

第一章 RHINO 软件介绍及安装	2
前言	2
1.1 相关的软件介绍	2
1.2 RHINO 软件介绍及作品欣赏	3
1.3 RHINO 软件的安装	3
第二章 工作流程和基本概念	4
2.1 RHINO 软件的工作流程	4
2.2 常用概念解释	4
第三章 界面和导航操作	6
3.1 界面初识	6
3.2 单位和模板	6
3.3 鼠标操作	7
3.4 视窗和导航	7
3.5 物体的选择	8
3.6 命令行的使用	9
第四章 二维图形绘制	10
4.1 直线绘制以及定点的方法	10
4.2 圆和矩形的绘制	11
4.3 曲线绘制和编辑修改	11
4.4 二维线条的编辑	13
第五章 基础曲面的创建	14
5.1 实体创建和基本变换命令	14
5.2 二维转三维的命令	15
5.3 曲面的创建	16
第六章 曲面的编辑及从曲面获得曲线	20
6.1 曲面的布尔运算	20
6.2 基本曲面编辑	21
6.3 从曲面上获得曲线	22
第七章 高级曲面编辑和曲面优化	24
7.1 连续性测试	24
7.2 曲线和曲面的连续性工具	26
7.3 曲面的优化	28
第八章 输入和输出	30
8.1 输入背景图片	30
8.2 尺寸标注和制作 2D 图形	30
8.3 简单渲染和输出	31
8.4 将犀牛模型导出到 3DSMAX 当中	31

第一章 RHINO 软件介绍及安装

前言

日本日立公司作过统计, 该公司每增加 1000 亿日元的销售收入, 工业设计所占的作用占 51%, 而设备改造的作用只占 12%。由此可见工业设计的巨大作用。目前中国大陆正在已经逐步由代工企业转型为更高层次的自主品牌、自主设计的模式, 所以在未来需要大量的工业设计的人才。产品诉求上也从“量的满足”转向追求“质的满足”甚至“感情的满足”。

工业设计专业的全称为工业产品造型设计。产品造型过程中常需要将设计产品虚拟出来以实现设计模型化。运用计算机绘制虚拟模型的方式有网格、面片以及 NURBS 等多种; 但 NURBS 造型方式目前是最好的, 尤其在建立复杂曲面模型方面更体现出其优越性。NURBS 造型方式的应用遍及工业、军事、艺术等许多领域。

本书将从基础开始介绍学习 PC 机上应用最广泛, 功能最强大的软件 Rhinoceros! 本书着重表现软件的工作流程以及核心概念, 用一些示例来学习最常用的命令, 较少用的到命令则在电子文档的帮助文件中。

工业设计概述

什么是工业设计? 工业设计, 其英文缩写 ID, 英文全称为 Industrial Design. 国际工业设计协会联合会(International Council Societies of Industrial Design)是这样定义工业设计的: “就批量生产的产品而言, 凭借训练、技术知识、经验及视觉感受而赋予材料、结构、形态、色彩、表面加工以及装饰以新的品质和资格, 叫做工业设计。根据当时的具体情况, 工业设计师应在上述产品工业产品的全部侧面或其中几个方面进行工作, 而且, 当需要工业设计师对包装、宣传、展示、市场开发等问题的解决付出自己的技术知识和经验以及视觉评价能力时也属于工业设计的范畴。”

工业设计三大领域:

视觉传达设计(Visual Communication Design)-是对人与人之间实现传播的信号、符号的设计, 是一种以平面为主导的造型活动。

产品设计(Product Design)-是为了生存发展而对以立体工业品为主要对象的造型活动, 是追求功能和使用的重要领域, 使人与自然的媒体!

环境设计(Environment Design)-是以整个社会和人类为基础的大自然空间设计, 也称空间设计, 是自然与社会间的物质媒介。。

1.1 相关的软件介绍

按照软件的规模和精度, 一般分为结构设计(强调内部结构、生产和加工连接)和外观设计(强调形式、材料、风格)两个部分

高端结构设计软件: CATIA UG PRO/E

这些软件, 价格昂贵, 功能强大。为机械制造企业提供包括从设计、分析到制造应用的功能。主要在飞机汽车等大型企业。

中低端软件: SOLID EDGE INVENTOR 等, 应用于小型制造业企业。Solidworks

外观设计软件: 专业外观设计——ALIAS \ RHINOCEROS 等

Alias(design studio)又称 Studiotoools, 在工业设计软件中处领导地位, 是一套相当专业工业设计和模拟动画软件, 由加拿大 Alias/wavefront 公司开发(已经被 AUTODESK 公司收购)。

非专业设计软件: 3DSMAX PHOTOSHOP CORELDRAW 等等

1.2 RHINO 软件介绍及作品欣赏

Rhinoceros 是一个基于 NURBS 的造型软件。强大的曲面建造和优质的模型结构使得它能够轻松自如的创建非常精确的工业产品、建筑、首饰、家具的三维模型。从设计稿、手绘到实际产品, 或是只是一个简单的构思, Rhino 所提供的曲面工具可以精确地制作所有用来作为彩现、动画、工程图、分析评估以及生产用的模型。

Rhino 可以在 Windows 系统中建立、编辑、分析和转换 NURBS 曲线、曲面和实体。不受复杂度、阶数级以及尺寸的限制。Rhino 也支援多边形网格和点云

特色包括:

不受约束的自由造形 3D 建模工具 以往您只能在二十至五十倍价格的同类型软件中找到这些工具。让您可以建立任何可以想象的造形。

精确 完全符合设计、快速成形、工程、分析和制造从飞机到珠宝所需的精确度。

兼容性 兼容于其它设计、制图、CAM、工程、分析、着色、动画以及插画软件。

读取和修复难以处理的 IGES 档案。

容易使用 非常容易学习使用, 让您可以专注于设计与想象而不必分心于软件的操作上。

高效率 不需要特别的硬设备, 即使在一般的笔记型计算机上也可以执行。

经济实惠 普通的硬设备, 容易上手, 价格相当于一般的 Windows 软件, 并且不需额外的维护费用。

目前广泛的应用与韩国、台湾等工业设计发达的地区。

1.3 RHINO 软件的安装

- 1 需要安装基本软件包, 安装过程中填写入 CDKEY 即可。注意: CDKEY 的类型要使用 Ignore Asian OS version when locking 。

- 2 安装升级软件

- 3 将中文语言包拷贝到安装目录中的\System\Languages 下

- 4 启动犀牛软件, 第一次启动将会载入相关组件, File>Properties 下进行设置, 将 Appearance> language used display 设置为中文, 点 ok 重起即可。

第二章 工作流程和基本概念

2.1 RHINO 软件的工作流程

犀牛是一个以创建模型为主的软件。本身只有很简单的材质和灯光渲染能力。

分析模型表面——分解创建曲面——连接各个部分——测试曲面的连续程度——编辑和调整——简单渲染——渲染器或者输出到别的软件渲染

2.2 常用概念解释

NURBS: 非均匀有理 B 样条, NURBS 曲线和曲面不存在于传统绘图世界中。它们是使用计算机特别为 3D 建模而创建的。曲线和曲面表示 3D 建模空间中的轮廓或形状。它们是在数学上构造出来的。

在 RHINO3D 中共有五种数据类型: 包括点、线、面、体及网格

Point 点: 点是在 RHINO3D 中最简单数据类型, 由一个小圆点来代表

CURVE 曲线: 无论您从线菜单下绘制的线段、复合线、弧、圆、随意曲线或者其他的物体均属于 NURBS 曲线。您都可以选择、修改、删除这些线, 线可以是闭合或不闭合, 可以是二维或三维。

EDGE 边: 是曲面的边界

SURFACE 曲面: NURBS 也可以表现为面。在面的菜单下, 系统有许多工具把一些形状任意的曲线构成面。在系统中可以把任何的形状转化为 NURBS。

无论是线、面、体等物体的创建, 它们都可以表现为 NURBS 物体

POLYSURFACE 多面体或者多面形, 通过 JOIN 连接在一起的多个曲面, 是可以被炸开成单一曲面的

MESH 网格: 在 3DSMAX 中的网格三维模型, RHINO 中不能编辑, 是用来和别的软件交换数据的

连续性的概念

通常我们说曲面有 G0、G1、G2 三种连续。G0 连续 (也称为点连续) 在每个表面上产生一次反射, 这种连续仅仅保证曲面间没有缝隙而是完全接触; G1 连续 (也称为切线连续)

将产生一次完整的表面反射，反射线连续但呈扭曲状，这种连续仅是方向的连续而没有半径连续，我们通常的倒圆角就是这种情况；G2 连续（也称为曲率连续）将产生横过所有边界的完整的和光滑的反射线。曲率连续意味着在任何曲面上的任一“点”中沿着边界有同样的曲率半径。外观质量要求高的产品需要曲面做到 G2 连续，其实曲面做到这一点难度是很大的。在我们一般的产品设计中 G1 连续就能满足大部分产品开发需要。但是随着社会的不断进步，人们对 3C 类产品的要求也越来越高，不仅仅满足于功能上需求，而且对产品的外观设计也有同等重要的需求。同时，为了在产品概念设计中得到美妙、逼真的渲染效果，对曲面的连续性也有较高要求。因此，对产品外观质量的检测和评估也是一项非常有意义的工作

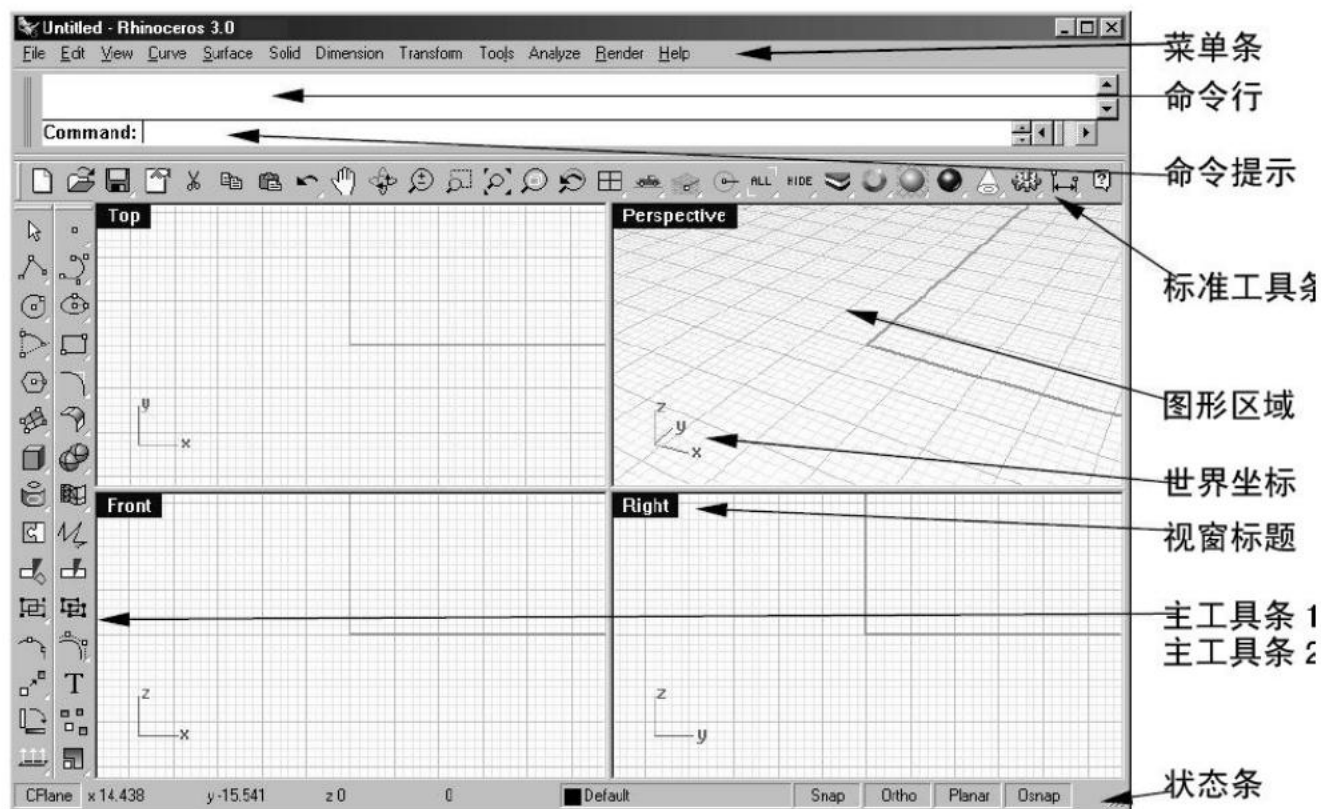
文件格式

RHINO 使用的自身的 11 格式。

但也可以打开 3DS DWG IGES DXF OBJ 等文件格式

第三章 界面和导航操作

3.1 界面初识



工具条的设置

在菜单“工具”——工具栏配置——文件——打开——在安装目录中 SYSTEM 目录中选择 default.tb 文件可以恢复默认的工具条，也可以在下面关闭和打开一些工具条

3.2 单位和模板

在 工具菜单——选项当中，UNIT 部分可以设置使用的单位为毫米

当我们新建一个文件的时候，需要选择单位模板。如果需要选择毫米单位，则 Millimeters.3dm

在 工具(tool) 菜单——选项(option) 当中，GRID 设置可以调整网格的最大范围以及是否显示

3.3 鼠标操作

在犀牛当中，鼠标的操作是非常灵活的。

把鼠标放在某一个按钮上多点时间，则会出现按钮的名称和操作提示。

有的按钮会有两个提示，代表在此按钮上点击左键和右键是不同的结果。

和 AUTOCAD 类似，鼠标右键很多时候等于回车（enter）

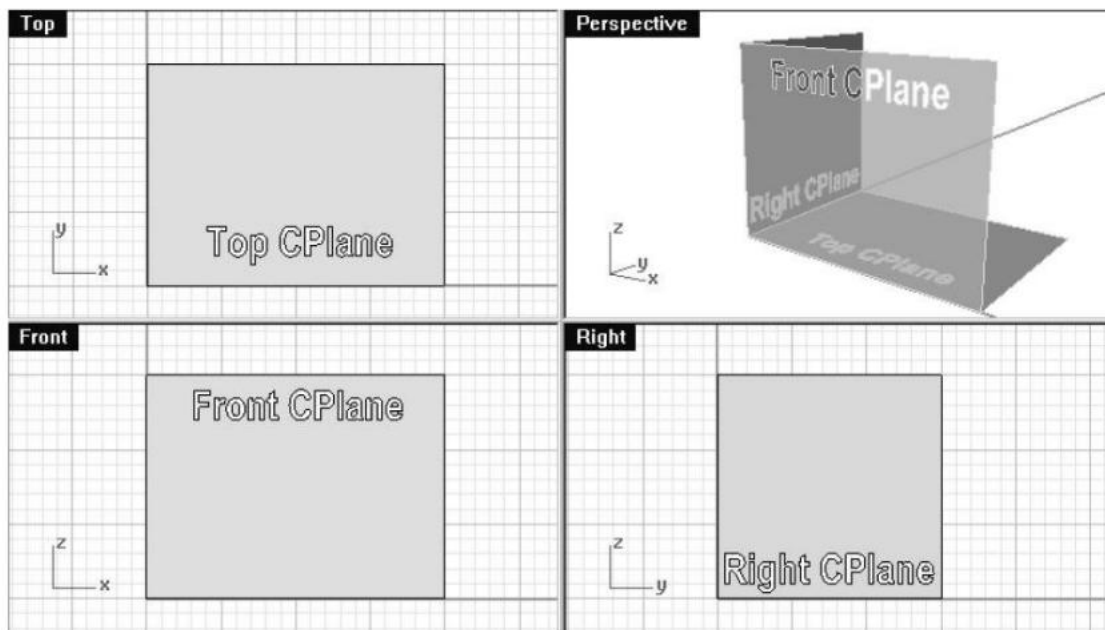
在正交窗口中，鼠标的右键可以平移，中间的滚轮进行缩放。

在透视窗口中，鼠标的右键可旋转视窗，中间滚轮缩放，SHIFT+右键平移。CTRL+右键缩放。

中键是一些常用的命令快捷操作。

左键在操作中进行选择、确定等操作。

3.4 视窗和导航



四个基本视窗分别是

TOP	顶视图
FRONT	正视图
RHIGHT	右视图
PERSPECTIVE	透视图

其他视图在视窗标题上单击右键，设定视图，可以选定其他窗口。



依次的操作分别是：

平移、旋转、动态缩放、区域缩放、充满（左键是当前窗口充满、右键是全部窗口图形充满）、选择物体充满、返回上次视图、恢复四窗口



左键是着色显示，右键是线框显示。

在任一视窗标题上双击左键，就可以将窗口满屏幕显示，再次双击则返回四窗口。



HIDE 就是将选择的物体隐藏起来，右键是取消隐藏

LOCK 就是将选择的物体进行锁定（锁定以后变灰只能看不能改）。

右键是解除锁定

INV HIDE 将不选择物体隐藏（即隐藏选择物体以外的其他物体）

INV LOCK 将不选择物体锁定（即锁定选择物体以外的其他物体）

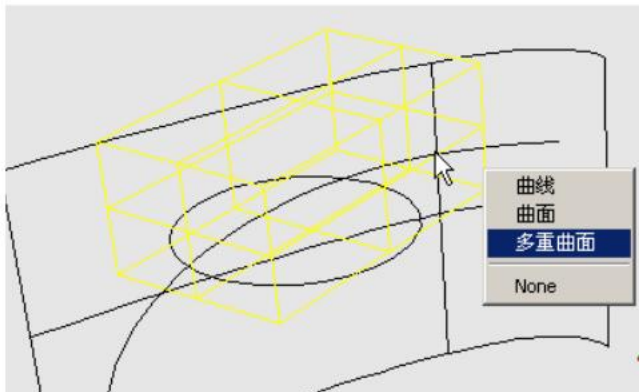
LOCK SWAP 交换锁定（把锁定和不锁定的物体交换）

HIDE SWAP 交换隐藏（把隐藏和不隐藏的物体交换）

3.5 物体的选择

犀牛操作中，可以类似 AUTOCAD, 先选择对象再找命令，或者根据命令需要选择合适的对象。

犀牛有一个很特别的选择功能，即选择物体提示。当鼠标点击的位置上有多个对象的时候，会出现一个选择列表，在列表中选择所需要的对象就可以避免很多误选择。



选择一个物体：左键单击

累加选择：CTRL

减少选择：SHIFT+ CTRL

单按 SHIFT 键，既可加也可减选择

包含选择：从左向右拉选择框，完全包住即选择

交叉选择：从右向左拉选择框，碰到即选择

全部选择：CTRL+A

特殊选择：在编辑菜单——选择物体中

按物体的类别选择、按材料选择、按组选择，按颜色选择等……

3.6 命令行的使用

RHINO 可以和 AUTOCAD 一样使用命令。命令行不仅仅可以输入数据，还可以看到每一个步骤的具体提示。



可以直接用鼠标在上面点取选择。

空回车或者空格或者右键就等于重复上一次的命令。

第四章 二维图形绘制

4.1 直线绘制以及定点的方法



直线绘制命令组，里面有各种绘制直线的方法，最常用的是 polyline

一般直线绘制，只要依次点击就可以了。

操作看提示——

多重直线的下一点。操作完毕请按 *Enter* 键 (*Close (C)*) 撤消 (*U*)):

用 *SHIFT* 可以强制正交；*TAB* 可以锁定选定的方向

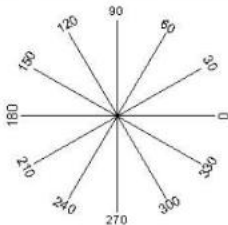
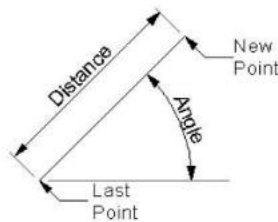
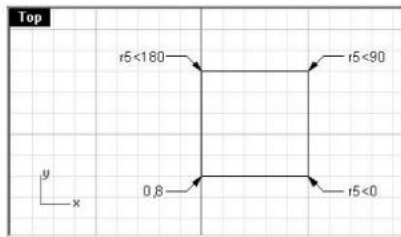
如何精确定点呢？坐标的精确输入和捕捉功能都能使我们精确绘图。

A 可以使用绝对坐标，如图 输入 0, 8

B 相对上一点的坐标变化量，如图 输入 r5, 8 或者 @5, 8

C 相对极坐标, 输入距离和方向 如图 输入 r5<90 或者 @5<90

注: 角度是相对 0 度方向。以逆时针为正。



捕捉和其他辅助功能

状态行控制

正交

平面模式

捕捉

正交: 快捷开关 *F8* , 强制绘制水平和垂直线条

平面模式: 打开平面模式后, 线条将保持和第一个点相同高度的平面上 (不能捕捉)

对象捕捉: 显示对象自动捕捉的开关

打开后如图

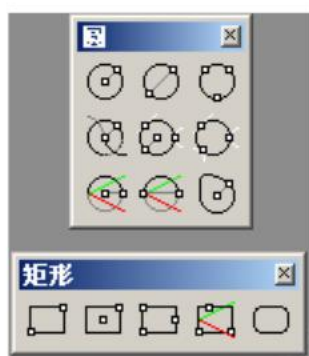
<input type="checkbox"/> End <input type="checkbox"/> Near <input type="checkbox"/> Point <input type="checkbox"/> Mid <input type="checkbox"/> Cen <input type="checkbox"/> Int <input type="checkbox"/> Perp <input type="checkbox"/> Tan <input type="checkbox"/> Quad <input type="checkbox"/> Knot <input type="checkbox"/> Project <input type="checkbox"/> Disable		
End	端点	End snaps to the end of a curve, surface edge or polyline segment.
Near	最近点	Near snaps to the nearest point on an existing curve or surface edge.
Point	点	Point snaps to a control point or point object.
Mid	中点	Midpoint snaps to the midpoint of a curve or surface edge.
Cen	圆心	Center snaps to the center point of a curve. This works best with circles and arcs. With other curves, you will snap to the center points of circles based on the curvature at any given point.
Int	交点	Intersection snaps to the intersection of two curves.
Perp	垂足	Perpendicular To snaps to the point on a curve that makes a perpendicular to the last selected point. Works only when you are selecting a series of points.
Tan	切点	Tangent To snaps to the point on a curve that makes a tangent to the last selected point. This only works when you are selecting a series of points.
Quad	四分点	Quad snaps to the quadrant point. The quadrant point is the maximum or minimum direction on a curve in the x or y construction plane direction.
Knot	节点	Knot snaps to knot points on curves or surface edges.

PROJECT：投影捕捉，强制捕捉的点投影到坐标平面上，保证完全共面

DISABLE：捕捉的开关，启用或者关闭自动对象捕捉。

4.2 圆和矩形的绘制

圆和矩形的绘制命令组。



各种绘制圆和矩形的方法供做图者根据需要选择。

也可以在命令行中根据需要选择合适的参数和方法

如矩形命令 *rectangle*

矩形的第一角（三点(P) 垂直(V) 中心点(C) 圆角(R)）：

其他的基本绘图命令，如弧线、多边形、椭圆等等都是类似的绘制方法，这里就不一一描述了。

4.3 曲线绘制和编辑修改

4.3.1 曲线绘制工具组



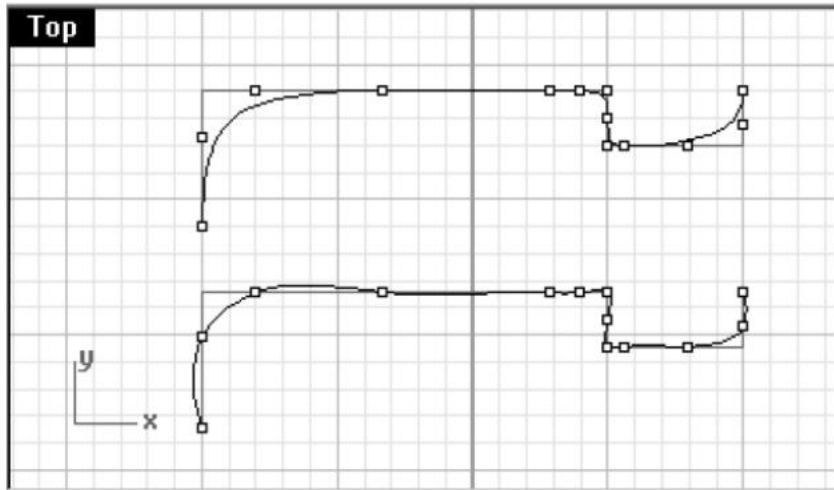


控制点曲线，是一种用控制点来相对控制点的形状曲线。控制点并不在曲线上。这是 RHION 中最常用的曲线形式，不能绘制直线，很难控制，需要大量的练习去寻找规律。



内插点曲线，是通过内插在曲线上的点来控制曲线，控制点在曲线上，但每一个点都会影响整个曲线的形状。


用这两种曲线绘制下图形状



我们会发现一些规律，控制点曲线其实更容易控制。但要精确控制曲线形状需要更密集的点。尤其是模拟直角转角部位。转角越尖锐，加的点越多！

其他的曲线绘制命令，可自行尝试。注意提示的要求。均可使用捕捉和精确定点。

4. 3. 2 曲线的点的编辑

选中绘制好的曲线，F10 可以打开控制点。F11 关闭控制点。或者左键点  可打开选择物体的控制点，右键关闭。



点的编辑工具组
可以直接移动控制点。



增加控制点

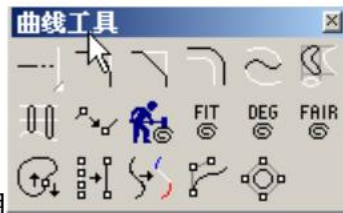


减少控制点



增加一个锐角转折点（可在曲线中，增加尖锐角度的转折）

4.4 二维线条的编辑



二维线条编辑工具组



Extend : 延伸曲线。能指定边界或者动态延伸曲线。按提示操作即可。



Fillet : 倒圆角。在曲线之间产生圆角过渡。按提示设置半径, 依次选择线条即可 (斜角命令类似)



Offset : 偏移曲线。 产生平行复制的偏移曲线。输入偏移距离, 用鼠标选择偏移方向。



Changdegree: 改变曲线度数。一条曲线的度数在表现所使用的等式里面是最主要的指数. Degree 值越高曲线越圆滑, 度数为 1, 是直线; 改为 3, 可以继续编辑为曲线。



Trim : 裁剪。 选择边界线条, 将多余部分裁剪掉。(可操作曲面)

操作步骤: 选择裁剪边界——选择完毕后, 右键或者回车结束——选择需要裁剪的对象部位——右键或者回车结束。



split : 分离。以一个边界或者某个点断开线条 (可分离曲面)



Rebuild: 重建曲面。可以将曲线按照指定的点数和度数重新创建, 以达到均匀分布和优化线条的目的。

其他二维编辑命令, 都是和面的创建以及编辑有关的。我们将在曲面创建和编辑当中再进行讲解。

第五章 基础曲面的创建

5.1 实体创建和基本变换命令

5.1.1 实体创建面板



这里所说的实体,并非得到的是类似 3D 的网格实体。而是可以炸开成面的 POLYSURFACE。长方体、球体等形状比较简单,按提示制作即可。

简要说明一下圆柱体的创建过程。



, Cylinder: 圆柱体底面 (垂直(V) 直径(D) 三点(P) 正切(T) 环绕曲线(A)):


在场景中,点击确定圆心,拉出高度即可。但注意直接拉出的圆柱是躺在当前窗口的,如需要站立放置的圆柱,可用鼠标放在其他窗口确定高度和方向。

5.1.2 基本变换操作



移动: 选择物体后,直接拖动即可移动



或者: , MOVE。移动命令,选择物体后,可选定基点进行精确移动。


复制: 左键拖动后按住 ALT 键可进行快速移动复制

CTRL+C 再进行 CTRL+V 可进行原地复制



或者:  精确多项目复制,选择物体后,可选定基点进行精确复制





旋转: , Rotate。选择物体后,确定旋转中心,确定 0 参考线,再给出新参考线位置。



1D 单方向缩放:




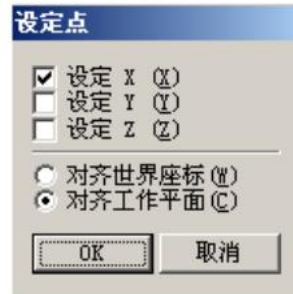
2D 平面方向缩放:  (右键)

3D 等比例缩放:  (左键)


镜像复制:  MIRROR

阵列复制:  环形阵列: 

设定点 XYZ 对齐: 。选择需要对齐的点，
对齐工作平面，是以当前窗口的坐标为准
对齐世界平面，是以世界坐标系的方向为准
设定某个方向坐标平齐即可



5.2 二维转三维的命令

 ExtrudeCrv. 将二维曲线挤伸为三维。

参数解释

伸出距离 (方向 (D) 两侧 (B)=是 上盖 (C)=是 模式 (M)=直线 删除输入值 (E)=否):

伸出距离: 拉伸的高度或者厚度

方向: 可以改变拉伸的方向。方法是在窗口中绘制一条代表拉伸方向的直线。

两侧: 指拉伸是否向线条的两个方向同时拉出

上盖: 是否封口。但要注意, 只有封闭的平面线条才能产生封盖。


模式: 是拉伸的其他模式选择。

模式 <直线> (直线 (S) 成锥形 (T) 至点 (O) 沿着曲线 (A) 沿着副曲线 (L)):

直线——直接拉伸出直线

成锥形——拉伸产生锥形斜边, DraftAngle (R)=15 设置倾斜角度

沿曲线拉伸——可设置一条曲线, 让截面沿曲线拉伸, 拉伸过程中, 截面的角度和方向不变。

 PIPE 圆管命令: 可以将线条变成有粗细的管。

封闭圆管的半径 <1.000> (直径 (D) 形状混接 (S)=局部):

设置两端的半径即可。如果第 2 半径为 0, 则生成一锥形管道。

5.3 曲面的创建



5.3.1 简单曲面创建命令



边界曲面：利用 2 根或者 3 根或者 4 根曲线作为曲面的边界，生成曲面；



以平面曲线创建曲面：利用一系列处于同一平面的曲线创建曲面；



直接生成平面

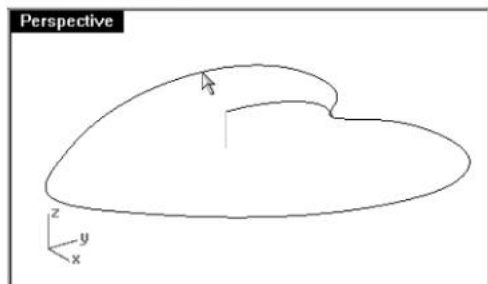


将边或者线拉伸出平面



左键是旋转成型，将曲线沿某个轴线环形旋转得到曲面。

右键是沿轨道旋转：首先创建一个曲线，以及需要旋转的轨道



5.3.2 高级曲面创建命令

每一个曲面都是有纵横交错的 ISO 线条构成的。我们称为 U 线或者 V 线。这些 UV 线条，

好比是曲面的骨骼。曲面千变万化，我们创建曲面的过程其实就是控制曲面的过程！当我们只有一个方向的线条的时候……

无论是纵向还是横向，这一组同向线条可以直接产生过渡，最终生成曲面，这种方法叫 LOFT。



Loft, 依次点取线条。注意：点取线条的部位将决定线条参与过渡的顺序和部位。



形式：紧绷 tight ——LOFT 后的曲面紧贴骨骼曲线
松弛 LOOSE——LOFT 后的曲面大致沿骨骼方向



平直截面——曲线之间以平直面过渡

封闭放样：在所取的第一和最后一根曲线间也产生过渡

截面曲线选项：主要是对生成的曲面进行一定的优化

优化主要有两种方式，以一定数量的控制点优化；或者用指定的公差重新匹配。在实际制作当中，用什么方式优化或者不优化需要看曲面的生成情况。

LOFT 生成曲面的特点：是一种采用同向线条之间自动过渡的方法产生曲面的。如果曲面的两个边界很复杂就需要大量的截面曲线。

小技巧提示：点也可以作为曲线参加 LOFT。

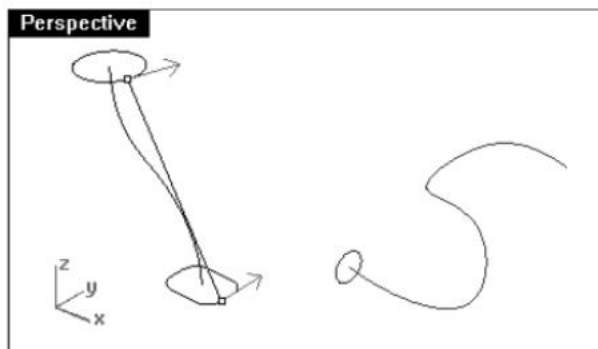
当我们除了一系列同向的 U 线以外，还有一条交错的 V 线，也就是说有一根贯穿的中轴骨骼，我们可以使用 Sweep1 来生成曲面。



Sweep1 单轨道扫掠：先选择中间的轨道线也就是中轴骨骼，再依次选取截面线条，一样的要注意选择的部位。

如果轨道线方向变化很大，就需要在重要的转折部位增加多一些截面。

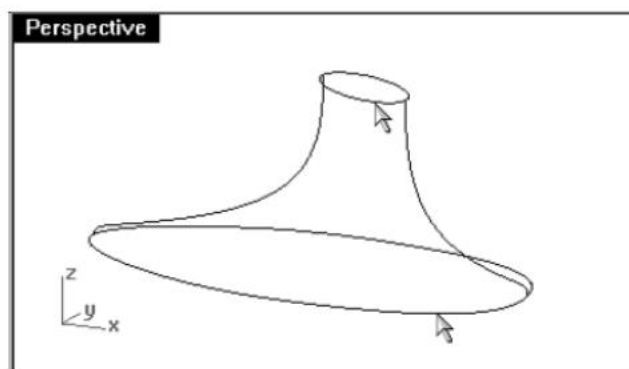
SWEEP1 生成曲面的特点：能很好的控制曲面的主要走向和中间形态，但无法控制曲面两侧的曲线形态。



我们可以再增加一个轨道，这样就成了两个轨道的扫掠了。



Sweep2 双轨道扫掠：首先依次选取两个轨道，再依次选择截面。



维持第一段形状：当新曲面和别的曲面进行匹配的时候，该选项可以强迫曲面保持第一个轮廓


维持最后一段形状：作用同上，保持最后一个轮廓

保持高度：保持过渡曲面的高度比例

路径曲线选项：新生成曲面和周围两边曲面的连续性关系。

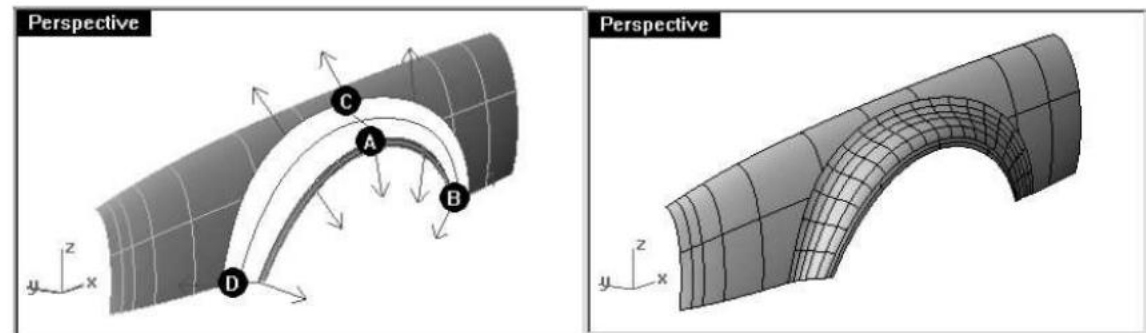
封闭扫掠，自动连接闭和头尾

如果我们能得到曲面的一个 UV 经纬线网，各个方向的骨骼都有。那这样得到的曲面是最完整和精确的。创建曲面的方法就是网格曲面。

 NetworkSrf，直接选择组成网格的线条即可。高质量的网格会自动排序。如果不能自动排序会提示：无法排序曲线。请一次选取一条曲线。这个时候就需要依次选择一个方向的线条，完毕后，回车结束；再选择下一个方向的线条。

三线网格：可以只有三根线条构成一个封闭网格曲面。

但大多数情况下，还是需要排序正常的经纬网。也就是方向明确的 UV 线条，同方向的线条不能相交。



边缘曲线：是边缘部位的曲面精度

内部曲线：是内部曲面的精度

这两个值调大，将会减少曲面的复杂程度。

边缘匹配：四个方向上和周围曲面的匹配情况。

网格曲面是最精确最完善的曲面创建方案。但对曲线的要求也要高得多。

如果我们需要使用并不规则的一系列线条，或者没有明确方向的经纬线网来生成曲面，那么需要使用嵌面命令。



PATCH，嵌面。依次选择组成面的线条即可。

U (v) 方向间距数：控制生成的曲面 UV 方向的曲面精度

弹性值：控制曲面的硬度，值越大，面越平坦

PATCH 生成的曲面质量不高，如果可以首先选择使用别的方法

PATCH 不能精确的穿过每一个里面的线条，但如线条绘制的精确，采样点多，一样可以十分精确。

如果选择的曲线不完全逼和，则不能进行裁剪。

第 六 章 曲面的编辑及从曲面获得曲线

6.1 曲面的布尔运算

布尔运算最好是针对封闭的多面体之间的，但也可以用于简单曲面。



布尔运算工具组



布尔加运算：将两个 SOLID 合并到一起

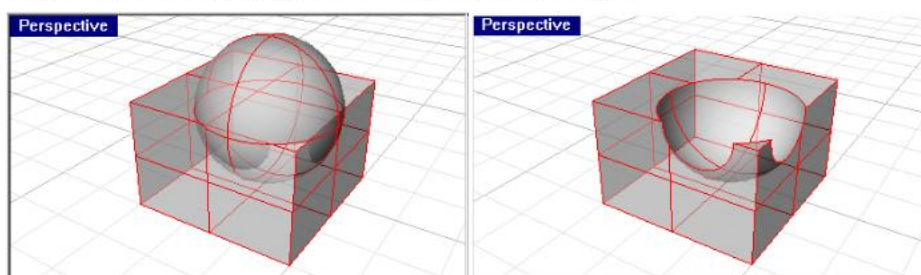


布尔相交运算：取两个 SOLID 的相重叠部分

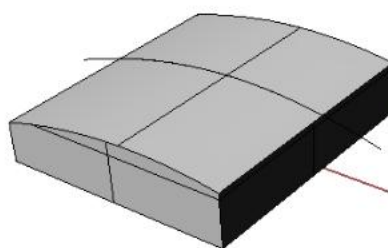
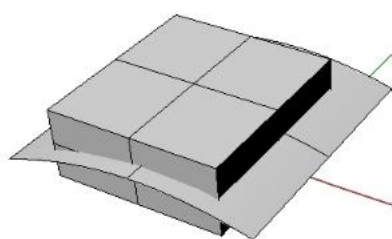


布尔减运算：从一个当中挖除另外一个

布尔运算是可以在封闭的 POLYSURFACE 之间进行的。



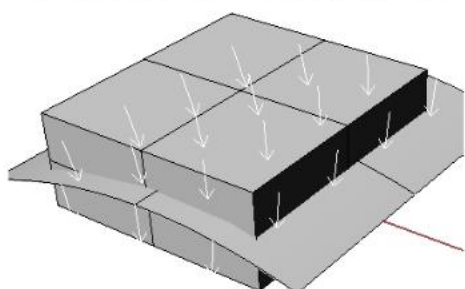
也可以用一个 POLYSURFACE 减去一个曲面。



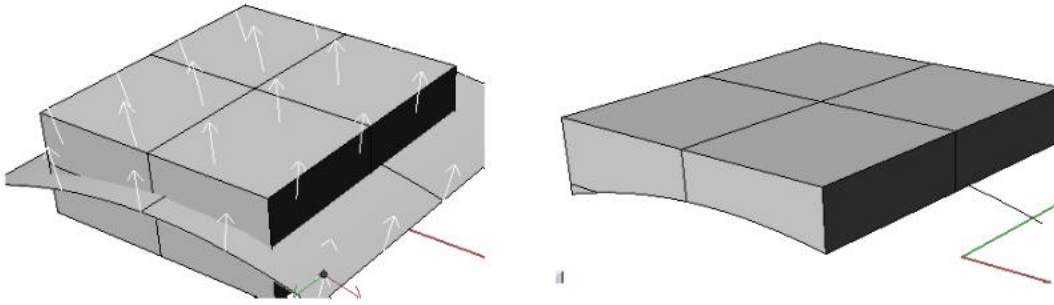
但相减以后保留哪个部分，由曲面的方向决定。我们

可以使用 DIR 命令 ，检查以及修改曲面的方向。现在看曲面的方向朝下，就决定了结果。

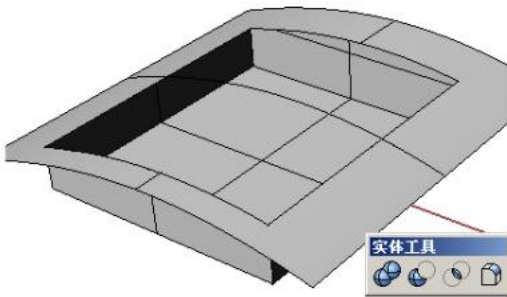
改曲面的方向。现



如果我们在 DIR 命令中选择“反转”，调整方向再看结果。



同样道理，如上图，先选曲面去减一个 SOLID。



如果要调整保留的部分，也是一样的使用 DIR 命令。

曲面和曲面不能进行布尔运算，但可以使用裁剪 TRIM 和分离 SPLIT 命令实现。



给一个未封闭的 POLYSURFACE 加盖。（只能添加平面盖）



将指定的面从实体中分离。

6.2 基本曲面编辑

圆角过渡是工业产品中非常普遍的特征。为了防止产品的锋利边缘割伤人体，在转角等部分都会有多多少少的圆角。



倒圆角命令：曲面之间的圆角命令，类似于曲线倒圆角，设置半径，依次选择两个曲面即可。但此命令只能在两个曲面间产生圆角。



倒边命令：将 POLYSURFACE 多面体的一个或者几个边产生圆边过渡。倒边命令只能应用于拥有共享边界的曲面之间，也就是说，曲面不但要边界重合，还要 JOIN 在一起。倒边可以同时倒多个边界，在多个边界交接的地方，也能处理成圆角。



倒斜面，做法类似倒圆面。

无论是倒面还是倒边，都不能绝对的处理各种各样的圆角情况。最常见的问题是倒角或者倒边的半径过大或者过小。这个时候可以适当的调整半径重新来过。另外的情况就是曲面本身就是一些复杂的结构情况，如差异很大的曲面，都不能正常的进行圆角操作，这个时候只能用一些模拟或者替代方法，将在后面的课程中学习。



延伸曲面：可以将未裁剪曲面的边，延长一部分。

模式：光滑延伸模式，可以按照曲线的方向保持曲率的延伸
线性模式，则只按照直线方向延伸。



偏移曲面：通过偏移复制的方式产生一个曲面的偏移曲面，输入数据后，用鼠标确定偏移的方向。

参数中，SOLID 模式，可以生成有厚度的偏移体，是制作曲面厚度的一种常用方法

6.3 从曲面上获得曲线



Project：将曲线投影到曲面：可以将曲线正投影到曲面或者多面体上。要注意在正交的窗口操作，将按照窗口的正投影方向投射。



Pull：将曲线拉到最近的曲面位置上。类似于投影，但主要应用与包围柱体等复杂结构的曲线，可以在任何窗口里面操作。



DupEdge：抽取复制出曲面的边缘。事实上，大部分曲面生成命令本身可以去选择曲面的边界而不需要单独抽取



ExtractIsoCurve：抽取曲面的 ISO 结构线。可以选择抽取一个方向的线条或者同时抽出 UV 两个方向的线条。



Intersect: 求取曲面的交线。



Contour: 在曲面上取出一定间隔的剖面线。选择曲面后，在曲面上指定一个范围和
一个间距，生成一个剖面线系列！

从曲面上获得曲线是在曲面生成中的重要方法。

第 七 章 高级曲面编辑和曲面优化

7.1 连续性测试

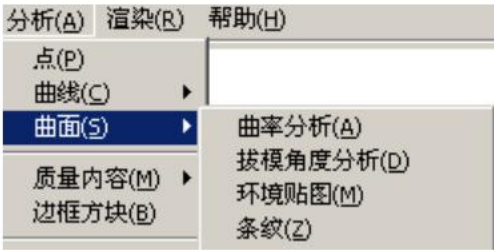
有关连续性的概念我们在前面已经描述过了。其实连续性就是多个曲面以及曲线相交时的光滑程度。在制作产品的外观过程中，有的曲面非常复杂，不可能一次生成，是需要几个曲面连接而成的。它们连接后的整体性，我们就用连续性来描述。

如何测试曲线的连续性呢？

G? Gcon: 曲线的连续性测试。依次选择两条曲线，可以得出曲线的连续性以及其他一些信息情况。

测试曲面的连续性:

曲面分析的工具菜单



条纹分析，也就是常说的斑马线测试。是在选定的曲面上产生一定密度的黑白斑马条纹。根据斑马条纹的变化来测试曲面的曲率以及连续性。



斑马线的条纹方向：水平和垂直的方向主要是根据测试曲面的形状和方向来进行选择。

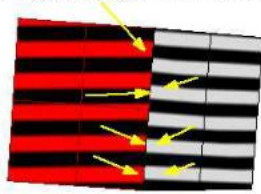
条纹粗细：主要是设置分析网格的精度级别。在不同的精度条件下，连续性也会有变化。

调整网格可以增加网格的精度。

对于单一曲面来说，斑马线平直则曲率小，斑马线扭曲角度大，则曲率大。

对于多个曲面来说，斑马线的不同相接状态，显示了不同的连续性。

- If the stripes have kinks or jump sideways as they cross the connection from one surface to the next, the surfaces touch, but have a kink or crease at the point where the zebra stripes jag. This indicates G0 (position only) continuity between the surfaces.



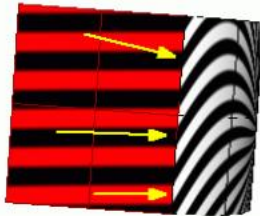
Position only (G0)

直線紋錯開沒有對齊,此為G0

G0 连续：就是所说的 POSITION 连续。表示两个曲面仅仅是相交，在数学上即有公共解。

斑马线测试体现为，斑马线条完全错开，无法对齐。

If the stripes line up as they cross the connection but turn sharply at the connection, this means the position and tangency between the surfaces matches. This indicates G1 (position + tangency) continuity between the surfaces. Surfaces that are connected with Fillet display this behavior.



Tangent matches; curvature does not match (G1)

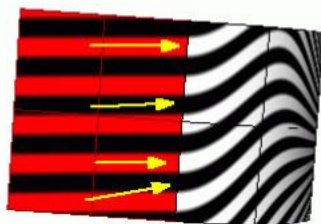
G1 相切時候,箭頭所指地方,紋路會對齊,呈現直接轉折

G1 连续：就是 TANGENT 连续。表示两个曲面不仅仅相交，而且有共同的切线。数学上就

是曲面方程的一阶导数连续。具体的斑马线测试的表现就是两个曲面的线路虽然吻合，但

因为两边的曲率不同，还有明显的转折。

If the stripes match and continue smoothly over the connection, this means the position, tangency, and curvature between the surfaces match. This indicates G2 (position + tangency + curvature) continuity between the surfaces. Surfaces connected with BlendSrf, MatchSrf, or NetworkSrf display this behavior. The NetworkSrf options allow any of these connections when you use surface edges as part of the curve network.



Position, curvature, and tangency match (G2)

G2 曲率連續時候,直線紋會呈現順接,這裡是G1跟G2最大區別的地方,辨別時候可以依此當依據

G2 连续：就是 CURVATURE 连续。表示两个曲面不仅仅相交，有共同切线，而且还有共同的曲率。数学上就是曲面方程的 2 阶导数连续。具体的斑马线测试表现为两个表面上的线路完美连续。

RHINO 最高可以得到 G2 连续的曲面。在大多数的情况下，至少要达到 G1 连续的曲面相接。

环境贴图分析，是在曲面上进行环境贴图，通过贴图的表现来测试分析曲面的光滑程度以及连续程度。

某些贴图看起来能让表面产生光滑的金属光泽和反射效果。通过光泽的变化以及反射效果的变化来反映连续性。

曲率分析是用颜色来显示曲面曲率的变化。

7.2 曲线和曲面的连续性工具

BLEND 命令：混接命令。可以在线或者面之间，产生过渡和混接曲线和曲面。

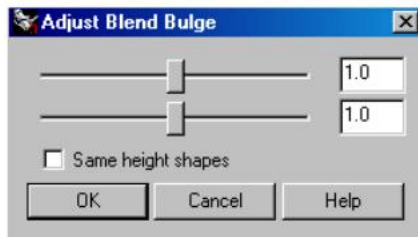


BLEND 混接曲线。在两段曲线之间产生指定连续性的线条。

选取要混接的第一条曲线 - 点选要混接的端点处 (垂直(P) 以角度(A) 连续性(C)=曲率):



BLEND SRF：混接曲面。选取第一个曲面的边界（如不完全，则依次选择）选择完毕后回车结束，再选择第二个曲面的边界部分即可。



两个滑块可以调整对两边曲面的影响距离。

注意：1 如果混接的是一个表面和一个洞口，洞口最好大于表面，才能产生比较好的过渡。

2 BLEND 完毕后的曲面，因为精度原因和原始曲面间可能有接缝。使用 JOIN 命令就可以消除

MATCH 命令

MATCH 是将两个曲线或者曲面进行匹配以达到一定的连续性的操作。它不同于 BLEND

命令，MATCH 不会增加新的线条和曲面，而是调整变形曲线和曲面。



匹配线条：对于曲线进行匹配的调整。



连续性：设置需要达到的连续性的要求

均分曲线：不打开均分曲线，仅仅调整第一根线条；打开这个选项后，双方都发生变化。

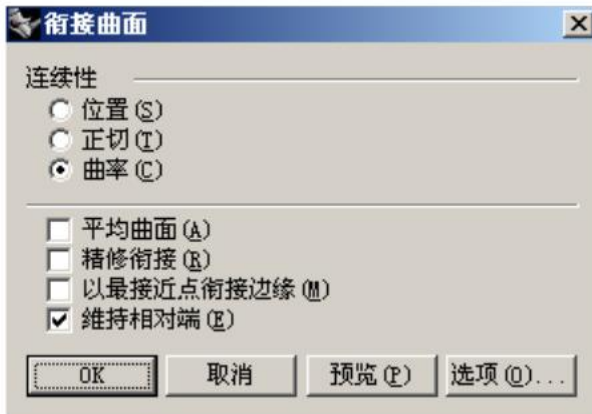
维持另一端：打开这个选项后，可以保证曲线的另一个端点的连续性不发生变化。

组合：匹配后，两条曲线 JOIN 成一个整体，可以炸开

合并：匹配后两条曲线结合成一个线条，不能炸开



MatchSrf: 匹配曲面。将两个曲面匹配成指定的连续形式。但只能匹配未裁剪曲面。也就是说，第一个曲面必须是直接生成的原始曲面。第二个曲面可以是裁剪后的曲面。



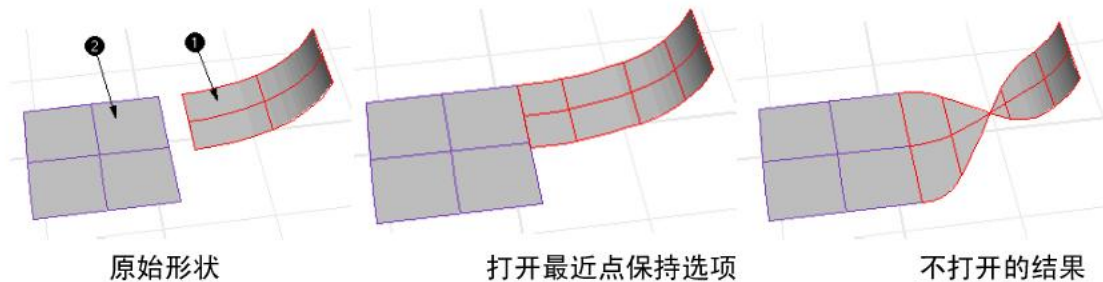
连续性: 设置匹配后达到的连续性水平。

平均曲面: 两个曲面均发生变化，如果第二个曲面是一个剪切过的曲面，则这个选项变灰。

精修衔接: 决定匹配部分是否符合精度要求，以及增加一些结构线去达到精度要求

维持相对端: 保持曲面的另一端的匹配不变

以最近点衔接: 在长度不一致的两个边界匹配的时候，此选项可以保证短边不拉扯变形。

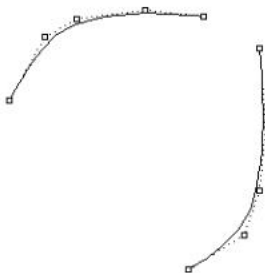


- 注意事项:
- 1 封闭边界不能匹配开放边界
 - 2 只能匹配简单完整边界
 - 3 一个表面的两个边界不能匹配

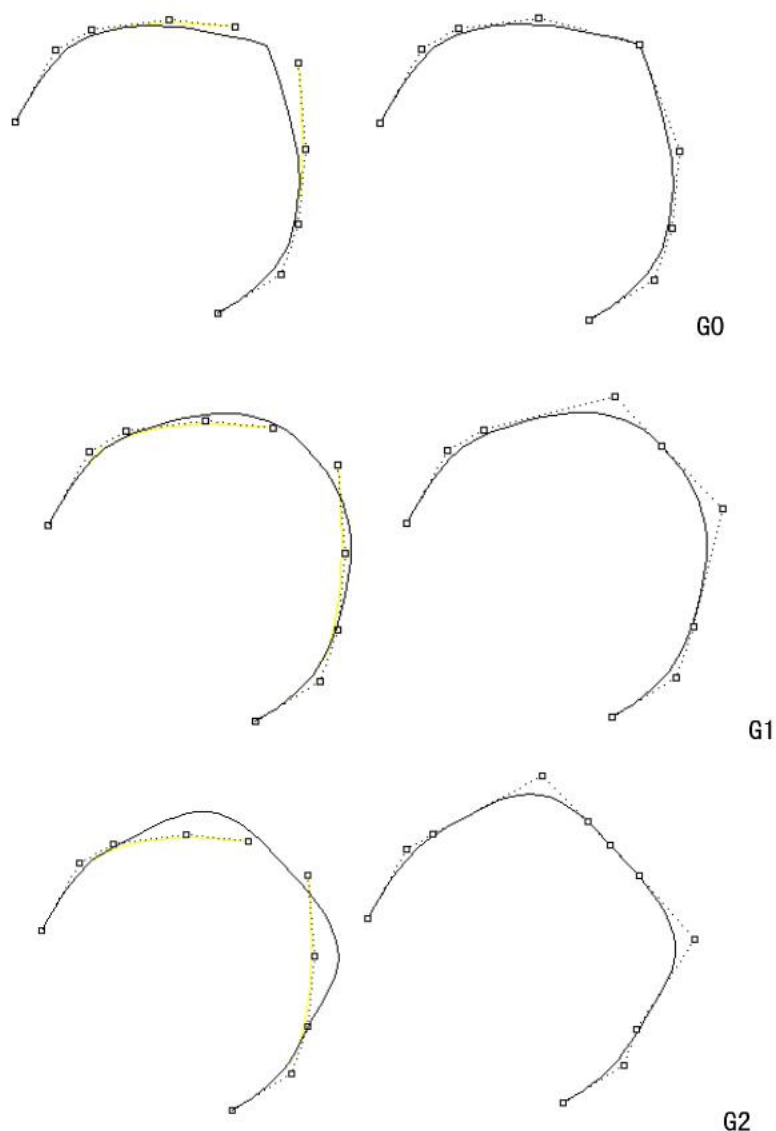
有关匹配影响控制点和结构线的研究

匹配后，线条和曲面都会发生一定程度的形变。那么这个形变有什么规律？如何精确的控制呢？

我们可以创建两条 5 个控制点的曲线，如图：



我们再进行 G0、G1、G2 的匹配，观察点的变化情况



我们仔细观察，得到以下的结论：

G0 连续，仅仅需要调整曲面的第一个点进行重合就可以了

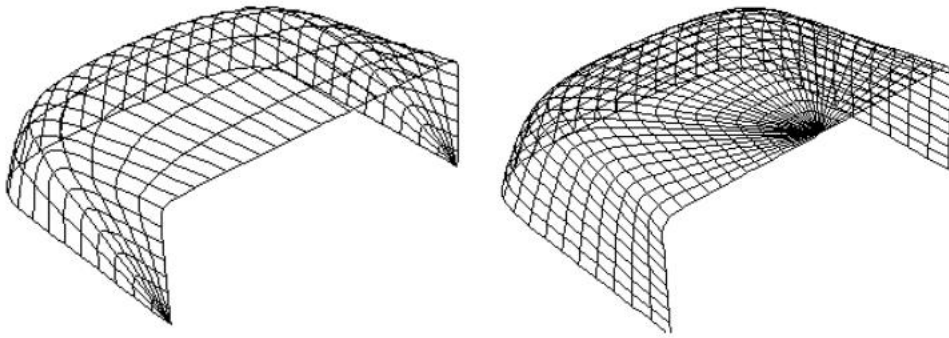
G1 连续，在 G0 基础上，将会影响曲线的前两个顶点变化

G2 连续，在 G1 基础上，则会影响到曲线的前三个顶点

我们利用这个特点可以增加或者删除节点以及结构线来控制连续性的变化。比如我们制作一些产品褶皱面时候，我们就可以通过点的编辑来产生连续性不同的接缝。

7.3 曲面的优化

在制作完毕曲面后，我们也还要考察曲面的质量。同样的线条，用不同的方法或者以不同的顺序制作，都有不同的曲面布线。那么什么样的曲面是高质量的呢？一般认为经纬线条分布明确清晰的曲面是高质量的曲面。如下图的对比：



右边的面就比左边的面质量要高。

我们可以使用增加和删除结构线的命令来优化和调整曲面。



增加结构线

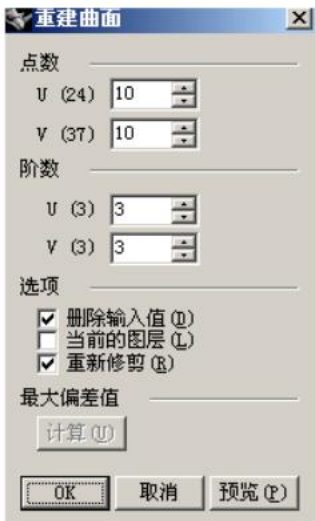


删除结构线

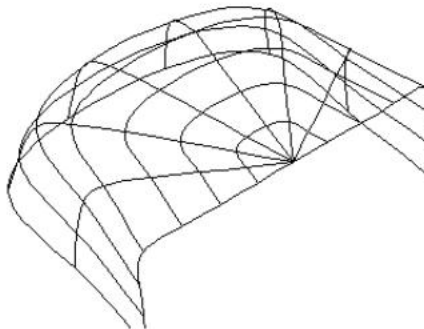
或者我们也可以抽取一些结构线和边线，用别的曲面命令重建这些曲面。



重建曲面。



点数：是重建前后的控制点数量



重建后，曲面会有一些变形，所以要多尝试重建的精度和点数。



是物体的属性。



物体：是设置有关物体的属性。另可以设置材质。

名称：给物体起名字

图层：设置物体所在的图层

颜色：给物体指定颜色，是显示的颜色，不是渲染的颜色

显示曲面结构线：是可以关闭显示所有的结构线，仅仅保留曲面的边线。可以简化显示。取消后，曲面显示的比较干净。

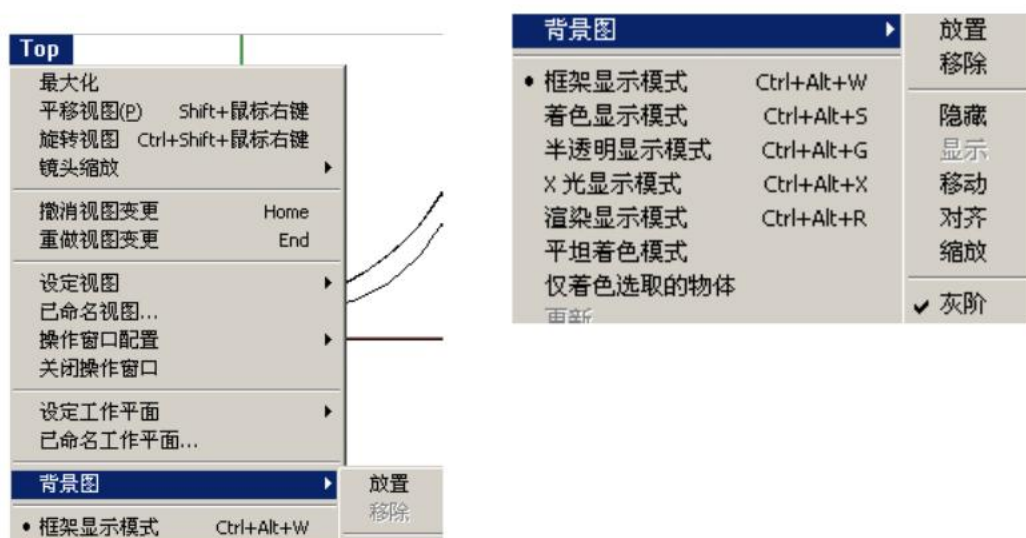
第八章 输入和输出

8.1 输入背景图片

在曲线绘制过程中，如果能有手稿的线条或者参考照片能更好的描绘出形体的曲面和形状。

在图片放入场景之前，需要对图片进行一定的处理和加工。三视图中各个视图应当调整大小以匹配各个方向的尺寸。

在需要放背景图的视窗标题上单击右键。背景图——放置。



隐藏： 将背景图暂时隐藏

移动： 调整背景图的位置

灰阶： 显示黑白还是彩色的背景

背景图一次只能放一个，放另外一个将自动删除第一个。背景图不能被渲染。

8.2 尺寸标注和制作 2D 图形

犀牛可以进行简单的尺寸标注。



基本的标注工具就不再介绍了。



编辑标注文字，可以对标注完毕后的文字内容进行再编辑。



建立 2D 图形，可以将制作好的形体投影生成三视图。

生成的三视图，选择文件菜单——导出——DWG 格式，可以输出到 AUTOCAD 当中进行进一步的绘制和打印输出等。

8.3 简单渲染和输出



右键点击：可以设置渲染输出的参数。



主要是大小、抗锯齿、背景等。



左键点击可以进行渲染输出。

渲染窗口中，文件——另存为，可以将渲染结果保存为光栅图片格式。

8.4 将犀牛模型导出到 3DSMAX 当中

犀牛的模型可以导出很多种格式。其中以 IGES、3DS 格式最为常见。如果需要导出到 3DSMAX 当中进行进一步的渲染，则一般选择 3DS 格式。

在转化为 3DS 之前，应当最大限度的将曲面都 JOIN 在一起。

导出 3DS 格式的参数。

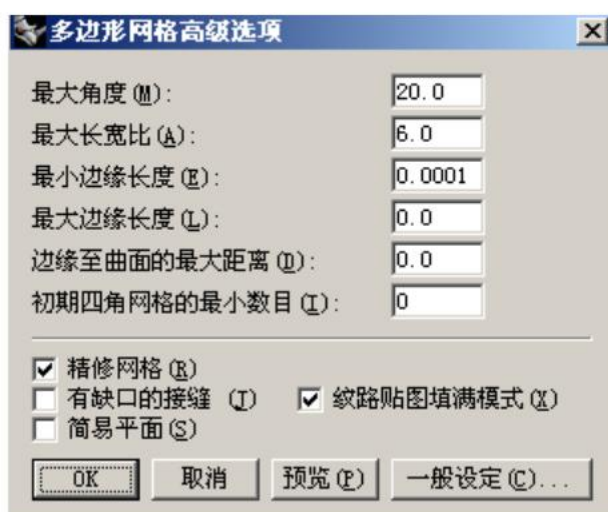
有一般设置和详细设置两种参数。



一般设置中，几乎没什么参数控制。只需要调节滑块，就可以产生不同的输出效果。滑块向右，会产生较高质量的平滑的曲面，但点面数量巨大。反之则质量低，面的数量少。

这种一般设置主要应用于曲面计较多，连续性高的曲面。比如自然形体曲面和全部是曲面的物体。

对于同时有曲面和平面的大多数工业造型的物体，我们使用高级控制。



最大角度：这个值越小，将会产生更精确的曲面和更高的网格数量。通常在 5——20 之间。

最大长宽比：越小越精确。通常在 1——10 之间。

精修网格：会自动的增加网格的接缝细节，通常要选择。

简易平面：对于平整的面，进行简化。减少点面数量。通常要选择。

有缺口的接缝：是自动的将一些接缝部位增加一些连接封闭细节，通常选择。