



# 计算机辅助设计基础（UG）

胡光明

机械制造自动化副教授、高级讲师、高级技师

2019/9/4

# 目录页

Contents Page

第一章 UG基础知识

第五章 装配设计

第二章 草图

第六章 工程图

第三章 实体建模

第七章 数控加工

第四章 曲面造型

第八章 钣金设计

01

02

03

04

## 第八章 曲面造型

### 本章重点内容

本章将详细介绍UGNX6.0的曲面建模功能，主要包括曲面的各种创建方法和曲面的各种编辑方法。

### 本章学习目标

- 了解与曲面相关的概念和术语
- 掌握基于点的曲面创建方法
- 掌握基于曲线的曲面创建方法
- 掌握基于面的曲面创建方法
- 掌握曲面编辑的各种操作



开讲啦

## • 1. 基本概念和术语

### 常用术语

- **片体**：一个或多个没有厚度概念的面的集合，通常所说的曲面即是片体。
- **实体**：与片体相对应，整个体由面包围，具有一定的体积。数控加工编程可以处理片体与实体。
- **补片**：有时又称为曲面片。样条曲线可以由单段或者多段曲线构成，类似的，曲面也可以由单个补片或者多个补片组成。单个补片曲面是由一个参数方程表达，多个补片曲面则由多个参数方程来表达。从加工的角度出发，应尽可能使用较少的补片。
- **曲面栅格线**：在【线框显示】模式下，显示曲面栅格线，可以看出曲面的参数线构造位置。

## 常用术语

- **曲面U、V方向**：曲面的参数方程含有 $u$ 、 $v$ 两个参数变量。相应的，曲面模型也用U、V两个方向来表征。通常，曲面的引导线方向（行方向）是U方向，曲面的剖面线串的方向（列方向）是V向。
- **曲面阶数**：有时又称为【次数】。曲面由参数方程来表达，而阶数是参数方程的一个重要参数，每个曲面都包含了U、V两个方向的阶数。【曲面编辑】中的【更改阶次】命令可以更改曲面阶数。UGNX系统在U、V两个方向的阶数在2~24之间，但建议使用3~5阶来创建曲面，因为这样的曲面比较容易控制形状。如果U、V次数都为3，则称为双3次曲面，工程上大多数使用的是这种双3次曲面。

## 常用术语

➤ **曲面连续性**：连续性描述了曲面或曲面的连续方式和平滑程度。在创建或编辑曲面时，可以利用连续性参数设置连续性，从而控制曲面的形状与质量。UG NX中采用G0、G1、G2和G3来表示连续性。

➤ **G0**：曲面或曲线点点相连，即曲线之间无断点，曲面相接处无裂缝。可归纳为“点连续（无连续性约束）”。

➤ **G1**：曲面或曲线点点连续，并且所有连接的线段或曲面之间都是相切关系。可归纳为“相切连续（相切约束）”

➤ **G2**：曲面或曲线点点连续，并且其连接处的曲率分析结果为连续变化。可归纳为“曲率连续（曲率约束）”

## 曲面造型中一些经验与设计原则

- 构造自由形状特征的边界曲线尽可能简单，曲线阶数(Degree)  $\leq 5$
- 构造自由形状特征的边界曲线要保证光滑连续，避免产生尖角、交叉和重叠
- 曲率半径尽可能大，否则会造成加工的困难
- 构造的自由形状特征的阶数(Degree)  $\leq 5$ ，尽可能避免使用高次自由形状特征
- 避免构造非参数化特征
- 自由形状特征之间的圆角过渡尽可能在实体上进行操作

## • 曲面类型

利用UG NX可以创建各种的曲面，主要包括：**【圆柱面】**、**【圆锥面】**、**【球面】**、**【拉伸曲面】**、**【旋转曲面】**、**【B样条曲面】**等。UGNX曲面造型中的**【直纹面】**、**【扫描曲面】**、**【过曲线组曲面】**、**【过网格线曲面】**以及**【自由曲面成型】**等命令创建的曲面都是B样条曲面。

## • 曲面功能分类

根据创建方式的不同，可以将曲面工具分类为：

**基于点**：利用通过点、从极点和从点云三个命令实现；

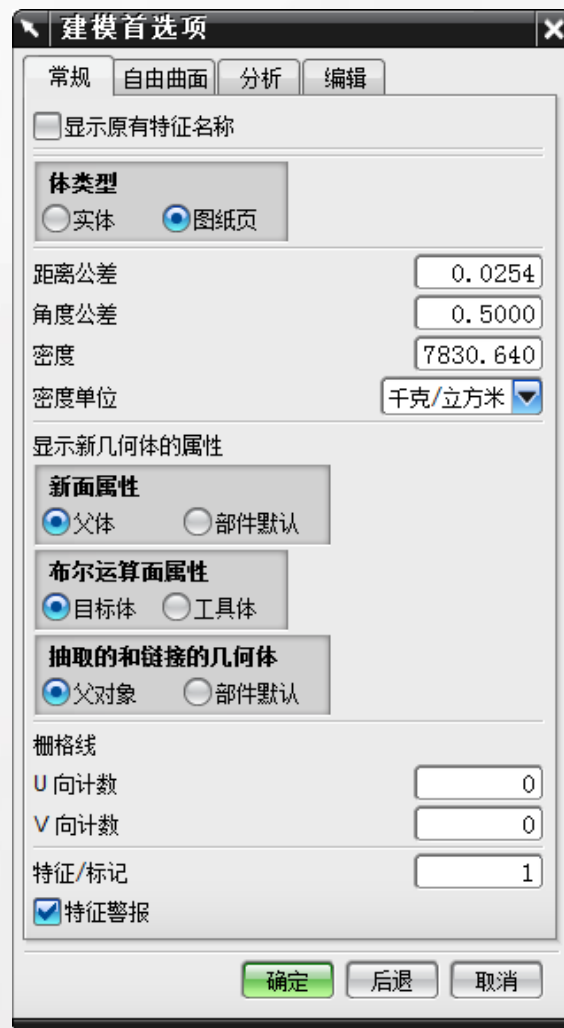
**基于曲线**：利用直纹面、通过曲线组、通过曲线网格、扫掠和截面命令实现。

**基于面**：利用桥接、N边曲面、延伸、偏置曲面等命令实现。



## • 2. 曲面创建

本节将详细介绍创建曲面的各种命令，并且结合例子来讲述曲面的创建过程。为了使最终结果为片体，选择主菜单【首选项】|【建模】打开【建模首选项】对话框，设置【体类型】为【图纸页】，如右图所示。否则使用曲面建模命令创建的结果也有可能是实体。



## • 基于点创建曲面

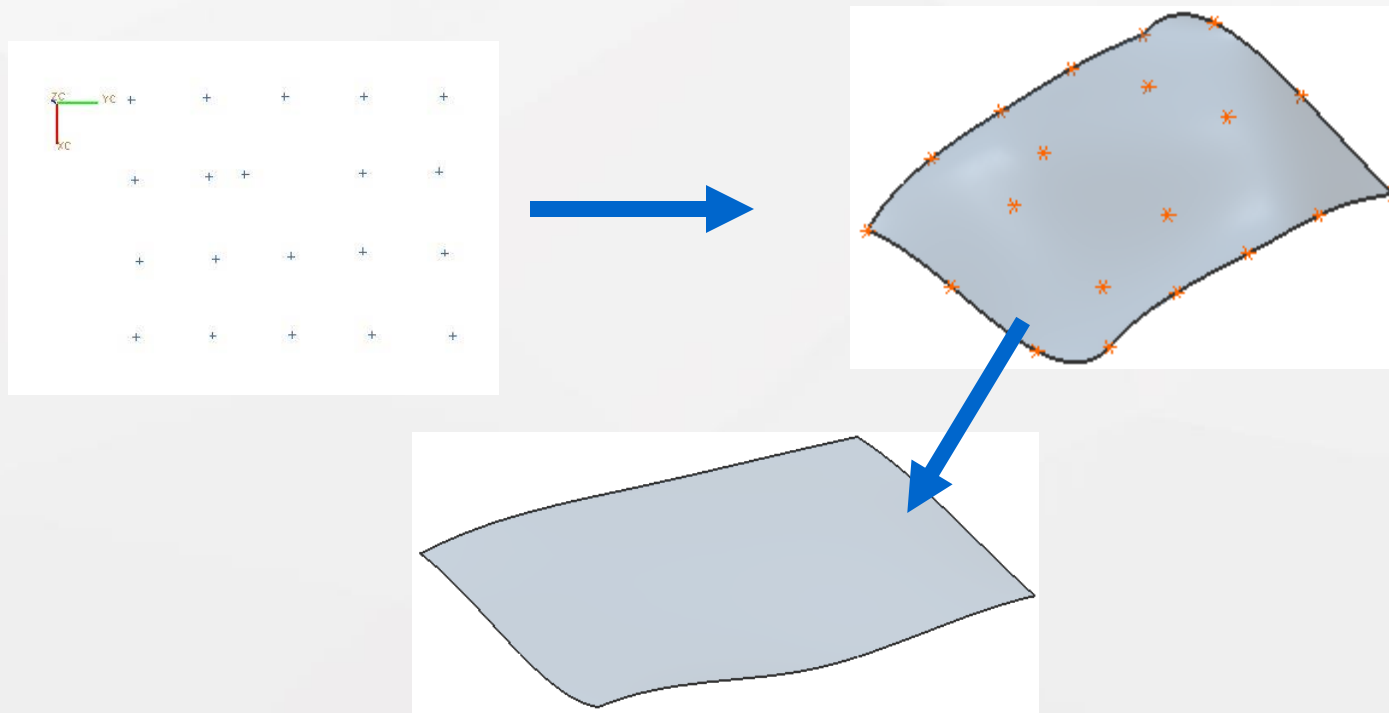
基于点方式创建的曲面是非参数化的，即生成的曲面与原始构造点不关联。当构造点编辑后，曲面不会产生关联性更新变化，因此尽量避免使用该方法来创建曲面。



- 基于点创建曲面

## 通过点

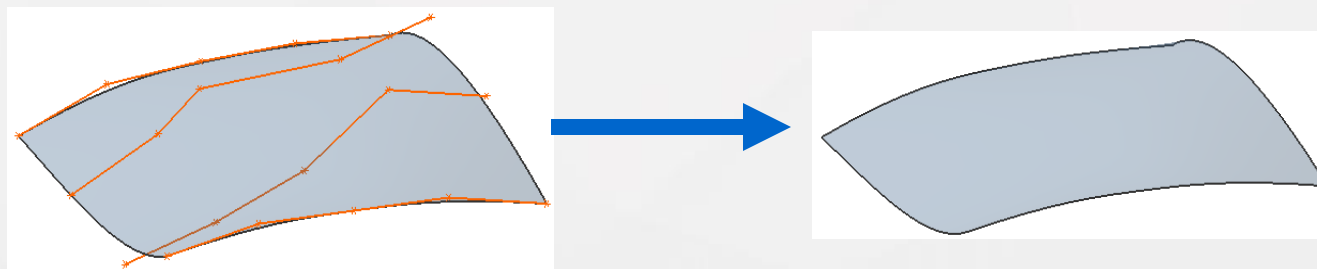
通过若干组比较规则的点串来创建曲面。其主要特点是创建的曲面总是通过所指定的点。



- 基于点创建曲面

## 从极点

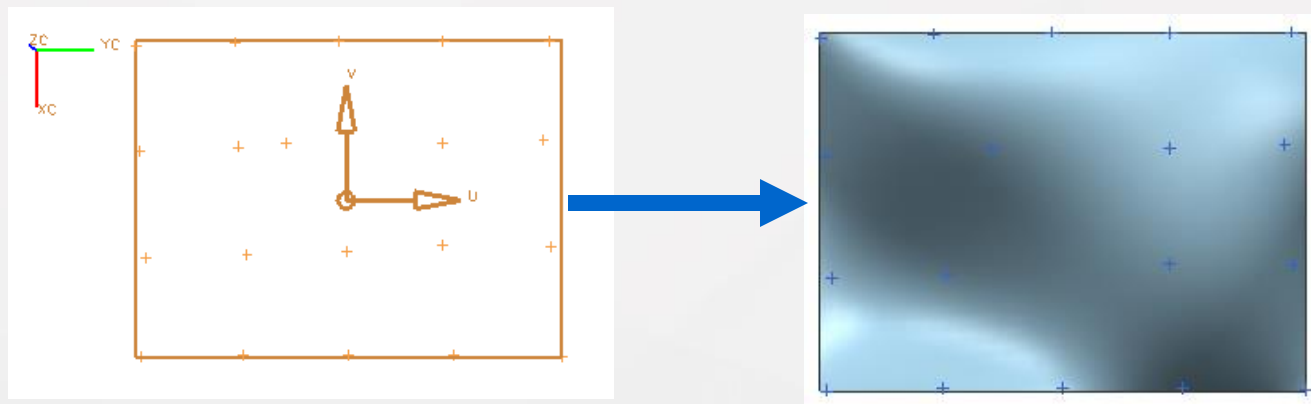
通过若干组点来创建曲面，这些点作为曲面的极点，利用该命令创建曲面，弹出的对话框及曲面创建过程与【通过点】相同。差别之处在于定义点作为控制曲面形状的极点，创建的曲面不会通过定义点。



- 基于点创建曲面

## 从点云

利用【从点云】命令，使用拟合的方式来创建片体，因此创建得到的片体更“光顺”。



- 基于曲线创建曲面

这类曲面是全参数化的，当构造曲面的曲线被编辑修改后曲面会自动更新。



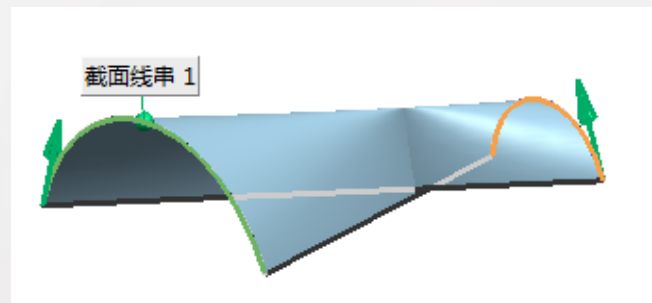
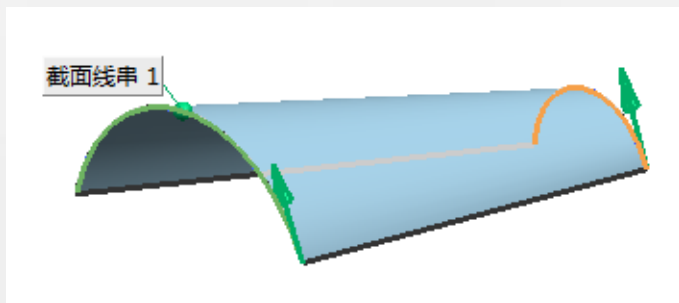
## • 基于曲线创建曲面

### 直纹面

通过两组曲线串或截面线串来创建片体。截面线串可以是多条连续的曲线、曲面或体边界。

对于直纹面而言，两组截面线串上对齐点是以直线方式连接的，所以称为直纹面。

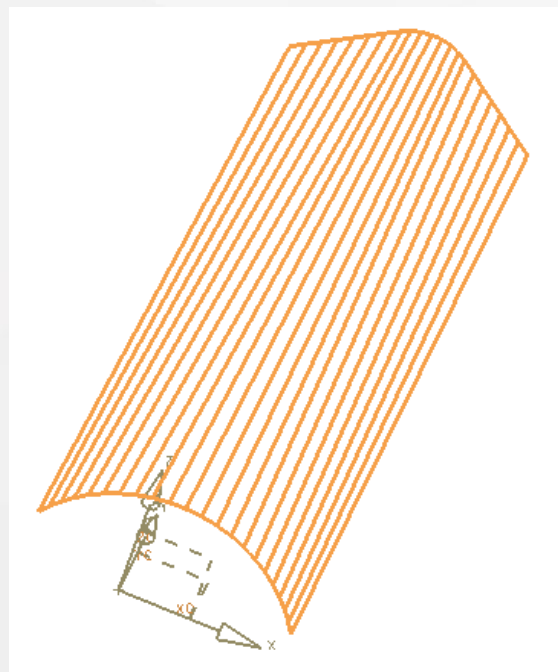
选择了一条截面线串后，该截面线串上会出现一个矢量，指示了截面方向，该方向取决于用户鼠标点击线串的位置。对于大多数直纹面，应该选择每条截面线串相同端点，以便得到相同的方向，否则会得到一个形状扭曲的曲面，如下图所示。



- 基于曲线创建曲面

## 直纹面——对齐方式

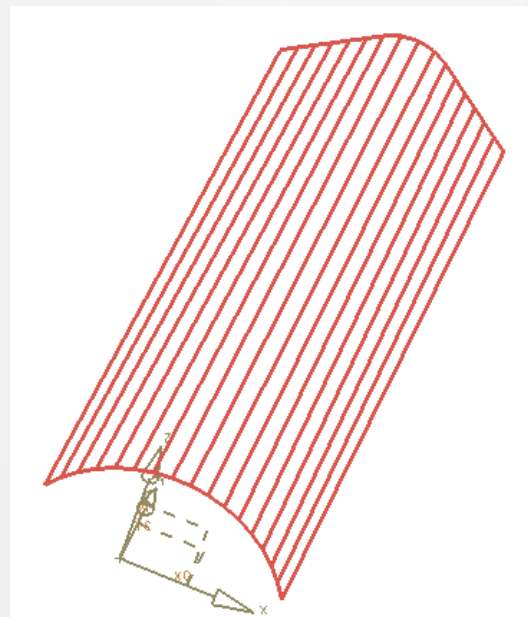
参数：在UG NX中，曲线是以参数方程来表述的。参数对齐方式下，对应点就是两条线串上同一参数值所确定点。如下图所示，对于曲线，按照等角度方式来划分连接点，而对于直线部分则按照等间距来划分连接点。



- 基于曲线创建曲面

## 直纹面——对齐方式

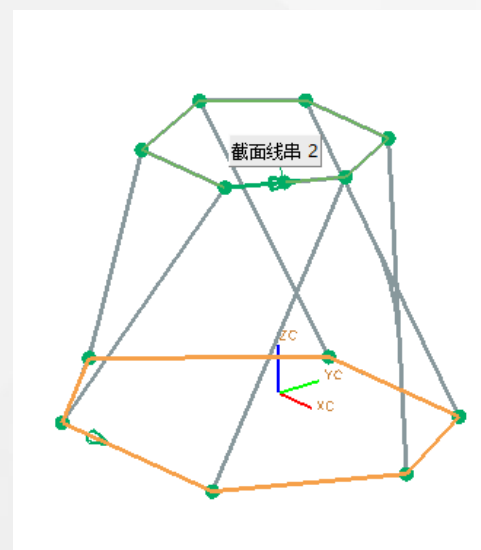
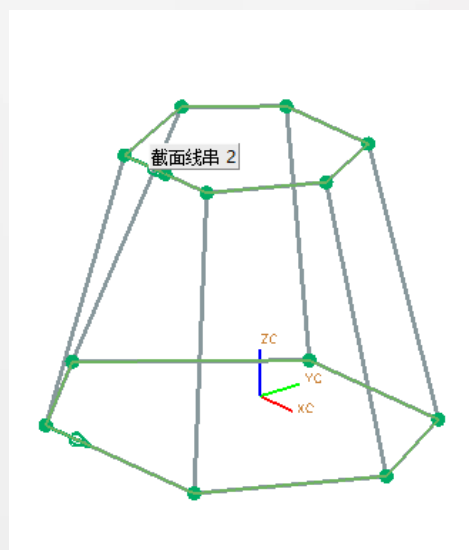
圆弧长：即等弧长对齐方式。将两条线串都进行 $n$ 等分，得到 $n+1$ 个点，用直线连接对应点即可得到直纹面，如下图所示。 $n$ 的数值是系统根据公差值自动确定。



- 基于曲线创建曲面

## 直纹面——对齐方式

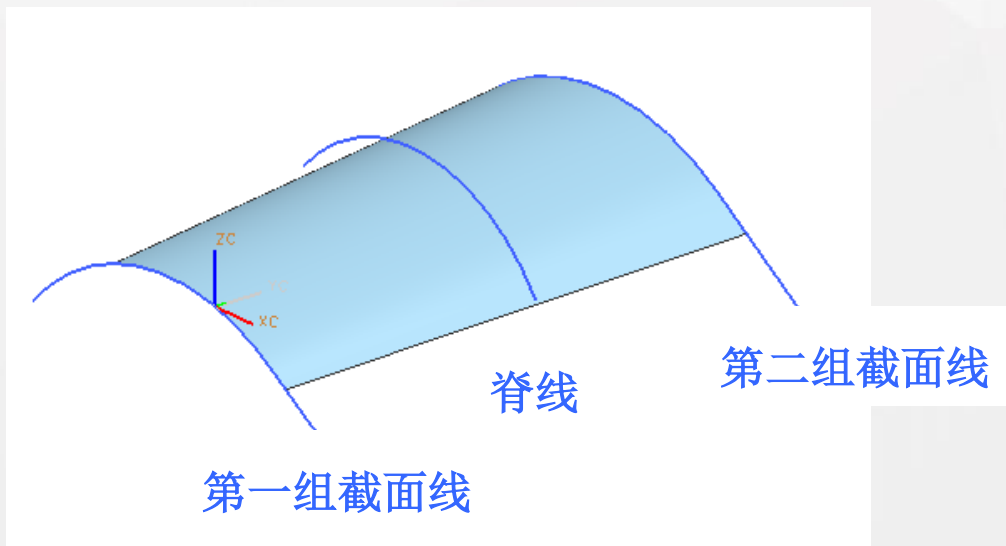
根据点：由用户直接在两线串上指定若干个对应的点作为强制对应点，如下图所示。当截面带有尖角时，一般选择此选项。



- 基于曲线创建曲面

## 直纹面——对齐方式

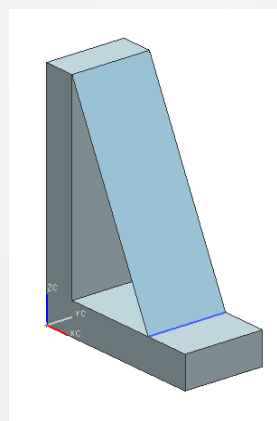
脊线：所选择的两组截面线串的对应点为垂直于脊线的平面和两组截面线串的交点。直纹面经过的扫描范围为脊线和截面线相交所形成的最小范围，如下图所示。



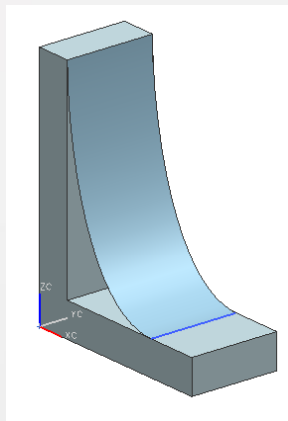
- 基于曲线创建曲面

## 通过曲线组

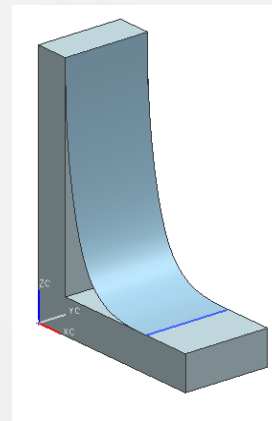
根据一组截面线串创建曲面。【通过曲线组】命令与【直纹】命令类似，都是通过截面线串生成曲面。区别在于【直纹】命令只能使用两条截面线串生成曲面，而【通过曲线组】命令可以使用多达150条截面线串生成曲面。因此，【通过曲线组】可以创建更复杂的曲面。



G0 连续



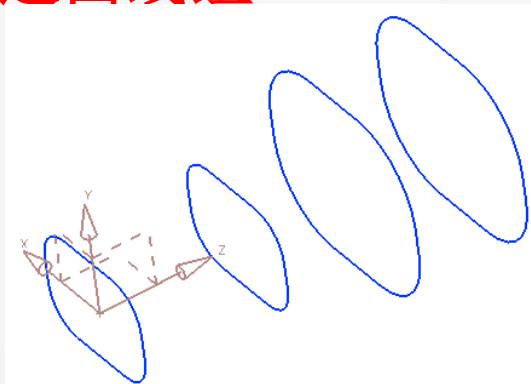
G1 连续



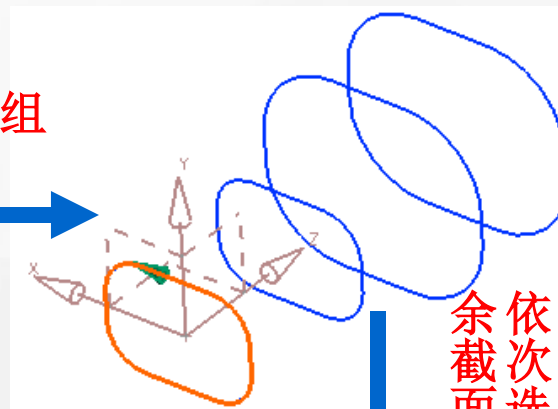
G2 连续

- 基于曲线创建曲面

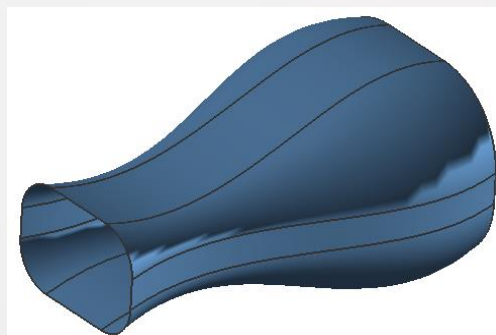
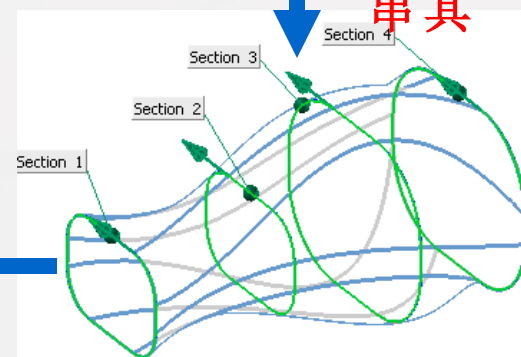
## 通过曲线组



选择第一组  
截面线串



依次选择其  
余截面线串

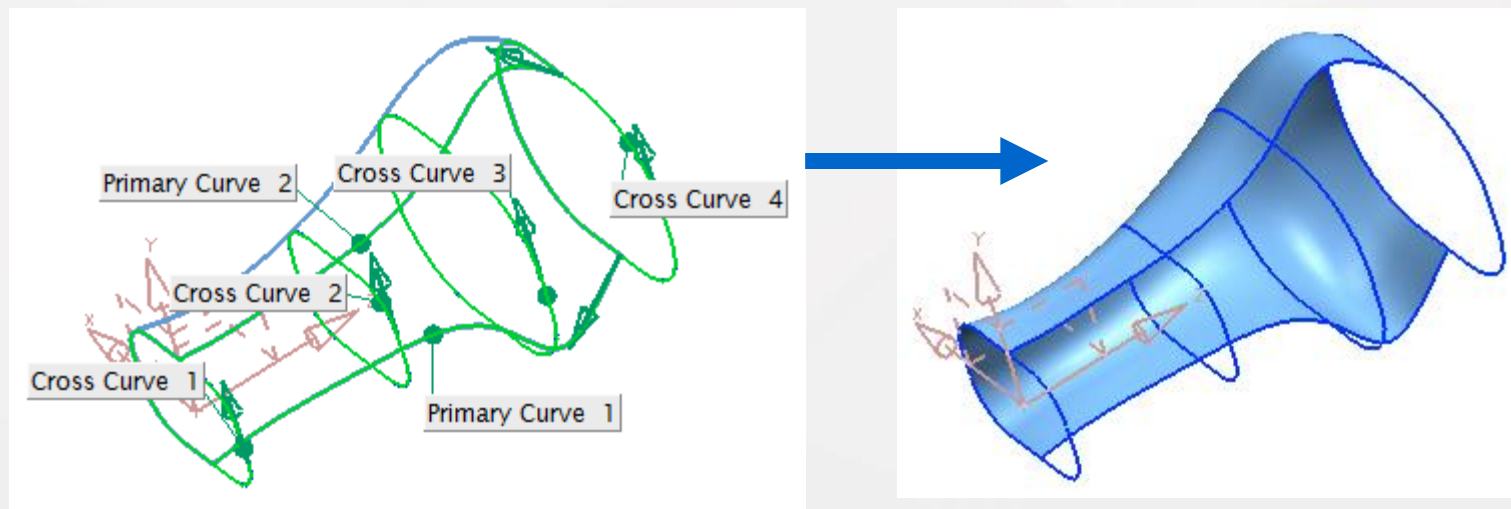


注意要使各截面线串的方向保持一致。

- 基于曲线创建曲面

## 通过曲线网格

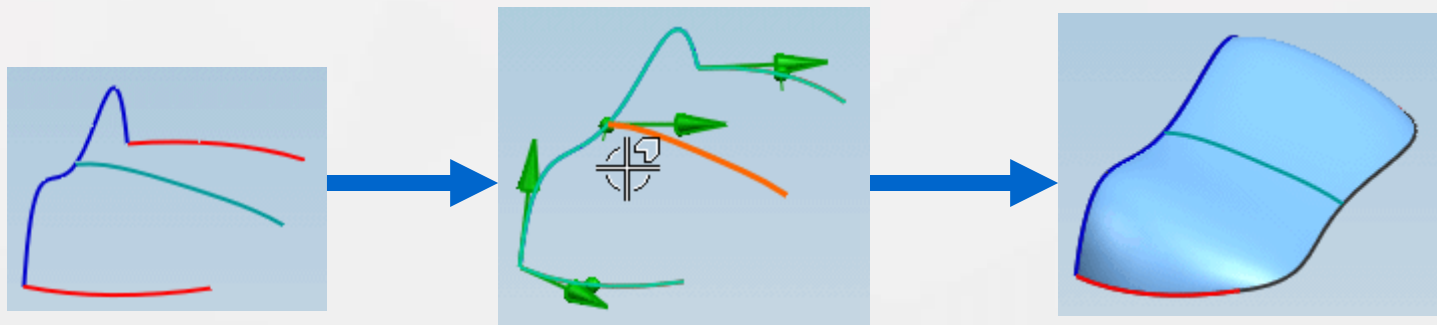
通过两组不同方向的线串创建曲面。其中，一组曲线串定义为【主曲线】（Primary Curve），另一组曲线串定义为【交叉曲线】（Cross Curve）。



- 基于曲线创建曲面

## 扫掠

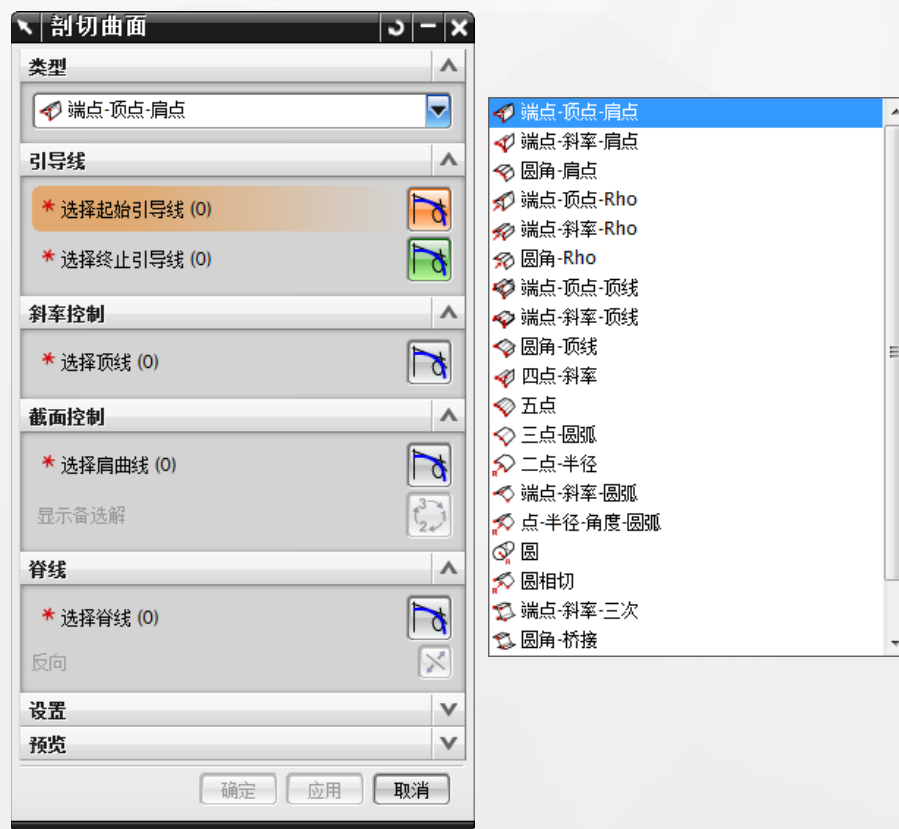
通过若干条截面曲线串，沿引导线串所定义的路径，通过扫描方式创建曲面。截面线串都可以是闭合的或不闭合。截面线串可以由多段连续的曲线构成，可以选择1~150组截面线串，构成扫描曲面的U向。引导线串可以通过多段相切曲线构成，可以选择1~3组引导线串，构成扫描曲面的V向。



## • 基于曲线创建曲面

### 剖切曲面

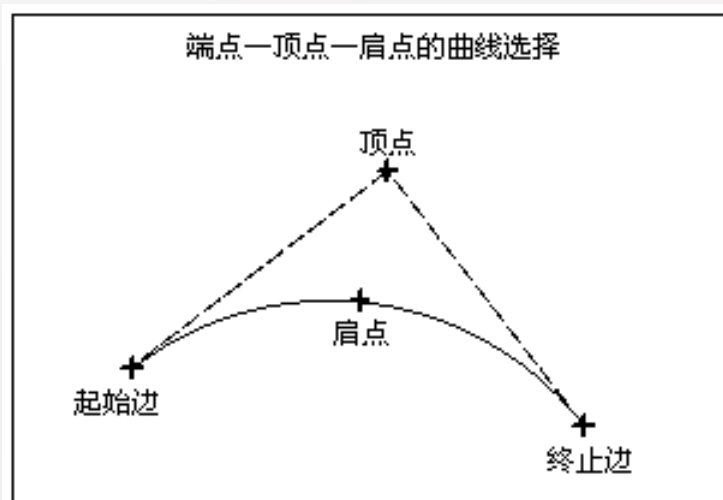
通过一系列二次曲线生成曲面。如下图所示为【剖切曲面】命令对话框和【类型】选项。



- 基于曲线创建曲面

## 剖切曲面——端点-顶点-肩点

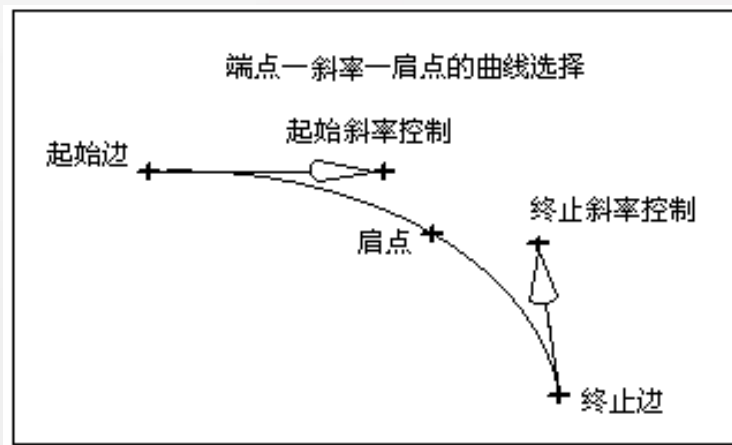
起始于第一条选定的曲线，通过肩曲线，并终止于第三条曲线。每个端点的斜率由顶线定义，如下图所示。利用此方法创建曲面时，需要指定起始边、肩曲线（肩点）、终止边、顶线（顶点）和脊线。



- 基于曲线创建曲面

## 剖切曲面——端点-斜率-肩点

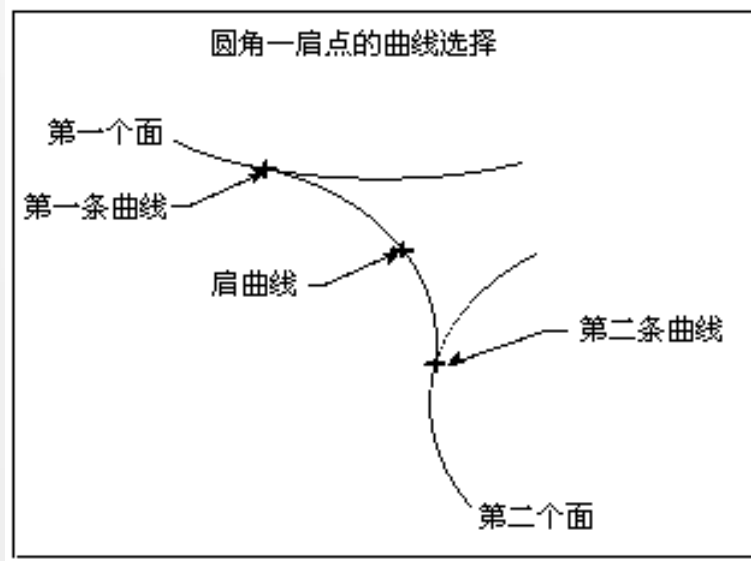
开始于第一条选定的曲线，通过肩曲线，并终止于第三条曲线。斜率在起点和终点由两条不相关的控制曲线定义，如下图所示。利用此方法创建曲面时，需要指定起始边、起始斜率控制线、肩曲线（肩点）、终止边、终点斜率控制线和脊线。



- 基于曲线创建曲面

## 剖切曲面——圆角-肩点

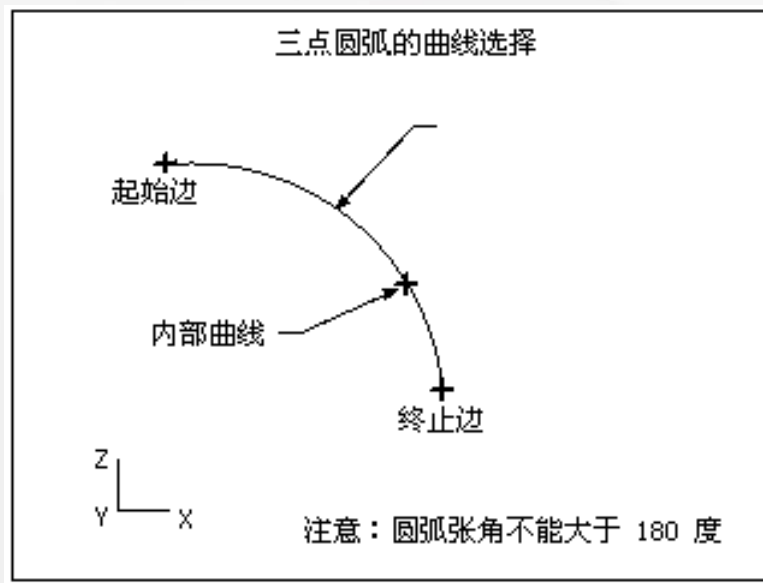
起始于第一条选定的曲线，并与第一个选定的体相切，终止于第二条曲线并与第二个体相切，且通过肩曲线，如下图所示。利用此方法创建曲面时，需要指定第一条曲线、第一组面、肩曲线（肩点）、第二条曲线和第二组面。



- 基于曲线创建曲面

## 剖切曲面——三点圆弧

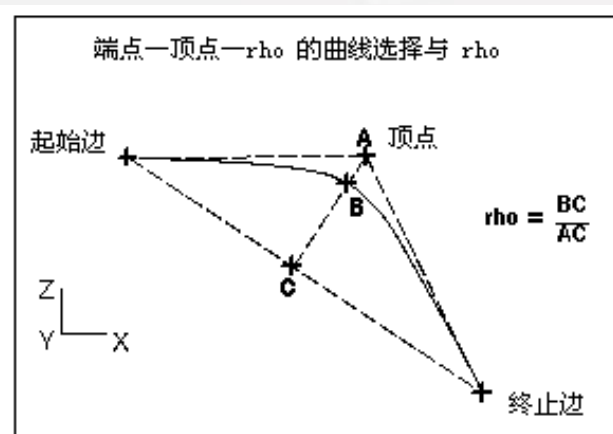
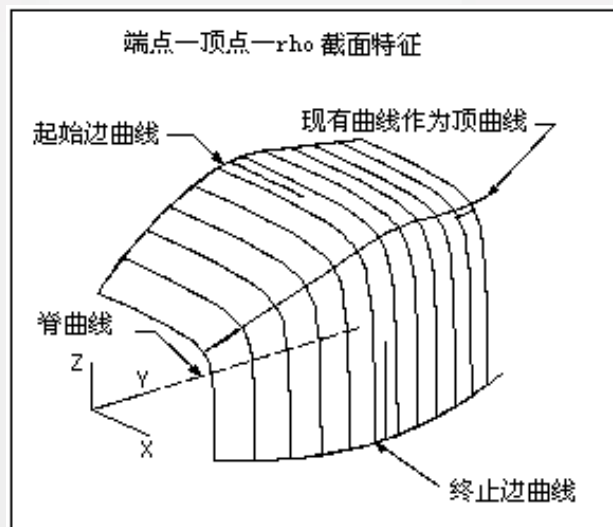
通过选择起始边曲线、内部曲线、终止边曲线和脊线来创建截面自由曲面，如下图所示。



## • 基于曲线创建曲面

### 剖切曲面——端点-顶点-rho

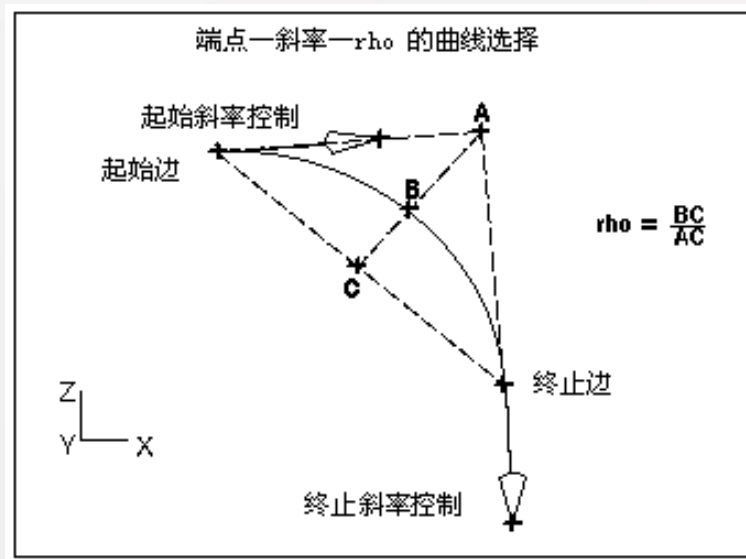
起始于第一条选定的曲线，并终止于第二条曲线。每个端点的斜率由选定的顶线控制。每个二次曲线截面的丰满度由相应的rho值控制，如下图所示。利用此方法创建曲面时，需要指定起始边、终止边、顶线（顶点）、脊线、Rho和Rho投影判别式。



- 基于曲线创建曲面

## 剖切曲面——端点-斜率-rho

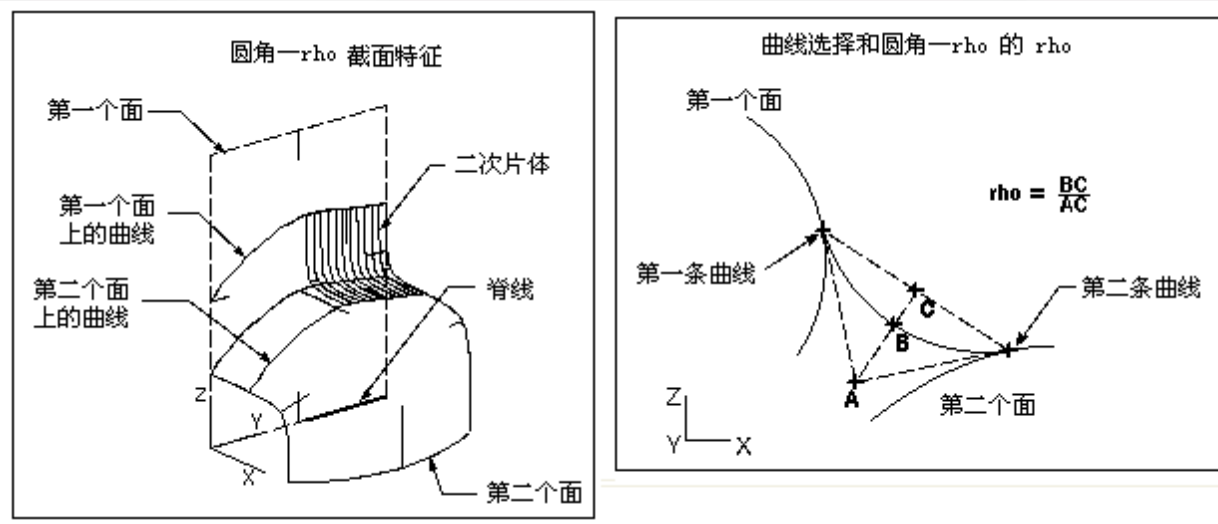
起始于第一条选定的边曲线，并终止于第二条边曲线。斜率在起点和终点由两个不相关的控制曲线定义。每个二次曲线截面的丰满度由相应的  $\rho$  值控制，如下图所示。利用此方法创建曲面时，需要指定起始边、起始斜率控制、终止边、终止斜率控制、脊线和  $\rho$  值。



- 基于曲线创建曲面

## 剖切曲面——圆角-rho

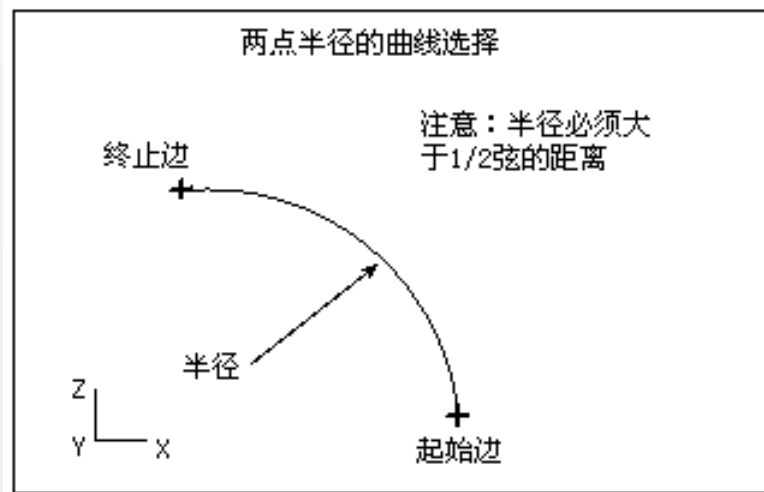
在位于两个面的两条曲线之间构造光顺的圆角，每个二次曲线截面的丰满度由相应的rho值控制，创建的曲面与指定的两个面相切。如下图所示。利用此方法创建曲面时，需要指定第一个面、第一个面上的曲线、第二个面、第二个面上的曲线、脊线和Rho值。



- 基于曲线创建曲面

## 剖切曲面——两点半径

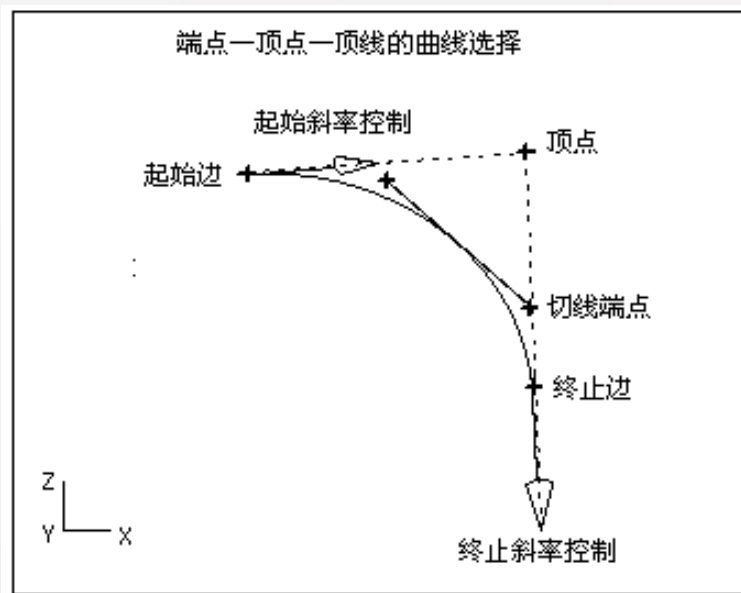
该方法创建的曲面是具有指定半径的圆弧截面。相对于脊线方向，从第一条选定曲线到第二条选定曲线以逆时针方向创建体，如下图所示。利用此方法创建曲面时，需要指定起始边、终止边、脊线和半径。



- 基于曲线创建曲面

## 剖切曲面——端点-顶点-顶线

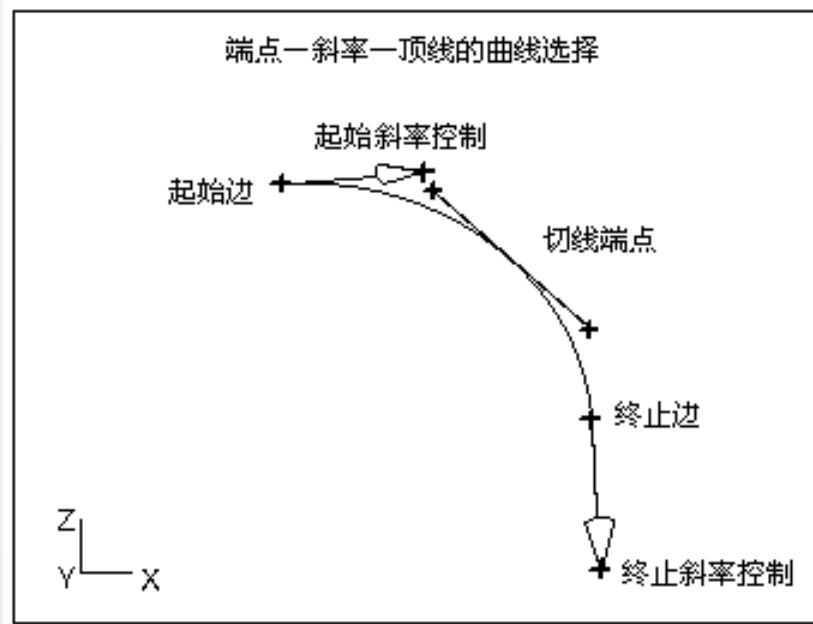
该方法创建的曲面起始于第一条选定的曲线并终止于第二条曲线，而且与指定直线相切。每个端点的斜率由选定的顶线定义，如下图所示。利用此方法创建曲面时，需要指定起始边、终止边、顶线（顶点）、起点斜率控制线、终点控制线和脊线。



- 基于曲线创建曲面

## 剖切曲面——端点-斜率-顶线

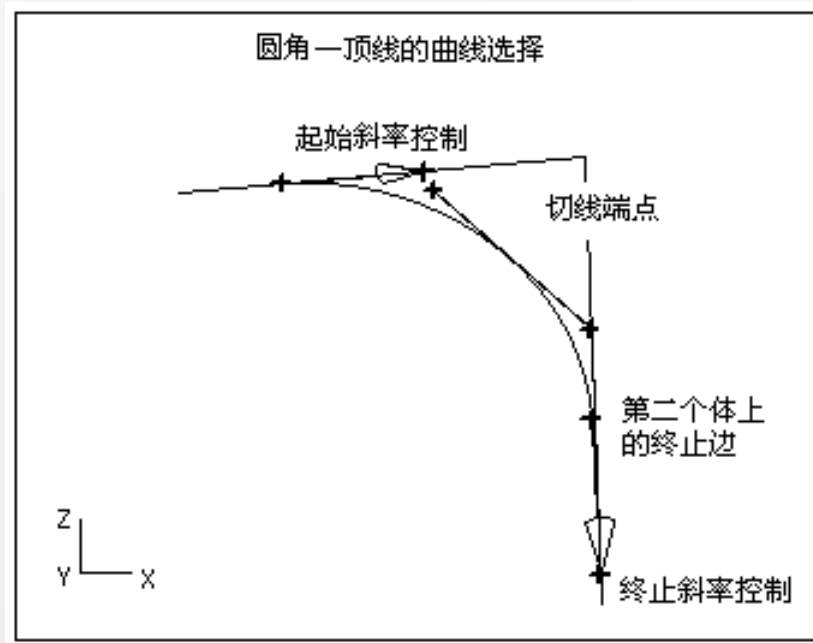
该方法创建的曲面起始于第一条选定的边曲线并终止于第二条边曲线，而且与指定直线相切。斜率在起点和终点由两个不相关的斜率控制曲线定义，如下图所示。



- 基于曲线创建曲面

## 剖切曲面——圆角-顶线

在位于两个面上的两条曲线之间构造光顺圆角、并与指定直线相切，如下图所示。

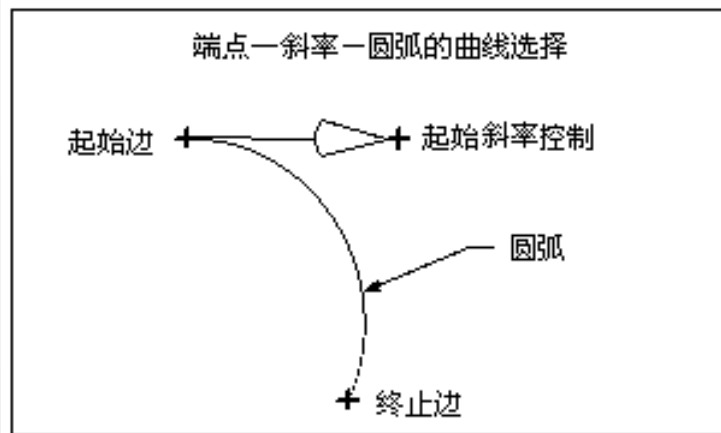


- 基于曲线创建曲面

## 剖切曲面——端点-斜率-圆弧

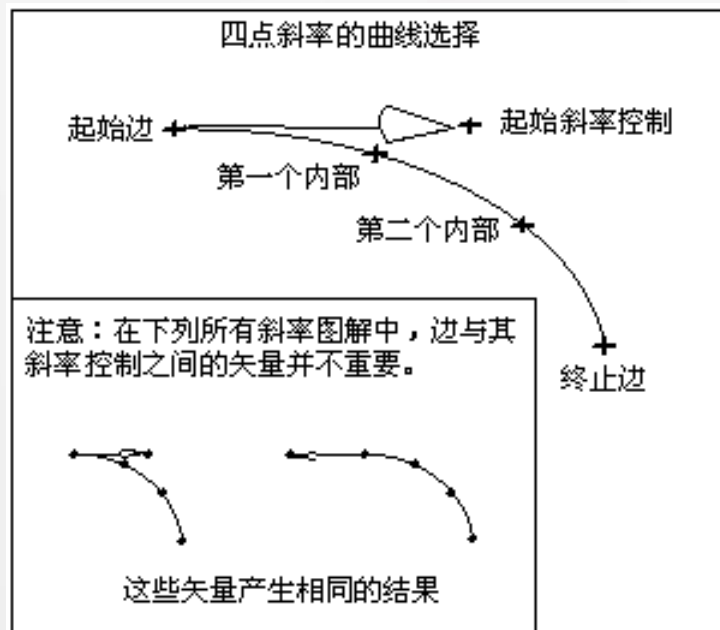
起始于第一条选定的边曲线，并终止于第二条边曲线。

斜率在起始处由选定的控制曲线决定，如下图所示。



## 剖切曲面——四点斜率

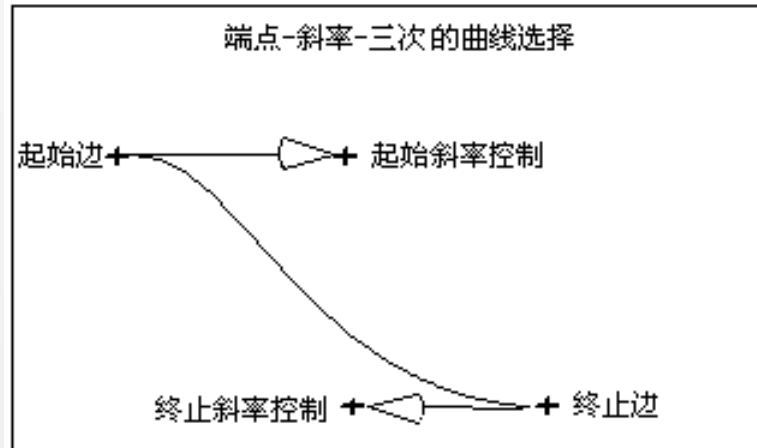
起始于第一条选定曲线，通过两条内部曲线，并终止于第四条曲线，也要选择起始斜率控制曲线，如下图所示。



- 基于曲线创建曲面

## 剖切曲面——端点-斜率-三次

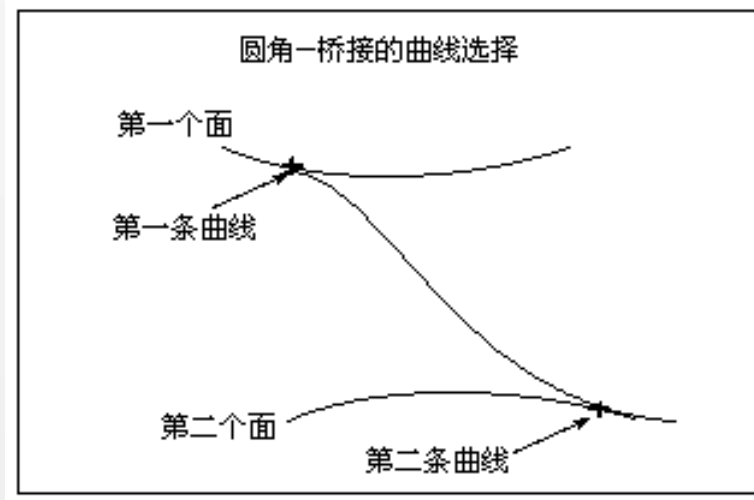
创建带有截面的S形曲面，该截面在两条选定边曲线之间构成光顺的三次圆角。斜率在起点和终点由两个不相关的斜率控制曲线定义，如下图所示。



- 基于曲线创建曲面

## 剖切曲面——圆角-桥接

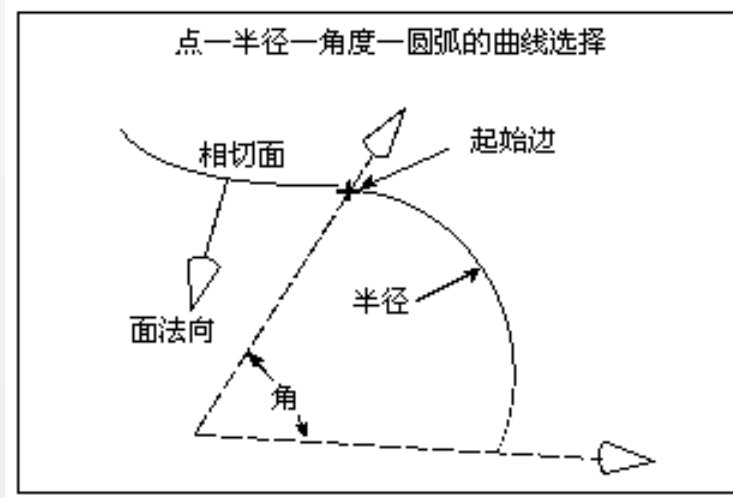
在位于两组面上的两条曲线之间构造桥接的截面，如下图所示。



- 基于曲线创建曲面

## 剖切曲面——点-半径-角度-圆弧

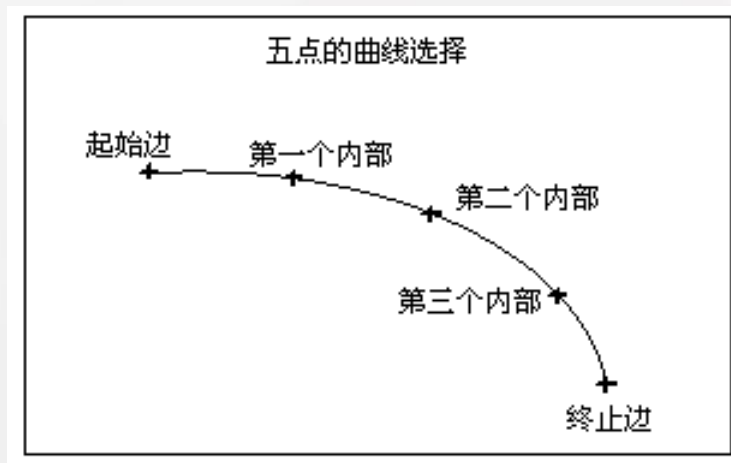
通过在选定的边缘、相切面、曲面的曲率半径和面的张角上定义起点，创建带有圆弧截面的体，如下图所示。



- 基于曲线创建曲面

## 剖切曲面——五点

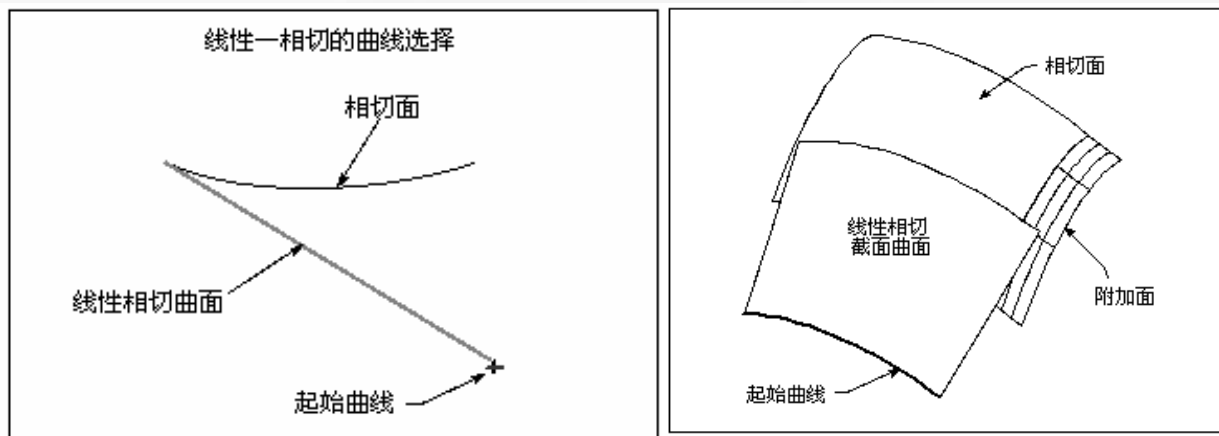
使用五条现有曲线作为控制曲线来创建截面自由曲面。曲面起始于第一条选定曲线，通过三条选定的内部控制曲线，并且终止于第五条选定的曲线，如下图所示。



- 基于曲线创建曲面

## 剖切曲面——线性-相切

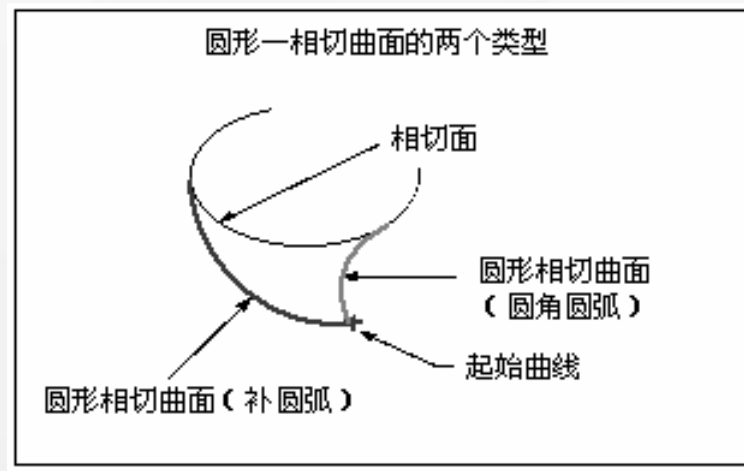
用于创建与面相切的线性截面曲面，如下图所示。



- 基于曲线创建曲面

## 剖切曲面——圆形-相切

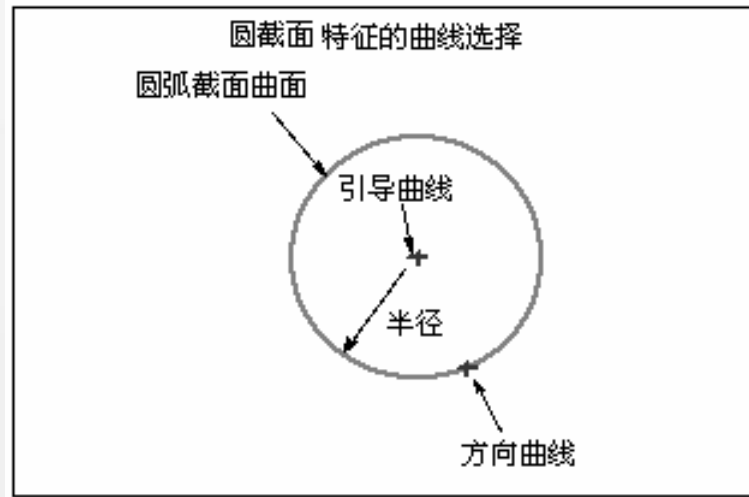
用于创建与面相切的圆弧截面曲面，如下图所示。



- 基于曲线创建曲面

## 剖切曲面——圆

用于创建整圆截面曲面，如下图所示。利用该方法创建曲面时，需要指定引导线、方向曲线、脊线和控制半径的曲线。



## • 基于面创建曲面

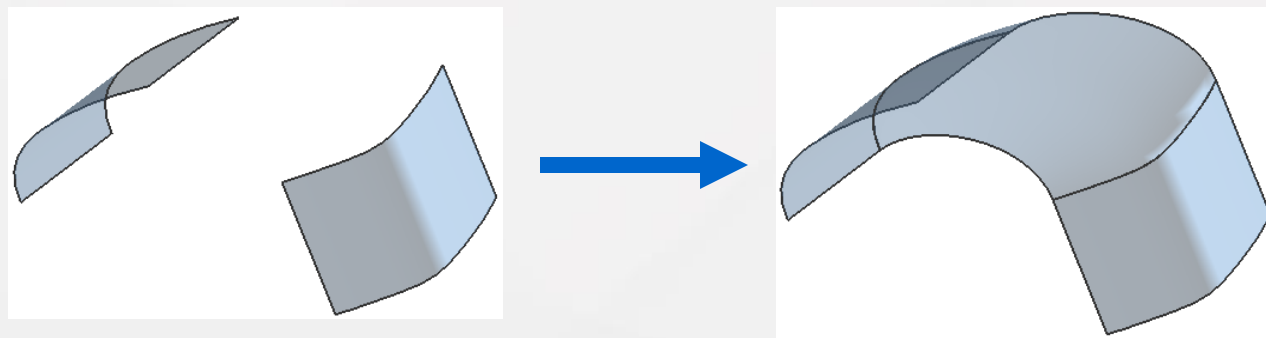
基于已有曲面创建的曲面，大多数可以实现参数化，并主要是实现曲面过渡。



- 基于面创建曲面

## 桥接

在两个主曲面之间，通过建立桥接曲面来实现两组曲面之间的相切过渡或曲率过渡。为了比较准确地控制桥接曲面的形状，还可以选择两组侧面和两组侧面线串，精确地控制和限制桥接曲面的侧边界。

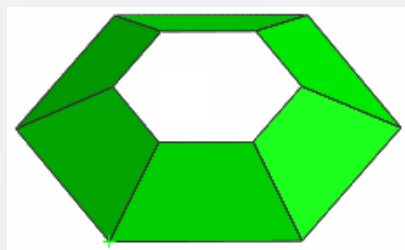


## • 基于面创建曲面

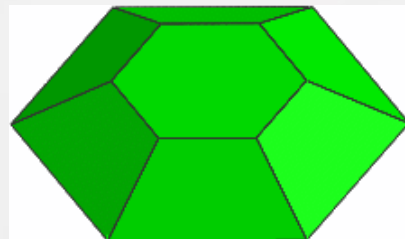
### N边曲面

通过选取一组封闭的曲线或边创建曲面，创建生成的曲面即N边曲面。可以创建两种类型的N边曲面，如下图所示

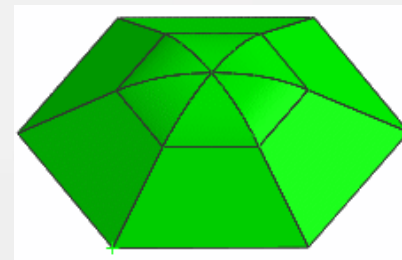
- 已修剪：根据选择的封闭曲线建立单一曲面
- 三角形：根据选择的封闭曲线创建的曲面，由多个单独的三角曲面片组成。这些三角曲面片体相交于一点，该点称为N边曲面的公共中心点。



原模型



已修剪



三角形

## • 基于面创建曲面

### 延伸

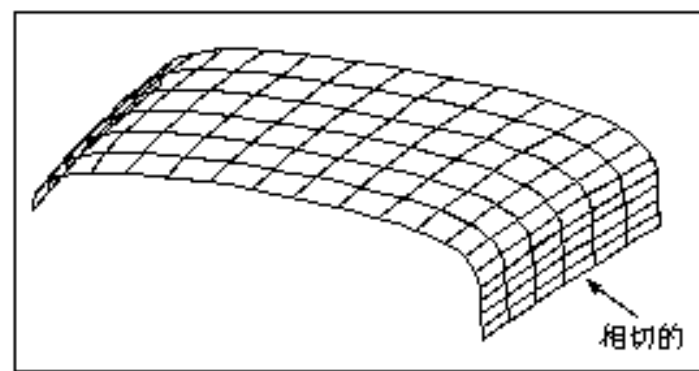
基于已经存在的曲面延伸生成新的曲面。使用【延伸】命令创建的曲面是近似的B曲面。【延伸】命令包含以下四种类型：

- 相切的
- 垂直于曲面
- 有角度的
- 圆形

- 基于面创建曲面

## 延伸——相切的

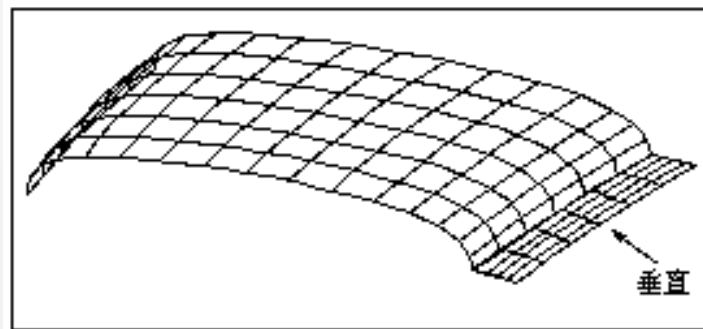
在被延伸曲面的边缘拉伸出一个相切曲面，如下图所示。有【固定长度】和【百分比】两种选择。



- 基于面创建曲面

## 延伸——垂直于曲面

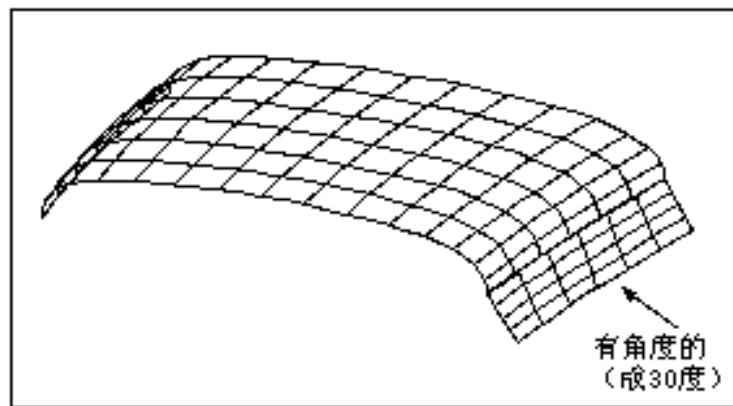
沿着位于面上现有的曲线，创建一个沿该面法向延伸的曲面，如下图所示。



- 基于面创建曲面

## 延伸——有角度的

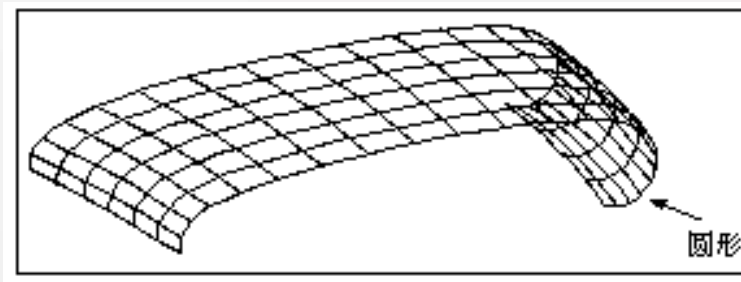
沿着位于面上的曲线，以指定的角度（相对于现有面）创建一个延伸曲面，如下图所示。



- 基于面创建曲面

## 延伸——圆形

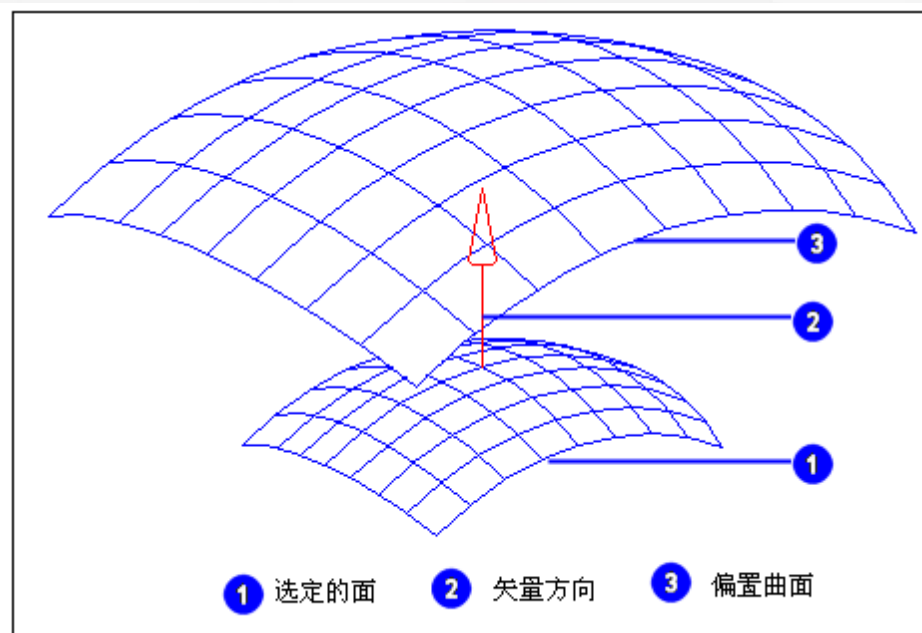
从光顺曲面的边上创建一个圆弧形延伸的曲面。该圆弧的曲率半径与原曲面边界处的曲率半径相等，并且与原曲面相切，如下图所示。



## • 基于面创建曲面

### 偏置曲面

相对于选定的基面创建一个或多个偏置曲面。创建时，通过指定的曲面法向和偏置距离来确定偏置曲面的具体形状，如下图所示。可以对多个曲面进行偏置，产生多个偏置曲面。



### • 3. 曲面编辑

【编辑曲面】工具栏包含了曲面编辑的各种命令，如下图所示。通过这些命令，可以更改曲面形状、曲面大小，或者编辑曲面的边界、次数和法向等。对曲面进行编辑时，有两种方式：

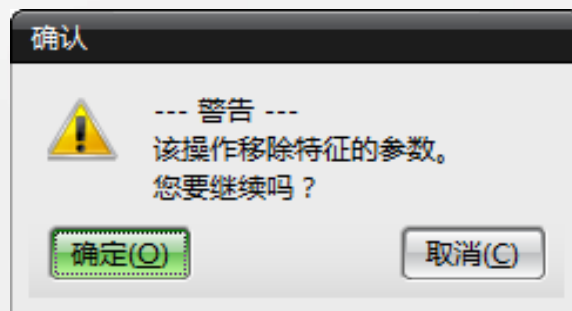
- 参数化编辑——编辑时仍保留了曲面的参数
- 非参数化编辑——编辑后将移除曲面的参数



## • 移动定义点

通过移动单个或多个定义点来编辑曲面几何形状。该命令是一种非参数化的曲面编辑命令。

如果选择【编辑原先的片体】，且选中的是参数化的曲面，系统则将显示如下图所示的警告对话框，指出该操作将导致选中的曲面的非参数化。

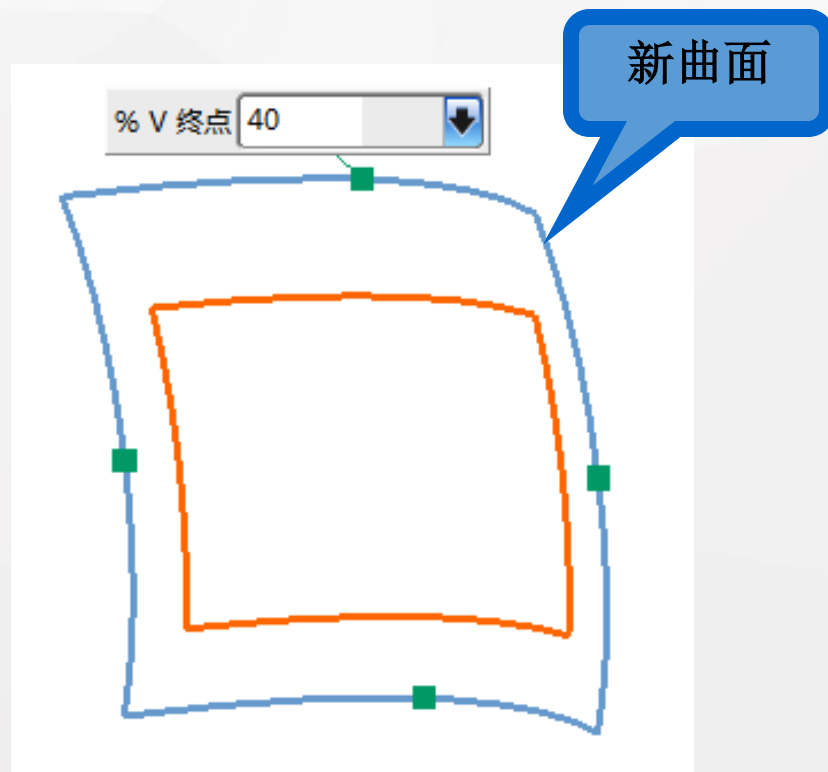
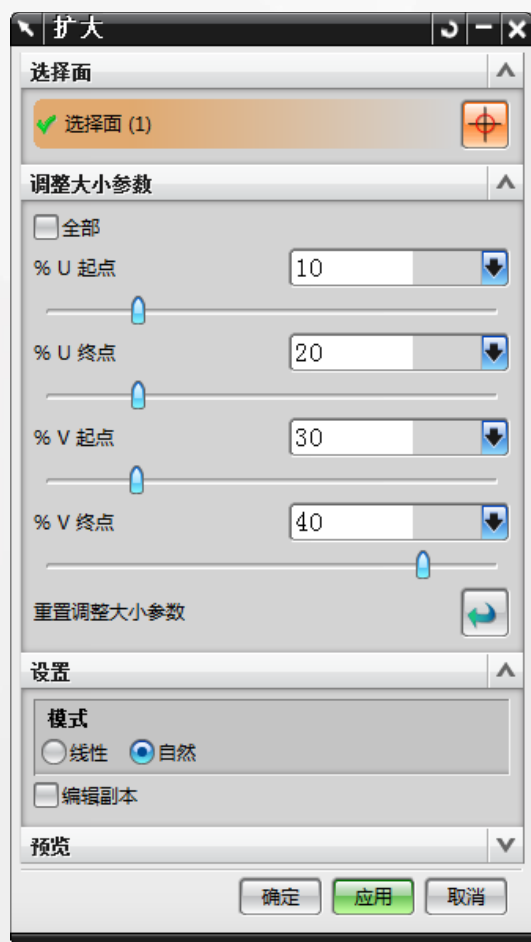


## • 移动极点

通过移动曲面的极点，来改变曲面的形状，以达到改善曲面外观及改变曲面满足的标准的目的。这在曲面外观形状的交互设计（如消费品与汽车车身）中非常有用。该命令的编辑方法、步骤及对话框都类似于【移动定义点】命令，不同的是，该命令可以完成对曲面的一些相关分析功能。

## • 扩大

可以将曲面沿U/V向扩大或者缩小。

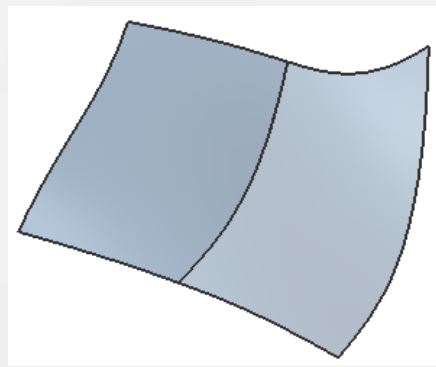
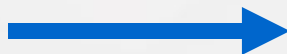
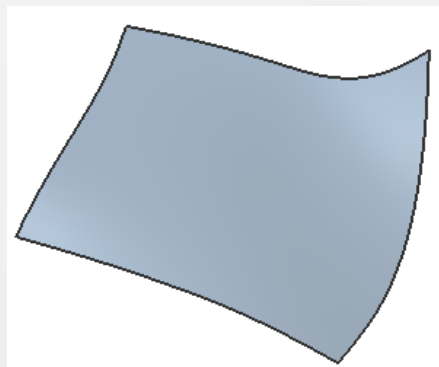


## • 等参数修剪/分割

据U或V向的百分比参数来修剪或分割曲面。选择【等参数修剪/分割】命令后，系统弹出【修剪/分割】对话框，如下图所示。

➤等参数修剪：用于修剪片体

➤等参数分割：用于分割片体

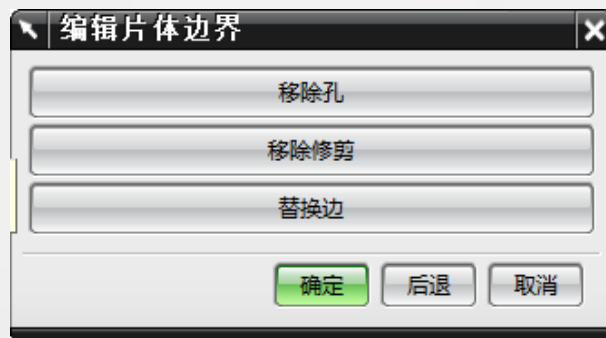


等参数分割

## • 边界

通过该命令可以编辑片体的边界，具体包括删除孔、恢复修剪掉的部分和替换边界。下图所示为【编辑片体边界】对话框。

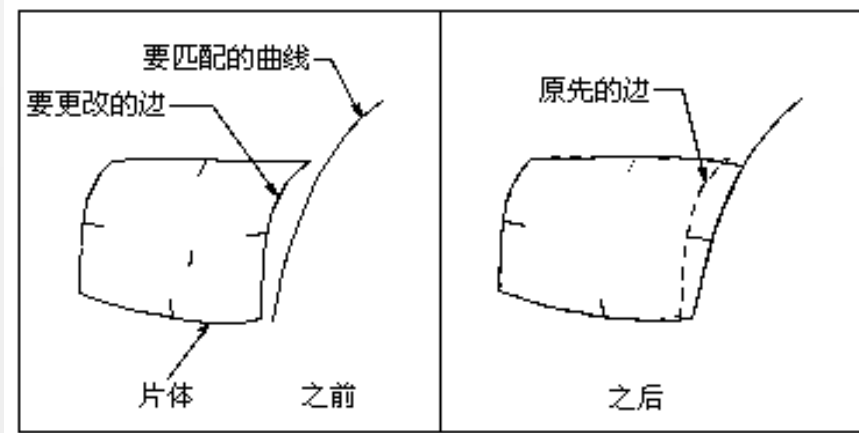
- 移除孔：删除片体中指定的孔
- 移除修剪：删除片体上所有的修剪（包括边界修剪和孔），恢复片体的原始形状
- 替换边：可以用曲面内或曲面外的一组曲线或边界来替换原来的曲面边界。



## • 更改边

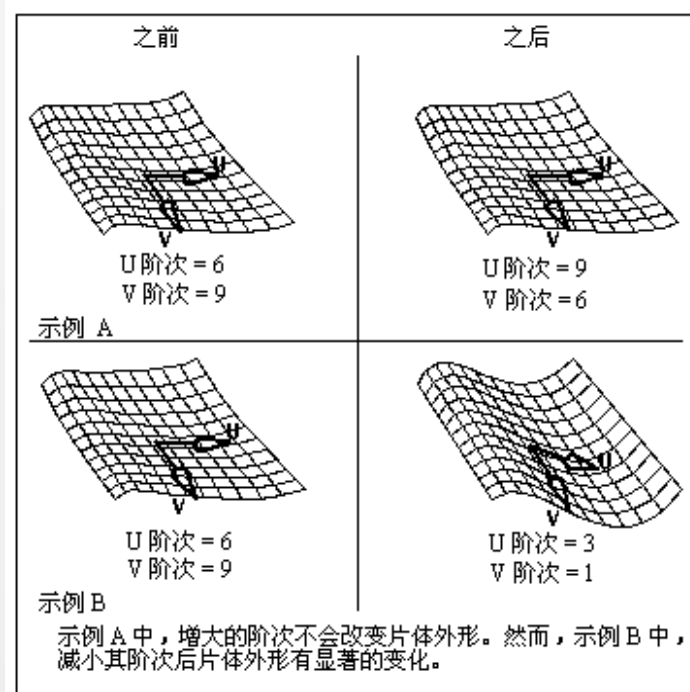
通过该命令提供的多种方法可以修改一个B曲面的边线，使其边缘形状发生改变，如下图所示。这是一种非参数化的曲面编辑命令。

一般情况下，要求被修剪的边未经修剪，并且是利用自由形状曲面建模方法创建的。如果是利用拉伸或旋转扫描等方法生成的，那么不能对曲面进行边界更改。



## • 更改阶次

用于更改曲面的阶次。增加阶次不会更改曲面的形状，但能增加自由度。降低阶次时，系统会尽可能的保持曲面形状和特征，但不能保证曲面不发生变化，如下图所示。同样，这也是一种非参数化的曲面编辑命令。

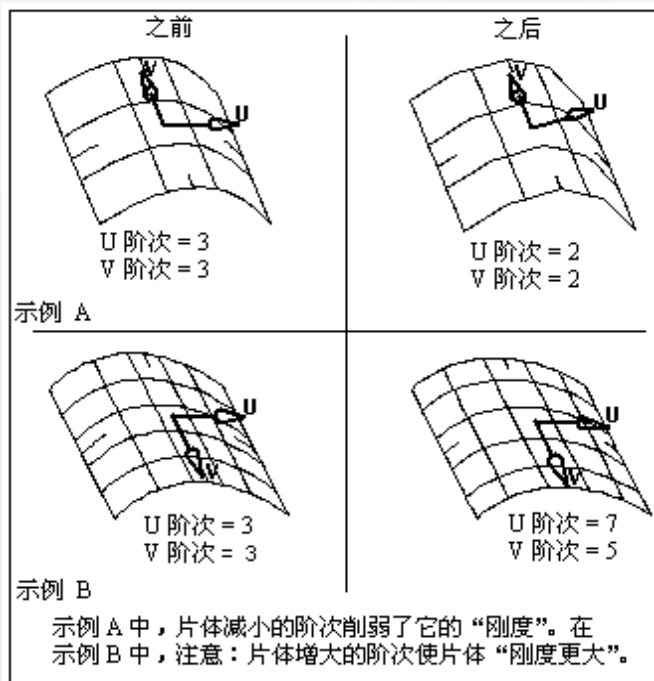


## • 法向反向

该命令用于改变曲面的法向，使其改变为法线方向的反方向。

## • 更改刚度

该命令通过更改曲面U和V向的阶次来修改曲面形状。降低阶次会减小体的“刚度”，并使它能够更逼真地模拟其控制多边形的波动。添加阶次可使体更“刚硬”，而对它的控制多边形的波动的敏感性更低了，如下图所示。



## • 本章小结

本章详细讲述了曲面造型知识，主要包括曲面的各种创建方法和曲面的各种编辑方法。在产品设计中，曲面造型是一个复杂的过程，应用到的知识也比较多，而且很多内容和方法都比较抽象。因此，不仅要掌握曲面造型的基本知识，还要通过不断的实践来强化理解，才能真正成为曲面造型高手。

# 谢谢



3346774945@qq.com



<http://hgm92122.blog.163.com>



<http://weibo.com/hgm92122>

