，两条直线刚好就是圆弧在两个

端点处的切线。

下图以 G2 相接的曲线(b)中，直线一样没有显示曲率图形，但中间的曲线与两条直线相接的方式是与 G1 的情形不同的。曲线在与第一条直线的相接端点的曲率图形高度为 0，然后逐渐提高高度，到达与第二条直线的相接点又下降为 0。它的曲率图形的高度并不是固定的，因此这条曲线的曲率圆半径也不是固定的。曲率图形没有出现明显的落差，它平稳地从零增加到最大值。

在表示 G2 连续的曲率图形上，图形沿曲线从零上升到某个最大高度，然后曲率图形又开始下降，在与另一条直线相接的端点处曲率图形再次回退到零，正好与另一条直线的曲率相匹配。



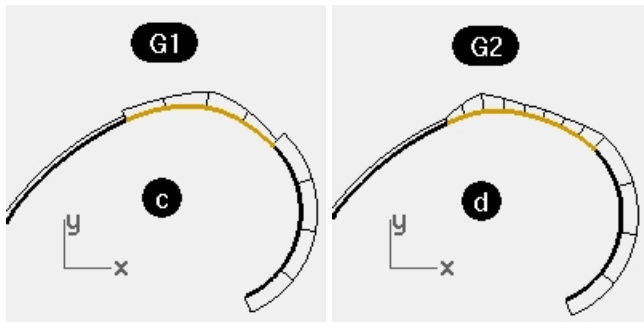
因此，从直线的端点到曲线的端点的曲率是连续的。曲线以零曲率开始和结束，就像与他相接的直线一样。G2 连续不仅要求相接端点处的切线方向一致，而且曲率大小要相等。曲率在相接点处没有落差，这条曲线被认为是 G2 或曲率连续。

6. 再观察 c 和 d 两组曲线。

这两种情形也是 G1 和 G2 连续，但因为这两组曲线中没有直线，所以曲率图形会出现在整个曲线上。

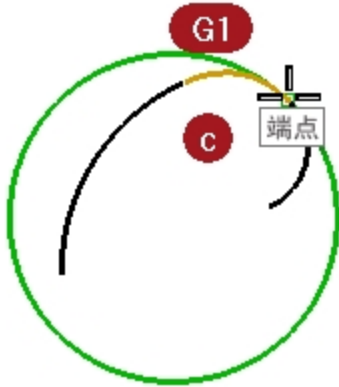
同样的，G1 连续的曲率图形上在相接端点处出现了落差。这组曲线中间的曲线并不是曲率半径固定的圆弧，而是曲率大小发生明显变化的一段圆弧。

在 G2 连续的曲率图形上，中间的曲线在与其它两条曲线相接端点处的曲率图形高度相同，曲率图形没有落差。整个曲率图形外侧的曲线是相接在一起的。

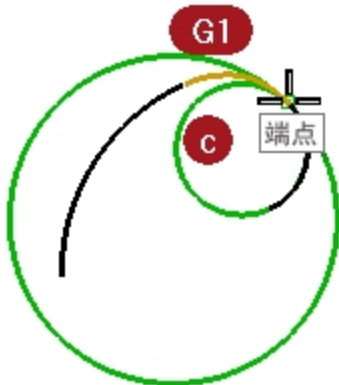


以曲率圆验证曲线之间的连续性

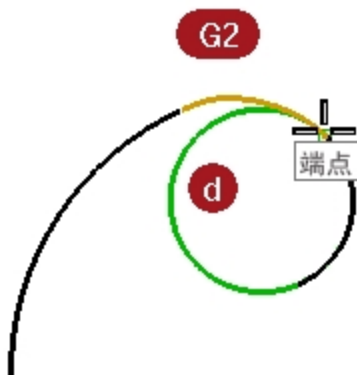
1. 执行 **Curvature** 指令 (分析功能表: 曲率圆), 选取 c 组中间的曲线。
显示的圆是曲线上鼠标标记所在位置的曲率圆, 单击某一位置, 状态列也会显示该位置下的曲率圆半径数值。这个圆是由曲线上鼠标标记的位置测量得到的圆心与半径画出的。
2. 沿着曲线移动鼠标标记。
请注意, 曲线上曲率圆最小的点也是曲率图形最高的点, 因为曲率是曲率圆半径的倒数。



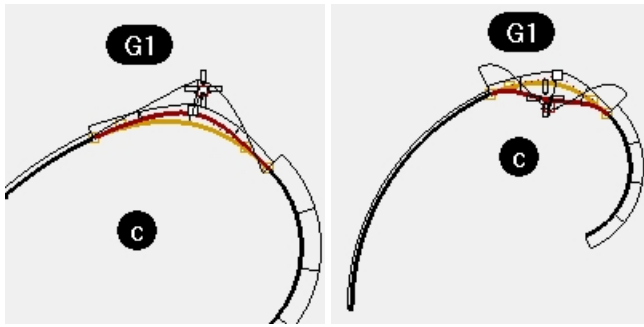
3. 在指令行里, 点击**标示曲率测量点**选项, 将它设置为**是**。
在曲线上移动鼠标标记点, 直到捕捉到曲线的端点, 然后左键单击放置端点的曲率圆。
4. 结束指令, 在另一条与中间曲线相接的曲线上重复该指令。
5. 同样在相接点放置一个曲率圆。
这两个曲率圆的半径相差很大。这表示两条曲线在相接点处的曲率不连续。这两条曲线只达到了G1/相切连续, 两条曲线在相接点处的曲率不相等, 所以从曲率图形上看相接点处就会有落差。



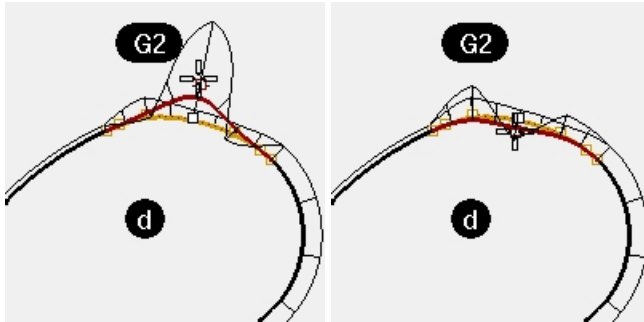
6. 重复上述步骤, 画出 d 组两组曲线相接点的曲率圆。
请注意, 这次两条曲线在相接点画出的两个圆的大小相同, 这表示这两条曲线是曲率连续的。



7. 开启 **c** 和 **d** 的中间曲线的控制点。
8. 分别选取两条曲线最中间的控制点并移动它。
请注意, 移动过程中虽然曲率图形变化很大, 但中间曲线与两侧曲线之间的连续性不会改变。
G1 连续的曲线曲率图形在相接点处仍然有落差, 但落差的大小会随着控制点的移动而改变。



G2 连续的曲线曲率图形虽然会出现锐角，但始终是以曲率连续相接在一起。



9. 观察一下以 G0 连接的曲线的曲率图形。

请注意曲率图形上的缺口，这个缺口代表两条曲线在相接点处是以 G0(位置连续)相接的。

以 G0 相接的两条曲线的公共端点上的曲率圆，不仅半径不同，而且不相切；它们互相交叉，这代表两条曲线在相接点的切线方向也不同。



Exercise 4-2 检查曲线的几何连续性

1. 打开模型 **Curve Continuity.3dm**。

模型中的两条曲线显然不是相切的。

2. 使用 **GCon** 指令验证这两条曲线的连续性。

3. 执行 **GCon** 指令 (分析功能表: 曲线 > 几何连续性)。

4. 分别选取靠近两条曲线的相接点处(1与2)。

Rhino 会在指令行中告诉您这两条曲线端点间的距离大于公差。这两条曲线之间的端点距离太大，不能认为它们是相接的。

曲线端点距离 = 0.030 毫米

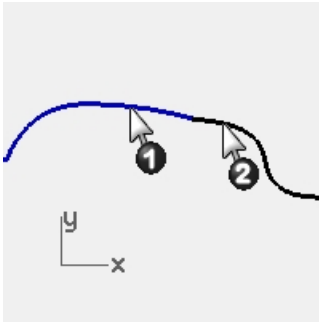
曲率半径差异值 = 126.531 毫米

曲率方向差异角度 = 10.277

相切差异角度 = 10.277

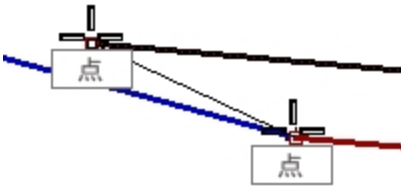
两条曲线端点间的距离大于公差。

通常情况下，导入的曲线往往超出公差，需要修复后才能进行精确建模。



使两条曲线形成位置连续

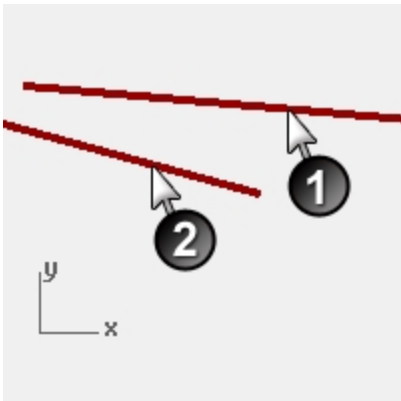
1. 打开两条曲线的**控制点**，并在视图图中将相接点放大显示。
2. 打开**点物件锁点**，将一条曲线端点的控制点拉到另外一条曲线端点的控制点处。
3. 重复 **GCon** 指令。
出现在指令行上的信息与之前的就不同了。
曲线端点距离 = 0.000 毫米
曲率半径差异值 = 126.771 毫米
曲率方向差异角度 = 10.307
相切差异角度 = 10.307
两条曲线形成 G0。
4. **复原**之前的操作。



以 Match 指令衔接两条曲线形成位置连续

Match 指令里有一个工具可以使曲线的端点自动地衔接。

1. 执行 **Match** 指令 (*曲线功能表: 曲线编辑工具 > 衔接*)。
2. 先点选靠近要衔接一端端点处的曲线。
3. 再点选靠近要衔接一端端点处的另一条曲线。
默认情况下，您选取的第一条曲线会改变形状与另一条曲线衔接。
4. 如果想让两条曲线在衔接时做平均地改变，请在**衔接曲线**对话框中勾选**互相衔接**选项。

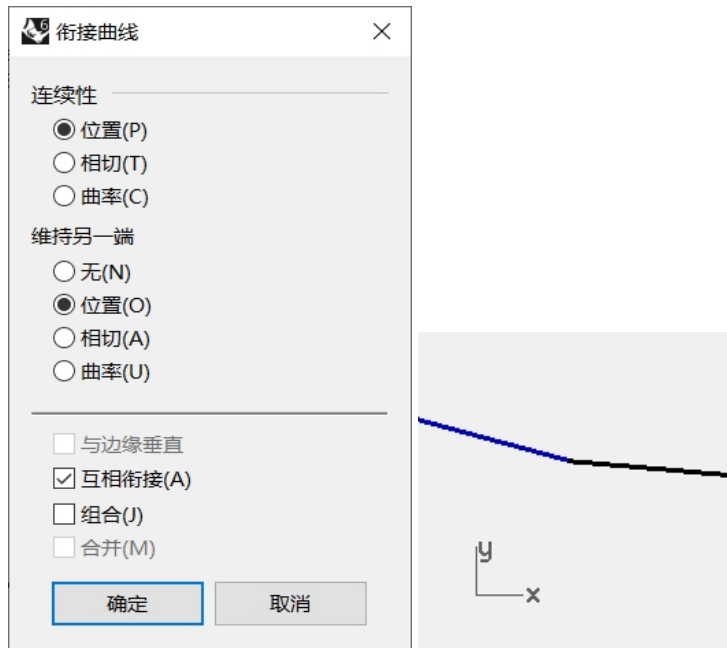


5. 在**衔接曲线**对话框中，在**连续性**区域，勾选**位置**选项，在**维持另一端**区域，勾选**位置**选项，再勾选**互相衔接**选项。
6. 重复 **GCon** 指令。
指令行中的信息显示为：
曲线端点距离 = 0.000 毫米
曲率半径差异值 = 126.708 毫米

曲率方向差异角度 = 10.265

相切差异角度 = 10.265

两条曲线形成 G0。



新建别名

Along 和 **Between** 是单次性的物件锁点，您可以在**工具功能表**中的**物件锁点**下找到这两种物件锁点。这两种物件锁点只能在指令启动后提示指定点的时候使用，并且只能使用一次。

在继续之前，我们将新建一些别名以便在下一个练习中使用。

Exercise 4-3 建立 Along 和 Between 的指令别名

1. 在 **Rhino 选项**对话框的**别名**页面，点击 **新增** 按钮。
2. 在**别名**字段输入 **a**。
在**指令**字段输入 **_Along**。
3. 在**别名**字段输入 **b**。
4. 在**指令**字段输入 **_Between**。
5. 关闭**Rhino 选项**对话框。

a	Along
AdvancedDisplay	! OptionsPage DisplayModes
b	Between

相切连续

通过特定的方式对齐控制点，我们可以在两条曲线之间建立相切连续(G1)的条件。首先，两条曲线末端的端点必须重合，再次两条曲线末端控制点和两条曲线前一个控制点必须位于同一条直线上(四点共线)。虽然使用 **Match** 指令可以自动完成衔接，但是使用 Rhino 常规变动指令，通过移动控制点的方式达到 G1 连续也是很容易实现的。

我们将使用 **Move**、**SetPt**、**Rotate**、**Zoom Target**、**PointsOn** (F10) 和 **PointsOff** (F11) 指令，以及配合 **End**、**Point**、**Along**、**Between** 物件锁点及 **Tab** 键约束来以多种方式实现相切连续。

Tab 键方向锁定

当按下 **Tab** 键的时候，这个方向锁定键可以约束光标的移动。**Tab** 键常被用来移动物件、拖动物件或者创建曲线和直线。

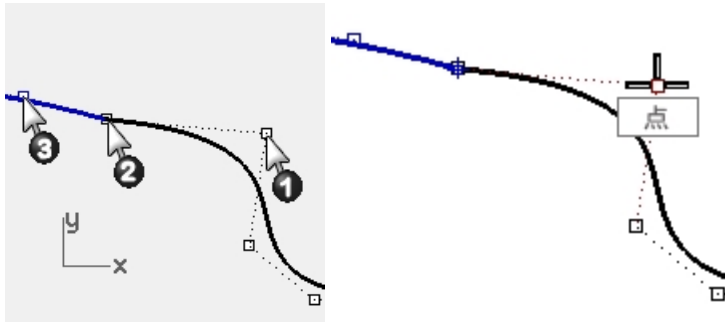
要激活 **Tab** 键，请在 Rhino 要求输入空间位置时按下并释放 **Tab** 键。这样光标就被约束在一条直线上移动，这条直线即按下 **Tab** 键时其在空间中的位置与最后点击的点的空间位置之间的直线。

当方向被锁定后，如果您想取消这个方向锁定，可以按下并释放 **Tab** 键，然后您调整方向，确定好新的方向后再一次按下 **Tab** 键。

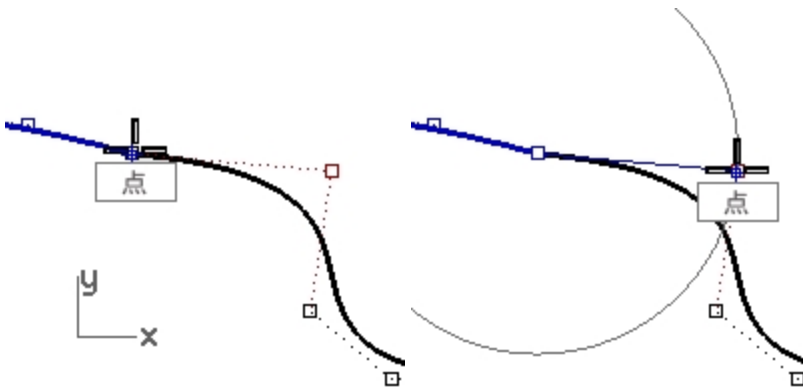
使用 Rotate 指令和 Tab 方向约束改变连续性

1. 打开两条曲线的控制点。

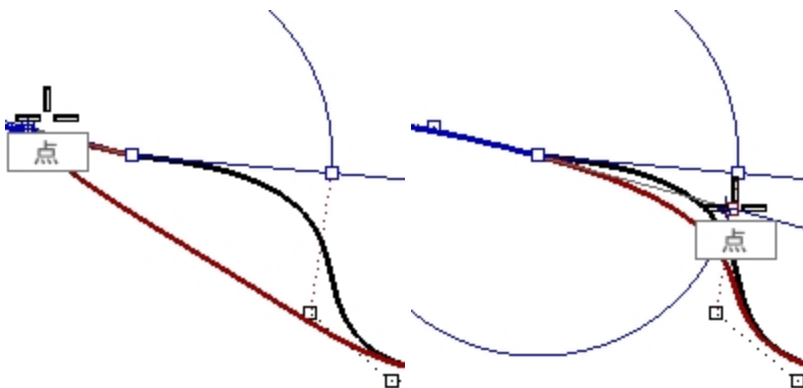
2. 选取图示点(1) - 黑色曲线从端点算的第二个控制点。
3. 执行 **Rotate** 指令 (变动功能表: 旋转)。
4. 使用 **点物件锁点**, 捕捉两条曲线的公共端点(2), 作为 **旋转中心点**。
5. 选取当前被选中的控制点为 **第一个参考点**。



6. 当提示 **第二个参考点** 时, 确保 **点物件锁点** 仍是激活状态。
将光标悬停在另一条曲线上的第二个控制点(3)上, 但不要单击。
当画面上显示 **点物件锁点** 提示时, 表示鼠标标记已经锁定在这个控制点上, 按下 **Tab** 键锁定方向。
不要使用鼠标点击。

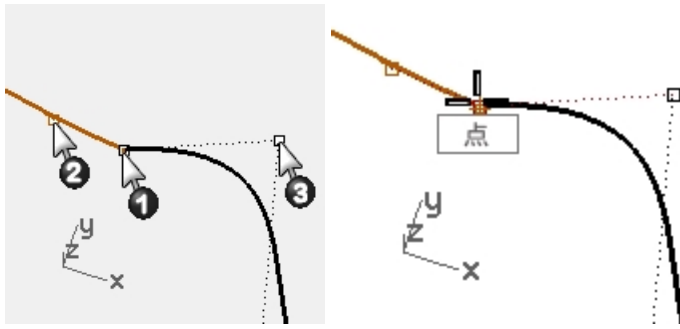


7. 将光标拉回到黑色曲线上。
我们发现, 光标的移动方向会被限制在旋转中心点和蓝色曲线第二个控制点(在您按下 **Tab** 键时标记锁定的点)之间的直线方向上。现在您可以在黑色曲线这个方向的直线上单击鼠标左键, 放置旋转后的控制点。
在旋转的时候, **Tab** 方向锁定键或使用旋转中心而不是旋转的第一个参考点作为方向限制直线的中间通过点。
旋转的终点会精确地落在旋转中心和蓝色曲线的第二个控制点所形成的直线方向上。

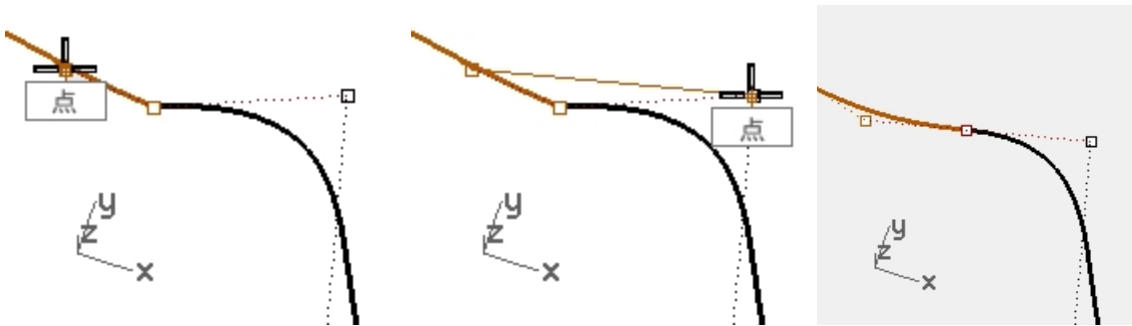


使用两点间物件锁点调整控制点的位置来改变连续性

1. 使用 **OneLayerOn** 指令打开 **3D Curves** 图层, 其它图层会全部关闭。
2. 使用 **GCon** 指令检查两条曲线的几何连续性。
3. 打开两条曲线的 **控制点**。
4. 框选两条曲线相接点的控制点(1)。
5. 使用 **Move** 指令 (变动功能表 > 移动), 移动选取的这两个控制点。



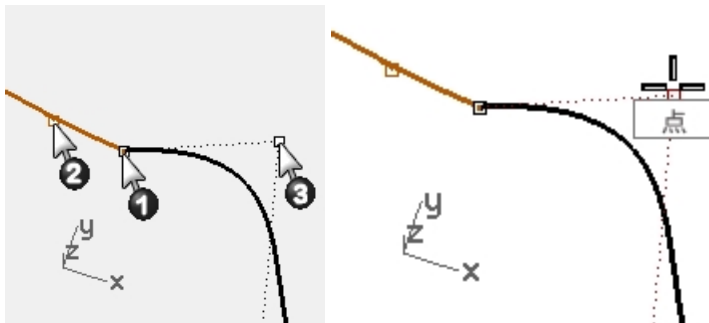
6. 提示**移动的起点**时，捕捉到同样的点(1)。
7. 提示**移动的终点**时，指令行中输入 **b**，然后按下 **Enter** 键，启动**两点间物件锁点**。
8. 锁定第一条曲线的第二个控制点(2)作为**第一点**，按鼠标单击。
9. 锁定第二条曲线的第二个控制点(3)作为**第二点**，按鼠标单击。
这两条曲线的相接点就被移动到两条曲线第二个控制点之间的中点位置，总共对齐了四个控制点。



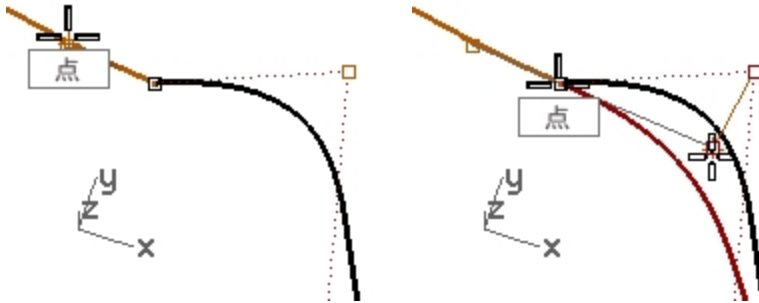
10. 检查这两条曲线的连续性。

使用轨迹直线物件锁点调整控制点的位置改变连续性

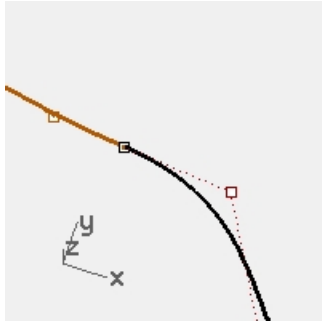
1. **复原**之前的操作。
2. 选取右侧曲线的第二个控制点(3)。
3. 使用 **Move** 指令 (**变动功能表 > 移动**)，移动选取的控制点。
4. 提示**移动的起点**时，捕捉到选取的点。



5. 提示**移动的终点**时，指令行中输入 **a**，然后按下 **Enter** 键，启动**轨迹直线物件锁点**。
6. 锁定第二条曲线的第二个控制点(2)作为**轨迹线起点**，按鼠标单击。
7. 锁定两条曲线相接点(1)作为**轨迹线终点**，按鼠标单击。
被移动的控制点会限制在通过两个锁定点的直线方向上。这四个控制点对齐在一条直线上。



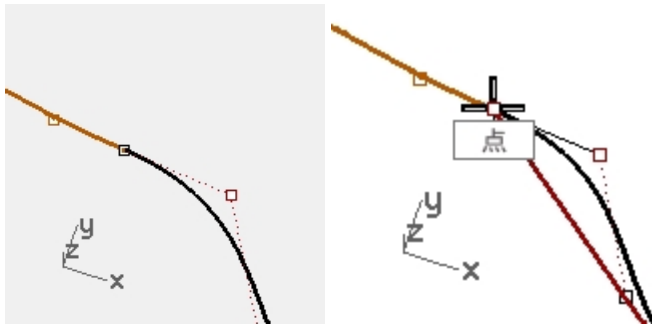
8. 单击确定移动的终点。
9. 检查这两条曲线的连续性。



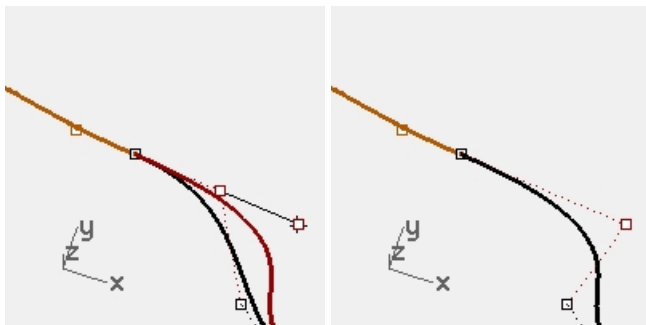
编辑曲线而不破坏曲线之间的相切连续

有了 **Tab** 方向限制，我们可以调整相接点的位置或者靠近相接点位置的任意一条曲线形状，而不会改变曲线的 G1 连续。

1. 框选两条曲线的相接点或任意一条曲线的第二个控制点。
打开点物件锁点，捕捉并拖拽选中的点到四个共线控制点中其它点的位置。
2. 当屏幕上显示点物件锁点的提示时，不要放开鼠标左键，按 **Tab** 键，启动 **Tab** 方向限制。



3. 由于启动了 **Tab** 方向限制，所以此时您拖拽选定点的时候，这些点只能在切线方向移动。
4. 在任意位置松开鼠标左键，放置被移动的控制点。



附注

- 为了保持 G1 连续，请确保对共线四点的任何操作都是沿着它们之间的直线进行的。

- 一旦达到 G1 连续，您仍然可以使用 **Tab** 方向锁定编辑相接点附近的曲线而不会失去 G1 连续性。
- 此技巧仅在建立相切连续后才有效。

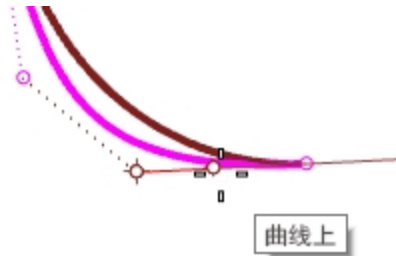
使用拖拽模式编辑曲线

1. 执行 **DragMode** 指令，在指令行中选择**控制点连线**选项。

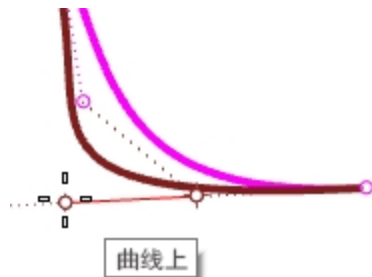
附注：光标的变化表示拖拽模式已从默认的基于工作平面的拖动发生变更。

控制点连线只适用于曲线或曲面的控制点。

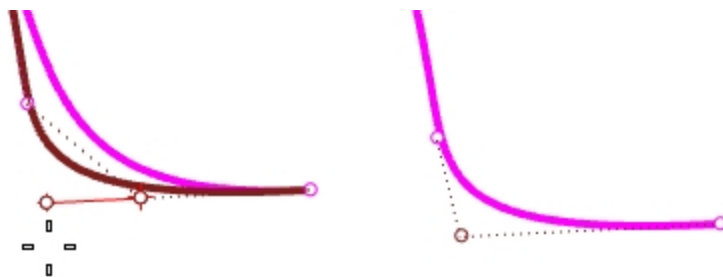
2. 关闭**物件锁点**。
3. 选取曲线一端的第二个控制点并将其向相接点方向拖动 - 拖拽会限制在两个控制点连线的直线方向上。这样可以确保曲线上的切线方向不会发生改变。



4. 现在把这个点拖拽到左侧，远离右侧曲线的相接点。
该点的移动方向可能会约束在其与第三个控制点连线的方向上。这样会破坏曲线的相切连续。



5. 所以想要保持曲线的切线方向，请首先向相接点拖动一小段距离，然后按 **Tab** 键限制该方向，此时再将其拖离相接点就不会担心相切连续会破坏，因为使用 **Tab** 拖动点会将方向约束为相接点的切线方向，相切连续不会改变。



6. 再次执行 **DragMode** 指令，将拖拽模式改回工作平面。

Dragmode 指令巨集

在指令行中连续两次运行相同的拖拽模式选项会将拖拽模式恢复为默认工作平面模式，因此您可以通过以下巨集为拖拽模式创建快捷键或者指令别名：

```
!_DragMode_ControlPolygon
```

```
!_DragMode_Cplane
```

使用创建好的快捷键或者别名可以在工作平面模式和控制点连线两种模式之间快速切换。

打开 **Rhino 选项** 面板，找到 **键盘** 页面，将控制点连线模式和工作平面模式对应的指令巨集添加到按键 **Control +F6** 和 **Control +F7**。

Ctrl+F1	' SetMaximizedViewport Top
Ctrl+F2	' SetMaximizedViewport Front
Ctrl+F3	' SetMaximizedViewport Right
Ctrl+F4	' SetMaximizedViewport Perspective
Ctrl+F5	
Ctrl+F6	! DragMode ControlPolygon
Ctrl+F7	! DragMode Cplane

附注：在 Level 2 模型文件夹中的名为 **Macros.txt** 文件中您可以找到这两个指令巨集。

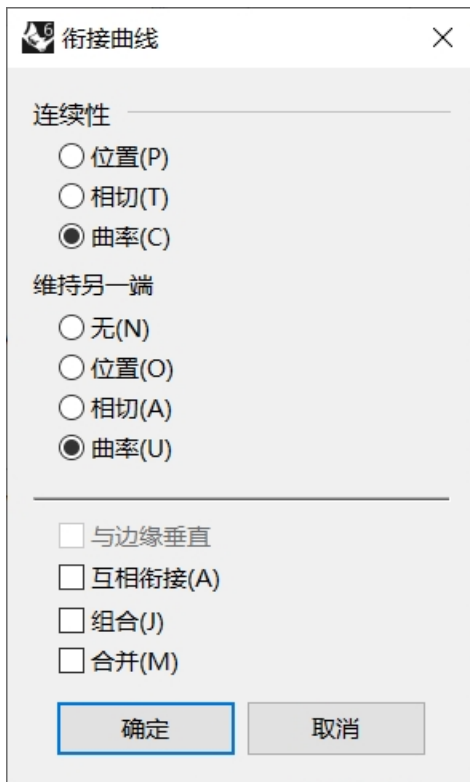
曲率连续

调整控制点让两条曲线形成曲率连续比相切连续更为复杂。曲线端点的曲率是由端点的前三个控制点的位置决定的，这三个控制点之间的关系并不像相切连续那样简单。

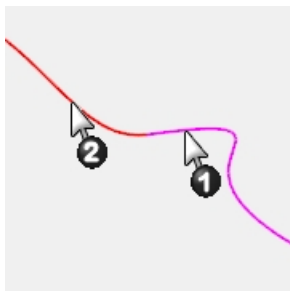
要建立曲率连续(G2)，最实用的方法就是使用 **Match** 指令。

Exercise 4-4 衔接两条曲线

1. 执行 **Match** 指令 (*曲线功能表: 曲线编辑工具 > 衔接*)，将洋红色曲线(1)和红色曲线(2)衔接起来。
2. 设置**连续性**为**曲率**，**维持另一端**也设置为**曲率**，清除**互相衔接**选项。

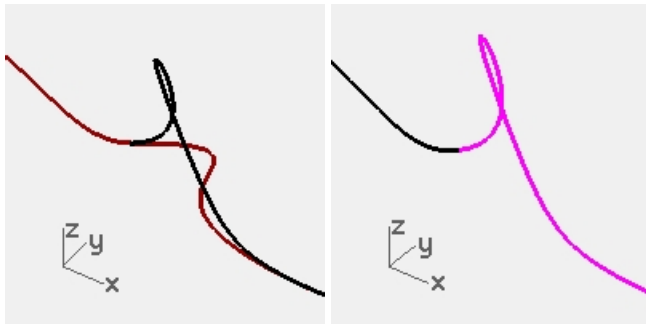


以**曲率**选项衔接时，曲线的第三个控制点会移动到使两条曲线形成曲率连续的某一个位置，这个位置是由 Rhino 计算得到的。



您可以看到衔接后的曲线形状变化非常大。

如果您移动第三个控制点会破坏两条曲线的 G2 连续，但 G1 连续仍然有效。



控制连续性的进阶技巧

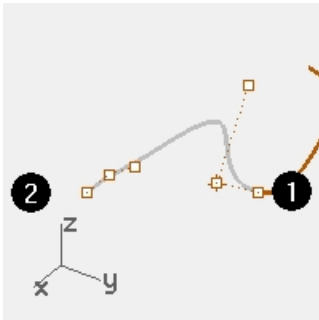
在 Rhino 中还有两种方法可以在不破坏连续性的同时编辑曲线。方法一：使用 **EndBulge** 指令，该指令对端点的连续性进行了约束，所以不会改变相接点的连续性。方法二：加入节点，可以让您更好地改变曲线的形状，并维持曲率连续。

使用端点转折编辑曲线

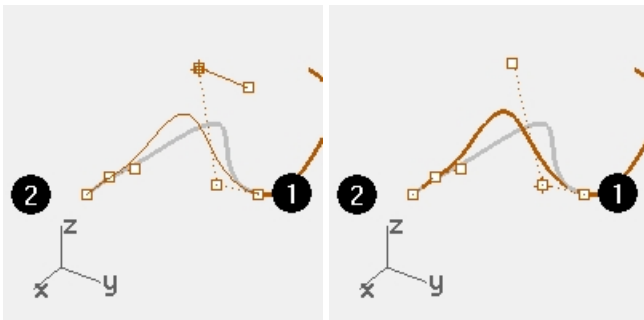
1. 右键单击复制按钮，原地复制洋红色曲线，并将它锁定。
2. 执行 **EndBulge** 指令 (编辑功能表: 调整端点转折)。
3. 选取洋红色的曲线。

请注意，曲线上会出现比原来的曲线更多的控制点。

如果曲线的控制点数量少于要求的控制点数量，EndBulge 指令将向曲线添加更多控制点。



4. 选取洋红色曲线的第三个控制点，将它移动到其它位置，按 **Enter** 键退出指令。
如果这条曲线的端点与其它曲线以 G2 连续相衔接，G2 连续将会保留不会被破坏，因为 **EndBulge** 指令保留了曲线端点处的曲率连续。



附注：只有在衔接直线的特别简单的情况下，可以通过调整控制点位置的方法来实现曲率连续。

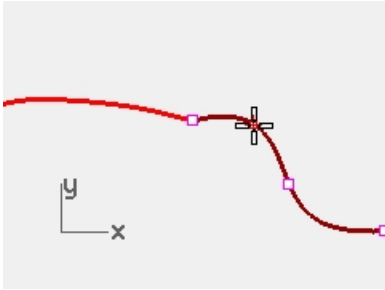
加入节点

在曲线靠近端点处加入一个或者两个节点后，曲线端点处的前三个控制点会距离端点更近一点。**InsertKnot** 指令可以在曲线或曲面上加入节点。

1. 复原之前对控制点的调整。
2. 执行 **InsertKnot** 指令 (编辑功能表: 控制点 > 插入节点)。
3. 选取洋红色的曲线。
4. 在曲线的第一个和第二个控制点之间的位置加入一个节点。

通常在曲线或者曲面上的两个节点之间的中点处加入新节点，则曲线或者曲面的点编辑功能往往表现的更好，因

为节点的分布较为均匀。
加入节点时也会加入控制点。



节点与控制点不同，新加入的控制点的位置与新加入的节点的位置不相同。

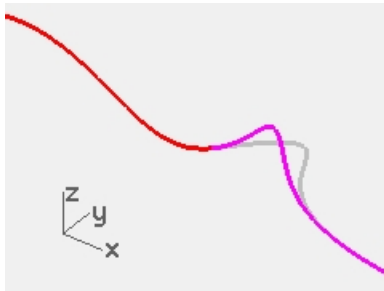
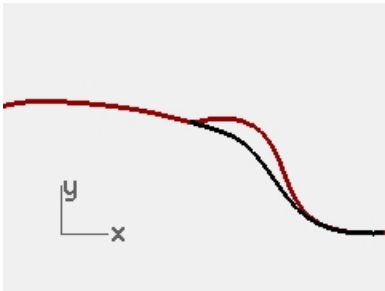
自动选项会自动在每一个现有节点之间的跨距中点插入一个节点。

如果您只想在某些跨距之间插入节点，你应该通过点击曲线上想要的位置来插入节点。

插入节点时，现有的节点会以白色的点显示。



5. 在洋红色曲线上加入节点后执行 **Match** 指令来衔接两条曲线。
曲线加入节点的位置距离端点的远近会影响曲线在**衔接**时形状改变的范围。



Chapter 5 - 曲面连续性

曲线连续性的特征也适用于曲面。曲面连续性不像曲线连续要考虑到端点、第二个和第三个控制点的位置，它是要考虑曲面边缘上一整排控制点及第二和第三排控制点。检查曲面连续性的工具也比检查曲线连续性的 **Gcon** 指令要复杂。

分析曲面的连续性

Rhino 利用 OpenGL 的显示功能，使用假色来检查曲面的曲率和曲面之间的连续性。这些工具放在**分析功能表**中的**曲面子菜单**下，其中**斑马纹**分析最能够直接显示曲面之间的 G0-G2 连续，**斑马纹**分析会在曲面上模拟条纹背景的反射图案。

附注：这些曲面检测工具并不一定要使用 OpenGL 加速显卡，但 OpenGL 加速显卡显示速度会更快。

衔接曲面

用于曲面之间建立 G0、G1 或 G2 连续的指令是 **MatchSrf**。

曲面衔接选项

选项	描述
互相衔接	两个曲面形状会做对等的改变。
精确衔接	确定衔接结果的准确性和精确度，使得面的衔接误差小于特定公差。
以最接近点衔接边缘	通过将被调整曲面的边缘点拉到另一个边缘上的最近点，将被调整曲面边缘与目标边缘对齐。
维持另一端	这个选项用于曲面没有足够控制点的情况，应用此选项曲面会自动升阶(最高5阶)，以此保证曲面有足够的控制点，使得被调整的曲面的另一端的连续性在衔接时不会被改变。

结构线方向调整

设定衔接时参数化构建曲面的方式、曲面结构线方向的变化方式。

选项	描述
自动	如果目标边缘是未修剪边缘，结果和与目标结构线方向一致的选项相同，如果目标边缘是修剪过的边缘，结果和与目标边缘垂直的选项相同。
维持结构线方向	尽可能地维持衔接后的曲面结构线方向与衔接前一致。
与目标结构线方向一致	衔接后的曲面结构线方向与目标曲面的结构线平行。
与目标边缘垂直	衔接后的曲面结构线方向与目标曲面边缘垂直。

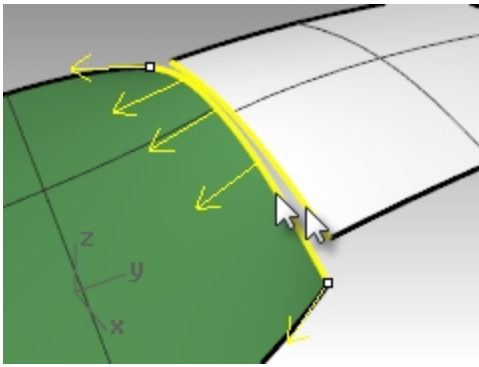
曲面连续性和衔接曲面

MatchSrf 指令是基于曲面边来进行操作的，它可以修改其中一个曲面以衔接目标曲面或者同时修改两个曲面实现互相衔接。您需要准确地区分出哪条是要更改的边，哪条是要衔接至的目标曲面边缘。这个练习中我们首先要将白色曲面的边缘衔接至绿色曲面的边缘。无论是要更改的边缘还是目标边缘在各自的曲面上都应该是未修剪的边缘。

MatchSrf 指令通常用于衔接非常接近所需连续性的曲面，但是为了更清楚地了解指令的功能和选项，此示例有些夸张。

Exercise 5-1 练习衔接曲面

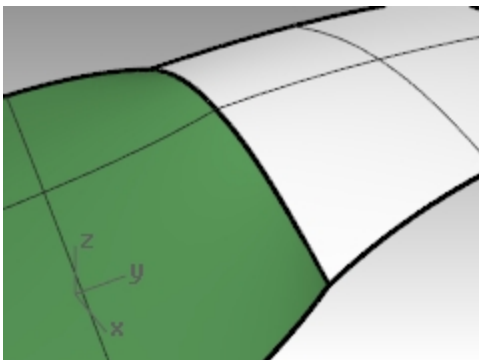
1. 打开模型 **Surface Continuity.3dm**。
2. 执行 **MatchSrf** 指令 (**曲面功能表: 曲面编辑工具 > 衔接**)。
3. 选取白色曲面靠近绿色曲面的边缘。
4. 选择与白色曲面边缘上的选择点对应位置附近的绿色曲面边缘，然后按 **Enter** 键。



5. 在弹出的**衔接曲面**对话框中，选择**位置连续**，**维持另一端**选择**无**，清除**互相衔接**选项，**结构线方向调整**选**自动**选项。
确认其它复选框没有勾选。



6. 此指令会自动生产预览，所以您可以很清楚地看到衔接后地效果。
7. 点击 **确定** 按钮。
白色曲面的边缘会被拉到绿色曲面的边缘做衔接。

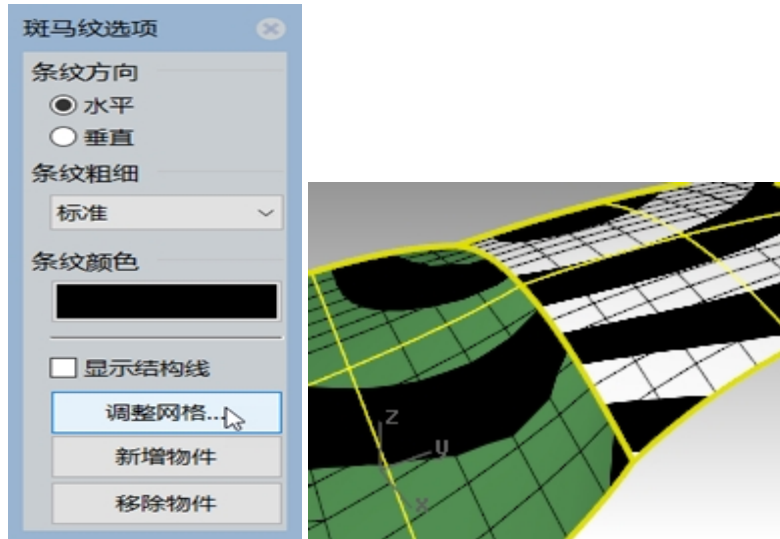


以斑马纹分析曲面的连续性

1. 以**斑马纹**分析工具检查曲面的连续性 (分析功能表: 曲面 > 斑马纹)。

这个指令是以被分析曲面形状相似的网格做为分析对象。

斑马纹分析的预设网格的设定可能过于粗糙, 可能无法对曲面做比较准确的分析。如果斑马纹是锯齿状的而不是平滑的条纹, 可以按**斑马纹选项**对话框的 **调整网格** 按钮。



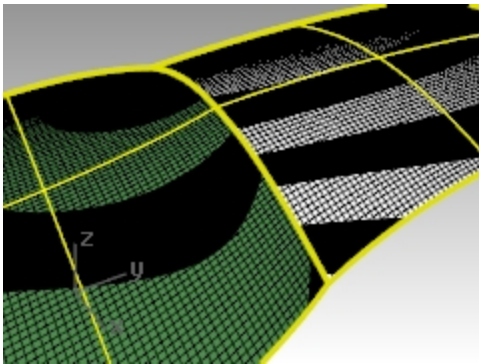
一般来说, 用于分析的网格精细度要高于着色和渲染网格。

在第一次使用曲面分析显示模式时, 就应该把网格设置好, 然后将此设置保存在文件中, 这是一个很好的工作习惯。

2. 使用详细设置选项来设置网格参数。



在设定分析用的网格时, 最简单的方法是将**最大角度**设为 0 (停用), 让网格转换完全由**起始四角网格面的最小数目**的数值来控制。这个数值可以设置的很高, 但还是需要根据几何体来决定数值的大小。



在这个例子中，这个数值设为 5000 至 10000 就可以产生非常精细、准确的网格。

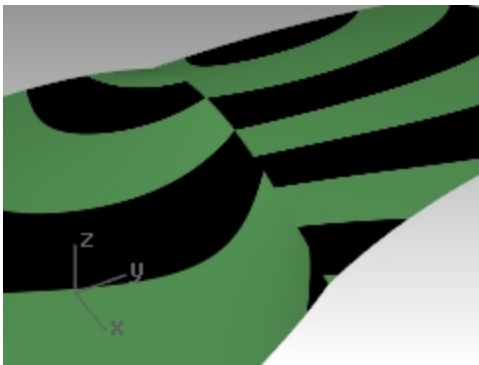
将曲面组合在一起可以提高斑马纹分析的准确性。

3. **组合**这两个曲面。

这样曲面的组合边缘的网格转换会较精细，曲面在组合边缘处不会出现裂缝，斑马纹的显示会更加连贯。

这两个曲面除了边缘相接在一起外，两个表面上的条纹在接缝处并没有对齐。这种情形称为 G0 连续。

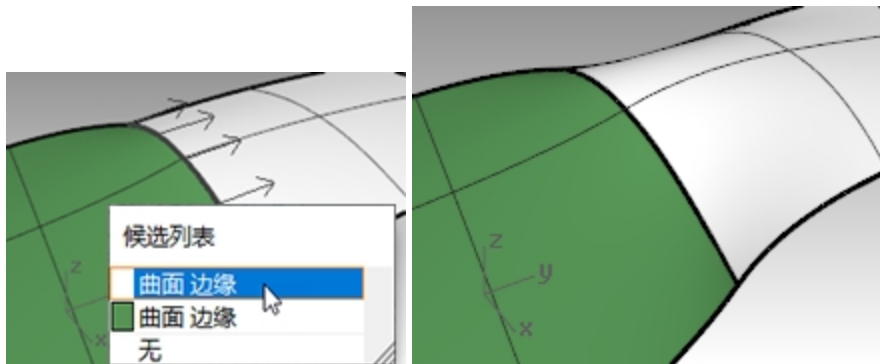
4. **复原Join** 指令。



以相切衔接曲面

1. 使用 **MatchSrf** 指令 (曲面功能表: 曲面编辑工具 > 衔接), **连续性选相切**。

当您选取曲面边缘进行衔接时，曲面边缘会显示方向箭头，提示您被选取的是哪一个曲面的边缘，箭头所指方向的曲面是边缘将被选取的曲面。

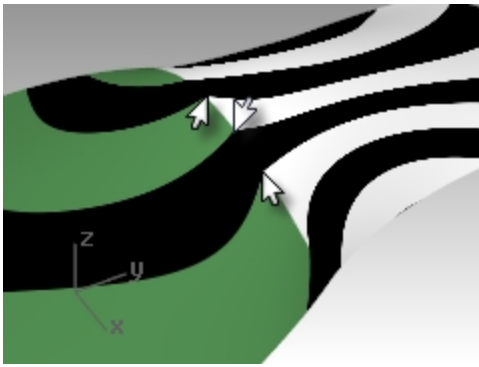


2. 以**斑马纹**分析曲面的连续性。

3. 沿着接缝旋转试图，观察斑马纹的平顺程度。

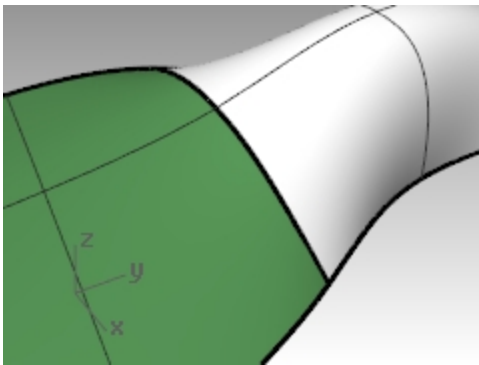
两个曲面的斑马纹在接缝处相互对齐，但很明显在相接处形成了锐角。

这种情形称为 G1 连续。

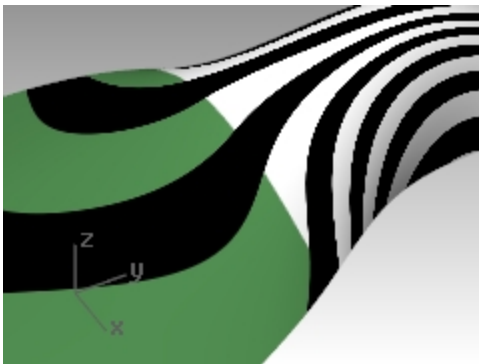


以曲率衔接曲面

1. 使用 **MatchSrf** 指令 (曲面功能表: 曲面编辑工具 > 衔接), 连续性选曲率。



2. 以斑马纹分析曲面的连续性。
两个曲面的斑马纹在接缝处相互对齐, 而且平滑相接。
这种情形称为曲率 (G2) 连续。



附注: 上面的范例中是先以位置, 再以相切, 最后再以曲率做衔接所产生的, 这样一步步衔接产生的结果会与直接以曲率做衔接的结果不同。因为每一次衔接都会改变曲面边缘附近的形状, 这样下一次再做衔接时的曲面已经不是原始曲面。所以结果会不同。

加入节点控制曲面衔接

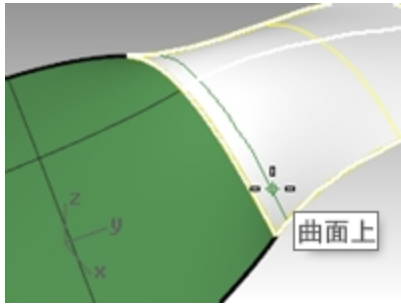
与衔接曲线一样, 曲面在衔接时要达到被要求的连续性时有可能造成曲面变形范围过大, 我们可以在曲面上加入节点, 使曲面的第二、第三排控制点更接近衔接边缘, 这样可以将衔接时影响的范围控制在靠近边缘的小范围内。

曲面也可以使用 **EndBulge** 指令做调整。

在曲面上加入节点

1. 复原之前的操作。
2. 使用 **InsertKnot** 指令 (编辑功能表: 控制点 > 插入节点), 在白色曲面靠近接缝处添加一排节点。
当这个指令使用在曲面上时会有更多的选项可供选择。
您可以选择在 U 方向或 V 方向, 或者同时在这两个方向上加入一排节点。
使用 **对称** 选项还可以在曲面上对称地加入节点。

- 然后使用 **MatchSrf** 指令将白色曲面与绿色曲面相衔接。
请注意衔接完成后的曲面发生了改变，已经不是原始白色曲面了。



调整曲面边缘的端点转折

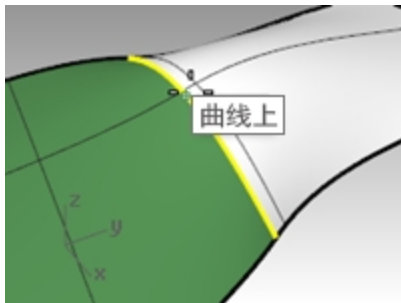
EndBulge 指令可以让您在不改变曲面边缘处的相切或曲率连续的情况下编辑曲面的形状，当您需要更改与另一个曲面相衔接的曲面的形状时，这个指令非常有用。

EndBulge 可以让您移动曲面边缘指定范围内的控制点，这些控制点的移动会被限制在不改变曲面边缘相切或曲率连续的路径上。

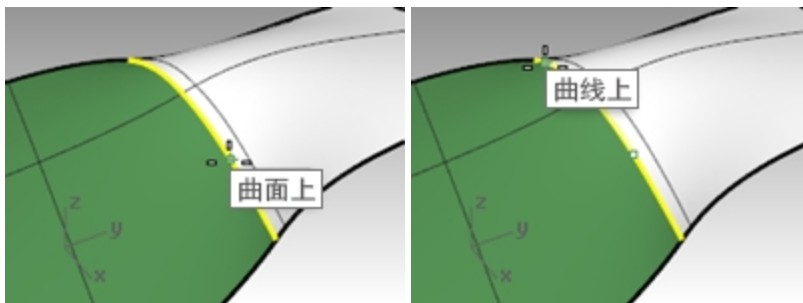
曲面边缘转折可以调整整个曲面的边缘或者指定的某段边缘。在稍后的例子中，您将会调整曲面边缘上的某一个点的转折，调整边缘转折的影响力会往调整点两侧衰减，在曲面边缘端点或是指定范围终点的影响力会降为0。调整曲面边缘转折范围的起点或终点也可以是调整点，这样调整边缘时影响力就限制在调整点这一侧。

调整曲面边缘转折

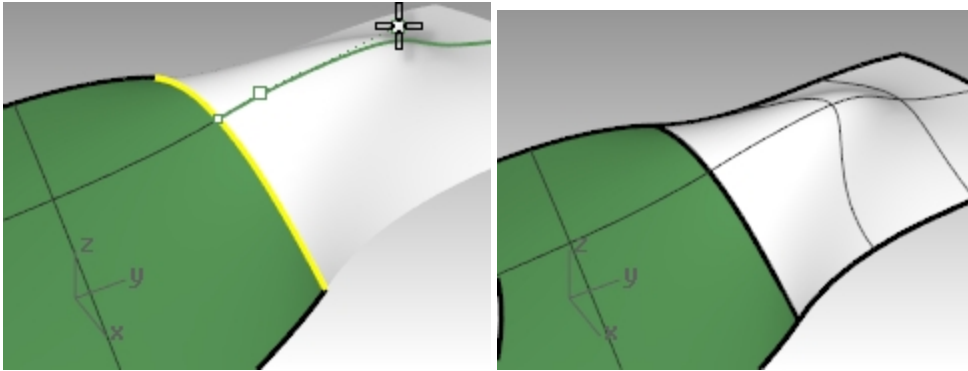
- 执行 **EndBulge** 指令 (编辑功能表: 调整端点转折)。
- 提示选取要调整的曲面边缘时，选取右侧曲面的边缘。
- 提示要编辑的点时，在曲面边缘指定一个点，这个点是实际控制边缘转折的点。
您可以使用物件锁点或参考几何图形精确地指定调整点。



- 沿着公共边缘指定一个点作为编辑范围的起点。
- 沿着公共边缘指定另一个点作为编辑范围的终点。
指定调整范围时，将光标沿着曲面边缘移动，指定编辑范围的起点和终点。如果想要编辑的是整个曲面的边缘，可以直接按 **Enter** 键。



- 提示拖拽点调整端点转折时，可以按您的需要拖拽任意显示出来的点。
Rhino 在调整点处会显示三个点，您只能调整其中的两个点。当您移动第二个点的时候，第三个点也会跟着移动，这是为了维持两个曲面的曲率连续。但是如果移动第三个点，第二个点是不会发生改变的。
- 拖拽选取的点到新的位置，然后鼠标左键单击。



如果您不需要维持 G2 连续，您可以在指令行中将连续性设为相切，这样可以关闭一个调整控制点，调整后的曲面也只能维持 G1 连续了。

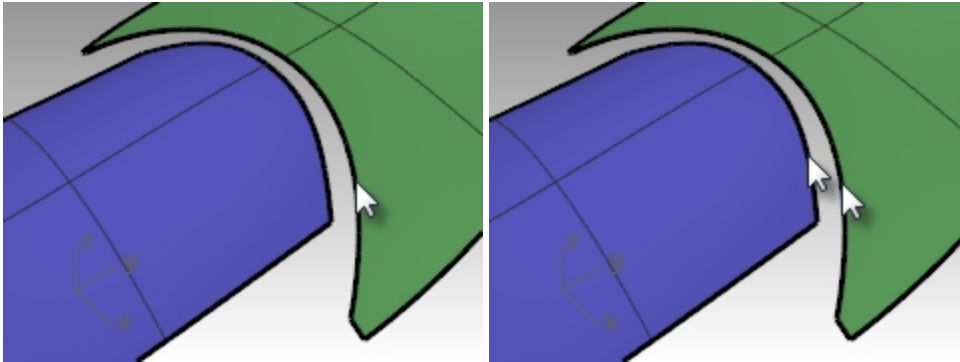
- 按 **Enter** 键结束指令。

衔接曲面

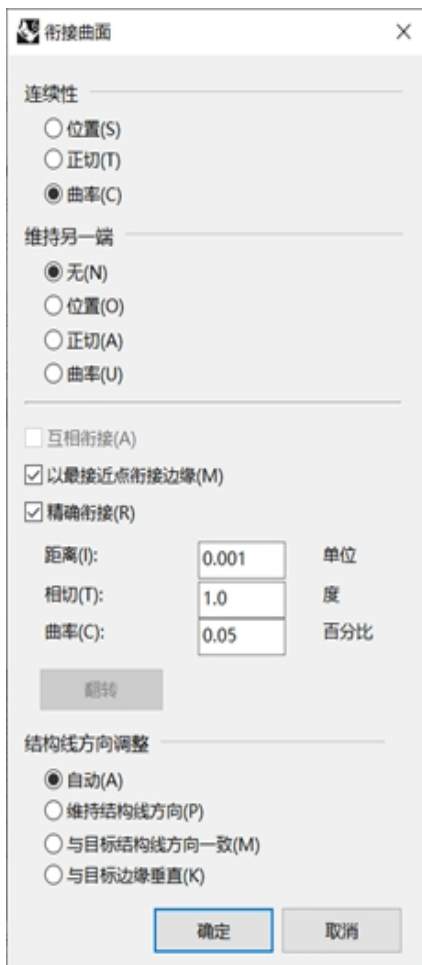
MatchSrf 指令不允许将已修剪的边缘与未修剪边缘衔接，您必须从未修剪边缘衔接到已修剪边缘。

将未修剪曲面与已修剪曲面衔接

- 执行 **MatchSrf** 指令 (曲面功能表: 曲面编辑工具 > 衔接)。
- 选取靠近蓝色曲面边缘的绿色曲面的边缘。
这条绿色边缘是无法选取的，在指令行上您可以看到如下提示：
选取的必需是原始曲面的边缘 (不可以是修剪边缘)。
选取要改变的未修剪曲面边缘。

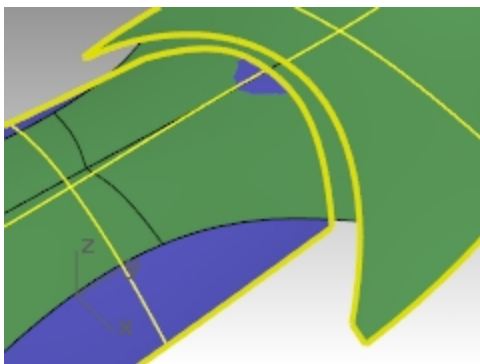


- 选取靠近绿色曲面边缘的蓝色曲面的未修剪边缘。
然后选择与蓝色曲面边缘上的选择点对应位置附近的绿色曲面的修剪边缘。
- 在弹出的**衔接曲面**对话框中，连续性设为**曲率**，**维持另一端**选择**无**，勾选**以最接近点衔接边缘**，**结构线方向**调整选**自动**选项。
确认其它复选框没有勾选。

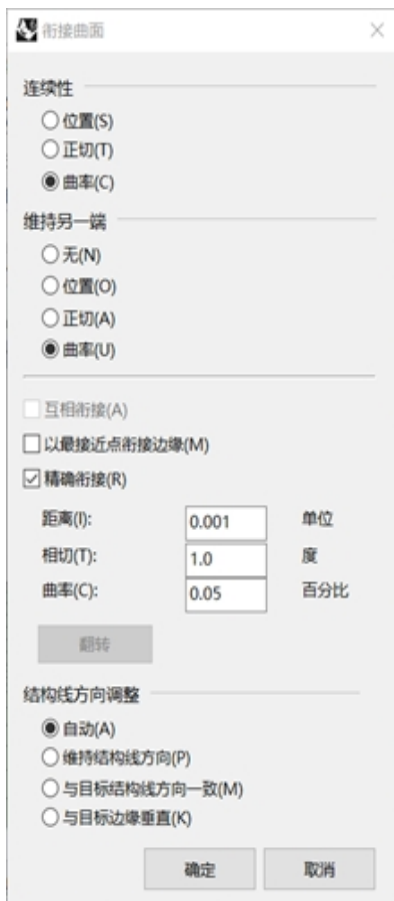


此指令会自动生产预览，所以您可以很清楚地看到衔接后地效果。

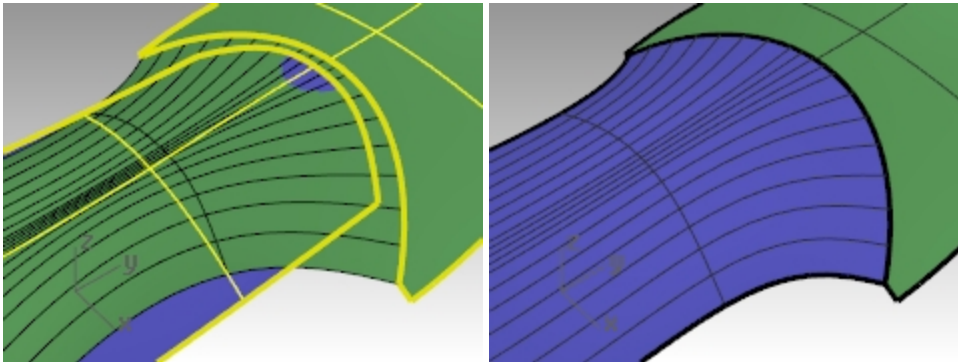
请注意，因为我们勾选了以最接近点衔接边缘，所以蓝色曲面边缘没有延伸至绿色曲面的整个未修剪边缘。它只延伸到距离原始曲面最近的点。



5. 在衔接曲面对话框中，清除以最接近点衔接选项的选择，勾选精确衔接选项。
6. 您可以在结构线方向调整和维持另一端的其它选项里轮流切换选择，观察衔接曲面发生的变化。



7. 直到得到满意的结果后点击 **确定** 按钮。



有计算连续性功能的建立曲面指令

Rhino 有许多指令可以参考其它曲面的边缘建立曲面，建立的曲面与相邻的曲面形成 G1 或 G2 连续，这些指令包括：

- NetworkSrf
- Sweep2
- Patch (仅 G1)
- Loft (仅 G1)
- BlendSrf (G1 至 G4)

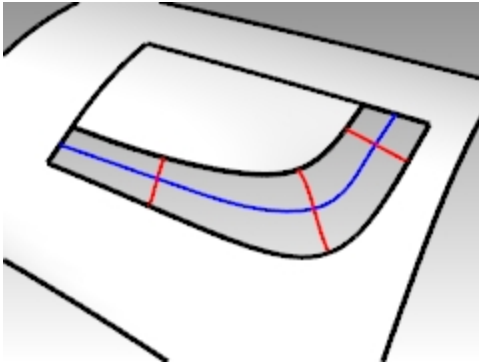
在稍后的范例中您将学会这些指令的操作方法。

Exercise 5-2 从网线建立曲面

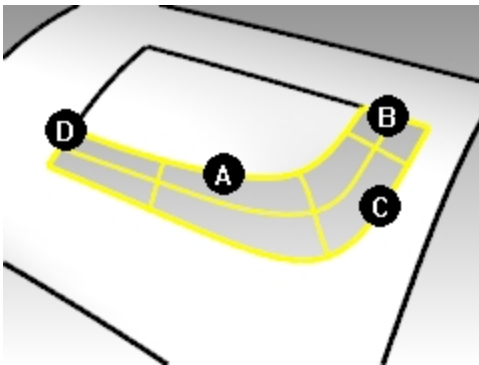
1. 打开模型 **Continuity Commands.3dm**。

在 **Surfaces** 图层中有两个被组合在一起的已修剪曲面，而且留下一个缺口。您现在要以一个曲面封闭这个缺口，并使建立的曲面与周围曲面之间形成特定的连续性。

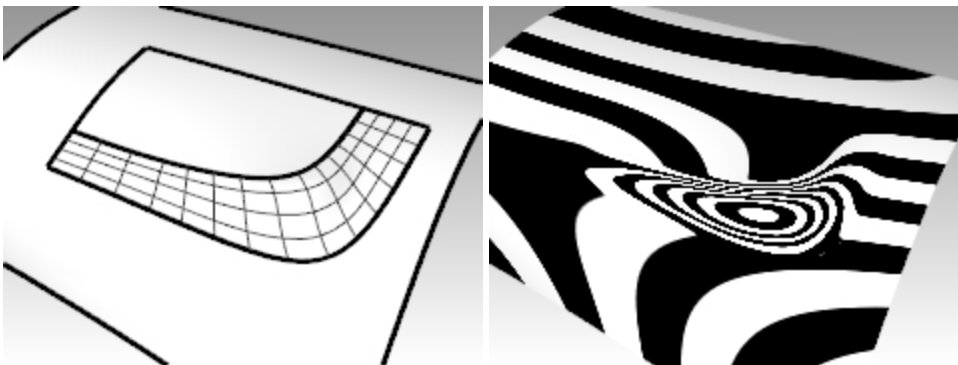
2. 打开 **Network** 图层，让它成为当前图层。
您可以看到曲面缺口上已经分布着几条交错的曲线，这些曲线是曲面建立时要逼近的目标。
3. 执行 **NetworkSrf** 指令 (曲面功能表: 网线)，以这些曲线和曲面边缘建立一个未修剪的曲面，将缺口封闭。



4. 提示选取网线中的曲线时，选取缺口边界的四条边以及缺口内部的四条曲线，然后按 **Enter** 键。
请注意，您最多可以选取四个曲面边缘，您也可以设定公差或设定建立的曲面与参考曲线之间的误差值。
默认情况下，边缘曲线的公差与模型的**绝对公差**设为相同数值，而内部曲线公差的默认值是边缘曲线公差的 10 倍。

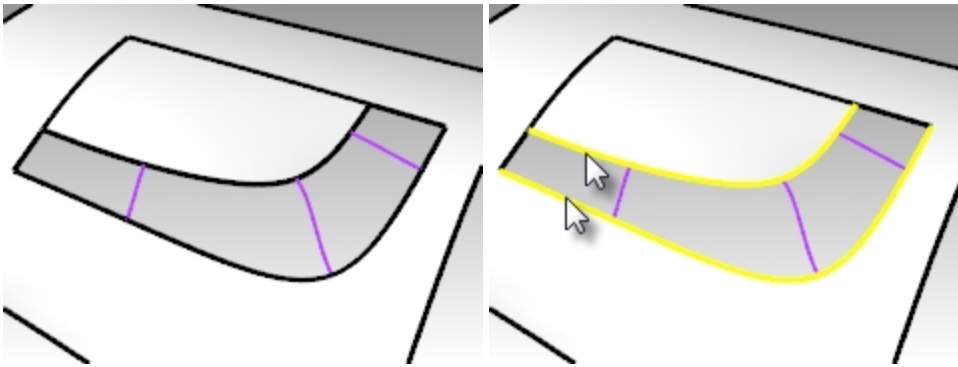


5. 在以**网线建立曲面**对话框中，所有边缘的连续性都设置为**曲率**，然后点击 **确定** 按钮。
这样建立的曲面会在四个边缘与周围的曲面形成曲率连续。
6. 以**斑马纹**分析曲面的连续性。



以双轨扫掠建立曲面

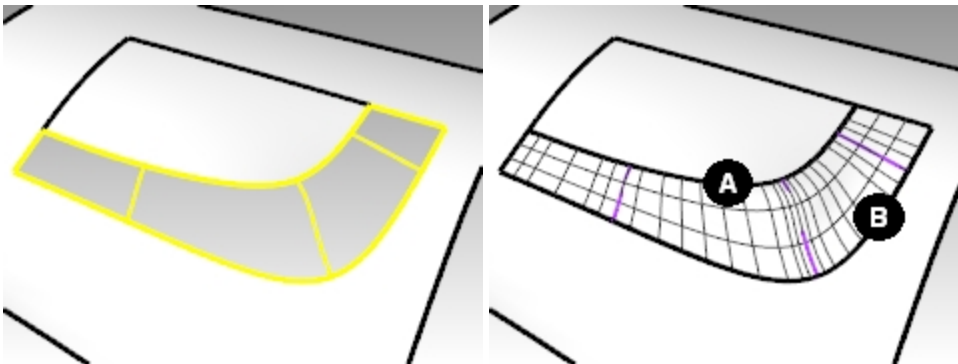
1. 使用 **OneLayerOn** 指令单独打开 Surfaces 图层，在状态列上的图层面板点击鼠标左键，将 **Sweep2** 设为当前图层。
2. 执行 **Sweep2** 指令 (曲面功能表: 双轨扫掠)，选取较长的两条曲面边缘作为双轨扫掠的路径。



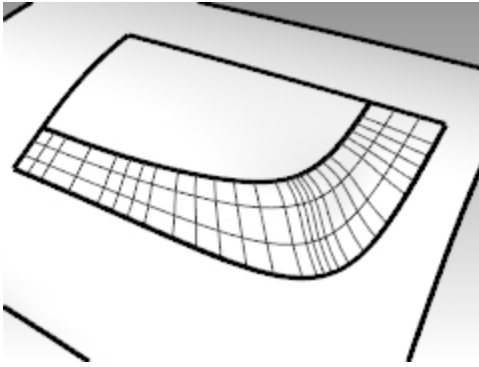
3. 选取两个较短的曲面边缘与所有的断面曲线。
4. 设置两个位置的边缘连续性都是**曲率**。



因为两条路径是曲面边缘，路径上会出现 A、B 标示。而且**双轨扫掠选项**对话框中边缘连续性选项变为可作用状态。



5. 点击 **确定** 按钮。
6. 以**斑马纹**分析这个未修剪曲面的连续性。



建立嵌面

如果边界曲线是封闭的，**Patch** 指令可以建立已修剪曲面。如果封闭的边界曲线是曲面边缘，**Patch** 指令可以建立和周围曲面形成 G1 连续的曲面。**Patch** 指令特点：

- 不限制输入的曲线或点的数量
- 不受输入曲线控制点数量的影响
- 适用于扫描数据
- 适用于逆向工程

建立嵌面

1. 打开图层 **Surfaces** 和 **Patch**。
2. 关闭其它图层。
3. 执行 **Patch** 指令 (曲面功能表: 嵌面)。
4. 选取曲面边缘与内部曲线，然后按 **Enter** 键。
5. 在**嵌面曲面选项**对话框中做如下设定：

取样点间距设为 1.0。

硬度设为 1。

曲面的 U 和 V 方向跨距数都设为 10。

勾选**调整切线**和**自动修剪**选项，然后点击 **确定** 按钮。



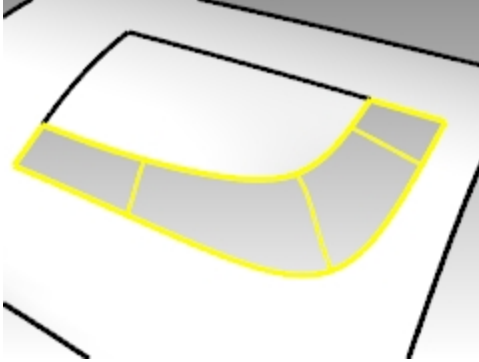
取样点间距是指放置于输入曲线上很小的取样点之间的距离，一条曲线最少可以放置8个取样点。

曲面 U 方向和 V 方向跨距数设置的是嵌面曲面的跨距数。默认情况下 U 和 V 方向的跨距数值都是10。

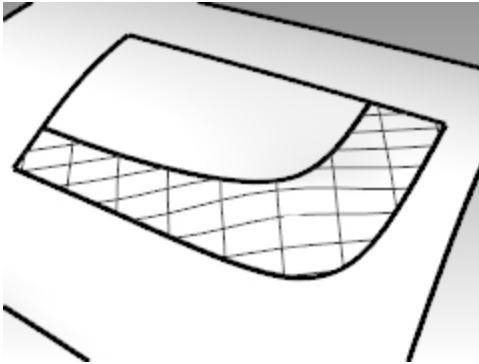
硬度用来帮助 Rhino 建立嵌面，在建立嵌面的第一个阶段它会帮助找出与选取的点与曲线上的取样点最符合的平面 (PlaneThroughPt)，再将平面变形逼近选取的点与取样点。硬度设定平面的变形程度，设定数值越大曲面"越硬"，得到的曲面越接近平面。

预览按钮可以检查最终的结果。

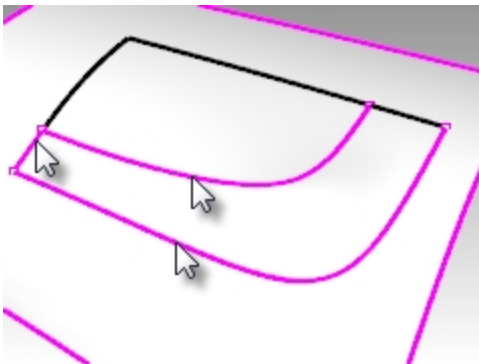
调整切线可以帮助那些以已有曲面边缘为输入曲线而建立的嵌面可以与周围曲面相切。



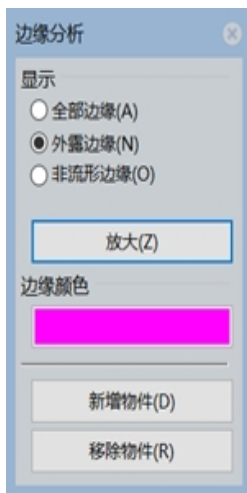
6. 组合曲面。



7. 使用 **ShowEdges** 指令 (分析功能表: 边缘工具 > 显示边缘) 显示外露的曲面边缘。



如果建立的嵌面和原来的多重曲面之间有外露边缘，您可能需要再对嵌面曲面选项做相应的调整。



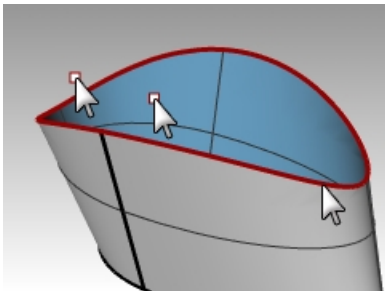
8. 使用斑马纹分析曲面。

嵌面选项

Patch 指令可以使用点物件以及曲线和曲面边缘作为输入物件。在这个范例里，我们将使用点和曲面边缘来说明硬度的设定对嵌面的影响。

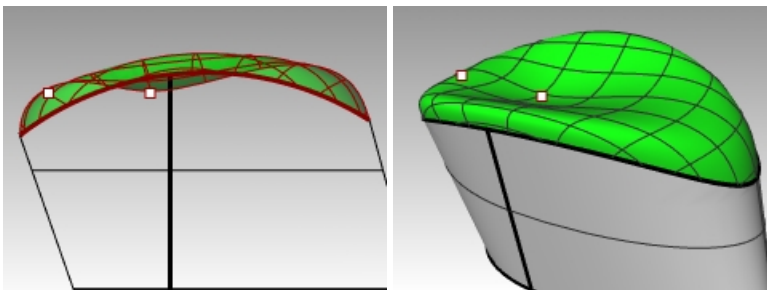
Exercise 5-3 以曲面边缘与点建立嵌面

1. 打开模型 **Patch Options.3dm**。
2. 执行 **Patch** 指令 (曲面功能表: 嵌面)，选取两个点物件及曲面上方边缘作为输入物件。
3. 勾选**调整切线**和**自动修剪**，并设定两个方向的**曲面跨距数**为 10。
4. 您可以在 **Front** 工作视窗中使用**线框模式**或者**半透明模式**看清这两个点物件的位置。
5. 设定**硬度**为 0.1，按 **预览** 按钮。

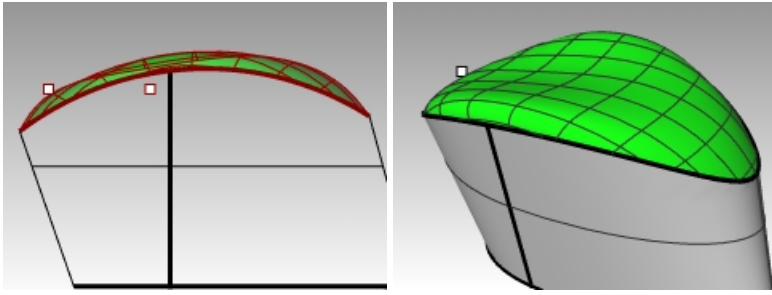


较小的硬度值可以让嵌面更逼近两个点物件，而且与曲面边缘维持相切，但可能会造成嵌面剧烈起伏或出现褶皱。

6. 设定**硬度**为 5，再次按 **预览** 按钮。
较大的硬度值会让嵌面变得比较僵硬、而且逼近输入物件的程度更差，但形成的嵌面不容易剧烈起伏或出现褶皱，嵌面较平滑、质量较好。
使用较大硬度值也会让嵌面越容易脱离参考物件。



越大的硬度值 = 得到的曲面越接近平面
越小的硬度值 = 得到的曲面越平滑光滑
越大的跨距值 = 控制点密度越大

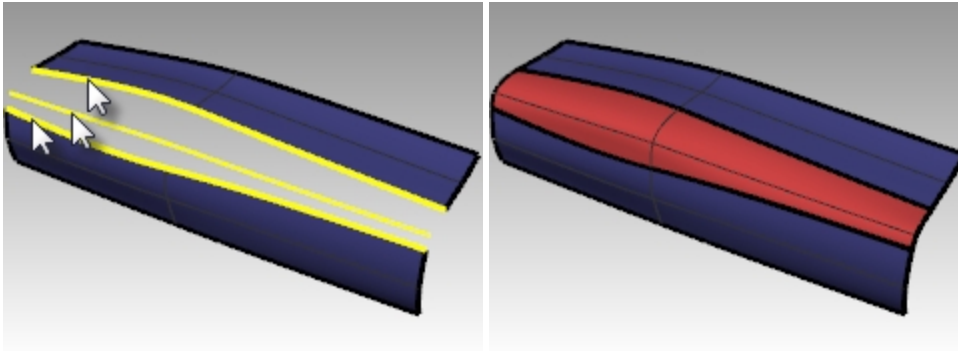


放样

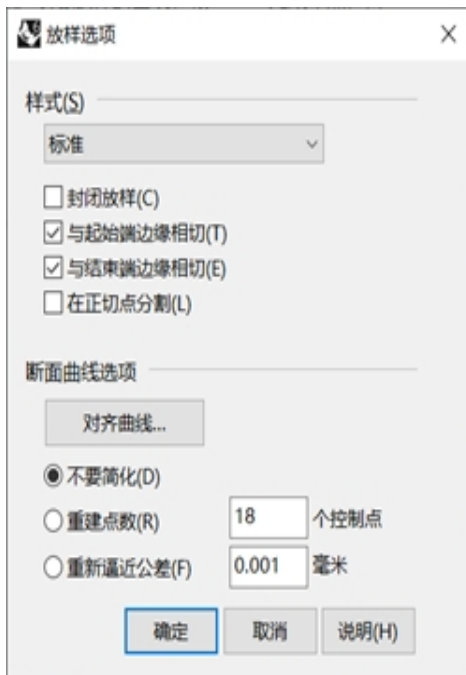
Loft 指令也有计算曲面连续性的选项。

Exercise 5-4 制作放样曲面

1. 打开模型 Loft.3dm。
2. 执行 Loft 指令 (曲面功能表: 放样)。
3. 依此选取下方的曲面边缘、曲线、上方的曲面边缘, 然后按 **Enter** 键。
选取曲线时, 必须选取曲线的同一侧, 避免放样曲面发生扭曲。

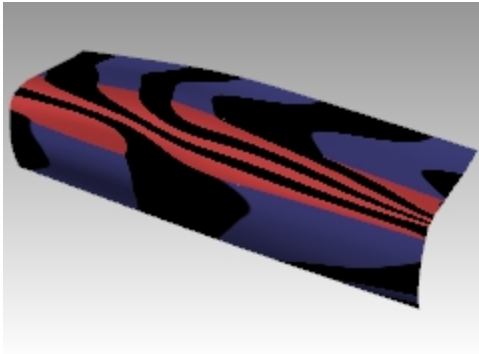


4. 在放样选项对话框中, 设置样式为标准, 勾选与起始端边缘相切和与结束端边缘相切选项。
5. 完成后按 **Enter** 键。
建立的放样曲面会与原来的曲面形成 G1 连续。

**样式:**

松弛—类似控制点曲线
平直区段—类似多重直线
紧绷—类似内插点曲线

6. 使用斑马纹分析曲面。



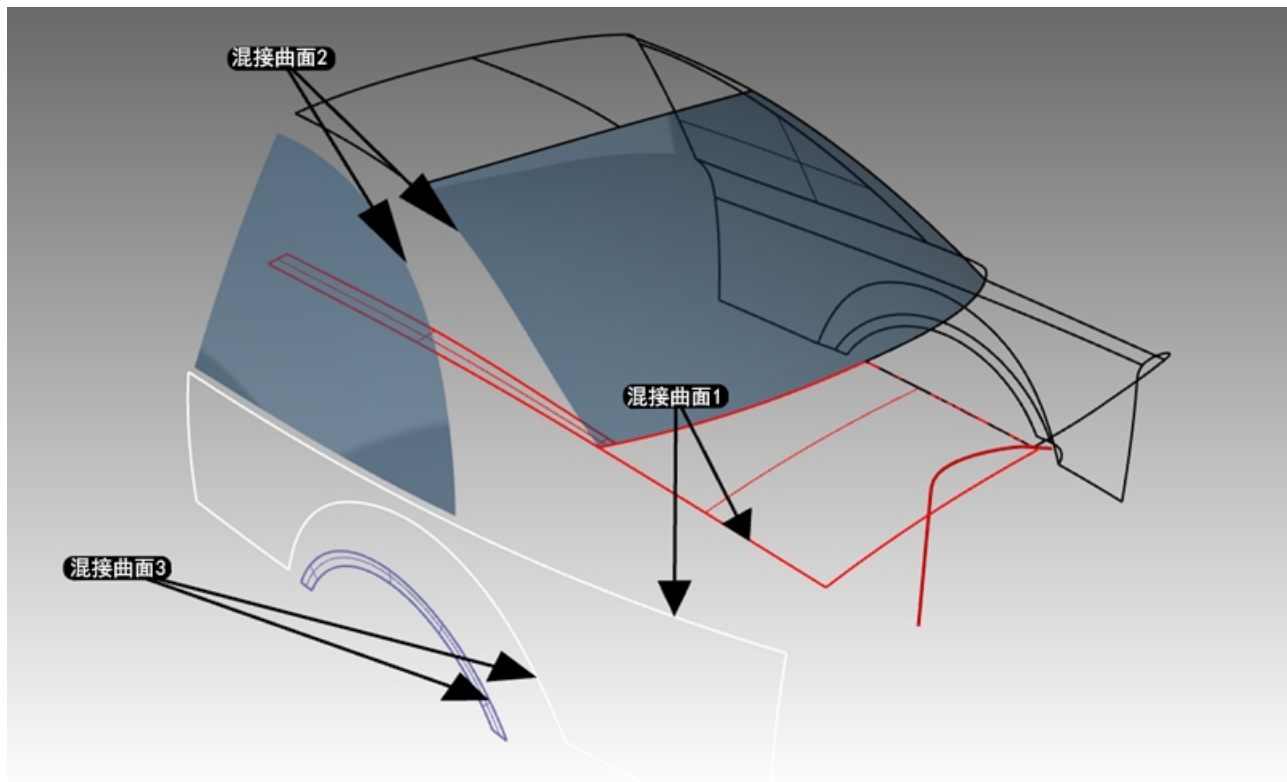
混接

下一个与曲面连续性有关的指令是 **BlendSrf**。

BlendSrf 支持建构历史。

使用 **BlendSrf** 指令创建曲面的时候，如果状态列上的**记录建构历史**处于开启状态，那当你调整输入曲线时，输出曲面会随之更新。

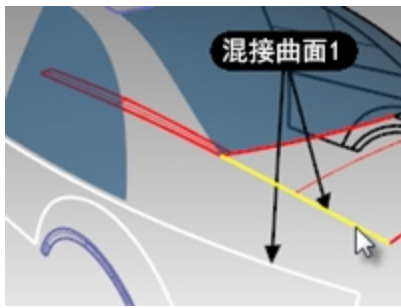
此文件中的三个混接曲面用于说明 **BlendSrf** 指令的基本功能。**BlendSrf** 中的控件可用于改变混接形状的特征。



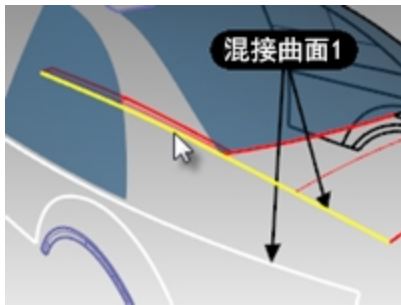
Exercise 5-5 建立混接曲面 (BlendSrf 1)

在 **BlendSrf 1** 中，我们将在后备箱盖与车身侧面之间创建一个过渡曲面。

1. 打开模型 **Blend.3dm**。
2. 启动 **BlendSrf** 指令 (*曲面功能表: 混接曲面*)。
3. 您将在整个白色侧面和红色曲面之间混接曲面。连锁边缘选项能帮助您选择完整的红色曲面边缘。
提示**选取第一个边缘**时，在指令行中点击**连锁边缘**选项。
4. 在指令行中，设置**自动连锁=是**，**连锁连续性=相切**。
5. 接下来，选择红色多重曲面的车身边缘，如图所示选择靠近车尾末端一侧的边缘。



6. 这样连锁的相邻边缘也就一起被选中。

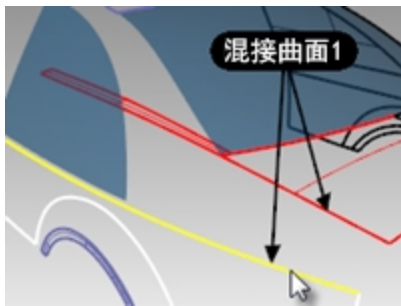


7. 按 **Enter** 键结束第一个边缘的选取。

8. 然后提示**选取第二个边缘的下一段时**，在白色侧面的顶部边缘，距离第一个边的初始选择位置最近的位置点选加入此边缘。

9. 按 **Enter** 键结束边缘选取。

10. 这时会弹出**调整曲面混接**对话框。里面有一些控件用来调节混接曲面，我们将在后面的练习中讨论这些选项。



调整曲面混接对话框



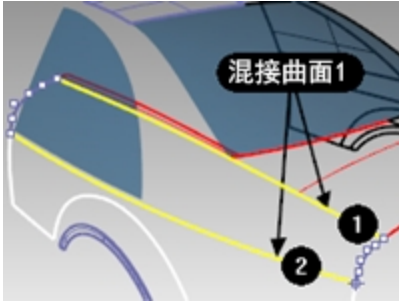
1. 两个滑块分别控制混接曲面两端的两条默认曲线的形状。点击锁定图标可同时调整混接曲面两侧的形状。
2. 这个按钮允许用户添加断面曲线。这些断面曲线和默认形状曲线一样都有可以调控的控制杆。
附注：虽然添加断面曲线有时很有用，但是如果想得到您想要的光顺的曲面形状还是要尽可能少地添加。而且断面曲面间的距离不要离的太近，否则断面曲线之间的插值太小导致曲面效果不佳。
3. 单选按钮用于设置混接的每一边的连续性；这两条边在视图中分别标记为 1 和 2。
4. 还有一些复选框用于其他选项的调节。这些选项将在稍后的单独练习中讨论。

在调整曲面混接对话框中，做以下设置：

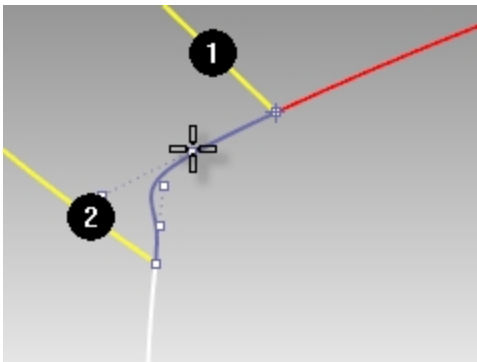
1. 不勾选**相同高度**选项和**平面断面**选项。
2. 将**连续性**按钮设置为**曲率**。
视图中可以看到混接曲面的预览效果。
在视图中，您还可以看到一对带有可控制点的默认形状曲线。
这些控制点也叫控制杆。

形状曲线上显示的控制杆的数量取决于对话框中连续性的设置。

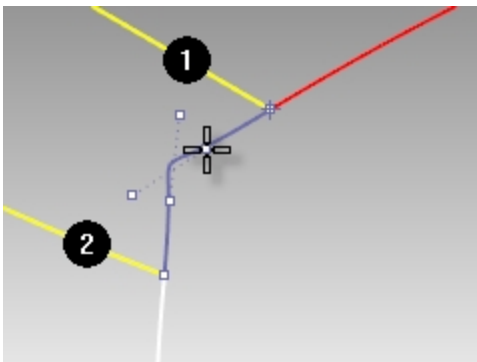
例如，如果将 1 和 2 位置的连续性都设置为**曲率**，则形状曲线将有 6 个点(每侧有3个点)。如果将 1 和 2 位置的连续性都设置为**正切**，则形状曲线将有 4 个点(每侧有2个点)。



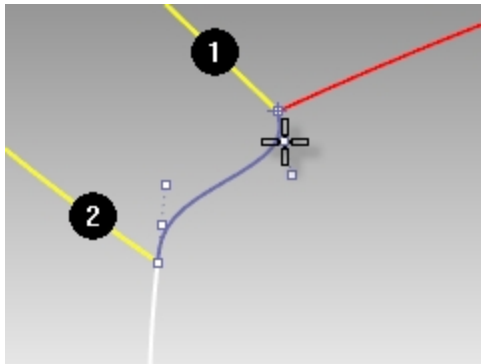
3. 尝试调整形状曲线的控制杆。例如，在汽车的尾部，通过移动控制杆使控制点向曲线顶点位置靠近，这样形成的混接就会更加尖锐。
可以分别调节两侧的控制杆以改变混接曲面的形状。
移动一侧的控制杆只会改变该侧曲线的形状。



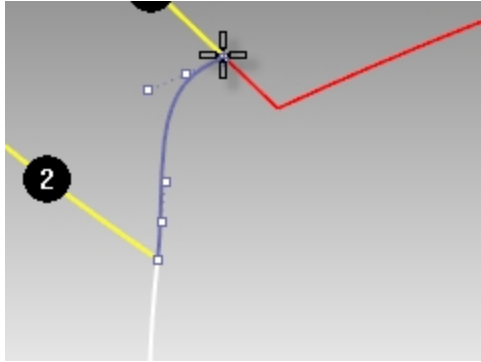
调节控制杆时，按 **Shift** 键，可以使形状曲线的两端同时调整。这对于保持混接形状的对称性很有用。



调节控制杆时，按 **Alt** 键可以旋转控制杆，从而改变形状曲线与来源曲面边缘之间的角度。

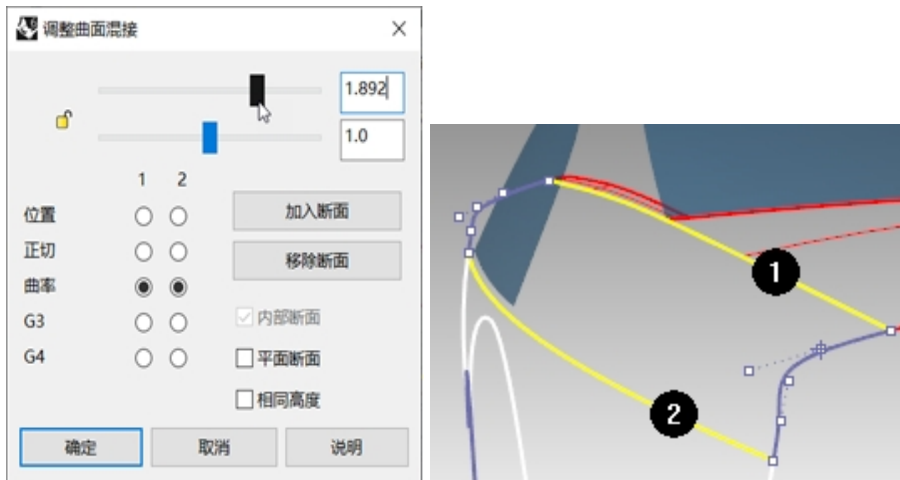


您还可以移动形状曲线末端的控制杆来改变曲线的位置。

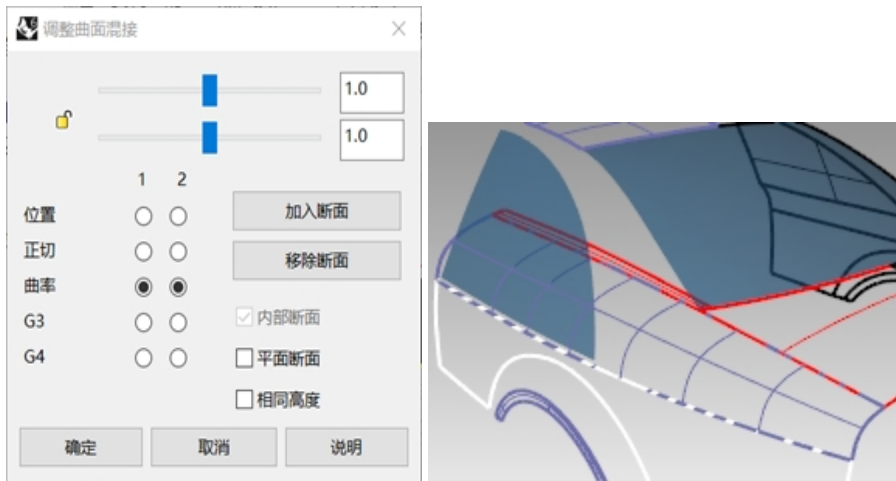


使用对话框中的滑块一起更改所有形状曲线。

顶部滑块修改靠近原始边缘 1 的形状曲线。底部的滑块修改靠近原始边缘 2 的形状曲线。



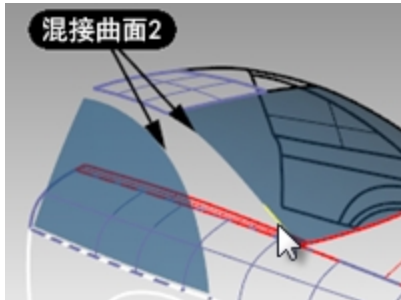
4. 将滑块右侧的调节值设为默认值 1.0，然后点击 **确定** 按钮完成曲面混接。



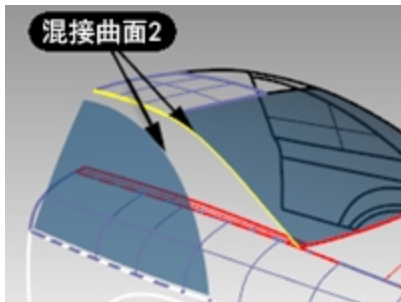
建立混接曲面 (BlendSrf 2)

接下来我们将混接车顶纵梁和侧窗之间的曲面。

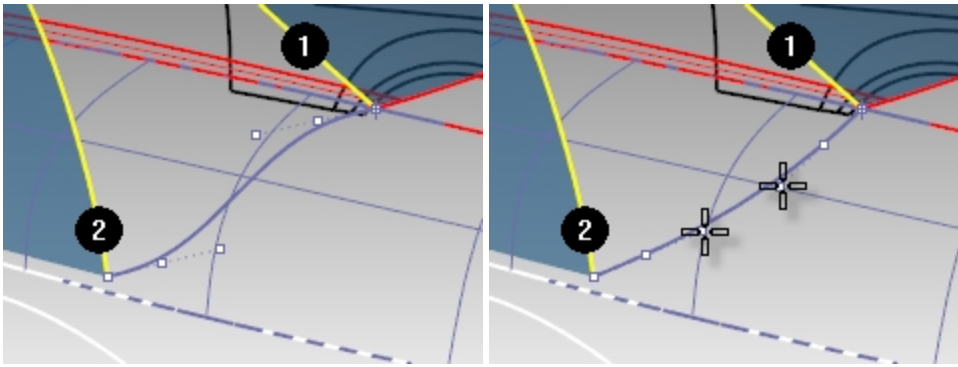
1. 启动 **BlendSrf** 指令 (*曲面功能表: 混接曲面*)。
2. 在指令行里, 选择**连锁边缘**选项。
3. 指令行中设置**自动连锁=否**。
4. 提示**选取第一个边缘的第一段**时, 如图所示选择汽车后窗的末端边缘。请注意, 这时您只选中了边缘的一小部分。虽然后窗是一个单一曲面, 但边缘是被分割了的, 所以您只选中了边缘的一部分。



5. 接下来, 您需要点击指令行中的**全部**选项, 这样就可以将全部边缘选中。我们会发现顶部曲面的边缘也一起被选中了, 这是因为两块曲面的边缘是连续的并且是相切的。



6. 按 **Enter** 键结束第一个边缘选取。
7. 当提示**选取第二个边缘的分段**时, 选择侧窗顶部的边缘曲线。
8. 按 **Enter** 键结束边缘选取。
9. 此时就会弹出**调整曲面混接**的对话框。
注意, 默认形状曲线在混接区域的下端显示了一个 s 形。
按住 **Alt** 键, 同时拖动控制杆, 以更自然的方式对齐混接曲线。

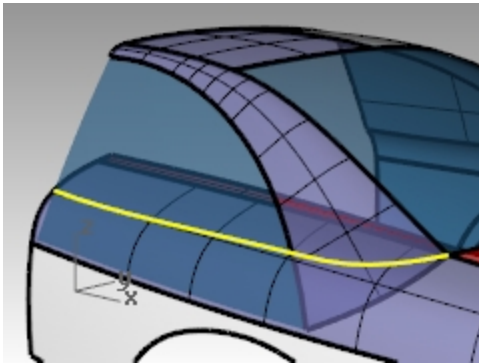


10. 然后点击 **确定** 按钮完成混接曲面的制作。

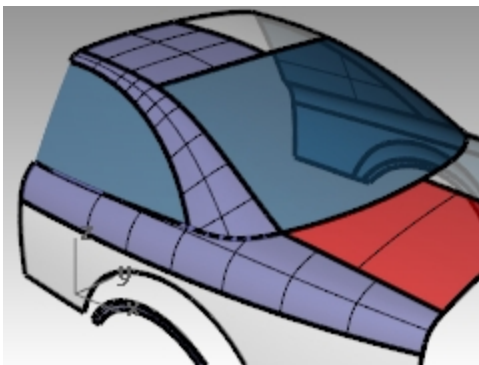
清除多余的曲面

为了清除多余的曲面，我们将相互修剪曲面。但是因为曲面的交线不一定贯穿每个曲面，因此我们可以先求曲面的交线，组合它们，然后根据需要要在曲面上延伸曲线使得它们贯穿要修剪的曲面。

1. 执行 **IntersectTwoSets** 指令 (*曲线功能表: 从物件建立曲线 > 两组物件相交*)。
2. 提示选取要计算相交的第一组物件时，选择侧窗和刚刚完成的混接曲面，按 **Enter** 键完成。
3. 提示选取要与第一组物件计算相交的第二组物件时，选择刚开始制作完成的 BlendSrf 1 混接曲面，按 **Enter** 键完成。
4. 组合得到的曲线。
5. 选取这条组合曲线。
6. 执行 **ExtendCrvOnSrf** 指令 (*曲线功能表: 延伸曲线 > 表面上的曲线*)，然后选择 BlendSrf 1 为曲线所在的曲面。



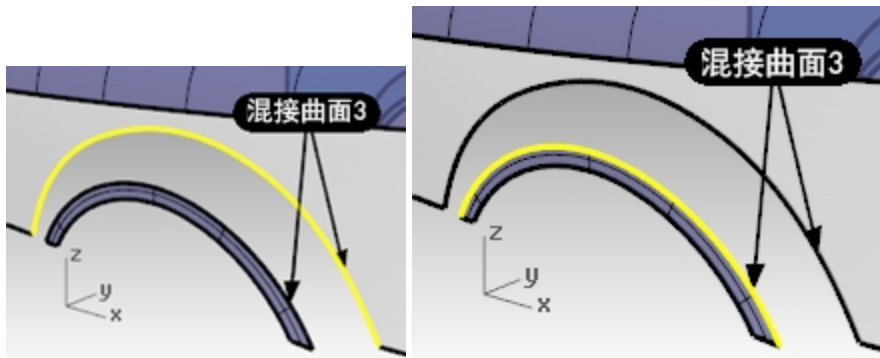
7. 修剪掉侧窗的底部，BlendSrf 2 的下端以及 BlendSrf 1 的内部。



建立混接曲面 (BlendSrf 3)

最后，我们将混合轮拱和汽车侧面之间的曲面。

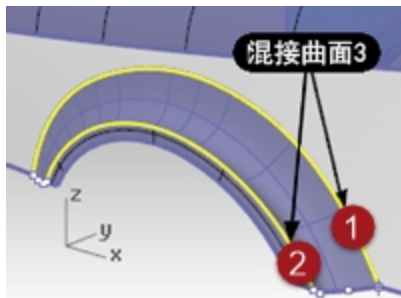
1. 启动 **BlendSrf** 指令 (*曲面功能表: 混接曲面*)。
2. 提示选取第一个边缘时，选择汽车侧面车轮拱的边缘并按 **Enter** 键。
3. 提示选取第二个边缘时，选择轮拱的另一条边缘。



4. 修改对话框中的连续性设置，将边缘 1 设置为位置连续(G0),边缘 2 设置为曲率连续(G2),然后查看预览。



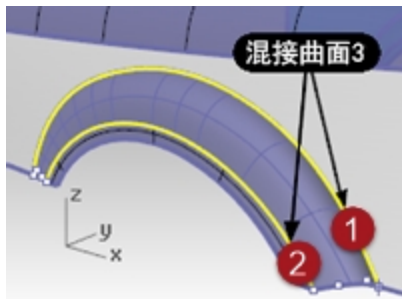
这样会在位置连续的边缘处产生不光滑过渡的硬边。



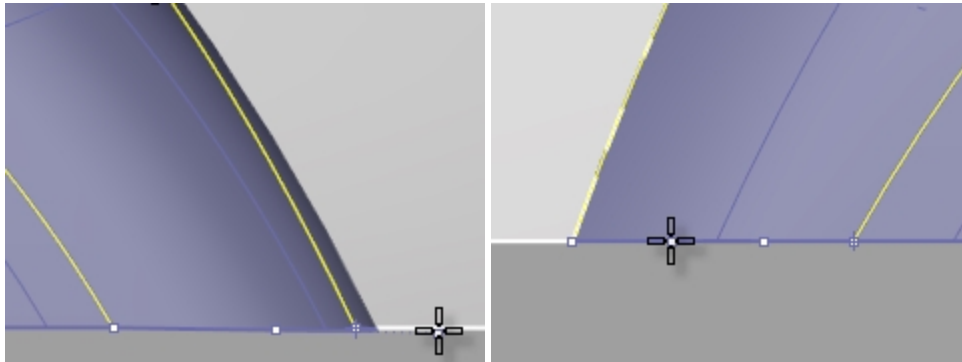
5. 转换连续性设置，将 1 和 2 的连续性对调，改变混接曲面的特征。



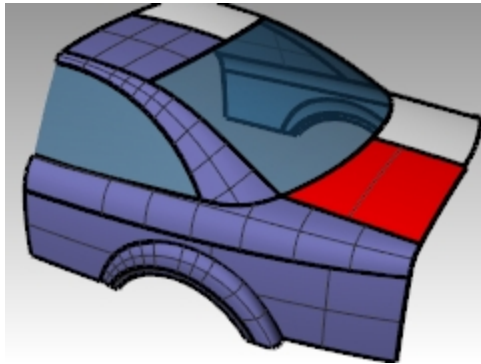
您可能要旋转轮拱两侧形状曲线的控制杆，通过调节控制杆的方向使得形状曲线与侧面的底边对齐。在本例中，在 Front 工作视窗中更容易做到这一点。



6. 按住 **Alt** 键，同时拖动控制杆，将形状曲线与车身侧面底边对齐。

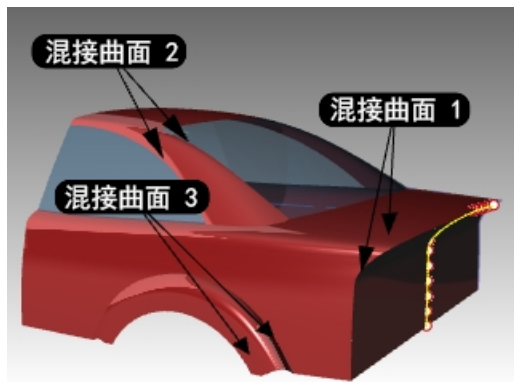


7. 然后点击 **确定** 按钮完成混接曲面的制作。



自己动手做

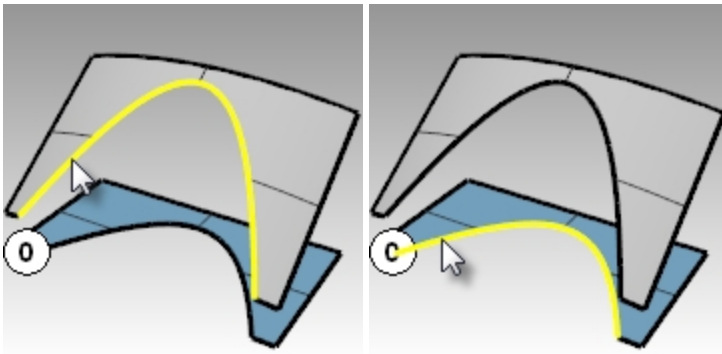
绘制如图高亮显示的曲线，然后通过挤出曲线的方法创建汽车的尾部曲面。使用与上面相同的方法找到相交曲线，延伸到曲面并修剪。



使用混接选项建立混接曲面

在稍后的范例中，我们第一个建立的混接曲面会产生自交的情形，然后我们会使用混接选项来修正这个问题。

1. 打开模型 **BlendSrf Options.3dm**。
2. 执行 **BlendSrf** 指令 (曲面功能表: 混接曲面)，选取标记为 0 的曲面边缘及另一个曲面上与它相对的边缘。

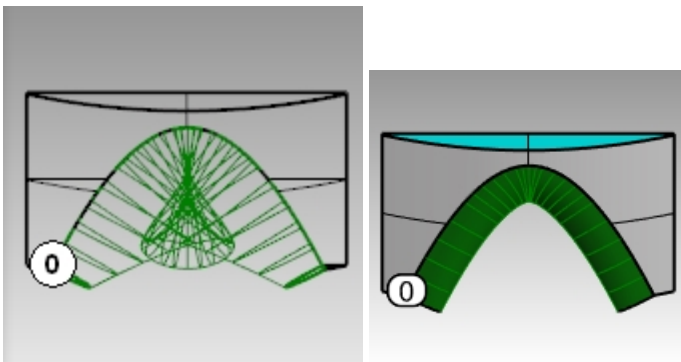


3. 在弹出的对话框中，确定未勾选**相同高度**选项，两个端点转折滑杆设定为 **1.0**。
4. 点击 **确定** 按钮。



5. 在 Top 工作视窗中放大您刚刚建立的混接曲面。

在线框模式工作视窗中放大显示混接曲面，观察混接曲面的中段部分。请注意，混接曲面的中段部分自相交，曲面的结构线相互交错使得曲面上产生挤压或者褶皱。

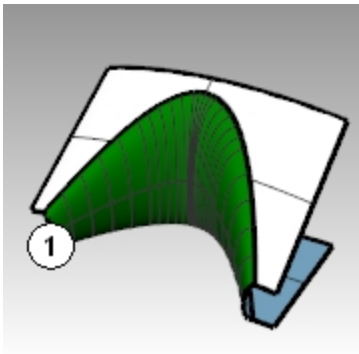


曲面混接选项

建立混接曲面时，您可以使用**调整混接转折**、**相同高度**、**平面断面**选项避免混接曲面发生自交或产生褶皱。在接下来的例子中，我们将一一讲解这些选项。

Exercise 5-6 使用选项建立混接曲面

1. 执行 **BlendSrf** 指令，选取标示为 (1) 的两个曲面的相对边缘。
2. 调整混接转折滑杆，使混接转折的数值小于 1。

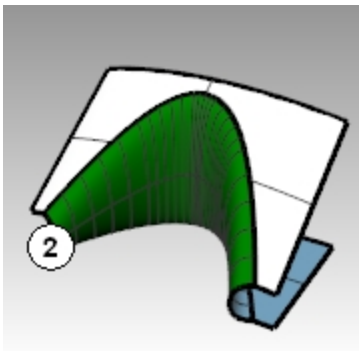


数值介于 0.2 与 0.3 之间最为恰当。



在曲面边缘两端的混接断面与您额外加入的断面会随着调整混接转折而更新预览。请注意，此时建立的混接曲面的中段不再有自交的情形出现。

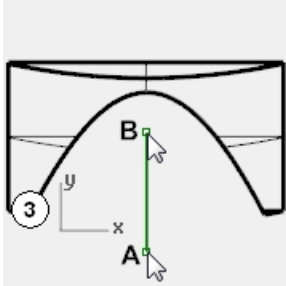
3. 执行 **BlendSrf** 指令，选取标示为 (2) 的两个曲面的相对边缘。



4. 将**混接转折**设定为 **0.5**，并勾选**相同高度**选项。
相同高度选项可以避免混接曲面因为混接边缘之间的距离变化而缩放混接曲面的高度。混接曲面中段的高度会与两端的高度保持一致，避免混接曲面在中段过于突出而造成曲面自相交。



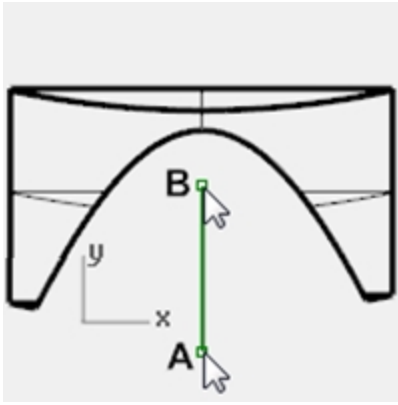
5. 执行 **BlendSrf** 指令，选取标示为 (3) 的两个曲面的相对边缘。



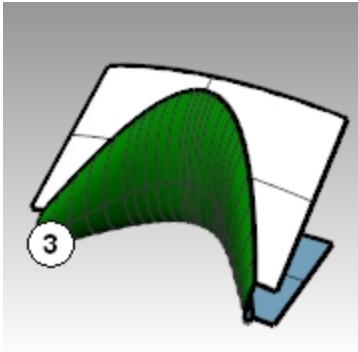
6. 以一般的方式选取两个曲面边缘。
使用与上一次混接相同的混接转折数值。
7. 在调整曲面混接对话框中，勾选**平面断面**选项，清除**相同高度**选项的选择。
这时指令行中出现提示要求您在工作视窗中指定两个点定义一个平面，混接曲面的所有断面结构线都会与这个平面平行。



8. 在 **Top** 工作视窗中任意指定一点 **A** 点，然后打开正交，往 **Top** 工作视窗工作平面的 **Y** 轴方向指定第二点 **B** 点。



建立的混接曲面(3)的断面结构线会与平面断面选项定义的平面平行。因为混接曲面的结构线与 Y 轴平行，所以在混接曲面的中段的结构线不会出现相交的情形。



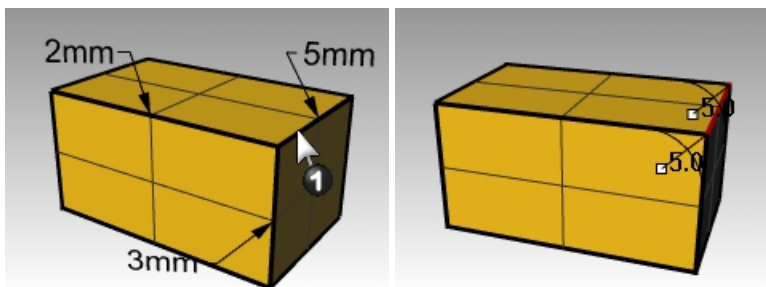
不等距边缘圆角，不等距边缘混接，不等距边缘斜角

在本练习中，您将看到使用 FilletEdge、BlendEdge、ChamferEdge 和 Patch 指令生成过渡曲面的各种方法。

虽然 Rhino 有自动建立圆角的功能，但还是有许多情形需要以手动建立圆角。这一部分我们会讨论以不同的半径建立多个圆角时，在圆角交汇处的处理方法，以及使用不等距边缘圆角和混接来制作圆角。

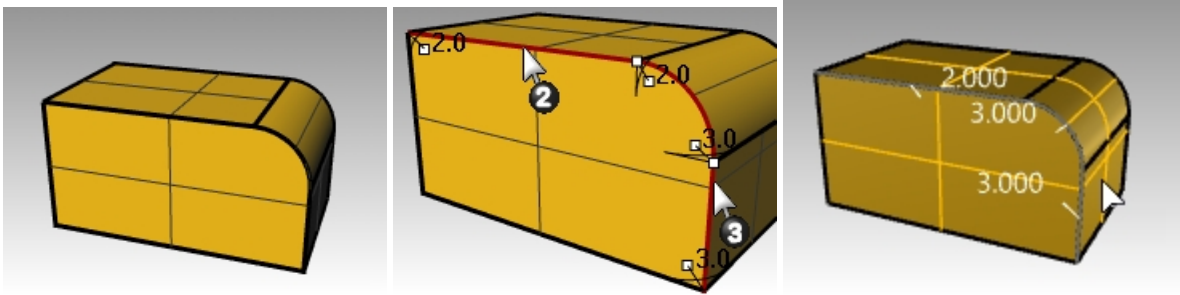
Exercise 5-7 以网线曲面处理三个不同半径的圆角交汇

1. 打开模型 Corner Fillet.3dm。
2. 执行 FilletEdge 指令 (实体功能表: 边缘圆角 > 不等距边缘圆角)，将边缘 (1) 的倒角半径设置为 5mm。

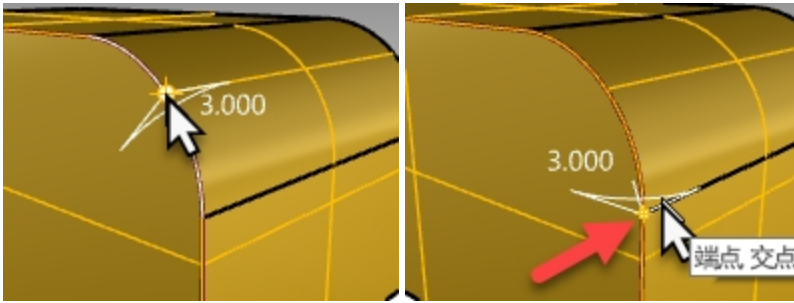


3. 执行 FilletEdge 指令 (实体功能表: 边缘圆角 > 不等距边缘圆角)，将边缘 (2) 的倒角半径设置为 2mm，接下来的边缘 (3) 和 (4) 半径设置为 3mm。按 Enter 键。

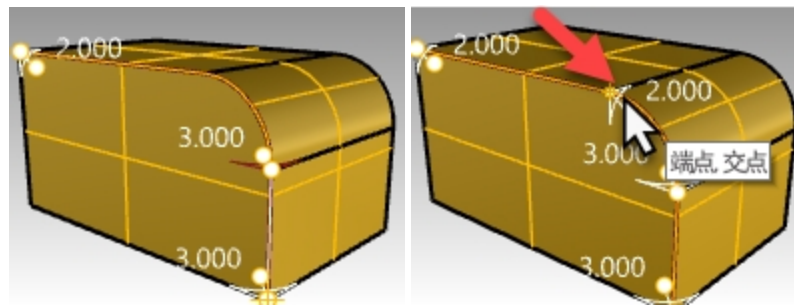
附注：在选择第二条边缘的时候要更改半径的数值，将下一个半径设为 3。



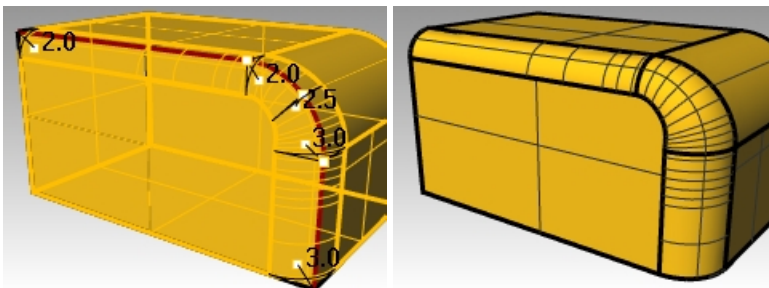
4. 使用物件锁点，拖动 **3.0** 半径控制杆，将它拖到圆弧末端或者垂直边缘的顶端。



5. 使用**新增控制杆**选项。设置目前的半径为 **2.0**，在圆弧的顶端位置放置新增的控制杆，**按 Enter 键**。



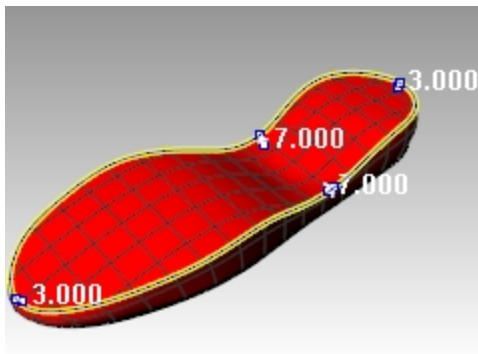
6. 设置预览=是，查看新增控制杆后的曲面圆角形状，**按 Enter 键** 完成圆角的制作。



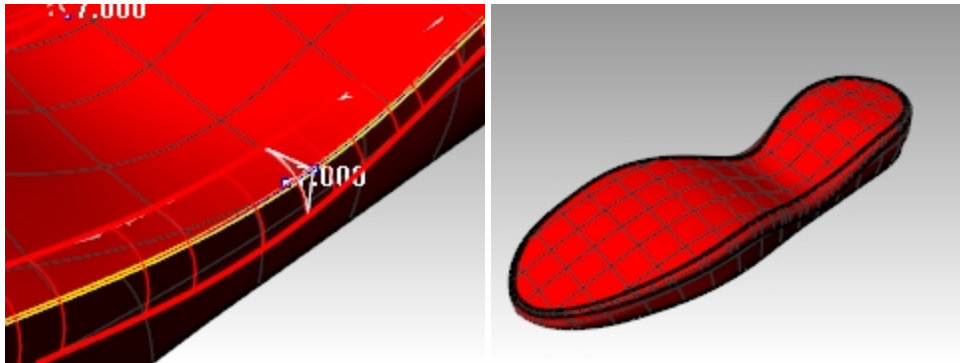
现在圆弧边缘上的圆角就是从 2mm 逐渐过渡到 3mm 的不等距圆角。

Exercise 5-8 不等距边缘混接

1. 打开模型 **Sandal Sole.3dm**。
2. 执行 **BlendEdge** 指令 (实体功能表: 边缘圆角 > 不等距边缘混接)，在鞋子底部创建一个不等距边缘混接，混接开始的半径为 3mm。
3. 点击**新增控制杆**选项，沿着鞋底边缘添加不同的混接半径。
4. 在鞋底边缘的顶部增加一个半径 **3mm**，然后两侧脚背边缘分别增加一个半径 **7mm**。

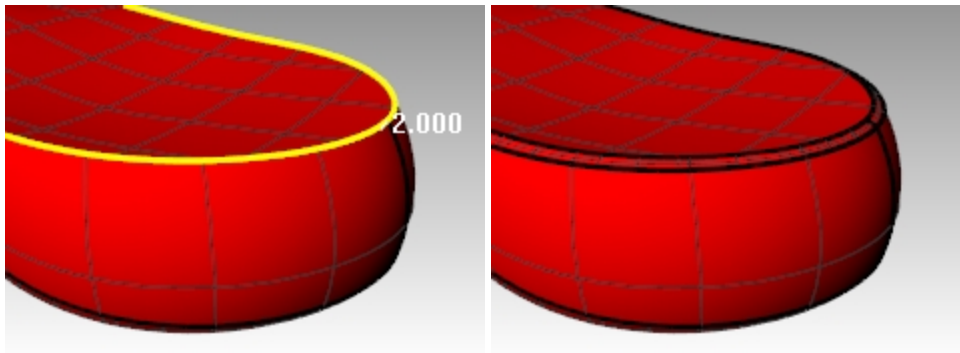


5. 点击预览选项，观察得到的结果，按照需要做相应的调整，然后按 **Enter** 键完成混接。



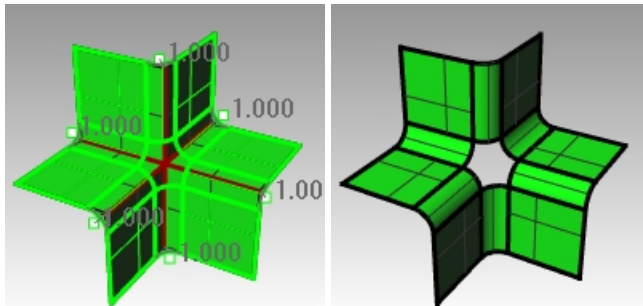
不等距边缘斜角

1. 执行 **ChamferEdge** 指令 (实体功能表: 边缘圆角 > 不等距边缘斜角), 在鞋底的上边缘做一个 2mm 的斜角。这个指令和 **FilletEdge**、**BlendEdge** 指令一样, 都允许添加不同数值的控制杆以创建不等距的边缘斜角。
2. 点击预览选项, 观察得到的结果, 按照需要做相应的调整, 然后按 **Enter** 键完成斜角的制作。



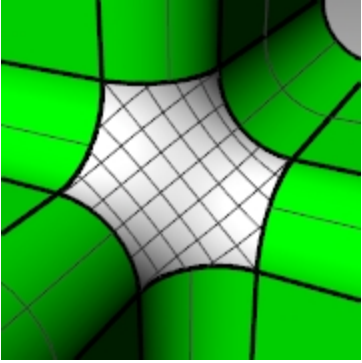
Exercise 5-9 使用嵌面填补六向圆角交汇的缺口

1. 打开模型 **Fillet Edge.3dm**。
2. 执行 **FilletEdge** 指令 (实体功能表: 边缘圆角 > 不等距边缘圆角), 设置半径=1, 一次将所有组合边缘做圆角。



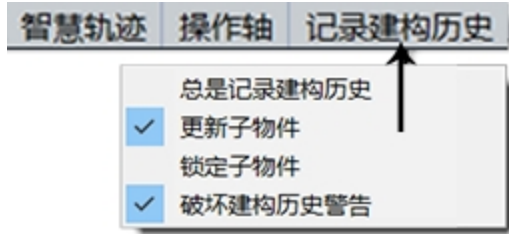
3. 执行 **Patch** 指令 (曲面功能表: 嵌面) 填补中间的缺口。
4. 选取缺口的六个边缘建立嵌面。

5. 在**嵌面曲面选项**对话框中，勾选**调整切线**与**自动修剪**选项。
 6. 设定曲面的**U 和 V 方向跨距数**为 10，硬度为 2。
- 附注：**当需要填补的区域的边数超过 4 条时，用 **Patch** 指令得到的效果比 **NetworkSrf** 更好。



Chapter 6 - 建构历史

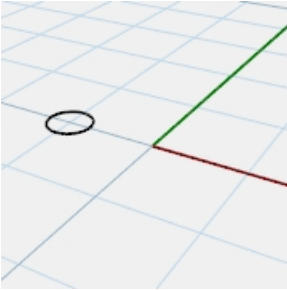
建构历史允许通过编辑用于创建物件的输入几何图形来编辑或更新物件的。当需要编辑指令的输入特征或物件的转换副本需要与原始副本保持匹配时，历史记录非常有用。只有某些特定的指令支持建构历史。



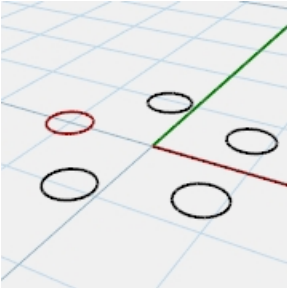
建构历史不等同于“特征”或者“参数”。建构历史是保存在 Rhino *.3dm 文件里的。

一个简单的例子

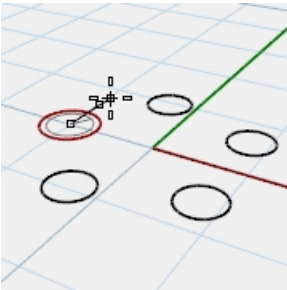
1. 画一个圆。



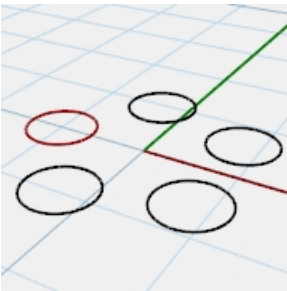
2. 打开记录建构历史，然后以环形阵列的方式复制排列圆形。



3. 缩放原始圆形。

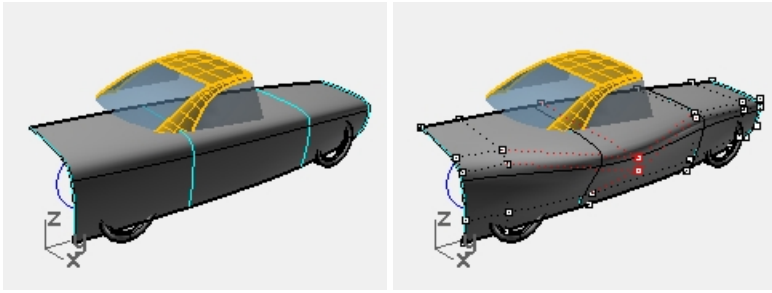


4. 观察阵列的圆形，它们也随之更新。



制作放样曲面

1. 打开模型 `History_Intro.3dm`。
2. 选取四条青色的曲线。
3. 执行 **Loft** 指令 (*曲面功能表: 放样*)，样式选择**标准**，然后单击 **确定** 按钮。
放样曲线生成一个光滑的汽车侧面曲面。



4. 然后打开曲面控制点编辑曲面。
打开曲面控制点可以像往常一样直接编辑曲面。因为没有开启建构历史，所以编辑输入曲线时曲面是不会发生改变的。
5. 复原或者删除放样曲面。

激活建构历史

默认情况下，记录建构历史是关闭的。如果您想使用建构历史来帮助建模，您需要在执行指令之前将其打开。记录建构历史窗格中显示它的开启或关闭状态。如果窗格中的文本为粗体，建构历史就是处于激活状态的。单击窗格可以切换它的状态。

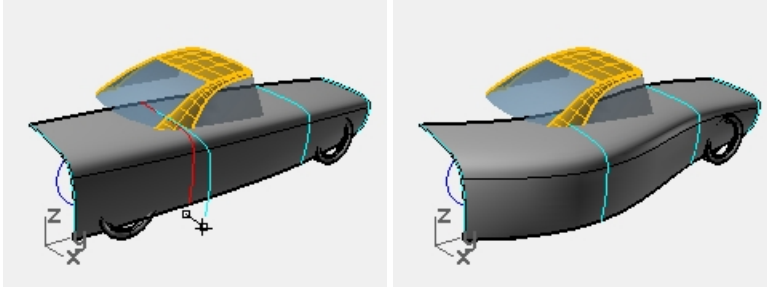
要记录特定指令的历史记录，请单击“记录建构历史”窗格，让它处于激活状态，然后再启用这个支持建构历史的指令。

为什么默认情况下建构历史是关闭的？

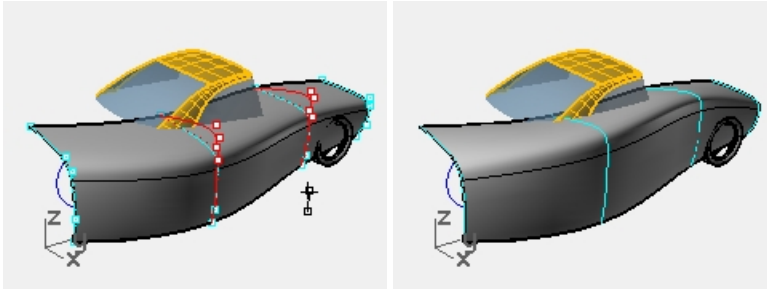
- 如果建构历史默认开启，有可能产生不可预知的结果。例如，如果您使用历史记录复制并进行更改，则所有副本都会开始更新。
- 这样文件的大小势必会更大。

开启建构历史制作放样曲面

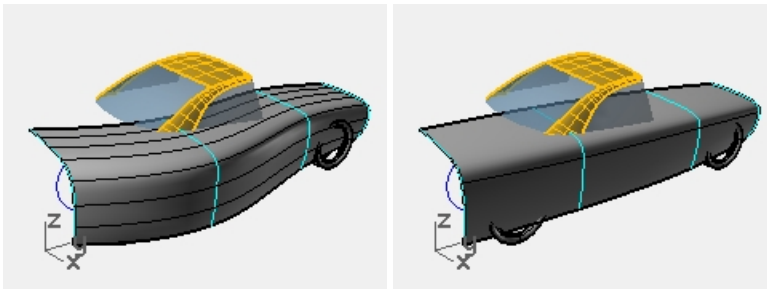
1. 点击状态栏的**记录建构历史**窗格，让它变成粗体的激活状态。
2. 选取四条青色的曲线。
3. 执行 **Loft** 指令 (*曲面功能表: 放样*)，样式选择**标准**，然后单击 **确定** 按钮。
请注意，一旦指令运行了，**记录建构历史**窗格的字体就不再显示粗体，也就是指令执行后，记录建构历史就失效。



4. 选择其中一条输入曲线并移动它。
您会发现这个放样曲面就发生了更新。
5. 打开输入曲线的控制点。
6. 编辑这些控制点您会发现曲面会随之更新。



7. 选中所有曲线，**重建曲线** (*编辑功能表: 重建*)，将曲线的控制点改为 **10** 个点。
放样的曲面也会随之更新。更改输入曲线的阶数，放样曲面在该方向上的阶数也会随之改变。
8. **复原**先前的三个步骤。



记录建构历史的重要步骤

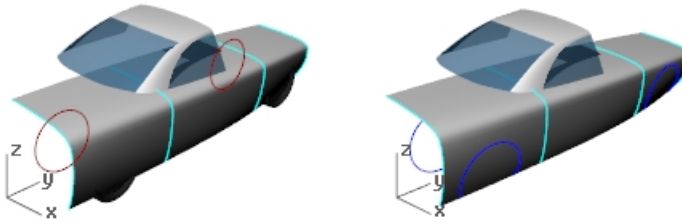
- 指令必须支持建构历史。
- 执行指令之前，您要确认历史记录是处于激活的状态。默认情况下，历史记录是关闭的，每次运行用户想要记录建构历史的指令时都必须将它激活。
- 必须启用历史记录更新。默认情况下它是处于启用状态的。当它打开时，对输入物件的编辑会立刻反映在更新的输出物件中。
- 历史记录可以嵌套；例如，曲线可以投影到放样曲面上，曲线会跟随放样曲面的变化而变化。

开启记录建构历史将曲线投影到曲面上

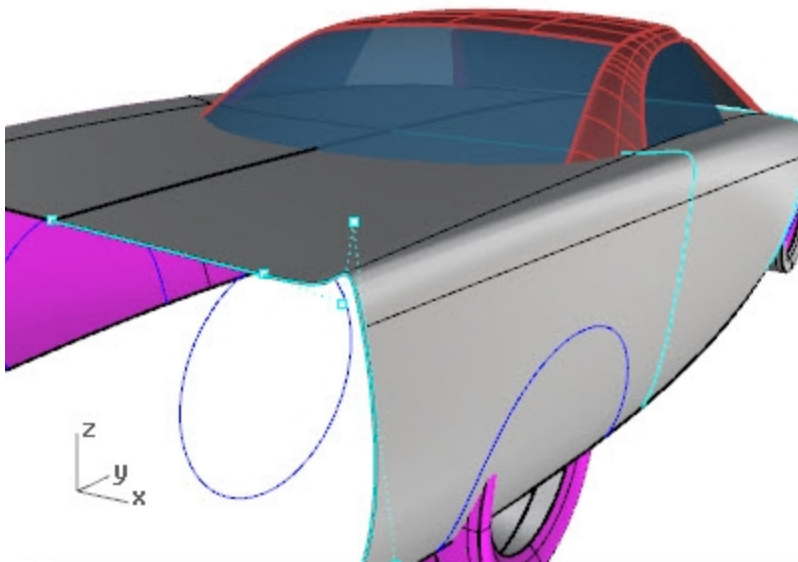
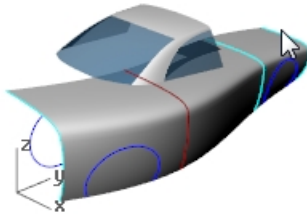
练习的这一部分将演示嵌套历史的一个示例。我们将把车轮轮廓曲线投影到放样曲面上。

1. 首先，我们要更改 **Perspective** 中的工作平面。
2. 在**工作平面**工具列标签上，点击设置工作平面为**世界 Right**。
3. 点击状态栏的**记录建构历史**窗格，让它变成粗体的激活状态。

4. 执行 **Project** 指令 (曲线功能表: 从物件建立曲线 > 投影), 将两个车轮轮廓曲线投影到侧面放样曲面上。



5. 将 **CPlane** 还原为世界 Top (工作平面工具列标签, 设置工作平面为世界 Top)。
 6. 选择放样曲面其中一条输入曲线。做如下修改:
 移动或者缩放
 控制点编辑
 提示: 在这里使用操作轴更方便。
 投影在放样曲面的投影曲线会随着曲面的变化而变化。



附注: 任何对输出的编辑都将“破坏”历史记录, 并且将丢失输入和输出之间的连接。发生这种情况时, Rhino 会弹出一个警告框, 用户可以撤消以恢复连接, 或者破坏历史记录继续进行编辑。

支持历史记录的指令

记录建构历史指令的帮助主题中包含了支持**历史记录**的指令列表。

支持历史记录的指令

- 记录建构历史
- 清除建构历史
- 选取有建构历史的物件

选取建构历史子物件

选取建构历史父物件



构建历史工具列

建构历史选项

在 Rhino 中，支持建构历史的指令的输入物件称为父物件，输出物件称为子物件。

右键单击记录建构历史窗格，更改以下选项：

总是记录建构历史

默认的记录建构历史会在指令执行后失效，这个选项会改变这一状况，因此任何符合条件的指令都将始终记录建构历史。请谨慎使用此选项。这个选项始终开启除了会增加文件大小之外，它还可能导致出现错误的结果。要清除特定对象或所有对象上的历史记录，请使用 HistoryPurge 指令。

更新子物件

每次父物件更改时都会导致子物件更新。这会增加更新复杂对象所需的时间。如果要对父物件进行非常复杂的编辑，请先关闭更新子物件，再更改父物件，最后启用更新子物件，这样更新就只会发生一次，节约了时间。

锁定子物件

此选项将子物件设置为锁定状态。由于直接编辑子物件会破坏与父物件的连接关系，因此锁定子物件可防止意外错误的编辑。此外，如果子物件与父物件的位置重合，则选择子物件可能会比较麻烦，因此锁定子物件会更容易进行选取。编辑父物件时，锁定的子物件仍然会更新。

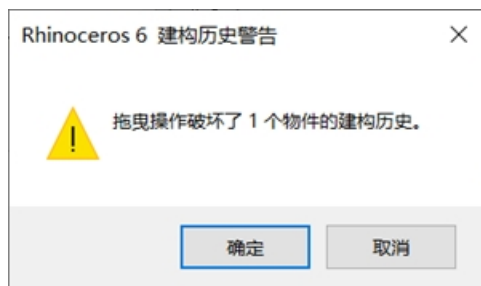
破坏建构历史警告

如果您的操作破坏了子物件与父物件的连接关系，则此选项会显示一个警告框。执行复原指令可以恢复历史记录。

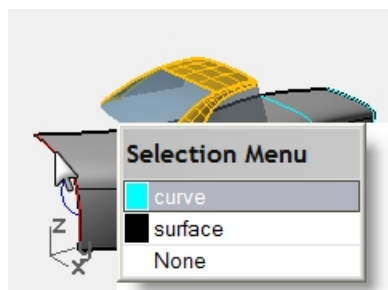
执行 History 指令也可以控制记录建构历史，更新子物件，锁定子物件，和破坏建构历史警告。

更改建构历史选项

1. 单击青色曲线弹出候选列表。
不管以任何方式编辑放样曲面，物件的历史记录都会被打破，Rhino 会对此发出警告。
2. 在候选列表里选择曲面并拖动它。Rhino 会警告您，拖拽会破坏建构历史。
3. 点击 **确定** 按钮。



确保在出现“历史记录破坏”的警告后执行复原指令以恢复输入和输出之间的连接关系。



4. 右键单击记录建构历史窗格，勾选**锁定子物件**选项。
锁定子物件后任何可能破坏建构历史的编辑都无法执行，但您还是可以选择它并更改子物件的属性或层等等。

进阶曲面处理技巧

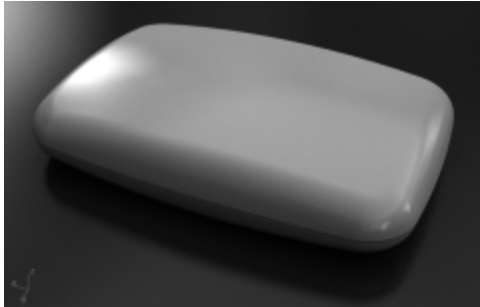
您可以使用许多方法建立象下图一样上方有弧度的曲面。

在这个练习中，我们将会使用两种不同的方法以同样的参考曲线建立这个曲面。本例中用到的都是相切关系的圆弧曲线。

第一种方法直接利用曲线扫掠形成曲面。对于第二种方法，我们将会提前构思，尝试建立简单基本外形，再通过曲面修剪得到最终效果。

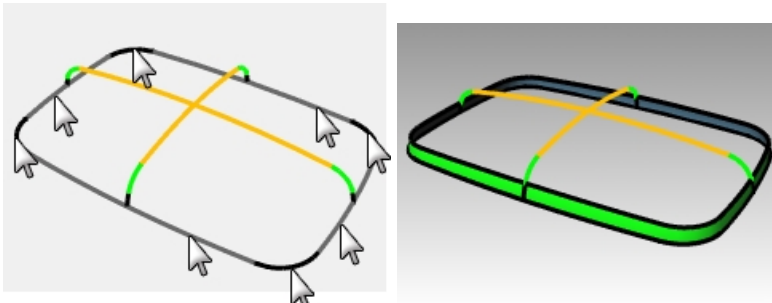
表面上看两种方法不一样，实际上，这两种方法在本质上是矛盾的。

Exercise 6-1 圆滑的转角（方法一）

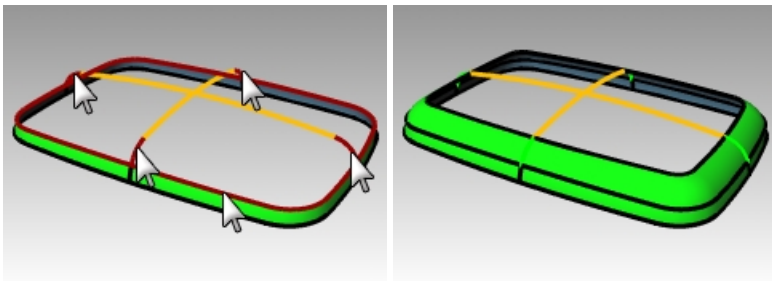


建立一个有弯曲顶部和圆滑转角的类似立方体的曲面

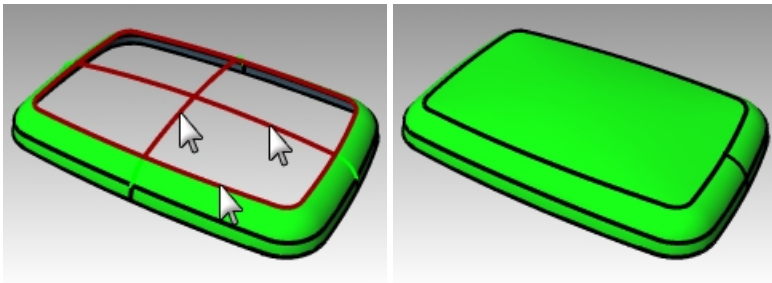
1. 打开模型 **Soft Corners.3dm**。
2. 执行 **Join** 指令 (*编辑功能表: 组合*), 组合圆滑立方体底面边缘的所有圆弧曲线。
3. 将 **03 Sweeps** 图层设为当前的图层。
4. 执行 **Sweep1** 指令 (*曲面功能表: 单轨扫掠*) 来建立第一个曲面。
5. 在 **单轨扫掠选项** 对话框中, 勾选 **封闭扫掠** 选项, 然后点击 **确定** 按钮。



6. 重复 **Sweep1** 指令, 建立第二个曲面。
7. 选取刚才建立的曲面的上边缘作为路径, 再依序选取所有断面曲线, 按 **Enter** 键完成。
8. 在 **单轨扫掠选项** 对话框里, 更改 **框型式** 为 **对齐曲面**, 勾选 **封闭扫掠**, 然后点击 **确定** 按钮。这样就保证了生成的第二个曲面与第一个曲面的连续性为相切连续。



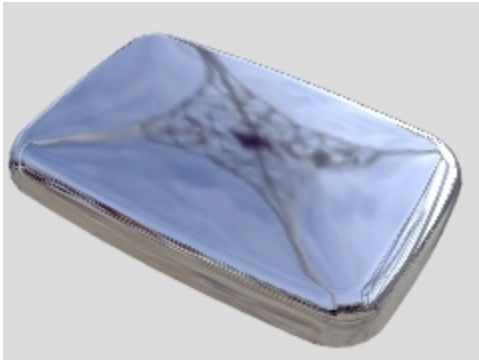
9. 执行 **Patch** 指令 (*曲面功能表: 嵌面*) 填补中间的缺口。



使用环境贴图检查曲面

1. 选取刚刚建立的所有曲面。
2. 执行 **EMap** 指令 (分析功能表: 曲线 > 环境贴图)。
3. 点击**调整网格**, 对网格进行细化, 这与使用**斑马纹**指令分析曲面的设置是类似的。
4. 在**环境贴图选项**对话框的下拉列表中选择 **Arches.png** 环境贴图或者 **Space Needle.png** 环境贴图。
5. 旋转视图, 观察环境贴图的变化。

请注意, 顶部曲面的反射贴图中有明显的 X 形。输出的曲面不能完美地诠释原始的输入曲线-顶部曲面出现了扭曲。所以, 即使我们选中了所有输入曲线, 得到的曲面也不一定很好。



圆滑的转角 - 另一种方法

这一次, 我们将从输入曲线入手, 并判断一下构建曲面的最佳方法。

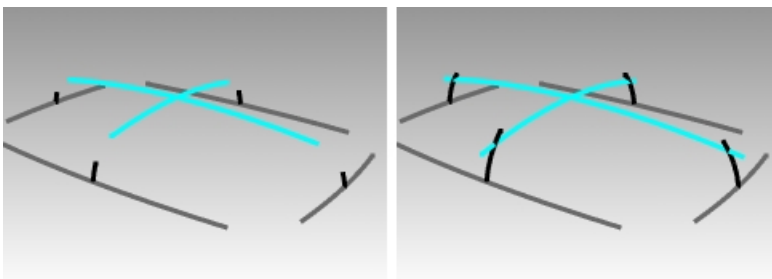
需要记住的一点是, 在构建次要曲面或过渡曲面之前, 要使主要曲面具有良好的曲率特性。

主要曲面是定义曲面的整体形状。它们的曲率相对均匀, 并且曲率小于过渡曲面。过渡曲面, 顾名思义, 提供了主要形状曲面之间的过渡。这些曲面的曲率往往比原始曲面大。例如, 圆角和混接曲面通常可以作为过渡曲面来添加。

在此示例中, 我们将四个侧面和顶面作为主面。之后再对四个尖角做倒圆角处理。由于在我们的示例中输入曲线都是由切线弧组成, 因此我们可以将侧面和顶面定义为旋转曲面。旋转成形的曲面非常精确和简单。

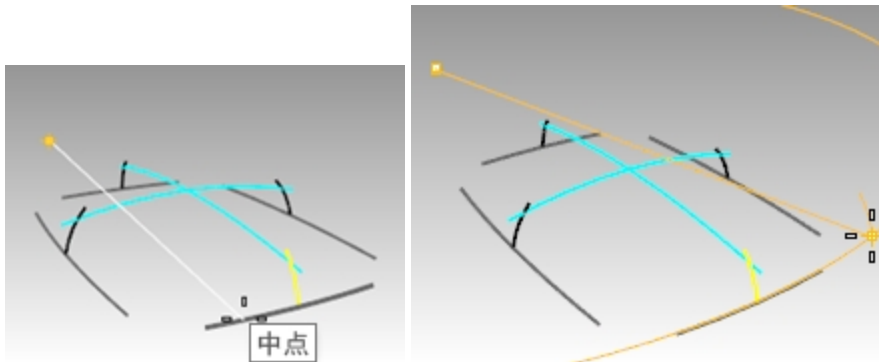
Exercise 6-2 圆滑的转角 (方法二)

1. 将 **02 Separate Curves** 图层设为当前图层, 关闭其它图层。
2. 将白色圆角曲线以及绿色曲线都隐藏掉。
3. **锁定**红色曲线。
4. 使用 **Extend** 指令 (曲线功能表: 延伸曲线), **延伸长度=10**, 延伸青色曲线的两端以及黑色圆弧的顶端, 然后按 **Enter** 键完成指令。
每条弧的两端都使用原本的圆弧半径进行延伸。



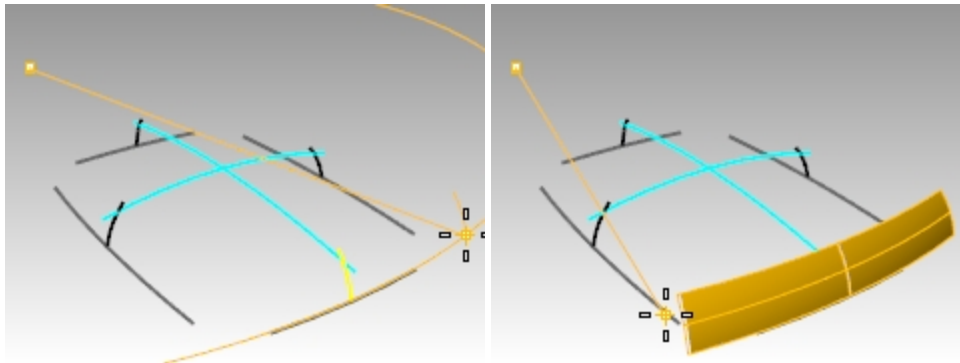
我们的目的是将圆弧延伸到足够长的程度, 使它们能够像图中那样彼此相交。并不要求特别精确的延伸长度。

5. 让 **04 Surfaces** 图层变为当前图层。
6. 执行 **Revolve** 指令 (*曲面功能表: 旋转*), 以相邻的两个垂直的延伸圆弧制作曲面。
7. 如图选取一条垂直的圆弧进行旋转, 捕捉与该圆弧相交的底面基准曲线的中心点位置做为旋转轴的起点。
8. 按下 **Enter** 键, 使用**工作平面 Z 轴**方向做为**旋转轴终点**。
如果您是 **Perspective 工作视窗**中, 此选项将自动将轴设置为垂直, 这样就省去了定位第二个点的麻烦。

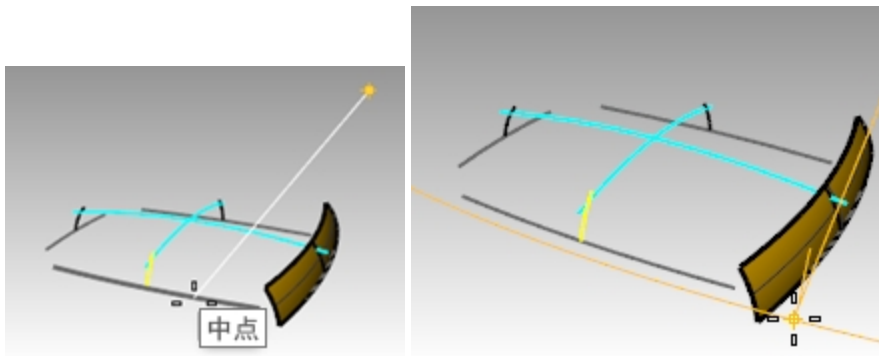


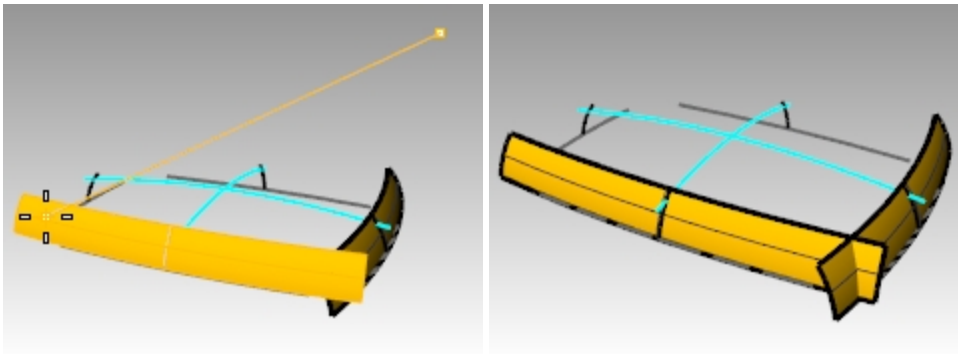
9. 选取**起始角度**, 如图所示, 该位置尽量位于最终需要的曲面范围之外。
确保**正交模式**在此阶段是**关闭**的。

我们的目的是制作一个比最终需要的长方体更大的曲面, 因此不需要确切的起点和终点的位置, 只要超出所需长方体的范围即可。

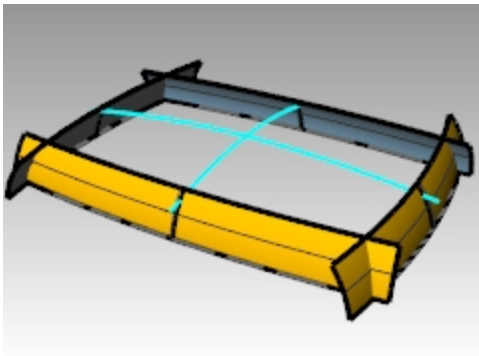


10. 提示旋转角度时在另一侧指定一个点完成垂直曲面的创建。这个点的位置也要超出最终所需的长方体的范围。
11. 用相同的方法创建一个相邻的垂直曲面。





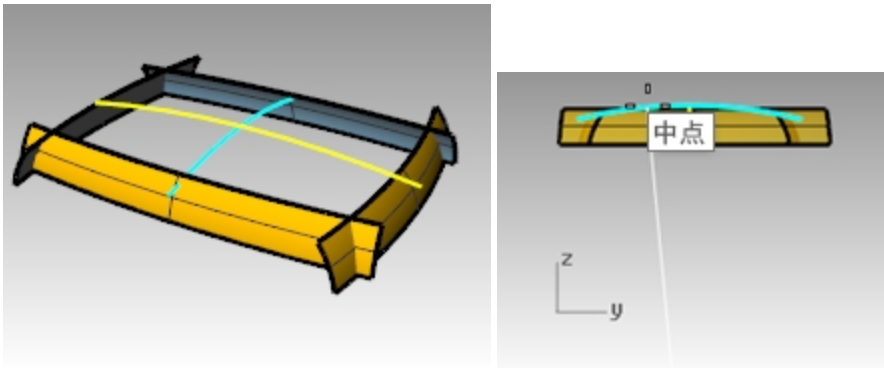
12. 使用您在本课程建立的 **MH** 和 **MV** 指令别名，分别以工作平面 X 和 Y 轴做为镜像轴，镜像刚刚建立的两个垂直曲面。



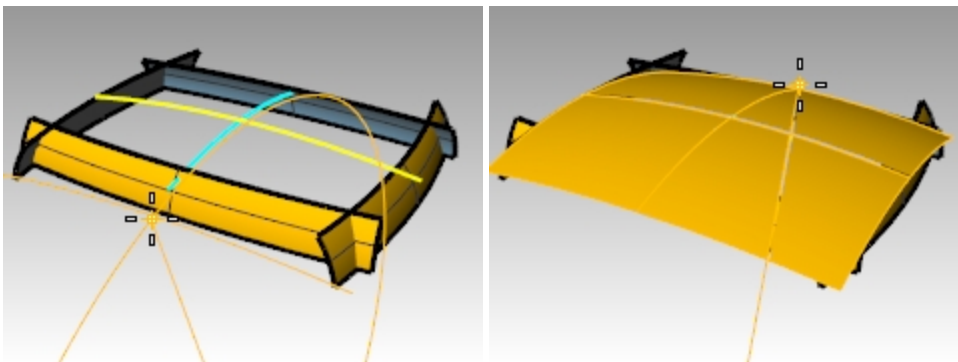
制作顶部曲面

这个例子中，我们将旋转较长的圆弧，通过围绕另一条圆弧曲线的中心旋转来制作顶部曲面。由于我们将在 **Perspective** 工作视窗中制作，因此需要更改该视窗的工作平面。

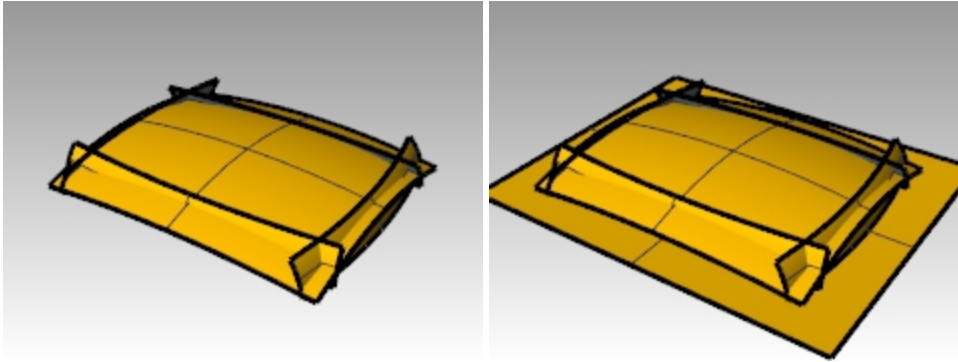
1. 使用 **Revolve** 指令 (曲面功能表: 旋转)，用较长的顶部圆弧制作顶部曲面。
2. 从 **Right** 工作视窗中捕捉较短圆弧的中心点做为 **旋转轴** 的起点。



3. 按下 **Enter** 键，使用工作平面 **Z** 轴方向做为 **旋转轴** 终点。
4. 在如图所示的位置指定 **起始角度**。
5. 在图示的位置指定另一个点做为 **旋转角度** 来创建顶部曲面。

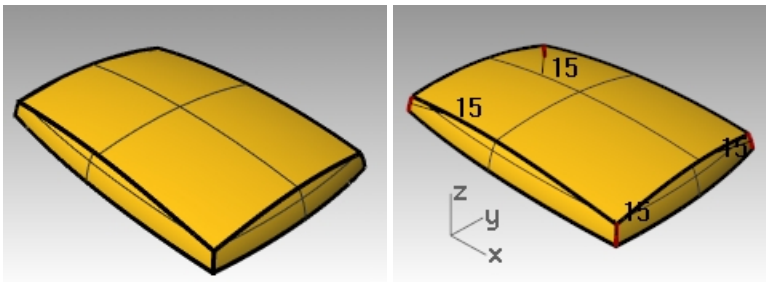


- 使用 **CutPlane** 指令 (曲面功能表: 平面 > 切割用平面), 在 origin 处创建一个水平的切割用平面。

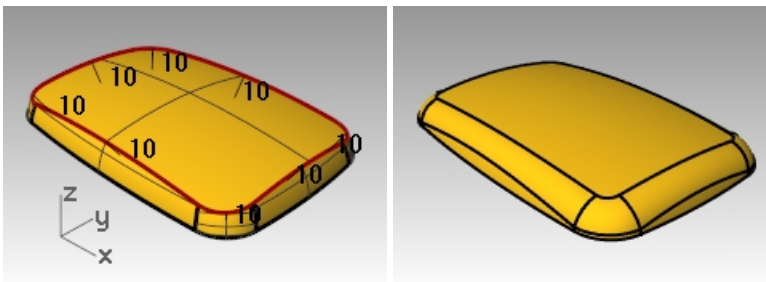


将曲面转变成实体

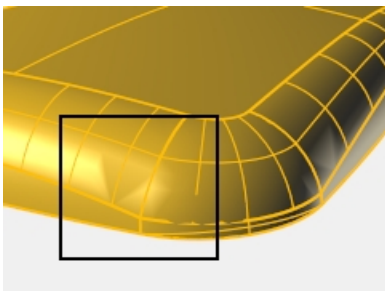
- 使用 **CreateSolid** 指令 (实体功能表: 自动建立实体), 将曲面自动组合和修剪, 最终得到一个封闭的实体物件。
- 执行 **FilletEdge** 指令 (实体功能表: 边缘圆角 > 不等距边缘圆角), 将实体的边缘进行倒角。
- 设置下一个半径为 15, 选取四条垂直的边缘, 按 **Enter** 键完成倒角。



- 重复 **FilletEdge** 指令, 建立顶部边缘圆角。
- 设置下一个半径为 10, 选取顶部八条边缘, 按 **Enter** 键完成倒角。
这种方法得到的曲面结构简单平滑, 而且没有锐边。



附注: 您可能会在一个或多个角的着色模式视图中注意到缺陷。这是渲染网格设置的问题。几何图形没有任何问题。

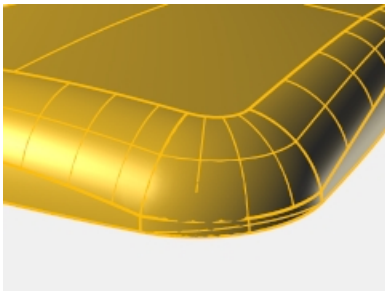


修复网格

- 使用 **Options** 指令改变网格的设置。
- 在 **网格** 页面, 将渲染网格品质改为 **自定义**。
使用图中所示的设置。



再观察刚刚的缺陷，缺陷就会消失。



Chapter 7 - 进阶曲面建模技巧

建立曲面时您可能会遇到许多复杂或者需要技巧的问题。在本章中，我们将介绍几种简洁地构建曲面的技巧。示例除了会介绍一些特别的曲面建立技巧以外，也会让您了解在 Rhino 里您可以创造性地结合各种工具，解决建立模型时实际遇到的难题。

在这个章节您会学到如何建立平滑的圆顶按钮、渐消面和如何整平曲面的技巧。

圆顶按钮

这个范例的目标是建立手机上的圆顶按钮，按钮的圆顶曲面除了要与周围的曲面平滑相接外还要保有自己的圆顶造型。有许多种方法建立这样的曲面，本范例会示范其中的三种方法。

Exercise 7-1 平滑的圆顶按钮



打开准备好的模型

1. 打开模型 **Button Domes.3dm**。

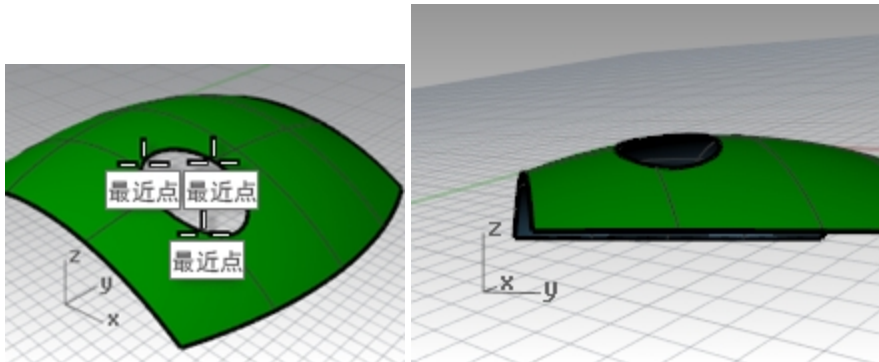
这个范例的关键在于定义一个与曲面上某个区域最接近的自定义工作平面。一旦定义好了这个工作平面，我们就可以采用多种方法来创建曲面。

定义工作平面的方法有许多种，在这个范例中我们会讨论四种方法：通过三点定位工作平面、与曲线垂直定位工作平面、与曲面相切定位工作平面，以及对齐至物件的方式定位工作平面。

2. 使用 **OneLayerOn** 指令打开 **Surfaces to Match** 图层，您所看到的表面上的洞就是要放置按钮的位置。

以三点定位方式创建自定义工作平面

1. 关闭正交和锁定格点。
2. 执行 **CPlane** 指令，使用三点选项 (查看: 设置工作平面 > 3点定位)。
3. 在 **Perspective** 工作视窗中，使用**最近点**物件锁点，在曲面的洞的边缘上指定三个点。
现在可以看到工作平面穿过您指定的这三个点，并且第一个指定的点就是工作平面的原点。

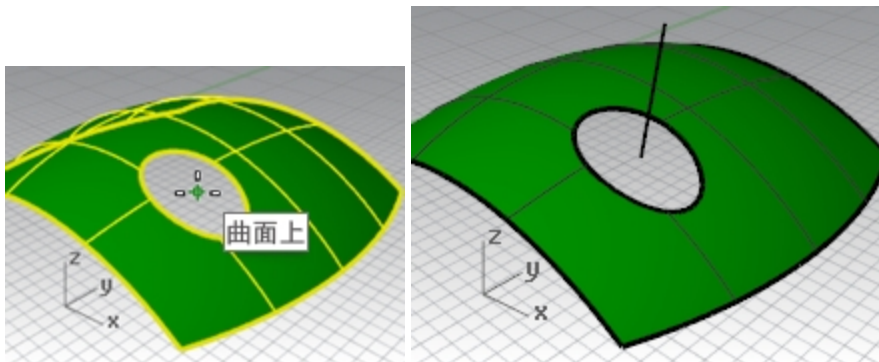


4. 旋转 **Perspective** 视图，可以看到工作平面网格线与曲面上的洞是对齐的。

以与曲线垂直的方式创建自定义工作平面

先画出曲面的法线，再设定工作平面与这条曲面法线垂直。这样就可以画出与曲面上任意指定点相切的工作平面。

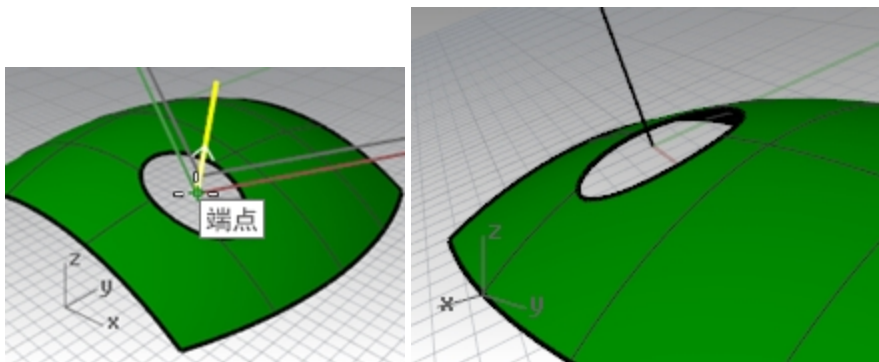
1. 执行 **CPlane** 指令，使用**复原**选项 (右键单击工作视窗标题菜单: 设置工作平面 > 复原工作平面更改)，复原工作平面更改。
2. 执行 **Line** 指令，使用**法线**选项 (曲线功能表: 直线 > 曲面法线)，在接近曲面的洞的中心点画一条曲面法线。



指令行中设置**不论修剪与否=是**，这样就可以从曲面中的修剪孔洞内绘制直线。

3. 执行 **CPlane** 指令，使用**曲线**选项 (查看: 设置工作平面 > 与曲线垂直)。
4. 指定刚刚画好的法线。
5. 使用**端点**物件锁点，将工作平面放置于靠近曲面的法线端点。

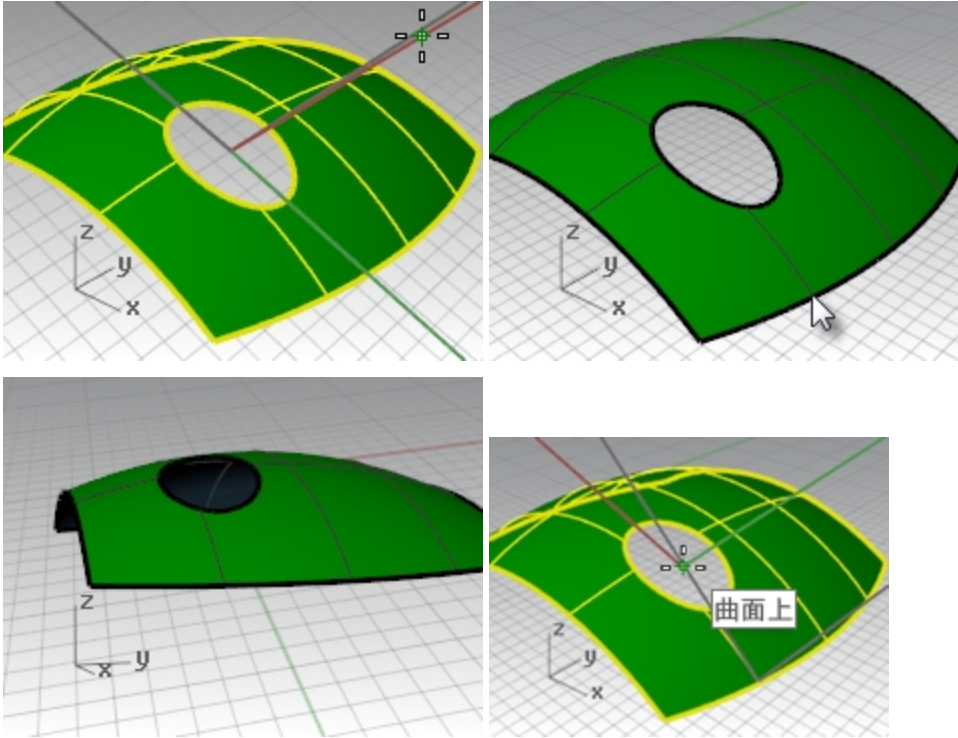
这样设置出来的工作平面与曲面法线是垂直的。



通过曲面选项创建自定义工作平面

这种设置方式可以让工作平面与曲面相匹配。您可以在曲面上的任意位置放置工作平面，工作平面与曲面在该位置上必定相切。这与前一种方法类似，但无需绘制法线。

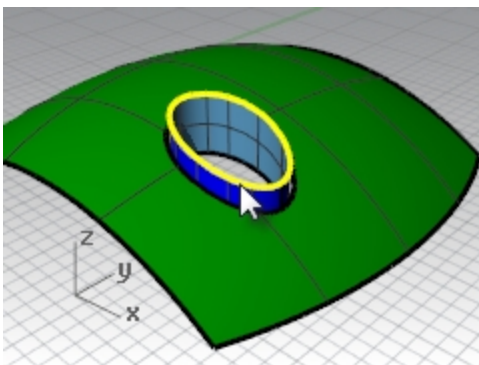
1. 执行 **CPlane** 指令, 使用**复原**选项 (右键单击工作视窗标题菜单: 设置工作平面 > 复原工作平面更改), 复原工作平面更改。
2. 删除刚刚画好的法线。
3. 执行 **CPlane** 指令, 使用**曲面**选项 (查看: 设置工作平面 > 基点)。
4. 选取曲面。
5. 提示选取**工作平面**基点时, 将**不论修剪与否**更改为**是**, 然后在靠近孔洞的中心点位置处指定一点为**工作平面**基点。
6. 提示**X 轴方向**时, 在修剪曲线长尺寸方向上指定一个点。
工作平面与曲面在原点处相切。



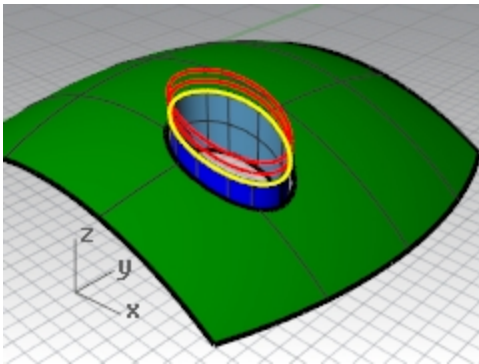
方法 1 - 使用放样曲面制作按钮

使用 **PlaneThroughPt** 指令建立一个矩形平面, 使平面通过数个从物件上抽离的点物件, 这个矩形平面会尽可能地逼近所有的点物件。**CPlane** 指令的**物件**选项会将工作平面原点放置于矩形平面的中心点, 这是建立按钮的一个不错的方法。您可以使用许多方法抽离点物件, 例如可以从按钮曲面边缘或从孔洞的边缘都可以抽离点物件。

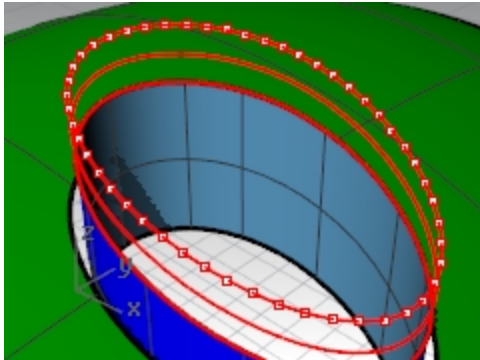
1. 执行 **CPlane** 指令, 使用**复原**选项 (右键单击工作视窗标题菜单: 设置工作平面 > 复原工作平面更改), 复原工作平面更改。
2. 开启 **Surfaces** 和 **Curves** 图层。设置 **Curves** 图层为当前的图层。
3. 执行 **DupEdge** 指令 (曲线功能表 > 从物件建立曲线 > 复制边缘) 复制圆柱曲面的上方边缘, 按 **Enter** 键。



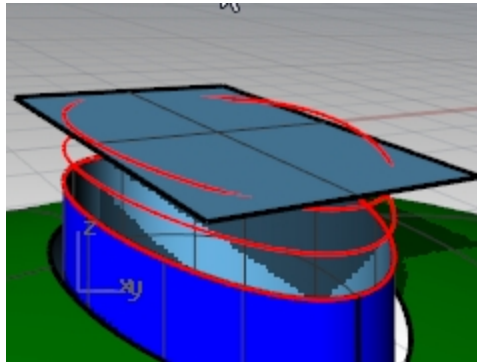
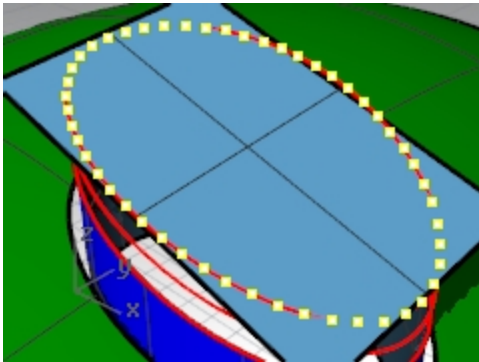
4. 将得到的曲线向垂直方向**复制**两次, 每段曲线相距约 0.5mm。
这些曲线的垂直位置可以决定按钮圆顶曲面的形状。



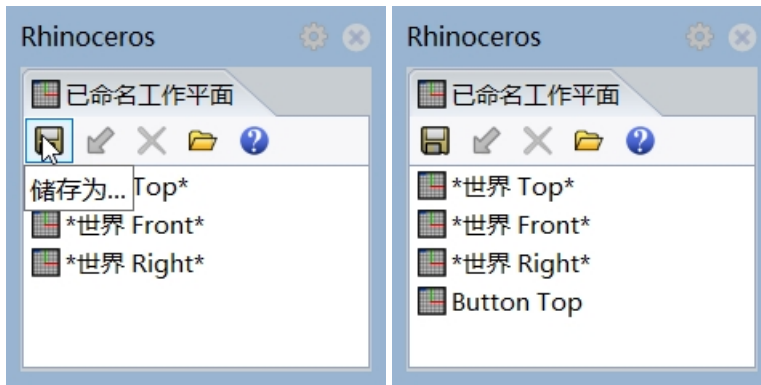
5. 使用 **Divide** 指令 (曲线功能表: 点物件 > 曲线分段 > 分段数目), 在顶部的复制曲线上建立 50 个点物件。在指令行中, 设置分割=否, 输出成群组=是。



6. 使用 **SelLast** 指令选取刚刚创建的所有点物件。
7. 使用 **PlaneThroughPt** 指令 (曲面功能表: 平面 > 通过数个点), 建立通过选取点的平面。
8. 按 **Delete** 键删除仍然处于选取状态下的点物件。
这样建立的矩形平面会尽可能地逼近所有被选取的点。



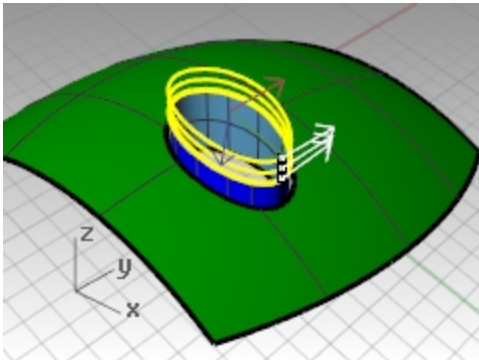
9. 使用 **CPlane** 指令, 点击物件选项 (查看: 设置工作平面 > 至物件), 将工作平面放置到矩形平面上。
10. 从查看功能表中选择**设置工作平面**, 再选择**已命名工作平面**。在已命名工作平面中点击**保存**按钮, 在弹出的对话框中重命名该工作平面为 **Button Top**, 然后点击确定保存。
它还允许您随时还原这个自定义工作平面。
11. **删除**这个您用来创建 **Button Top** 工作平面的矩形曲面。



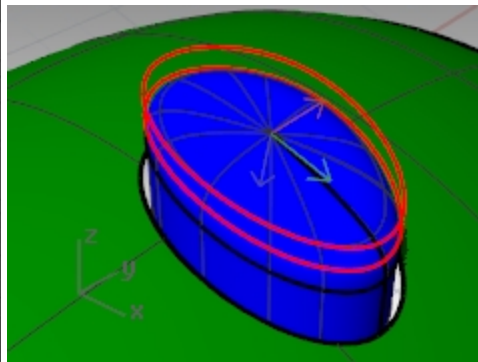
以放样建立按钮

1. 将 **surfaces** 图层设置为当前图层。
2. 使用**放样**曲面制作按钮。
3. 按从下到上的顺序依次选取按钮曲面的上边缘以及复制出来的两条曲线。
4. 选取完曲线后，在指令行中，点击**点**选项。
5. 这时会提示**放样的终点**，请确定此时使用中的工作视窗是自定义工作平面所在的工作视窗，然后输入 **0**，按 **Enter** 键。

放样的终点位于刚才建立的矩形平面的中心点，也就是自定义工作平面的原点。



6. 在**放样选项**对话框里，设置**样式**为**松弛**，然后点击 **确定** 按钮。
使用**松弛**选项时，将会在输入曲线的控制点位置创建曲面控制点，如果您选择**标准**选项，输入曲线的位置会与放样曲面结构线的位置保持一致。

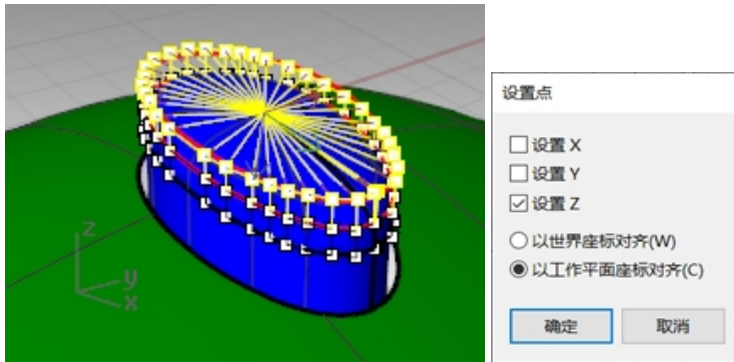


7. 开启放样曲面的控制点。
8. 选取最靠近中心点的一整圈控制点。选取其中一个控制点，再使用 **SelV** 或 **SelU** 指令选取一整圈的控制点。
9. 使用 **SetPt** 指令 (变动功能表: 设置 XYZ 坐标)，设定所有选取的控制点在 Z 轴高度对齐按钮的中心点。这里的 Z 轴是指当前工作平面的 Z 轴。

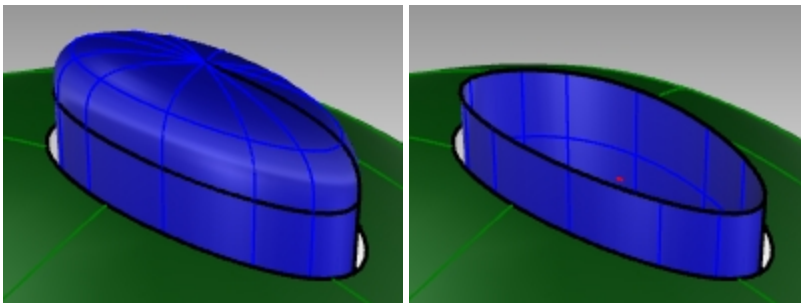
您的当前工作平面是自定义工作平面，您可以设置当前工作平面的点的所有 Z 方向的数值。本例中选中的所有点的 Z 值与按钮中心点的 Z 值是相同的。

设置点对话框中，不要勾选设置 X 和设置 Y 选项（您可以在设置 Z 选项上右键单击，这样可以快速清除其它两个选项的选择并选中该选项）。

- 在设置点对话框中，选择**以工作平面坐标对齐**选项。
请记住这个高度的设置是相对于当前自定义的工作平面来设置的。



- 打开**点物件锁点**，捕捉到放样曲面的中心点，然后单击，这就是被选点在 Z 方向上要对齐的点的位置。



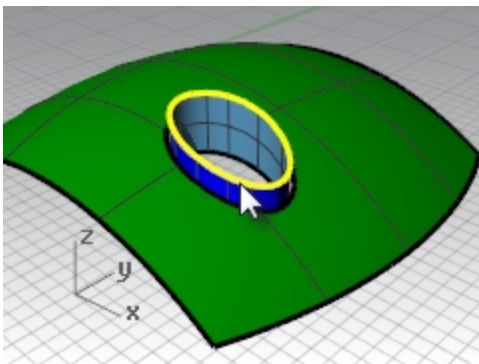
附注：您还可以在创建放样曲面之前开启**记录建构历史**，这个时候如果要执行 **SetPt** 操作就不是从曲面控制点入手，而是要将最上方的曲线的控制点在当前工作平面的 Z 轴方向上拍平。

- 隐藏圆形按钮的顶部曲面。

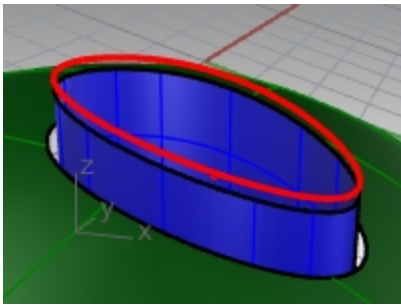
方法 2 - 使用嵌面制作按钮

接下来，您将学习使用 **Patch** 指令创建按钮曲面。嵌面也支持建构历史。使用 **Patch** 指令创建按钮曲面时，如果记录建构历史是开启的，那您更改输入曲线，输出曲面也会随之更新。

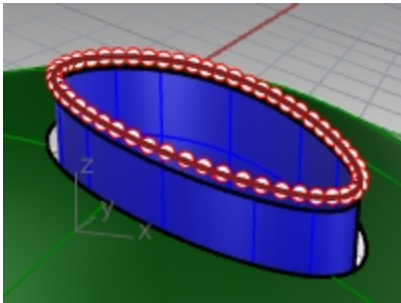
- 使用 **DupEdge** 指令来复制圆柱曲面上方的边缘。



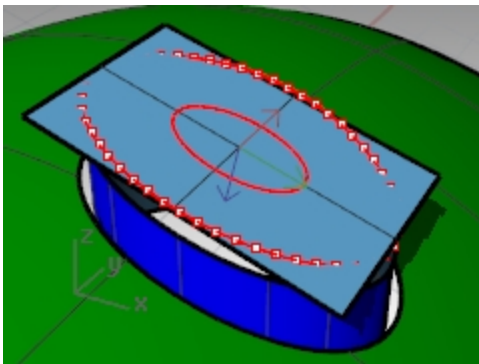
- 将复制的曲线在世界 Z 轴的方向向上移动一小段距离。



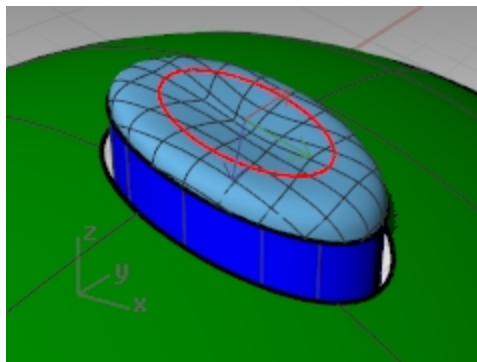
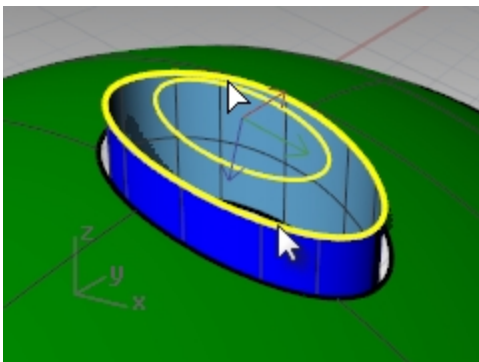
3. 使用 **Divide** 指令像之前一样在这条曲线上建立 50 个分段点。



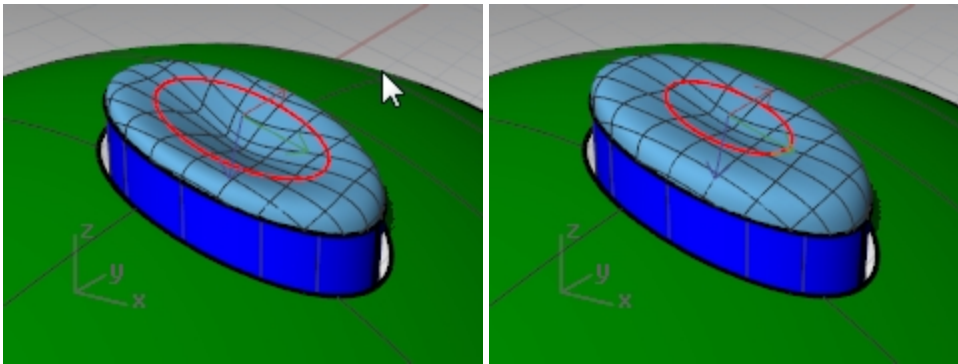
4. 像之前的范例一样，使用 **PlaneThroughPt** 指令建立一个通过所有点的矩形平面，然后删除所有的点物件。
5. 使用 **Cplane** 指令的**物件**选项，将工作平面设定到刚才建立的矩形平面上。
6. 以自定义的工作平面的原点为圆心，绘制一个圆形或者椭圆形。



7. 使用 **Patch** 指令，选择圆柱曲面的上边缘和刚刚建立的圆形或椭圆形。嵌面与圆柱曲面边缘相切并且顶部有凹陷。



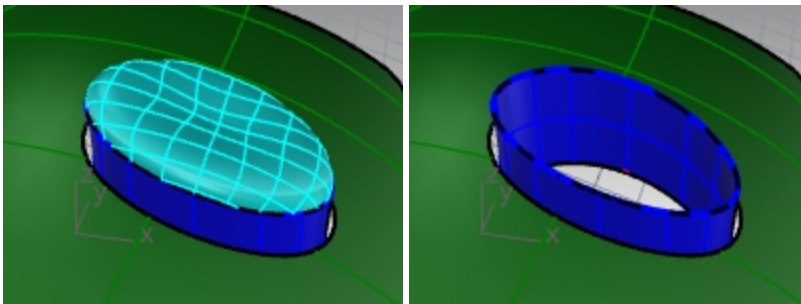
圆形/椭圆的大小会影响建立的曲面的形状。



附注：如果在嵌面的时候开启了**记录建构历史**，您可以通过上下移动或者缩放圆形/椭圆形曲线来调节输出嵌面的形状。

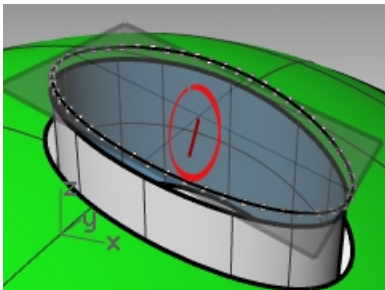
开启**操作轴**会非常适合进行这些调整。请确保**操作轴**与**自定义工作平面**是对齐的。

8. 隐藏圆形按钮的顶部曲面。

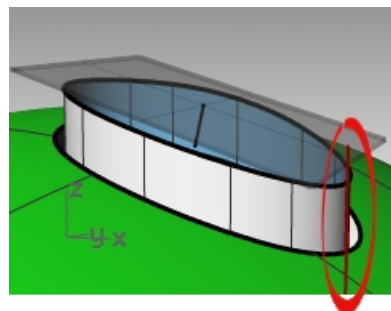


方法 3 - 使用路径旋转制作按钮

1. 使用 **DupEdge** 指令来复制圆柱曲面上方的边缘。
2. 将复制的曲线在世界 Z 轴的方向向上**移动**一小段距离。
3. 将这个曲线以数目的方式**分段**，建立 50 个点物件。
4. 像之前范例一样使用 **PlaneThroughPt** 指令创建一个矩形曲面。然后删除这些点。
5. 使用 **Cplane** 指令的**物件**选项，将工作平面设定到刚才建立的矩形平面上。
6. 使用 **Lock** 指令(编辑功能表: 可见性 > 锁定)，将刚刚用 **PlaneThroughPt** 创建好的矩形曲面锁定。
7. 使用 **Line** 指令的**垂直**选项，从工作平面原点向下（矩形平面的法线方向）绘制一条适当长度的直线。

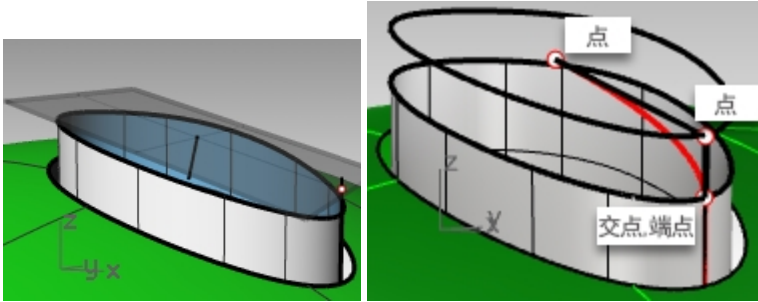


8. 使用 **Extend** 指令 (**曲线功能表: 延伸曲线 > 以直线**)，将圆柱曲面接缝线向上延伸至超过矩形平面。(如果没有可用的接缝线，可以使用抽离结构线的方式在曲面上创建一条曲线并延伸。)

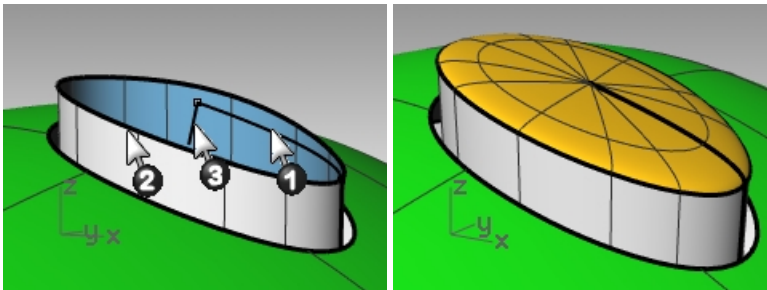


9. 使用 **Intersect** 指令 (**曲线功能表: 从物件建立曲线 > 相交**)，找到延伸曲线与矩形平面之间的交点。

10. 使用 **Curve** 指令绘制一条轮廓线，法线的上端点为起点，上一步得到的交点为曲线的中间点，圆柱曲面接缝上方的端点为曲线的终点。



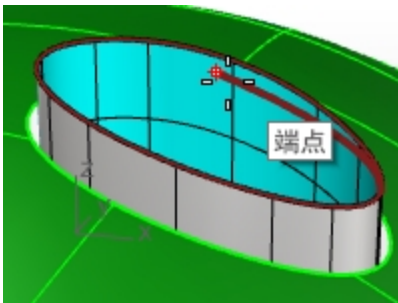
11. 执行 **RailRevolve** 指令 (曲面功能表: 沿着路径旋转)。设置**缩放高度=是**。
通常，在路径曲线不是平面曲线的情况下，将缩放高度设置为是，这是很有帮助的。本例中，您将选择圆柱曲面的顶部边缘作为路径。
12. 选择您刚刚创建好的曲线 (1) 作为轮廓曲线，圆柱曲面的顶部边缘 (2) 作为路径曲线。选择垂直线(3)的上端点作为旋转轴的起点，下端点作为旋转轴的终点。



请注意，旋转轴的第二个点位于原点的垂直方向，这种垂直关系是相对于自定义工作平面说的，而不是世界工作平面。

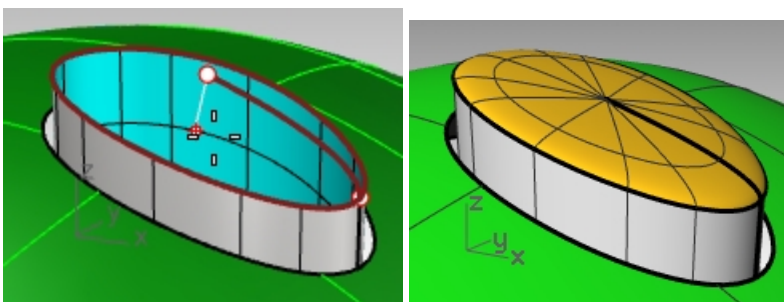
升降模式：除了创建垂直线并选择垂线的端点来指定旋转轴的起点和终点这一种方法外，您还可以使用升降模式实现。

当指令行中出现**路径旋转轴起点**的提示时，使用**端点**物件锁点，捕捉轮廓曲线的端点。

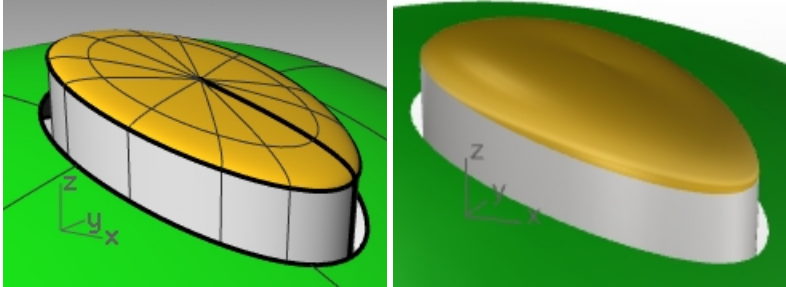


然后按着 **control 键**，再次指定轮廓曲线上的相同端点。

接下来，将光标拖动任意距离，您就可以在升降模式的帮助下指定旋转轴的终点了。这种方法无需绘制直线就可以直接输入旋转轴。

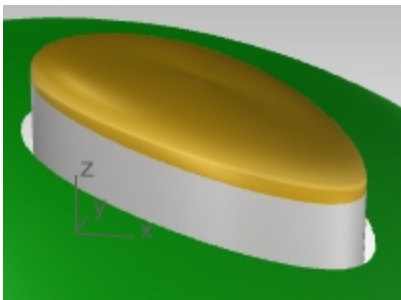
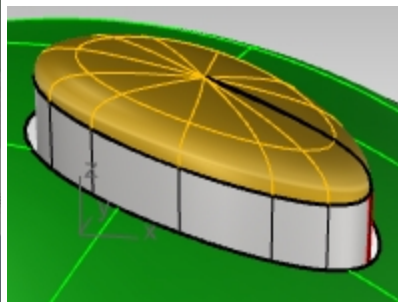


13. **RailRevolve** 指令在建立曲面时并不会计算曲面之间的连续性，



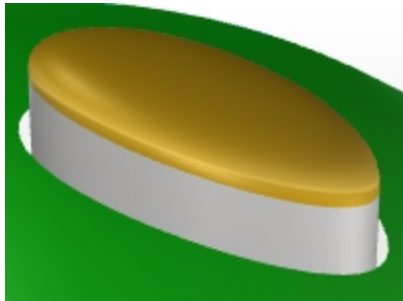
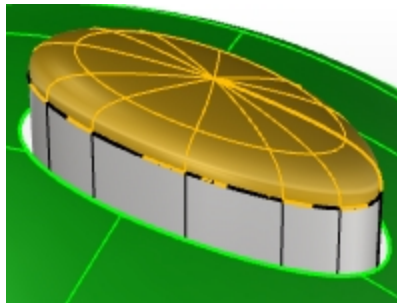
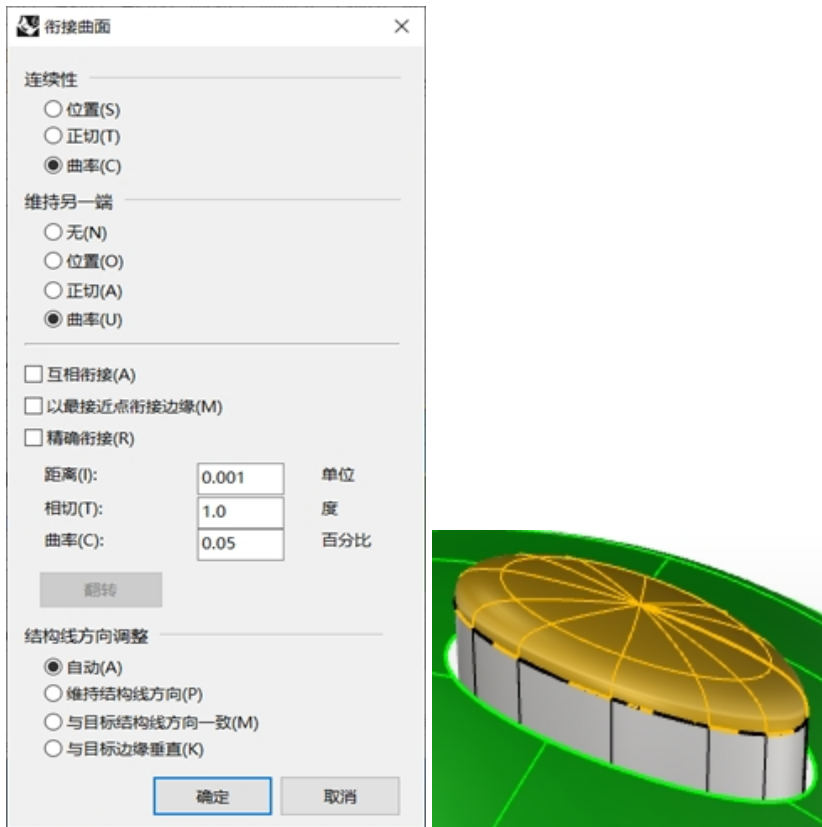
所以您需要使用 **MatchSrf** 指令将新建立的曲面与按钮的圆柱曲面做衔接，使这两个曲面之间形成相切或曲率连续。

在**衔接曲面**对话框中，设置**连续性**为**曲率**，**维持另一端**设为**位置**，**结构线方向调整**设为**自动**。



仔细观察，这似乎会挤压顶部曲面。**复原**并再次尝试**衔接曲面**。

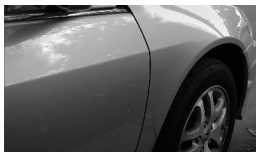
14. 在**衔接曲面**对话框中，设置**连续性**为**曲率**，**维持另一端**设为**曲率**，**结构线方向调整**设为**自动**。



使用这些设置衔接曲面后，按钮曲面的连续性看起来会更好一些。

渐消面

通常需要建立渐消面的情形是两个曲面在相接边缘的一端为某个角度，然后在另一端改变为另一个角度或者变为 0。图示中的车身渐消面就是一个例子。以下练习介绍两种可能出现的情况。



Exercise 7-2 建立渐消面 (1)

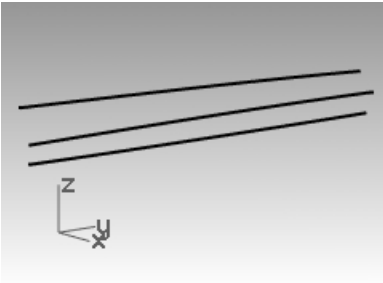
这个范例的关键在于两个曲面边缘的两端以不同的连续性衔接。我们会以 10 度的角度衔接两个曲面边缘的一端，而另一端以相切连续衔接。要完成这样的曲面需要建立一个角度正确的替代曲面，将上方曲面的下边缘与替代曲面衔接，在替代曲面被删除或隐藏后，留下来的两个曲面间会形成一条逐渐消失的锐边。

打开准备好的模型

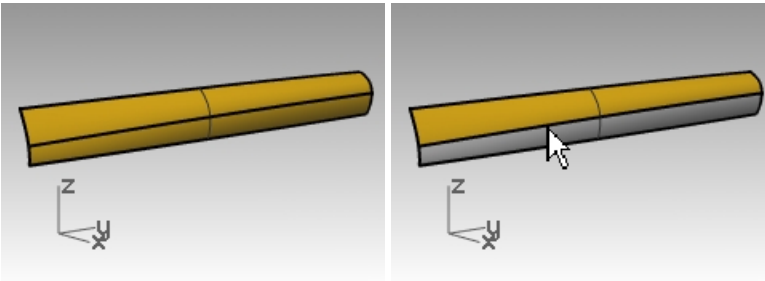
1. 打开模型 **Crease 01.3dm**。
2. 打开图层 **Curve** 和 **Loft**。
3. 设置 **Loft** 图层为当前图层。

- 使用 **Loft** 指令以模型中的三条曲线建立放样曲面。

Loft 指令会记忆本次 Rhino 打开后最后一次执行 Loft 指令的设定值，所以您必须确定**放样样式为标准**，并且选择**不要简化**。



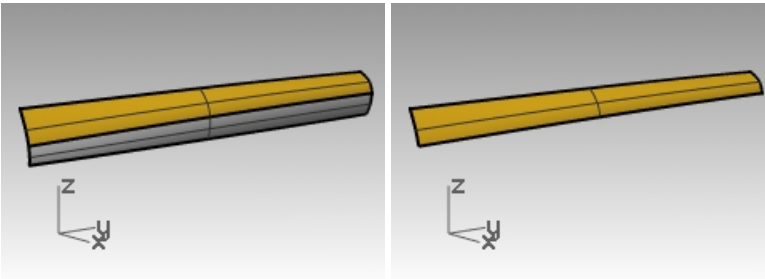
- 我们要做一个包含所有曲线的曲面，但是沿着中间的曲线有一条折痕。
使用中间的曲线将曲面**分割**成两个曲面。
- 执行 **ShrinkTrimmedSrf** 指令 (曲面功能表: 曲面编辑工具 > 缩回已修剪曲面) 缩回这两个修剪曲面。



如果被缩回的曲面是以它的结构线修剪或分割时，缩回后的边缘会成为未修剪的边缘，因为修剪的边缘与原生的曲面边缘完全一样。

以放样的曲线修剪曲面其实就等于以结构线修剪曲面。

要分割的曲面是单一曲面时，您也可以使用 **Split** 指令的结构线选项分割曲面。



- 隐藏**下方曲面并关闭 **Curve** 图层。

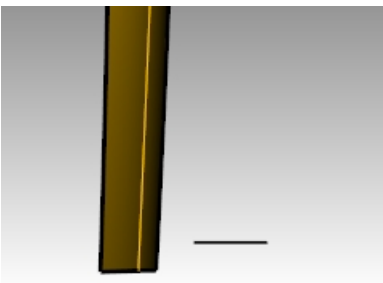
创建替代曲面

我们将会创建一个新的替代曲面，然后让上方的曲面去衔接新建曲面。

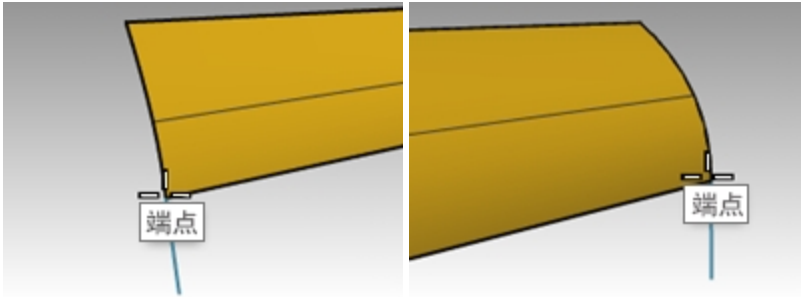
替代曲面由沿上方曲面底部边缘的一个或多个线段构成，这些线段与上方曲面的角度不同。

要建立一条与相切方向差距某个角度的直线线段的最简单的方法是使用变形工具放置相切直线线段，再旋转相应的角度。

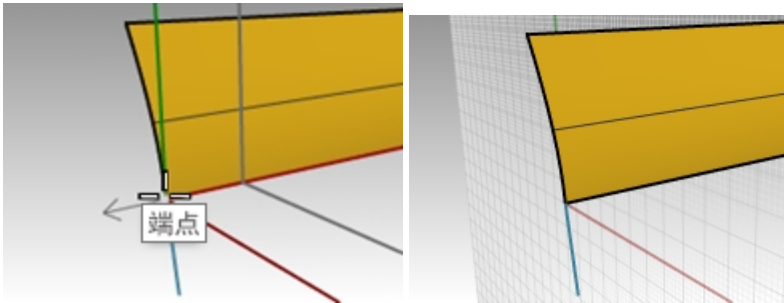
- 设置 **Dummy Curve** 图层为当前图层。
- 在 **Top** 工作视窗中，绘制一条长 **20** 个单位的直线。



3. 执行 **OrientCrvToEdge** 指令(变动功能表: 定位 > 曲线至边缘)。
4. 提示**选取要定位的曲线**时, 选取刚刚创建的直线。
5. 提示**目标曲面边缘**时, 选择曲面的下边缘。

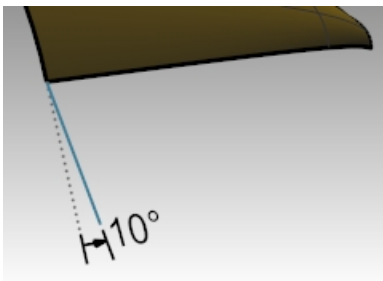


6. 当提示**指定目标边缘上的点**时, 在指令行中更改**复制=是**, 然后捕捉到下边缘的端点, 放置第一条直线。
7. 继续**指定目标边缘上的点**, 捕捉下边缘另一侧的端点放置第二条直线。
8. 按 **Enter** 键。
定位后的直线应该与上图一样。
9. 接下来, 您需要设置一个垂直于曲面下边缘的工作平面。
在 **Perspective** 工作视窗中, 右键单击**工作视窗标题栏**, 在弹出的菜单中选择**设置工作平面下的与曲线垂直**选项。然后捕捉到曲面下边缘的左端点作为新工作平面的坐标原点。

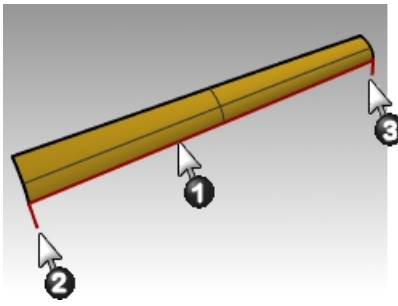


建立路径直线

1. **选择**左侧的直线段, 然后执行 **Rotate** 指令。
2. 以自定义工作平面原点为旋转中心点,
3. 将被选直线段旋转 10 度。
旋转后的直线应该与上图一样。

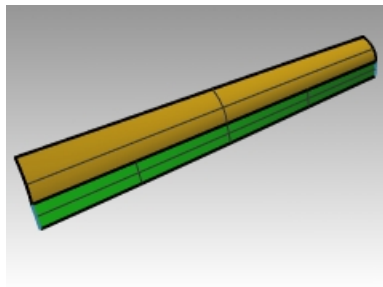


4. 设置 **Dummy Surface** 图层为当前图层。
5. 执行 **Sweep1** 指令 (曲面功能表: 单轨扫掠) 来建立替代曲面。
6. **选择**上方曲面的下边缘(1)为扫掠路径, 两条直线线段(2 和 3)为断面曲线。
请确保您选取的扫掠路径为曲面边缘, 而不是之前建立放样曲面时的输入曲线。



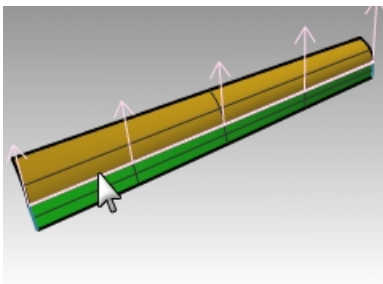
7. 在**单轨扫掠选项**对话框里，更改**框型式**为**对齐曲面**。

这个选项可维持断面曲线相对于曲面边缘的角度定位，与曲面相切的断面曲线（1）沿着曲面边缘扫掠时，除非有另一条角度定位不同的断面曲线（2）存在，否则整个扫掠曲面都会和边缘路径的曲面维持相切连续。当有两条角度定位不同的断面曲线时，扫掠曲面相对于曲面边缘的角度定位会从一条断面曲线过渡到另一条断面曲线。

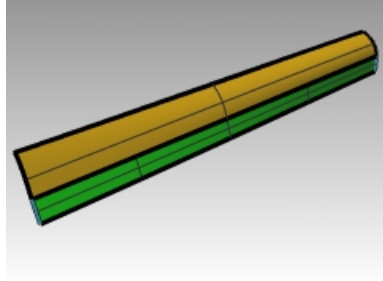


将上方曲面衔接到替代曲面

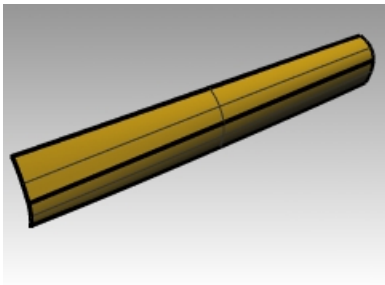
1. 使用 **MatchSrf** 指令将上方曲面与替代曲面做衔接。
2. 选取上方曲面的下边缘。



3. 选取替代曲面的上边缘。
4. 在**衔接曲面**对话框中，连续性选**正切**，勾选**以最接近点衔接边缘**选项。这样会使衔接时曲面变形程度降到最小。



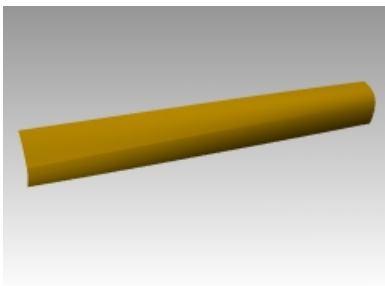
5. 显示之前被隐藏的下方曲面（红色），并隐藏替代曲面（蓝色）。



6. 组合上方和下方的两个曲面。

因为两个曲面都是未修剪的曲面，您可以再将两个曲面合并成一个单一曲面。

多重表面上的锐边从明显的一端逐渐消失于另一端。如果需要对锐边两侧曲面的角度做更多的控制，您可以放置更多的断面曲线来建立替代曲面。



建立渐消面（2）

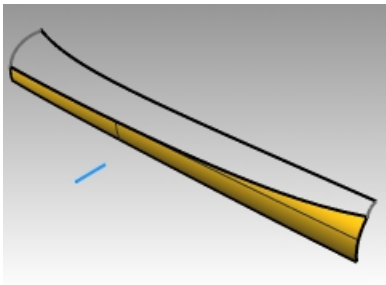
在这个范例中，渐消锐边和曲面之间的关系较为复杂。虽然与前一个范例类似，但本例中上方的曲面是以双轨扫掠建立的曲面。

Exercise 7-3 建立渐消面（2）

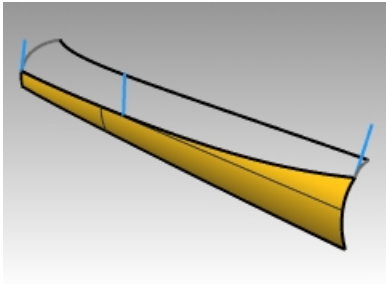
以修剪过的曲面边缘建立渐消面

1. 打开模型 **Crease 02.3dm**。
2. 使用 **Line** 指令 (曲线功能表: 直线 > 单一直线), 在 **Top** 或者 **Perspective** 工作视窗中的任意位置绘制一条直线。

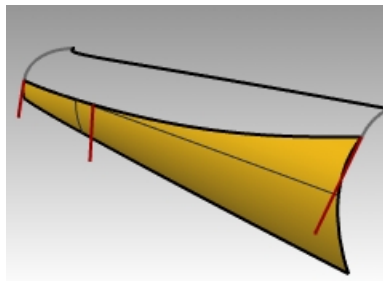
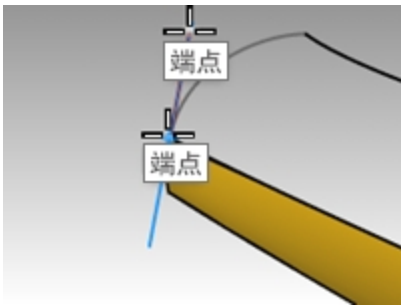
我们会使用这条直线创建替代曲面。



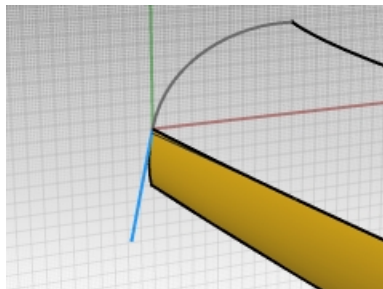
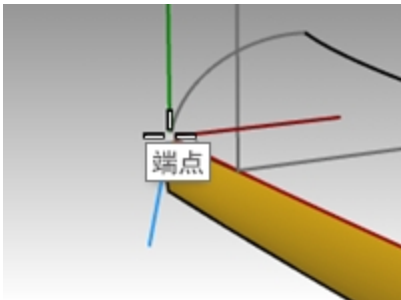
3. 使用 **OrientCrvToEdge** 指令 (变动功能表: 定位 > 曲线至边缘), 开启复制选项, 将上一步建立的直线定位到下方曲面的上边缘。
4. 在曲面边缘的两端与中段附近各放置一条直线。



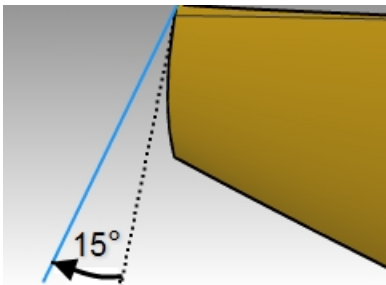
5. **移动**所有定位好的直线, 以每条直线的上方端点为移动的起点, 下方的端点为移动的终点。



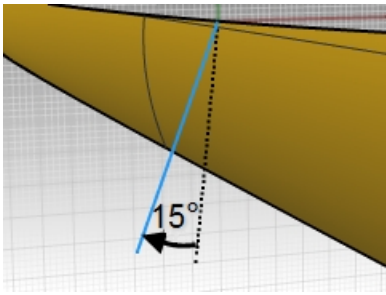
6. 使用 **CPlane** 指令 (查看: 设置工作平面 > 与曲线垂直), 设置工作平面到曲面上方边缘的左侧端点, 使工作平面与端点上的直线对齐。



7. 使用 **Rotate** 指令 (变动功能表: 旋转), 将直线按如图所示逆时针旋转 **15** 度。

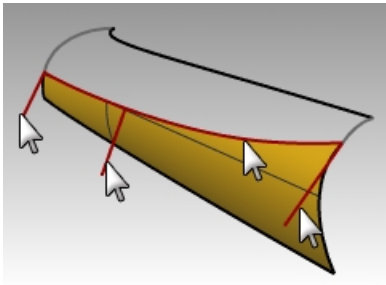


8. 曲面边缘中段的直线重复上一步骤。

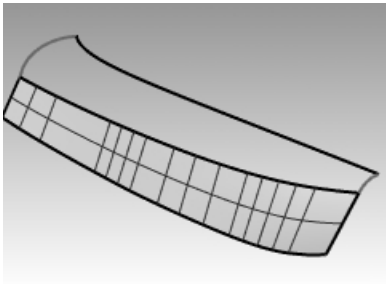


创建替代曲面

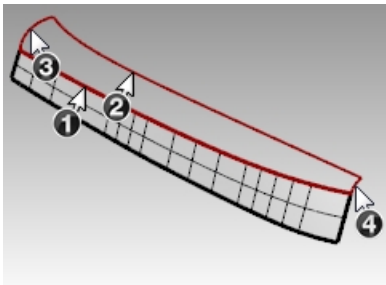
1. 使用 **Sweep1** 指令建立替代曲面。
2. 选择下方曲面的上边缘为扫掠路径，三条直线线段为断面曲线。
使用**对齐曲面**型式建立单轨扫掠曲面。



3. 隐藏原来的曲面。



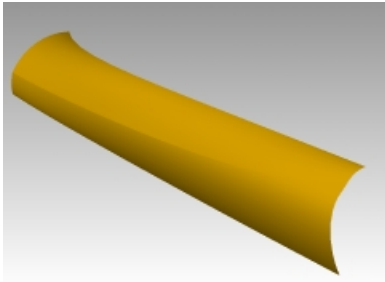
4. 使用 **Sweep2** 指令建立上方曲面。
选取替代曲面的上边缘作为路径(1)，顶部黑色长曲线作为路径(2)。
选取路径两端的两条曲线为断面线(3)和(4)。



5. 在弹出的**双轨扫掠选项**对话框中，**路径 A** 的**连续性**选为**相切**。



6. 删除替代曲面。
7. 使用 **Show** 或 **Show Selected** 指令(编辑功能表>可见性>显示选取的物件)显示初始的下方的曲面。
8. 组合上方和下方的两个曲面。



整平曲线改善曲面的质量

Rhino 中的曲线可以有很多来源，它们可以是：

- 直接在 Rhino 中创建
- 从数字化数据中导入
- 从其它应用程序中导入
- 由网格生成的截面曲线

重要的一点是，这些得到的曲线的质量都是需要优化的。

整平是简化曲线、改善曲率图形，并尽量维持曲线原来形状的一种技巧。整平曲线的技巧在处理由实际模型测量而来的数字数据、曲面交线、抽离的结构线或从两个视图建立的曲线时非常重要。

一般来讲，单一跨距的曲线有最好的整平度。单一跨距的曲线是一条控制点数比阶数大 1 的曲线，例如：三阶曲线有四个控制点，五阶曲线有六个控制点，七阶曲线有八个控制点。

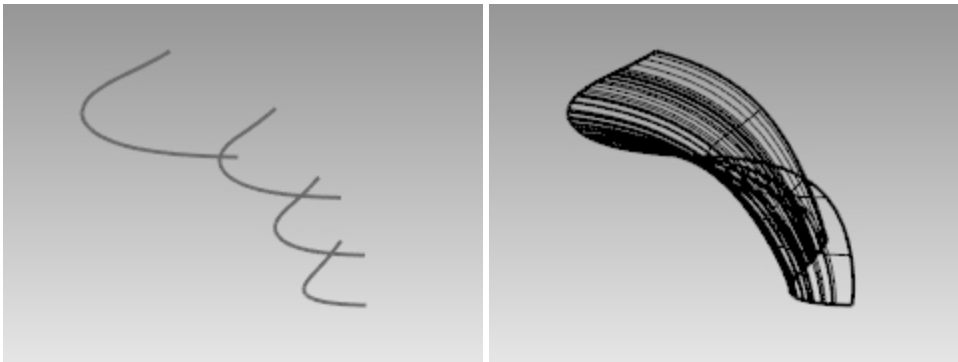
使用曲率分析分析放样曲面

1. 打开模型 **Fair Curves.3dm**。
2. 选取全部曲线，执行 **Loft** 指令(曲面功能表: 放样)创建曲面。**样式选择标准**，**断面曲线选项**设置为**不要简化**。

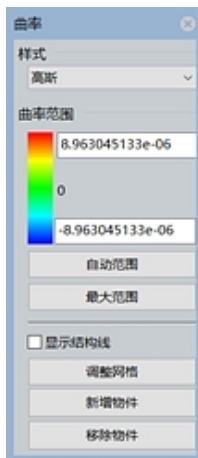


这样建立的曲面非常复杂。曲面上有比定义曲面形状所需的更多的结构线。之所以这么复杂，是因为这些曲线的节点结构有非常大的差异。

曲面也具有多重曲率。



3. 选择放样曲面，执行 **CurvatureAnalysis** 指令(分析功能表 > 曲面 > 曲率分析)。



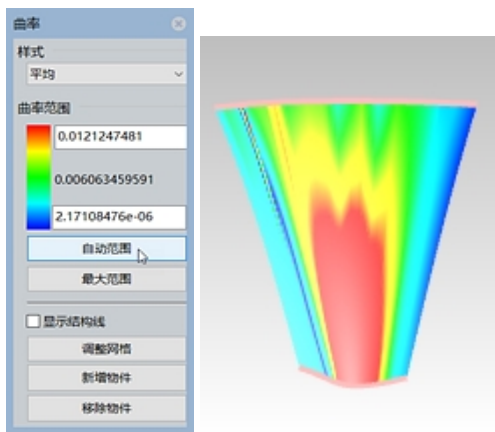
这个指令会使用与 **Zebra** 指令同样的分析网格，在曲面上显示所谓的“假色”。

曲率的大小映射到渐层的颜色范围上，让您可以分析曲面上曲率突变或者平直的区域。

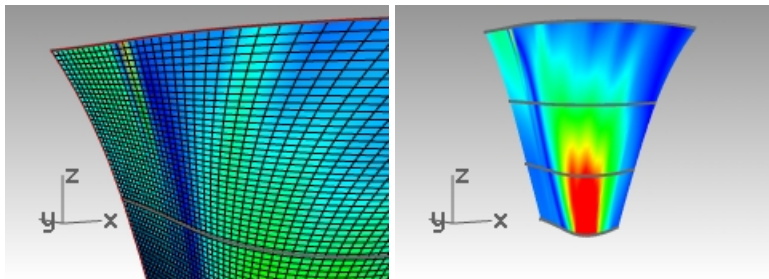
在曲率**样式**下拉菜单中选择**平均**。

这种样式在找出曲率不连续的时候非常有用-例如平面或是下陷区域。平均值是这个点位置的两个曲率圆之间的平均数，然后对应到一个颜色值。

4. 点击**自动范围**按钮。
5. 再点击**调整网格**按钮，将**起始四角网格面的最小数目**调整为 **5000** 以上，确保对应到曲面上的颜色有良好的渐层变化。



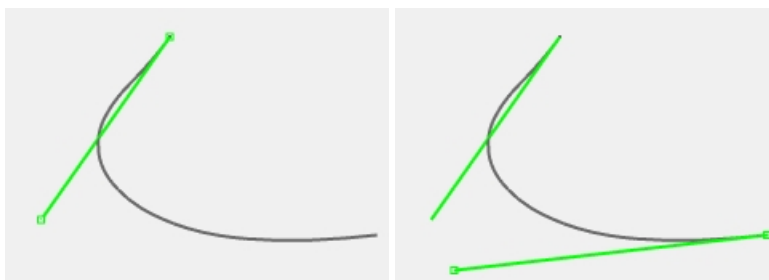
注意曲面上有不规则的条状区域或混乱的渐层色块，这代表曲面的曲率变化不稳定。



6. 复原或者删除放样曲面。

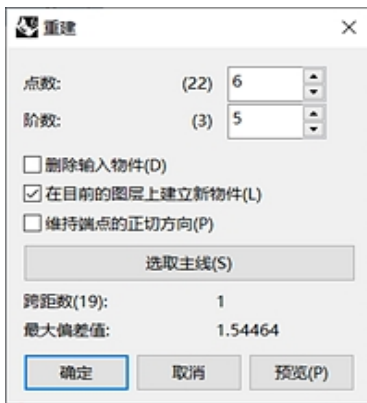
重建曲线

1. 将当前图层设置为 **Tangency Direction** 图层。
2. 执行 **Line** 指令(曲线功能表: 直线 > 单一直线), 使用**延伸**选项, 可以画出保持原始曲线两个端点处切线方向的两条任意长度的直线, 如图绿色直线所示。
让这些切线足够长, 可以与原始曲线相交。



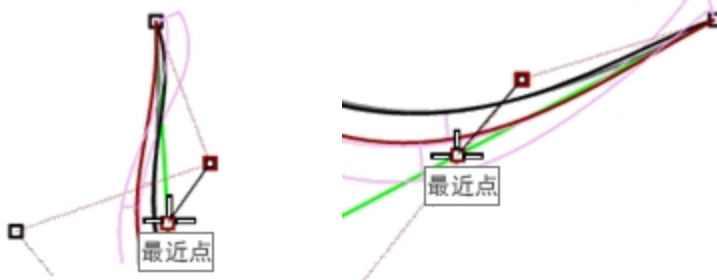
3. 将 **Rebuilt Curves** 图层设为当前图层, 并**锁定** **Tangency Direction** 图层。

- 使用 **Rebuild** 指令 (编辑功能表 > 重建) 重建曲线。
- 虽然 **Loft** 指令也有 **重建** 选项，但是建立放样曲面之前重建曲线可以让您更改曲线的阶数和控制点数。
- 在 **重建曲线** 对话框中，将 **阶数** 改为 **5**，**点数** 改为 **6**。
- 取消 **删除输入物件**，并勾选在 **目前的图层上建立新物件** 选项。
- 点击 **预览** 按钮。注意重建曲线与原始曲线之间的偏差值。

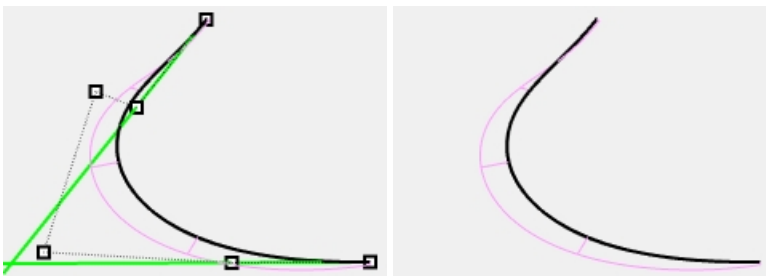


曲线在重建后会变成单一跨距的曲线。单一跨距的曲线是贝塞尔曲线。单跨距曲线的控制点数是阶数+1。虽然高质量的曲面不一定是使用单一跨距的曲线来建立的，但单一跨距的曲线建立的曲面形状会比较容易控制。

- 锁定 **Original Curves** 图层。我们需要原始曲线能显示出来但又不希望操作的时候会把它选中，这时就可以锁定它们。
- 选择重建后的曲线，打开控制点与 **曲率图形**。
- 以调整控制点的方式整平这条曲线，直到这条曲线的形状与原来的曲线的形状尽可能的吻合。



- 为了保持端点处的切线方向不变，使用 **最近点** 物件锁点，将两端的第二个控制点沿着两条绿色的切线方向拖拽。
- 检查曲率图形，确定曲线曲率变化的平顺度。
调整重建曲线的控制点使它的形状与锁定的曲线吻合并且有平顺的曲率图形时，整平曲线的目的就达到了。
- 以同样的方法整平其它曲线。



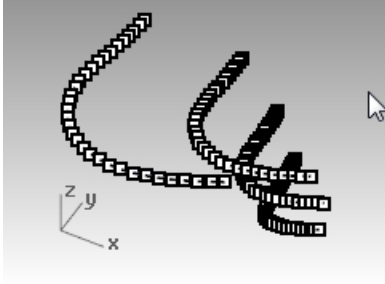
下面是一些在调整曲线时需要注意的事情：

- 如果您想让曲线的切线方向与原始曲线保持一致，请确保每条曲线上两端的第二个控制点都位于绿色切线方向线上 - 移动控制点时，使用最近点物件锁点可以将控制点锁定到这条切线方向上，这样就保证了切线方向不变。
- 或者使用 **DragMode** 指令的 **控制点连线** 选项，它可以将控制点的移动约束到与相邻控制点的连线方向，您也可以使用这个工具来维持切线方向不变。
- 在创建单一放样曲面时，如果输入曲线是一组整平曲线，尽可能让每条曲线与相邻曲线的控制点排列相似，这将有助于保持曲面很好地对齐。
- 当需要较小的移动而导致控制点的调整变得困难时，请尝试使用 **推移** 键来对这些控制点进行微调。有关 **推移** 的更多信息，请参阅 **Rhino 说明文件**。

您也可以使用**操作轴**来移动控制点。当需要将控制点移动较小的位移时，您可以将**操作轴拖拽强度**设置为小于 100% 的值，这样就可以对控制点的移动位置的大小进行更改，让控制点以小位移进行移动。

在编辑曲线时，使用 PointDeviation 指令让偏差可视化

1. 新建一个 **Points** 图层，使之成为当前图层。
2. 选择全部的原始曲线，执行 **Divide** 指令(曲线功能表: 点物件>曲线分段>分段数目)。设置分段数目为 **32**，输出成**群组=是**。
3. 取消选择所有物件，选择成组的点物件。
4. 执行 **PointDeviation** 指令(分析功能表: 曲面>点集合偏差值),当提示**选取要测试的曲线、曲面、多重曲面或网格**时，选取重建曲线。



5. 弹出**点偏差值**对话框后，设置数值如下：

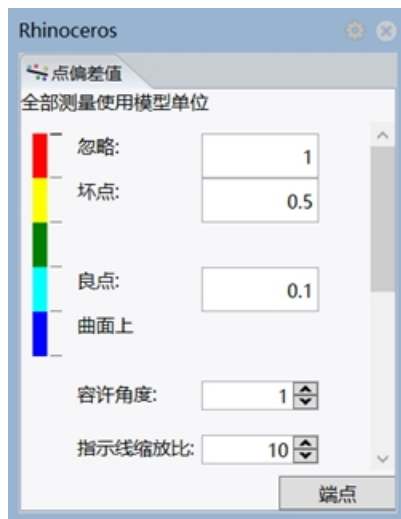
良点 = 0.1

坏点 = 0.5

忽略 = 1.0

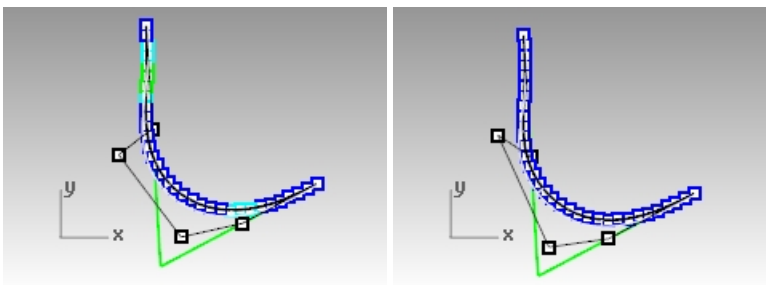
从视图中您可以看到原始曲线上显示的点与重建曲线上最接近这些点的位置之间的偏差。

6. 锁定 **Points** 和 **Original Curves** 图层。



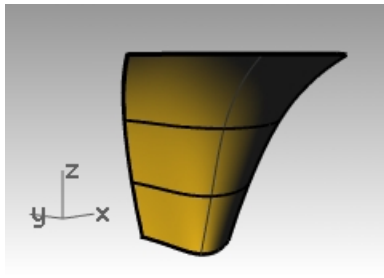
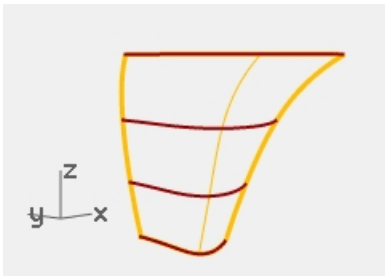
7. 继续调整重建曲线的控制点，直到显示的点变成蓝色的良点。

附注：如果关闭对话框，就会丢失显示，需要重新开始 **PointDeviation** 指令。

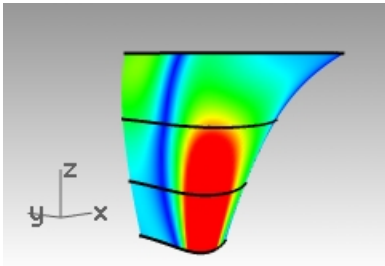


使用整平曲线制作放样曲面

1. 选取重建后的曲线进行**放样**。
这样建立的曲面结构线非常简洁且质量很好，形状也和原来的曲面非常接近。



2. 使用 **CurvatureAnalysis** 指令分析这个曲面。
您可以看到曲面上的假色渐变变化很平顺，这代表这个曲面有很好的曲率平顺度。



Chapter 8 - 使用参考背景图建模

Picture 指令用于将一个或多个参考图像导入 Rhino 模型。

- Picture 指令会建立一个矩形平面，数字图像作为贴图添加到平面的材质中。
- 您选取一张位图，打开后视图中会显示出该图像。
- 您可以对这个图像进行移动，旋转，缩放或者其它操作，就像对 Rhino 物件执行的操作一样。我们可以非常方便地缩放图像并准确地将它们定位在需要它们的位置上。

在本练习中，我们将导入同一物件的三个不同视图的简单草图，我们将放置图像平面，并适度移动和缩放它们，使得三张草图的大小和位置相互匹配。在这个过程中，我们将介绍使用图层和材质管理图像的一些不同方法，我们还会介绍一些曲线和曲面工具。

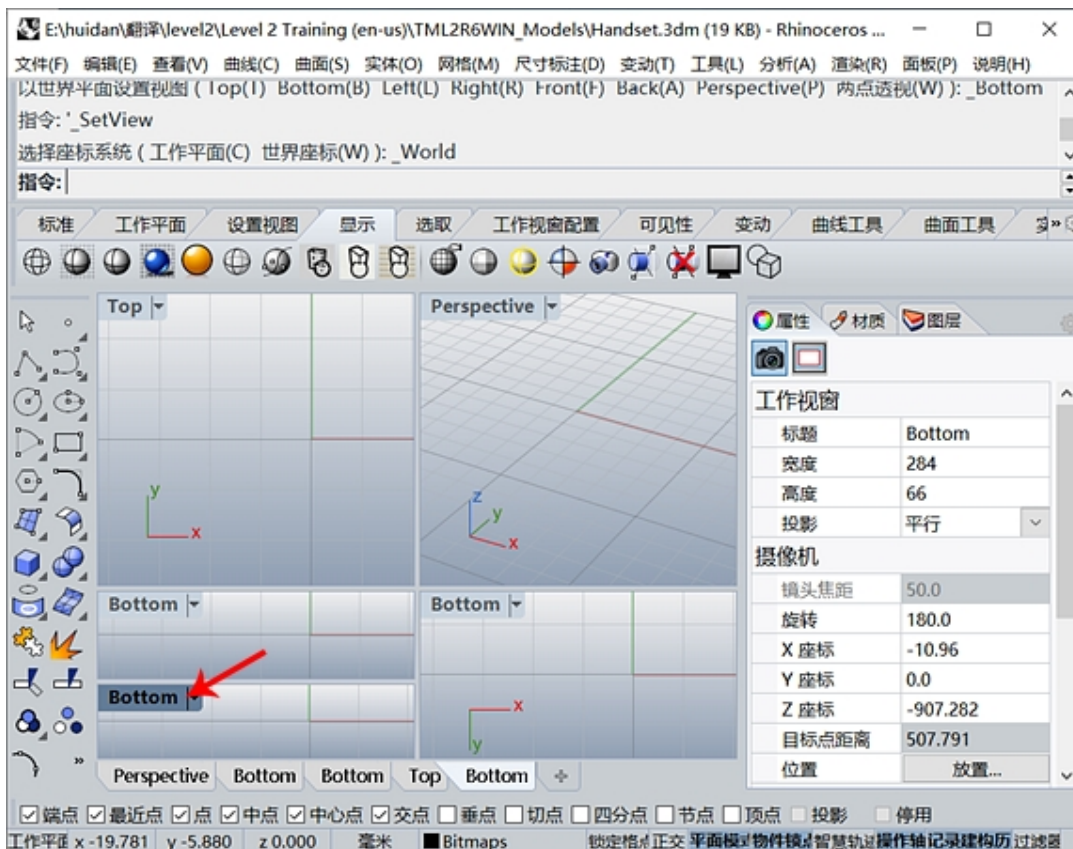
首先，打开 Handset.3dm 文件。此文件中没有任何物件，只是设置了一些图层来节省我们管理图层的时间。有一个 Pictures 图层-让它成为当前图层。

我们首先将扫描而来的草图放置于三个不同的视图中，这三幅草图图像需要放在各自的视图中，并适当缩放，以便它们彼此匹配。

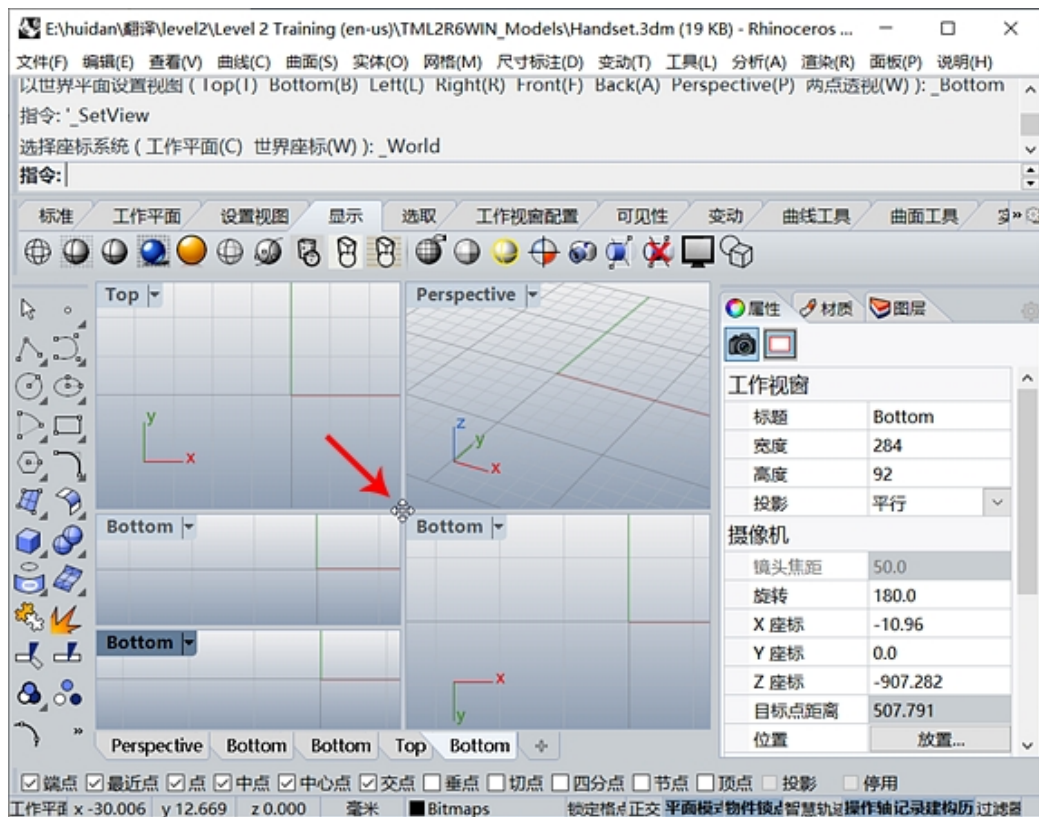
Exercise 8-1 听筒

打开准备好的模型

1. 打开模型 Handset.3dm。
2. 拖动视图中心，将 Top 和 Perspective 视图的高度增加到图形区域大小的 2/3。



3. Front 工作视窗作为当前视图。
4. 从查看功能表中的工作视窗配置下点击水平分割。这样会新增一个 Front 工作视窗。
5. 选中下方的 Front 工作视窗，在查看功能表中的设置视图菜单下点击 Bottom，将其设置为 Bottom 视图。
6. 如果有需要的话，重新对齐视图。

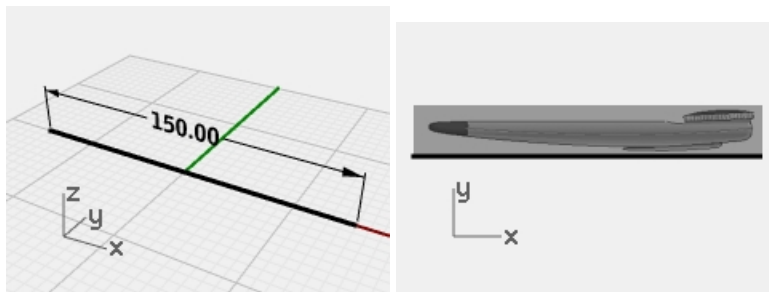


7. 在 Rhino 选项的视图页面下，找到工作视窗属性区域，勾选连结工作视窗选项。
这个选项使得工作视窗在移动和缩放时保持同步。

放置背景图

我们会首先建立参考几何体来帮助放置背景图。

1. 在 Top 工作视窗中，从工作平面原点往两侧画出一条长度为 150mm 的水平直线。
2. 按 F7 键关闭您正要放置背景图的工作视窗的网格。
3. 这样会更容易看清背景图。

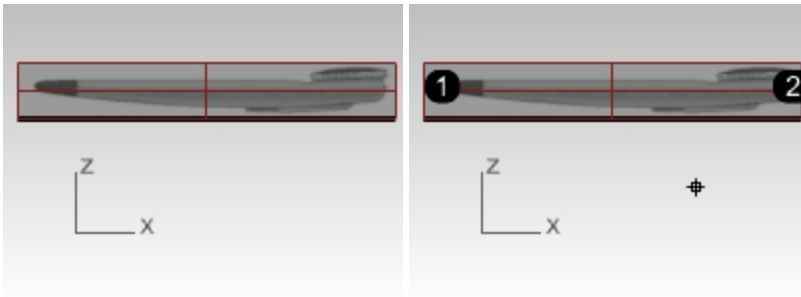


4. 在 Front 工作视窗中，从曲面功能表的平面菜单下选择图像选项。
5. 在打开位图对话框中，选择 HandsetElevation.bmp。
6. 在 Front 工作视窗中，使用端点物件锁点，提示图像的第一角时，捕捉到直线的左端点，提示另一角或长度时，捕捉到直线的右端点。
7. 选中图像物件，在 Front 工作视窗中，双击工作视窗标题以最大化显示视口。

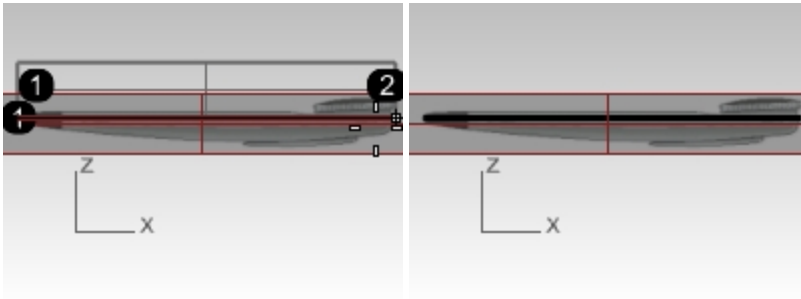
缩放和定位背景位图

虽然放置了位图，但是图像的比例不合适。您需要同时定位和缩放背景图。

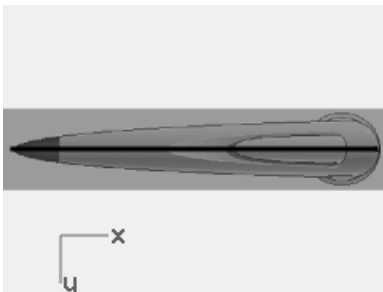
1. 从变动功能表的定位菜单下，点击两点。
2. 在指令行中，设置定位选项，设置复制=否，缩放=三轴。
3. 当提示参考点 1 时，选择听筒图像的左端，但不要捕捉到图像曲面的左端点。（使用 ALT 键暂时停用物件锁点。）
4. 当提示参考点 2 时，选择听筒图像的右端，但不要捕捉到图像曲面的右端点。（使用 ALT 键暂时停用物件锁点。）



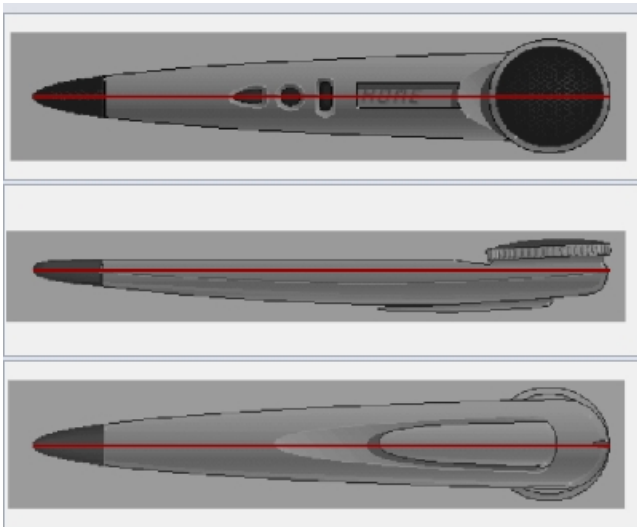
5. 提示目标点 1 和目标点 2 时，分别捕捉到 150mm 参考直线的左右两 endpoints。



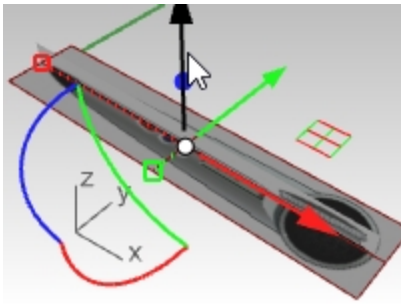
6. 转到 **Bottom** 工作视窗。
7. 使用同样的方法在 **Bottom** 工作视窗中放置并对齐图像 **HandsetBottom.bmp**。



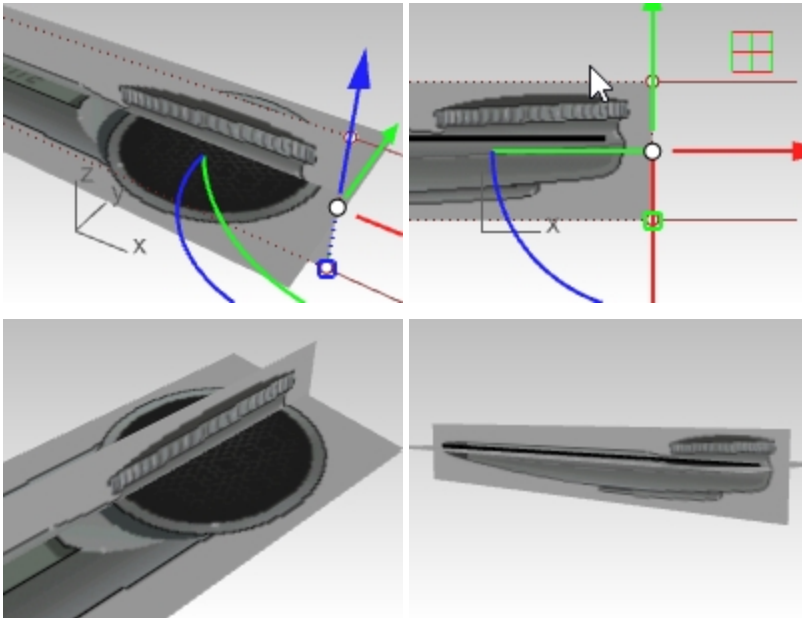
8. 重复相同的步骤，在 **Top** 工作视窗中放置和对齐图像 **HandsetTop.bmp**。



9. 使用操作轴，将 **HandsetTop** 物件向 Z 轴方向（蓝色箭头）移动，直到它不被遮挡可以在透视图看到为止。



10. 调整图像物件边缘的控制点的位置，直到所有听筒的大小和位置在 **Perspective** 工作视窗中看起来对齐为止。



管理图像

现在图像已经缩放并放置好了，您可以在绘制曲线时使用它们作为参考了。

有时您可能想要隐藏物件，为了避免错误地移动背景图像，您可能希望锁定它们。为了避免图像物件被选择，您还可以锁定图层。

您有时还可能希望让图片变透明，因为在 3D 空间中图像物件可能会遮挡其它物件。

简而言之，您可能需要一些工具来管理这些事情-这在具有多个图像物件的更复杂的模型中变得更加重要。

图层

我们已经将图像物件放置在它们的图层上了，该图层名叫 **Bitmaps**。这个图层可以开启和关闭以显示和隐藏该图层上的物件。图层还可以被锁定，以防止该图层上的物件被选中。

捕捉已锁定的图像物件

还有一个步骤可以让建模变得更简单。如果您不希望物件锁点捕捉到图像物件，假设图层已经锁定，您可以使用 **SnaptoLocked** 指令实现此操作。

通过禁用此指令，并锁定图像所在的图层，您将不会捕捉到这些图像物件。此指令还有一个切换选项，该指令可以嵌套-您可以随时使用此指令为锁定物件设置捕捉行为，甚至它还可以在另一个指令中进行设置。

您还可以在“选项”下的“键盘”页面中的指令巨集中设置快捷方式，这样可以快速地访问此指令。

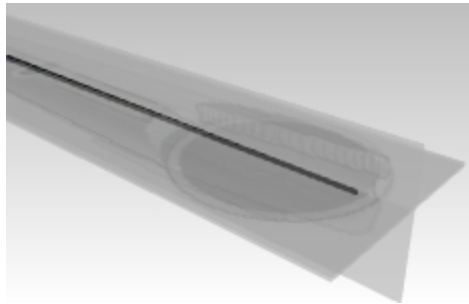
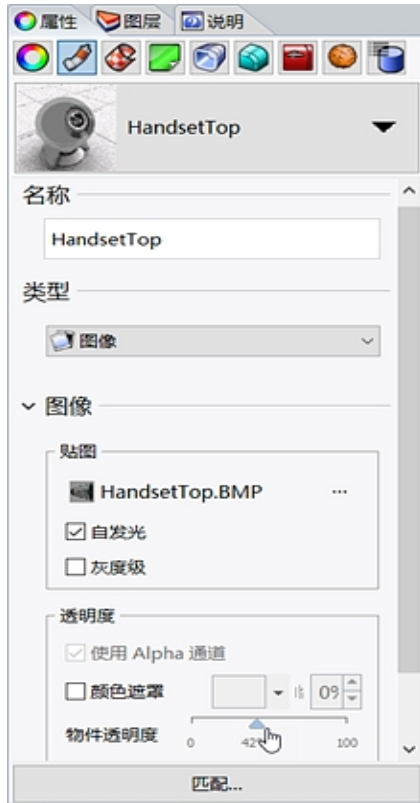
'_Snaptolocked_toggle

透明度

如果颜色太饱和，或者您想让参考图像变暗，或者想让它们透明到一定程度，以便看到其他几何图形，可以让它们半透明。

首先选中这个图像物件。

在属性面板中，打开材质页面，在透明度区域，将滑块拖动到60% - 70%，或设置为适合您的数值。设置透明度，使图像足够清晰，方便绘制曲线时进行参考，但又不会完全遮挡场景的其余部分。



使用 InterpCrv 指令绘制曲线

请记住前面关于图层可见性、锁定和其他“管理”工具的讨论，并根据需要随时进行更改。接下来，您将从绘制曲线开始。

我们会通过绘制曲线来定义听筒的基本形状，本案例中我们不会创建其它细节和特征，关于细节的练习，请在课下的时间完成。

有两种生成曲线的常用指令。

第一种是 **InterpCrv** 指令，第二种是 **Curve** 指令。

很明显 **InterpCrv** 指令能更好地描绘图像，因为您可以沿着图像中的像素精确地选择您希望曲线上升或者下降的位置。但对有些情况来说它不是最好的工具。

使用 Curve 指令绘制曲线

另一种绘制曲线的方法是使用 **Curve** 指令，也称为控制点曲线。

1. 将曲线控制点大致放置在它们应该被放置的位置，以定义形状，并近似地使用正确数量的控制点。
2. 接下来编辑曲线控制点，进一步细化形状。
3. 细化形状的时候，请根据需要增加或者移除相应的控制点。

用该方法生成的曲线不仅控制点少，还能精确地匹配参考图像的外形轮廓。

Gary Dawson Designs 的 Rhino 授权讲师 Gary Dawson 在此视频中介绍了这一概念：

接下来，您需要绘制四条曲线来定义所需要的形状：

- 一条位于 **Bottom** 视图，因为是对称图形，所以只需绘制一半曲线。
- 另外三条位于 **Front** 视图：顶部边缘或轮廓，底部边缘，以及位于中间的分模线。

跟踪自由曲线最有用的工具是控制点曲线或 **Curve** 指令。以下是本练习下一部分的几点建议。

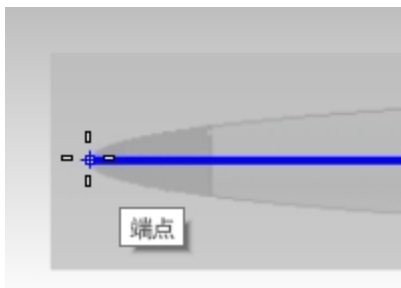
- 放置最少的控制点来精确描述曲线。
- 没有必要在每个点的位置上都力求100%准确。
- 通过一些经验，您就能创建正确的控制点数量并将它们放在正确的位置上。
- 最后使用控制点编辑就可以将曲线调整成最终的形状。

在这个练习中，可以使用五个控制点或者最多六个点的 3 阶曲线就能非常准确地绘制 2D 曲线。

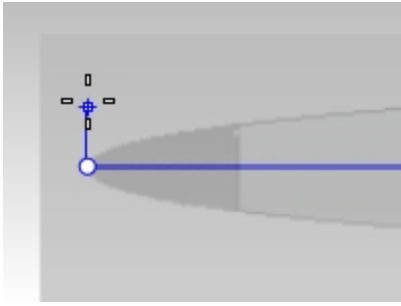
在对称物件的端口处，注意第二个曲线控制点的位置，必须保持端口处相切的位置关系。

绘制 Bottom 视图中的曲线

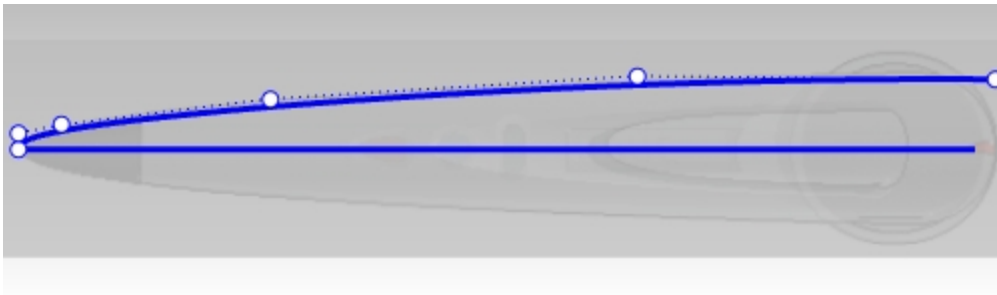
1. 从**曲线**功能表中选择自由造型，再选择**控制点**选项。
2. 在 **Bottom** 工作视窗中，提示曲线的起点时，捕捉到参考直线的左端点。
所有曲线都是以这个参考线的左端点为起点的。



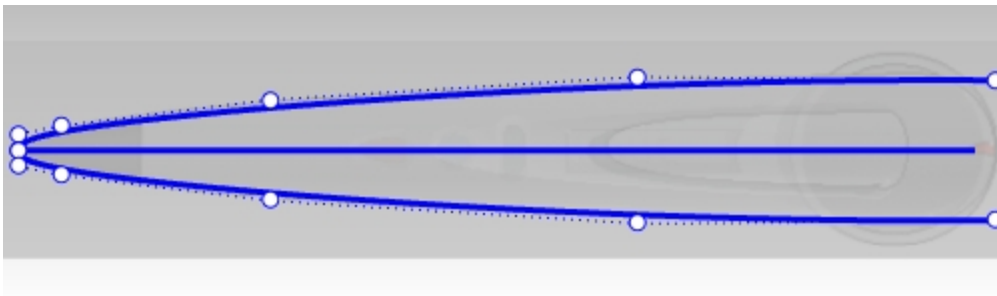
3. 提示第二个控制点的位置时，使用正交模式或者智慧轨迹沿着工作平面 Y 轴正方向，即第一个点的正上方放置第二个控制点，这样就能确保此曲线的镜像副本在端点处具有良好的相切连续。



4. 再放置其余4个控制点-总共6个点足够了, 当然5个点可能也足够了。
曲线的另一端做成开放式的, 曲线可以超过右端的参考图像-我们可以用修剪的方式对右端进行处理。
5. 调整控制点的位置, 让曲线精确地匹配图像轮廓-由于控制点少, 简单的形状很容易就匹配成功。操作轴是做这些调整的最佳工具。



6. 使用 **Mirror** 指令来将创建好的曲线镜像到另一侧。

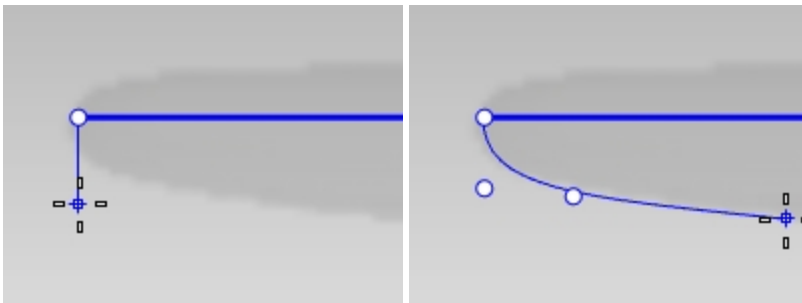


描绘参考图像的一些技巧:

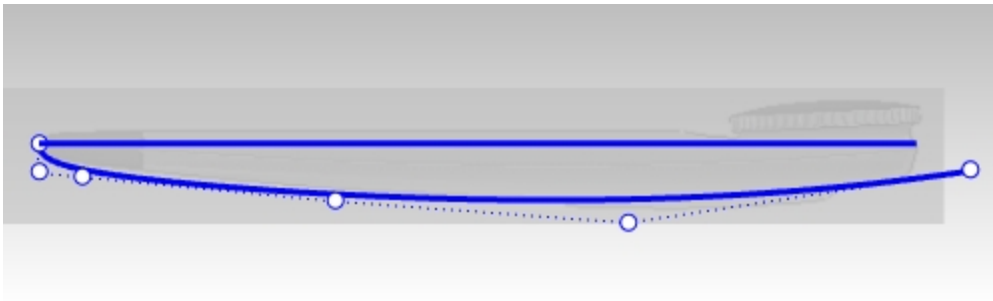
- 一般来说, 曲率变化较大的区域控制点的数量会越多。
- 确保对称物件端点处的第二个控制点的任何调整都应该约束在 Y 轴方向。
- 这将确保曲线在端点处的切线方向保持与 Y 轴对齐。

绘制 Front 视图中的曲线

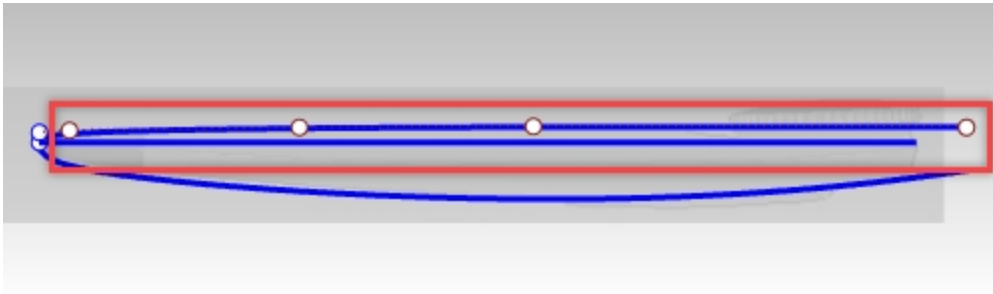
1. 使用正交模式再次在端点的正下方放置第二个控制点, 使得端点处的切线方向平行于工作平面的 Y 轴方向。



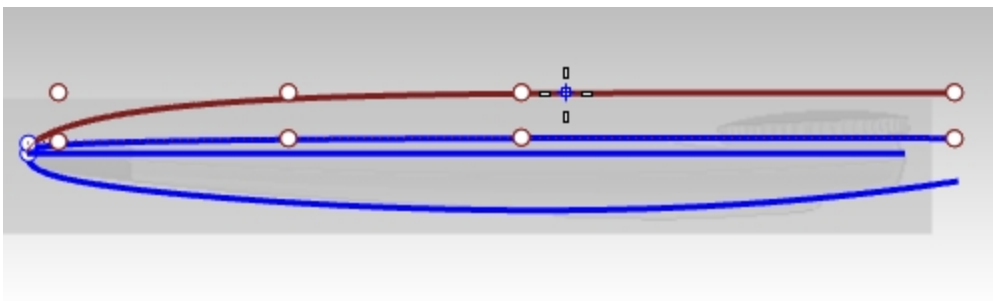
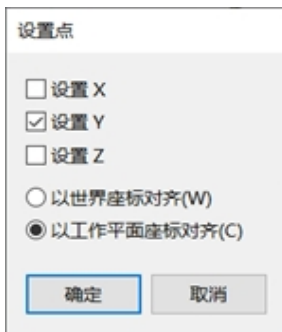
2. 然后放置剩余的控制点。不要太担心点的位置放的准确不准确, 稍后我们会进行调整。



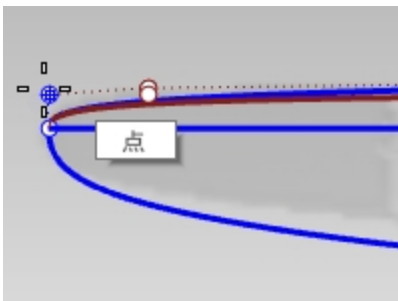
3. 绘制上边缘-这几乎与先前绘制下边缘的方法一样。
4. 要确保沿轮廓直线部分的点水平对齐，所以请在创建曲线之后使用 **SetPt** 指令。框选曲线顶部的除前两个点以外的所有点。

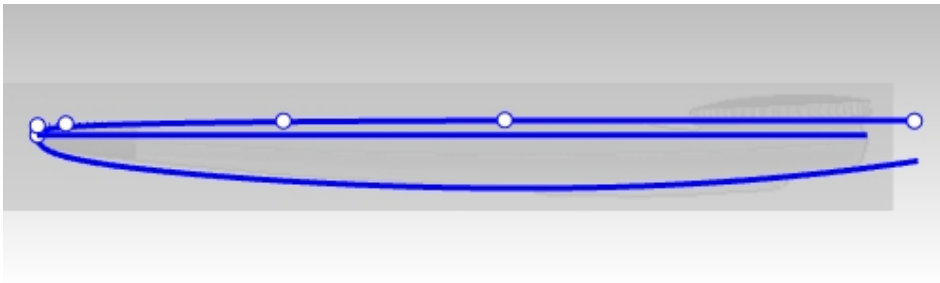


5. 在变动功能表里，点击**设置 XYZ 坐标**。
6. 在设置点对话框中，只勾选**设置 Y** 复选框，并选中**以工作平面坐标对齐(C)**选项。然后点击确定按钮。



7. 当提示点的位置时，以第二个控制点的位置为参考，捕捉到该点。

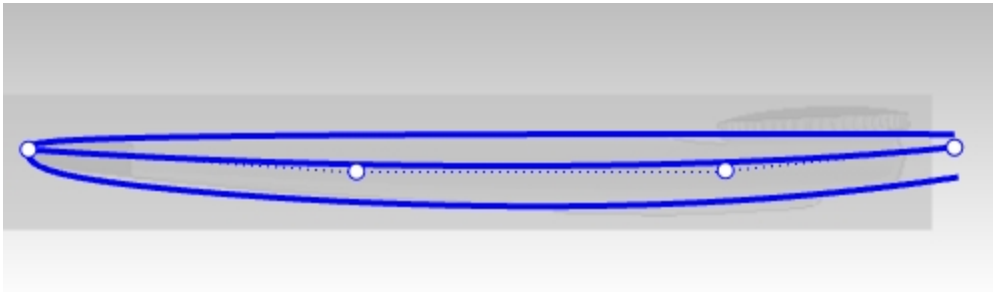




这样沿着轮廓直线部分的点就变成是水平排列的了。

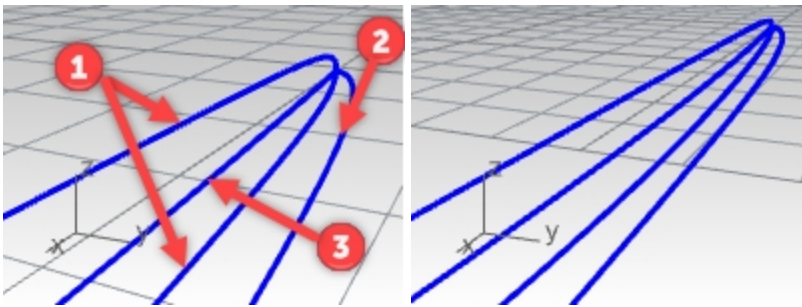
分模曲线

1. 沿着图像中模糊的分模线，在顶部和底部曲线之间再画一条控制点曲线。这次只需要四个控制点。



备选方法：绘制一条只有首尾两个端点的曲线。然后使用 **Rebuild** 指令来重建曲线，将曲线重建为 3 阶 4 个点的曲线。然后按照需要编辑控制点的位置，直到曲线与图像上的分模线很好地匹配为止。

2. 现在，您绘制好了四条曲线。关闭图像参考图层，图像隐藏后就可以清晰地看清楚曲线。图中（1）是 **Front** 视图的曲线，（2）是 **Bottom** 视图的曲线，（3）是 **Front** 视图中的分模线。

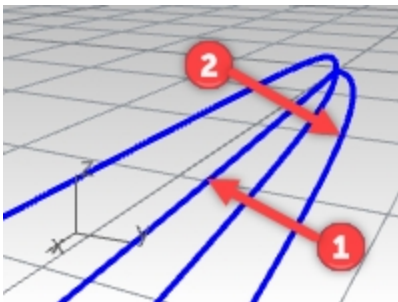


3.

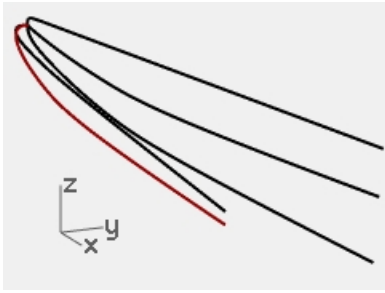
从 2d 曲线绘制 3d 曲线

前面绘制的都是平面曲线，其中两条曲线实际上代表了同一三维曲线在不同视图中的二维平面曲线。您在 **Bottom** 视图中绘制的曲线与我们在前视图中绘制的分模线曲线是同一物件在不同视图中的轨迹。你需要建立三维曲线来表示曲线在三维空间中的位置。

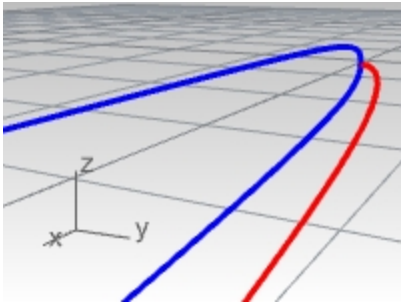
1. 在 **Perspective** 工作视图中，选择分模曲线（1）和在 **Bottom** 视图中创建的轮廓曲线（2）。



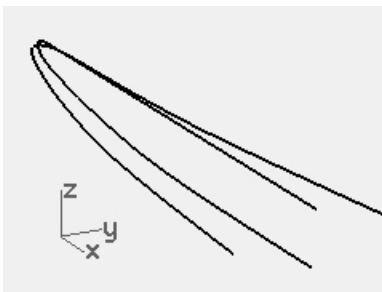
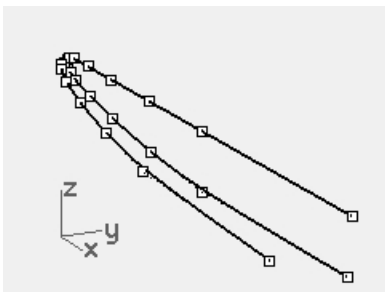
2. 使用 **Crv2View** 指令 (曲线功能表: 从两个视图的曲线), 基于这两条曲线创建一条曲线。这样一条三维曲线就创建好了。



3. 隐藏或者锁定这两条原始曲线。
现在视图中只剩下三条曲线。



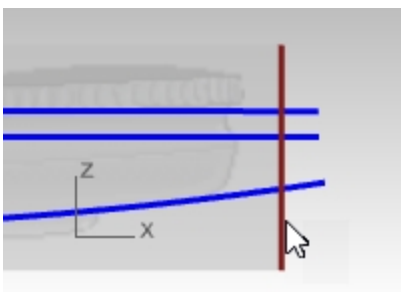
4. 将创建好的这条三维曲线镜像到另一侧。
使用指令巨集! 如果您的指令别名中设置了 **Mirror 0 1,0,0** 和 **!Mirror 0 0,1,0** 这两个巨集, 并且要镜像的几何图形关于 X 轴或 Y 轴对称, 那使用这两个指令巨集可以快速完成镜像指令。



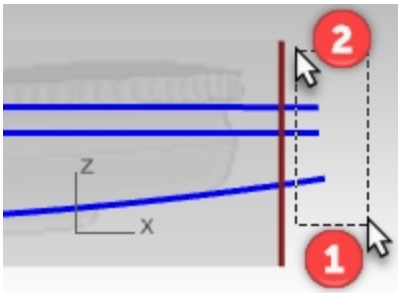
修剪曲线

从曲线创建曲面之前, 我们需要在 **Front** 工作视窗中修剪这些曲线。这些曲线的长度是任意的, 这是为了保证它们有适当的长度和形状。如果用一条曲线把它们整齐地切割, 则生成的曲面会更干净利落一些。

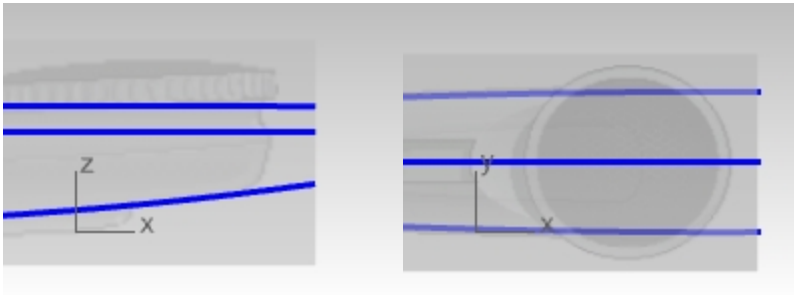
1. 打开 **Bitmap** 图层。修剪曲线的时候需要使用到背景图像。但是可以将这些图像锁定以防止误操作。
2. 在 **Front** 工作视窗中执行 **Trim** 指令, 并选择**直线**选项。在最短曲线的末端即图像中听筒右端处设置垂直切割线。按 **Enter** 键。



3. 在 **Front** 工作视窗中, 当提示选取要修剪的物件时, 在曲线末端从右向左框选需要修剪掉的曲线。



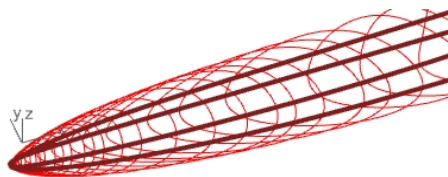
如果中间的曲线没有修剪掉，请将 **Trim** 指令行中的**视角交点**选项设置为**是**，然后再次选择这些曲线进行修剪。



创建曲面

通常会有不止一种的曲面工具可以完成一项具体工作-制作曲面时会有许多不同的 surface 选项实现不同的效果，按实际需要选择一种最有效的选项。

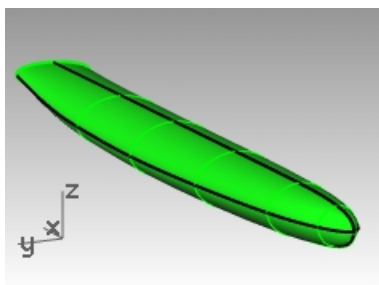
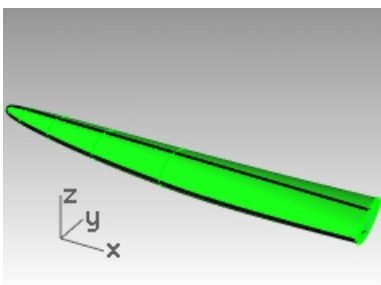
1. 执行 **Loft** 指令，按顺序选择曲线。确保放样选项中的**封闭放样**是选中的状态。



如果对话框中勾选了“**不要简化**”，您可以从预览中看到曲面的结构线严重扭曲。这是因为放样曲线的结构差异很大导致的。

特别是由 **CrV2View** 生成的三维曲线比最初绘制的曲线复杂得多，而且这些曲线与放样中的其他曲线无法正确匹配。

2. 将这些曲线整平之后再放样，并勾选**封闭放样**选项。
我们会发现曲面的质量变高了，而且也没有太多的结构线。
封闭放样会产生一条接缝线。



使用重建选项进行放样

解决这个问题的一种方法就是将这些三维曲线重建和整平，让它们成为与其它曲线相匹配的结构简单的曲线。这是一种好的而且有用的方法-但是可能有点费时。

有一条捷径可以生成质量高的曲面，并且效率很高。

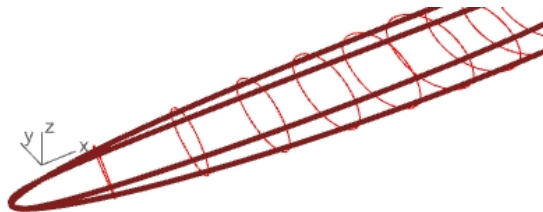
如果在 Loft 指令中，您在创建放样曲面之前重新构建了输入曲线，那么您可以创建一个非常均匀分布的光滑曲面，结构简单的光滑曲面我们能很容易地调整它的点，方便我们修正那些可能放不好的点的位置。

将放样选项对话框中的“不要简化”选项更改为“重建点数”，设置 18 个控制点。

在预览中，您将看到结构线均匀地排布出来。使用此选项，输入曲线将在后台重新生成。Rhino 会确保它们具有完全相同的统一结构(阶数、控制点数和控制点的分布)。

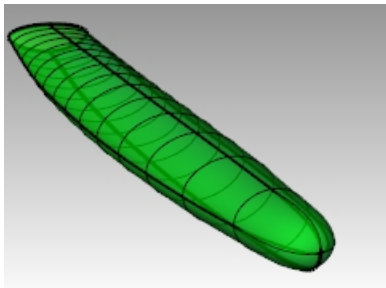
放样的结果很好，但是在曲率变化快的末端处的曲面稍有一些问题。

1. 复原之前的放样。
2. 将创建好的这条三维曲线镜像到另一侧。
3. 对曲线执行放样，使用重建点数，将点数设置为 18。



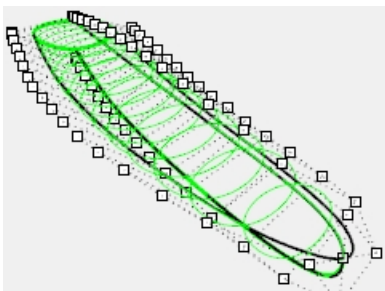
结构线全部正确，一切看上去都很简洁利落，但是如果您仔细看听筒的尖端，您会发现此处的结构线与输入曲线是偏离的。

4. 重建选项不会在高曲率区域采样更多，而是将曲线均匀地分割。
5. 放样的结果很好，但是在曲率变化快的末端处的曲面稍有一些问题。

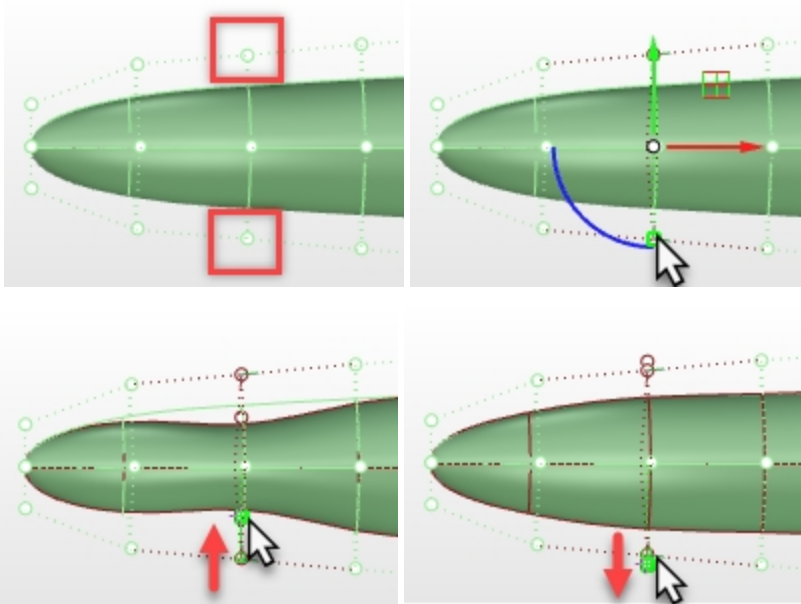


修正放样曲面

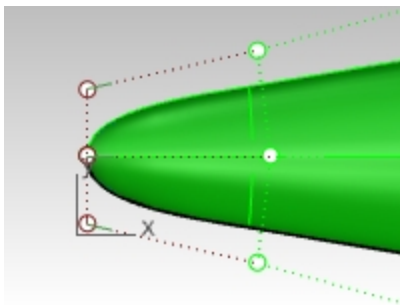
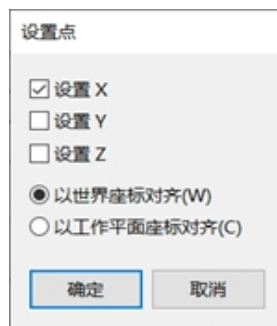
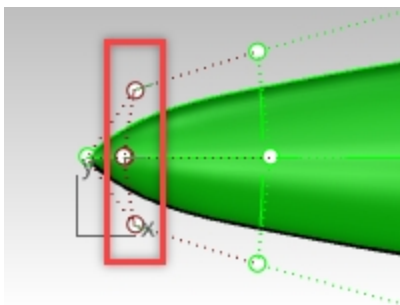
1. 隐藏背景图像，将工作视窗设置为线框模式。
2. 打开放样曲面的控制点。



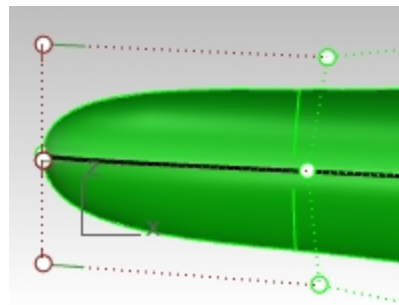
3. 在 **Top** 或者 **Bottom** 工作视窗中，为了让曲面的曲率过渡平缓，可以将曲面一侧的点沿 y 方向移动。移动几个点就可以了。
但是现在，我们如何得到完全相同的另一边呢？
4. **复原**所有对点的移动的操作。接下来，不要移动单侧的点，而是选择相对的一对点，使用操作轴在 Y 轴方向进行缩放。
操作轴会默认将缩放中心放置在两个控制点的中间位置。打开**正交**模式，让缩放轴与 Y 轴保持一致。



5. 在 **Bottom** 视图中，使用 **SetPt** 指令调节第二列的控制点。这将改善曲率快速变化的问题。



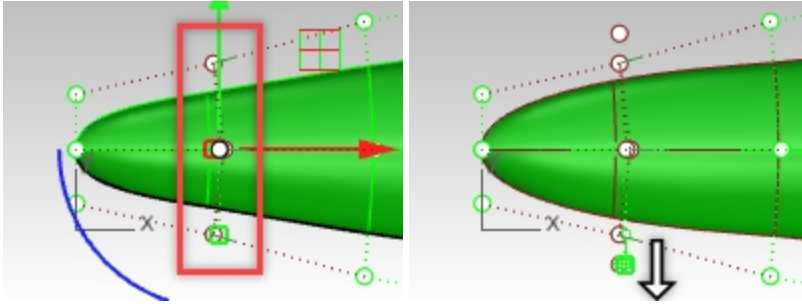
Bottom 视图



Front 视图

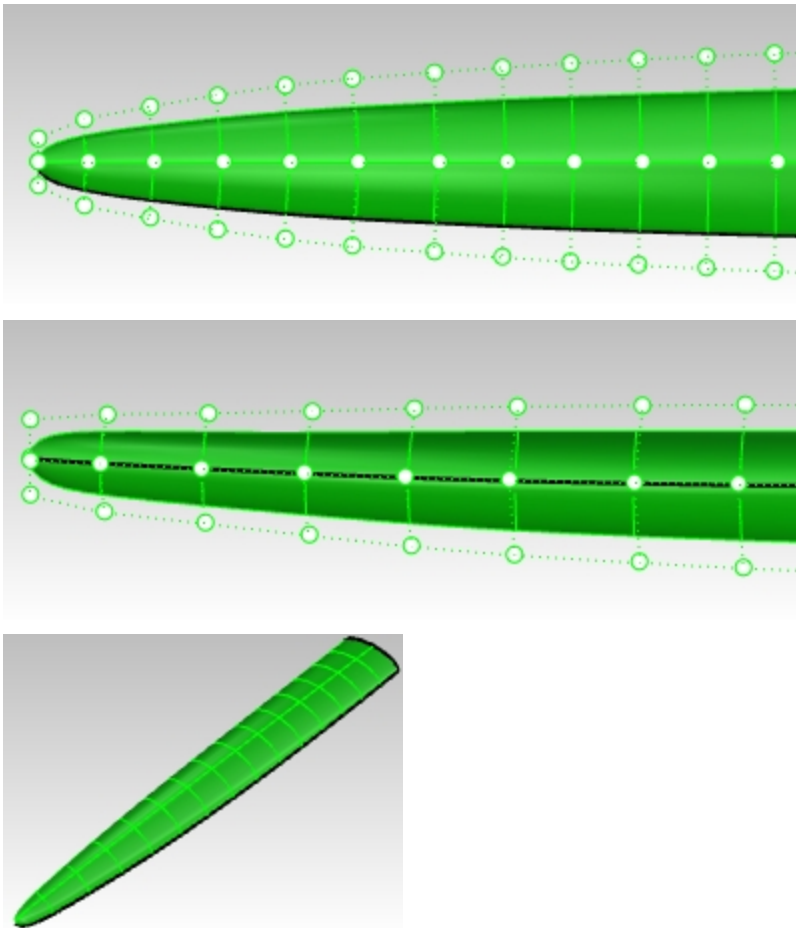
6. 在 **Bottom** 工作视窗中，调整最后两到三个点环，使曲面与曲线匹配。

因为物件在这个视图上是对称的，所以选择成对的控制点是很方便的。然后选中**操作轴**缩放控制杆，以操作轴中心为基点朝向远离彼此的方向进行拖动，这样就实现了控制点的缩放。



使用 **DragStrength** 指令来调节缩放的强度-可以设置成微调的强度，虽然鼠标移动了很大的位移但实际上只缩放了一点点。

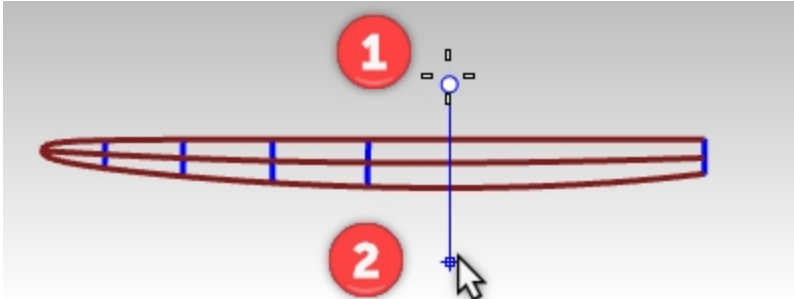
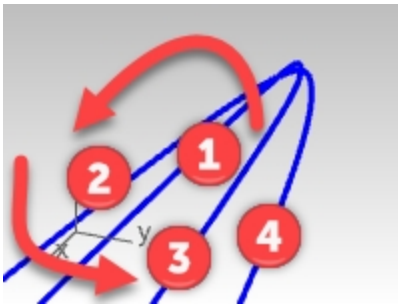
7. 从侧面看，物体是不对称的，所以只能移动单个点来进行调节。



以网线建立曲面

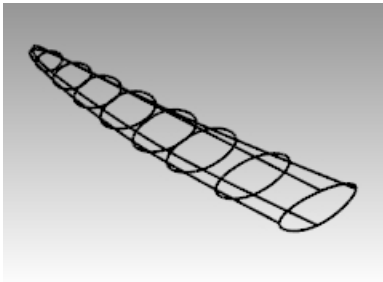
另一种可能性是创建一些额外的曲线，并使用 **NetworkSrf** 指令来构建曲面-这个指令要求在“围绕”这组曲线的横截面方向上至少有一条曲线。**CSec** 指令可以建立通过数条轮廓线的断面线。

1. 隐藏或者删除放样曲面。
2. 执行 **CSec** 指令 (曲线功能表 > 断面轮廓线)。
3. 按放样顺序选择曲线，确保**封闭**选项设置为**是**，然后按 **Enter** 键。
4. 提示**断面线起点**时，在 **Front** 工作视窗中，在四条曲线的任意一边指定一个点。

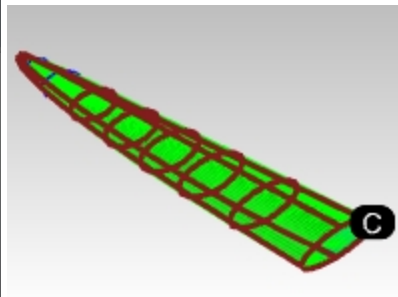


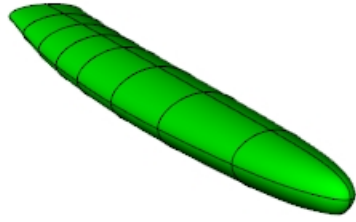
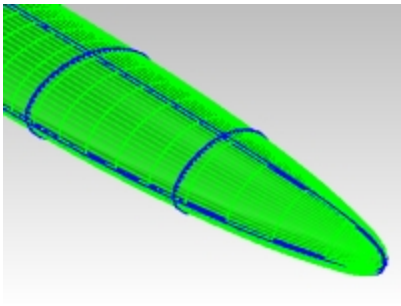
5. 提示**断面线终点**时，使用**正交模式**，在四条曲线的另一边指定一个点。
6. 继续这个指令，直到有6到10条断面曲线在这四条曲线间均匀地间隔分布。
确保在曲线集的开口端点处添加一个断面曲线分段。

注意，在 **Perspective** 视图中，执行该指令后会在曲线之间插入一条光滑的曲线。该指令可以持续允许，因此您可以在 **Front** 视图中创建多条直线以获得足够多的光滑的断面曲线。该指令计算的是轮廓曲线所代表的平面与直线之间的交点，然后通过这些交点得到断面曲线。



7. 框选全部的断面曲线以及原始长曲线。
8. 使用 **NetworkSrf** 指令 (**曲面功能表 > 网线**) 来制作曲面。





自己动手做

使用参考图，为听筒设计添加更多的细节。

Chapter 9 - 建模的方法

Rhino 用户在面对复杂的建模任务时会问的一个常见问题是“我要从哪里开始?”，虽然通常有许多方法来解决建模时遇到的问题，但是建模之前我们首先还是要制定一个通用的指导思路和方法。这样建模会更有效，帮助我们及时进行建模的修改。

换句话说，就是仔细思考您需要构建的形状，然后花时间制定出布置曲面的方法。一种比较有用的思路就是将重要的或“主要”形状与过渡形状或“辅助”形状（例如圆角和混接形状）分开创建。通常，一个复杂且完整的模型都是由主要曲面和过渡曲面组成，不应该全部是主要曲面或全部是过渡曲面。

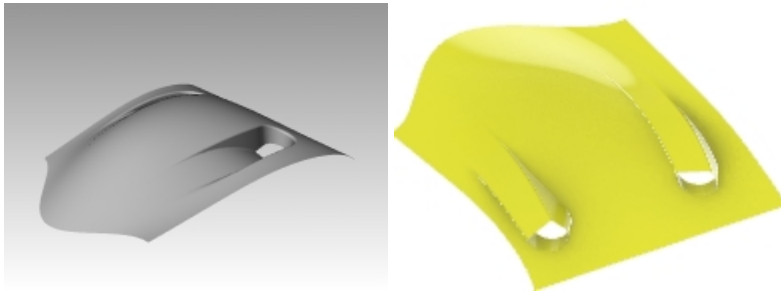
如果您能够让主要曲面的结构尽可能简单和简洁，那维持曲面的光顺和平整会更容易，那添加的过渡曲面这一项任务也会变得很容易。

切割

这种类型的高级曲面模型不局限于任何一个行业。这种切割技术可以应用于汽车引擎盖、自行车头盔、船的通风口、屋顶或任何需要切割曲面并平滑过渡到主曲面的模型。

Exercise 9-1 创建进气口曲面

本练习中的建模目标是在曲面中构建切口或铲状结构，使其与曲面无缝自然地连接在一起。你将从现有的曲面和一些定义我们需要的形状的二维曲线开始-您将建立一些参考曲线和一些简单的主曲面，它们只需在有需要的地方保持良好的连续性就可以。在最后的步骤中，您将会以所需的连续性来处理过渡曲面与主曲面之间的连续性。



打开准备好的模型

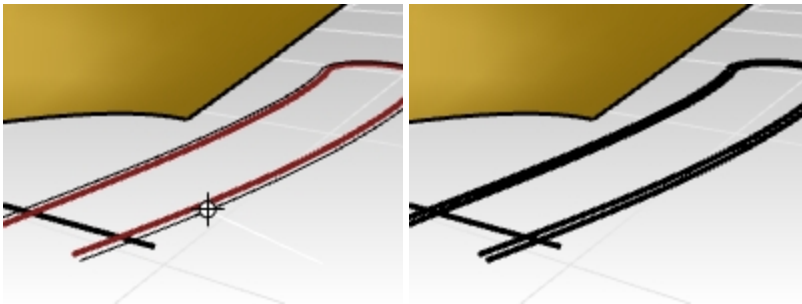
1. 打开模型 **Scoop.3dm**。
打开文件后，您会看到我们所需要的结果-这正是本节我们要完成的目标。
2. 在图层面板选取 **Cut-out curves** 图层，右键单击该图层，在弹出的菜单中选择只打开一个图层。这样操作使得 **Cut-out curves** 变为当前图层，并且其它图层都是关闭的状态。
3. 在图层面板，作如下操作：

图层	状态
Cut-out curves	启用并设置为当前图层
其它图层	启用
Completed Scoop	关闭

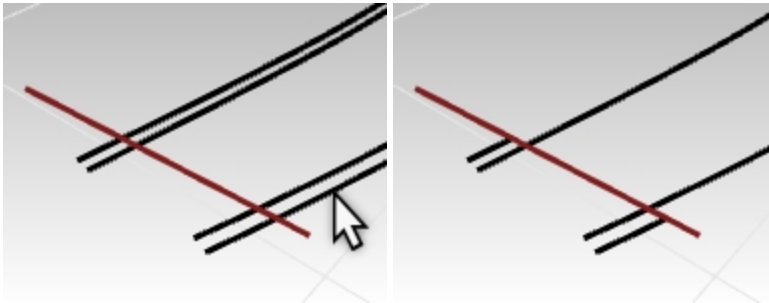
投影并延伸曲线

接下来，您将会在曲面上创建一些参考曲线。最初建立的参考曲线的长度可以超过实际需要的切口长度，稍后我们再将其修剪回实际的大小和形状。这样我们可以切割出简单的曲面并让它呈矩形，此时不必太担心边缘的确切形状。

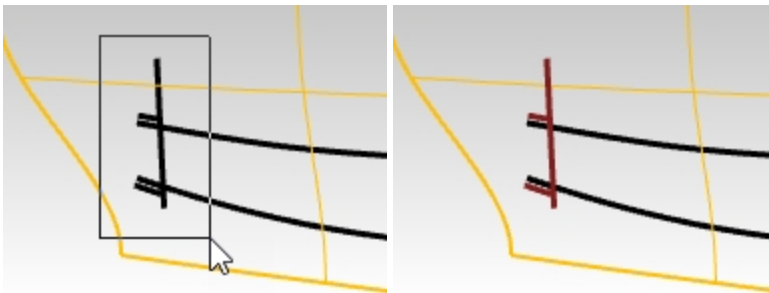
1. 在 **Top** 工作视窗中，选取外侧曲线。保证 **Cut-out curves** 图层开启并处于当前图层状态。
2. 点击**曲线**功能表，选择**偏移**菜单，再选择**偏移曲线**选项。
3. 将偏移距离设置为 5，然后向外偏移曲线。



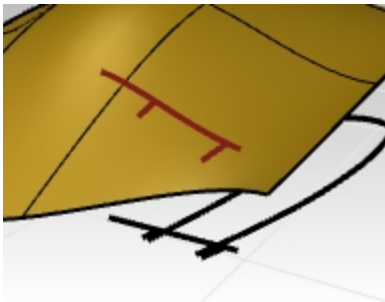
4. 使用直线修剪掉偏移曲线的弯曲部分，保留偏移曲线在直线一侧的短的曲线部分。



5. 仅选择直线和修剪后的曲线。



6. 执行 **Project** 指令 (曲线功能表: 从物件建立曲线 > 投影)。
7. 选取曲面，按 **Enter** 键。
被选取的曲线就会投影到曲面上。



投影曲线将帮助我们建立曲线，定义进气口底部的位置。

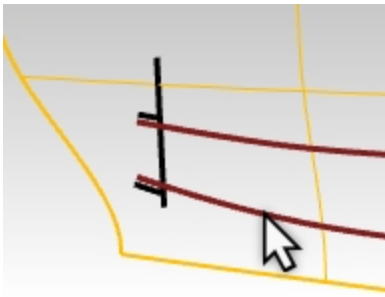
创建进气口的侧壁

为了创建进气口的侧壁，我们可以从曲面向下挤出形状，但首先我们需要在曲面上先得到这个形状。您将使用 **Project** 指令，就像前面的步骤中将曲线投影到曲面一样。

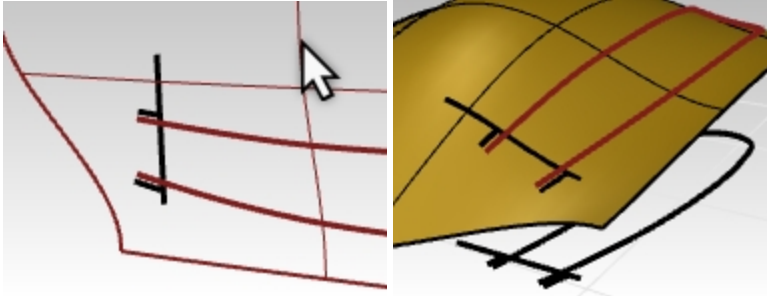
请记住，**project** 指令使用了公差设置。（关于公差的详细信息，请参见[此页](#)。）

投影曲线通常比原始曲线更复杂。最好保持曲线尽可能简单。为此，您将使用 **Project** 指令中的**松弛**选项。

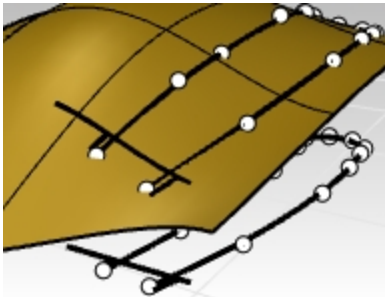
1. 在 **Top** 工作视窗中，选择切口的 2D 形状曲线。



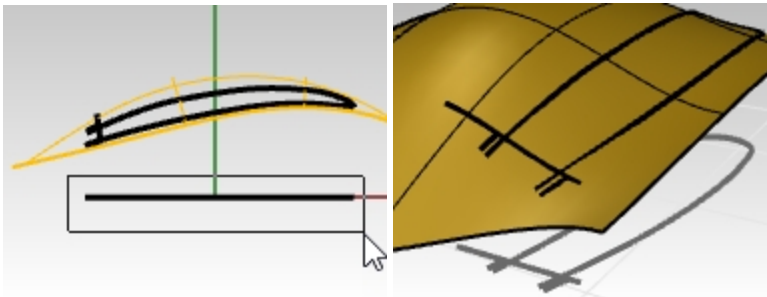
2. 执行 **Project** 指令 (曲线功能表: 从物件建立曲线 > 投影)。
3. 在单击选择曲面为目标曲面之前, 将指令行中的选项**松弛**设为**是**。
4. 接下来选取目标曲面, **按 Enter 键**, 结束这个指令。



如果你打开这个投影曲线的控制点, 你会看到它和原来的 2D 曲线有着相同的控制点结构。请注意, 使用“松弛”选项会导致曲线不一定在目标曲面的公差范围内。在许多情况下, 就像这个例子中一样, 使用了松弛选项得到的曲线与原始曲线很接近而且结构也足够简单和清晰, 使用这种简单曲线作为曲面的输入曲线是一件好事情。



5. 在 Top 工作平面上我们可以看到原始曲线和投影曲线是重合的, 所以我们需要将原始曲线锁定, 锁定后原始曲线可以作为参考显示在视图中, 但又不会被误操作选中。在 Front 工作视窗中可以通过框选轻易完成锁定操作。



制作进气口底部曲线

接下来, 我们将会建立进气口的底部曲面, 也就是切割曲面形成的缺口下方的曲面。

曲面缺口有一端是圆弧状的, 但是我们需要建立一个矩形曲面, 然后将其一端修剪成圆弧。

以这个方法建立的曲面会比直接建立一个有圆弧边缘的曲面要简洁, 而且容易控制。

首先, 你要用尽可能少的控制点做出一条曲线, 以最好地表现出进气口底部曲面边缘的形状。

在建立这条曲线时, 请从不同的工作视窗观察曲线的形状。

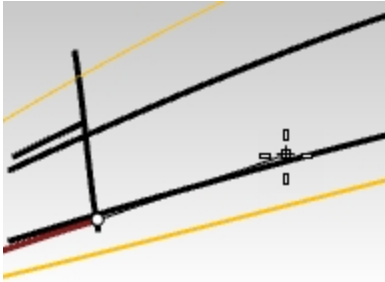
使用 **Curve** 指令, 在指令行中设置**阶数=5**。最多使用六个控制点就可以得到一条光滑的曲线。

当然您还需要使用曲率图形检查这条曲线, 确保这条曲线有良好的平整度。

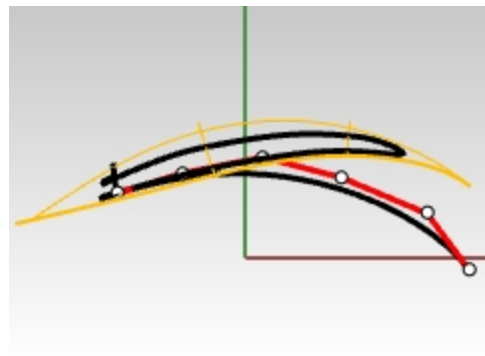
1. 如果有需要的话请打开文件 **Scoop 001.3dm**。或者继续使用上一节的 **scoop** 模型。
2. 在**状态列**上打开**平面模式**。
平面模式可以让绘制的曲线位于同一平面上。
3. 激活 **Front** 工作视窗，在**曲线**功能表中，点击**自由造型**，在选择**控制点**选项。
4. 在指令行中，设置曲线的**阶数=5**。
5. 在合适的视图中，将曲线的起点捕捉到短的投影曲线的端点处。



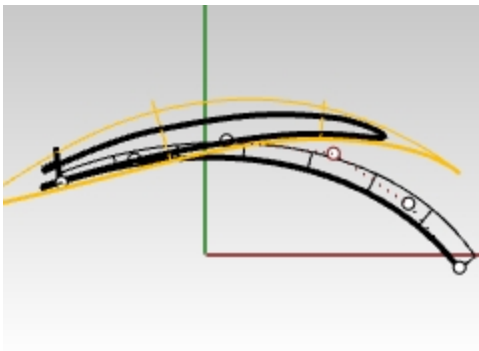
6. 将第二个点恰好设置在开始短投影曲线相切的方向上。
附注：不需要追求一步到位，第一次设置控制点的位置没必要十分准确，我们将来会编辑控制点的位置，很容易就能得到准确的形状。



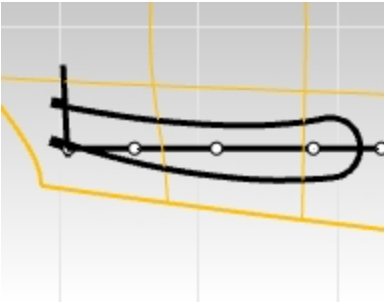
7. 转到 **Front** 工作视窗继续绘制。接着绘制剩下的四个控制点，控制点的排布尽量均匀，并且要让曲线尽量光滑平顺。



8. 使用 **CurvatureGraph** 指令开启曲线的曲率图形，参考曲率图形按需要调整曲线控制点，使其成为一条平滑的渐进曲线。您希望曲率随着曲线下降而平稳地增加。

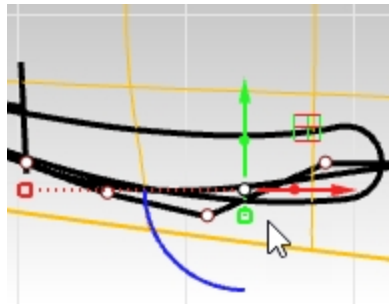


- 使用控制点编辑调整曲线的形状，使得曲线在 **Top** 视图中得到正确的形状。
在 **Top** 视图中调节控制点的位置时，要保证仅在 Y 方向上移动（开启正交模式），这样不会改变曲线在 **Front** 视图中的形状。

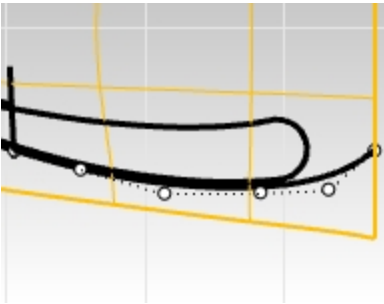


附注：建议使用**操作轴**来移动控制点。确保将操作轴设置为与工作平面或者与世界平面对齐。

- 在 **Top** 视图中，选取曲线的最后三个控制点。点击并拖动**操作轴**的绿色箭头，让这三个控制点只在 Y 方向上移动。这样可以保证 **Front** 视图中的曲线形状不会发生改变。



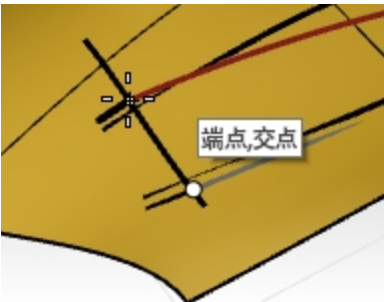
- 不断调整这三个点的位置，最终使得曲线在 **Top** 视图中形状与铲形曲线的形状大致平行。继续编辑控制点，直到曲线接近原始曲线的最外侧，并一直延伸到稍微超出圆角的末端为止。



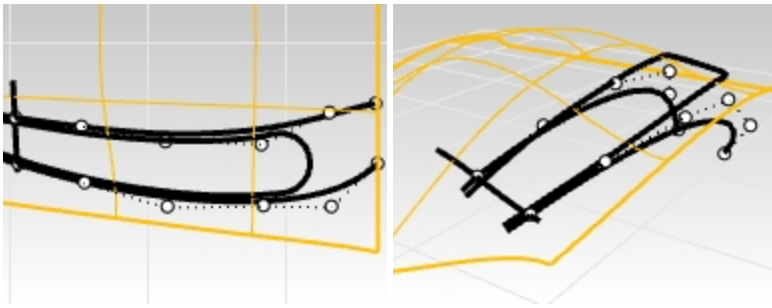
- 当曲线调整好了之后，将这条曲线复制到另一条短投影曲线的端点处。形状需要进行一些编辑，通过复制得到的曲线不仅与原曲线结构一致同时也提高了建模的效率。

复制曲线

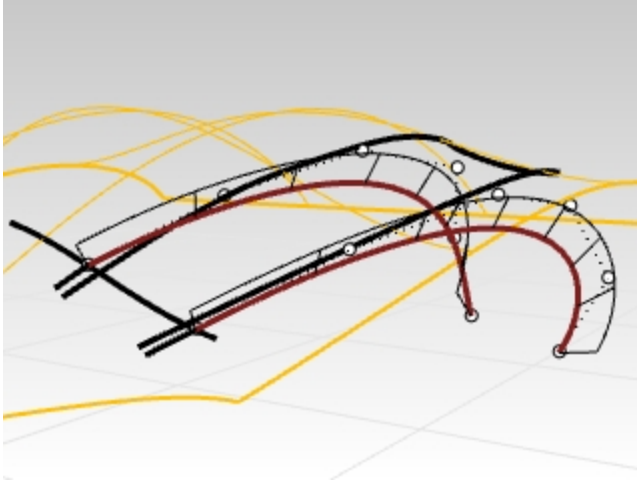
- 将绘制好的曲线**复制**到另一侧。



- 使用控制点编辑调整曲线的形状，使得曲线在 **Top** 视图中得到正确的形状。



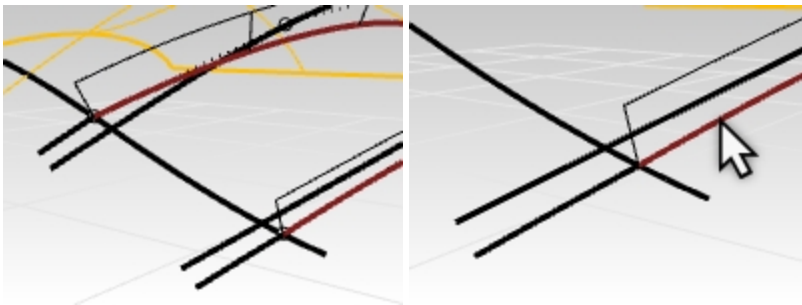
3. 使用控制点编辑，衔接，曲率图形和调整端点转折等指令，以与以前相同的方式对该曲线进行调整，使其结构简单并使其与之相接的短投影曲线保持连续，与第一条曲线和短投影曲线之间的曲率连续性保持相同。



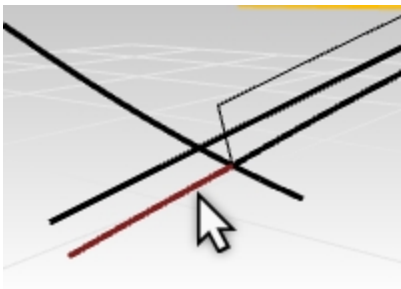
调整连续性

要调整连续性，首先要确保新曲线和与之相接的短投影曲线的曲率相匹配。这也是您将曲线投影到曲面的原因。您将把我们的新曲线的曲率与平面上的短投影曲线的曲线相匹配。这将确保新曲线完全对齐曲面并与曲面本身匹配。这样用匹配好的新曲线建立起来的曲面，可以更轻松地对其进行编辑以使其与主曲面以曲率连续相衔接。

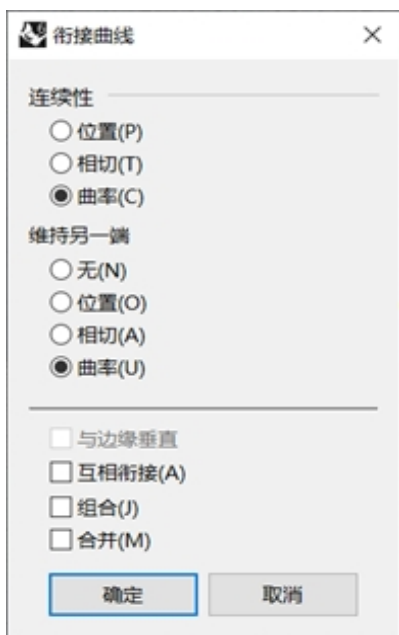
1. 执行 **Match** 指令 (曲线功能表: 曲线编辑工具 > 衔接)，选取您刚刚编辑过的进气口底部曲线。



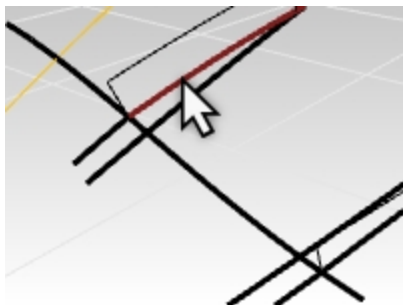
2. 然后选择短投影曲线作为要建立曲率连续的衔接的曲线。



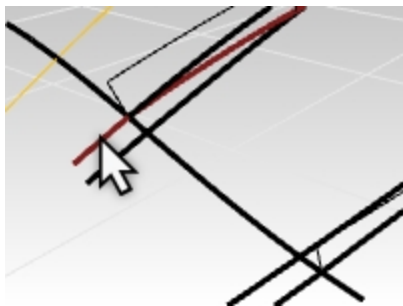
3. 在衔接对话框中：
连续性设置为**曲率**。
 在这个例子中，**维持另一端**可以不用设置，也可以设置为**曲率**。
 不要勾选**互相衔接**，**组合**或者**合并**。



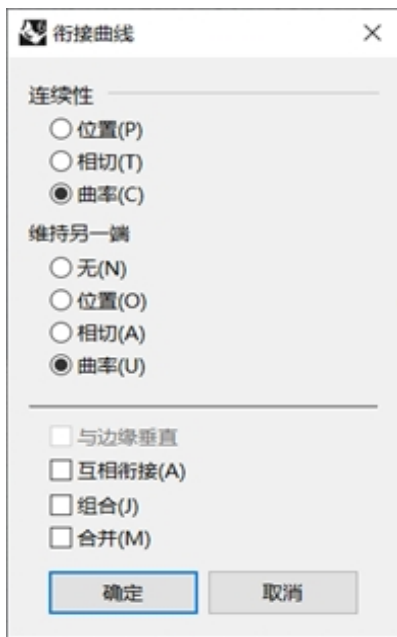
4. 接下来，继续使用 **Match** 指令，调整复制曲线与短投影曲线之间的连续性。首先选取刚刚复制并编辑过的曲线。



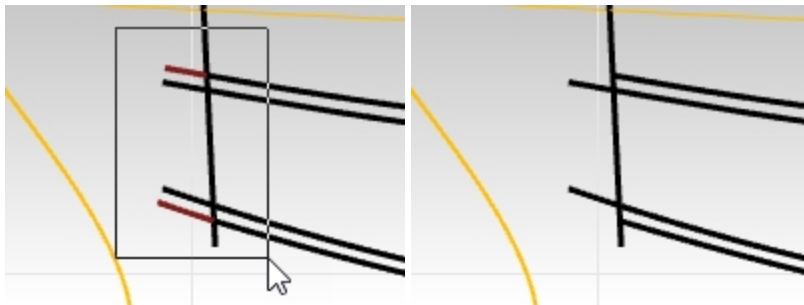
5. 接下来再选择与之相接的短投影曲线作为衔接曲线。



6. 在**衔接**对话框中：
连续性设置为**曲率**。
 在这个例子中，**维持另一端**可以不用设置，也可以设置为**曲率**。
 不要勾选**互相衔接**，**组合**或者**合并**。



7. 可能需要使用 EndBulge 指令进行进一步的点编辑。
对曲线进行最后的调整。之前的斜街操作可能会导致曲率的变化率有些混乱。始终记得编辑曲线的最后3个控制点，尤其是如果目标是保持曲率衔接的时候，衔接端的前三个点是不能改变的。还有一种不破坏曲率连续性的方法就是使用 EndBulge 指令，该指令会限制控制点的移动，它能保证衔接端的曲率不会发生改变，通过改变其它控制点的位置达到整体均匀分布的效果。
8. 衔接完毕后，这两条短的投影曲线就可以隐藏或者删除掉了。
如果衔接之后曲线扭曲的很厉害，则可以增加一个节点然后重新衔接。

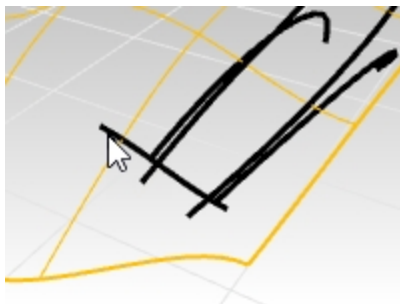


为进气口创建底部扫掠曲面

现在，您已经有了两条与曲面衔接的非常好的曲线，这两条曲线可以很好地定义进气口的底部曲面，让我们看看如何实际地创建曲面。您可能会立即想到一组创建曲面的工具- Sweep2 和 Loft。这两者都可以很好地进行创建曲面，您可以对比之后进行选择。本节中将演示的是 Sweep2 这种方法。

要在这里使用双轨扫掠，您将需要两条路径以及至少一条断面线或者形状曲线。目前为止，我们只有两条路径曲线。那么如何获得有效的横截面曲线呢？表面上的投影曲线是一个很好的选择，但它超出了路径曲线，这里您可以使用 SubCrv 指令将其缩短。

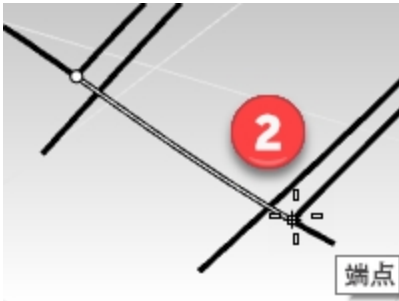
1. 在 **曲线** 功能表下，选取曲线编辑工具，再选择截短曲线选项。
2. 将指令选项设置为 **复制=否** 和 **模式=缩短** 后，选择此曲线。



- 提示曲线的起点时，选取外部曲线与要截短曲线的交点。在路径曲线与投影曲线相交的这个点使用交点或者端点物件锁点进行捕捉。

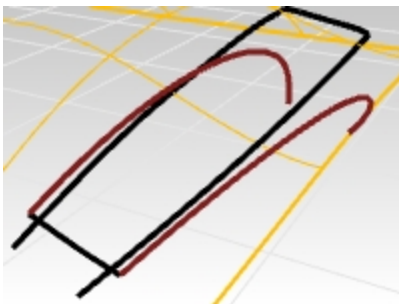


- 提示选取曲线的终点时，选取另一侧外部曲线与要截短曲线的交点。在路径曲线与投影曲线相交的这个点使用交点或者端点物件锁点进行捕捉。



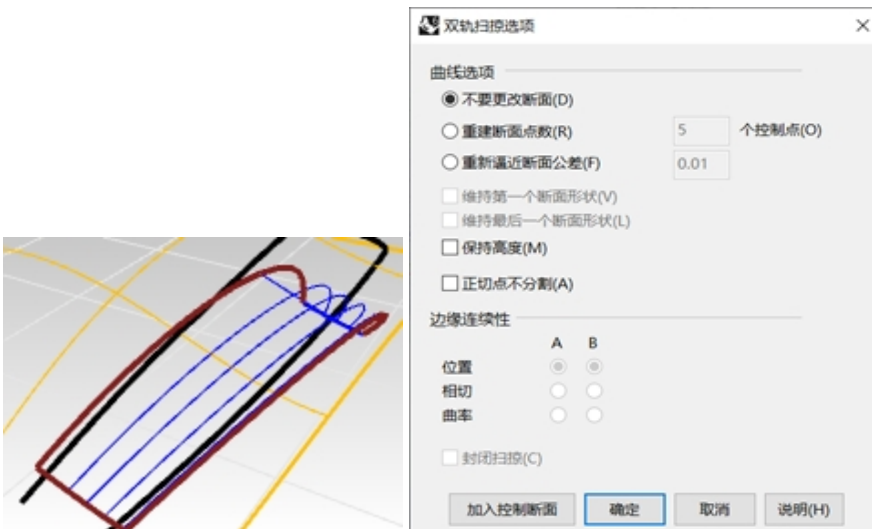
这样曲线就被缩短为只包含起点和终点这两个锁定点之间的曲线部分。在路径曲线与投影曲线相交的这个点使用交点或者端点物件锁点进行捕捉。

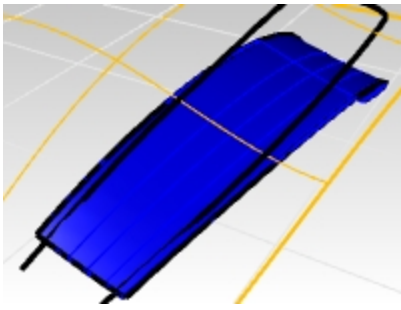
- 选取两条路径曲线。



- 执行 Sweep2 指令。使用这两条被选曲线作为 Sweep2 的路径曲线。
- 提示断面曲线时，选取刚刚缩短的这条曲线作为单一断面曲线。

附注：您可能需要在两条路径曲线的下端之间添加直线，并将其作为另一条断面曲线，从而迫使 sweep2 曲面在下端逐渐变为直线。这两种方法都可以使用。





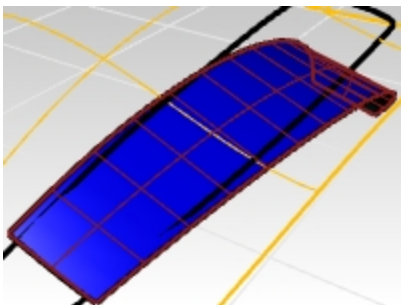
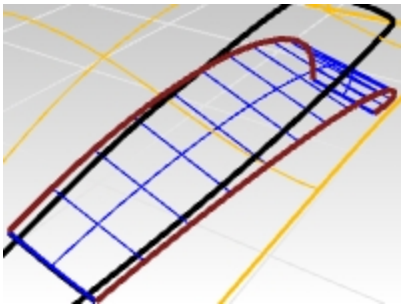
放样曲面

另一种方法是放样这两条曲线来创建曲面。这样建立的曲面需要做一些调整使其与原始曲面相衔接。我们正好可以藉这个机会来看看 **MatchSrf** 指令的一些选项设定。

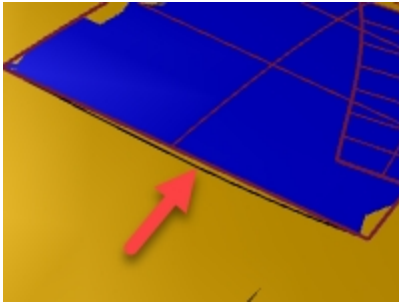
尽管放样曲面具有极其简单的优点，但它无法将其自身匹配到前边缘的较大曲面上-因为放样曲面的前端断面是直的，而与之相衔接的曲面是弯曲的，因此没有匹配项，我们需要修正这一问题。

1. 选取这两条曲线并开始放样。
2. 执行 **Loft** 指令 (曲面功能表: 放样), 在这两条曲线之间创建放样曲面。

因为放样曲面的断面是直的，所以在放样曲面与原始曲面的连接边缘会有小缝隙。请确保放样选项对话框中样式设置为标准，并且选择的是不要简化选项。



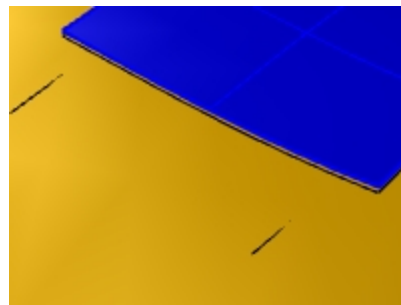
尽管放样曲面具有极其简单的优点，但它无法将其自身匹配到前边缘的较大曲面上-因为放样曲面的前端断面是直的，而与之相衔接的曲面是弯曲的，因此没有匹配项，接下来您需要修正这一问题。



衔接曲面

无论使用何种曲面处理工具，都要确保放样曲面与较大的曲面之间无缝融合。

1. 执行 **MatchSrf** 指令 (曲面功能表: 曲面编辑工具 > 衔接), 将放样曲面与原始曲面的边缘以曲率连续的方式进行衔接。
2. 当提示选取要衔接到的曲面或边缘时, 选取那条缩短曲线。
3. 当提示选取要衔接到的曲面或边缘时, 在指令行中设置**靠近曲面的曲线**选项为**打开**状态。这将允许我们衔接目标曲面上的任何曲线或位置, 而不仅仅是该曲面的边缘。
4. 按 **Enter** 键后, 提示选取目标曲面时, 选取那个大的原始曲面。
放样曲面的前端边缘就会沿着您选取的曲线向下拉至目标曲面。
衔接后的曲面预览就会出现在工作视窗中。
您可能会发现衔接后的曲面结构线与原始曲面边缘垂直, 造成曲面形状有过大的变化。这一问题会在下一步的操作中得到解决。
5. 这种情况您可以通过最近点的方式来匹配曲率并维持曲面的结构线方向。
在衔接曲面对话框中, 将**结构线方向调整**区域的**自动**更改为**维持结构线方向**。
现在预览曲面的变形就会少很多。

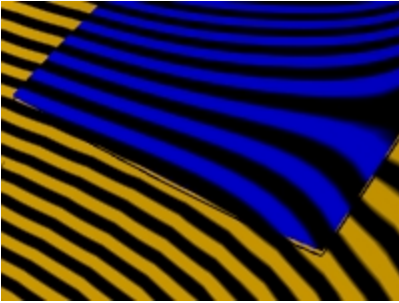


检查连续性

为了检查前面的 **MatchSrf** 是如何工作的, 您将使用 **Zebra** 分析指令来直观地检查两个曲面的连续性。因为新建立的曲面与原始曲面有重叠的部分, 所以您需要为斑马纹显示设置非常精细和精确的分析网格, 以减少两个曲面之间的干扰。

1. 选取这个大的曲面和进气口底部曲面。

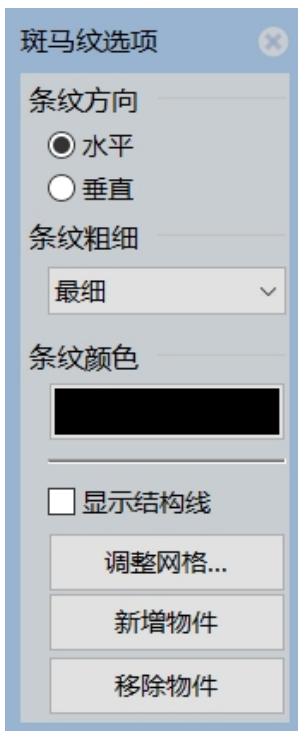
2. 执行 **Zebra** 指令 (分析功能表: 曲面 > 斑马纹) 查看这两个曲面间的连续性。



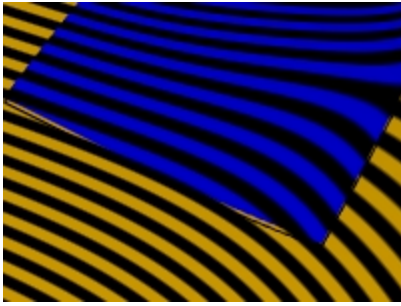
3. 当显示更改为显示斑马条纹时, 单击**斑马纹**选项对话框中的**调整网格**按钮。增加分析网格的密度。
4. 设置**边缘至曲面的最大距离**为**0.01**, **起始四角网格面的最小数目**为**5000**, 甚至您可以增加到10,000。点击**预览**按钮来查看新网格。



5. 将条纹方向设置为**水平**, 将**条纹粗细**设置为**较细**, 以获得良好的显示效果。然后点击**确定**按钮。

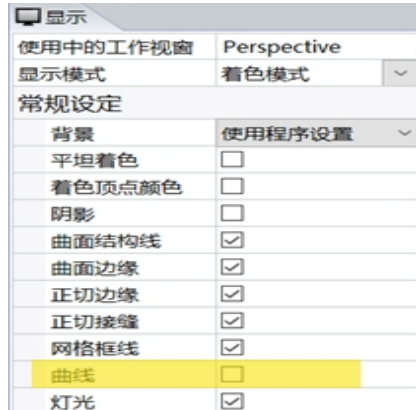


6. 现在, 由于设置了更精细的渲染网格, 所以斑马条纹显示更加平滑了。



附注：暂时关闭显示模式面板中的“曲线”显示可能会有所帮助，这样可以更好地查看投影线位置处的斑马纹显示效果。

小心，请记得一定要再把曲线显示打开。

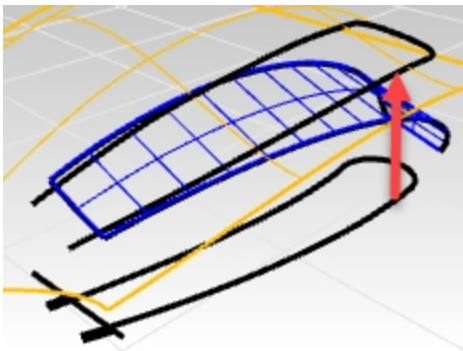


建立进气口两侧的曲面

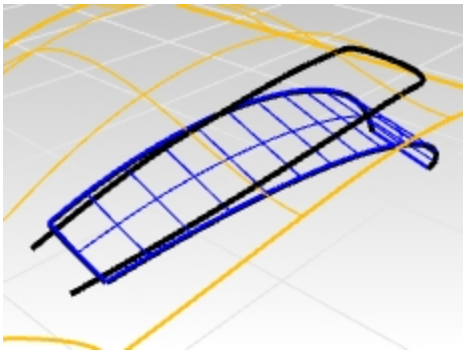
为了建立进气口两侧的侧面，您需要将投影曲线向下挤出曲面，这个投影曲线是这个练习刚开始的时候投影到原始表面上的曲线。您可以假设需要从模具中垂直拉出物件，因此需要设计具有拔模角度的曲面。将会以10度的拔模角度挤出投影曲线做为进气口两侧的曲面，以放样曲面与挤出的曲面相互剪。

挤出曲线成锥状

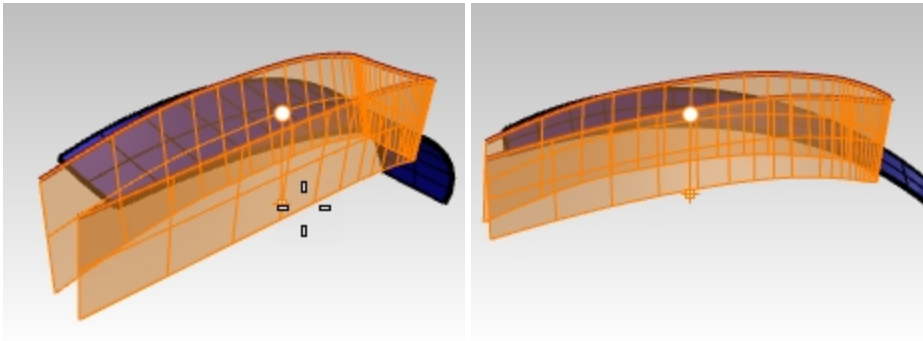
1. 如果需要，打开 Scoop 003.3dm，或继续使用您现有的模型。
2. 如果无法定位投影曲线，请使用 **Project** 指令将原始工作平面上的外部轮廓曲线投影到原始曲面。



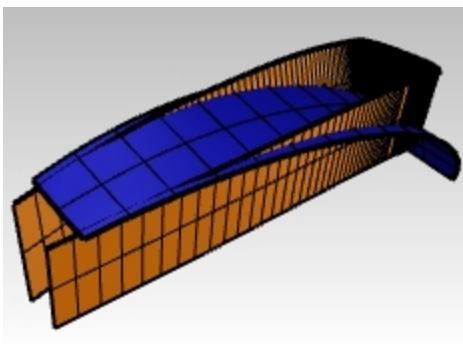
3. 使用 **Hide** 指令，隐藏 Top 工作平面上的曲线。



4. 在**图层**面板上，设置 **Sidewalls** 图层为当前图层。
5. **选取**投影曲线。
6. 使用 **ExtrudeCrvtapered** 指令 (*曲面功能表: 挤出曲线 > 锥状*) 挤出外部投影曲线。
7. 设置**拔模角度**为10。
向下挤出。在拔模角度设置为10的情况下，向下拉伸时挤压会向内逐渐变细或变窄。如果它反倒变宽了，请在 **ExtrudeCrvtapered** 指令行中，点击**反转角度**选项更改挤出角度。
8. 一直向下挤出，直到它完全与进气口底部曲面相交时停止，并单击，这样挤出长度就确定了。
如果您将曲面挤出的长度拉的太长，您可能得到一个多重曲面而不是一个单一曲面。
在属性面板可以查看曲面是否是单一曲面。
如果不是单一曲面请尝试重新挤出，请注意不要将长度拉的太长。
如果您在将其拉至与进气口底面相交的位置后发现它一定会是一个多重曲面的话，请改为将其挤出较短的距离。

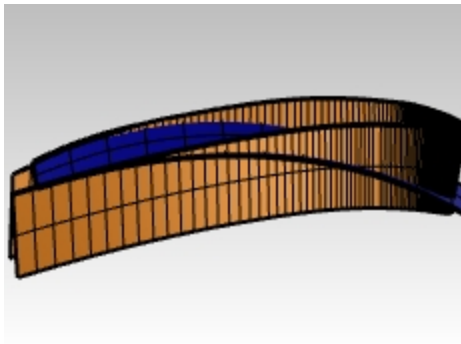


9. 如果有必要，请使用 **ExtendSrf** 指令 (*曲面功能表: 延伸曲面*) 将两侧的曲面延伸至超过进气口底面。
挤出的两侧曲面结构线会非常复杂。

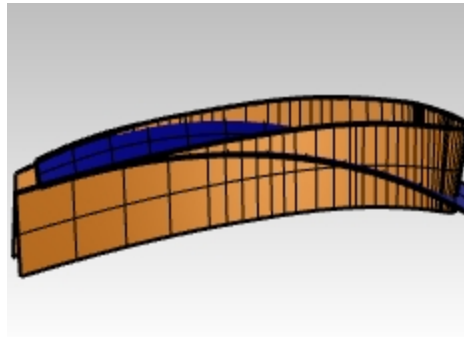


简化曲面

1. 执行 **FitSrf**，选取锥形挤出曲面。
2. 执行 **FitSrf** 指令 (*曲面: 曲面编辑工具 > 重新逼近公差*) 来简化曲面。
3. 在指令行中，设置**逼近公差**为0.001，**删除输入物件**=是，**重新修剪**=是，**U 阶数**=3，**V 阶数**=3。



修改之前



修改之后

过渡曲面

创建圆角

首先，您将在进气口的侧面与较早建立的进气口底面之间以及侧面与主曲面之间建立恒定半径的“滚球”圆角。

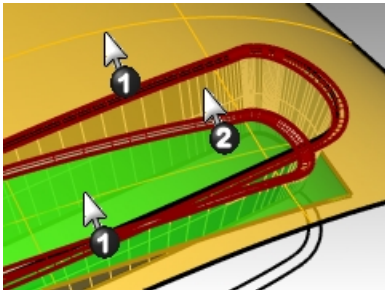
1. 显示原始曲面。
2. 在**图层**面板上，设置 **Fillet** 图层为当前图层。
在创建和修剪圆角时，使用线框显示模式会有帮助。
3. 执行 **FilletSrf** 指令 (*曲面功能表: 曲面圆角*)，设置**半径=5**，**延伸=否**，**修剪=否**，在进气口侧面与进气口底面之间建立圆角曲面。
4. 提示**选取要建立圆角的第一个曲面时**，选取进气口底面。
5. 接下来，选取在进气口底面之上的两侧曲面部分。

在主曲面与两侧曲面重复上述建立圆角的步骤。在这个案例中，在主曲面上选择的位置应该是位于铲口外侧的曲面-这样圆角是向外创建的，而不是内侧。圆角曲面可能会很长，也可能会交叉-不用担心这些问题，我们后期会把它修剪整齐。

附注： **FilletSrf** 会关注您单击输入曲面的位置。由于在两个曲面之间最多可能会有四个圆角的情况，因此拾取的位置会告诉 Rhino 圆角的轨道或边缘应移至何处。

由于这两个圆角相互交叉，所以需要您将这两个圆角修建回它们相交的位置。

拾取的位置很重要。



修剪圆角曲面

两个圆角曲面都与进气口壁曲面呈相切连续，所以两个圆角曲面的交集处也是相切连续。

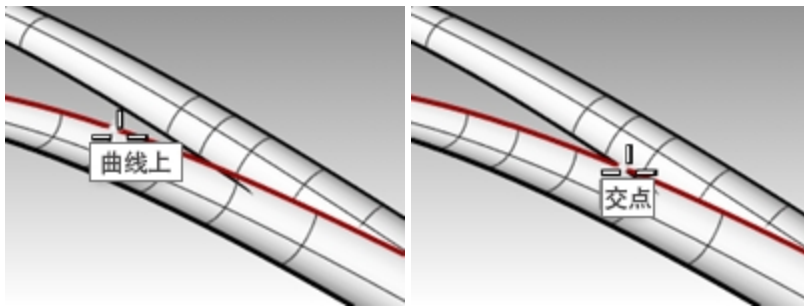
如果我们以一个平面去修剪两个圆角曲面，两个圆角曲面的修剪边缘也会是相切连续。修剪这两个圆角曲面有助于主要曲面和进气口曲面之间的混接。

建立修剪平面 — 您必需先建立一个环绕曲线的圆，再用这个圆建立一个平面。您可以将圆角曲面以外的所有物件隐藏起来以方便作业。

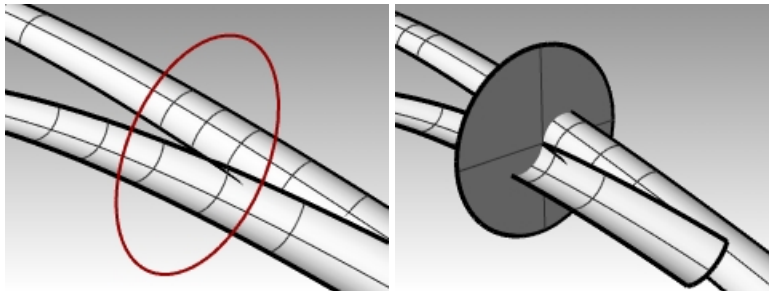
1. 如果有需要可以打开文件 **Scoop 004.3dm**。
2. 选取两个圆角，然后运行可见性工具列上的**隐藏未选取的物件**按钮，隐藏圆角曲面以外的物件。
所有其他没有被选中，没有开启控制点，没有被锁定的物件都将被隐藏。
3. 执行 **Circle** 指令，使用**环绕曲线**选项，只启用**交点**物件锁点。

附注： 鼠标右键点击物件锁点栏中的**交点**选项，其它的物件锁点选项都会被关闭，只有你右键点击的选项会被打开。

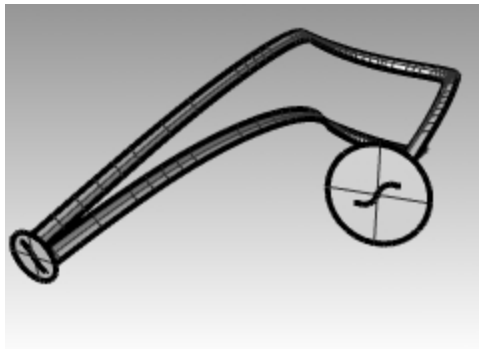
环绕曲线选项会强制 **Circle** 指令查找曲线(包括边缘曲线)来绘制圆。



4. 点击下方曲面的上边缘，然后捕捉两圆角曲面的交点为圆心的位置。
5. 然后指定圆的半径，将圆绘制得远远超过圆角曲面得宽度。
6. 执行 **PlanarSrf** 指令 (曲面功能表: 平面曲线)，然后选中圆曲线，在两个圆角曲面边缘的交点处建立一个圆形平面。
7. 对另一侧圆角曲面相交点处重复上述步骤。



8. 使用 **Trim** 指令，将圆角曲面超出圆形平面的部分修剪掉。

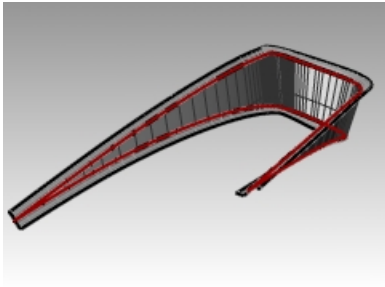


9. 对另一侧曲面与圆平面相交的位置也重复这个修剪指令。
10. 删除圆曲面。

修剪进气口壁曲面

您可以使用两个修剪过的圆角曲面修剪进气口壁曲面。

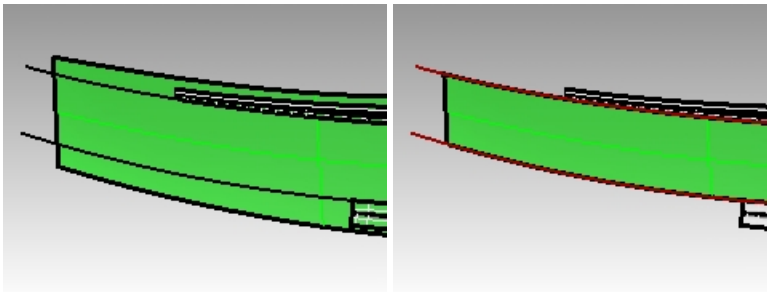
1. 使用**显示选取的物件**显示进气口壁曲面。
2. 使用圆角曲面作为修剪用物件来修剪侧壁多余的部分。
通常使用曲线修剪曲面会比使用曲面修剪曲面来得快，尤其是修剪曲面与被修剪曲面相切的情况形下，就像本范例中的两个相切的圆角曲面一样。
3. 如果使用圆角曲面修剪进气口壁曲面时作业失败，可以**复制**两个圆角曲面与进气口壁曲面交集的边缘曲线做为修剪曲线。



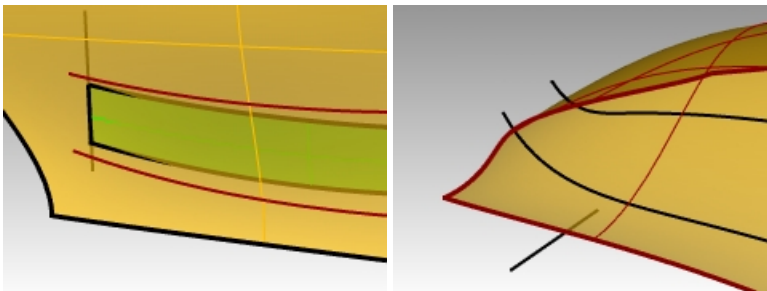
修剪主要曲面和进气口底部曲面

下一步将会延伸圆角曲面的边缘，以便于用来修剪主要曲面与进气口底部曲面。下方圆角曲面的内侧边缘与上方圆角曲面的外侧边缘需要延伸超过进气口底部曲面的前方边缘，延伸后的曲线会被分别投影到两个曲面上做为修剪曲线。

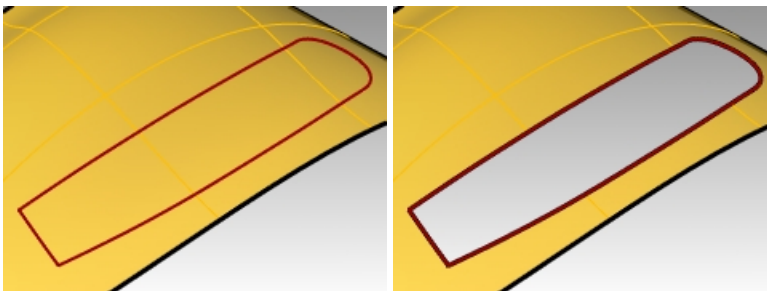
1. 如果有需要可以打开文件 **Scoop 005.3dm**。
2. 在 **Top** 工作视窗中，执行 **Extend** 指令，使用**类型=平滑**选项，延伸下方圆角曲面的内侧边缘两端，这两端的延长线要超过进气口底部曲面的前方边缘。
3. 使用延伸后的曲线在 **Top** 工作视窗中修剪进气口底部曲面在延伸曲线外侧的部分。



4. 再次使用 **Extend** 指令，延伸上方圆角曲面的外侧边缘两端超过进气口底部曲面的前方边缘。请注意，在 **Perspective** 工作视窗中延伸后的曲线端点会往上翘。
5. 如果主要曲面被隐藏，可以使用 **ShowSelected** 指令将它解除隐藏。
6. 在 **Top** 工作视窗中将这条延伸曲线**投影**到主要曲面上。



7. 使用 **ShowSelected** 指令或者打开原始曲线图层，将原始的直线段**投影**到主曲面上。
8. 以这两条投影线相互修剪，建立一条封闭的多重曲线。
9. 使用这条封闭的多重曲线在主要曲面上修剪出一个缺口。



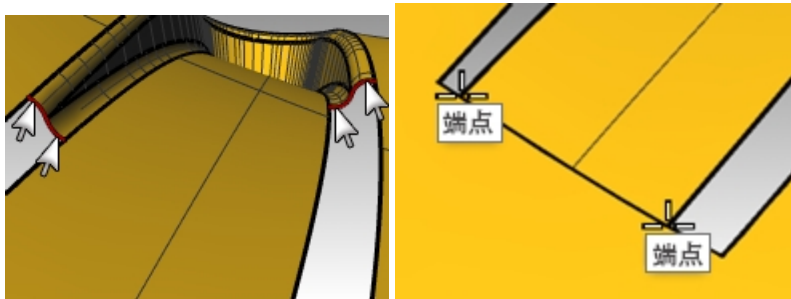
设定建立曲面的曲线

现在我们可以开始建立填补缺口的曲面。您可以看到曲面上有两个有四个边缘的缺口，我们可以使用缺口边缘建立**双轨扫掠**曲面或是以**网线**建立曲面。

因为这两个缺口各有一端是由两个圆角曲面的边缘所组成，所以您将需要在此处创建一条曲线以用作曲面的输入曲线。复制两个缺口的四条圆角边缘曲线，组合成两条S形的曲线。缺口的前端是主要曲面的修剪边缘。

我们必需分割这个一整条的边缘为三个边缘，以配合两个缺口的宽度。

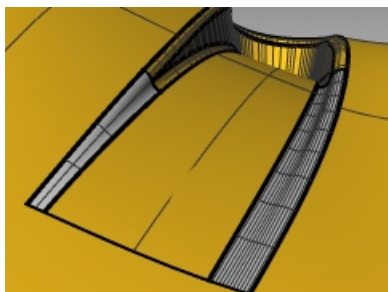
1. 如果有需要可以打开文件 **Scoop 006.3dm**。
2. 使用 **DupEdge** 指令复制两个圆角曲面的修剪边缘曲线。
3. **组合**这四条曲线为两条多重曲线。
4. 使用 **SplitEdge** 指令 (分析功能表: 边缘工具 > 分割边缘) 以端点物件锁点捕捉进气口底部曲面的前方边缘端点，分割主要曲面缺口前方的边缘。



5. 使用 **SplitEdge** 指令，捕捉两个圆角曲面边缘端点，这样每个缺口两侧的长边缘就被分割好了。这样做会让 **NetworkSrf** 更快地分析如何建立曲面。

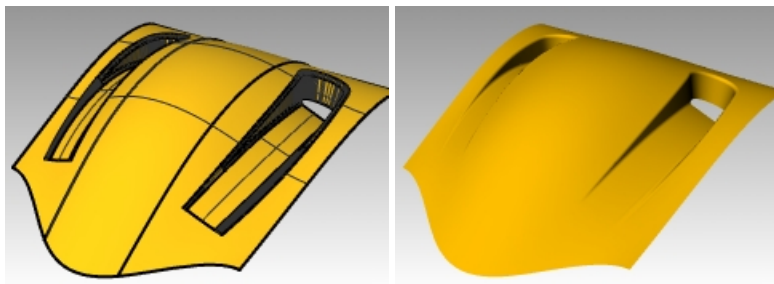


6. 执行 **Sweep2** 指令，使用 **路径连续性=相切** 或 **NetworkSrf** 指令建立最后两个曲面。建立的曲面一端是您之前复制圆角曲面修剪边缘的 S 型曲线，而另一端是从缺口前方边缘分割而来的一小段边缘。



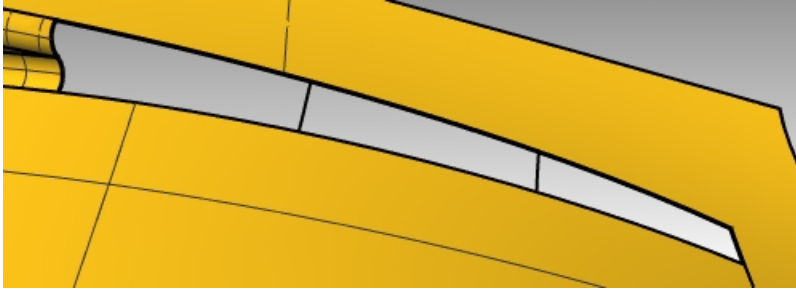
完成曲面

1. 如果有需要可以打开文件 **Scoop 006.3dm**。
2. **组合**所有曲面，在进气口后方切出一个洞。
3. 以**镜像**与**修剪**建立另一侧的进气口。

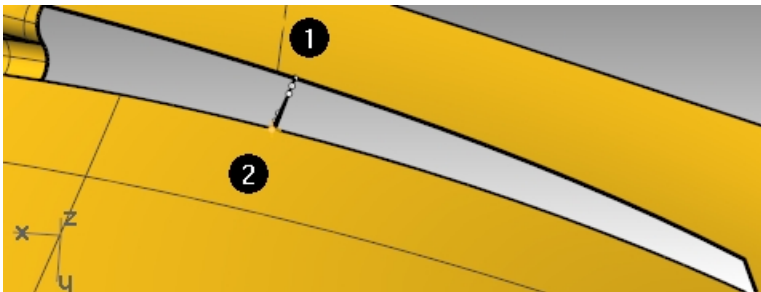


建立更多的断面曲线

1. 如果有需要可以打开文件 **Scoop 007.3dm**。
2. 使用 **Sweep2** 或者 **NetworkSrf** 指令闭合这些缺口。
在较大的缺口上建立更多的断面曲线有助于建立曲面。
使用 **Blend** 指令在缺口较长边缘 1/3 或 2/3 的位置建立混接曲线，使用这些曲线建立网线曲面。



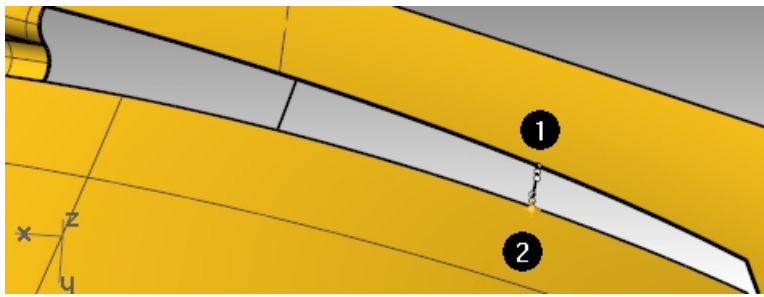
3. 执行 **BlendCrv** 指令 (曲线功能表: 混接曲线 > 可调式混接曲线)。
4. 在指令行里, 点击选择**边缘**选项。
设置**连续性=相切**。
5. 当提示**选取要混接的曲面边缘**时, 在矩形缺口的其中一条长边的大约1/3处单击选定。



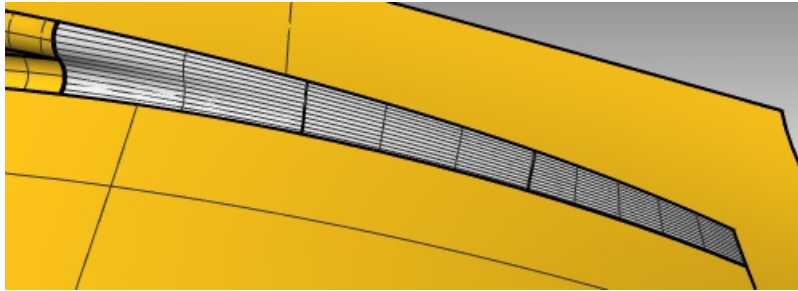
6. 提示另一条要**混接的曲面边缘**时, 请单击与第一个边缘相对的边缘。
混接曲线就会放置在这两条边缘之间, 调整曲线混接的对话框也会弹出。
7. 在**调整曲线混接**的对话框中, 设置两端的**连续性=正切**。



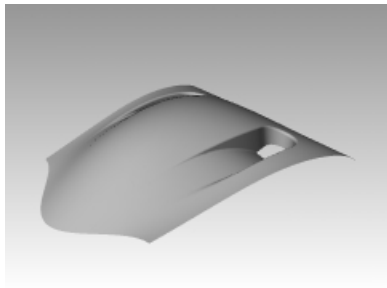
8. 使用同样的方法在这两个边缘 2/3 的位置再建立一条混接曲线。
附注: 如果在使用**混接曲线**时开启了**记录建构历史**, 并且您想在更改连续性的前提下调整这条混接曲线, 则可以再使用一次 **BlendCrv** 指令, 在指令行中点击**编辑**选项就可以进行调整。



9. 使用 **NetworkSrf** 指令建立曲面。
记得要选取新建立的两条混接曲线。



10. 将所有曲面组合成一个多重曲面。给它分配材质然后渲染。



Chapter 10 - 使用 2-D 图形

Rhino 有时需要使用 2-D 图形做为模型的一部分进行建模。

要完成这样的工作需要将 2-D 图形定位到模型上。

在这节的练习中，我们会创建一个自定义工作平面，还会导入一个 Illustrator 的标志文件，并学习把这个标志文件定位到曲面上。

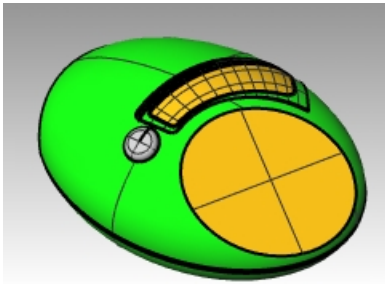
Exercise 10-1 导入 Adobe Illustrator 文件

打开并创建模型

1. 打开模型 **Air Cleaner.3dm**。
2. 在 **Rhino** 选项的**建模辅助**页面，将**工作平面**设置为**标准工作平面**。
如果将工作平面设置为使用同步工作平面，那接下来的操作将不起作用。

导入文件

1. 执行 **Import** 指令 (文件功能表: 导入)。
2. 将**文件类型**改为 **Adobe Illustrator (*.ai)**，然后选择文件 **AirOne_Logo.ai** 导入。



3. 在弹出的 **AI 导入选项**对话框中，点选“**吻合默认画面**”选项，然后点击**确定**按钮。
导入的标志曲线会处于选取状态下，并放置在 **Top** 工作平面上及 **Default** 图层中。



4. 在导入曲线还是选中的状态下，使用 **Group** 指令将所有导入的曲线组合成一个整体。
以这样方便在往后的作业中可以一次选取所有的曲线，避免在移动标志曲线时遗漏了某些曲线。
5. 执行 **Layer** 指令。
6. 在**图层**面板中，关闭 **Logo** 图层。
7. 保持曲线群组是选中的状态，然后在 **Logo** 图层上按鼠标右键，弹出的菜单中选择**复制物件至图层**，将标志曲线复制到 **Logo** 图层。
在之后的练习中我们会再用到这个复制的标志曲线。
8. 关闭除了 **Default**，**Body** 以及 **Top Surface** 之外的其它图层。

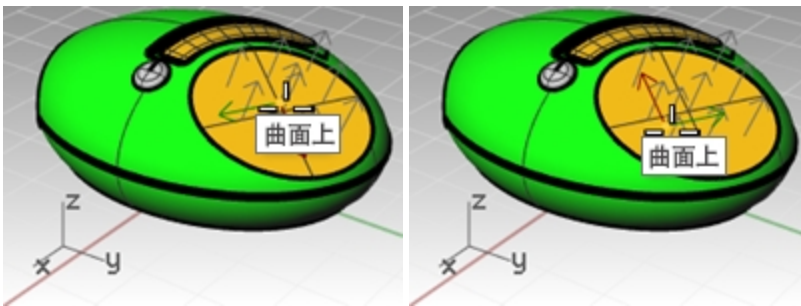


创建一个自定义工作平面

我们需要新建一个工作平面。使用 CPlane 指令可以将工作平面设定在模型的平面上，新设定的工作平面 X、Y 轴的方向会对应到目标曲面的 U、V 方向。Dir 指令可以显示及改变曲面的 U、V 的方向。

1. 将 **Perspective** 工作视图的显示模式改为线框模式。
2. 选取物件上椭圆形平面，从**分析**菜单选择**方向**。

您可以看到这个曲面的 U、V 与法线方向，知道这个椭圆形平面的 U、V 与法线方向非常重要。

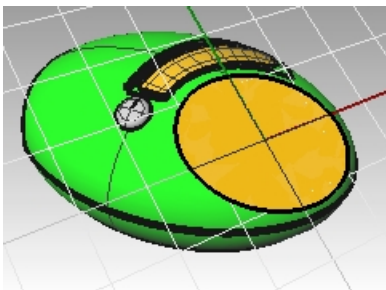


白色的箭头是曲面的法线方向，当您在选取的曲面上移动鼠标光标时，光标会出现红色和绿色箭头。红色代表曲面的 U 方向，绿色代表曲面的 V 方向。

3. 指令行有各种可以改变曲面方向的选项，您可以按这些选项改变曲面的方向，曲面方向的图示会根据您的更改而随时更新。

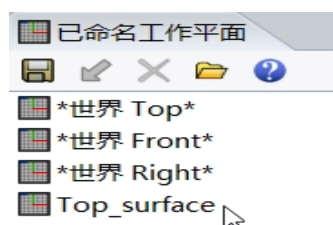
当所有的更改做完后，按 **Enter** 键接受。

您需要将曲面的 U、V 方向设置成与下图中所示的一样。



这样做可以让新的工作平面根据您的设定对应到椭圆形平面上，也可以预测标志曲线套用到椭圆形平面上的位置与方向。

4. 在 **Perspective** 工作视窗中，使用 **Cplane** 指令，指令行中选择**物件**选项 (查看功能表: **设置工作平面 > 至物件**) 或者 (**工作视窗右键菜单: 设置工作平面 > 至物件**)，设定工作平面到椭圆形平面上。自定义工作平面的 X 与 Y 轴平行于您之前于椭圆形平面上设定的 U 和 V 方向。
5. 在**已命名的工作平面**面板上，将新的工作平面保存为 **Top_surface**。这样方便往后可以很容易地取回这个工作平面。



将标志对应到新得工作平面上

我们将使用的指令会以物件相对于某个工作平面的位置移动到椭圆形平面上。

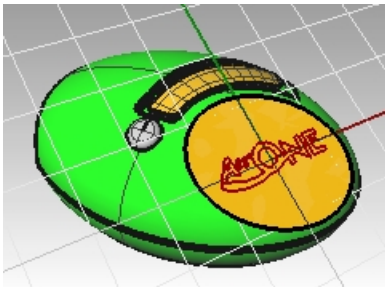
1. 启用 Top 工作视窗。将 Top 工作视窗的显示模式改为**线框模式**。
2. 在 Top 工作视窗中选取曲线。
3. 在**状态列**上，点击打开**记录建构历史**。
4. 选取这标志曲线。
5. 在**变动功能表**下，点击**定位**，然后选择。**重新对应至工作平面**。

这样就开启了 **RemapCPlane** 指令。

这个指令是以使用中与目标工作视窗的工作平面为依据移动物件，所以选对工作视窗非常重要。

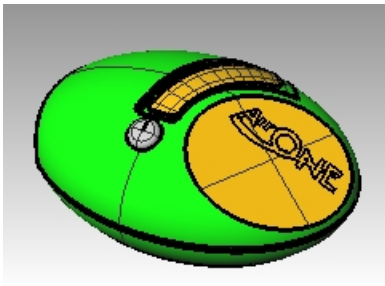


6. 在包含**自定义工作平面**的 **Perspective** 工作视窗按鼠标左键。
您可以使用**复制=是**选项复制物件到其它工作平面上，并保留原来的物件。
标志曲线会以相对于使用中工作视窗工作平面的位置对 应到 Perspective 工作视窗的自定义工作平面。



7. 使用操作轴**旋转**、**移动**或**缩放**原始标志。由于使用了**记录建构历史**，因此如果对原始（或父级）曲线进行更改，那在 **Perspective** 工作视图中重新对应至自定义工作平面的副本（或子级）曲线也会随之更新。

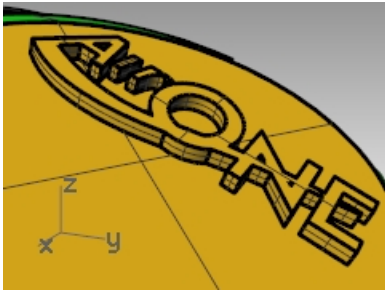
您可以使用 **Plan** 指令将视图正对 **Perspective** 工作视窗中的自定义工作平面，便于调整标志曲线的位置，工作视窗会以平行投影正对自定义的工作平面。



挤出标志

接下来您将挤出标志曲线成为一个多重曲面。

1. 让 **Perspective** 工作视窗作为当前视图。
2. 选取标志曲线。
3. 在**实体功能表**里，点击**挤出平面曲线**，然后点击**直线**。
4. 在 **ExtrudeCrv** 指令行中，点击设置**两侧=是**。
5. 输入**1mm**，然后 **按 Enter 键**，设置挤出长度。 **按 Enter 键**，完成挤出指令。



这个文本曲线现在就是一个封闭的多重曲面了。但是，在此挤出过程中没有拔模角度，这样实际过程中不方便将模型从模具中取出。所以，接下来我们将首先撤销挤出，然后再使用拔模角度选项再一次挤出曲面。

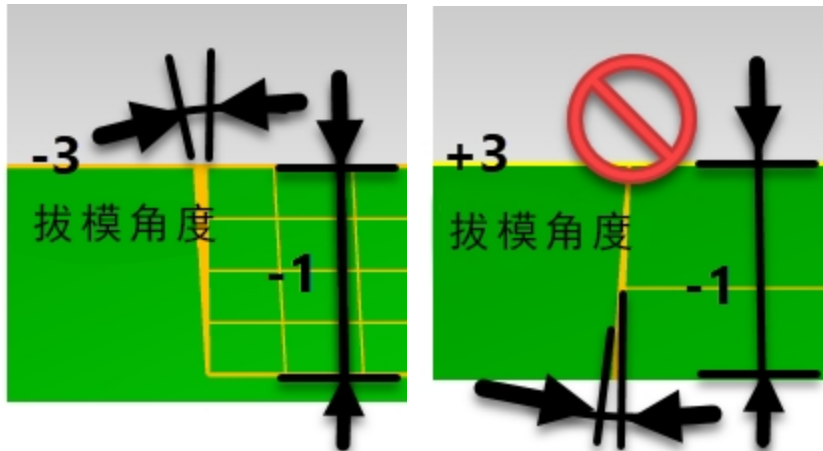
6. 在编辑功能表上，点击复原。

使用锥状选项挤出标志

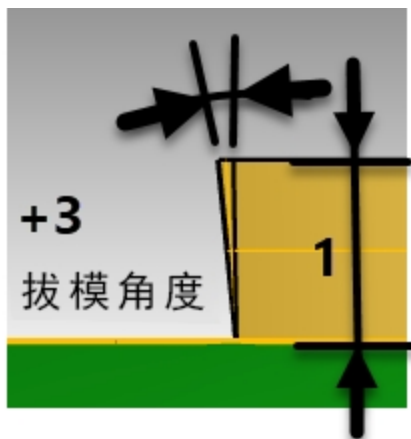
这次我们将使用锥状选项挤出标志曲线然后与顶部平面进行差集运算。

1. 让 **Perspective** 工作视窗作为当前视图。
2. 在 **实体功能表**里，点击 **挤出平面曲线**，然后点击 **锥状**。
3. 在 **ExtrudeCrvTapered** 指令行中，点击设置 **拔模角度**为-3。
4. 按 **Enter** 键，结束指令。

将 **拔模角度**设置为正3度将会导致出现错误的结果。



5. 输入-1 mm，然后按 **Enter** 键，结束指令。



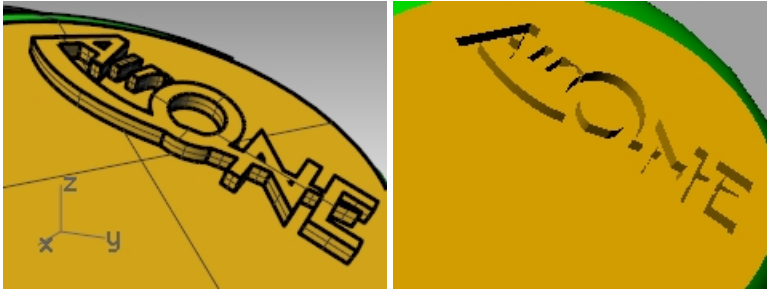
附注：在这个例子中使用一个正数距离和一个正数角度将导致挤出高度和角度出现不正确的结果。

顶部平面与标志曲面进行差集运算

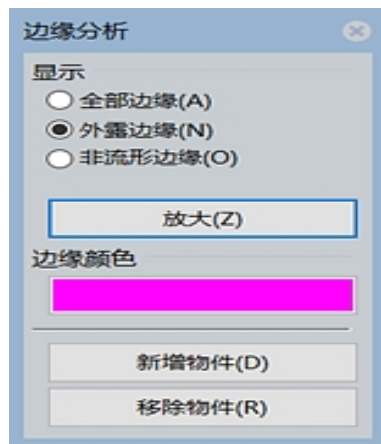
您将使用 **BooleanDifference** 指令将文本雕刻到平面上。**BooleanDifference** 将从平面上移除纯文本并创建雕刻效果。布尔值完成后，检查以确保没有由于布尔值而引入的开口或裸露的边缘。

1. 选取顶部曲面。

2. 从**实体功能表**中，点击**差集**。
选取全部挤出标志曲面，并设置**删除输入物件=是**，
3. 按 **Enter** 键，完成差集指令。
附注：如果差集操作失败了，请将挤出文本稍微向上移动到标志文本上表面超过平面曲面，然后再次执行 BooleanDifference 指令。



4. 选取顶部曲面。
5. 在**分析功能表**下，点击**边缘工具**，然后点击**显示边缘**。
6. 选择显示**外露边缘**。



成功的布尔差集应该在曲面的周长周围有1条外露的边缘，并且在内部没有裸露的边缘。

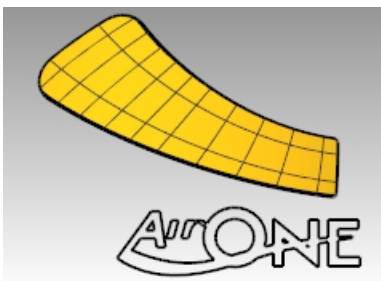
将标志流动到自由曲面上

在这部分的练习中，您将学到 Logo 几何体可以通过流动指令放置到任意自由曲面。该自由曲面不是一个平面，我们将使用一个变动工具—沿着曲面流动，让物件发生移动并沿着曲面发生弯曲变形。沿着曲面流动可以让物件从源曲面位置变化到目标曲面。它使用曲面的 UV 来确定其流动的方式。源曲面和目标曲面具有相同的相对 UV 方向是十分重要的。

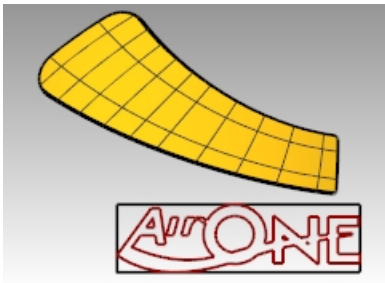
在进行沿曲面流动指令之前开启记录建构历史后，您将能够更改输入并快速影响输出结果。logo 物件位于 Logo 图层上。在此节练习中，您可以关闭除 logo 和 surface 图层以外的其它图层。

创建基准曲面

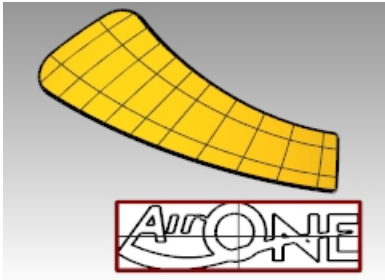
1. 执行 **Layer** 指令，让 **Cutout** 图层变为当前图层。
2. 关闭除了 **Cutout** 以及 **Logo** 之外的其它图层。



3. 使用 **BoundingBox** 指令(分析: 边框方块)为标志曲线加一个矩形方框。



4. 使用 **PlanarSrf** 指令(曲面功能表 > 平面曲线)将矩形方框创建为矩形曲面。



将标志曲线流动到自由曲面上

1. 在状态列上, 开启**记录建构历史**。开启后该选项的字体会变粗体。
2. 使用 **FlowAlongSrf** 指令(变动功能表: 沿着曲面流动), 将标志曲线流动到曲面上。拾取白色矩形平面为基准曲面。

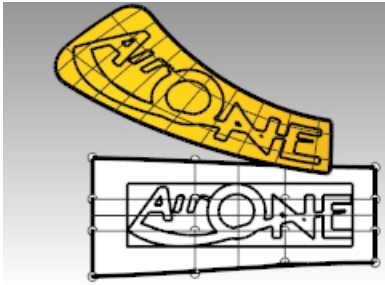
您会发现流动后的曲线可能超出了曲面的范围。



3. 开启基准曲面的**控制点**并移动控制点, 使曲面在所有维度上都稍大一些。
由于流动曲线之前开启了建构历史, 所以当对基准曲面进行调整时, 流动到表面上的曲线也会发生相应改变, 这样流动的曲线就能很好地与曲面相匹配。



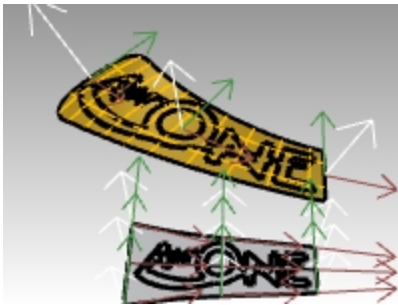
4. 使用 **ChangeDegree** 指令(编辑功能表: 改变阶数)更改基准曲面的阶数, **U** 和 **V** 方向的阶数都更改为**3阶**。
5. 调整控制点, 进一步进行微调, 让曲线更好地契合到曲面上。



- 复原布尔差集和上一步的沿曲面流动操作。



- 使用 **Dir** 指令检查切割曲面的 UV 方向。
- 使用 **Dir** 指令来调整基准曲面的 UV 方向，以匹配切割曲面的方向。



将基准面上的标志曲线挤出成实体并将实体流动到切割曲面上

接下来您将流动实体标志到切割曲面上。

- 使用 **ExtrudeCrv** 指令，并点击**两侧**选项，将原始文本曲线挤出成 3-D 实体。挤出长度设置为 1mm。



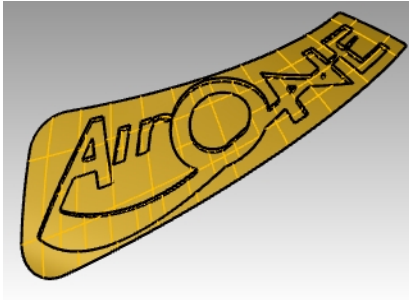
- 在**变动功能表**上，点击**沿着曲面流动**。
这次不需要开启建构历史，因为所有需要的调整已经在基准曲面完成了。



- 使用 **BooleanUnion** 指令将实体标志与切割曲面组合起来。



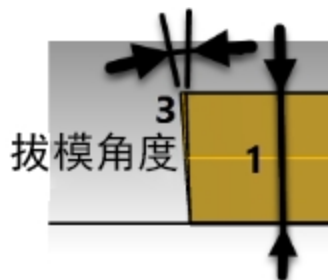
- 在编辑功能表上，点击**复原**。
- 使用 **BooleanDifference** 指令进行差集运算，使切割曲面呈现一种雕刻效果。



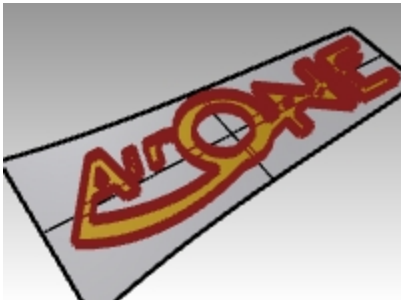
流动锥状标志

这次您将流动标志曲线而不是实体。您将关闭包含上一个沿着曲面流动制作出来的实体的图层。

- 打开 **Cutout_02** 图层并让它成为当前图层。
- 关闭 **Cutout** 图层。
- 在**实体**功能表里，点击**挤出平面曲线**，然后点击**锥状**。
- 设置挤出长度为1mm，拔模角度为3度。按 **Enter** 键，挤出。



- 将所有实体标志成组，这样方便我们进行选取。



- 使用 **FlowAlongSrf** 指令将实体标志流动到切割曲面上。使用新的基准曲面，并在指令行中设置**约束法线=否**。

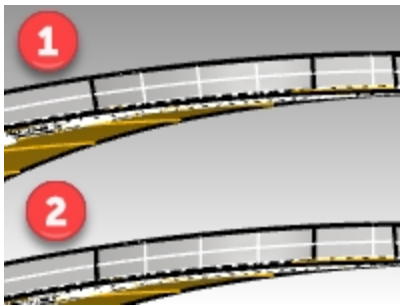


最终的流动文本应该与之前的流动曲线完全一致。

我们注意到，浮雕字母在某些位置向外会逐渐变细，尽管您原本也是要对挤出字母进行锥化处理，但是这样的结果在实际脱模的时候也还是不容易将模型从模具中取出。

为了修正这种情况，**复原**之后再次流动，但是这次设置**约束法线=是**。

7. 在**编辑功能表**上，点击**复原**。
8. 再次使用 **FlowAlongSrf** 指令将实体标志流动到切割曲面上。
使用新的基准曲面，并在指令行中设置**约束法线=是**。



1)约束法线=否

生成的文字与之前的流动曲线完全一致，浮雕字母可能在某些位置向外渐缩。

2)约束法线=是

这种方式的流动操作会从基准平面映射到目标曲面，而不是映射到目标曲面的法线方向。

基准的垂直方向保持不变。

9. 使用 **BooleanUnion** 指令将实体标志与切割曲面组合起来。



根据 2-D 图纸制作模型

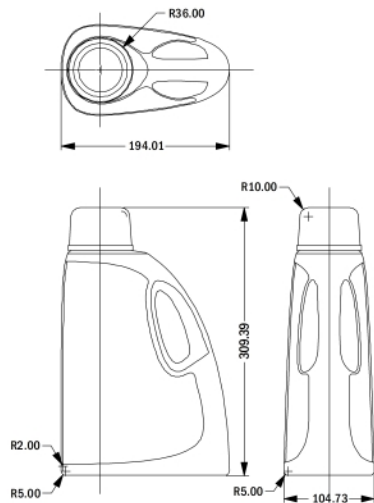
建模中比较困难的建模任务之一是将一组 2-D 图纸转换为 3-D 模型，通常这些图纸可能在某些部分很精确，但在三维空间上进行的复杂的曲面过渡的区域则无法精确地表达。

最好直接与设计者协商以弄清困难之处，但有时候无法直接沟通，而且通常在各个视图之间总会有配合不上的问题。

如果没有可以参考的实际模型，您必须在各个 2D 视图、草图中做取舍，找出最可能的 3D 造型。例如，您必须考虑 3D 模型的哪个部分在哪个视图中最准确的。

稍后的范例我们会示范一些从一组 2D 视图建立吹塑模塑料瓶的方法。在这个练习中，我们会有一组塑料瓶的三视图，这些视图并不准确，我们要做的是尽可能建立一个最能够符合设计师所画的各个视图曲线的模型。

因为上课时间有限，我们只能示范建立这个模型的第一阶段，我们只会完成这个瓶子的曲面部分，细节部分会被忽略。在教学模型文件夹中有一个已经完成的瓶子模型供您参考。



三视图

Exercise 10-2 建立清洁剂瓶子

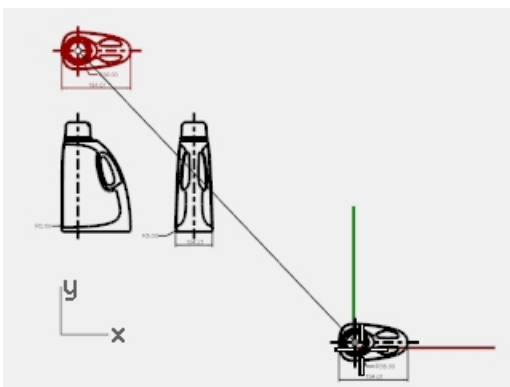
将图纸成组

1. 打开模型 **Detergent Bottle.3dm**。
2. 在 **Top** 工作视窗中，框选左上方构成瓶子 **Top** 工作视窗的 2-D 图纸。
3. 使用 **Group** 指令将选取的物件成组(编辑功能表: **群组 > 群组**)。
4. 重复上一个步骤，群组左下方瓶子的 **Front** 视图和右下方瓶子的 **Right** 视图。
每一个视图的曲线都是一个单独的群组。



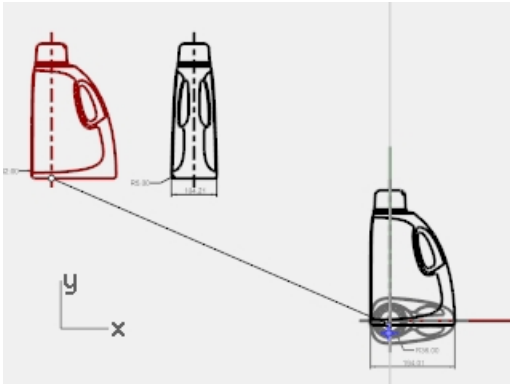
定位顶视图

1. 选取 **Top** 视图群组。
2. 使用 **ChangeLayer** 指令(编辑功能表: **图层 > 改变物件图层**)将顶视图群组移动到 **2D Template Top** 图层。
3. 在 **Top** 工作视窗中，使用 **Move** 指令，以群组中圆的圆心为移动起点，坐标 **0,0** 为移动的终点，移动整个群组到工作平面原点。

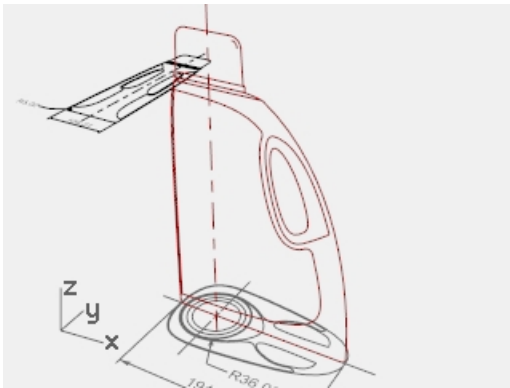


定位前视图

1. 选取 **Front** 视图群组。
2. 使用 **ChangeLayer** 指令将前视图群组移动到 **2D Template Front** 图层。
3. 在 **Top** 工作视窗中使用 **Move** 指令，以中心线与瓶底水平线交点为移动的起点，坐标 **0,0** 为移动的终点，移动整个群组到工作平面原点。

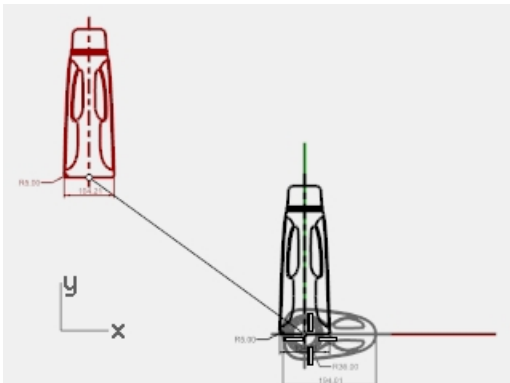


4. 在 **Top** 工作视窗中，在 **Front** 视图群组仍处于选中的状态下，执行 **RemapPlane** 指令(变动功能表: 定位 > 重新定位至工作平面)。
5. 在 **Front** 工作视窗点击鼠标左键。
将右视图群组定位至 3-D 空间中。

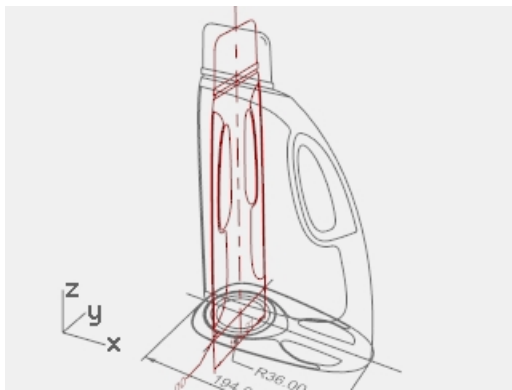


定位右视图

1. 在 **Top** 或 **Perspective** 工作视窗中选取 **Right** 视图群组。
2. 使用 **ChangeLayer** 指令将右视图群组移动到 **3D Template Right** 图层。
3. 在 **Top** 工作视窗中使用 **Move** 指令，以中心线与瓶底水平线交点为移动的起点，坐标 **0,0** 为移动的终点，移动整个群组到工作平面原点。



4. 使用 **RemapPlane** 指令重新对应 **Right** 视图群组到 **Right** 工作视窗的工作平面。
将右视图群组定位至 3-D 空间中。



通常 2-D 曲线参考图并不能满足建立 3-D 模型所需的精确度。在开始建立 3-D 模型之前，请先找出 2D 曲线参考图中的错误，并予以修正。

建立 3-D 曲线

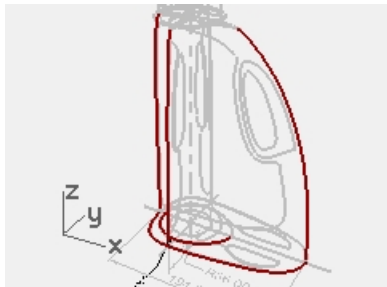
瓶身手把的洞是在曲面建立后才切割出来的，目前我们只需要建立外侧的曲面。瓶身前视图的上方与底部的边缘为圆角边缘，在开始建立瓶身曲面时可以被忽略，曲面建立后再使用其它方法在曲面边缘建立圆角。我们必须延伸或重画与每一个圆弧相接的曲线，使这些曲线超过圆弧并交集形成锐角。

您可以使用许多曲面工具开始建立瓶身曲面，**双轨扫掠**或**从网线建立曲面**是最明显可以使用的方法。

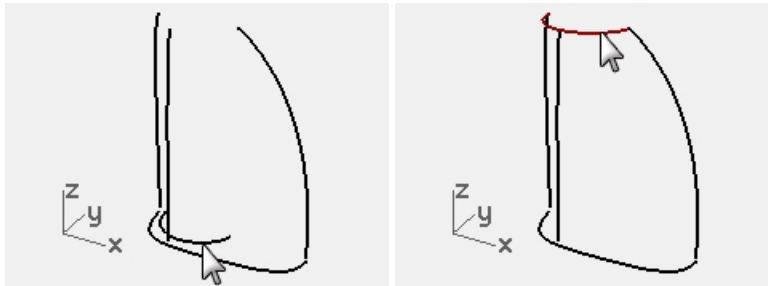
从网线建立的曲面只会参考曲线的形状，与输入曲线的结构无关。曲面会以公差逼近曲线，建立的曲面结构与输入曲线的结构并没有关联。

其它建立曲面的指令，包括：单(双)轨扫掠、放样与以边缘曲线建立的曲面至少会有一个方向与输入曲线的结构相同，这些指令建立的曲面会完全通过输入的断面曲线，您可以从输入曲线是如何建立的决定使用哪一个指令建立曲面。

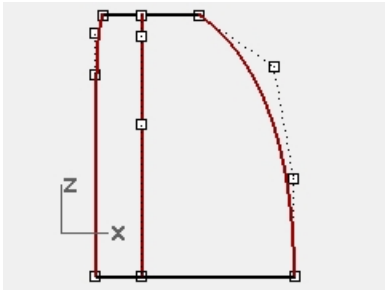
1. 选取先前步骤建立的群组，使用 **Ungroup** 指令(编辑功能表: 群组 > 解散群组)，将所有的群组解散。
2. 选取三个视图中瓶子外侧的轮廓曲线，将这些曲线复制到 **3D Curves** 图层。
因为这个瓶子在 X 轴的两侧是对称的，您只需要复制一侧的曲线，然后再做镜像。
3. 使用 **OneLayerOn** 指令(编辑功能表: 图层 > 只开启一个图层)只开启 **3D Curves** 图层。



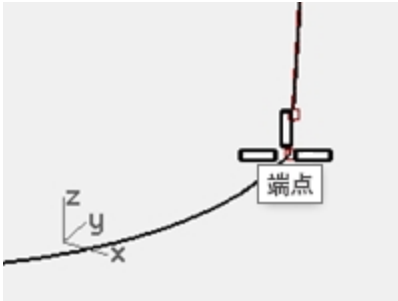
4. 将定义瓶顶曲面的曲线**移动**到与垂直曲线顶部相同高度的位置。
您可以在 **Perspective** 工作视窗中使用 **SetPt** 或以 **Move** 指令配合**垂直**选项做这样的移动。



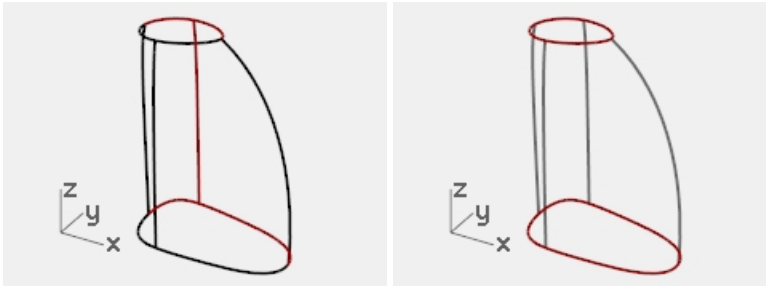
5. 直立的曲线现在可以延伸超过圆弧曲线，这样它们就正好在这些曲线的端点上与顶部和底部曲线相交。
一种方法是使用 **Extend** 指令的**类型=平滑**选项延伸这些直立的曲线。
以**端点**或**四分点**物件锁点的方式将直立的曲线延伸后的端点放置于顶部和底部的端点或四分点上。
延伸后的曲线的结构会变复杂。如果保持曲线结构简单和良好的匹配度非常重要的话，可以使用调整控制点的方式延伸曲线。



6. 复原上一步的**延伸**操作，改成直接编辑曲线的控制点。
您可以先在原地复制这些直立的曲线，做为调整曲线控制点时的参考。
7. 在 **Right** 视图中，将位于同一侧的底部、顶部以及直立曲线**镜像**到另一侧。
您会得到八条定义瓶身曲面的曲线。
这些曲线基本上都是 2-D 图形中的原始曲线，但在 3-D 图形中进行了重新排列。



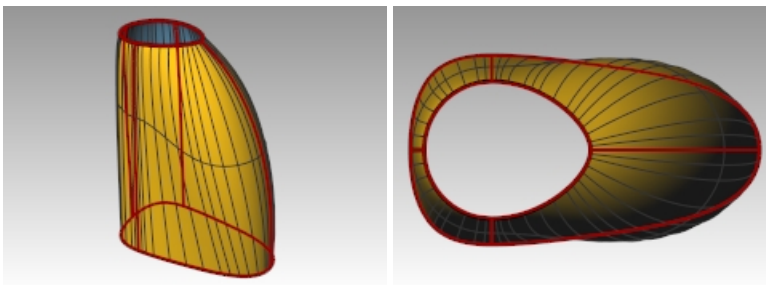
8. **组合**底部与顶部的曲线为封闭曲线。
这些曲线将会做为建立网线曲面或双轨扫掠曲面的输入曲线。



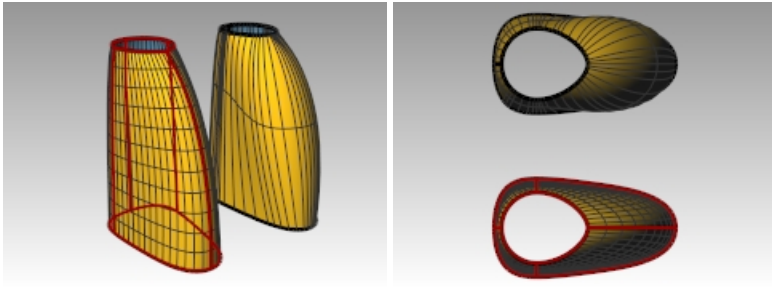
以双轨扫掠建立瓶身曲面

这些曲线是我们从 2D 视图中可以找到的定义瓶身曲面的曲线，所以我们可以直接从这些曲线建立瓶身曲面。

1. 设置 **Surfaces** 图层为当前图层。
2. **框选**所有曲线，以 **Sweep2** 指令建立曲面，再设置工作视窗的显示模式为**着色模式**。
我们注意到瓶子的手把部分的曲面的形状严重失控。



3. 暂时将双轨扫掠的曲面**移动**到一边。
虽然我们可以重新调整或者加入曲线让 **Sweep2** 产生较好的曲面，但我们要藉这个机会以同样的曲线做为网线建立曲面，比较两个指令建立曲面的差别。
4. 再次选取所有的曲线，然后使用 **NetworkSrf** 指令创建曲面。



使用网线建立的曲面效果明显会好很多。

自己动手做

- 继续建立瓶身的凹陷部分和把手部分。
- 参考 2D 视图在有圆角的地方建立圆角。
- 建立瓶口螺纹和瓶盖。

在教学模型文件夹中有一个已经完成的瓶子模型文件 **Finished Detergent bottle.3dm** 供您参考。



Chapter 11 - 曲面分析

Rhino 里有许多工具可以帮助您直观地评估曲面的质量。在这个练习中，我们将使用曲线和曲面分析工具来帮助构建具有良好连续性的干净简单的曲面。

有些模型会更多关注曲面的连续性，主要是因为连续性差的曲面在实际制造时会显示出瑕疵，例如，汽车曲面就要求很高的连续性，而吹塑工艺的瓶子在曲面连续性不匹配的情况下也不会有太大的影响。

在 **Surface Analysis.3dm** 文件里有一组您在上一个范例中用到过的曲线。在当前练习中，我们的任务是绘制优质的曲线，以便创建更干净，更简单且连续性良好的曲面。我们将使用 **CurvatureGraph**, **Zebra**, 和 **CurvatureAnalysis** 进行设置确保得到最佳结果。最后，我们将此练习中的曲面分析结果与上一个练习中的曲面分析结果进行比较。

Exercise 11-1 曲面分析

分析曲线

首先，我们观察一下顶部和底部曲线的曲率图。这些曲线的形状从表面看已经足够好了，但是从曲面连续性的角度看，还有改进的空间。

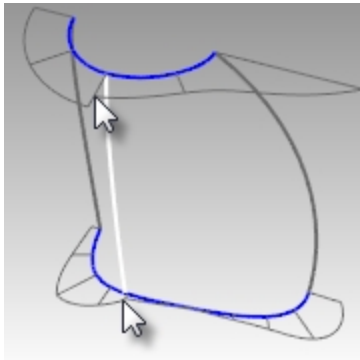
打开模型

1. 打开模型 **Surface Analysis.3dm**。
2. 选取顶部和底部的曲线。
3. 执行 **CurvatureGraph** 指令ommand (分析功能表: 曲线 > 开启曲率图形), 并将**显示缩放比**设置为**120**。

从曲率图形上可以看出这两条曲线都是相切连续的，在某些位置上没有达到曲率连续。

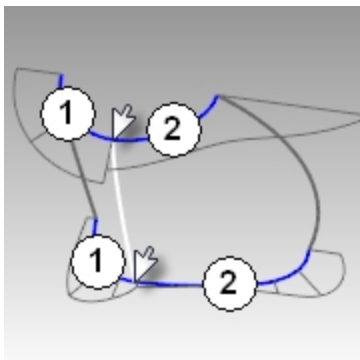
假设我们希望以这些曲线构建的曲面具有曲率连续性，我们最好在创建曲面之前修改这些曲线。

如果我们预先决定了曲面的排布方式，那将有助于我们了解如何绘制简单的新曲线。



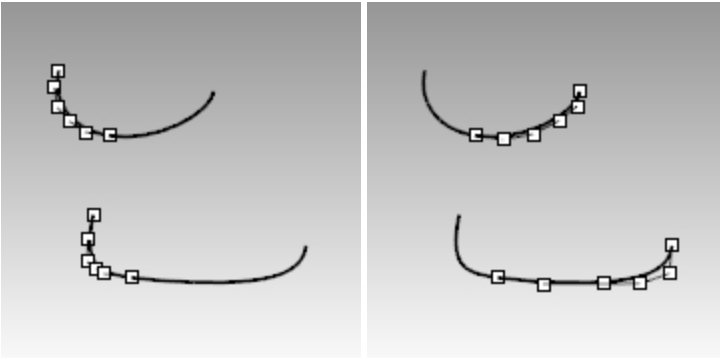
建立具有一致曲率的单一曲面是建模实践的理想状态。查看底部曲线，我们可以看到有两处非常适合创建曲面的区域，因此我们将从此处开始。从底部曲线的曲率图形可以看出，前部区域（1）的曲率较高，中间区域曲率相对平坦，而在手柄侧（2）区域内的曲率迅速增加。顶部曲线曲率图形整体上较平滑，但在与底部曲线相对应的区域内的曲率走势大致相同。

通过检查当前曲线，我们可以确定顶部和底部曲线是要重新创建的。白色垂直曲线与顶部和底部曲线相交，与顶部曲线相交的交点刚好是顶部曲线曲率不连续的节点位置，与底部的交点也是底部曲线曲率突变的位置。这两个交点就是我们创建新曲线的起点和终点。

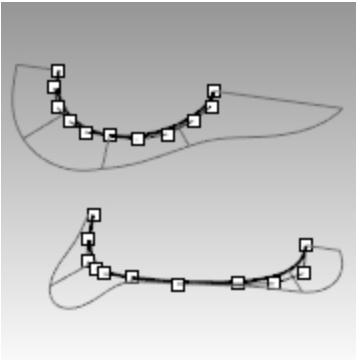


建立修改后的曲线

1. 将现有曲线作为参考线，绘制4条5阶6个控制点的新曲线。
目标是分别重新绘制顶部和底部曲线的两个部分。
请在绘制时充分运用您对连续性，曲率图形，切线方向，以及端点转折等知识的理解。
尽量保持控制点的位置分布均匀。



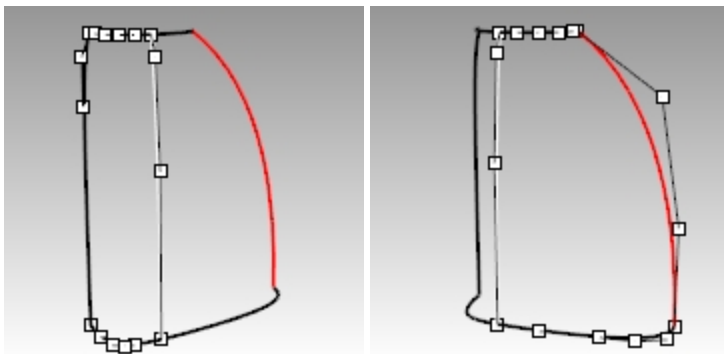
2. 使用 **CurvatureGraph** 指令分析曲线。
尽量以最小的突变率来使得曲率图形保持干净简单，同时尽可能使新建的曲线的形状与原始曲线形状更匹配。
如果想要得到更好的连续性，新建曲线就不可能和原始曲线完全一样，但是应该可以尽量接近。



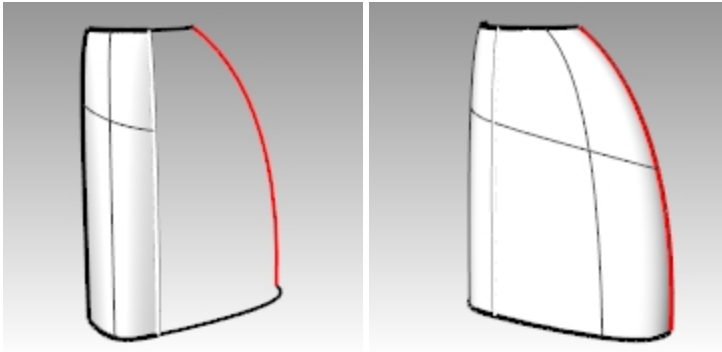
以边缘曲线建立瓶子的曲面

每个区域都有四条单跨距曲线来定义。接下来我们将使用 **EdgeSrf** 指令 (*曲面功能表: 边缘曲线*) 创建曲面。这个指令建立的曲面的复杂程度由输入曲线的结构来决定。如果四边形两边的曲线结构相互匹配，这样效果最好，最终得到的曲面会更简单。

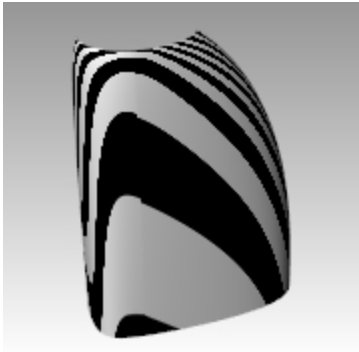
因为我们事先了解了这个指令要满足的条件，因此将所有垂直曲线均设置为3阶4个控制点，而我们刚刚制作的曲线刚好为5阶6个控制点，因此结构相互匹配，这样制作出来的曲面是最简曲面。



1. 选取定义其中一个曲面的四条曲线。
2. 执行 **EdgeSrf** 指令 (*曲面功能表: 边缘曲线*)。
3. 对另一部分的曲面重复步骤1和2。

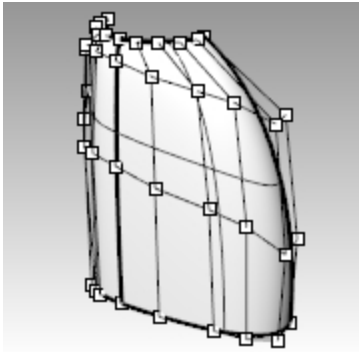


4. 以 **Zebra** 指令分析曲面的连续性。
虽然显示的斑马纹比较均匀，但在两个曲面相接的垂直边缘处很明显不连续。

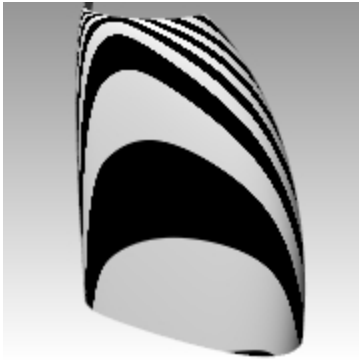


使用 MatchSrf 指令衔接瓶子的两个曲面

1. 使用 **MatchSrf** 指令(曲面功能表: 曲面编辑工具 > 衔接), 以**曲率**连续衔接这两个曲面。
分别以大曲面衔接小曲面, 或者以小曲面衔接大曲面, 尝试开启或者不开启**互相衔接**选项来观察得到的结果。
在这个例子中, 无论怎么衔接最后得到的结果都很好, 但是每种衔接方式得到的曲面上的控制点的排布是不一样的。
在不开启**互相衔接**的选项情况下将大曲面衔接到小曲面上时, 大曲面上的控制点排布比其它衔接情况下的控制点排布更不稳定, 尤其是从顶部开始的第二排控制点排布出现较大的偏差。在其他因素相同的情况下, 最佳选择是曲面最规则、甚至是控制点布置最规则的衔接方式。



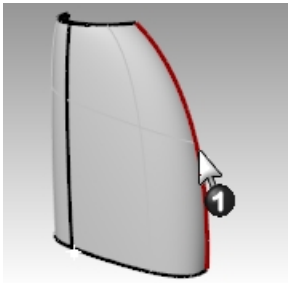
2. 以 **Zebra** 指令分析曲面的连续性。
斑马纹的条纹很均匀, 公共边缘也没有间断。



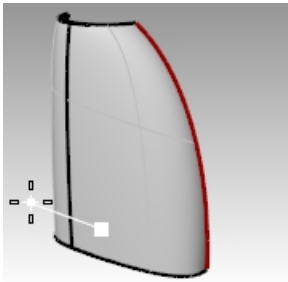
使用 symmetry 指令使瓶子的曲面对称衔接

这部分的练习中，我们将在记录建构历史开启的状态下使用 **Symmetry** 指令制作瓶子的另一半。Symmetry 指令旨在镜像曲线和曲面，使两侧的曲线或曲面正切，因为开启了记录建构历史，所以当编辑一侧的物件时，另一侧的物件会做对称性的改变。

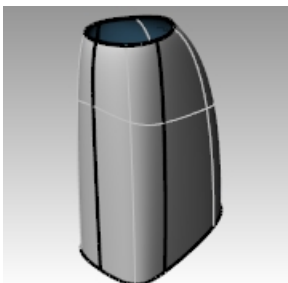
1. 选取较大的曲面。
2. 使用 **Symmetry** 指令(变动功能表: 对称)，以 x 轴为对称轴镜像曲面。
3. 开启记录建构历史。
4. 提示选取曲线端点或曲面边缘时，选择曲面的边缘 (1)。



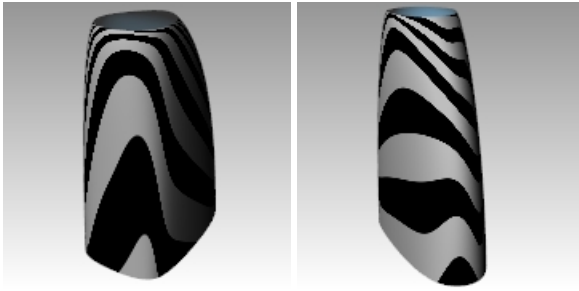
5. 提示对称平面起点时，输入 0，然后按下 **Enter** 键。
6. 提示对称平面终点时，使用正交模式沿着 x 轴方向指定一个点。



7. 对另一个曲面重复上述步骤。
如果您编辑原始曲面，则镜像的部分也会更新并重新匹配。



8. 以 **Zebra** 指令分析曲面的连续性。
斑马纹的条纹很均匀，公共边缘也没有间断。



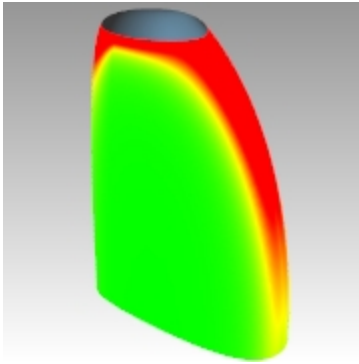
分析衔接曲面

现在我们将使用**曲率分析**工具分析衔接后的曲面。曲率分析工具可以标示出曲面上曲率变化较大的地方，曲率变化较平缓的地方可能会被忽略。像在范例中这种简单的曲面上曲率分析的色彩渐层会比较平缓、简洁。

1. **隐藏**所有曲线，以便可以看清楚曲面之间的连续情况。
2. **选取**所有的曲面并打开**曲率分析显示**(*分析功能表: 曲面 > 曲率分析*)。设定样式为**高斯**，并点击**自动范围**。请确定分析网格设定够精细，以得到较好的视觉分析效果。
3. 尝试在**自动范围**与**最大范围**之间切换。

自动范围尝试查找的颜色范围，将忽略极端的曲率，而**最大范围**将最大的曲率映射为红色，最小的曲率映射为蓝色。

颜色对应的数值表示的是**曲率**大小，也就是半径的倒数。



衔接时的目标是在满足连续性要求的同时，尽可能地保持曲率显示的均匀和平缓。

从曲率分析图我们可以看出衔接后的曲面边缘似乎具有平滑的颜色过渡。

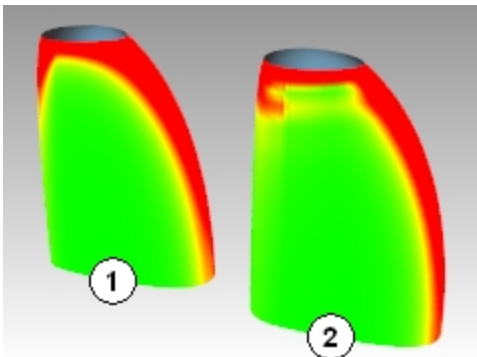
分析和比较不同的曲面处理方式

接下来，我们将使用另一种方法来建立曲面，然后对比这两个曲面。

1. **复制**曲线到另一侧。
2. 以 x 轴为镜像轴**镜像**并**组合**顶部和底部曲线。
3. 沿 x 轴**镜像**垂直侧曲线，以形成一组适合于建立曲面的曲线网格。
4. 使用 **NetworkSrf** 指令从网线建立曲面。
5. 选取新曲面并将它**新增**到**曲率分析**显示中。

结构线较密集的网线曲面(2)，曲率分析的色彩显示越不平顺。结构较简单的曲面(1)看起来更简洁。

因为曲面上显示的色彩是以设定的范围对应到曲面上，自动范围预设的显示曲率范围较窄，即使是曲率变化平缓的部分的色彩渐层也会有明显的变化，这并不代表曲面的这个部分的曲率变化很大。



Chapter 12 - 塑形

设计人员可以构建一个大概的曲面，然后使用各种变动和分析工具以直观，直接的方式在 3D 空间中塑造曲面-“随心所欲”的设计。

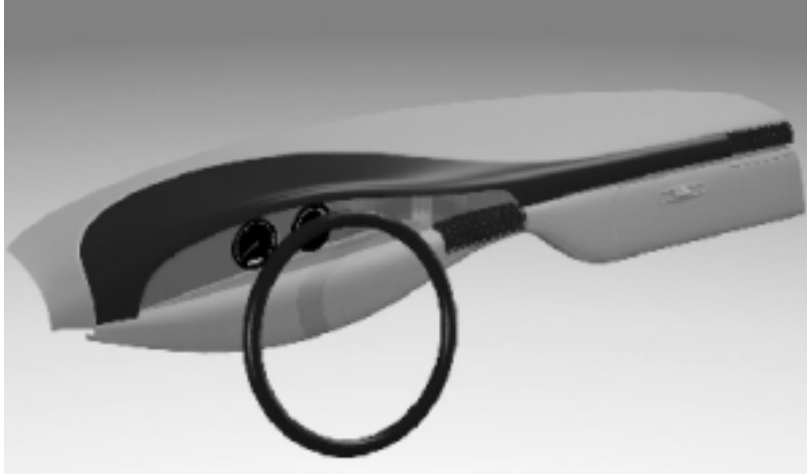
用于建立曲面的曲线的位置不需要很精确，所有的曲线尽可能是从一条曲线复制而来再调整形状。

这样可以保证所有的曲线的结构相同，由此建立的放样曲面会最简洁，也更容易编辑。

首先进行大的更改，然后进行详细的更改。

使用 **IncrementalSave** 指令可以在制作过程中随时保存模型的副本。

在下面的练习中，我们已经创建了三条曲线供您使用。四条曲线描述了一个非常简单的仪表盘，您可以从它开始设计。在锁定层上添加了一个方向盘，方向盘作为参考，帮助您确定您需要添加的任何物件的比例和位置。



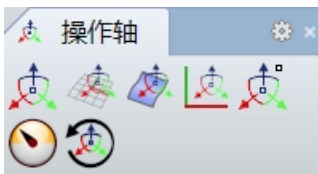
帮助进行控制点编辑的工具

通过拖拽，或者使用 **Move, Rotate, Scale** 指令或者其它变动指令来实现控制点的移动。

直接拖动控制点是编辑形状最流畅，最交互的方式。但是，在某些情况下，点移动的工作平面的约束可能不理想。以下是有助于控制点编辑的工具：

操作轴

操作轴在控制点编辑上的使用效果很好。能够在各种操作轴定位模式之间轻松切换，十分方便。打开操作轴工具栏会让你更加了解。



选取曲面的控制点，当**操作轴定位**被设置为**对齐到物件**时，蓝色轴就定向为所选控制点处曲面的法线方向。通过拖动蓝色箭头，控制点将在当前曲面法线方向上移动。红色轴与曲面 U 方向对齐。将操作轴的拖拽强度设置为小于100%，这样方便进行微调。

拖拽模式

拖拽模式设定各种以鼠标指针拖拽物件的方式，这种方式可以打破工作平面的约束。



DragMode 命令行选项

世界

设定拖拽物件的方向与世界 XY 平行，这个选项很少用。

工作平面

Rhino 中的默认约束。拖拽物件的方向与活动的工作平面平行。

视图

拖拽物件的方向与活动的当前视图平行，这在某些斜视视图中可能很有用。

UVN

启用正交模式(Shift 键)时，拖拽的曲面控制点被限制在曲面的 U 方向和 V 方向上，如果在正交模式下再使用 Ctrl 键，则控制点会被限制在曲面的法线方向上。如果是移动曲线的控制点，控制点会被限制在曲线的切线方向上，再按 Ctrl 键的话，曲线的控制点的拖拽会限制在该点的法线方向上。本练习就是使用的这种拖拽模式。

控制点连线

这种模式是沿着曲线或者曲面的控制点连线拖拽控制点。如果选中了多个控制点，则每个点将沿各自控制点间的连线方向移动，这是保持点以行和列整齐排序的十分有用的工具。

打开拖拽模式后配合操作轴工具，可以使点的编辑在各种拖拽模式之间轻松切换。请注意，光标会发生变化以反映您当前选择的拖拽模式。有时候在使用特殊的拖拽模式选项拖动控制点时，关闭操作轴模式可能会更容易操作。

MoveUVN

此工具可以打开一个对话框，允许您根据用户设置的比例增量移动控制点。控制点的移动可以沿着 U、V 和 N(法线)方向进行。此外，此对话框中还有平滑工具。这个工具对排布不平滑的或是不规则的控制点很有用，它可以使网格更规则和平滑。

推移选项

将键盘上的方向键与 Alt 键、Alt 键 + Shift 键，以及 Alt 键 + Ctrl 键一起使用，以较小的增量移动控制点。请注意(选项 > 建模辅助 > 推移设置页面)中的设置，您可以像上面提到的 DragMode 中的某些设置一样设置推移约束。

提示：您可以使用在本课程的用户界面部分中获得的知识来创建指令巨集，以便在推移模式之间轻松地切换。

设置点

这个指令让您可以对一维，二维或所有三个维度中的点或点行进行位置调整。

使用以上任意或所有工具单独或成组地操纵曲面点。请记住点选取工具：“选取点”工具列中的 SelU, SelV 和其它工具。

您会发现，如果曲面结构简单就像原始曲面那样，控制点集会相对稀疏，您所做的编辑往往会大幅度地影响曲面的形状。这样曲面会失去控制。

在这种情况下，您会发现需要更多的本地化控件来增加更多细节。您可以通过增加控制点的密度来加强对曲面的控制，有两种类似的工具可以实现：

插入节点

插入一个或多个节点，以及一排排的控制点。曲面控制点被重新排列，但是曲面的形状不会改变。换句话说，除特殊情况外，新控制点不会添加到与新节点相同的位置。

插入节点时的注意事项

插入尽可能少的节点，以获得您所需要的形状。如果需要请稍后再添加。在获得所需形状的同时，要保持曲面结构尽可能的简单。

插入节点时尽量保持节点之间的距离均匀，尝试将插入的节点放置在现有节点之间的中间位置。

插入控制点

它允许您将增加的控制点放置在想要的位置，但添加的这些控制点并不能确保曲面的形状不会发生变化，而且一般来说，形状都会发生改变。

InsertKnot 和 InsertControlPoint 都有各自的优点，但是当您制作弯曲程度比较大的曲面时，InsertKnot 可能是更好的选择，因为它不会更改曲面的形状。

InsertControlPoint 指令行选项

自动

在现有节点之间添加节点，以尽可能保持结构的均匀。它增加了曲线或曲面的节点密度，从而也增加了控制点密度，同时保持了均匀的节点分布，这使得点的编辑比不均匀间隔的节点更可预测。使用此选项时要小心，因为它会在每对现有的节点之间添加一个节点，因此曲面的结构线会变得非常密集。

中点

在现有节点/节点线的中间位置放置标记，这些标记是向导，引导我们在现有节点之间的中间位置插入节点。使用“点”物件锁点捕捉这些标记，可以准确地地在现有节点的中点位置放置新的节点。

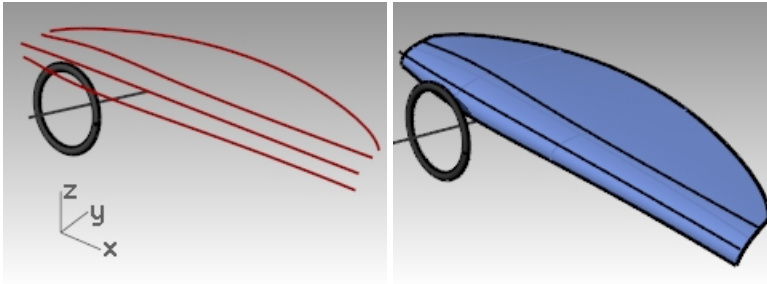
附注：插入控制点，很容易导致控制点太多而失去对形状的控制。因此，在增加物件复杂程度之前使用 IncrementalSave 是一个不错的选择。如果形状变得不可控制，这将使您可以返回到原始简单的模型而无需重新开始。

Exercise 12-1 仪表盘

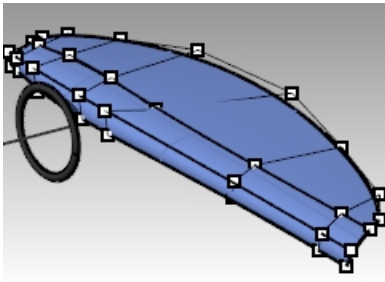
在这个练习中，我们将使用控制点编辑来创建一个汽车的仪表盘。

使用结构曲线进行放样

1. 打开模型 Dash.3dm。
2. 以文件中的四条曲线建立**放样**曲面，在样式下拉菜单中选择**松弛**选项。
使用**松弛**的样式可以创建最简单的几何形状。使用这种技巧对创建曲面至关重要。虽然使用此选项后曲面无法准确贴合输入曲线，但是曲面的光滑度和简洁度是最好的。

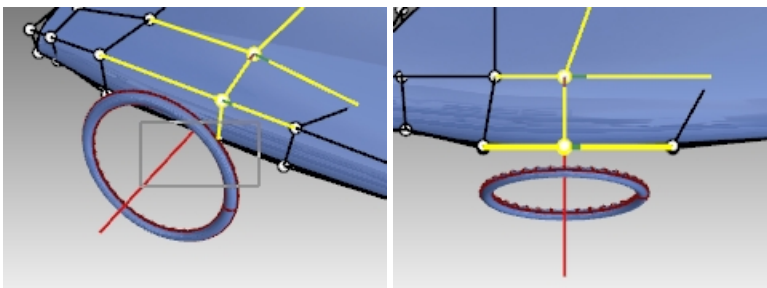


3. 打开曲线控制点。
如果您同时打开了输入曲线的控制点，您会发现这些曲线的控制点和放样曲面的控制点的结构是完全相同的。
4. 关闭 **Curves** 图层。
此时，您可以通过变动曲面控制点的方式对曲面进行直接塑形。
如前所述，Rhino 有几个强大的工具来帮助编辑控制点。

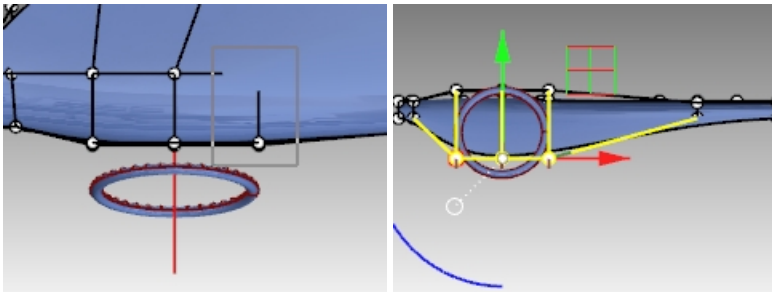


对曲面进行编辑和塑形

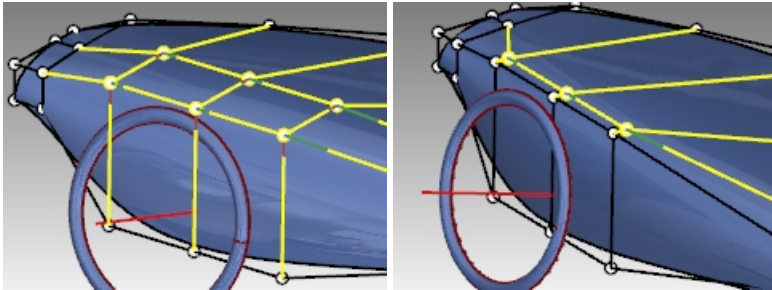
1. 开启**曲面控制点**，暂时关闭操作轴。
2. **框选**方向盘中心线右侧一列的三个控制点。
3. 使用 **SetPt** 指令 (变动功能表: 设置 XYZ 坐标), 在 **Top** 或者 **Front** 工作视窗中将这一组点的 X 坐标对齐到中心线。



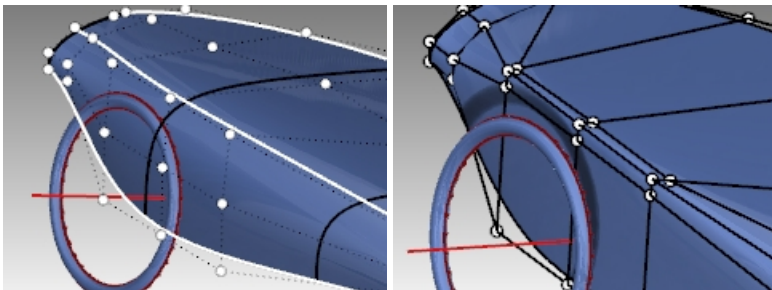
- 请注意，当控制点被选中的时候，点的位置会有一条红色的和一条绿色的线-这表示点的正 U 方向和正 V 方向。
4. 将此信息与点选工具 **NextU**, **NextV**, **PrevU** 或者 **PrevV** 结合使用，可以将选择向左或者向右移动到下一行的点。使用 **SetPt** 指令将这些点对齐到相应的边缘，即方向盘的左侧或者右侧。
 5. 在 **Front** 工作视窗中使用操作轴向下拖动方向盘附近的三个控制点以塑造突出的形状。
与方向盘相比，此形状可能不对称。



6. 选择最接近方向盘顶部边缘的点，使用 **SetPt** 将它们全部设置为相同的 Z 坐标。
7. 现在，让我们在方向盘对应的仪表盘曲面中添加一些细节，以定义仪表盘位置。
将**拖拽模式**改为**控制点连线**，将图示的三个控制点向相邻的控制点方向拖拽。
曲面的形状略有变化，但是变化的程度还是较小，并且曲面上也没有多余的控制点用来继续编辑。



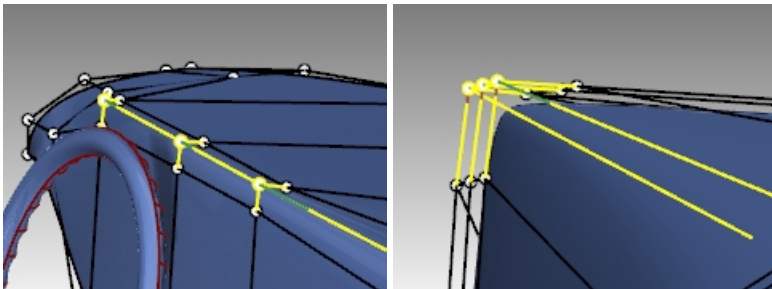
8. 使用 **InsertKnot** 指令 (*编辑功能表: 控制点 > 插入节点*), 在曲面 V 方向最下方的两排控制点之间加入一排控制点。
该曲面当前没有内部节点, 因此可以使用“自动”选项一次性添加一个单一的节。
现在, 有了足够的控制点, 您可以继续沿着控制点连线的方向滑动点的位置, 以塑造该区域的曲面形状。



9. 在进行下一步工作之前, 请使用 **IncrementalSave** 指令 (*文件功能表: 递增保存*) 进行保存。

另一种塑形的办法

1. 设置曲面上一些点的权值。
2. 例如, 选取如图所示的三个控制点, 这三个点是我们正在编辑的当前急剧弯曲的区域的顶点。
3. 执行 **Weight** 指令 (*编辑功能表: 控制点 > 编辑权值*)。将权值增加为 2。
越高的权值对相邻控制点的控制力越强, 也就是越将相邻位置的控制点拉近被选控制点, 相反, 越低的权值相邻位置的控制点越远离被选控制点。

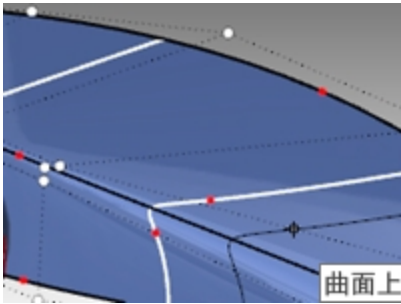


加入节点

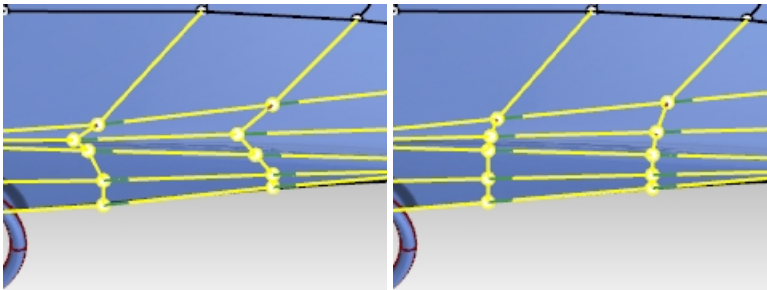
尝试在两个方向增加节点，使用**中点=是**，以便能通过捕捉中点的方式增加节点。在已有节点附近插入节点，使用**中点=否**选项，这样可以允许加入更多的局部控制。

新增并调节节点

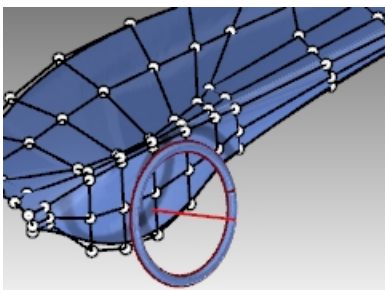
1. 在进行下一步工作之前，请使用 **IncrementalSave** 指令(文件功能表: 递增保存)进行保存。
2. 使用 **InsertKnot** 指令，选择**中点=是**，在曲面的 U 方向上插入一些节点。
3. 捕捉到中点以保持节点之间的距离均匀。
请注意，在插入节之后，控制点的排列发生了变化。您可能想要使用 **SetPt** 指令来设置某些列中点的 X 坐标，以保持行和列更加规整有序。
4. 使用上述所有工具探索不同的的形状和设计思路。



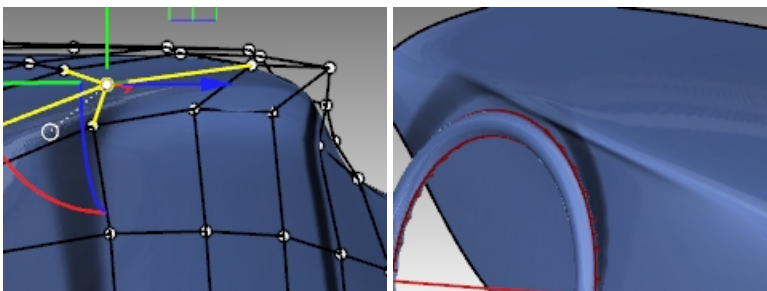
5. 选取另一些没有对齐的点，执行 **MoveUVN** 指令(变动功能表: UVN 移动)。
6. 拖动**平滑**选项中的 U、V 滑块，使得没有对齐的控制点更加平滑过渡，这样控制点排布更规整。



7. 将方向盘右侧的控制点向方向盘一侧移动，以使得仪表板形状关于方向盘更加对称。
如果可能，请尝试使控制点得布置保持平稳和渐进。如您所料，在被编辑和塑形最多的区域控制点的数量也越多。



8. 在曲面靠近方向盘位置上增加一些 V 方向的节点。
将新增的控制点向内推移，使得曲面向内凹陷。凹陷的特征与周围曲面能够很平滑地过渡。



增加细节

当您对曲面的整体形状满意之后，您可以添加一些细节以使得物件更加完整。

可以如第一个插图中所示的最终效果对上一部得到的曲面进行偏移和修剪。

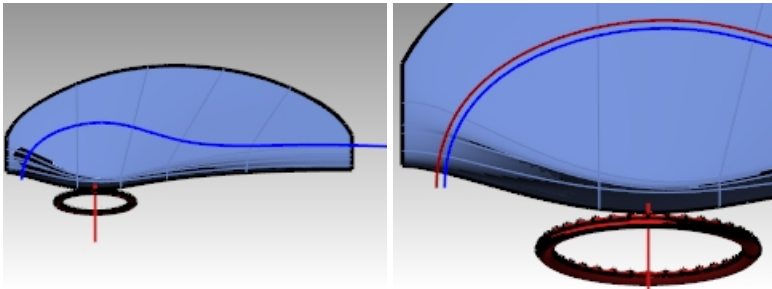
当曲面在 U 和 V 方向上最少都能达到 3 阶时，可以得到最佳结果。您可以通过对象属性进行检查。

附注： 偏移曲面的内部连续性会比原来的曲面低一级。例如：内部连续为 G1 的曲面在偏移后内部连续会降为 G0，可能会在曲面上产生锐边。虽然 Rhino 允许这样的曲面存在，但这样的曲面在后端作业中可能会发生问题。

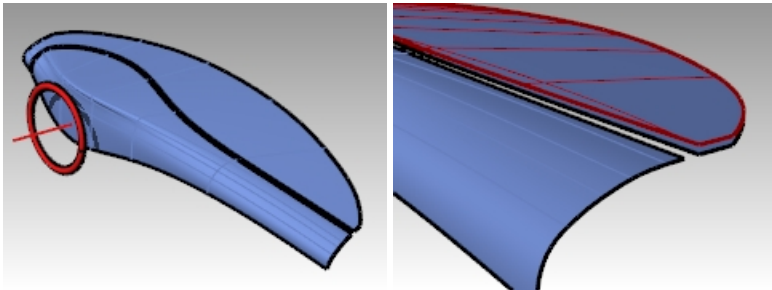
因此，如果您想要对曲面做偏移，最好以三阶或以上阶数的曲面做偏移，这样的曲面的内部连续是 G2 或以上，在偏移后曲面的内部连续至少还会保有 G1。改变 2 阶曲面阶数为 3 阶未必会使曲面的内部连续从 G1 变为 G2。曲面偏移后再提高阶数也未必会改善曲面的内部连续。

创建偏移曲面

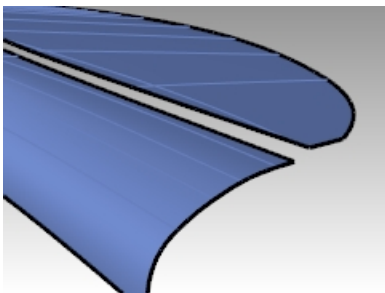
1. 转到 **Cutting Curves** 图层。
2. 在您想要切割曲面的位置绘制一条切割曲线。
3. 使用 **Offset** 指令 (*曲线功能表: 偏移曲线*)，以(0.50)英寸的偏移距离将原始曲线向外偏移出一个副本。



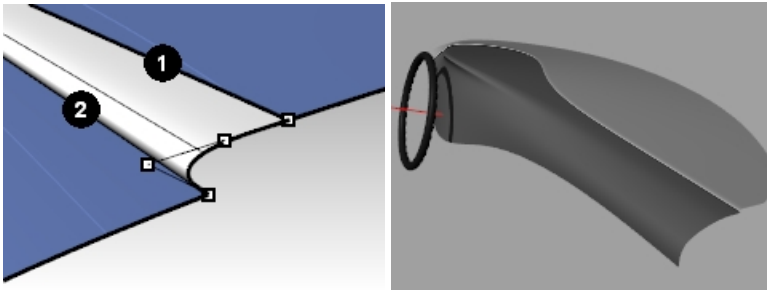
4. 使用 **Trim** 指令 (*编辑功能表 > 修剪*)，修剪掉两条曲线内部的曲面。
5. 使用 **OffsetSrf** 指令 (*曲面功能表: 偏移曲面*)，将后面的曲面向上偏移(0.25)英寸。



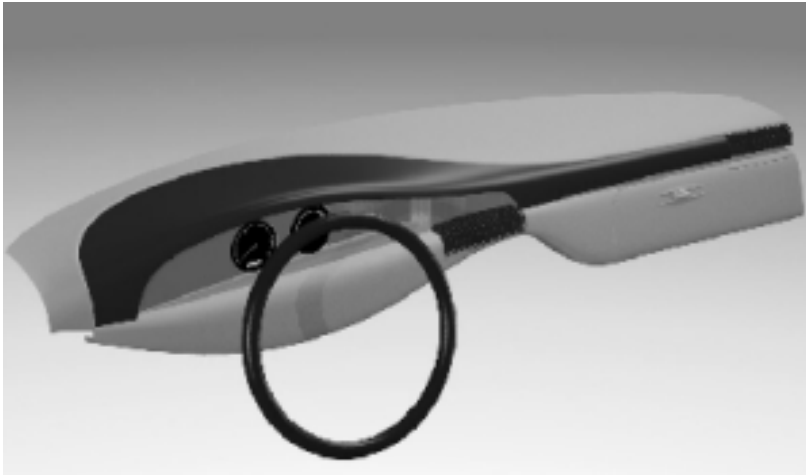
6. 删除原始曲面。



7. 使用 **BlendSrf** 指令 (*曲面功能表: 混接曲面*) 在两个曲面之间建立混接曲面。
设置边缘 1 为 **曲率 (G2)** 连续，边缘 2 设置为 **位置连续 (G0)**。
在这里我们示范的是快速地在曲面上建立一条装饰用的褶皱变化。
调整 **BlendSrf** 的混接转折滑杆，使得混接曲面的断面形状如左图一样。



8. 如果需要，您可以自行增加更多的细节。



Chapter 13 - 变形工具

变形工具可以变形网格，曲线，曲面，多重曲面和实体物件。
您可以从**变动**功能表或者**变形工具**工具列中启动变形指令。



物件变形

使用 CageEdit，受控物件的变形将在整个 3D 空间中发生。如果受控物件的一部分在变形控制器的外面，此设置是非常重要的。

CageEdit

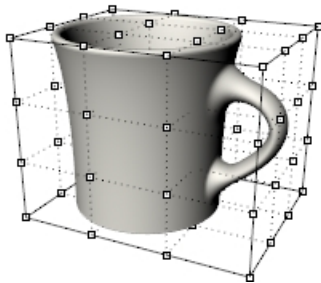
Exercise 13-1 使用变形控制器变形物件

通过 CageEdit 指令变形物件

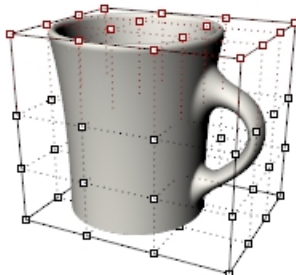
1. 打开模型 **CageEdit_Mug.3dm**。
2. 打开**变形控制器**工具列。



3. 执行 **CageEdit** 指令 (**变动功能表: 变形控制器编辑 > 变形控制器编辑**或者**建立变形控制器**)，然后选择马克杯为受控制物件。
4. 提示选取控制物件时，选取**边框方块**选项，坐标系统选择**世界**。
5. 将每个方向的点数设置为4，阶数设置为3。
阶数最高可设置为9，每个方向上的点数一定比阶数的数值大。
6. 提示**要编辑的范围**时，选择**整体**选项。



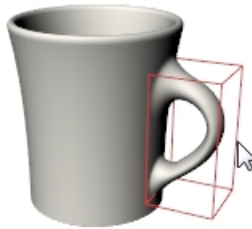
7. 垂直移动变形控制器顶部的控制点，让杯子变形。
变形控制器的控制点可以移动，拖拽，缩放，剪切，旋转，弯曲等等。



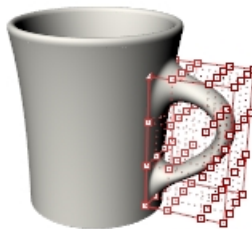
对局部区域进行变形

为了让把手变形，我们需要在把手部位建立一个变形控制器。

1. 使用 **ReleaseFromCage** 指令 (位于变形控制器工具列中) 选取马克杯的整体变形控制器。
2. 按 **[Enter]** 键就可以**释放**这个变形控制器。
3. 执行 **Cage** 指令建立一个独立的变形控制器物件。
4. 将该变形控制器**移动**到合适的位置，在它和把手建立控制关系之前将它**缩放**到合适的大小。
5. 执行 **CageEdit** 指令。
6. 提示**选取受控制物件**时，选择马克杯。
7. 提示**选取控制物件**时，选取刚刚建立并定位好的变形控制器物件。
8. 提示**要编辑的范围**时，选择**局部**选项，并将**衰减距离**设置为5。
这个操作是告诉 Rhino，变形控制器只会影响被变形器包裹的受控物件内部的区域，衰减距离设置为5，意思是操控力度从受控物件内部向外衰减5个单位。



9. 在 **Front** 工作视窗中，将变形控制器最右侧的两排控制点垂直向右**移动**，以增加把手的大小。



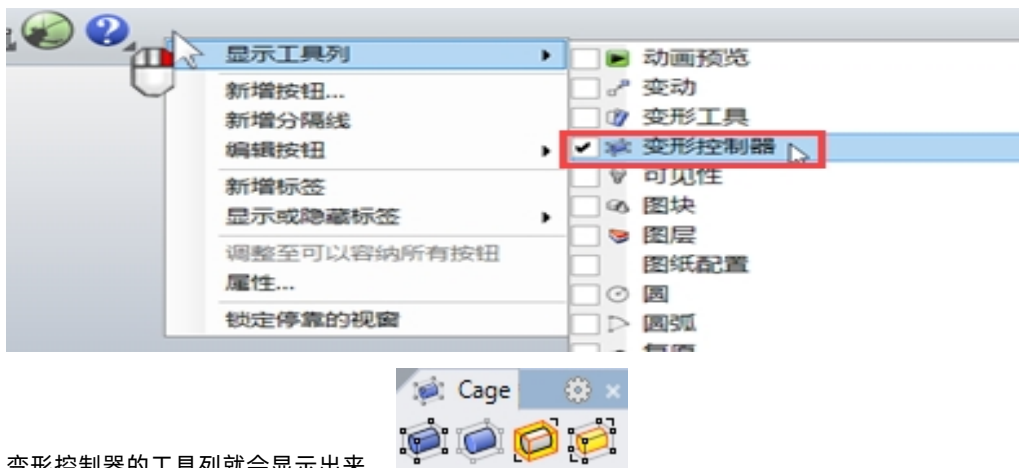
Exercise 13-2 为沙拉叉子添加变形控制器

尽管可以在 **CageEdit** 中使用任意曲线或曲面作为控制物件，但许多情况下，最直观的解决方案还是使用受控物件的一部分曲线或曲面做为控制物件。

使用受控物件中的曲面做为控制物件进行变形控制器编辑

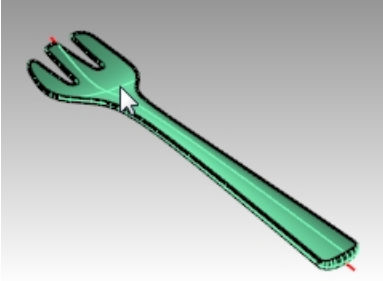
在 **CageEdit** 指令中，您将选取受控物件本身的曲面做为控制物件。

1. 打开模型 **Salad_Cage.3dm**。
2. **右键单击标准**工具栏末端空白处。
弹出的菜单中，点击**显示工具列**菜单，然后勾选**变形控制器**选项。

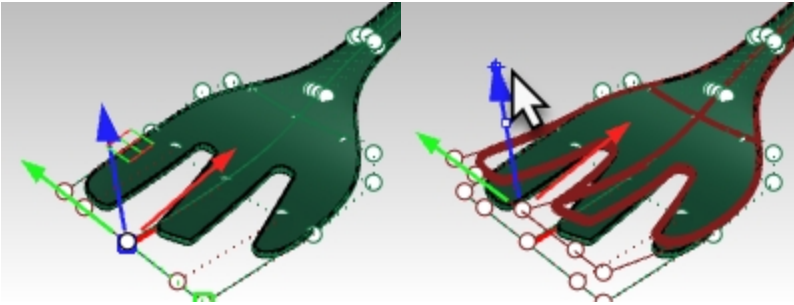


变形控制器的工具列就会显示出来。

3. 选取叉子执行 **CageEdit** 指令。
4. 提示**选取控制物件**时，点击叉子顶部曲面。



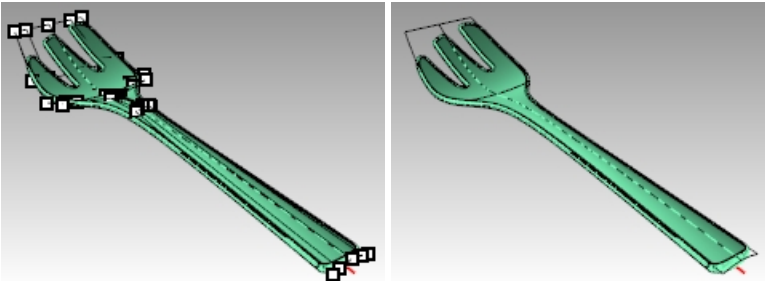
5. 提示**要编辑的范围**时，选择**整体**选项。
该操作会从受控物件中提取曲面的副本并将其转换为控制物件。
6. 当控制点开启的时候，使用操作轴垂直移动最靠近叉子头部的五个控制点。



这样叉子会在前端位置更加弯曲一些。这个过程增加了系统的运算量所以结果会有延迟，而且叉子的圆角部分发生了扭曲。

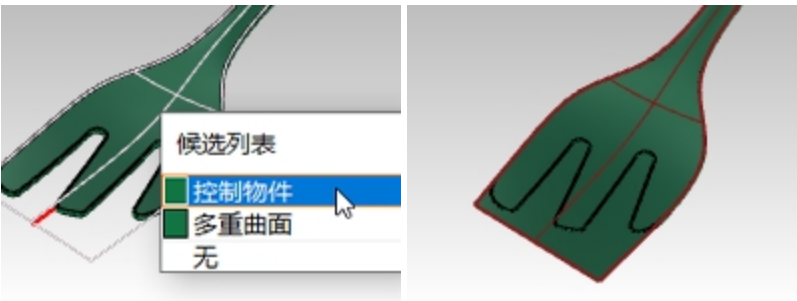
出现这种问题的原因是，控制物件没有包括叉子的整个宽度和长度，倒圆角的混合边缘落到控制物件之外，因此会发生变形。

7. **复原。**



8. 执行 **ReleaseFromCage** 指令，将叉子从控制物件中释放出来。
9. 选取控制物件，在**编辑**功能表中选择**炸开**。

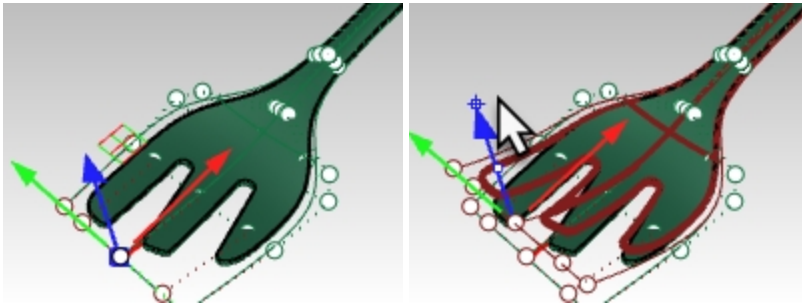
Explode 指令可以将控制物件炸开成为一般的物件。



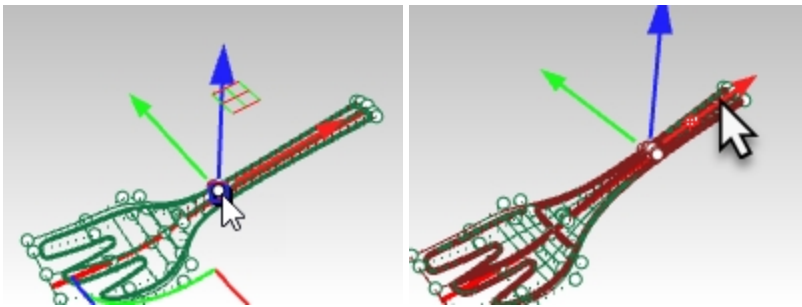
10. 从**曲面**功能表中，点击**延伸曲面**选项(Extendsrf 指令)。
11. 选择曲面两侧的长边(类型=光滑)，延伸的比例设为 5。
曲面现在延伸到完全超过叉子物件的上表面。



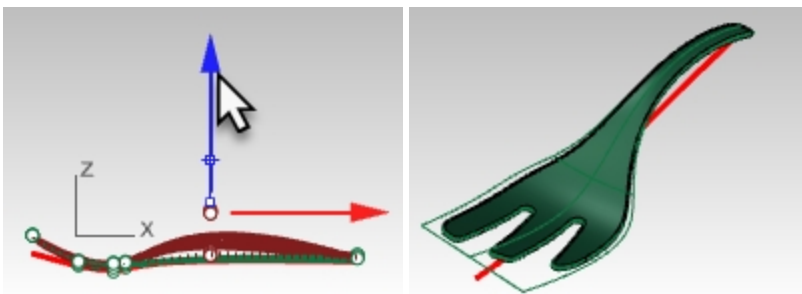
12. 再次执行 **CageEdit** 并选取这个延伸曲面做为控制物件。这样在拖动控制点时就会产生正确的结果。



13. 例如，在 **Front** 工作视窗中选取叉子杆部一系列控制点的中间两个控制点，使用操作轴，将这两个控制点沿着叉子长度的方向向下移动，这样在叉子杆部会出现两条自然过渡的凹槽。



14. 向上或向下移动手柄最窄部分的一组点。
这将增加或降低杆部的弧度。



使用受控物件中的曲线做为控制物件进行变形控制器编辑

一条曲线也可以被用作控制物件。在许多情况下，使用已经具有与受控物件相同的基本形状的曲线可能是很有帮助的。您可以绘制这样的曲线，或者直接从受控物件本身抽离结构线，并将其用作控制物件，这样的做法很有用。

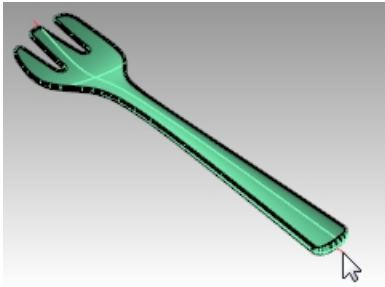
1. 关闭并不保存前面的文件，然后重新打开模型 **Salad_Cage.3dm**。

模型中红色的曲线是从叉子底部曲面抽离的一条结构线，并且这条结构线已经使用 **Extend** 指令将两端的曲线进行了延伸扩展。

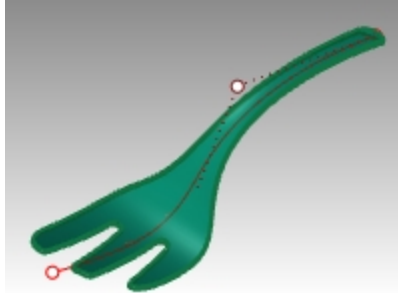
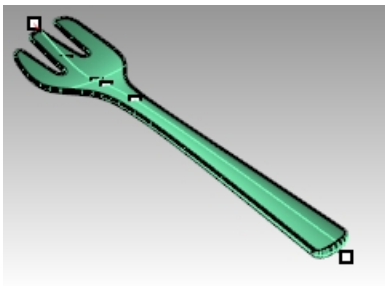
将控制曲线延伸到超出叉子物件之外的原因与上面描述的将曲面做为控制物件的原因相同。

这样做主要是为了限制产生的多重曲面中的畸变。

2. 选取叉子执行 **CageEdit** 指令。
3. 选取红色曲线做为控制物件。



4. 然后就可以通过编辑控制点的位置来控制叉子的形状了。



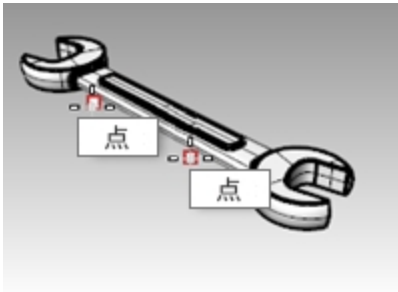
使用其它变形工具

延展

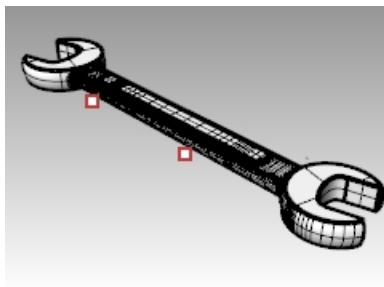
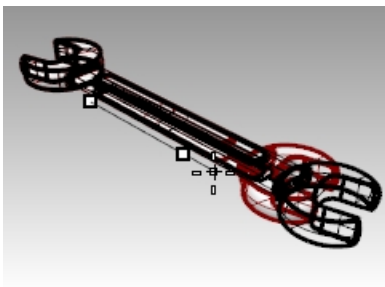
Stretch 指令旨在指定的方向上延展物件的一部分。

Exercise 13-3 延展物件

1. 打开模型 **StretchWrench.3dm**。
2. 选取扳手。
3. 执行 **Stretch** 指令 (变动功能表: 延展)。
4. 提示**延展轴**的**起点**和**终点**时, 捕捉模型中已经有的两个点。



5. 提示**延展系数**或**要延展至的点**时, 将光标来回拖动, 最终实现扳手的拉伸或压缩。
扳手中位于设置延展轴的两点之间的部分是发生变形的部分。此延展轴之外的物件的部分发生了移动但未变形。
扳手两端的工作部件的形状均未收到延展作用的影响, 整个扳手物件被拉长或缩短。



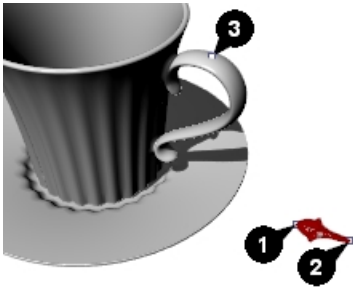
定位物件至曲面

这个练习的目的是将文件中杯子旁边的印花细节定位到杯子的手柄上。这个印花细节在平面或正交方向上很容易定位，但是要在曲面上进行正确地定位是比较复杂的。

OrientOnSrf 指令可以将物件放置在任意弯曲和定向的曲面上，并且可以很好地控制其放置位置，还可以根据目标曲面的曲率随意改变物件的形状。

Exercise 13-4 在物件上放置印花细节

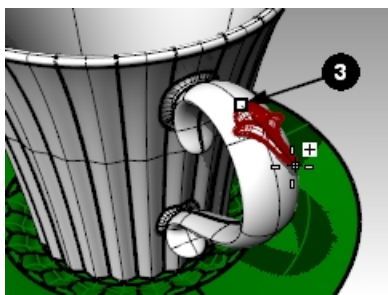
1. 打开模型 **OrientOnSrf_detail.3dm**。
2. 执行 **OrientOnSrf** 指令，选择印花物件做为要定位的物件。
3. 提示**基准点**时，捕捉标记点1。
这将是放置在目标表面上的基准点。
4. 提示**缩放与旋转的参考点**时，捕捉标记点2。
该点及其与基准点之间的连线将用于在目标表面上设置缩放比例和方向。当前的 **CPlane Z** 方向将映射到目标曲面的法线方向。



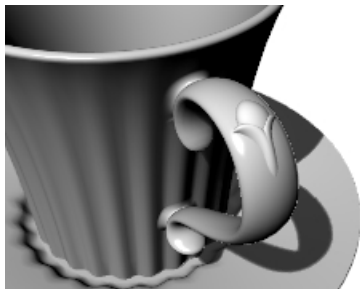
5. 提示选取**要定位于其上的曲面**时，选取杯子的把手曲面。
6. 在弹出的对话框中，确保**硬性**选项没有勾选。
这将允许物件在目标表面上变形。
7. 将**缩放比**和**旋转**下的**提示**选项勾选，以便根据需要进行交互设置。
旋转默认设置是 0 度，即基准点和缩放旋转参考点之间的连线方向就是目标曲面的 U 方向。
8. 点击 **确定** 按钮。



9. 提示**曲面上要定位至的点**时，指定把手上的标记点 3。
注意，在预览中，我们在目标表面上滑动的轨迹点对应的就是基准点。
使用指令行“**复制=是**”选项，可以放置多个物件副本，并且不会对原始物件产生影响。
10. 设置**复制=是**。
如果物件映射到曲面的错误一侧，指令行上还有**反转**选项和**不论修剪与否**选项帮助您进行修正。
如果**不论修剪与否**设置为**是**，您可以将物件放置在修剪曲面或非修剪曲面上的任何位置，如果选否，则仅限于修剪曲面。



11. 点击位置 3 以设置定位点。
因为**缩放比**设置为**提示**，因此可以在视窗中交互式拖动光标以实现物件的缩放，当然您也可以直接在指令行中输入缩放比。
在本例中，**缩放比**设置为**0.7**是比较合适的。
12. 接下来，您可以将物件旋转一定的角度。
正交模式开启的状态下，可以将物件旋转角度锁定在正交方向，或者您也可以在指令行中输入角度。在本例中，**旋转角度**设置为**0**度。
在设置完角度之后，物件就会定位在目标曲面上了。
13. 在此阶段，您可以继续在把手曲面添加印花细节，或者按 **Enter** 键结束指令。

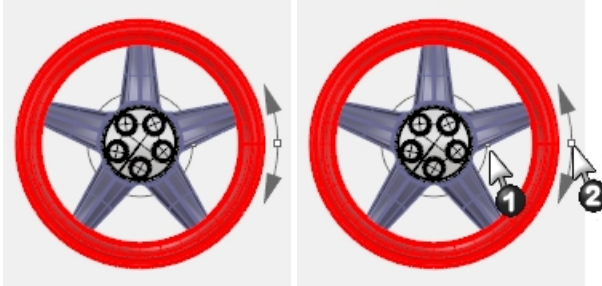


通过螺旋变形物体

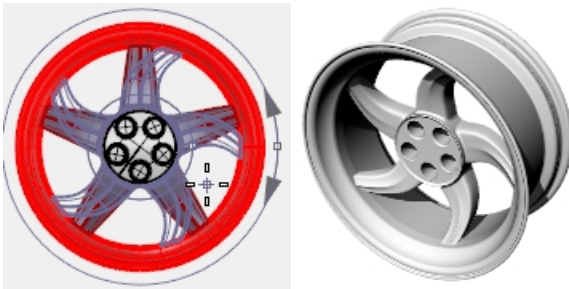
在此示例中，我们将使用 Maelstrom 指令让车轮的辐条发生扭转变形。

Exercise 13-5 使用 Maelstrom 指令变形

1. 打开模型 **Maelstrom.3dm**。
2. 选取车轮的辐条作为要变形的物件，然后执行 **Maelstrom** 指令 (**变形工具工具列**)。
3. 在 **Front** 工作视窗中，设置**绕转中心点**的坐标为 **0,0,0**。
4. 提示**半径**时，捕捉到车轮中心附近的锁定圆上的点(1)。
5. 提示**第二半径**时，捕捉到车轮右侧圆弧上的点(2)。



6. 提示**绕转角度**，拖动光标绕圆约15度，使辐条变形为一个螺旋形。



选项:

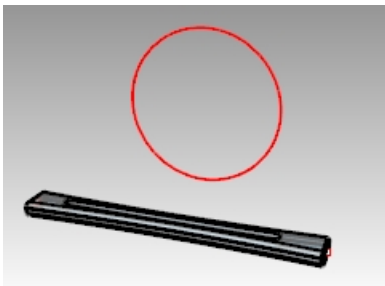
- 复制=是/否
- 硬性=是/否，如果设置为是，物件将沿着绕转中心旋转和移动，但自身不会发生变形。这对于离散物件的群组执行 Maelstroming 指令是非常有用。

沿着曲线流动

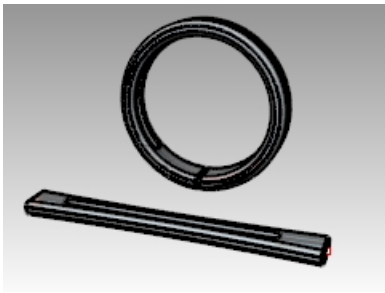
在本例中，我们将在记录建构历史开启时沿曲线流动物件。这将使我们能够对原始物件进行二次变形，并能查看到流动物件的更新。

Exercise 13-6 使物件沿着曲线流动而发生变形

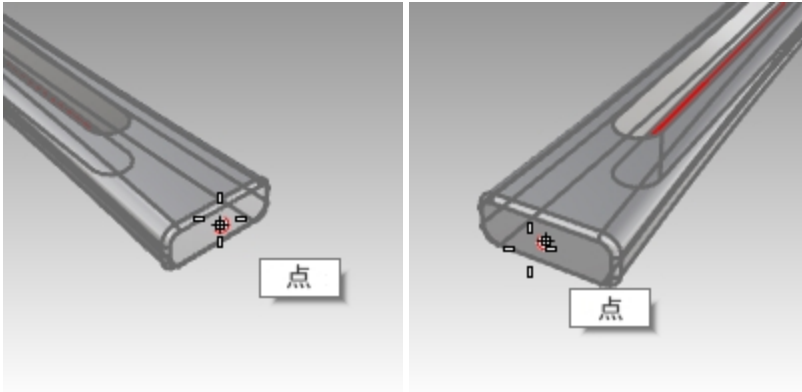
1. 打开模型 **Flow & Twist.3dm**。
2. 在**状态列**上，点击打开**记录建构历史**。
3. 右键单击**记录建构历史**窗格，并勾选**更新子物件**选项。（默认情况下，这个选项应该是勾选好了的）



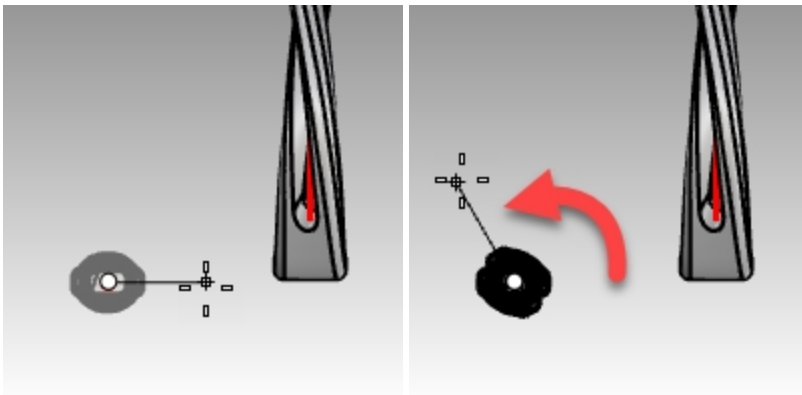
4. 选中**多重曲面**，然后在**变动功能表**下，点击**沿着曲线流动**。
设置**复制=是**，**硬性=否**，**局部=否**，**延展=是**。
5. 提示**基准曲线**时，选取**多重曲面**内部的直线（穿过多重曲面的中心轴）。
6. 提示**目标曲线**时，选取**圆形**。
多重曲面就以副本的形式流动到曲线上了。



7. 将原始多重曲面进行扭转，扭转360度或者更多角度。
选中原始多重曲面，然后在**变动**功能表下，点击**扭转**。
8. 在 **Perspective** 工作视窗中，拾取多重曲面两端处的两个点分别作为扭转轴起点和终点。



9. 设置了第一参考点后，以逆时针方向移动光标，将物件的扭转角度设置为 360 度或者更大的角度，然后单击完成扭转。



因为 **Flow** 指令有建构历史，所以当原始物件发生扭转后，流动物件也会随之更新。



Flow

Flow 指令将物件或群组以基准曲线对应至目标曲线。

步骤

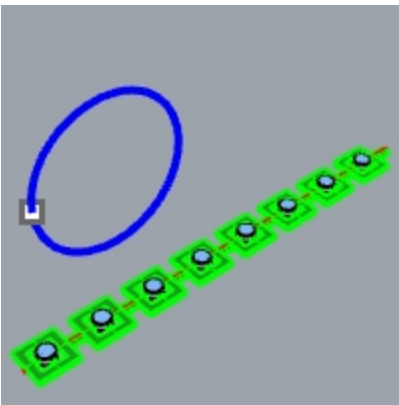
1. 选取物件。
2. 选取基准曲线的端点处。
3. 选取目标曲线的端点处。

与 **Flow Along Surface** 类似，**Flow** 指令允许您沿曲线流动实体。这使得三维设计更容易，使用 Rhino 可以完成所有变形工作。

使用 Flow 指令制作戒指

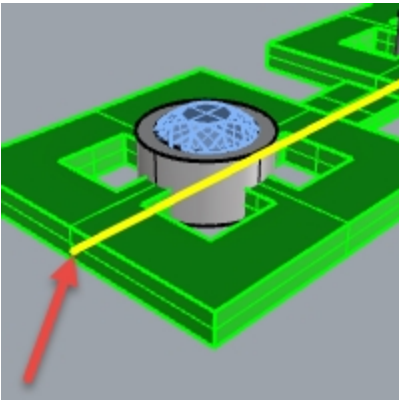
Exercise 13-7 沿圆形曲线流动戒指的各部分

1. 打开模型 **Flow_ring.3dm**。
2. 选择绿色多重曲面作为要流动的物件。
3. 在 **变动** 功能表上，点击 **沿着曲线流动**。



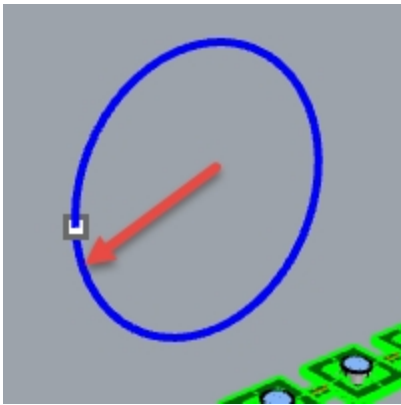
4. 提示 **基准曲线** 时，点击红色直线靠近左端点处。

附注：在 **Perspective** 工作视窗中，将显示模式改为 **半透明** 模式会使得选取基准曲线变得更容易。



基准曲线。

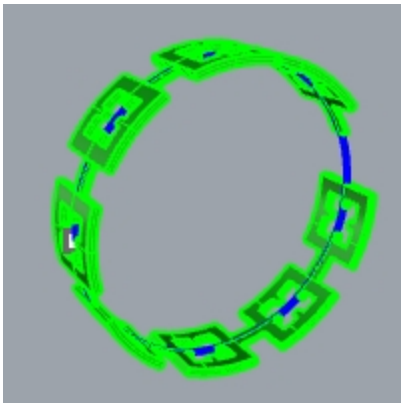
5. 暂停选择目标曲线，先在 **指令行** 中确认以下选项是否设置正确 (**复制=是**，**硬性=否**，**延展=否**)。
6. 提示选择 **目标曲线** 时，在略低于点位置处点击选择圆形曲线。



这样多重曲面就变形或者流动成目标曲线的形状。

请注意，多重曲面并没有完全按我们期望的结果沿圆形曲线流动。

7. 复原。

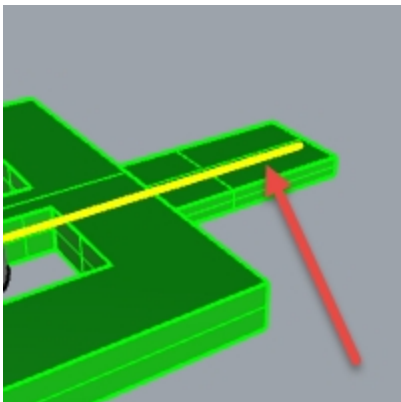


您将使用不同的选项将这个多重曲面再流动几次。

首先，我们将改变流动的方向。

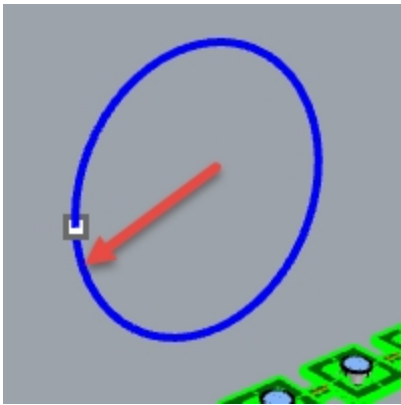
沿着圆形曲线以不同的方向流动戒指的各个部分

1. 选择靠近另一端的基准曲线这个步骤外，然后按照相同的步骤重复沿着曲线流动。



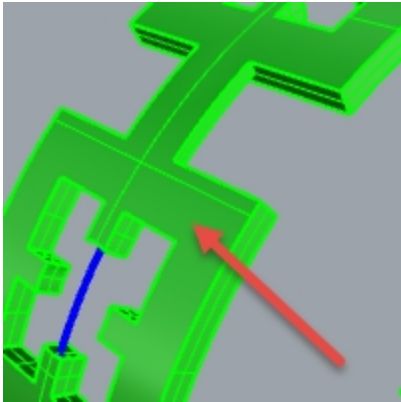
基准曲线。

2. 提示选择**目标曲线**时，在略低于点位置处点击选择圆形曲线。

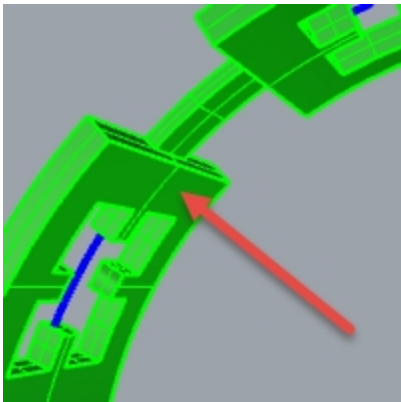


我们注意到原来的多重曲面发生了内外翻转。

3. 再次复原。



原始多重曲面的底部位于外侧。



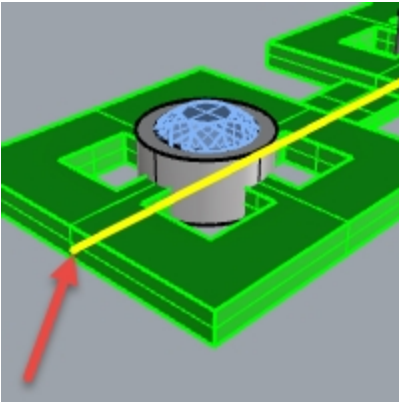
原始多重曲面的顶部位于内侧。

其次，您将拉伸原始的多重曲面，使它完全适合圆。

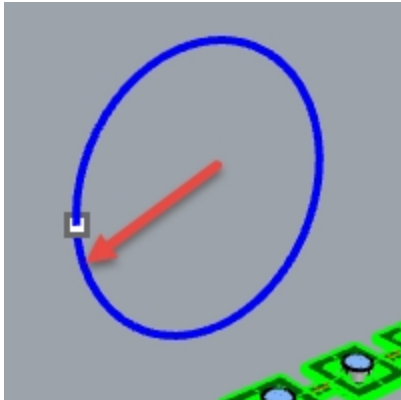
将戒指的各部分沿圆形曲线流动，拉伸至适合整个曲线

1. 重复**沿着曲线流动**，方法与第一次相同，点选**基准曲线**靠近左端点处。

附注：在 **Perspective** 工作视窗中，将显示模式改为**半透明**模式会使得选取基准曲线变得更容易。



2. 暂停选择目标曲线，先在**指令行**中确认以下选项是否正确（**复制=是**，**硬性=否**，**延展=是**）。
3. 在略低于点位置处点击选取圆形曲线，将它作为目标曲线。



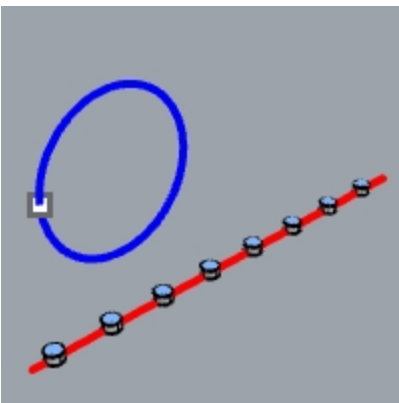
这样多重曲面就完全围绕目标曲线的圆形形状变形或流动。

4. 使用 **What** 指令来确定它是一个封闭的、实体多重曲面。

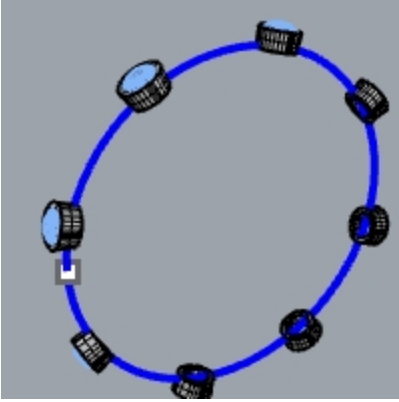


将宝石和宝石边框流动到曲线上

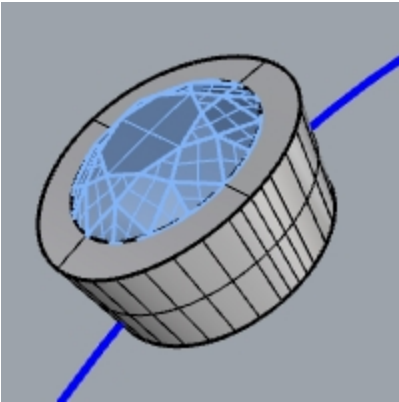
1. 隐藏原始多重曲面和流动多重曲面。
2. 在**变动**功能表上，点击**沿着曲线流动**。
3. 提示**选取要沿着曲线流动的物件**时，通过图层选取宝石和宝石边框。



4. 在**图层**面板中，右键单击 **Bezel** 图层。从弹出的菜单中单击**选取物件**。
5. 在**图层**面板中，右键单击 **Gem_ruby** 图层。从弹出的菜单中单击**选取物件**。
6. **Enter** 键进入指令的下一个阶段。
7. 接下来，点选**基准曲线**靠近左端点处。
8. 暂停选择目标曲线，先在**指令行**中确认以下选项的设置：
(**复制=是**，**硬性=否**，**延展=是**)。
9. 提示选择**目标曲线**时，在略低于点位置处点击选择圆形曲线。
宝石和宝石边框发生变形，它们绕着圆形流动以适应圆形形状。

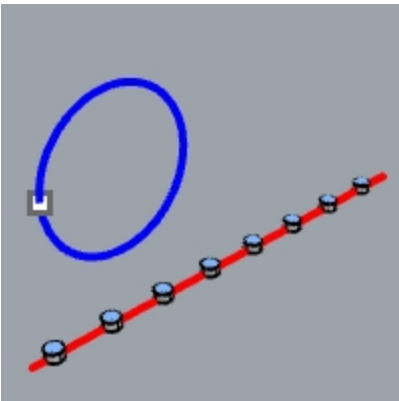


10. 检查结果。
宝石边框的侧面不是垂直面，顶部曲面不平坦，并且宝石也被拉伸。
11. **复原**。

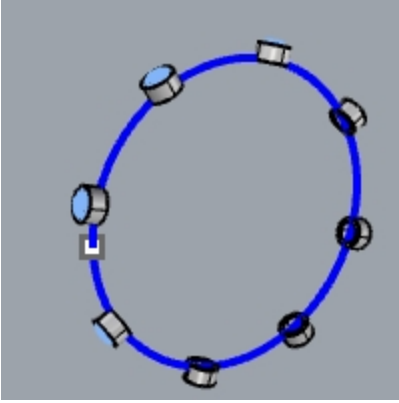


使用**硬性=是**选项来流动宝石和边框

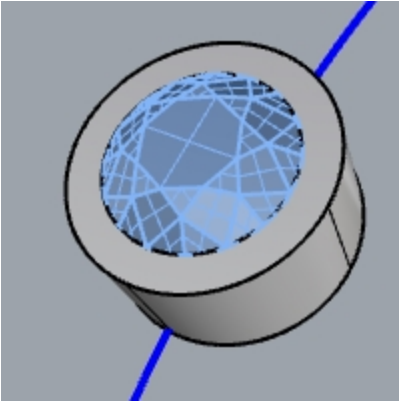
1. 在**变动**功能表上，点击**沿着曲线流动**。
2. 提示**选取要沿着曲线流动的物件**时，在**图层**面板中选择宝石和宝石边框（注意不要成组）。
在**图层**面板中，右键单击 **Bezel** 图层。从弹出的菜单中单击**选取物件**。
在**图层**面板中，右键单击 **Gem_ruby** 图层。从弹出的菜单中单击**选取物件**。
3. **Enter** 键进入指令的下一个阶段。



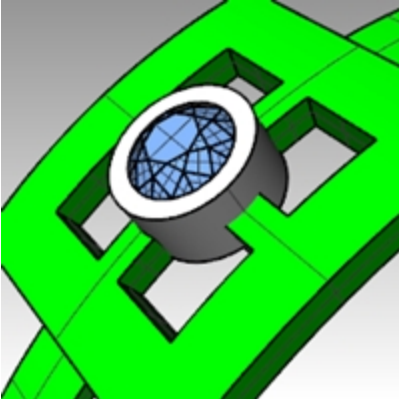
4. 点选**基准曲线**靠近左端点处。
5. 暂停选择目标曲线，先在**命令行**中确认以下选项的设置：
(**复制=是**，**硬性=是**，**延展=是**)。
6. 提示选择**目标曲线**时，在略低于点位置处点击选择圆形曲线。
边框和宝石被拉伸以适应圆形，但物件没有变形。



7. 检查结果。
宝石边框的侧面是垂直面，顶部曲面变平坦，并且宝石也没有被拉伸。



8. 再次**显示**这个绿色的多重曲面。



Chapter 14 - 图块

在 Rhino 中使用图块有两个主要优点：

- 可以同时编辑或替换相同的物件。
- 由于相同的物件可以引用一个图块定义，因此具有多个重复物件的文件如果以图块引例的方式定义之后会比重复物件都是单独定义的文件要小，有时候会小的多。

在 Rhino 中，图块显示为物件的集合。图块可以是简单的 2-D 图形或者复杂的 3-D 物件。图块可以由直线、多重直线、自由曲线、曲面、多重曲面、实体、尺寸、文本甚至是其它图块组成。当一个图块包含其它图块时，这些图块称为嵌套图块，可以使用的嵌套级别是不受限制的。

图块引例和图块定义

每一个图块都有单独的定义。定义是组成图块的一组物件。该定义对用户隐藏。其目的是为模型中出现的图块引例提供定义，一个图块可以有任意多的引例，但只有一个定义。因此，当用户修改图块定义时，该图块的所有引例都将随之更新。

定义图块

可以使用 **Block** 指令定义图块。这将为物件添加一个新的图块定义，并将物件转为图块引例。

您可以通过复制现有引例或使用 **Insert** 指令来插入图块引例。插入的引例可以从现有图块定义的列表中选择，也可以通过浏览外部文件进行选择。

附注：文件中可能存在没有引例的图块定义。删除引例对定义不起作用。

插入点

每一个图块都有一个插入点。它是整个图块的基准点，也是使用 **Insert** 指令添加图块引例时的定位点。

置入并连结的图块

当一个图块的定义保存在 Rhino 文件中时，该图块被认为是连结的。如果图块定义作为单独的文件存在，则该图块就是连结的图块。在后一种情况下，保存的对外部文件的更改将决定图块引例在插入该文件中的外观。

图层和图块

使用图块时，图层可能会对您造成混淆。重要的是要记住，图块的任何引例和 Rhino 物件一样，会存在于某个图层上。

- 通常情况下，当图块引例被插入到模型空间时是插入到目前的图层上，当然您也可以自由地将图块更改到其它图层上，像更改其它类型物件的图层一样。同时，图块定义中的每个物件还存在于各自的图层上，而与整个图块引例所在的图层无关。
例如，组成一个图块的两个引例可以在不同的图层上，但是定义了整个图块的所有物件都会在同一图层上。
- 当图块定义中有某些物件位于某个图层时，关闭该图层，图块引例在该图层上的物件会被隐藏。但关闭图块引例插入至的图层时，整个图块引例都会被隐藏。
- 连结图块的图层(参考层)可以在图层面板中显示为普通图层，也可以显示为特殊参考图层。

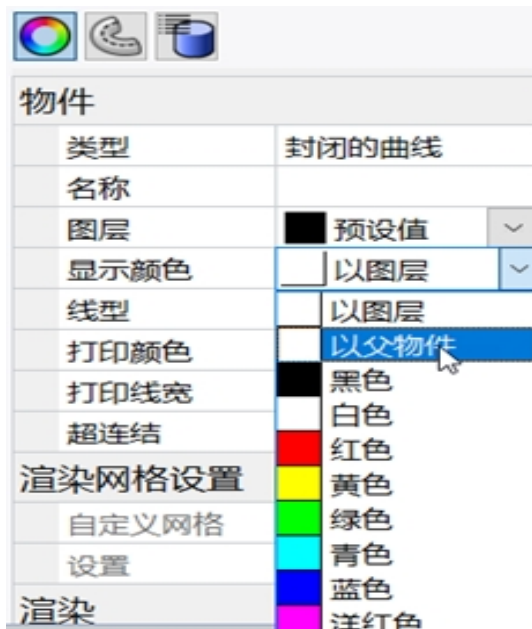
图块使用规则

下面是一些使用图块时需要牢记的规则。

请认真阅读这些内容，直到你能理解为止。

另外，本章还会通过一些实例教您如何使用图块。通过创建和插入图块物件，您将对这个规则更加熟悉。

- 插入图块引例时，当前的图层称为参考图层，插入的引例就位于此图层上。
- 整个图块的可见性是由图块所在的参考图层的可见性控制的。
- 如果您将图块参考图层关闭，那整个图块就变得不可见了，而其它分配了几何图形的图层还是可见的。
- 可以使用“以父物件”选项为图块中的某些物件分配某些属性。当图块中的物件成组时，这个选项可以赋予物件一些独特的属性。
- 显示颜色、打印颜色和打印线宽这三个物件属性都可以设置为“以父物件”。



- “以父物件”分配并组成图块的物件具有类似变色龙的属性。当图块的参考图层的颜色和打印线宽变化时，这些物件的相应属性也会随之改变。
- 这个强大的特性允许一个图块看起来不同，而不需要创建单独的图块。
- 创建图块时，当前的图层与图块的定义是无关的。
- 图块定义中物件所在的图层以及插入图块引例时当前所处的参考图层。这两点对于图块引例在可见性和外观显示方面的属性是比较重要的。

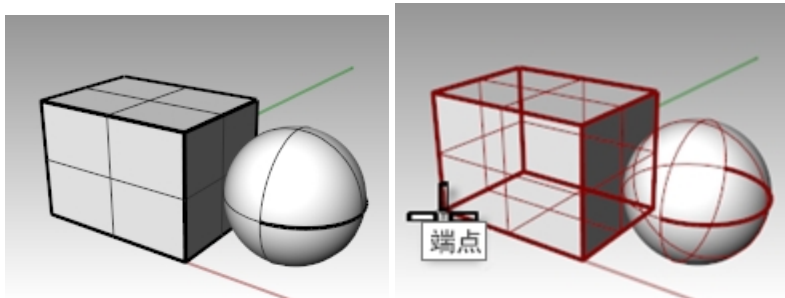
图块

使用 **BlockEdit** 指令或双击某个图块引例，可以很容易编辑图块定义。如果图块是连结图块，将会启动另一个 Rhino 来编辑连结文件，当前 Rhino 悬停在连结文件之下，直到用来编辑连结图块的 Rhino 文件关闭之后才能使用。

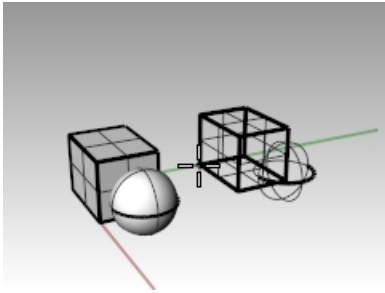
Exercise 14-1 图块基础知识

制作一个图块

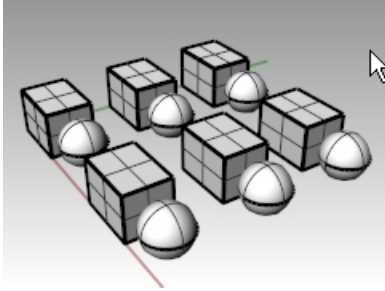
1. 开始一个新模型。
2. 在靠近坐标原点处绘制一个长方体和一个球体。
3. 选取这两个物件。
4. 执行 **Block** 指令 (编辑功能表: 图块 > 建立图块定义)，以创建一个图块。
5. 提示 **图块基准点** 时，捕捉到长方体的一个端点。
您选择的这个点将成为图块的定位点。



6. 在 **图块定义属性** 对话框中的 **名称** 区域，输入 **Test 1**，点击 **确定** 按钮。
7. 执行 **Insert** 指令 (文件功能表: 插入) 来插入新图块。
8. 在 **插入** 对话框顶部的下拉列表中，选择 **Test 1**。
再次确认您插入的是 **图块引例**，而不是 **群组** 或者 **个别物件**。
9. **缩放比** 和 **旋转** 都是默认的设置。
10. 然后就可以在 Rhino 场景中放置这个新图块了。
请注意，在插入图块时，光标所示的位置就是插入点的位置，也刚好就是您设置为图块基准点的位置。

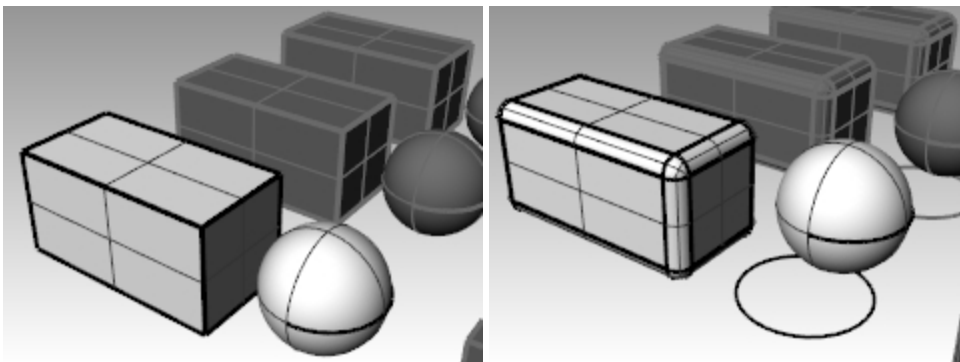


11. 选取图块引例，然后使用 **Copy** 指令为该引例再制作一两个副本。

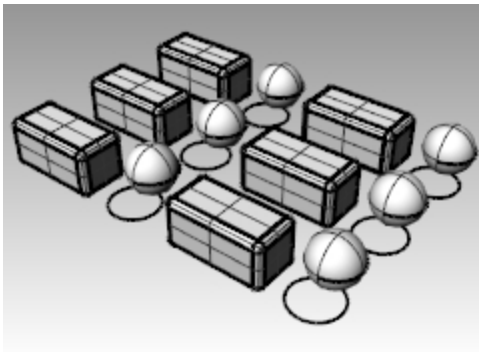


重新定义图块

1. 双击其中一个图块引例。
2. 这将会打开一个图块编辑对话框，并将选中的图块返回为原始几何图形，其它所有图块变为深色显示。现在返回为几何图形的球体和长方体可以被分别选中。
3. 使用 **FilletEdge** 指令对长方体边缘进行倒圆角，并稍微**移动**下球体，再绘制一个**圆形**。



4. 在**图块编辑**对话框中点击**确定**按钮。
请注意，先前放置和复制的图块引例也发生了更新，看起来像是重新定义的图块。新图块包含圆角长方体、发生位移的球体和圆形曲线，而不是原来的长方体和球体了。

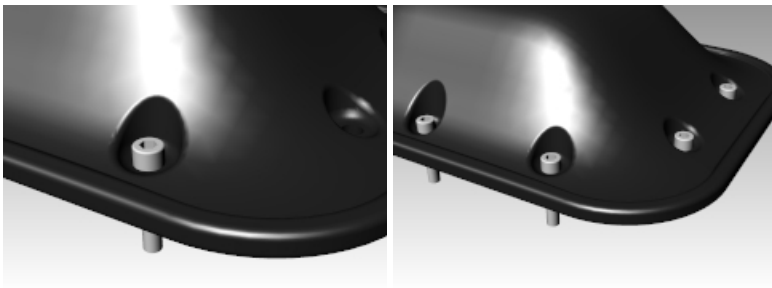


图块文件

Insert 指令有插入点、缩放比和旋转等选项，图块可以以图块引例，群组或者个别物件的方式插入到文件中去。

Exercise 14-2 插入图块文件

1. 打开模型 **Blocks-mm.3dm**。
2. 设置 **Fasteners** 图层为当前图层。
3. 执行 **Insert** 指令(文件功能表: 插入)来插入模型 **FILH-M6-1.0-25.3dm**。
4. 在**插入**对话框中，选择**插入为图块引例**，然后点击**确定**按钮。
5. 在您选择了要插入的文件后会弹出**插入文件选项**对话框，选择**置入并连结**选项，然后点击**确定**按钮。
6. 提示**插入点**时，捕捉到盖子上其中一个孔的中心点。
7. 将此带帽螺钉**复制**到所有其它孔中。

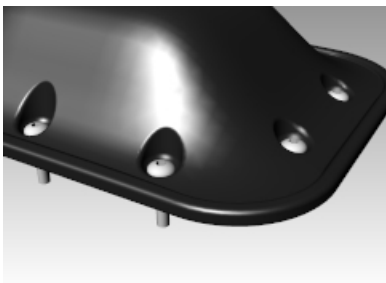


更改图块

1. 执行 **Block Manager** 指令(编辑功能表: 图块 > 图块管理器)。
2. 在图块管理器对话框中，选取插入的螺钉图块引例。
3. 点击**属性**按钮。
4. 在弹出的图块定义属性对话框中的**图块定义名称**栏中，输入 **Fastener**。
5. 在**文件名称**区域，点击“**浏览**”图标，选择文件 **RH-M6-1.0-25.3dm**，并单击**打开**按钮。
6. 回到**图块定义属性**对话框后，再点击**确定**按钮。
7. 回到**图块管理器**对话框后，点击**更新**按钮。

原来的圆柱形带帽螺钉现在就更新为圆头螺钉，并且图块颜色与插入层的图层颜色一致。

附注：即使是这样小的模型，文件大小的差异也可能很大。如果此文件要导入带头螺钉模型然后复制，那么它 will 比插入图块引例的问价大小大 35% 到 40%。使用图块可以帮助解决大文件带来的一些问题。



Chapter 15 - 疑难排解

故障排除工具通常用于修复从其他程序导入的文件。

Rhino 的作业在某些情形下会产生“损坏的物件”，损坏的物件可能会造成其它指令作业失败、着色与渲染不良或导出物件发生错误。

在建模过程中经常使用 **Check** 指令(分析功能表: 检测 > 检查)或者 **SelBadObjects** 指令(分析功能表: 检测 > 选取损坏的物件)是很好的习惯。尽早发现模型中的损坏物件并修复会比在以这个损坏的物件建立其它物件后才发现问题更容易修复。

如果建模的目是渲染或得到一个网格物件，只要这个模型不需要再进入后端作业做为实际生产之用，一些小错误是可以被忽略的。

如果模型要以 NURBS 导出到其他应用程序以进行进一步工程设计或制造时，最好消除尽可能多的错误。

常用方法

无论是在 Rhino 中或是其它程序中建立的物件，分析检测故障的步骤都是一样的。在经过多次的实际操作后，您会发现一些典型的问题，并开发一些程序来修复这些问题。

尽管修复文件的技巧可能因文件而异，但我们将重点介绍修复问题文件的常用方法。

从干净的文件开始

如果可能，在原始程序中花费一些时间来导出“干净”的文件，这将有助于提升后续工作的效率。但遗憾的是，通常您可能没有机会参与从原始程序导出文件的工作。

文件修复指引

1. **隐藏或删除**多余的物件。
2. 使用 **SelDup** 指令(编辑功能表: 选取物件 > 重复的物件)找出重复的物件将其删除或者移动到“重复”图层里，以备以后需要。
3. **隐藏**曲线和点物件。
4. 使用 **SelSrf** 指令(编辑功能表: 选取物件 > 曲面)选取所有单一曲面或使用 **SelPolysrf** 指令(编辑功能表: 选取物件 > 多重曲面)选取所有多重曲面。
5. 使用 **Invert** 指令(编辑功能表: 选取物件 > 反选)反选物件，然后将所有选取的物件移动到另一个图层中，并关闭这个图层。

这样画面中只剩下曲面和多重曲面。

6. 检查是否有损坏物件。

Check 和 **SelBadObjects** 可以判断模型中是否存在结构有问题的曲面。如果有损坏的曲面被选取到，可以将它们移动到“损坏曲面”图层，以便需要时再次使用这个物件。

如果损坏的物件是一个多重曲面，使用 **ExtractBadSrf** 指令从多重曲面上抽离损坏的曲面。

然后您可以修复这些损坏的曲面，再使用 **Join** 指令，将修复好的曲面与多重曲面上没有问题的曲面再次组合在一起。

7. 使用**着色模式**来观察模型。

模型看起来是不是您预期的样子？

有没有明显的破面？

曲面延伸到它们应该延伸的地方了吗？

修复曲面会用到的修剪曲线可能位于“重复”图层里。

8. 检查**文件属性**对话框中**单位**页面的**绝对公差**设定。

绝对公差的设置合理吗？自由造型曲面建模需要合理的误差允许值。在指定的建模公差范围内，将曲面边缘衔接到相邻的曲面边缘。越小的绝对公差会使得曲面结构越复杂，系统性能也会受影响。当生产过程后端的程序无法处理或导入小于某值的绝对公差的物件数据时，设定绝对公差小于该数值并没有意义。

9. **组合**(编辑功能表: 组合)所有曲面。

在组合时，曲面边缘之间的误差小于绝对公差时，曲面就会被组合在一起。如果曲面边缘之间的误差大于绝对公差，则曲面无法组合。组合指令并不会改变几何物件，只是将距离小于绝对公差的两个曲面边缘标示为同一个边缘，忽略两个边缘之中的一个边缘。

检查指令行显示的结果，组合后的多重曲面数量是否是您所预期的？有时候，导入 IGES 文件会产生重复的曲面。通常会有一个正确的曲面及一个内部修剪被移除的曲面。当组合的时候，您无法控制哪一个曲面会与其它曲面组合。如果您怀疑发生这种问题时，试着组合外露边缘，如果外露边缘无法组合，复原到未组合前的状态，删除多余的曲面后再组合一次。

10. 检查是否有**外露边缘**。

外露边缘是未与其它曲面边缘组合的边缘。在进行**组合**操作时，两个曲面边缘间的距离大于绝对公差时会留下外露边缘。外露边缘的产生可能是因为建模时的疏忽、导入 IGES 文件时的绝对公差设定不正确或模型中存在重复的曲面。如果您在执行 **ShowEdges** 指令(分析功能表: 边缘工具 > 显示边缘)后发现模型中有太多的外露边缘时，可以考虑将模型复原到未组合之前，将绝对公差设置大一些然后再次组合。这种情形可能是因为模型是在比较大的绝对公差环境中建立的，然后导入到公差比较小的作业环境所产生的。

附注：如果不进行大量的重新构建，就无法改善曲面之间的公差配合。

11. **组合**外露边缘或者重新建模。

组合外露边缘是一个好坏参半的权衡做法，可能会在后端作业中造成一些问题。如果您组合边缘的目的是为了将物件以实体的方式导出到实体软件中进行操作，或者是将曲面物件转换成网格物件(例如 STL 文件)，那么使用 **JoinEdge** 指令(分析功能表: 边缘工具 > 组合两个外露边缘)就不会造成任何问题。如果组合边缘的物件是用来取得断面曲线或大部分其它建立曲线的操作时，断面曲线上会出现缺口，而不是封闭的曲线，因为断面曲线跨越以大于绝对公差距离组合的边缘，断面曲线的缺口是由两个边缘组合前的缝隙所产生的。如果曲面边缘之间的缝隙小于绝对公差设定值的两倍，您可以安心地继续作业。如果曲面边缘之间的缝隙过大时，考虑编辑或重建曲面，缩小缝隙。**Join** 与 **JoinEdge** 指令并不会改变曲面的几何数据结构，而只是标示出距离小于绝对公差的两个边缘在组合后会被视为一个边缘。

12. **修复**损坏的曲面。

最好能够一次修复一个损坏的曲面，并将修复的曲面与原来的多重曲面进行组合。为了能尽量减少破坏并最大程度修复物件，不要通过 **Check** 指令检查损坏曲面，您可以尝试使用以下方法：

- **重建边缘。**
- **分离修剪曲线**，重新修剪曲面。
- **重建曲面**（曲面形状会改变）。
- **替代曲面** - 以周围曲面边缘与从损坏曲面上得到的断面曲线重新建立一个曲面，以取代损坏的曲面。

13. **检查**是否有**损坏物件**。

有些时候，通过检查的曲面在与其它曲面组合成多重曲面后会出现错误，通常这种情形是因为曲面边缘在组合后产生微小的边缘或修剪曲线短于被修剪曲面的长度，使之小于绝对公差而导致的。

14. 抽离相邻的曲面，检查每一个曲面，使用 **MergeEdge** 指令(分析功能表: 边缘工具 > 合并边缘)消除微小的边缘后再次组合曲面。

当您得到一个封闭的没有外露边缘的多重曲面且可以通过 **Check** 指令的检查时，这说明您成功了。当您在组合与修复曲面时，不断地以 **Check** 指令检查曲面是很好的习惯。

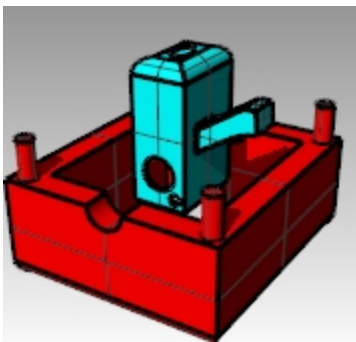
15. **导出**。

现在模型已经被修复了，您可以将模型以 IGES, Parasolid, 或者 STEP 文件格式导出到其它软件中完成后续的作业。

Exercise 15-1 尝试以下步骤

尝试以下步骤

1. **打开模型 Check 01.3dm。**
这个文件中有一个损坏的物件。
2. 找到损坏的物件，修复它，重新修剪然后重新组合曲面。
3. **打开文件 Check 02.igs。**
这个文件里的模型有许多 IGES 文件常见的问题。
4. 因为未正确修剪的曲面并不会被视为损坏物件，所以在修复并重新修剪损坏曲面之后，您必需找出其它未正确修剪的物件。



Chapter 16 - 多边形网格

在 Rhino 中，多边形网格是顶点、边和面的集合。网格也可近似当作 Rhino 中的曲面和实体。网格是从 Rhino 模型生成的，用于 CNC 制造和 3D 打印等。网格还用于渲染和分析，例如高斯曲率，碰撞检测和 FEA。

虽然 Rhino 主要是一个 NURBS 曲面建模程序，但也有一些工具可以建立和编辑多边形网格物件。

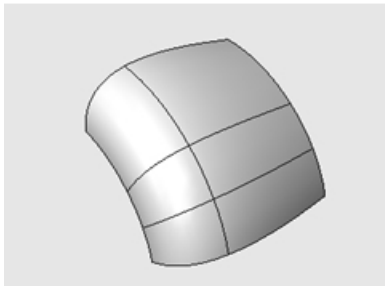
处理网格时并没有统一的方法，不同的情形需要使用不同的方法，后端作业的需要是决定使用何种方法转换网格时最重要的因素。如果用来渲染，那网格转换的要求比应用于生产加工（机器制造或者快速成型）的要求宽松一些。

渲染网格

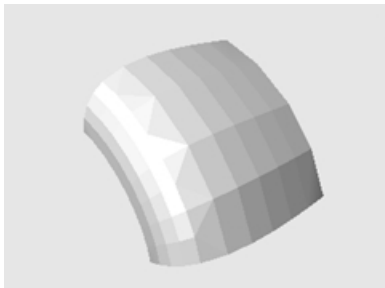
转换的网格用于渲染时，模型渲染的外观和渲染的速度是考虑的重点。在保证得到您所需要的外观的前提下，您需要尽可能减少模型的网格面的数量。模型网格面的数量会影响渲染的效率，太少的网格面数量可能不能达到您对模型最终渲染效果的要求。通常只要模型渲染后没有太大的变形，网格转换设定就算是正确的。

用于制造生产的网格

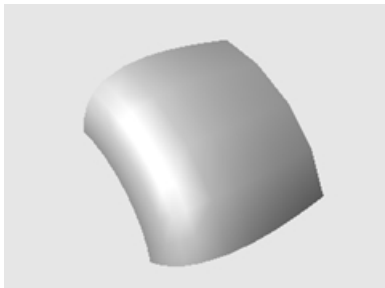
用于生产的网格是完全不同的情形，网格是 NURBS 曲面的近似物件，您必需尽可能缩小网格与 NURBS 曲面之间的误差，较大的误差可能会非常明显地出现在加工后的最终产品上。



如果用于生产的网格的精度不够，那最终产品上会有明显的网格边缘。

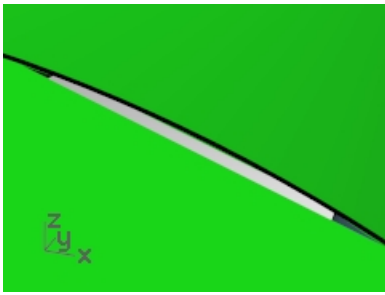


使用相同的网格转换设定，如果将之应用于渲染时，渲染系统可以隐藏多边形网格边缘，将网格在视觉上“平滑化”，让网格变平滑，但它并不是真正的平滑。



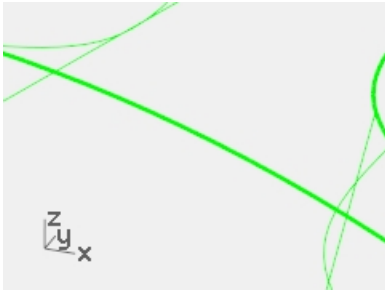
Exercise 16-1 转换网格

1. 打开模型 **Meshing.3dm**。
2. 将 **Perspective** 工作视窗更改为着色模式，观察两个曲面相接边缘的转角处。
3. 这两个曲面的相接边缘在转角处会有一些缝隙，从缝隙中可以看到工作视窗的背景颜色。



4. 将工作视窗改回**线框模式**。

在线框显示模式中，两个曲面边缘之间并不是真的有缝隙存在。您在着色模式下看到的缝隙是因为 Rhino 使用网格着色与渲染物件所产生的。因为网格转换设定不够精细，所以每一个网格面的边缘比较明显。



5. 在**文件属性**对话框下的**网格**页面，选择**平滑、较慢**选项。

6. 再次观察两个曲面相接边缘。

转角处的曲面边缘看起来变平滑了，但是仍然有缝隙存在。

虽然您可以选择**自定义**选项，将网格设定为更精细的选项来进一步消除着色网格边缘上的小细缝，但因为网格转换设定会影响整个文件里所有物件的网格设置，这样会造成网格转换速度变慢，降低着色与渲染效率。

7. 将相邻的曲面组合成多重曲面可以让您不必使用更精细的网格而仍然可以消除这些缝隙。



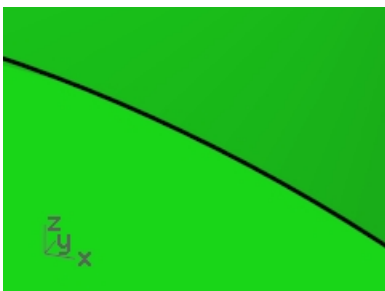
8. 将三个曲面**组合**成一个多重曲面。

曲面在相接边缘处的网格会自动做细分，使网格边缘完全衔接在一起，去除原来的网格缝隙。

Rhino 会储存着色时的网格，以后需要着色模型或重新打开文件时不必再重新转换网格，这样可以节省时间，但网格的数据量可能会非常多，文件会明显变大。

9. 从**文件功能表**选择**最小化保存**。

这样保存的文件不需要渲染网格和位图预览，从而节省磁盘文件空间。



附注：NURBS 曲面转换成渲染与着色模式下所使用的网格在线框模式中是不可见、无法编辑、而且不能与 NURBS 物件分离。所有物件的网格转换统一由**文件属性**对话框的**网格**页面的设定所控制。此外，可以在**物件属性**对话框中更改每一个物件的**渲染网格**设置。

从 NURBS 物件转换网格

以 **Mesh** 指令建立的是可见、可以编辑的网格，而且可以与 NURBS 物件分离。

Rhino 有两种方法可以控制网格的密度：**简易设置**与**高级设置**。**简易设置**是通过滑杆粗略地控制网格的密度和多边形的数量。**高级设置**中有七个设定值和四个复选框选项来控制生成网格的密度。

NURBS 物件是以三个逐步细分的步骤转换成网格：起始四角网格、精修、调整修剪边界，这些步骤由程序自动控制，您无法看到这些步骤的过程。

在以下的练习中，您将学习网格指令对话框中的七个控件的详细设置内容，并了解它们如何影响网格生成的原因。

网格详细设置



密度

以一个方程控制网格边缘与原来的曲面之间的距离，数值介于 0 与 1 之间，越大的数值建立的网格面越多。

最大角度

两个相邻网格面之间的最大角度。越小的数值网格转换越慢，得到的网格精度越高，网格数量越多。

最大长宽比

起始四角网格面的最大长宽比。

最小边缘长度

数值越大网格转换越快，网格的精度越低，网格面数量越少。它控制着四角网格面或三角网格面边缘的最小长度。

最大边缘长度

数值越小网格转换越慢，网格面数量越多，网格面大小也会比较一致。当勾选了**精细网格**复选框后，网格会进一步细分直到所有边缘都小于这个数值为止，这个数值也大约是起始四角网格面边缘的最大长度。

边缘至曲面的最大距离

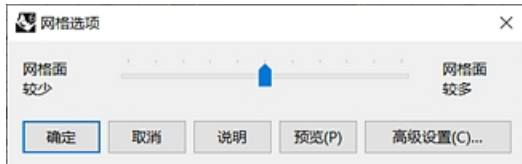
数值越小网格转换越慢，网格转换越精细，网格面的数量也越多。这个数值会将起始四角网格面细分，使所有网格边缘中点到 NURBS 曲面的最大距离大约等于这个数值。勾选细分网格时，网格会进一步细分直到所有网格边缘的中点到 NURBS 曲面的最大距离小于这个数值。

起始四角网格面的最小数目

数值越大网格转换越慢、网格转换越精细、网格面数量越多而且分布较平均。这个数值大约是网格在还未细分之前四角网格面的最小数目，如果您设定一个数值给它，并将其它所有的数值设为 0，您所看到的就是细分前的起始四角网格面。

使用高级设置转换网格

1. 选取物件。
2. 执行 **Mesh** 指令(网格功能表: 从 NURBS 物件)。
弹出**网格选项**对话框。

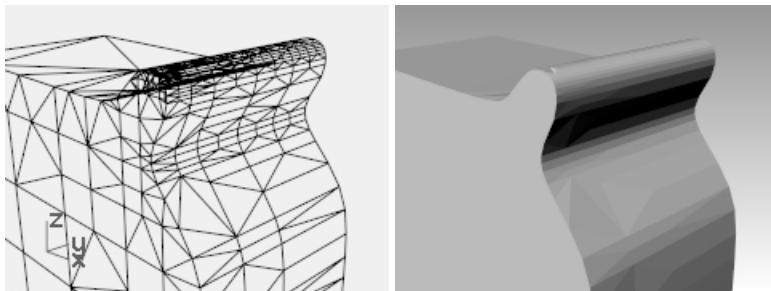


3. 在**网格选项**对话框中, 点击**高级设置**按钮。
4. 弹出**网格详细设置**对话框。
当您退出 Rhino 时, 这些设置将保存到 Windows 登录文件中。
5. 在**网格详细设置**对话框中, 做如下设置:

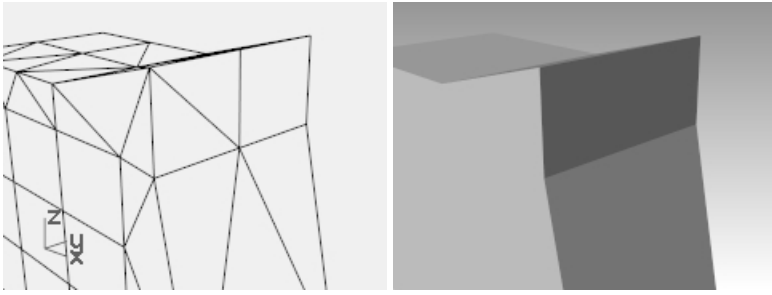
密度=0.5
 最大角度=0.0
 最大长宽比=0.0
 最小边缘长度=0.0001
 最大边缘长度=0.0
 边缘至曲面的最大距离=0.0
 起始四角网格面的最小数目=0
 勾选**精细网格**选项。
 取消**不对齐接缝顶点**选项的勾选。
 取消**平面最简化**选项的勾选。
 勾选**贴图坐标不重叠**选项。



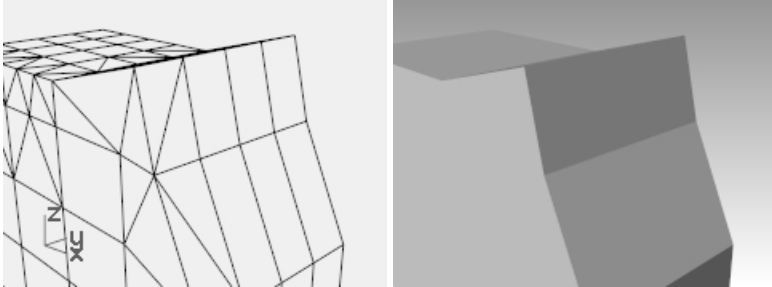
6. 点击 **确定** 按钮。
通过默认设置创建的网格就完成了。
7. **隐藏**初始的多重曲面, 将工作视窗显示模式改为**渲染模式**, 并使用**平坦着色**显示模式来查看输出结果。
您在**平坦着色**模式下看到的模型就是以这个密度的网格设定做快速成形或 NC 加工后模型的样子。



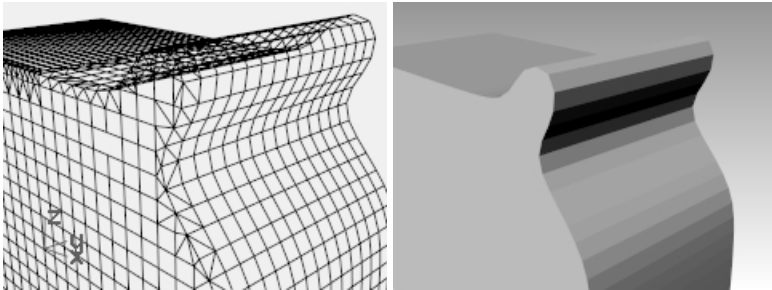
8. **复原**之前的网格转换, 再执行一次 **Mesh** 指令, 在**网格详细设置**对话框中, 做如下设置:
最大角度=0.0
最大长宽比=2.0
9. 点击 **确定** 按钮。
请注意网格面数量的变化以及网格形状和平坦着色模式下网格质量的变化。



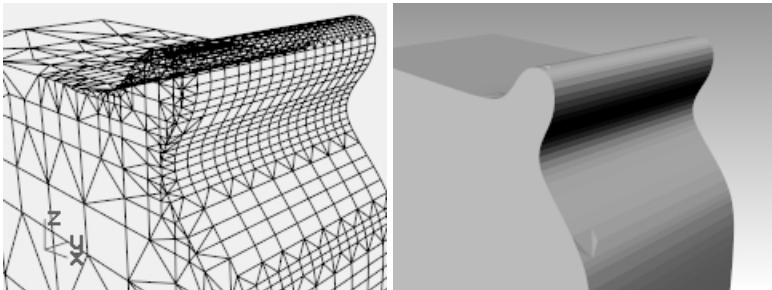
10. 复原之前的网格转换，再执行一次 **Mesh** 指令，在**网格详细设置**对话框中，做如下设置：
 起始四角网格面的最小数目=16
 请注意网格面数量的变化以及网格形状和平坦着色模式下网格质量的变化。



11. 复原之前的网格转换，再执行一次 **Mesh** 指令，在**网格详细设置**对话框中，做如下设置：
 起始四角网格面的最小数目=500
 请注意网格面数量的变化以及网格形状和平坦着色模式下网格质量的变化。



12. 复原之前的网格转换，再执行一次 **Mesh** 指令，在**网格详细设置**对话框中，做如下设置：
 边缘至曲面的最大距离=0.01
 起始四角网格面的最小数目=0
 请注意网格面数量的变化以及网格形状和平坦着色模式下网格质量的变化。



更多 Rhino 中的网格工具介绍可以查看我们的视频教程<http://ke.qq.com/course/297072>

Chapter 17 - 渲染

使用 Rhino，创建 Rhino 模型的渲染效果图很容易。只需添加材质、灯光和渲染器。

在 Rhino 的渲染器中有几个控件可以在渲染中创建有趣的特殊效果。

在下面的练习中，您将通过渲染结构线，调整色彩、透明度、环境光等方法来渲染有特殊效果的图像。

您还可以通过添加**环境**、**纹理贴图**和**印花**等细节来增加渲染的真实感。

Rhino 的**渲染**显示模式可以帮助您在执行最终渲染之前预览您的材质和环境效果。而**光线跟踪**显示模式将让您在光线跟踪视图中进行实时工作。光线跟踪显示模式将使用 Quadro 卡上的 cuda 内核，也可以将其配置为使用 CPU。

Rhino for Windows 拥有大量作为 Rhino 插件运行的第三方渲染器。如果您想要尝试更高级的渲染功能，可以在 [Food4Rhino](#) 网站上寻找其它 Rhino 渲染插件。

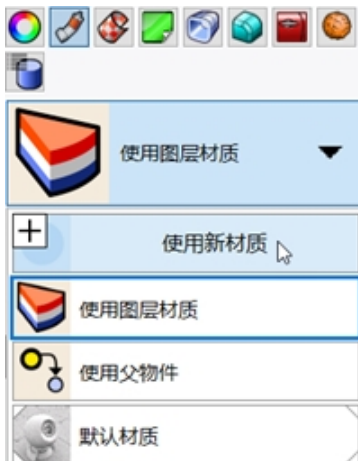
Exercise 17-1 Rhino 渲染

打开模型并设置材质

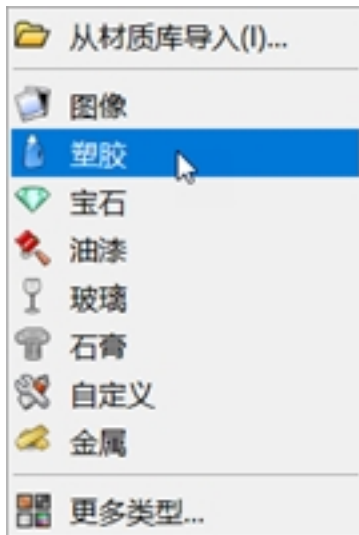
1. 在**渲染**功能表下，点击**目前的渲染器**，然后点击**Rhino 渲染**。
2. 打开模型 **Finished Detergent Bottle.3dm**。



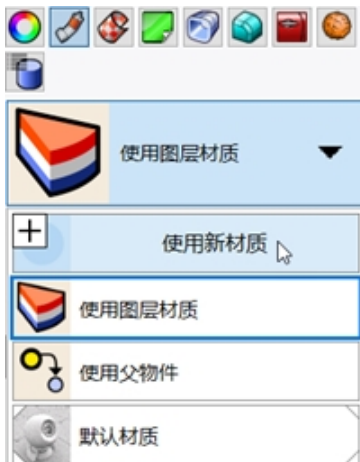
3. 在**渲染**功能表下，点击**目前的渲染器**，然后点击**Rhino 渲染**。
4. 选取瓶身，在**属性**面板下，点击**材质**页面。
5. 点击**使用图层材质**旁的三角形箭头，然后点击**使用新材质**按钮。



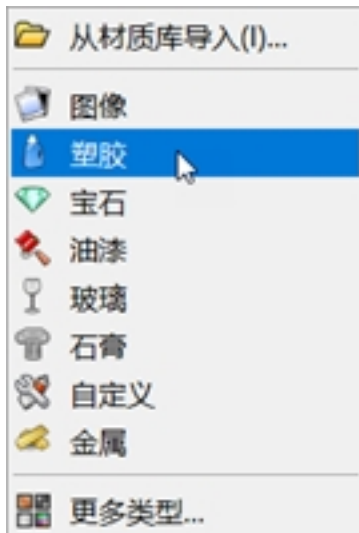
6. 在弹出的菜单中，点击**塑胶**材质。



- 在材质面板的新材质配置中，做以下更改：
名称：**Light Blue**
颜色：Light Blue (R=163, G=163, B=194)
- 选择瓶盖，在属性面板下，点击材质页面。点击使用图层材质旁的三角形箭头，然后点击使用新材质按钮。



- 在弹出的菜单中，点击塑胶材质。



- 在材质面板的新材质配置中，做以下更改：
名称：**Tan Plastic**
颜色：Tan(R=222, G=172, B=112)

11. 渲染 Perspective 工作视窗。



12. 从工具功能表中，单击**选项**。
13. 在**选项**对话框的**渲染**页面下，向下滚动，找到照明区域，取消**天光**选项的勾选，并勾选**使用隐藏的灯光**选项。

附注：

Rhino 也有独立的**渲染**面板，面板中的大部分选项内容与**选项**对话框的**渲染**页面中的选项内容是相同的。

想要打开**渲染**面板，您可以从**面板**功能表中选择**渲染**，或者在**属性**面板标签上单击鼠标右键，在弹出的菜单中选择**渲染**选项。



14. 渲染 Perspective 工作视窗。

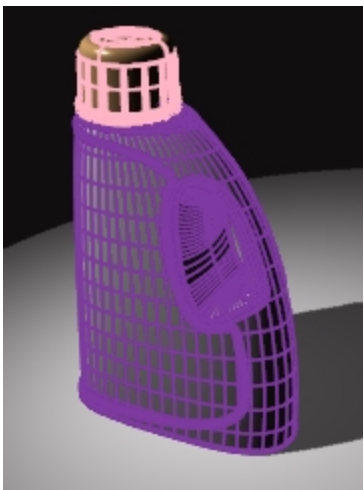


这样底平面上就出现了瓶子的影子。

使用结构线渲染

1. 从工具功能表中，单击**选项**。
2. 在**文件属性**的**渲染**页面下，向下滚动，找到**线框**区域，勾选**渲染曲面边缘与结构线**选项。
3. **渲染 Perspective** 工作视窗。

由于物件的显示颜色设置为“**以图层**”，所以线框的颜色与图层的颜色是一致的。



4. 选取瓶身多重曲面。
5. 在**属性**面板的**物件**页面中，将**显示颜色**从**以图层**改为**黑色**。
6. **渲染 Perspective** 工作视窗。

这样物件的结构线就被渲染成了黑色。



渲染以结构线显示的透明材质

1. 在**属性**面板的**物件**页面中，将**显示颜色**从**以图层**改为**黑色**。
2. 渲染 **Perspective** 工作视窗。

渲染图像中的物件以黑色结构线显示，材质是透明的。



3. 选择瓶盖和瓶身多重曲面。
4. 在**属性**面板下，点击**物件**按钮，将**显示颜色**从“**以图层**”更改为“**白色**”。这样渲染图像中的物件的结构线变成白色，材质是透明的。
5. 尝试不断调整设置以获得期望的效果。
6. 打开**灯光**面板，调整灯光的属性，做更细微的调整。



渲染属性

使用 Rhino 的材质编辑器，您可以通过调整颜色、反射率、透明度、高光、位图和环境等单项或多项设置来创建不同的材质。

在接下来的练习中，我们将增加环境设置，增加材质和灯光，创建自定义材质，编辑材质，为物件增加印花以及渲染场景。



Exercise 17-2 设置环境进行渲染

设置渲染属性

渲染属性包括环境设置、渲染设置以及环境光设置。

1. 打开模型 **Mug.3dm**。
2. 在**面板**功能表中，分别单击**环境**和**底平面**选项。这样就打开了两个面板，环境面板用来设置背景环境，底平面面板，用来为场景增加无限底平面。
您也可以在**属性**面板标签上单击右键，在弹出的菜单中找到这两个面板。
3. 在**环境**面板下，您会发现面板顶部有一个淡黄色警示框，上面显示着默认的摄影棚环境。
通过双击**摄影棚环境**就可以将当前的环境切换到该模式。
4. 接下来，单击默认摄影棚下的 **[+]** 来增加新环境，在弹出的菜单中选择**从环境库导入**。
5. 在**打开**对话框中，双击**环境**文件夹，滚动中键浏览所有可使用的环境文件。
6. 找到 **Rhino Interior.renv** 文件，然后点击**打开**按钮。
7. 要将此文件设置为当前环境时，只需在**环境**面板中，双击文件 **Rhino Interior**。
这样就将此文件设置为当前环境了。黄色的角标表示当前的环境是 **Rhino Interior**。



8. 在**底平面**面板中勾选**启用**选项。
在**效果**区域，选择**使用材质**。
底平面的材质自动设置为**默认材质**。



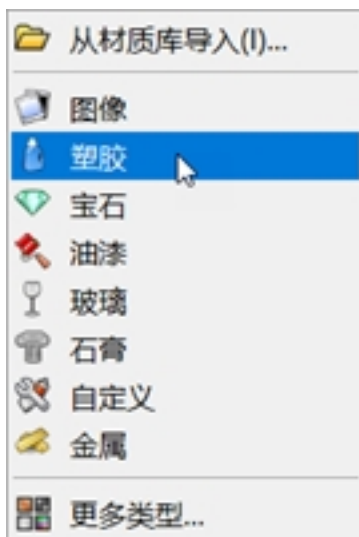
9. 设置 **Perspective** 工作视窗为渲染模式。



10. 在渲染功能表上，点击渲染。
11. 在环境面板中，双击摄影棚，将当前的环境设置为摄影棚。
12. 要编辑环境，请单击环境面板底部的铅笔图标。
13. 在旋转区域，设置角度为45度。



14. 在工具功能表下，单击选项，在打开的对话框中，找到渲染页面，向下滚动滑块，找到照明区域，取消天光选项的勾选。
15. 在底平面面板的效果区域中，点击使用材质。
16. 点击默认材质旁的三角箭头，然后点击"+"。
17. 在弹出的菜单中，点击塑胶材质。

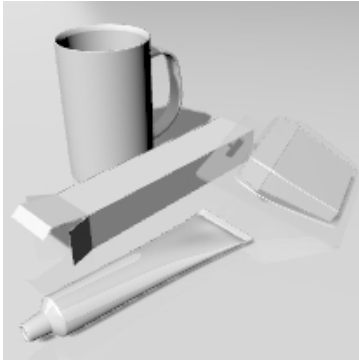


18. 在塑胶区域，设置反射率为15%。
19. 在材质面板下，滑动滑块，找到刚刚设置的塑胶材质，并给它重命名为 Base_white。
20. 在渲染功能表上，点击渲染。



将材质赋予给图层

1. 在**图层**面板中，选择 **Floss Blister** 图层，然后单击该图层行的**材质**图标。
2. 在打开的**图层材质**对话框中，点击默认材质旁的三角箭头，从下拉列表中选择 **Thin Clear Plastic** 材质，然后点击 **确定** 按钮。
3. 在**图层**面板，同时选择 **Floss Container** 图层和 **Toothpaste Tube** 图层，然后在其中一个图层行中点击**材质**图标。
4. 在打开的**图层材质**对话框中，点击默认材质旁的三角箭头，从下拉列表中选择 **White Shiny** 材质，然后点击 **确定** 按钮。
5. 在**渲染**功能表上，点击**渲染**。

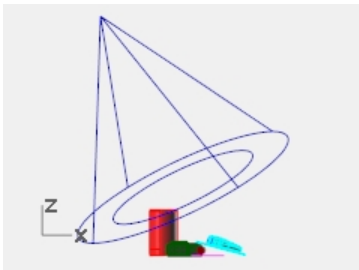


场景照明

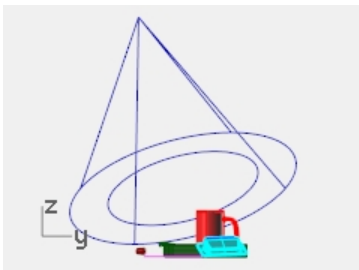
到目前为止，我们一直使用的是 Rhino 的预设灯光。这个隐形的预设灯光位于视图摄影机的左上方，这个灯光可以照亮整个模型场景，让您可以在场景中摆放灯光。这个预设灯光只有在场景中不存在任何灯光时才会开启，它也无法修改。我们必须加入自定义的灯光才能控制场景的照明。

添加灯光

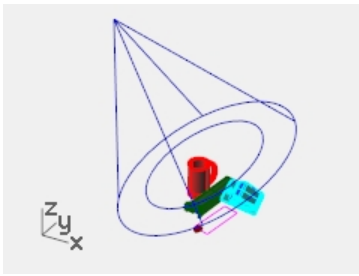
1. 在**图层**面板上，设置 **Lights** 图层为当前图层。
2. 在**渲染**功能表上，选择**建立聚光灯**。
3. 如图所示，创建一个**大聚光灯**，这个聚光灯的位置是在场景前方稍高的位置向下照射。使用**垂直模式**，或者打开聚光灯的控制点，移动控制点，将聚光灯移动到图示的位置。



Front 工作视窗中的聚光灯。



Right 工作视窗中的聚光灯。

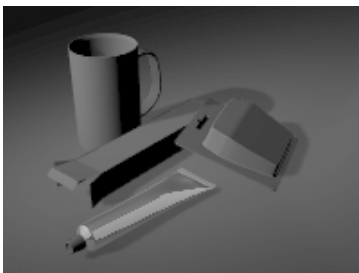


perspective 工作视窗中的聚光灯。

4. 对灯光的**属性**做以下调整：
5. 灯光强度=50
阴影厚度=40
聚光灯锐利度=25

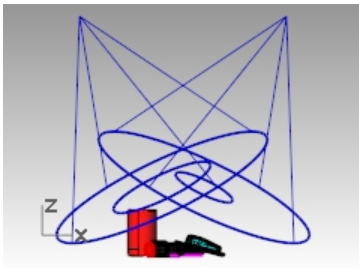


6. **渲染 Perspective** 工作视窗。
现在渲染出来的图像效果会变好，但在场景中有两个或三个灯光会有更好的渲染效果，接下来我们将再加入一个灯光使马克杯产生反光。



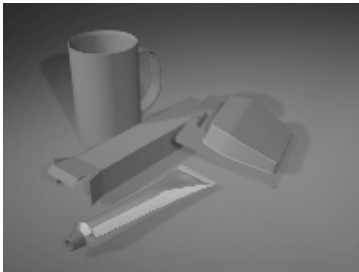
添加第二个灯光

1. 选取第一个灯光。
2. 在 **Top** 工作视窗中，沿垂直轴**镜像**灯光。
3. 对灯光的**属性**做以下调整：
灯光强度=40
阴影厚度=60
聚光灯锐利度=25



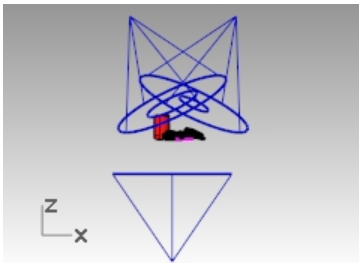
Front 工作视窗中的聚光灯。

4. 渲染 Perspective 工作视窗。



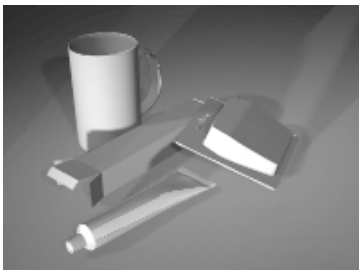
添加第三个灯光

1. 在渲染功能表上，选择**建立聚光灯**。
2. 创建一个大的聚光灯，这个聚光灯从场景下方向向上照射。
这个灯光会让牙膏软管和牙线盒的底部亮一点。
3. 对灯光的**属性**做以下调整：
灯光强度=20
阴影厚度=0
聚光灯锐利度=25



Front 工作视窗中的聚光灯。

4. 渲染 Perspective 工作视窗。
这里非常重要的一点是将第三个灯光的阴影厚度设置为 0，这样光线才能穿透底平面照射到物件上。



贴图与凹凸贴图

除了使用颜色以外，您还可以使用图片作为材质的贴图，这些图片可以是扫描的照片、实际产品上的图案（如壁纸、地毯）、绘图软件绘制的图形、其它渲染程序材质库的图片、其它来源的位图图片等。

贴图可以使用位图图像为材质添加更多的细节。您可以使用图像改变材质表面的许多属性，包括颜色图案和三维表面凹凸效果。凹凸效果可以通过图像的明暗实现，也可以通过程序设置后随机生成。

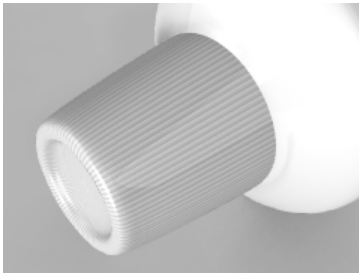
从现有的材质创建新材质

1. 在材质面板下，右键单击 **White shiny** 材质，然后单击**复制**。
2. 给这个复制的材质命名为**Toothpaste Cap**。
3. 在**贴图**区域的**颜色**项下，单击**(按此赋予材质)**。
4. 在**打开**对话框中，双击图像 **Tube Bump.png**。
5. 在**贴图**区域，单击图像 **Tube Bump** 查看更多设置内容。
6. 在**贴图轴**区域，将 **U** 方向的**拼贴**数设置为 **8**。
单击锁定图标可以将拼贴 U-V 的锁定解除。

将 **V** **拼贴**的数量设置为**1**。



7. 将新材质赋予给 **Toothpaste Cap** 图层或者赋予给牙膏盖物件。调整贴图以达到期望的效果。
8. **渲染 Perspective** 工作视窗。
这样牙膏盖就有了条状的纹路。拼贴数目决定着条状纹路之间的间隙距离。



印花

印花是 Rhino 将图像位图应用于物件特定区域的一种贴图方法。

不同的印花贴图轴类型告诉你 Rhino 的不同投影方法。下面介绍四种印花贴图轴类型，平面、圆柱、球体和 UV。

印花选项

Planar(平面)

平面贴图轴是一种比较常见的贴图类型。这种贴图适用于平面或者曲面弧度不大的物件。

Cylindrical(圆柱体)

圆柱体贴图轴适用于将贴图投影到单一方向上有弧度的物件上，例如酒瓶上的标签。

Spherical(球体)

使用球体贴图轴适用于将贴图投影到两个方向都有弧度的物件上，通过这种投影方式得到的贴图的纵轴（高度方向）将对应球体的中心轴，从一个极点到另一个极点的方向，贴图的横轴对应球体的赤道方向。

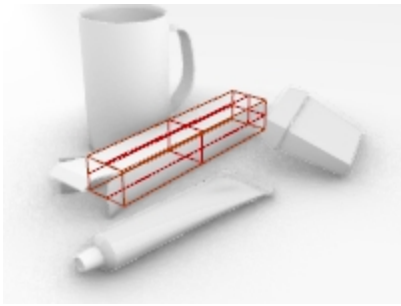
UV

UV 贴图会将贴图拉伸至整个曲面，曲面的 U 方向与 V 方向决定贴图如何投影，并且它无法直接控制。

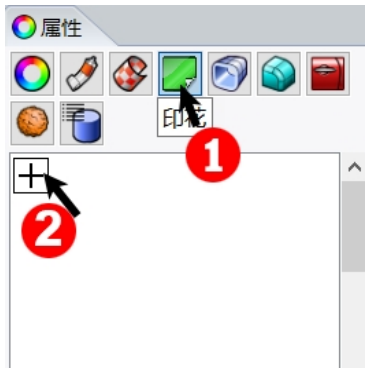
UV 贴图特别适用于有机形状，头发、皮肤和植物结构等等。

以平面投影 Decal 贴图

1. 打开 **Decal reference planes** 图层。
2. 选择牙膏盒。



3. 在属性面板中点击印花按钮，在印花页面中，点击"+"。



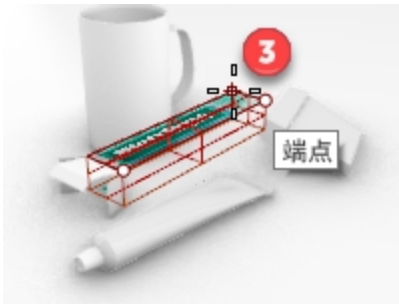
4. 选择图像文件 **Minty Green-Box Upper.jpg**。
5. 点击 **打开** 按钮。
6. 将贴图轴类型设置为**平面**，方向设置为**向前**，然后点击**确定**按钮。
7. 在指令行里，选择**三点**选项。
8. 这三个点用来定义 decal 平面的位置与范围，decal 平面必须放置在物件的表面或者表面的后方。贴图从 decal 平面向上投影，物件位于 decal 平面后方的部分是不会显示贴图的。
使用物件锁点，拾取位置**(1)**作为印花的起点。



9. 拾取点**(2)**作为印花的终点。



10. 拾取点**(3)**作为印花的宽度。



放置好印花后，您还可以显示印花贴图轴，然后再显示贴图轴的控制点，通过移动控制点的位置来移动、旋转或拉伸印花，以达到与牙膏盒相匹配的贴图图案。

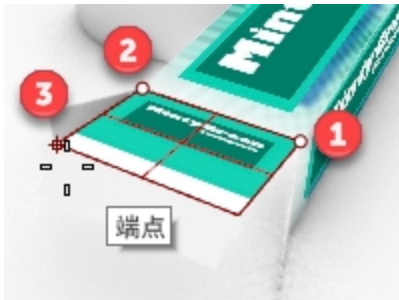
- 按 **Enter** 键，或者鼠标右键单击完成设置。



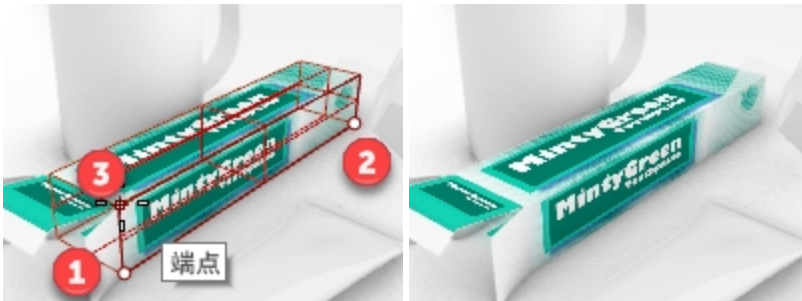
- 保存模型。

放置更多的印花

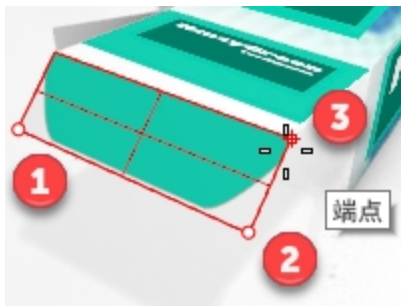
- 选取盒子底部的曲面。
- 在属性面板中点击印花按钮，在印花页面中，点击"+"。
- 在指令行中，点击三点选项在盒子底部平面放置位图 **MintyGreen-Box End.png**。



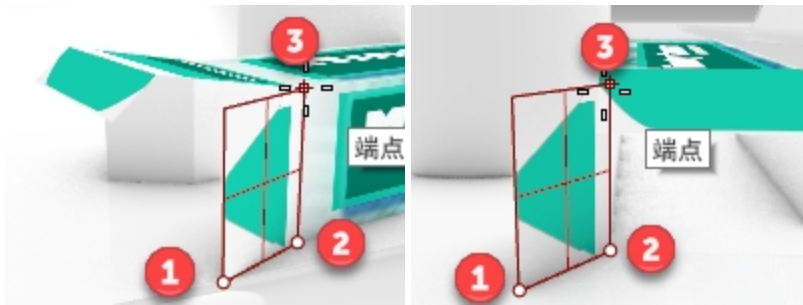
- 印花仍旧使用三点选项的方式，在盒子侧面放置位图 **MintyGreen-Box Side.png**。



- 使用三点印花的方式，在盒子开口的小平面放置贴图 **MintyGreen-TopFlap_RGBA.tif**，将方向设置为双向。



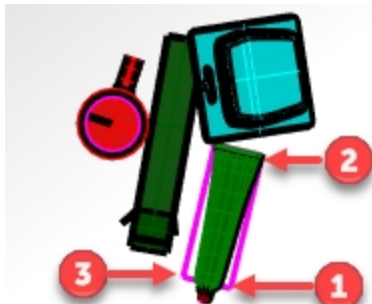
- 使用三点印花的方式，在盒子开口的两个侧面放置贴图 **MintyGreen-SideFlap_RGBA.tif**，将方向设置为**双向**。



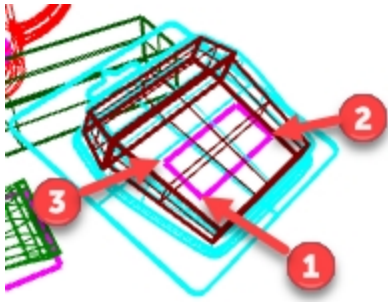
- 使用同样的方法即平面贴图的方式将印花贴在牙线盒和牙膏管上。
打开 **Decal reference planes** 图层。
在 **Decal reference planes** 图层上已经创建好了洋红色的矩形，以帮助放置贴图 **MintyGreen-Floss.png** 和 **MintyGreen-Tube.png**。



- 选取牙膏管，在**属性**面板中点击**印花**按钮，在印花页面中，点击"+".
选择印花 **MintyGreen-Tube.png**。
- 将贴图轴类型设置为**平面**，方向设置为**向前**，然后点击**确定**按钮。
- 在指令行里，选择**三点**选项。然后依次捕捉图中所示的三个点。



- 选取牙线盒，在**属性**面板中点击**印花**按钮，在印花页面中，点击"+".
选择印花 **MintyGreen-Floss.png**。
- 将贴图轴类型设置为**平面**，方向设置为**向前**，然后点击**确定**按钮。
- 在指令行里，选择**三点**选项。然后依次捕捉图中所示的三个点。



1. 渲染 Perspective 工作视窗。



创建一个全新的材质，并将材质赋予给图层

1. 打开图层面板。
2. 在图层面板中，选择 **Mug** 图层，然后单击该图层行的**材质**图标。
3. 单击**默认材质**旁的三角箭头，然后单击"+".
4. 在打开的**类型**对话框中，单击**自定义材质**，然后单击 **确定** 按钮。
5. 在**名称**栏里，输入 **Green Ceramic**。
6. 设置如下：

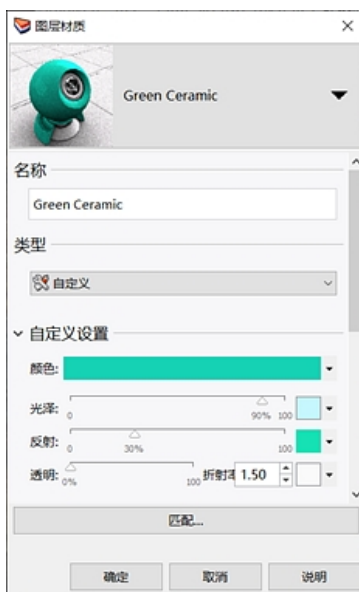
颜色：Green (R=21, G=210, B=180)

光泽度颜色：R=198, G=247, B=255

反射度滑块滑到 30%

反射度颜色：R=21, G=225, B=180

光泽度滑块滑到 86%



以圆柱体投影 Decal 贴图

圆柱体两端的圆面与当前工作平面平行，圆柱体的中心轴与当前工作平面的 Z 轴平行。

1. 选择**马克杯**。
2. 在**属性**面板中点击**印花**按钮，在印花页面中，点击**"+"**。
3. 在打开对话框中，选择图像文件 **Sailboat-002.tif**。
4. 在**印花贴图轴类型**对话框中，点击**圆柱体**。
5. 在**Perspective** 视图中，使用洋红色圆形参考，在开启**中心点**捕捉的方式下捕捉**圆柱体的中心点**和**半径**以及**圆柱体的端点**。
6. 然后点击印花扫掠的起始角度和结束角度在合适的位置上放置印花。
7. 按 **Enter** 键，或者鼠标右键单击完成设置。
8. 在**印花**页面，点击印花 **Sailboat-002.tif** 右侧的图标，**显示印花贴图轴**。
9. 印花贴图轴的使用方法与使用操作轴的方法类似，帮助您对印花进行移动、缩放和旋转。
10. 当印花放置到了您想要的位置后点击图标隐藏印花贴图轴。
11. 然后您就可以在 **Perspective** 工作视窗中的渲染显示模式下观察到最终结果。



完成最终效果

牙刷材质由多种材质组成，本练习已经将不同材质的牙刷部件分类在不同的子图层中，您只需将相应的材质分配给该图层，最终该图层上的几何体就会以分配给的图层材质进行预览和渲染。

1. 开启 **toothbrush** 图层，包括它之下的所有子图层。然后将材质赋予给图层。

图层	材质
Brush2 Body	Green_ceramic (和马克杯材质一致)
Brush2 Bristles Inner	Green_ceramic (和马克杯材质一致)
Brush2 Bristles Outer	Porcelain_white
Brush2 Grips	Plastic_white

2. 调整材质和灯光的设置，以达到您想要的效果。
3. **渲染 Perspective** 工作视窗。



4. 保存渲染结果。

更多、更详细的渲染教学请浏览 <https://ke.qq.com/course/297548>

Chapter 18 - Grasshopper 介绍

Grasshopper 是一个 Rhino 6 内置的可视化脚本平台。


- 使用 Grasshopper，您将通过编写脚本来自动执行任务，方法是将控件拖到画布上，这张画布是它的主界面。
- 数字滑块、图形映射器、随机和抖动等参数用于驱动无限设计选项。
- Grasshopper 设计可立即在 Rhino 应用程序中生成预览，而不会生成几何体。
- 当选择好最终设计后，再通过“烘焙”在 Rhino 中创建几何体。

附注：**Bike Wheel.GH** 文件包含在模型文件中。您还可以打印 **Bike Wheels.JPG** 并按照练习进行操作。

自行车轮

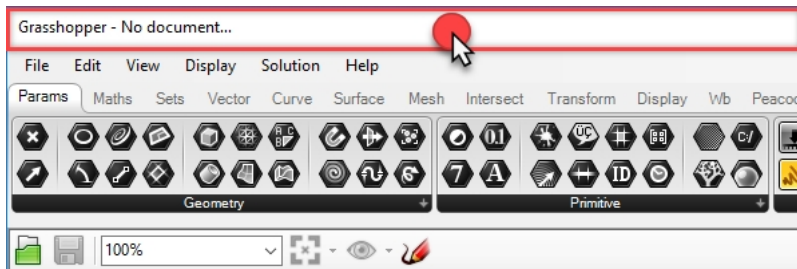
Grasshopper 画布

1. 新建一个模型，使用模板小模型 - 英寸。

2. 在标准工具列中点击 **Grasshopper** 图标按钮  或者在 Rhino 命令行中输入 **Grasshopper** 指令，都可以打开 **Grasshopper** 画布。



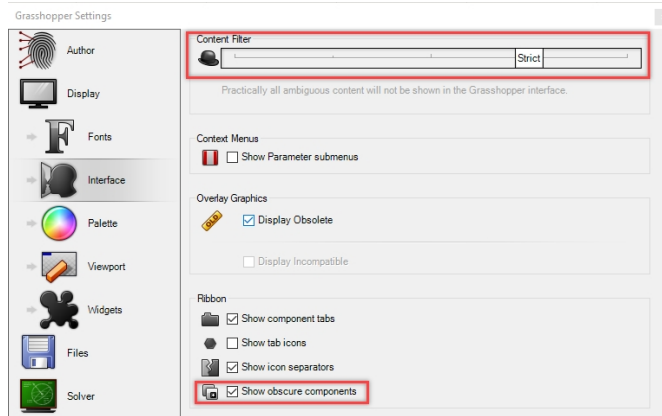
3. 双击 Grasshopper 窗口的顶部标题栏以展开或收起它。现在请将其置于打开状态。(仅限 Windows 功能)



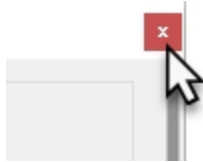
Grasshopper 设置

您将通过几个设置来控制 Grasshopper 界面的外观。

1. 从 Grasshopper **File** 功能表中选择 **Preferences**。
2. 这会打开 **Grasshopper Settings** 对话框。
3. 在左边的面板中，选择 **Interface**。
4. 如果您正在向较年轻的学生教授 Rhino，请在右边的平面上将 **Content Filter** 滑到 **Strict**。这种 Grasshopper 图标的显示模式让年轻用户更容易接受。
5. 勾选选项 **Show obscure components**。



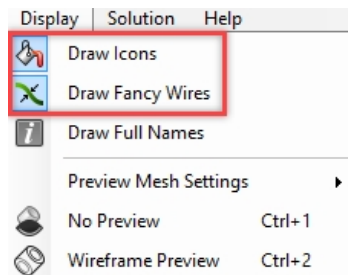
6. 点击对话框右上角的“X”，保存和关闭 **Grasshopper Settings**。



7. 在 **Grasshopper** 菜单上，点击 **Display**。
8. 从 **Display** 菜单中，开启以下选项：

Draw Icons

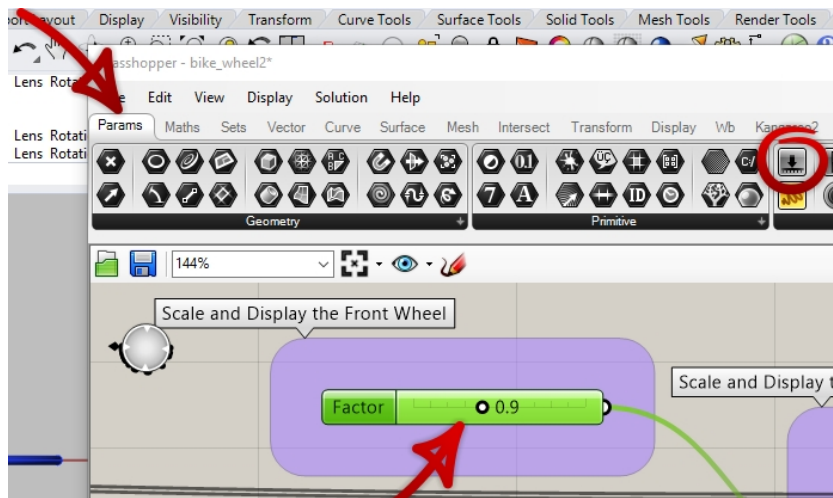
Draw Fancy Wires



找到组件位置

当您打开一个完整定义的文件后（文件后缀.GH），画布中的任意组件或者参数都可以在菜单上追踪到它所在的位置，Grasshopper 将显示一个取景器箭头，用于标记组件在 Grasshopper 菜单上的位置。

1. 从 Grasshopper **File** 功能表中选择 **Open**。
2. 找到您下载的培训文件的位置，然后打开 **Bike Wheels.GH** 文件。
3. 在任意的 Grasshopper 参数或组件上，按住 **Control+Alt** 键的同时，按下鼠标左键  不松开，您会发现出现一些红色的查找箭头。

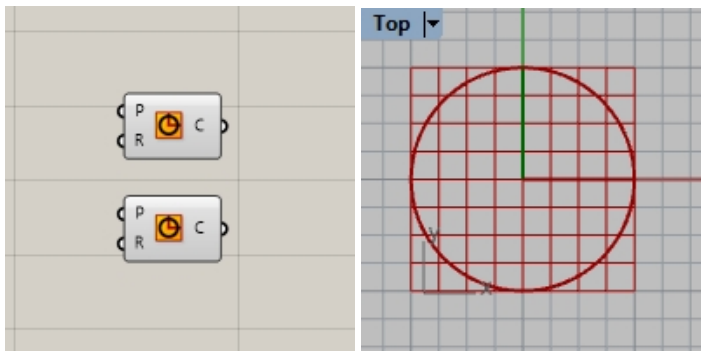


- 当你按下按键和鼠标按钮时，你会看到箭头。当你松开时，箭头就会消失。
附注：如果是 Rhino for Mac 时，使用 **Command+Alt** 键的组合来找到组件的位置。这是“逆向工程” Grasshopper 定义的一个非常有用的方法。

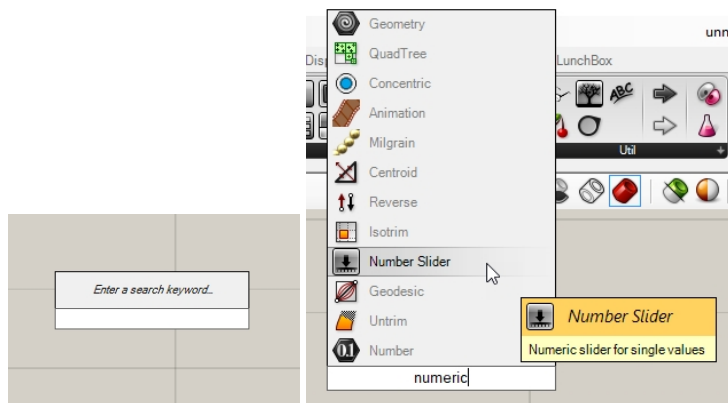
让我们从第一个简单的 Grasshopper 定义开始。

创建圆形

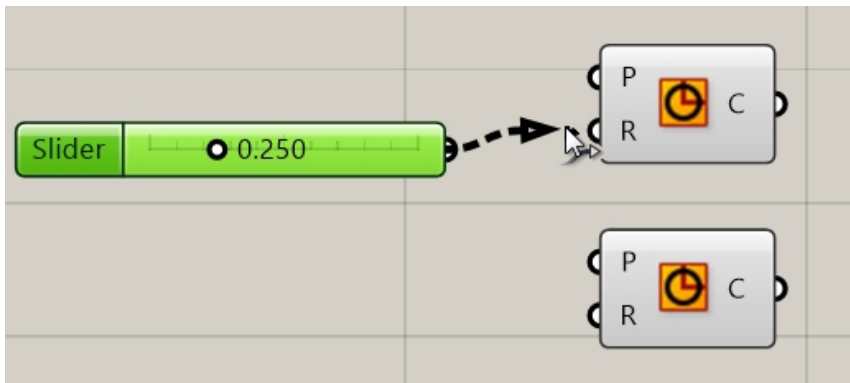
- 从 Grasshopper **File** 功能表中，点击 **New Document**。
- 在 Grasshopper **Curve** 功能表中，拖拽两个 **Circle** 组件，将它们放到 Grasshopper 画布上。



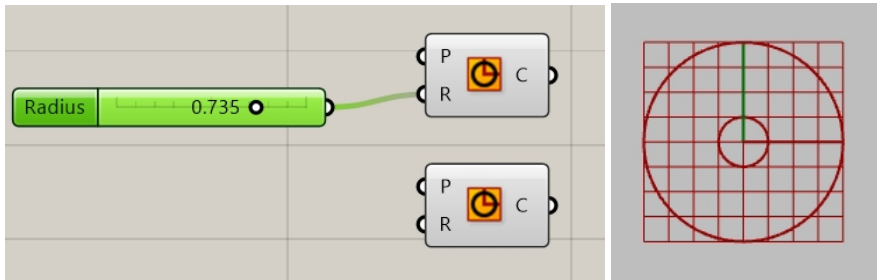
- 双击 Grasshopper 画布打开一个提示有“Enter a search keyword”字符的对话框。
- 输入“Number”，从菜单中选择 **Number slider**。



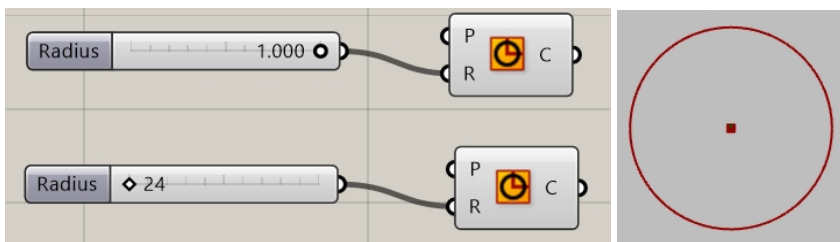
- 一个**数字滑块**参数将被添加到画布中。
- 将**数字滑块**的输出端连接到圆形组件的输入端 R。



7. 现在拖动滑块，在 Top 视图中我们可以观察到随着滑块的拖动圆形的半径也发生变化。



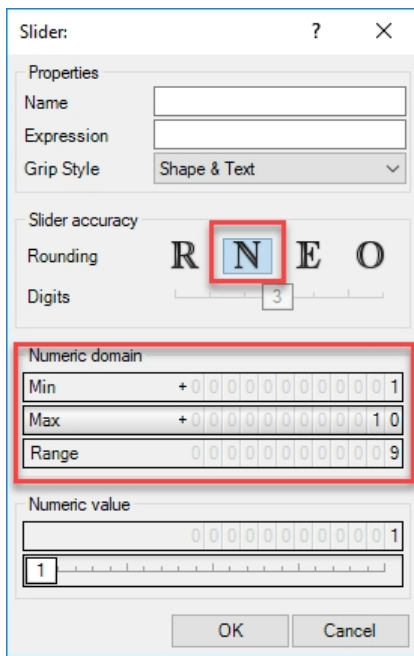
8. 要创建第二个数字滑块，请双击画布，在对话框中输入： $24 < 32 < 36$ 。
将此数字滑块的输出端连接到第二个圆组件的输入端 R 中。



9. 双击第一个数字滑块上的 **Radius** 标签，将会出现 Slider 对话框。



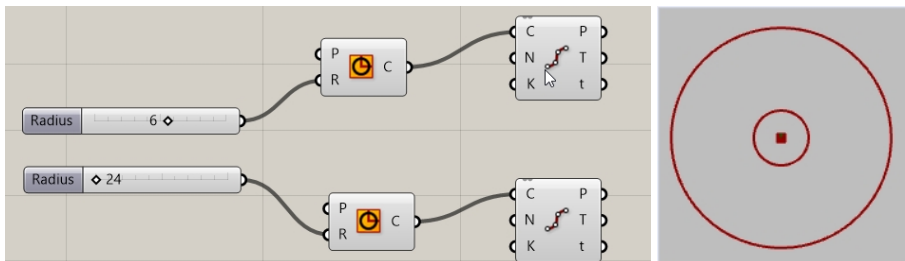
10. 编辑 **Min** 和 **Max** 值。设置 **Min** 为 1, **Max** 为 10, **Rounding** 为 N, N 代表自然数 (整数)。



11. 点击 **OK** 按钮关闭对话框。
12. 拖动第一个滑块到 6 的位置。

将圆形进行分段

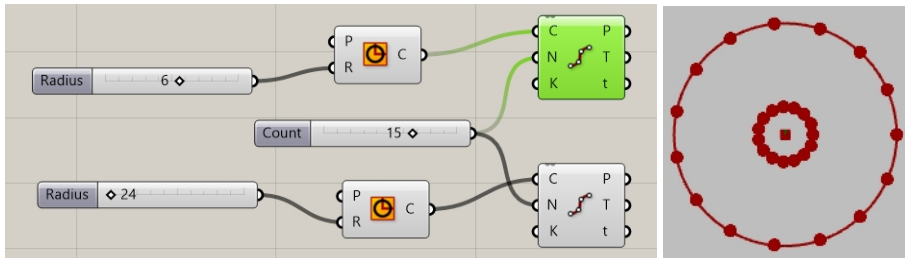
1. 在 Grasshopper **Curve** 功能表的 **division** 分类下, 选择 **Divide Curve**, 然后拖动两个该组件到圆组件右侧的画布中。(提示: 当拖动组件时, 轻击一下 **Alt** 键可以复制组件。)
2. 将圆形组件的输出端连接到 **Divide Curve** 组件的输入端。对第二个圆组件也重复上述步骤。



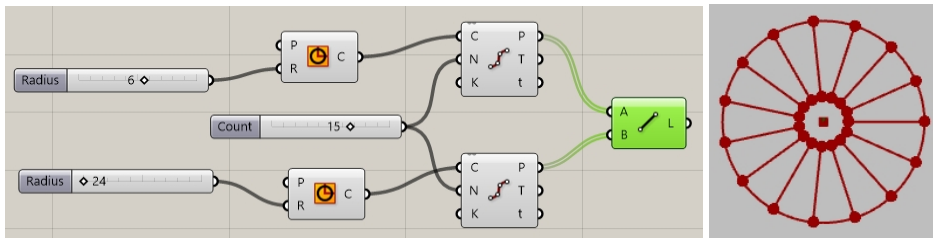
连接点

默认情况下, **Divide** 组件在每个圆上会生成 10 个分段或者 10 个点。现在您将创建一个数字滑块来控制分段的点数, 这些点最后要连接一个 **line** 组件。

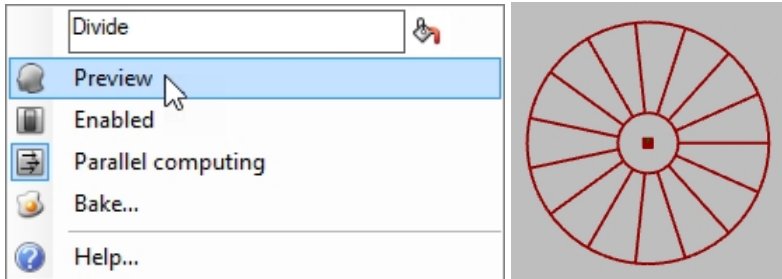
1. 双击 Grasshopper 画布, 在对话框中输入 $5 < 10 < 20$, 创建一个滑块。这个滑块是一个设置为 10 的**数字滑块**, 它的区间范围是 5 到 20 之间。
2. **数字滑块**的输出端连接到每个 **Divide** 组件的输入端 **N** 中。
3. 现在来回拖动滑块就可以观察到点在增加和减少。



4. 在 Grasshopper **Curve** 功能表上的 **Primitive** 区域中, 选择 **Line**, 将它拖放到 **divide** 组件右侧的画布中。
 5. 将第一个 **divide** 组件的输出端 **P** 连接到 **line curve** 的输入端 **A**。
 6. 将第二个 **divide** 组件的输出端 **P** 连接到 **line curve** 的输入端 **B**。
- 两个圆上每一个相对应的点就被一条直线连接在一起, 总共形成 15 条直线。



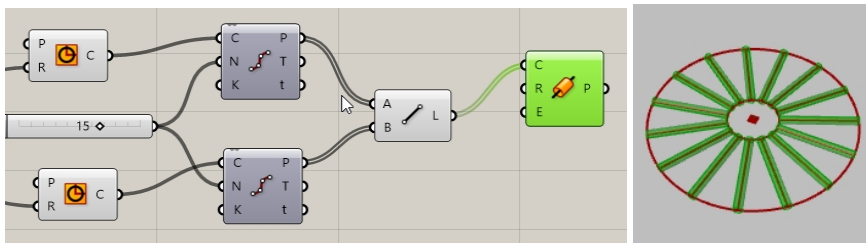
7. 右键单击 **Divide** 组件，在弹出的菜单中选择 **Preview**，使得点的预览不显示。



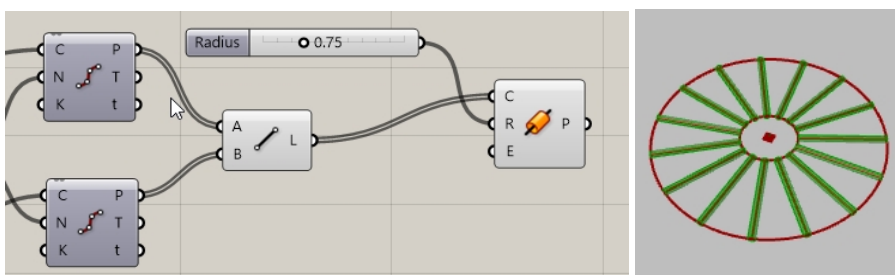
为曲线制作圆管

这些曲线将用于生成车轮曲面和车轮辐条。

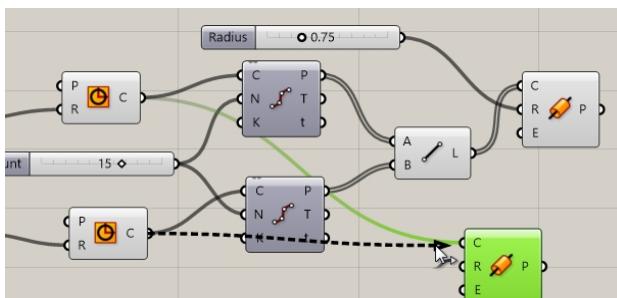
1. 在 Grasshopper **Surface** 功能表上的 **Freeform** 区域中，选择 **Pipe**，拖拽两个该组件，将它们放到 Line 组件右侧的 Grasshopper 画布中。
2. 将 Lines 组件的输出端连接到 Pipe 组件的输入端 C(curve)。



3. 双击 Grasshopper 画布，在对话框中输入 $0.25 < 1 < 2$ ，创建一个滑块。这个滑块是一个设置为 1 的 **数字滑块**，它的区间范围是 0.25 到 2.00 之间。



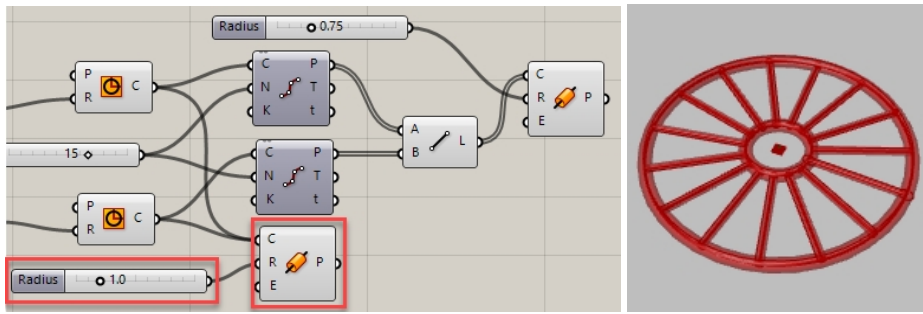
4. 将 **Circle** 组件的输出端 C 连接到第二个 **Pipe** 组件的输入端 C。
附注：当有两个输出端连接到同一输入端时，您需要按住 **Shift** 键进行连接。



5. 双击 Grasshopper 画布，在对话框中输入 $0.50 < 1 < 3$ ，创建一个 **数字滑块**。这个滑块是一个设置为 1 的数字滑

块，它的区间范围是 0.50 到 3.00 之间。

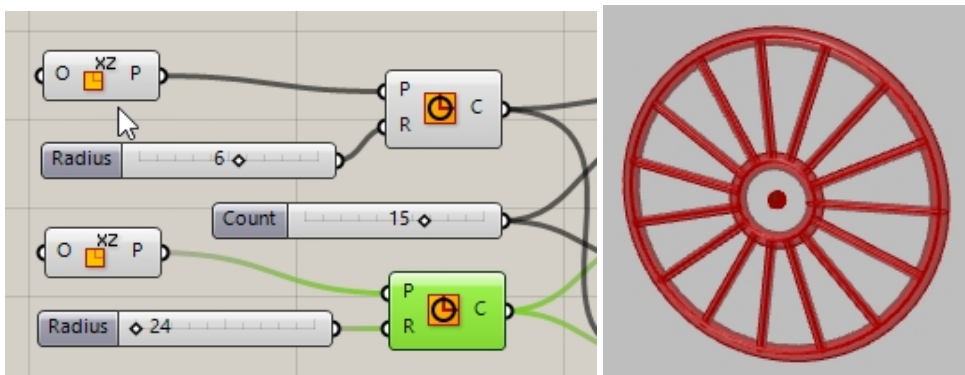
- 将上一个数字滑块的输出端连接到第二个 **Pipe** 组件的半径输入端。
- 拖动滑块，可以看到管道的半径发生了变化。



定位车轮

车轮需要平行于前视图或者 **XZ 工作平面**。为了做到这一点，您需要对圆形曲线进行定位，为圆形曲线提供一个可以定位的平面。

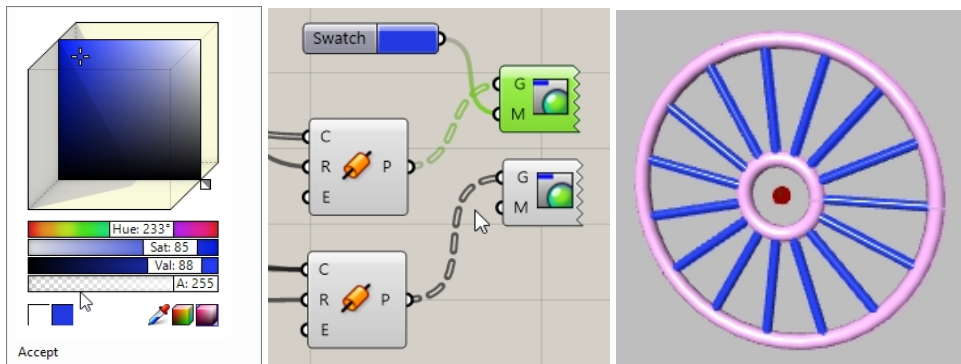
- 在 Grasshopper **Vector** 功能表上的 **Plane** 区域中，选择 **XZ CPlane** 组件，将两个 **XZ CPlane** 组件拖动到 Grasshopper 画布上，放在 circle 组件左侧。
- 将 XZ Cplane 组件的输出端 P 连接到 **Circle** 组件的输入端 P。对第二个圆组件也重复上述步骤。这样整个车轮现在就定位在 Front 视图或者 XZ 工作平面中。



- 接下来，我们需要改变辐条的预览颜色。在 Grasshopper **Display** 功能表的 **Preview** 区域下，选择 **Custom Preview** 组件，并将它拖动到 Grasshopper 画布上，放在辐条 pipes 组件右侧。
- 在 Grasshopper **Params** 功能表的 **Input** 区域中，选择 **Color Swatch** 组件，并将它拖放到 Grasshopper 画布上，放到 **Custom Preview** 组件的左侧。将 Custom Preview 组件的输出端连接到 **Custom Preview** 组件的输入端 M(Material)。
- 将 **Pipes** 组件的输出端 P 连接到 **Custom Preview** 组件的 **Geometry** 输入端。
- 双击 **Color Swatch** 组件。



- 从颜色拾取器中选择一个自定义颜色或者通过拖动 Hue, Saturation, Value, 和 Alpha transparency 滑块选取颜色，当预览的颜色符合您的需要时，点击 **Accept**。



- 从 Grasshopper **File** 功能表中选择 **Save** 选项，或者在 Grasshopper 画布工具列中点击 **Save** 图标，都可以进行保存。



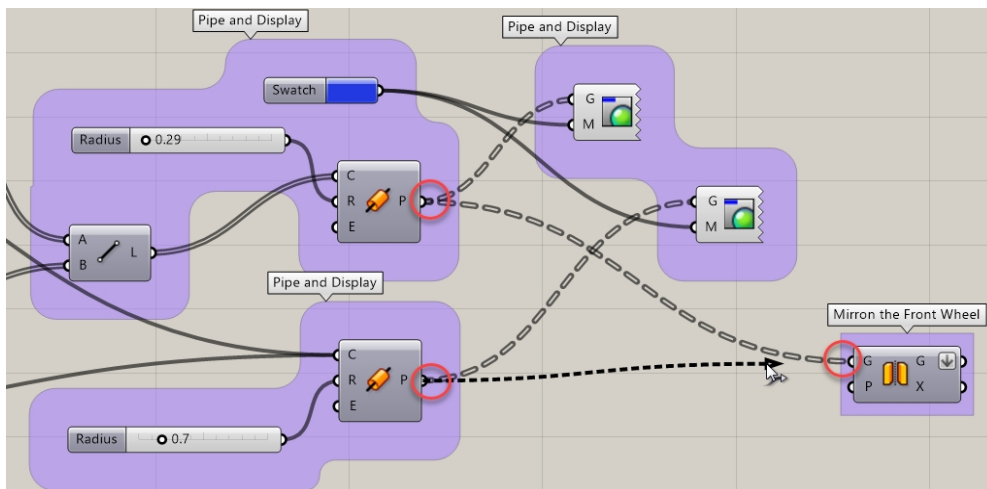
- 保存为 **Wheels.gh**。

镜像前轮

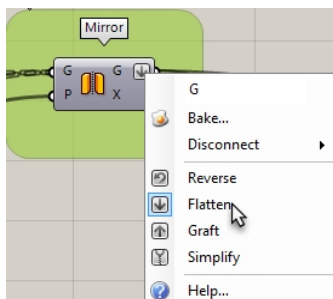
第二个自行车轮将通过镜像来创建，镜像后得到的车轮也是位于 Front 或者 XZ 平面平行的平面上。如果更改了 Grasshopper 定义的第一部分的任何内容（如车轮半径尺寸和分段点数），那初始车轮和镜像车轮也会随之更新。

- 在 Grasshopper **Transform** 功能表的 **Euclidean** 区域中，选择 **Mirror**。将它放置在 **Pipes** 组件的右侧。
- 将两个 **Pipes** 组件的 **P** 输出端都连接在 **Mirror** 组件的 **G** 输入端处。

附注：按住 **Shift** 键后可以将多个输入连接到同一个端口。

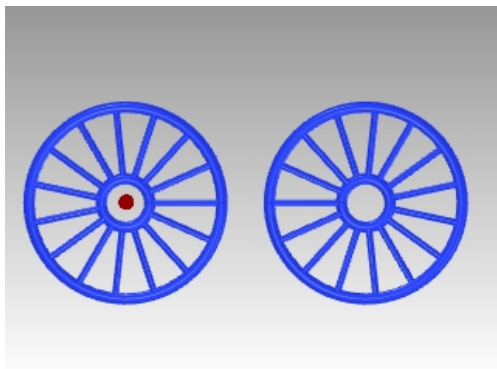
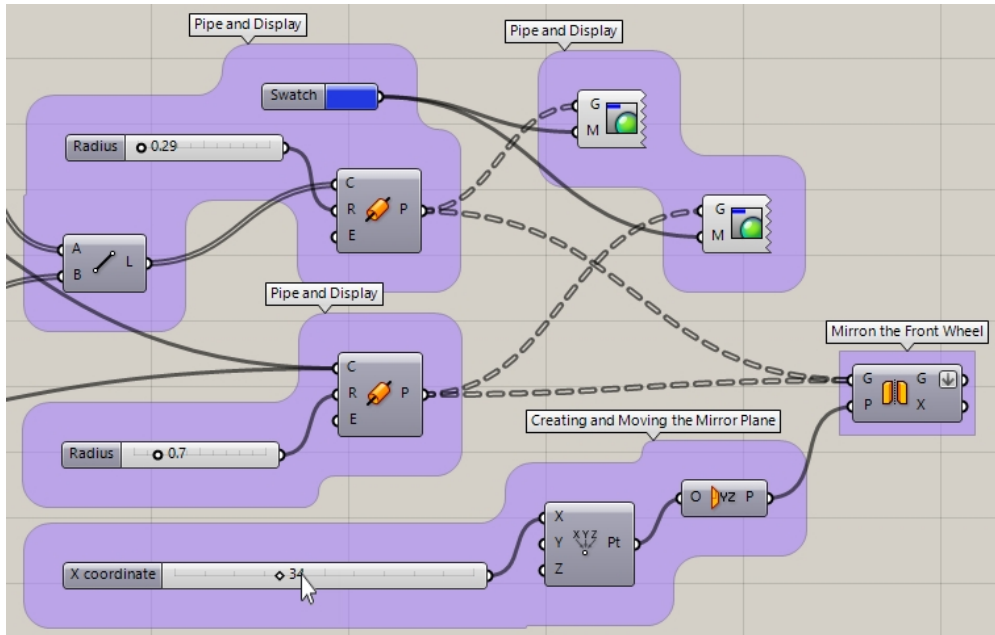


- 右键单击 **Mirror** 组件的 **G** 输出端，并从菜单中选择 **Flatten**。这会将两个输入树结构转换为一个管道列表。输出端 **G** 旁边的向下箭头表示输出已展平。



- 在 Grasshopper **Vector** 功能表的 **Plane** 区域中，选择 **YZ Plane**。将它放置在 **Mirror** 组件的左侧。
- 将 **YZ plane** 组件的输出端连接到 **Mirror** 组件的 **Plane** 输入端。
- 在 Grasshopper **Vector** 功能表的 **Point** 区域中，选择 **Construct point**。将它放置在 **YZ plane** 组件的左侧。将 **Construct point** 组件的输出端连接在 **YZ plane** 组件的输入端 **O**。

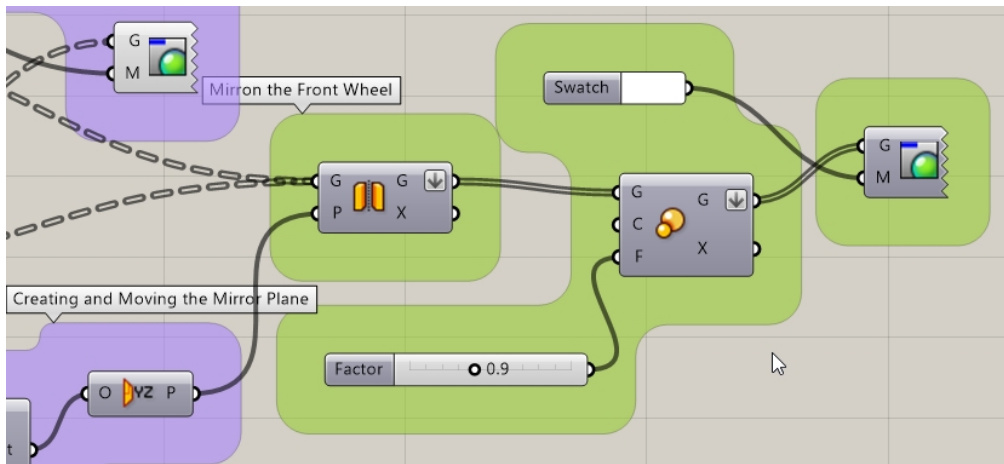
7. 双击 Grasshopper 画布，在对话框中输入 $20 < 45 < 60$ ，创建一个滑块。这个滑块是一个设置为 45 的**数字滑块**，它的区间范围是 20 到 60 之间。
8. 将数字滑块的输出端连接到 **Construct Point** 组件的 **X 坐标** 输入端。拖动表示 **X 坐标** 的数字滑块，您可以观察到原始车轮和镜像副本之间的距离会动态更新。



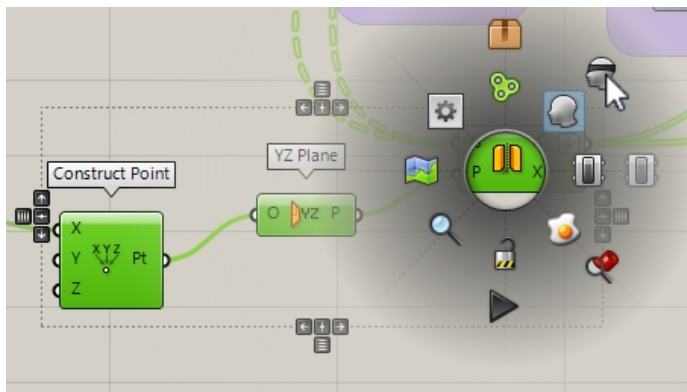
缩放前轮

第二个轮子是通过在平面上镜像原始轮子而创建的。接下来，镜像轮将按比例缩放，使其大于或小于原始轮。

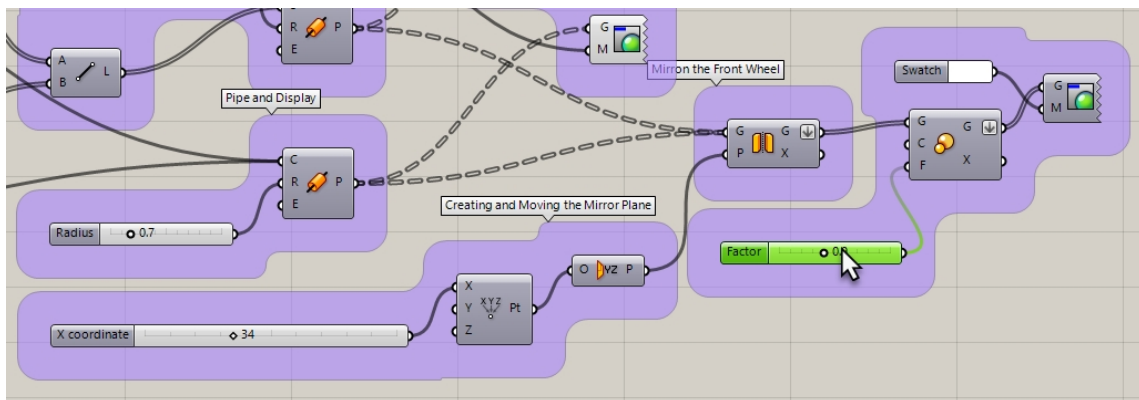
1. 在 Grasshopper **Transform** 功能表的 **Affine** 区域中，选择 **Scale**。将它放置在 **Mirror** 组件的右侧。
2. 将 **Mirror** 组件的 **G** 输出端连接到 **Scale** 组件的 **G** 输入端。
3. 双击 Grasshopper 画布，弹出的对话框中输入 $0.50 < 1.00 < 1.50$ 。
这将创建一个**数字滑块**，该滑块设置为 1，整个区间范围在 0.50 到 1.50 之间。
4. 将 **Number slider** 组件的输出端连接到 **Scale** 组件的 **Factor** 输入端。
5. 添加一个 **Custom Preview** 组件，将 **Scale** 组件的 **Geometry** 输出端连接到 **Custom Preview** 组件的 **Geometry** 输入端。
6. 将 **Color Swatch** 组件连接到定义缩放几何体的 **Custom Preview** 组件的 **Material** 输入端。



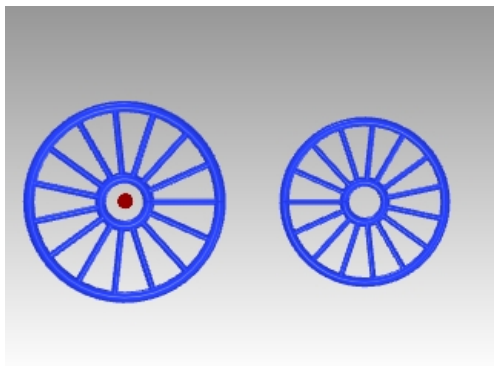
7. 框选以下组件：**Mirror, Point, YZ Plane, Scale** 组件。
8. 按下鼠标中键滚轮以显示径向菜单。
9. 选择如图所示蒙眼的人头图标。这个图标的功能是关闭所有被选组件的预览。



10. 拖动**比例因子**的数字滑块观察缩放的变化。



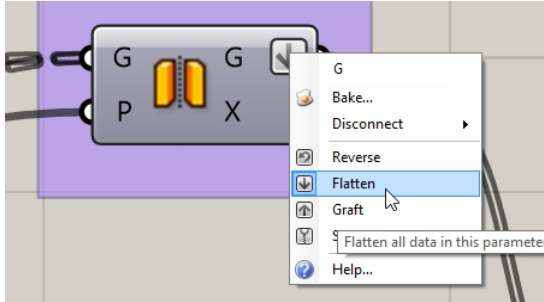
11. Scale 组件的 C 输入点默认是坐标的原点 (0,0,0) ，这不是您想要的点。



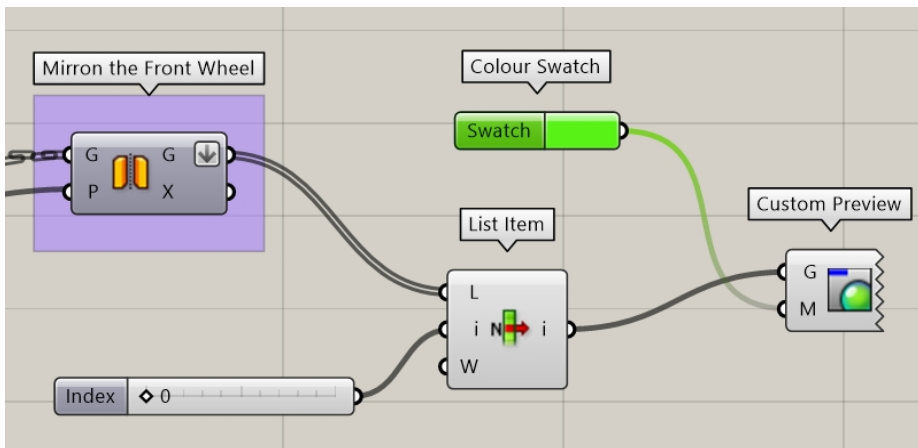
列出项目以选择轮胎

您想要缩放前轮并将它放置在底面上。这需要更多的步骤。首先，您需要在镜像几何体的列表中找到外胎。

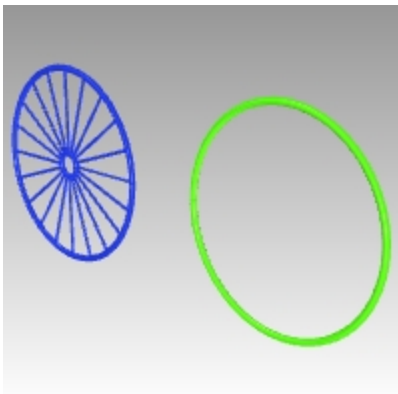
1. 在 Grasshopper **Sets** 功能表的 **List** 区域中，选择 **List Item**。将它放置在 **Mirror** 组件的右侧。
2. 将 **Mirror** 组件的 G 输出端连接到 List item 组件的 L 输入端。
3. 这样数据以树状结构的形式输出，而我们需要的是一个列表。在 **Mirror** 组件的 **G** 输出端右键单击，从弹出的菜单中选择 **Flatten**，这样就数据树转换成一个简单的列表了。



4. 创建一个数字滑块，起始数字设置为 0，终点数字设置为分段数和两个圆的总和，将滑块设置在 0 的位置。下面我们将用 21 作为终点数字，滑块滑动范围为 0 到 21。
双击画布，弹出的对话框中输入 $0 < 0 < 21$ 。
5. 数字滑块就创建好了。将数字滑块的输出端连接到 **List item** 组件的 **i** 输入端。
6. 添加一个 **Custom Preview** 组件，将 **Scale** 组件的 **G** 输出端连接到 Custom Preview 组件的 geometry 输入端。
7. 将一个 **Color Swatch** 组件连接到 **Custom Preview** 组件的输入端 **M**。双击 **Color Swatch** 选择一个预览颜色。



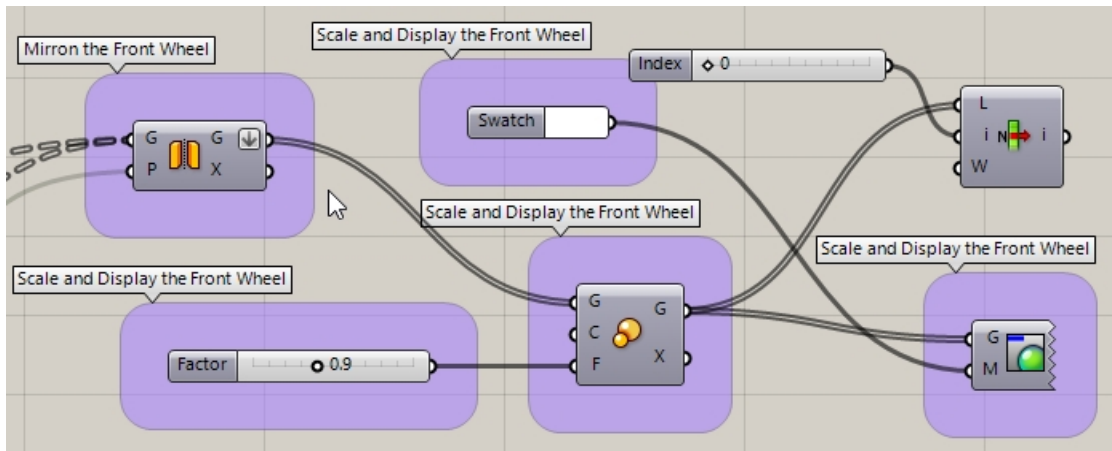
8. 拖动数字滑块，直到选中外部圆管即车轮的轮胎。
(这些数字滑块的列表设置可能会有所不同，在本例中，我们将滑块设置为 0，这样选中的正好是外部圆管。)



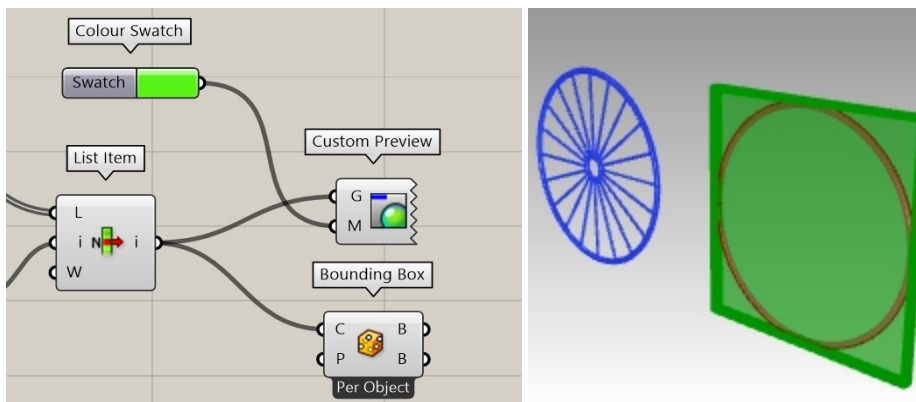
定位轮胎边界框的底部曲面

从轮胎的中心位置进行缩放不是您想要的结果。接下来我们需要使用 Bounding Box 组件来创建包含轮胎的 3D 边界框。您需要定位边界框的底部曲面，找到它的区域中心，并使用这个中心作为 Grasshopper 三维缩放比例的中心。

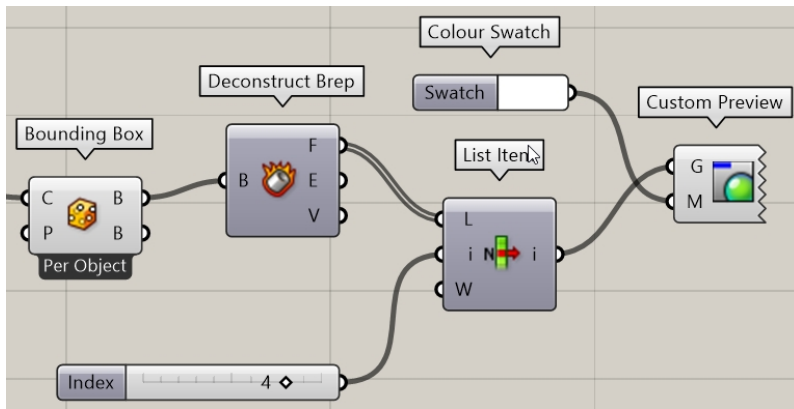
1. 在 **Sets** 功能表下，选择 **List Item**。将 **List Item** 组件放置在 Grasshopper 画布上 **Scale** 组件的右侧。



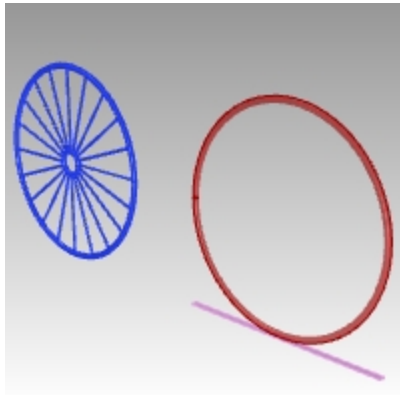
2. 将 **Scale** 组件的输出端 **G** 连接到 **List Item** 组件的输入端 **L**。
3. 双击画布在对话框中输入 $0 < 0 < 5$ ，创建一个**数字滑块**，将滑块连接到 **List Item** 组件的输入端 **i**。
4. 在 Grasshopper **Surface** 功能表的 **Primitive** 区域中，选择 **Bounding Box**。将它放置在 **List Item** 组件的右侧。
5. 将 **List Item** 组件的 **i** 输出端连接到 **Bounding Box** 组件的 **C** 输入端。



6. 在 Grasshopper **Surface** 功能表的 **Analysis** 区域中，选择 **Deconstruct Brep**。将它放置在 **Bounding Box** 组件的右侧。
7. 将 **Bounding Box** 组件顶部的输出端 **B** 连接到 **Deconstruct Brep** 组件的输入端 **B**。
8. 再次新建一个 **List item** 组件，将 **Deconstruct Brep** 组件的 **F** 输出端连接到 **List item** 组件的 **L** 输入端。
9. 创建一个数字滑块，开始数字设置为 0，结束设置为 5，将滑块移动到 0 的位置，这样我们就为边界框的 6 个面设置好了从 0 到 5 的列表编号。
双击画布，弹出的对话框中输入 $0 < 0 < 5$ 。
10. 数字滑块就创建好了。将数字滑块的输出端连接到 **List item** 组件的 **i** 输入端。
11. 添加一个 **Custom Preview** 组件，将 **Scale** 组件的 **G** 输出端连接到 **Custom Preview** 组件的 **Geometry** 输入端。
12. 将一个 **Color Swatch** 组件连接到 **Custom Preview** 组件的输入端 **M**。双击 **Color Swatch** 选择一个预览颜色。



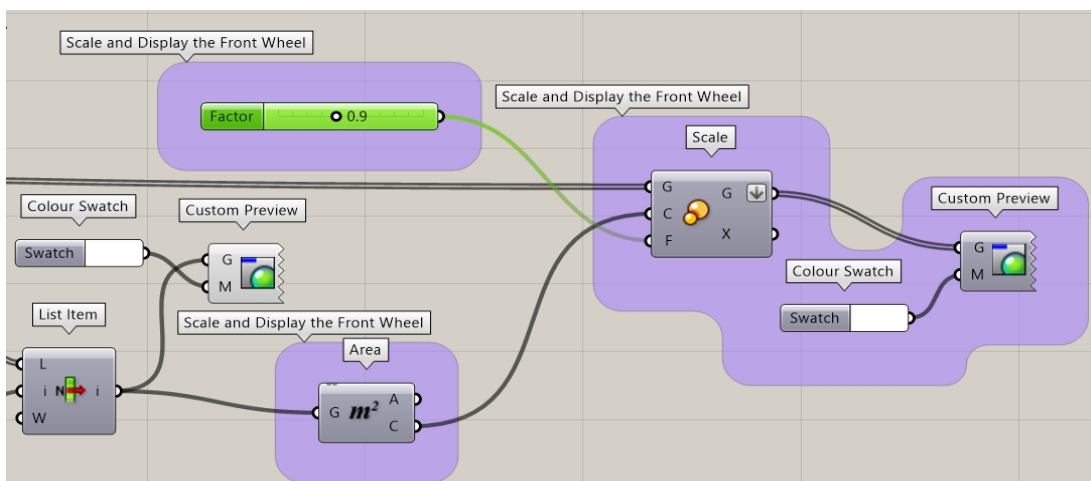
13. 拖动数字滑块，直到选中边界框底部曲面。



以底部平面为基准缩放自行车前轮

您已经使用了 Bounding Box 组件找出底部曲面的中心位置，这个中心将用于 3D 缩放的中心。

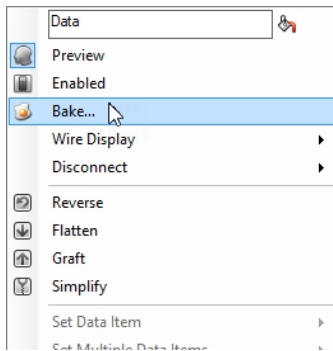
1. 在 Grasshopper **Surface** 功能表的 **Analysis** 区域中，选择 **Area M2**。将它放置在上一个 **List Item** 组件的右侧。
2. 将 **List Item** 组件的 **i** 输出端连接到 **Area M2** 组件的 **G** 输入端。
3. 将 **Scale** 组件进行重新连接，**Scale** 组件放置在 **Area M2** 组件的右侧，将 **Area M2** 组件的输出端 **C** 连接到 **Scale** 组件的输入端 **C**，这样就把缩放的中心放在了边界框底部平面的中心位置上。
4. 拖动缩放比例的数字滑块，您可以看到镜像的前轮以底部为基准进行缩放。



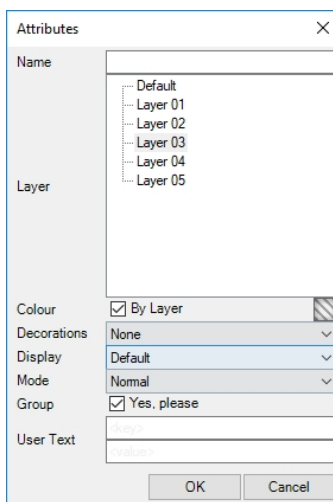
对车轮进行烘焙

目前，这些几何体还只是能在 Rhino 中预览而已，并不是 Rhino 中的物件。为了能让它们在 Rhino 中进行编辑、渲染、打印等等，您还需要将 GH 中的一些组件进行烘焙。您可以烘焙并选择一个目标层，同时对几何图形进行分组。

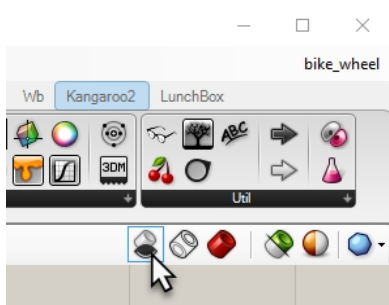
1. 在 Grasshopper **Params** 功能表的 **Primitive** 区域中，选择 **Data**。将它放置在 **Mirror** 组件的右侧。
Data 组件将复制输入，以便在另一个操作(如Bake)中共同使用。
2. 将 **Pipes** 组件和 **Scale** 组件的输出端连接到 **Data** 组件的输入端。
3. 右键单击 **Data** 组件，在弹出的菜单中选择 **Bake**。



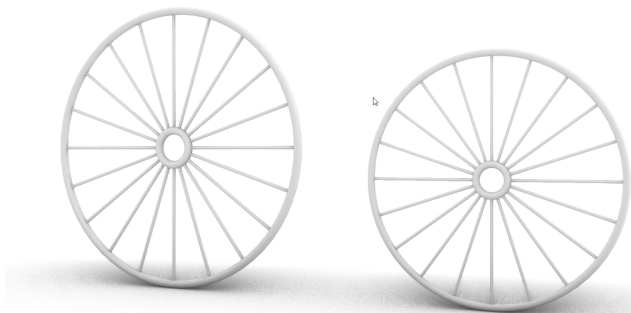
4. 选择 **Layer 03**, **Group** 选项选择 **Yes Please**。



5. 在 Grasshopper 画布的右上角，关闭 Grasshopper 几何体的预览。



6. 双击 Grasshopper 标题栏以收起画布。
7. 这样在 Rhino 中就可以看到您刚刚烘焙好的模型了。
8. **渲染模型**。



根据 Grasshopper 定义的缩放中心，前轮从轮胎底部开始按比例缩小，使其比后轮小一些。

附注：使用 Rhino 设计自行车的框架和其它功能部件。

参见 Steve Jarvis 教授的 ART Final Project。

<https://vimeo.com/172640973>。



图示为自行车设计作品，出自 Julie Pedalino 和 Pedalino Bicycles, 堪萨斯州, 莱内克萨。

更多中文教学资源请访问:

<https://class.rhino3d.asia>

Grasshopper工具与应用教程:

https://class.rhino3d.asia/detail/p_5e70b61c5bcf8_05NVEbnB/8

Grasshopper在Rhino6中的新增功能:

https://class.rhino3d.asia/detail/p_5e6cb2d92e022_ViC3XsNm/6