

Rhino 绘制 2D 物体

Rhino 可以直接绘制 2D 物体,也可以导入由 CAD 软件绘制的 2D 图纸或由 Sketchup、3ds Max 等软件绘制的 3D 物体,可通过不同的视图方向实现各个角度平面或者立面的 2D 显示。

8.1 Rhino 中的对象

Rhino 中的对象包括点、点云、直线、曲线、闭合线、曲面、多重曲面、实体、网格等。可以将上述对象分为四类(同一类对象的本质其实是一样的),即点物体(点、点云)、线物体(直线、曲线、闭合线)、曲面(曲面、多重曲面、实体)和网格。

8.1.1 点物体

Rhino 中关于点的命令位于主工具栏最上面的一个图标上,点物体工具集如图 8-1 所示。几乎所有的 3D 格式都支持点物体。譬如,将 AutoCAD 中的点导入到 Rhino 中,其仍作为点物体而存在。在熟悉的 Sketchup 中,点则是以辅助点而存在。

8.1.2 线物体

Rhino 中的线物体分为直线(polyline)、曲线(curve)、闭合线(圆、椭圆、多边形)。其相关命令的位置如图 8-2 所示。

(1)直线。对比 AutoCAD 中的多段线,稍微不同的是,Rhino 中的直线可以塑造空间折线,但 AutoCAD 中的则不能。

(2)曲线。曲线是 Rhino 中造型的最主要元素之一。它和直线在本质上都属于 nurbs 曲线,只是某些属性不同。

(3)闭合线。闭合线是指封闭的 nurbs 曲线。封闭曲线和开放曲线在性质上有些不同,后面给予介绍。

Rhino 中还存在另一种类型的“点”,即曲线和曲面控制点,其不是上面所指的点物体,而是属于 nurbs 曲线和曲面的属性,要注意区分。



图 8-1 点物体工具集

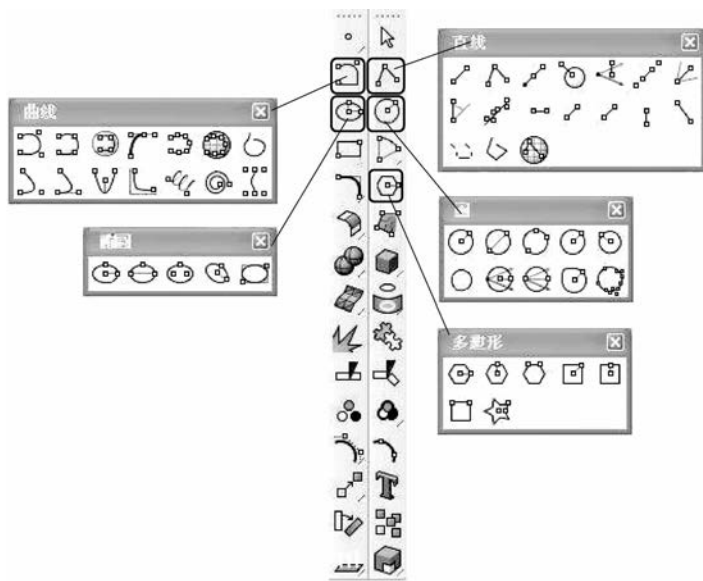


图 8-2 Rhino 中线物体相关命令位置

8.1.3 面物体

面物体可分为曲面(surface)、多重曲面(polysurface, polysurface 和 polygon 没有任何关系)、实体(solid),如图 8-3 所示。

(1)曲面。曲面特指单个 nurbs 曲面,是 Rhino 中造型的最基本元素。

(2)多重曲面。多重曲面是指被链接组合,而且又不形成封闭空间的一组曲面。Rhino 中的曲面如果至少有一条边相接,则它们可以被链接。

(3)实体。实体是指封闭的单个曲面(如球体)或者形成封闭空间的多重曲面。

当几个物体重合在一起时,尝试选择某个物体,Rhino 不会给出“实体”的判别,只有“曲面”和“多重曲面”两种选项,因此实体的本质就是以上两种物体的组合,如图 8-4 所示。

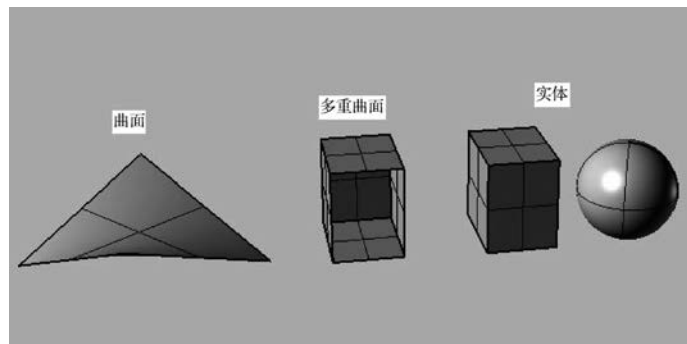


图 8-3 Rhino 中各种面物体示例

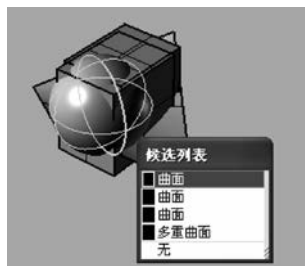


图 8-4 重合物体的判别选择

8.1.4 网格

Rhino 中的网格(mesh)就是 polygon 对象,与它相关的命令在 Rhino 工具栏上,

如图 8-5 所示。



图 8-5 网格工具集位置

网格对象也可以被链接,链接后的网格叫作多重网格,网格在 Rhino 中只是辅助的建模元素,它只提供了少数几种几何造型,要得到复杂的网格需要从曲面转换而来。

按钮是曲面和网格的转换按钮,左击从曲面转换到网格,右击从网格转换到曲面。

8.2 点物体的绘制

在 3D 软件中,点的使用通常只是为了实现一些辅助功能,如建模时帮助确定位置,而且不能被渲染。事实上,在使用 Rhino 建模时很难用到点,因为 Rhino 在物件锁点的功能上提供了全部所需要的确定位置的功能。

点在 Rhino 中表现为一个小方格,而且无论大小怎样始终不变,点不会属于任何其他物体的一部分,如图 8-6 所示。

点的绘制命令及说明如图 8-7 所示。



图 8-6 Rhino 中的点



图 8-7 点的绘制命令及说明

绘制点物体时应注意以下几点:

(1)绘制点时,输入坐标有鼠标取值和键盘输入坐标取值两种方式。

①鼠标取值。

a. 鼠标直接在屏幕上取值,得到的点将显示在工作平面上。

b. 按住 Ctrl 键可进行两次取值,第一次取值 X、Y 坐标,第二次取值 Z 坐标。

②键盘输入坐标取值。格式为: x,y,z (用英文输入法下的逗号隔开)。

很多命令配合 Ctrl 键都可以在垂直工作平面上进行坐标取值,如移动、直接用鼠标拖动等,如图 8-8 所示。

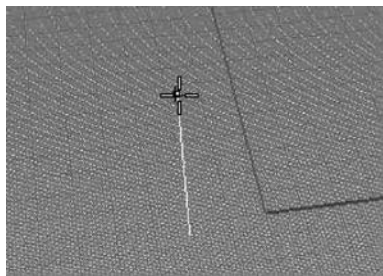





图 8-8 使用 Ctrl 键在垂直工作平面上进行坐标取值

(2)最接近点  (或输入 ClosestPt)。其实质是零距离点,即在所选物体上创建一个距单击位置最近的点。物件锁点中的最近点也是此含义。

(3)标示曲线起点或终点 。单击表示建立曲线起点上的点,右击表示建立曲线终点上的点。曲线的起点、终点现在不必深究,它涉及曲线内部的 kont 点编号,可以理解为建立这条曲线的顺序。

(4)点云  (或输入 PointCloud)。将多个点合并成一个对象,这样可以使模型变小。Rhino 中的点云对于 3D 逆向工程非常有用,如使用 3D 扫描仪输入到 Rhino 中会以点云形式存在,Rhino 可以将点云转换为模型。使用 RhinoResurf 插件可以很好地把点云转换为 nurbs 模型。


8.3 线物体的绘制

Rhino 可以绘制任何形状的线条,如直线、多义线、圆弧、圆、椭圆和自由曲线。

8.3.1 Rhino 绘制直线

Rhino 中的直线绘制命令及说明如图 8-9 所示。

说明:

(1)四点绘制一条直线  (或输入 FourPoint)。前两点确定方向,后两点用于画直线。等分直线命令与此类似。


(2)求两条曲线的垂线  (或输入 2Curves)。两条曲线可能有多个垂线,用此方法选取曲线时,点选于靠近垂直点处。求两圆的切线也是如此,如图 8-10 所示。



图 8-9 直线绘制命令及说明

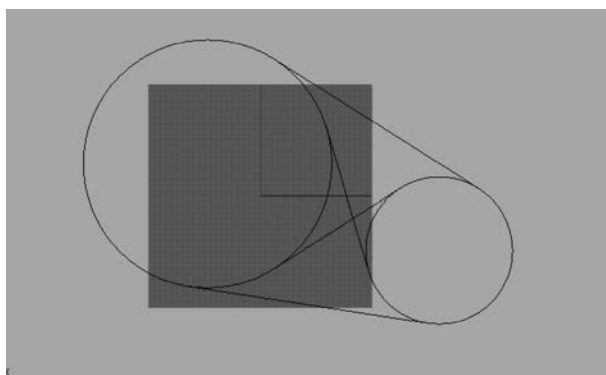



图 8-10 求两圆的切线

(3) 在网格上绘制多义线  (或输入 PolylineOnMesh)。这对加工导入的 polygon 模型很方便, 如图 8-11 所示。

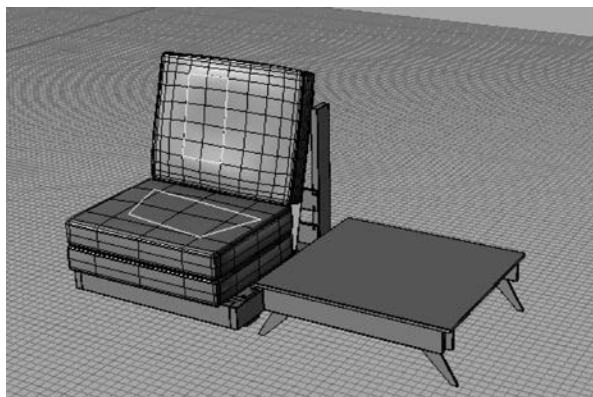


图 8-11 在网格上直接绘制多义线

现在使用这些命令来搭建一个简易的房屋框架。

(1)在顶视图视窗内使用多义线绘制工具绘制一个 $6\text{ m} \times 4\text{ m}$ 的矩形,如图 8-12 所示。

(2)切换到透视图,打开物件锁点选择端点,捕捉矩形顶点并使用绘制工作平面垂线工具绘制垂线,如图 8-13 所示。

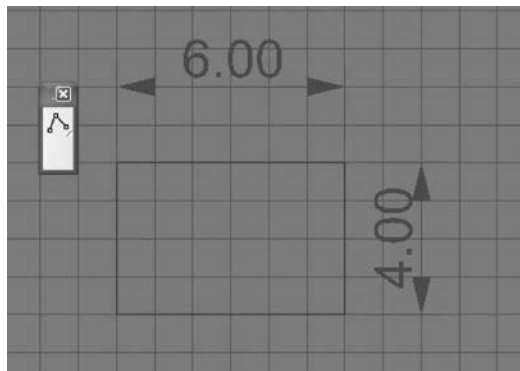


图 8-12 在顶视图视窗使用多义线绘制矩形

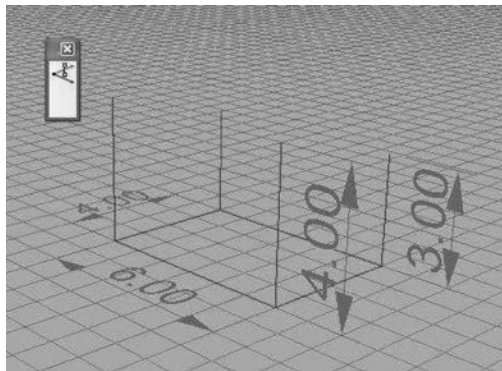


图 8-13 在透视图视窗绘制垂线

(3)连接这几个顶点,再用类似方法绘制出门和窗,一个房屋框架就完成了,如图 8-14 所示。

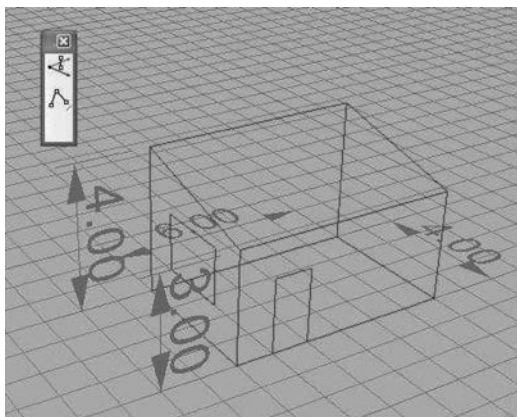




图 8-14 房屋框架效果

8.3.2 Rhino 绘制曲线

Rhino 中的曲线绘制命令及说明如图 8-15 所示。

(1)绘制 CV 曲线  (或输入 Curve)。CV 点是影响曲线造型的点,这种曲线建立方式是 nurbs 曲线的最常用命令。

(2)绘制 EP 曲线  (或输入 InterpCrv)。直接绘制曲线的内插点,这种曲线是影响 nurbs 造型的主要因素。







(3)控制杆曲线  (或输入 HandleCurve)。通过控制杆调节曲线的转向和造型,其造型方式和 Photoshop 上的钢笔工具一样,很好理解。





图 8-15 曲线绘制命令及说明

这 3 个工具是曲线造型的最主要工具。使用绘制 CV 曲线命令难以控制曲线走向, 而使用 EP 曲线命令却能很好地控制曲线走向。

(4) 在曲面上绘制 EP 曲线  (或输入 InterpcrvOnSrf)。在曲面上绘制内插点得到曲线, 曲线处于曲面上, 这个工具也经常使用, 如图 8-16 所示。

(5) 绘制锥形二次曲线 、绘制锥形二次曲线 (起点和终点可参照其他曲线) 、绘制抛物线 、绘制双曲线 。这几个命令绘制的都是数学意义上的二次曲线, 类似于常见的曲线方程、曲率和曲线“阶”的知识。

(6) 绘制弹簧线 、绘制螺旋线 (前后半径不同) 。前者螺旋首尾半径相等, 后者螺旋首尾半径可不等, 如图 8-17 所示。

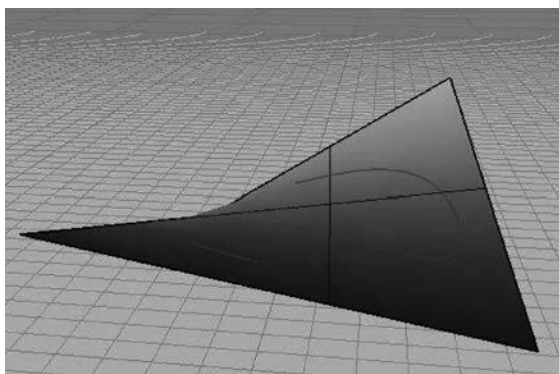
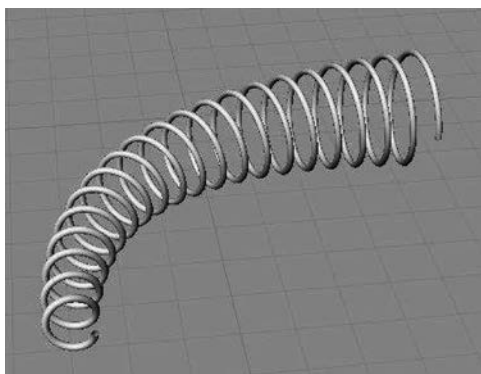


图 8-16 在曲面上绘制 EP 曲线

图 8-17 用绘制螺旋线命令绘制的螺旋体
(配合 PIPE 命令)

8.3.3 Rhino 绘制其他封闭几何形体

1. 关于圆的绘制

圆的绘制命令及说明如图 8-18 所示。



图 8-18 圆的绘制命令及说明

(1) 环绕曲线,以中心点和半径建立圆 : 该命令用于在曲线上绘制所选点的法线平面圆,如图 8-19 所示。

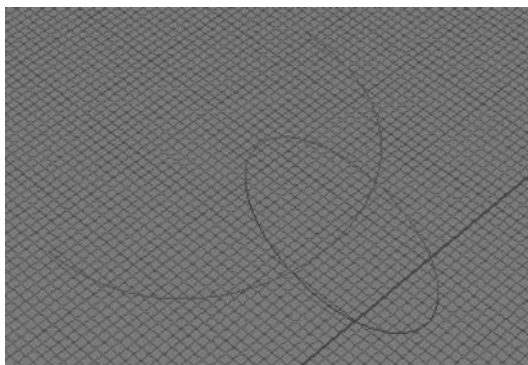


图 8-19 建立曲线上点的法线平面圆

(2) 多种参数控制的三阶圆 。该命令用于绘制由多种参数配合生成的三阶圆,如图 8-20 和图 8-21 所示。

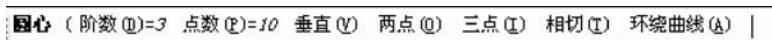


图 8-20 建立三阶圆参数设置

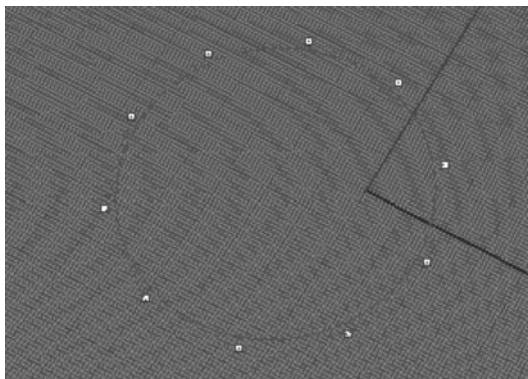
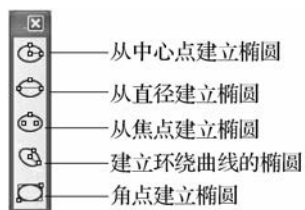


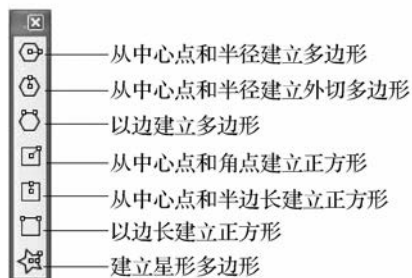
图 8-21 三阶圆

2. 其他几何体的绘制

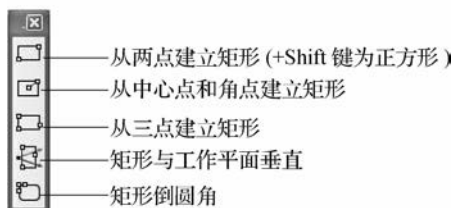
其他几何体的绘制命令及说明如图 8-22 所示。



(a) 椭圆的绘制命令及说明



(b) 多边形的绘制命令及说明



(c) 矩形的绘制命令及说明

图 8-22 其他几何体的绘制命令及说明

8.4 曲线编辑

8.4.1 曲线的分割与修剪

分割和修剪工具位于主工具栏上,如图 8-23 所示。分割和修剪工具不仅适用于曲线,也适用于曲面。

分割和修剪对于曲线和曲面作用的意义是不一样的:被分割和修剪的曲面实质上是被“隐藏”,但被分割和修剪的曲线实质上是被“抹掉”。

1. 分割

(1)分割曲面。把一个曲面用一条直线分成两部分,如图 8-24 所示。然后分别重建这两个曲面。重建时取消重新修剪,然后看到被分割的两部分最后都被重

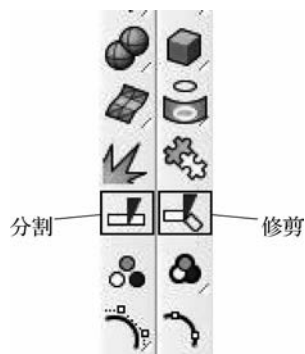



图 8-23 分割和修剪工具栏

建成了原来的完整曲面,如图 8-25 和图 8-26 所示。被分割的曲面实质上是被复制一份出来,然后隐藏掉另外那一部分。

(2)分割曲线。单击分割工具 (Split),然后选取被分割的物体,也就是两条曲线,如图 8-27 所示。

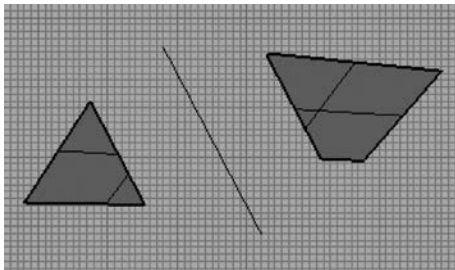


图 8-24 一条直线将一个曲面分成两部分



图 8-25 取消重新修剪

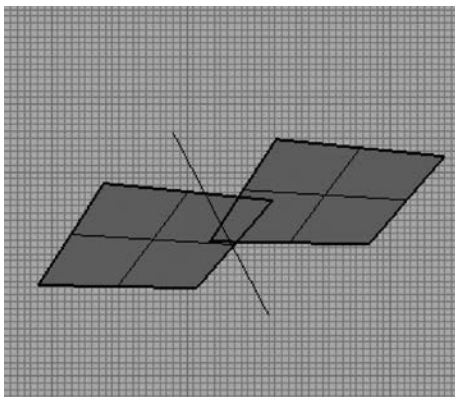


图 8-26 恢复成原来的完整曲面

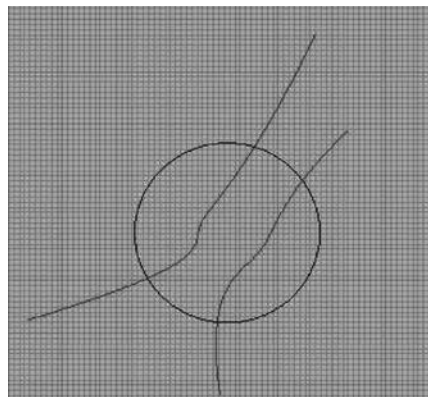



图 8-27 用于分割的圆和被分割的曲线

再选取分割用物体,也就是圆,按 Enter 键,这样这两条曲线就被分割开来了,如图 8-28 所示。

2. 修剪

修剪工具 (或输入 Trim):与分割不同的是,它是先选取切割用物件(两条曲线),再单击需要被修剪的部分(圆),圆即被修剪,如图 8-29 所示。

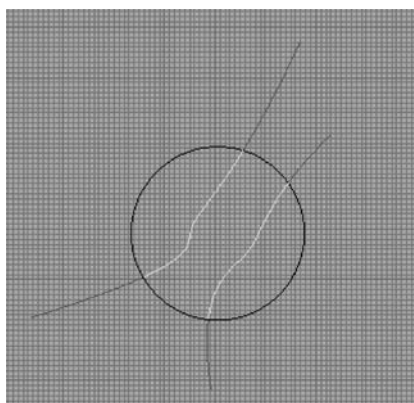


图 8-28 两条曲线被分割

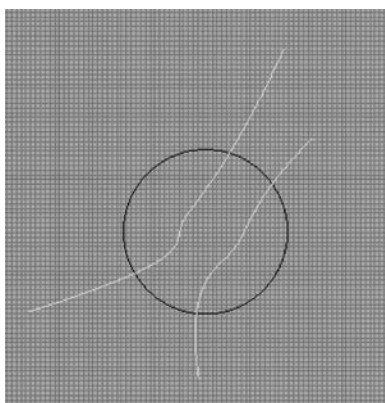


图 8-29 修剪命令使用(圆被修剪)

8.4.2 编辑曲线上的点

前面简单了解了曲线上的两种点,即控制点(CV点)和编辑点(EP点)。通过工具栏上的两个工具(见图 8-30)可以打开曲线上的这些“点”。

如图 8-31 所示,CV点有些处于曲线上,有些处于曲线外,EP点则都处于曲线上。

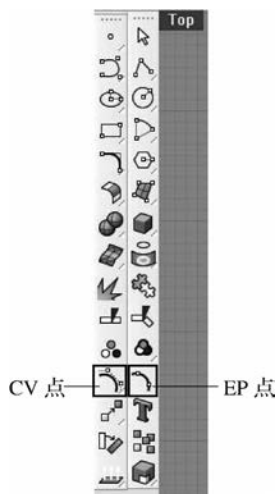


图 8-30 CV点和EP点在工具栏上的位置

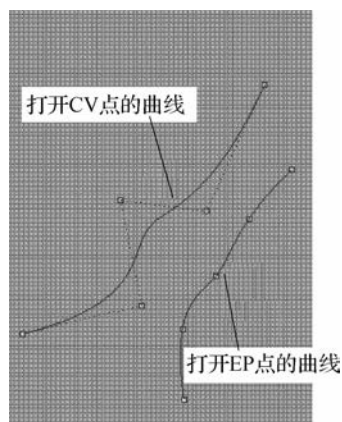



图 8-31 曲线上的 CV点和 EP点

8.4.3 曲线编辑工具

曲线编辑工具在工具栏中的位置如图 8-32 所示。其中比较常用的命令如下:

(1) 延伸曲线 。其和一般的延伸曲线有些不同,Rhino 的延伸曲线可以有很多种,它能在曲线后画出曲线、直线、圆弧。延伸部分是和原曲线结合在一起的,如图 8-33 所示。

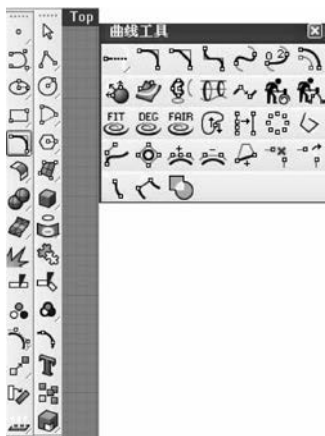


图 8-32 曲线编辑工具在工具栏中的位置

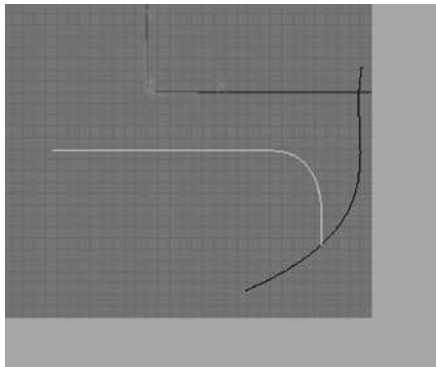







图 8-33 延伸曲线与原曲线结合在一起

(2)混接曲线 、。前者主要用于在两条曲线之间生成第三条曲线,使得两条曲线能平滑相接;后者相比前者则多了更丰富的参数控制,通过控制杆来调节混接曲线的形状,如图 8-34 所示。

(3)曲线倒角 、。前者是倒圆角,后者是倒斜角,在命令行里设置参数。这个命令在 AutoCAD 里很常用。不同的是,Rhino 中的倒圆角只能针对两条曲线,不能针对一条曲线(AutoCAD 有些情况下就可以),而且 Rhino 中的倒角可以组合曲线。使用任何一个命令时,都应该注意它的参数。

(4)偏移曲线  (或输入 Offset)。Rhino 中的偏移工具非常直观,譬如它可以动态显示最终效果,如图 8-35 所示。使用偏移曲线时,输入参数 T,就可以手动控制偏移量,而且它可以自动修剪多余部分。

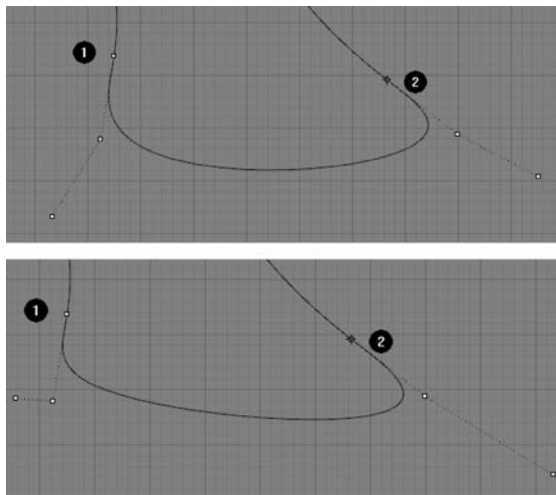


图 8-34 混接曲线不同形状的对比

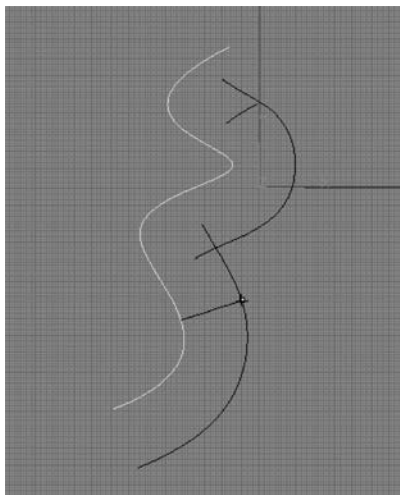




图 8-35 偏移曲线动态显示

(5)其他常用曲线编辑工具。截断曲线  (或输入 DeleteSubCrv)、重建曲线  (或输入

Rebuild)、简化直线和圆弧 (或输入 SimplifyCrv)等,它们的使用方法非常简单,在这就不一一介绍了。

8.5 对 nurbs 曲线的深入理解

1. nurbs 的含义

前面提到过 Photoshop 中的钢笔工具相当于 B 样条曲线,B 样条曲线属于 nurbs 曲线。B 样条曲线实际上是非均匀有理 B 样条曲线的子集。“非均匀”和“有理”是附加在原始 B 样条曲线上的两个扩展属性,而不是对它的限定。Rhino 实际上可以表示出“非均匀”“均匀”和“有理”“无理”搭配的任意一种组合的曲线,如“均匀有理”“非均匀无理”等。Rhino 中的 nurbs 有 4 个控制属性,即 CV(控制点)、EP(编辑点)、Knot(节点)和 Degree(阶)。

2. “有理”和“无理”

如图 8-36 所示,左边的正常圆是用第一个圆形工具画的,右边的圆是三阶圆,是用第九个圆形工具画的。打开 CV 控制点,发现 CV 控制点分布有明显区别。

先打开 Rhino 的分析工具集,如图 8-37 所示。圆的任意一点曲率半径都等于其半径。

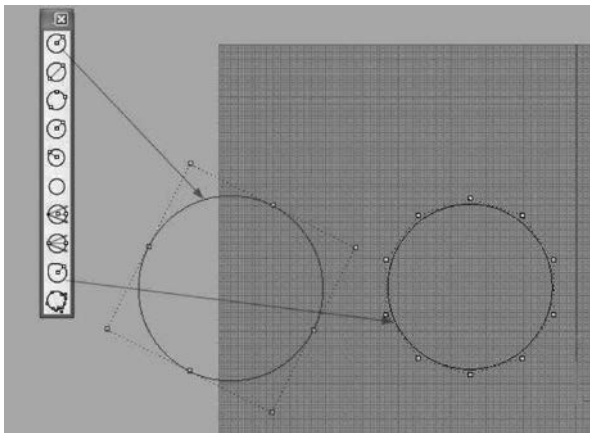


图 8-36 正常圆与三阶圆

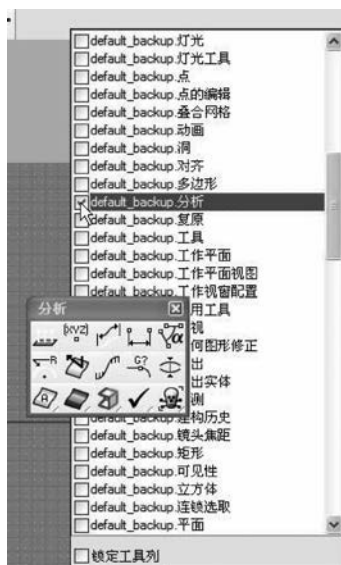




图 8-37 打开 Rhino 的分析工具集

选取分析工具中的 (曲率半径)命令,在左边和右边的圆上分别试一下,发现左边圆的曲率半径不变,右边圆的曲率半径发生改变,如图 8-38 所示。

曲率图形命令可通过白色曲线与原始曲线的距离差来标示曲率变化。开启曲率图形命令,左边圆的曲率图形无论放到多大,它都是一根光滑的曲线,右边的则在某些位置发生了突变,如图 8-39 和图 8-40 所示。

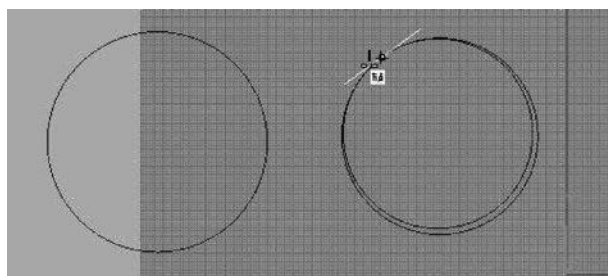


图 8-38 检测圆上点的曲率半径

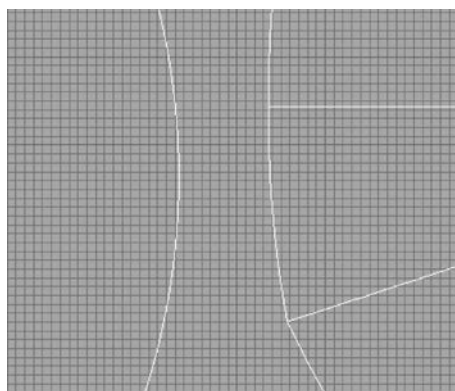


图 8-39 开启两圆的曲率图形命令

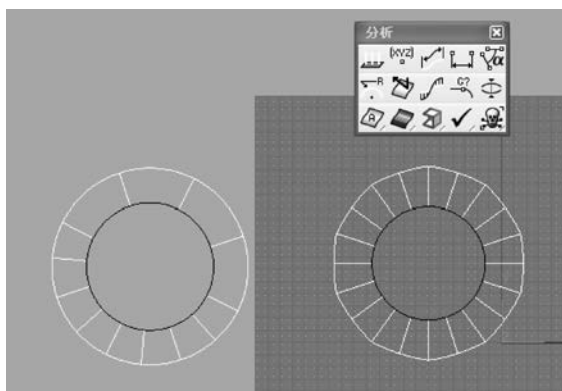



图 8-40 放大曲率图形

因此,右边的圆只是一个近似圆,而不是真正的圆。再来深入检查一下这两个圆的区别。

保持两个圆的 CV 点开启,如图 8-41 所示。使用编辑控制点权值工具  来检查每个点的权值,如图 8-42 所示。

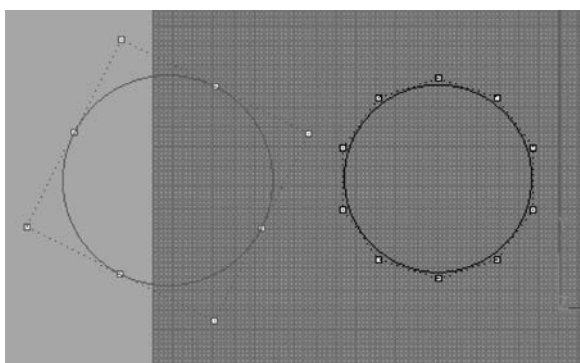


图 8-41 保持两个圆的 CV 点开启



图 8-42 检查点的权值

第一个圆:圆外的 CV 点权值为 0.707 107,圆上的 CV 点权值为 1.0,如图 8-43 所示。

第二个圆:发现每个点的权值都是 1.0,如图 8-44 所示。再在命令行输入 What 命令,检查一下该圆的属性,如图 8-45 所示。

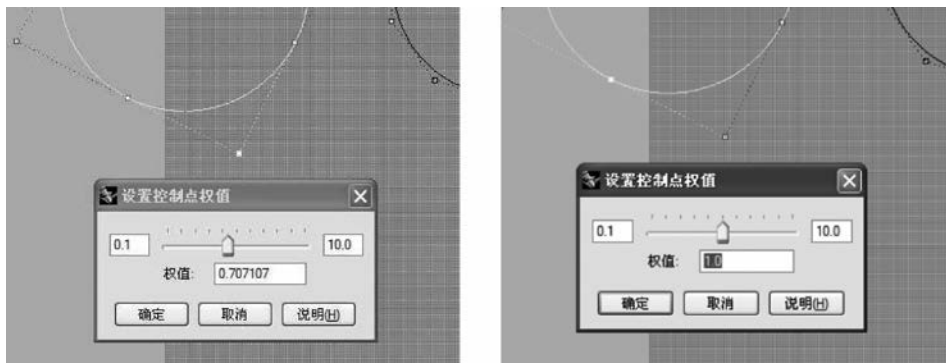


图 8-43 第一个圆的圆外和圆上的 CV 点权值

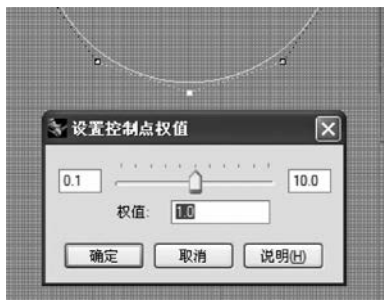



图 8-44 第二个圆上的 CV 点权值



图 8-45 用 What 命令检查第二个圆的属性

文本框中显示控制点为“非有理”，那么“有理”这个定义是相对于 CV 点而言的。再用  工具更改第二个圆上某个点的权值，如图 8-46 所示。再次用 What 命令检查其属性，如图 8-47 所示。可以发现，这个“圆”变成了有理曲线。

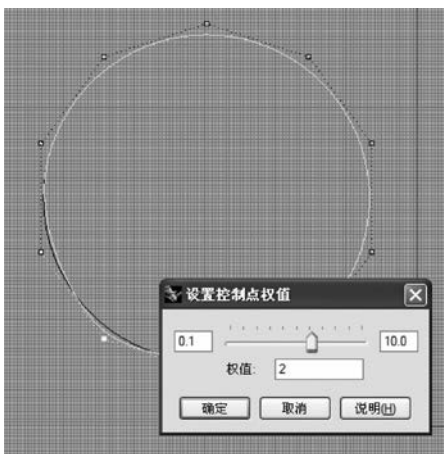


图 8-46 更改第二个圆上某点的权值



图 8-47 再次用 What 命令检查第二个圆的属性

对于 nurbs 而言, CV 点权值不同的曲线就是有理曲线, CV 点权值相同的曲线就是无理曲线。这很好理解, 权值就像 CV 点对曲线的引力, 当 CV 点的权值越大时, 它对曲线的吸引能力也越大。可以通过这个属性来改变曲线的形状, 如图 8-48 所示。

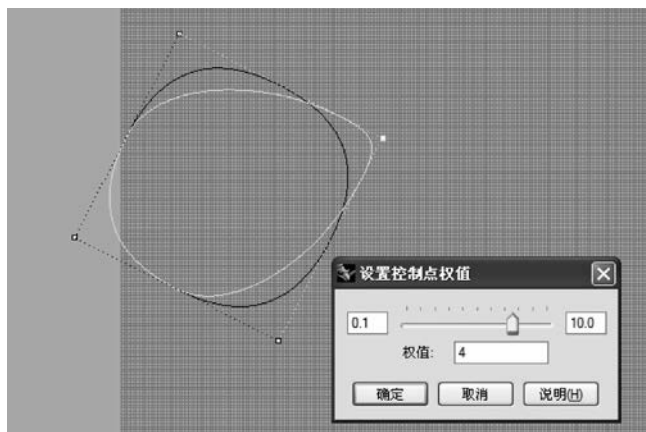


图 8-48 通过设置 CV 点权值改变曲线形状

有理实际上是对无理的一种扩展, 通过附加 CV 点的权值, 可以让 nurbs 曲线具有更丰富的造型能力。

3. 曲线的“阶”

前面提到 nurbs 曲线有 4 种属性, 即 CV、EP、Knot 和 Degree, EP 和 Knot 在前面已经介绍。Degree 很好理解, 就是曲线方程的指数。在 Rhino 中建立圆、抛物线、双曲线等, 需要其函数方程, 如圆是 $r^2 = x^2 + y^2$, 那么圆曲线就是二阶的。

如图 8-49 所示, 可以通过重建曲线命令得到该曲线的“阶”。



图 8-49 通过重建曲线命令得到该曲线的“阶”

一般来说, “阶”越高, 得到的曲线就越光滑。如图 8-50 所示, 黑线、紫线和红线分别是 CV 点分布相同的一阶、三阶、五阶曲线。

Rhino 默认建立的 CV 和 EP 曲线都是三阶的, 对于建筑学的造型基本不需要更改。工业建模, 如汽车 A 级曲面建模, 它要求曲面具有连续性, 那么使用的曲线要达到五阶、七阶, 甚至更高。

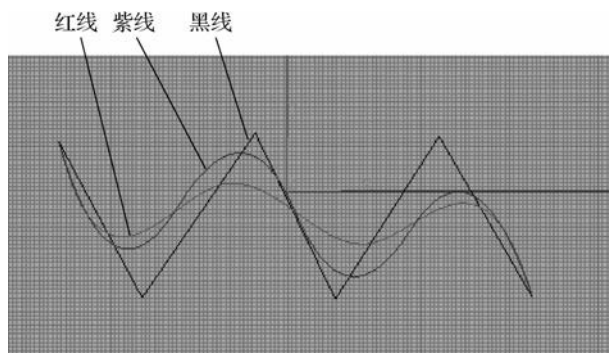


图 8-50 一阶、三阶、五阶曲线

Rhino 现在的版本最高可支持 11 阶。早期的 3D 建模程序没有 CV 权值和 Knot 赋值两个值,描述一个 $(N+1)$ 个 CV 点的曲线需要 N 阶。据此推算,描述一个有 30 个 CV 点的曲线,需要将曲线的“阶”调到 29,解 29 次方程,这对于早期的计算机是无法解决的。而 nurbs 技术由于 CV 权值和 Knot 赋值的存在,使得低阶曲线也可以进行多种造型,因此建议在一般情况下就使用三阶曲线,通过扩展 CV 点来进行细致造型。

8.6 构建曲面

Rhino 中曲面构建工具集在主工具栏的位置如图 8-51 所示。Rhino 几乎拥有所有能想到的曲面构建方法,如产生帘布曲面、沿路径旋转成曲面等。这些命令的主要功能说明如图 8-52 所示。



图 8-51 曲面构建工具集在主工具栏中的位置



图 8-52 曲面构建工具及说明

Rhino 是以曲面为核心的 3D 造型软件,上面列出来的这些命令几乎都很重要,而且都很强大,以前需要在 Sketchup 中通过很多复杂操作才能做出来的形态在 Rhino 中也许一两步就可以完成。

但从以 polygon 为核心的 Sketchup 建模软件转换到以 nurbs 为核心的 Rhino 建模软件,可能还需要一个建模思维上的转换,在讲解这些工具的应用和练习时需逐渐体会到这一点。


这里要讲到的曲面构建命令主要有创建矩形平面、绘制简单曲面、拉伸曲面、放样、旋转等。

8.6.1 创建矩形平面

创建矩形平面工具集及说明如图 8-53 所示。



图 8-53 创建矩形平面工具集及说明

单击按钮 (或输入 Plane),选择参数 D,可以调节 U 和 V 两个方向上的节点数。打开 CV 点命令可以打开曲面的 CV 点阵以对平面表面进行造型,如图 8-54 所示。

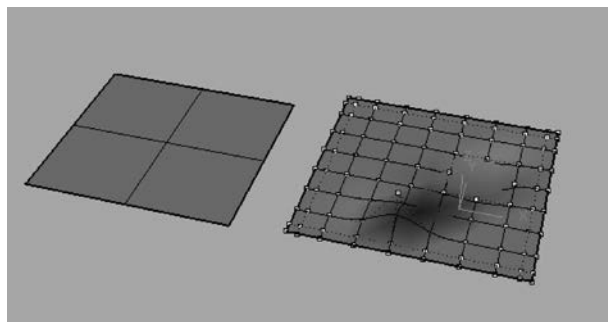



图 8-54 CV 点阵对平面表面进行造型修改

8.6.2 绘制简单曲面

1. 通过 3 点或 4 点构建曲面

单击工具按钮 (或输入 SrfPt),在建模区选择 3 点或者 4 点可创建一个曲面,如图 8-55 所示(选点方式和建立一个点相同,以 4 点创建曲面为例:使用键盘输入一次、使用鼠标选取一次、使用左键+Ctrl 键操作两次)。

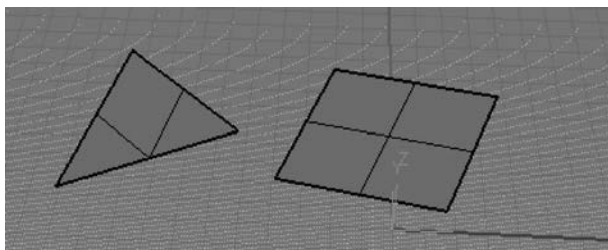




图 8-55 选择 3 点或 4 点创建曲面

2. 通过 2 条、3 条或 4 条曲线构建曲面

单击工具按钮  (或输入 EdgeSrf), 选择 2 条、3 条或者 4 条曲线建立一个曲面。应注意的是, 这个命令中曲线可以是不封闭的。

3. 用封闭的平面曲线构建曲面

可通过工具按钮  (或输入 PlanarSrf) 以封闭的平面曲线构建曲面。这个功能可以构建由曲线组合形成的封闭空间, 因此使用它来开洞很容易, 如图 8-56 所示。

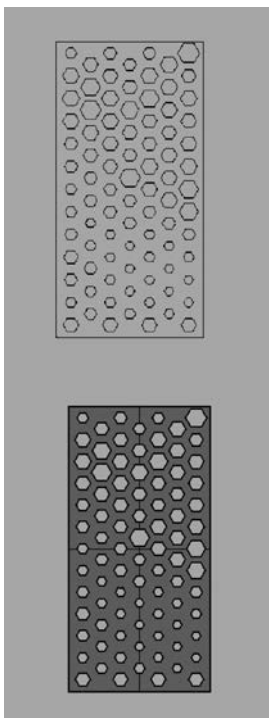



图 8-56 使用 PlanarSrf 命令进行开洞

4. 嵌面

通过工具按钮  (或输入 Patch), 可以把多条不封闭或者封闭的曲线构造成面, 如图 8-57 和图 8-58 所示。

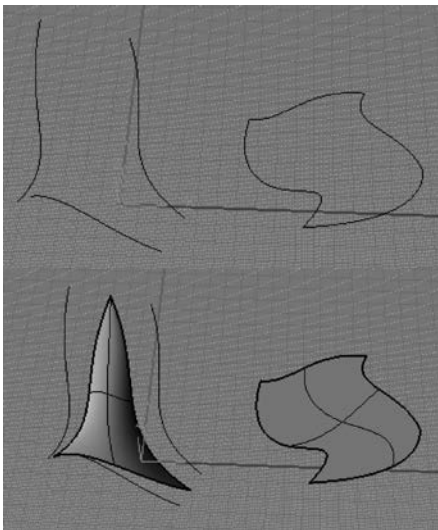


图 8-57 不封闭和封闭曲线构造曲面

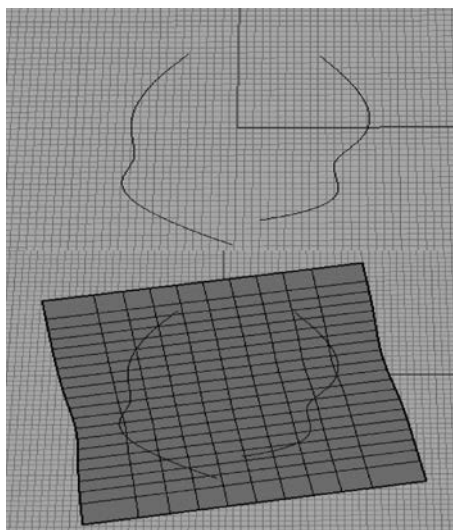


图 8-58 不封闭曲线通过 Patch 构建曲面并超出曲线围合形成的边界


8.6.3 拉伸曲面

当有了曲线生成曲面的建模思维后,拉伸(或输入 Extrude)会成为最常用的建模工具之一。拉伸曲面工具集及说明如图 8-59 所示。




图 8-59 拉伸曲面工具集及说明

1. 沿工作平面垂直拉伸

沿工作平面垂直拉伸按钮 (或输入 ExtrudeCrv)是最基本的拉伸方式,如果有了平面图,可以快速地利用这个工具把平面立起来,如图 8-60 所示。

2. 沿曲线路径拉伸

通过工具按钮 (或输入 ExtrudeCrvAlongCrv)可以沿着一条曲线的路径拉伸所选曲线得到曲面,如图 8-61 所示。

3. 拉伸至 1 个点

通过工具按钮 (或输入 ExtrudeCrvToPoint)可以将曲线拉伸至一个点,如用此命令快速建立一个金字塔,如图 8-62 所示。

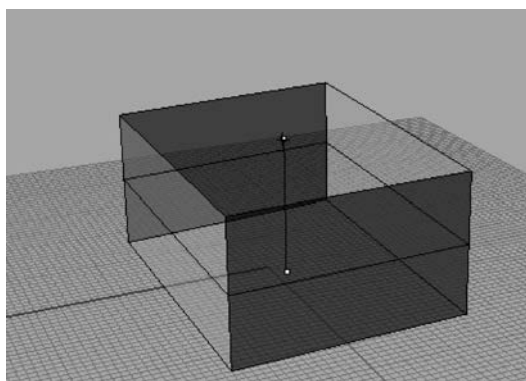


图 8-60 沿工作平面垂直拉伸方形平面

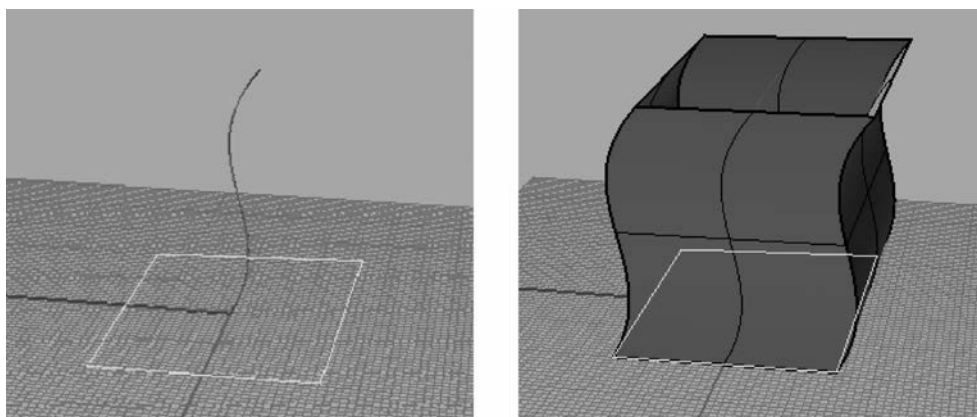


图 8-61 沿曲线路径拉伸方形曲线

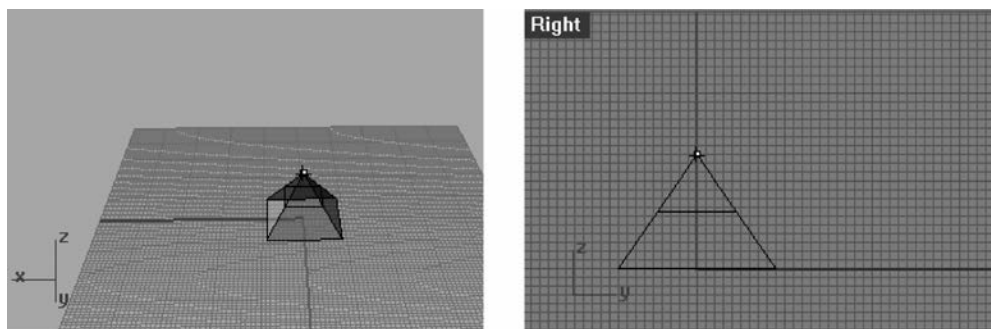


图 8-62 使用 ExtrudeCrvToPoint 命令建立金字塔

4. 拉伸成锥状

拉伸成锥状按钮  (或输入 ExtrudeCrvTapered), 这个命令的特色在于它的参数。通过将拔模角度设置为负数形成一个倒锥状(拔模角度不能为 0), 如图 8-63 所示。

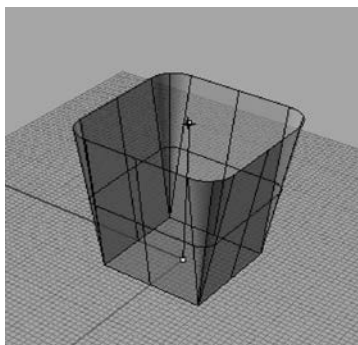


图 8-63 使用 ExtrudeCrvTapered 命令形成倒锥状

8.6.4 放样

放样(或输入 Loft)功能是穿过一系列连续的曲线形成曲面。Rhino 中的这个命令可以把圆形和方形连接起来。例如,先分别建立一个圆形和一个方形的闭合曲线,如图 8-64 所示。单击,按 Rhino 提示选择上下连接的基准点,若是偏一下还可以得到扭曲的效果,如图 8-65 所示。

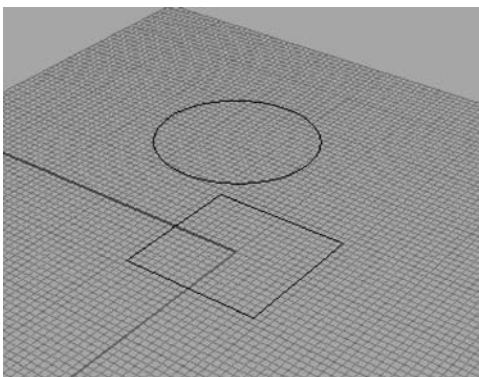


图 8-64 分别建立一个圆形和一个方形的闭合曲线

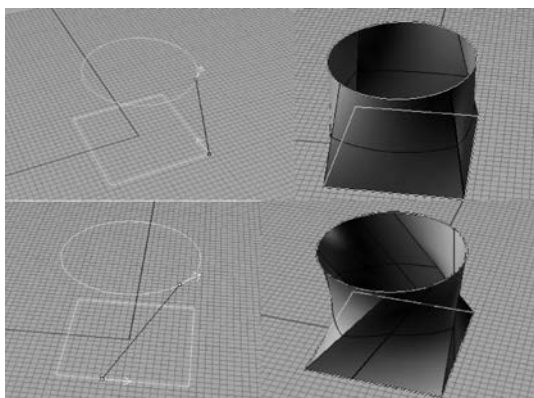


图 8-65 使用 Loft 命令改变放样基准点



图 8-66 “放样选项”对话框

选好之后按 Enter 键,弹出“放样选项”对话框(见图 8-66),其内有很多选项,利用“预览”按钮可以预览更改这些选项后模型中发生的变化。

“放样选项”对话框中的“造型”选项组下拉菜单中有多种模式可供选择。

(1)松弛模式:这个模式允许曲面离开原始曲线,以生成比较平滑的曲面。

(2)紧绷模式:Loft 曲面将更加紧贴原始曲线。

(3)平直区段模式:可以在相邻两条曲线之间产生平直的过渡。

(4)可展开的模式:建立的曲面在某个方向上完全是平直的,这个命令一般脱离需要,很少用到。对话框中的“重建点数”的含义是重建上下两根曲线的 CV 点数。


使用 Loft 命令就可以建立玛丽莲·梦露大厦式样的形态,如图 8-67 所示。细看,它实际上就是由一个基准平面不断旋转得到的。先在 Rhino 中建立一系列垂直方向上的椭圆(25 层),使用工具栏上的旋转工具  (或输入 Rotate)把每层依次旋转 10° ,如图 8-68 所示。



图 8-67 玛丽莲·梦露大厦的形态

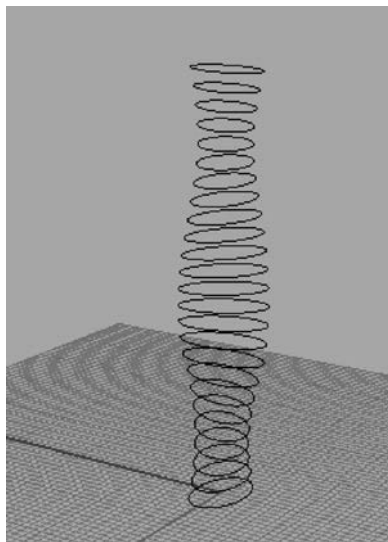


图 8-68 用旋转工具把每层依次旋转 10°

单击 Loft 工具按钮,然后从下往上依次选取每个截面(也可从上往下依次选取,放样的顺序就是鼠标单击对象的顺序)。对扭转椭圆截面使用 Loft 命令,从上往下依次选择截面,如图 8-69 所示。再按 Enter 键,这样梦露大厦的表皮就完成了。再简单地建出每层,这个大厦就初见雏形了,如图 8-70 所示。借用参数化工具,这类形态有更快捷的做法,但参数化工具是通过代替大量的重复操作完成的,对它们的使用仍然是建立在对单个工具的理解之上的。

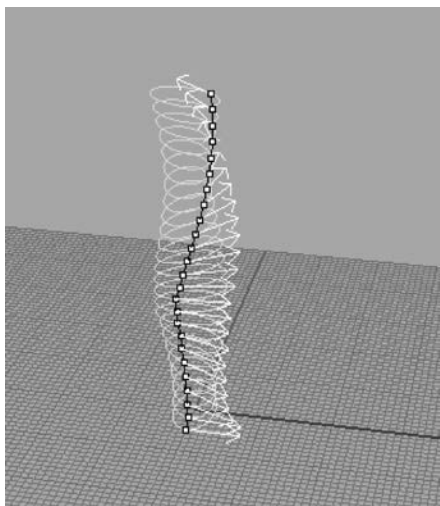


图 8-69 依次选取每个截面

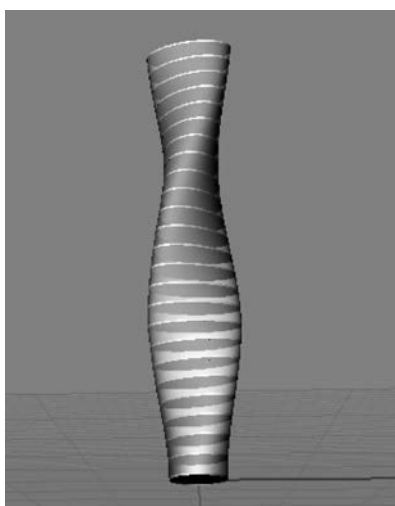



图 8-70 玛丽莲·梦露大厦模型雏形

8.6.5 旋转

使用旋转命令 (或输入 Revolve), 可以很容易得到数学意义上的旋转对称几何体。像由福斯特主持设计的英国伦敦的瑞士在保险总部大厦的这种“子弹”形态, 用这个命令可以很快生成。

建立图 8-71 所示的断面曲线, 单击旋转命令按钮, 再确定旋转轴。可以手动控制角度, 或者在命令行输入旋转角度, 这里填入 360°, 这个“子弹”模型就建好了, 如图 8-72 所示。

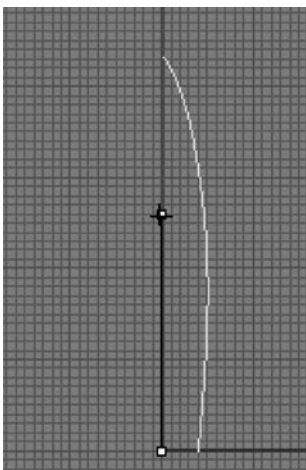


图 8-71 建立断面曲线

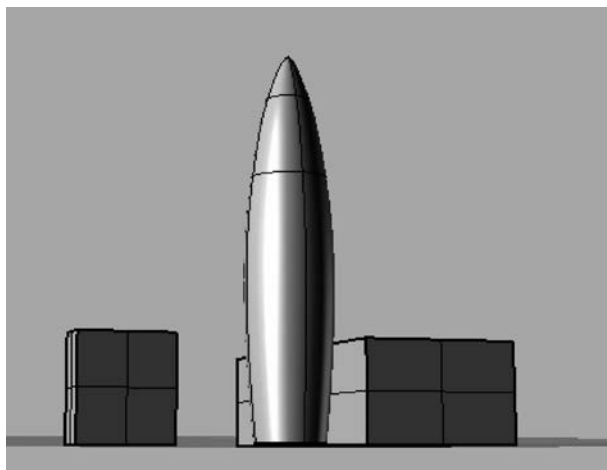


图 8-72 “子弹”模型

8.7 曲面编辑

Rhino 真正强大的部分是它对曲面的编辑功能。可以说任何模型都不是一次性生成的, 一个复杂完整的场景模型是通过对初始造型不断修改和细化而设计出来的。对此, Rhino 提供了很多编辑、修改曲面的功能。曲面编辑工具集如图 8-73 所示。



图 8-73 曲面编辑工具集

8.7.1 曲面的分割与修剪

1. 曲线作为分割边界

曲线作为曲面的分割边界,不需要在曲面上。但需记住一点的是,曲线对曲面的分割是以工作平面投影线为分割基础的,如图 8-74 所示。

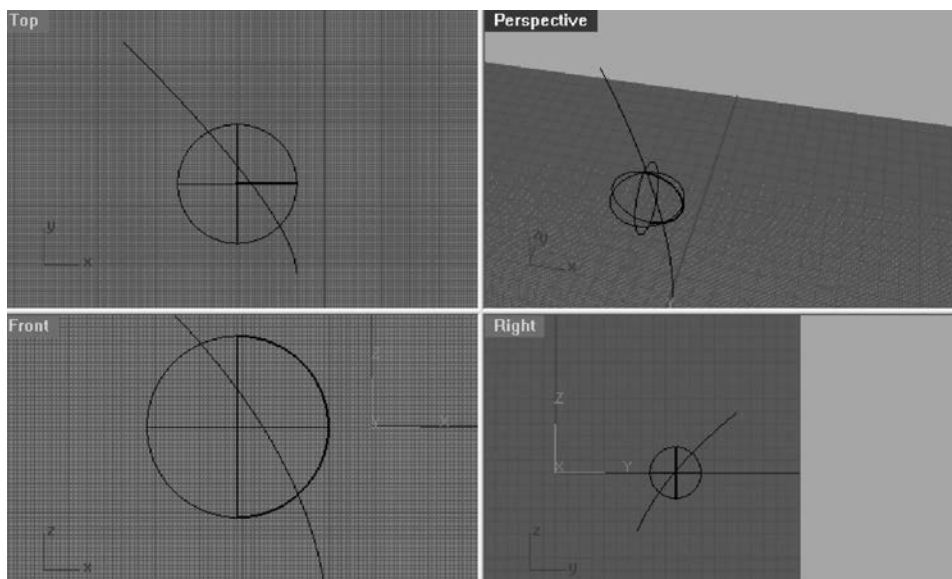


图 8-74 要分割的球体和曲线

在 Top 视图下选择曲线对曲面进行分割,如图 8-75 所示。

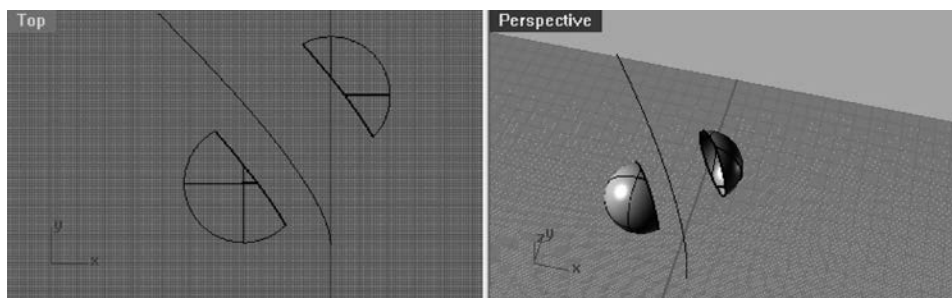


图 8-75 在 Top 视图下选择曲线对曲面进行分割

在 Right 视图下选择曲线对曲面进行分割,如图 8-76 所示。通过这个例子可以看出曲线对曲面进行分割是怎样的一种运作原理。

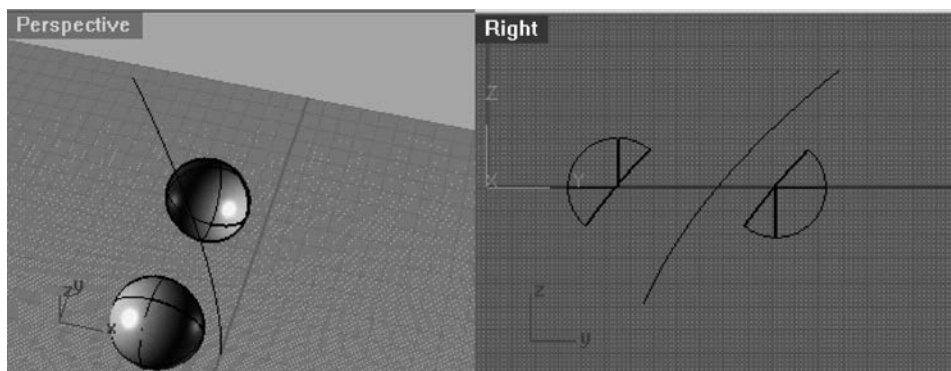


图 8-76 在 Right 视图下曲线对曲面进行分割

2. 曲面作为分割边界

若是曲面和曲面进行分割, 曲面之间必须相交, 并且相交部分能够将被分割曲面“割开”, 否则不能进行分割, 如图 8-77 和图 8-78 所示。

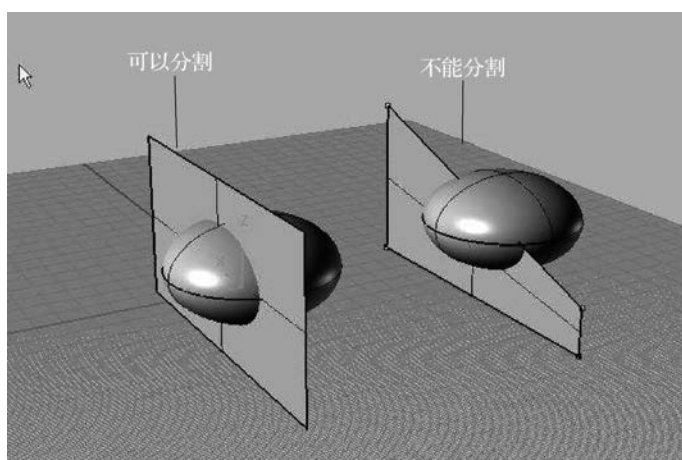


图 8-77 曲面作为分割边界的条件

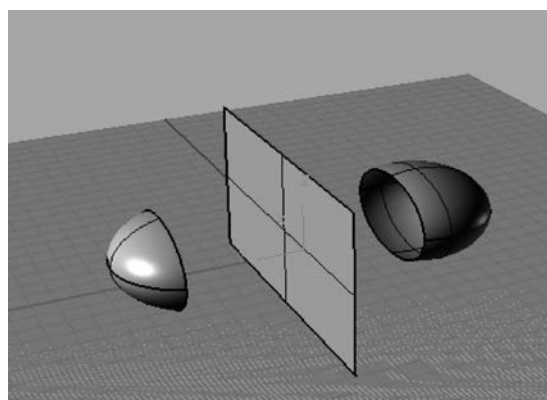




图 8-78 分割效果


3. 还原分割和修剪

曲面分割和修剪的实质是隐藏,在任何时候都可以使用 Untrim 或右击  来恢复被分割和修剪的对象。执行此命令之后,选择被修剪对象的边缘即可。关于修剪,它和分割的实质是一样的,这里不多讲。


8.7.2 组合曲面

组合(或链接)曲面使用组合命令  (或输入 Join)。组合命令可以把拥有公共边界或者边界相距很近的曲面对象结合成一个对象。被组合的曲面组叫作多重曲面。

很多人认为这个命令是一种编组的命令,其实不然。Rhino 在渲染时会将 nurbs 转换为 polygon,但 polygon 对象不可能像 nurbs 一样具有天生描述曲面的功能。所以,在曲面转化为多边形的过程中,两个本来紧贴的曲面可能出现“漏光”的现象。若是这两个曲面被结合成了多重曲面,那么 Rhino 在转换时会将它们处理成一个对象,而不会出现“漏光”情况。

所以,建议在渲染之前尽量组合模型中能够组合的面。组合命令的反命令为炸开  (或输入 Explode)。

8.7.3 延伸曲面

延伸曲面  (或输入 ExtendSrf)。延伸曲面和延伸曲线不同,它不能将曲面延伸至某个对象。执行这个命令后,选择需要延伸的曲面边缘。延伸类型有直线延伸和平滑延伸两种,显示平滑类型时,命令行提示如图 8-79 所示。

然后,在命令行输入延伸长度或者用鼠标指定延伸曲面长度(见图 8-80)即可。

```

选取要延伸的曲面边缘 (类型(T)=直线): 类型=平滑
选取要延伸的曲面边缘 (类型(T)=直线): 类型=平滑
选取要延伸的曲面边缘 (类型(T)=平滑)

```

图 8-79 延伸为平滑类型

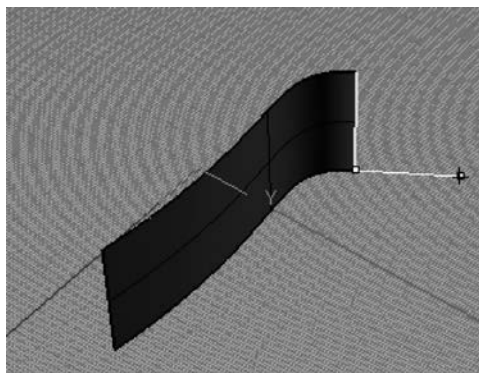




图 8-80 鼠标指定延伸曲面长度

8.7.4 曲面倒角

曲面倒角和曲线倒角一样,分为倒圆角  和倒斜角  两种。后面还会遇到一种倒角命令,即实体倒角。实体倒角在建模时往往比曲面倒角更好用。

曲面倒角命令只能针对两个曲面进行倒角,倒角的位置由鼠标确定。例如,建立一组如图 8-81(a)所示的曲面,使用倒角命令分别用鼠标单击字母标示的位置,结果如图 8-81(b)所示。

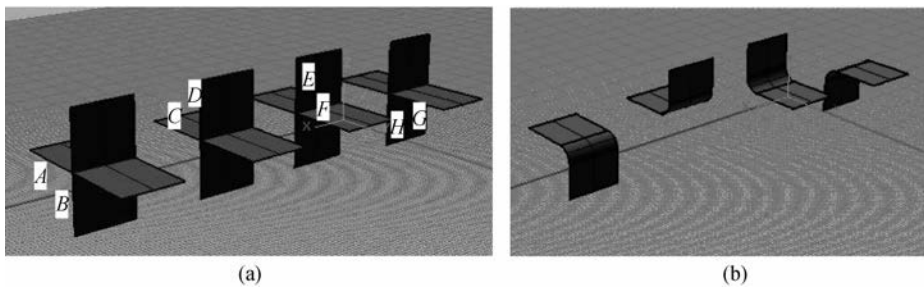


图 8-81 曲面倒角实例

倒角结果一目了然。注意使用倒角的命令参数,可以选择是否修剪和延伸等参数。倒角不仅适用于开放曲面之间,它还适用于闭合曲面之间(如球体),如图 8-82 所示。

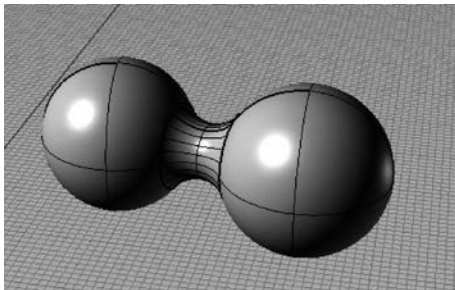



图 8-82 球体间的倒角

8.7.5 混接曲面

混接曲面 (或输入 BlendSrf) 的功能非常强大,用它可以在两个曲面间产生一个过渡曲面。我们看到的汽车等工业产品模型,它们的整个外形怎么可能只是一块面呢?很多时候,这些模型都是由若干曲面组合起来的。其建模思维大多数是先建立关键曲面,再把这些曲面连起来。混接曲面在其中用得最多。例如,建立图 8-83 所示的两个曲面,单击混接曲面命令按钮,先用鼠标选择边界 A 处,按空格键,再选择边界 B 处,按空格键,最后再选择边界 C 处,如图 8-84 所示。

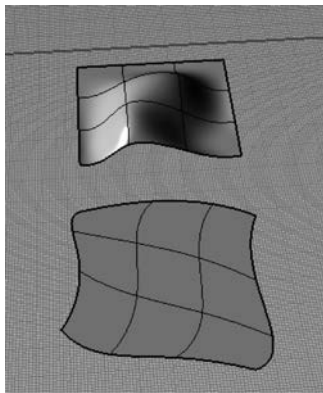


图 8-83 建立两个曲面

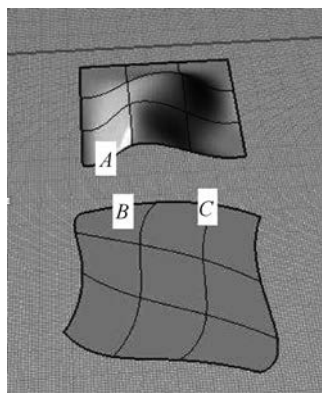


图 8-84 单击混接命令后选择边界

此时,弹出“调整混接转折”对话框,在对话框中可以通过控制调节钮来调节原始曲面在转折处对混接曲面的影响力度。也可以通过手动拉动曲线 CV 点进行控制,如图 8-85 所示。

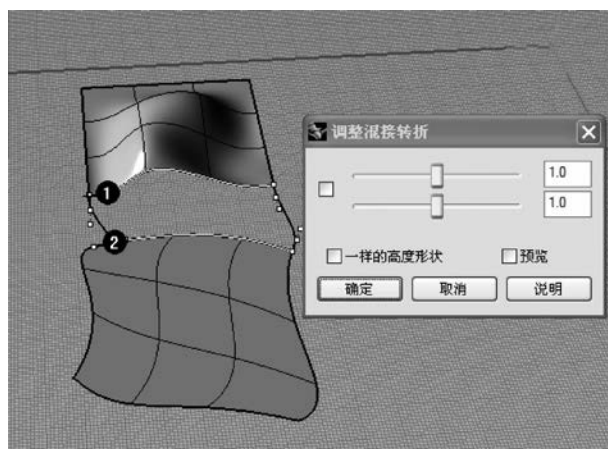


图 8-85 控制混接转折

最终生成图 8-86 所示的混接曲面。若再依次选择 A、C 处边界点,连接边界会发生图 8-87 所示的变化。

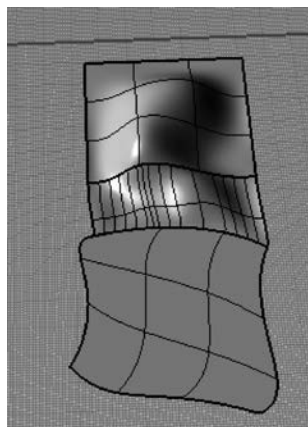


图 8-86 最终混接曲面

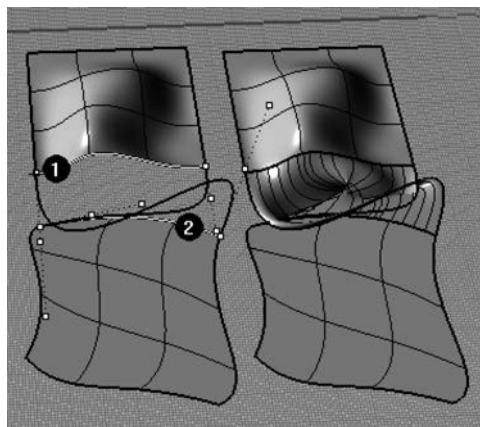



图 8-87 再次选择 A、C 处边界点连接边界发生的变化

混接曲面命令在两个曲面之间生成混合曲面时,需要统一封闭边结合点的方向,这不能通过程序自动判断,而需要通过距鼠标选择位置最近的边界点来判断。第一次混接是正常的,第二次封闭边结合点的位置虽然相同,但方向相反,所以混合曲面发生了翻转现象。

8.7.6 合并曲面

合并曲面 (或输入 MergeSrf) 命令可以用来合并两个曲面,这个功能用起来不太方便,因为它的限定条件比较多。能够被合并的两个曲面必须是未修剪的,至少有一边“完全重合”。平滑功能可以确定相交处是否平滑,公差允许相交处存在很小的边界差距。图 8-88 为不同参数下的效果。

尽管如此,还是有很多满足以上两个条件的曲面不能通过这个命令被合并为一个曲面,这与曲面的内在性质有关。

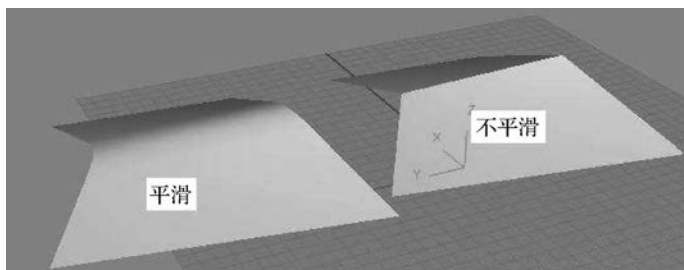



图 8-88 不同参数下的平滑效果

8.7.7 衔接曲面

衔接曲面  (或输入 MatchSrf) 功能不能把两个曲面合并在一起,但它能让两个曲面边界“完全重合”。合并曲面失败时,可以使用衔接曲面命令先把两个曲面的边界重合在一起。

单击“衔接曲面”按钮,会提示两次选择曲面边缘。衔接曲面命令会给出一系列选项,如图 8-89 所示。

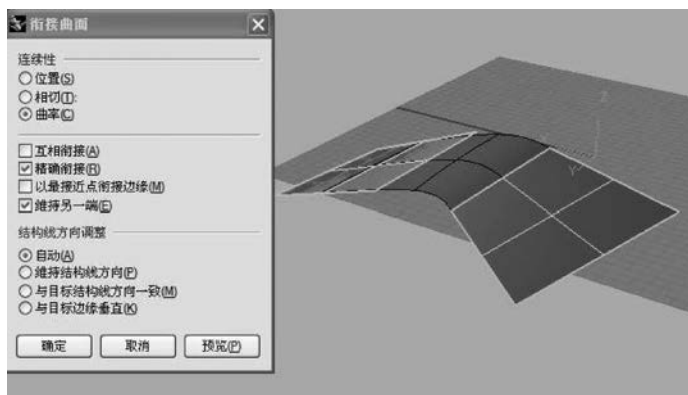


图 8-89 衔接曲面的多种选项

选项中的主要参数的功能如下:

(1) 位置(又称 G0 连续)。其可理解为第一个曲面继承第二个曲面的位置,如图 8-90 所示。

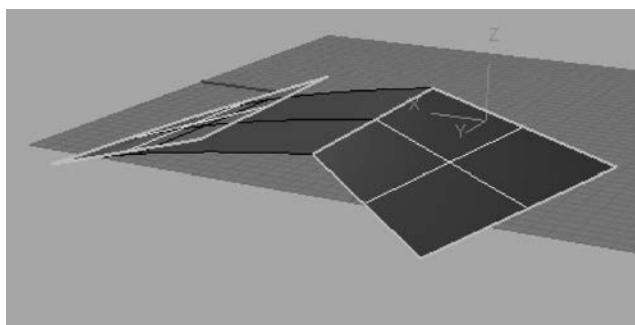


图 8-90 位置连续

(2)相切(又称 G1 连续)。其可理解为第一个曲面与第二个曲面相切,如图 8-91 所示。

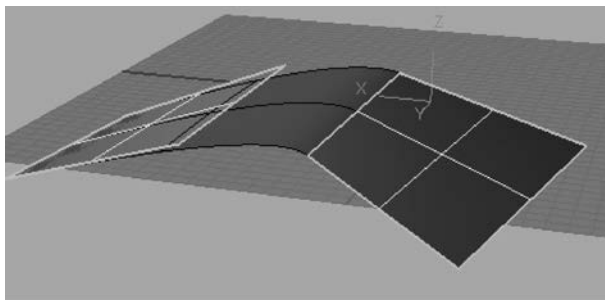


图 8-91 相切连续

(3)曲率(又称 G2 连续)。其可理解为第一个曲面继承第二个曲面的曲率(此时两者结合最为平滑,但产生较大的位置差),如图 8-92 所示。

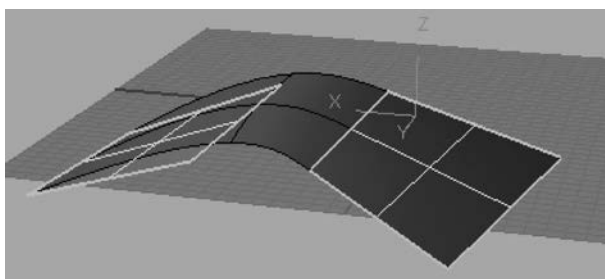


图 8-92 曲率连续

(4)互相衔接。第一个曲面和第二个曲面互相继承,发生 G0、G1 和 G2 连续。

(5)维持另一端。其是指维持第一个曲面选取边界所在位置。另外,注意结构线方向和混接命令类似,衔接时一定要单击同一侧,否则会出现类似图 8-93 所示错误的衔接。

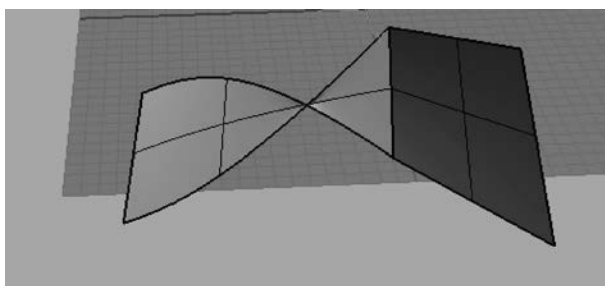


图 8-93 错误的衔接