

Rhino 5.0

产品创意设计

李宏 / 编著



包括 Rhino 5.0
产品设计的方方面面
涵盖建模、渲染
到出工程图的全过程

内容涵盖：建模成形、初级建模、
中级建模、高级建模、
KeyShot 6.0渲染器

案例包括：果盘、杯子、吊灯、
克拉尼椅、鞋子、风扇、
首饰、咖啡杯、
电热水壶、方向盘、
鼠标、静物等



清华大学出版社



Rhino 5.0

产品创意设计

李宏 / 编著



清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书共分6章,第1章介绍Rhino软件的初步知识,第2章讲解基本的成形工具运用,第3~5章讲述从简单到高级的建模。前5章剔除华而不实的命令介绍,让读者以最直接的方式快速入门,并遵循“建模→渲染”这一产品设计工作流程,通过产品实例引导读者快速掌握相关的建模技巧。第6章则讲解建模后期的KeyShot 6.0渲染器。读者可以根据详细操作步骤自由轻松地渲染出照片级的产品效果图。

作者在本书的编写过程中进行了无数次换位思考,整体结构由浅入深、案例安排从易到难。同时,根据作者长期从事产品设计教学和研究的体会,总结了从建模、渲染到出工程图的整个过程,把许多关键点和使用技巧融会贯通在全书中,让读者在较短的时间快速掌握本书内容。

本书特别适合读者自学,也可作为各类高等院校和职业院校计算机辅助工业设计课程的教材和参考书,还适合从事工业设计的设计人员学习和参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Rhino 5.0 产品创意设计 / 李宏编著. —北京:清华大学出版社, 2019

ISBN 978-7-302-51701-6

I. ① R… II. ①李… III. ①产品设计—计算机辅助设计—应用软件 IV. ① TB472-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 266957 号

责任编辑:陈绿春

封面设计:潘国文

责任校对:徐俊伟

责任印制:丛怀宇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市龙大印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:188mm×260mm

印 张:9.75

字 数:313 千字

版 次:2019 年 1 月第 1 版

印 次:2019 年 1 月第 1 次印刷

定 价:49.00 元

产品编号:076558-01

前言

首届世界工业设计大会在中国召开，为中国工业设计的发展带来了前所未有的发展机遇。科技与文化迅速发展，工业设计和产品设计也因此成为当前比较热门的就业领域，这些工作中都要涉及计算机辅助工业设计（Computer Aided Industrial Design, CAID）。与传统的工业设计相比，计算机辅助设计使创意的表达更可靠、完整、科学和真实，是产品设计中表达创意思想的强有力手段，而熟练掌握一门三维软件建模技术，也是通往设计这条职业道路的不二法则。

当前，用于创建三维建模的软件很多，但是在产品造型设计方面应用比较广泛的软件当属Rhino（犀牛）。它是一款功能强大的高级建模软件，是基于NURBS为主的三维建模软件。三维建模软件之多，想要在激烈的竞争中取得一席之地，必定在某一方面有特殊的优势。此软件小巧精致、功能强大、插件多、用户群体大、学习资源丰富。它包含了所有的NURBS建模功能，用它建模感觉非常流畅，所以大家常用它来建模，然后导出高精度模型给其他三维软件使用。自Rhino推出以来，无数的产品设计师和3D专业制作人员都被其强大的建模功能深深迷住并折服。因而国内大多数院校的工业设计、产品设计专业均开设了Rhino建模课程。

根据笔者多年的教学经验和总结，在学习Rhino之前首先应明白三点：第一，软件学习需要时间和耐心，把它当作一种好玩有趣的游戏去学，找适合自己的建模方法，运用自己的学习思路和方法，会大大提高学习兴趣；第二，学会做减法原则，软件命令有好几百个，全部记住费时费力，要学会归纳重要的命令；第三，软件只是表达创意思想的工具，不要纠结所有的面是否达到G2连续性，这样会浪费大量时间，时间应该多放在创意上，不然会沦为绘图员而不是设计师。

前言

本书定位于Rhino建模，从技术的角度对如何使用此软件创建各类模型进行详细讲解，力求以最简单、最快速、最通俗的方式让学习者掌握此软件。

感谢您选择了本书，希望此书对您的工作和学习有所帮助，也欢迎您把对本书的意见和建议告诉我们。同时也深深感谢支持和关心本书出版的所有朋友。

本书的相关素材请扫描封底的二维码进行下载，如果在相关素材下载过程中碰到问题，请联系陈老师，联系邮箱：chenlch@tup.tsinghua.edu.cn。

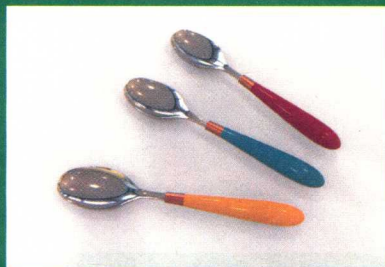
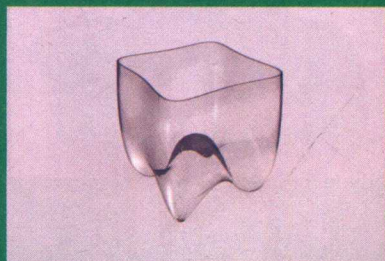
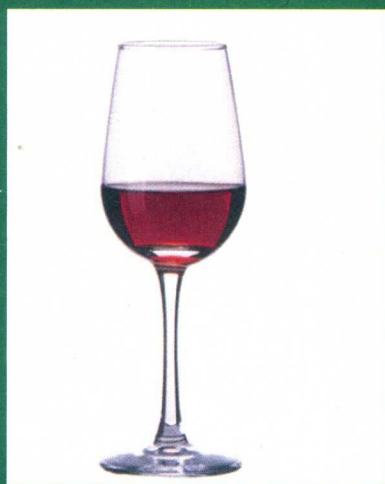
作者
2018年10月

目录

第1章 初识Rhino



1.1 Rhino软件概述	2
1.1.1 Rhino的八大优势	2
1.1.2 Rhino 5.0的相关插件	2
1.2 Rhino 5.0工作界面	2
1.3 Rhino的3种工作模式和选择物件方式	4
1.4 Rhino主要工具的系统性归纳	5
1.5 环境与显示设置	5
1.5.1 设置文件属性	5
1.5.2 鼠标中键设置自定义工具列	6
1.5.3 显示模式设置	6
1.6 常用快捷键	10
1.7 Rhino 5.0专业术语介绍	11
1.7.1 非均匀有理B样条(NURBS)	11
1.7.2 曲线的阶数	11
1.7.3 连续性	11
1.7.4 法线方向	12
1.7.5 结构线	12
1.8 自我学习的助手——即时联机说明	12



第2章 Rhino建模成形工具



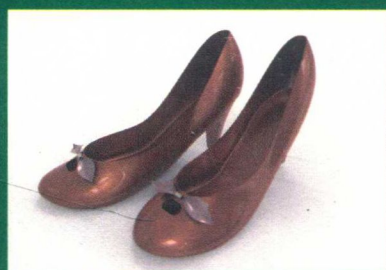
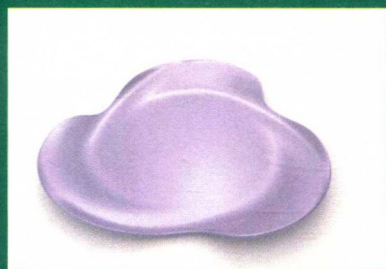
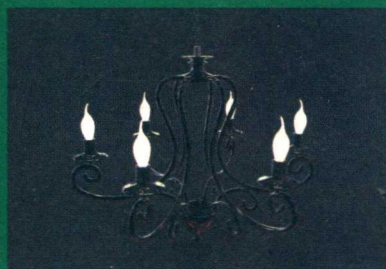
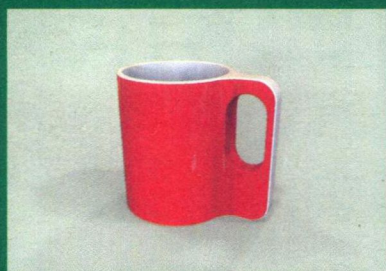
2.1 Rhino建模成形的基本运用方法	14
2.1.1 挤压成形——动物饰品	14
2.1.2 挤压成形——创意书档	15
2.2 Rhino旋转成形运用	16
2.2.1 旋转成形——红酒杯	16
2.2.2 沿着路径旋转——心形气球	18
2.3 Rhino边成形工具运用	20
2.3.1 放样成形——水杯	20
2.3.2 单双轨扫掠——水晶鹅	22
2.3.3 网线建立曲面——勺子	24

初级建模——修剪工具、布尔运算、阵列等运用技巧

第3章



3.1 产品造型设计建模方法简介	29
3.2 果盘	29
3.2.1 大形绘制	29
3.2.2 修剪细节	30



3.3	杯子	31
3.3.1	二维线绘制	31
3.3.2	布尔运算运用	33
3.4	U盘	34
3.4.1	绘制U盘大形	34
3.4.2	盖体分离制作	34
3.4.3	装修细节部分处理	36
3.5	欧式吊灯	38
3.5.1	单元体的绘制	39
3.5.2	阵列多个单元体	40

第4章 中级建模——曲线面混接、曲线面流动等运用技巧



4.1	克拉尼椅	43
4.1.1	形体布线	43
4.1.2	混接曲线、面的生成	44
4.2	碟子	47
4.2.1	单元形体布线	47
4.2.2	曲线面混接单个体	48
4.2.3	环形阵列形体	49
4.3	高跟鞋	50
4.3.1	大形体绘制	50
4.3.2	鞋跟建模	52
4.3.3	鞋面细节制作	55
4.4	迷你小风扇	56
4.4.1	单个风扇页的绘制	56
4.4.2	整体风扇页制作	57
4.4.3	底部制作	59
4.5	丘比特箭首饰	60
4.5.1	基本形绘制	60
4.5.2	曲线流动	61
4.6	咖啡杯	62
4.6.1	基本形体绘制	62
4.6.2	曲面流动	63
4.6.3	把手细节制作	65

第5章 高级建模——分面方式、减消面制作、细节处理等技巧



5.1	电热水壶	68
5.1.1	热水壶大形绘制	68

目录

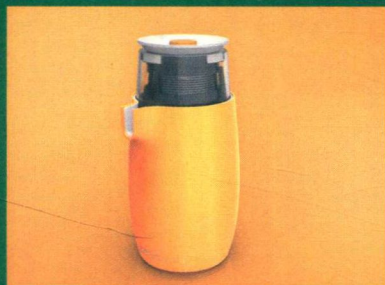
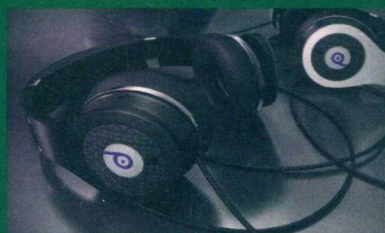
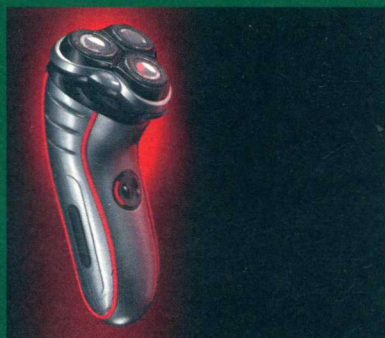
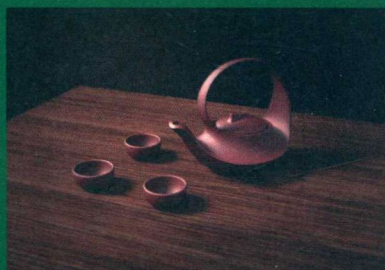
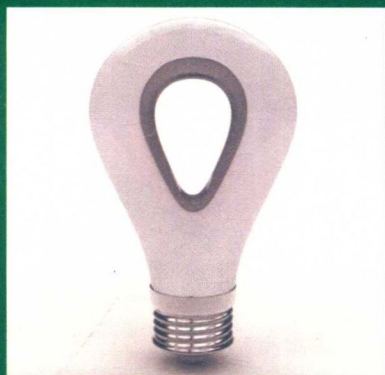
5.1.2	壶身把手挖空处理	69
5.1.3	壶盖制作	70
5.1.4	壶身细节制作	72
5.1.5	壶底座制作	74
5.2	卷尺	75
5.2.1	卷尺基本形绘制	75
5.2.2	拆面补面绘制	78
5.2.3	中间部分细节绘制	85
5.2.4	开口部位细节绘制	88
5.3	方向盘	93
5.3.1	方向盘大形绘制	93
5.3.2	方向盘里面部分制作	94
5.3.3	表面细节部分处理	100
5.3.4	方向盘外部细节制作	107
5.4	鼠标	109
5.4.1	布线绘制大形体	109
5.4.2	减消面绘制	110
5.4.3	减消面与落差面交汇处理	111
5.4.4	按键细节部分处理	116
5.5	导出平面工程图设置——电热水壶	119



第6章 渲染一种出彩的艺术——KeyShot 6.0渲染器



6.1	KeyShot概述	124
6.2	KeyShot 6.0 界面介绍	125
6.2.1	导入	125
6.2.2	库	126
6.2.3	项目	127
6.2.4	动画	127
6.2.5	KeyShotVR	128
6.2.6	渲染	128
6.3	KeyShot 6.0的新特征	129
6.3.1	提高流程效率	129
6.3.2	更大的材质控制	129
6.3.3	惊人的新功能	130
6.3.4	强大的功能增强	130
6.4	KeyShot 6.0 5种贴图介绍	131
6.4.1	色彩贴图	131
6.4.2	反射贴图	131
6.4.3	凹凸贴图	131
6.4.4	法线贴图	132



6.4.5	不透明贴图	132
6.5	KeyShot 6.0材质的使用方法	132
6.5.1	复制和粘贴材质	132
6.5.2	在项目库中使用材质	133
6.5.3	编辑材质	133
6.6	KeyShot 6.0控制灯光位置和反射的方法	134
6.7	KeyShot 6.0HDMI编辑器介绍	135
6.8	KeyShot 6.0景深功能使用方法	136
6.9	KeyShot自发光材质运用	137
6.10	KeyShot照明设置	138
6.10.1	环境照明	138
6.10.2	物理照明	139
6.10.3	添加照明	139
6.11	KeyShot动画的类型	139
6.11.1	平移动画	140
6.11.2	旋转动画	140
6.11.3	淡出动画	141
6.11.4	KeyShot 6.0 快捷键运用	141
6.12	KeyShot工作流程——静物实例讲解	141
6.12.1	导入3D模型	141
6.12.2	给物体赋材质	142
6.12.3	选择光照环境	144
6.12.4	选择背景图片	144
6.12.5	调整摄像机	145
6.12.6	渲染导出图像	146
6.13	制作旋转动画实例讲解	146

 第1章
初识Rhino

1.1 Rhino软件概述

Rhino 英文全名为 Rhinoceros, 中文称之为犀牛, 于 1998 年 8 月正式上市, 是美国 Robert McNeel & Assoc 为 PC 开发的强大的专业 3D 造型软件。Rhinoceros 软件在早期的发展原型代号就称为“Rhino”。它具有比传统网格建模更为优秀的 NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline) 建模方式, 也有类似于 3ds Max 的网格建模插件 T-Spline, 其发展理念是以 Rhino 为系统, 不断开发各种行业的专业插件、多种渲染插件、动画插件、模型参数及限制修改插件等, 使之不断完善, 发展成一个通用型的设计软件。除此之外, Rhino 的图形精度高, 能输入和输出几十种文件格式, 所绘制的模型能直接通过各种数控机器加工或成型制造出来, 如今已被广泛应用于产品设计、建筑设计、工业制造、机械设计、科学研究和三维动画制作等领域。

1.1.1 Rhino的八大优势

(1) Rhino 拥有集百家之长为一体的理念, 它有 NURBS 的优秀建模方式, 也有网格建模插件 T-Spline, 使建模方式有了更多的选择, 从而能创建出更逼真、更生动的造型。

(2) Rhino 配备有多种行业的专业插件, 用户只要熟练地掌握好 Rhino 常用工具的操作方法、技巧和理论, 再学习这些插件就相对容易上手。然后根据自己从事的设计行业, 把其相应配备的专业插件加载至 Rhino 中, 即可使其变成一个非常专业的软件, 这就是 Rhino 能立足于多种行业的主要原因, 它非常适合从事多行业设计和有意转行的设计人士使用。

(3) Rhino 配备有多种渲染插件, 弥补了自身在渲染方面的缺陷, 从而制作出逼真的效果图。

(4) Rhino 配备有动画插件, 能轻松地给模型设置动作, 从而通过动态完美地展示自己的作品。

(5) Rhino 配备有模型参数及限制修改插件, 为模型的后期修改带来巨大的便利。

(6) Rhino 能输入和输出几十种不同格式的文件, 其中包括二维、三维软件的文件格式, 还包括成型加工和图像类文件格式。

(7) Rhino 对建模数据的控制精度非常高, 因此能通过各种数控成型机器加工或直接制造出来, 这就是它在精工行业中的巨大优势。

(8) Rhino 是一个“平民化”的高端软件, 相对其他的同类软件而言, 它对计算机的操作系统没有特殊选择, 对硬件配置要求也并不高, 在安装上更不像其他软件那样动辄需要几百兆字节磁盘, 而 Rhino 只占用区区二十几兆字节, 在操作上更是易学易懂。

1.1.2 Rhino 5.0的相关插件

(1) 各行业的专业插件: 包括建筑插件 EasySite、机械插件 Alibre Design、珠宝首饰插件 TechGems (其他有 Jewellerscad、RhinoGold、Rhinojewel、Matrix 6 for Rhino、Smart3d StoneSetting)、鞋业插件 RhinoShoe、船舶插件 Orca3D、牙科插件 DentalShaper for Rhino、摄影量测插件 Rhinophoto、逆向工程插件 RhinoResurf 等 (更多插件待更新)。

(2) 网格建模插件: T-Spline。

(3) 渲染插件: Keyshot、Flamingo (火烈鸟)、Penguin (企鹅)、V-Ray 和 Brazil (巴西) 等。

(4) 动画插件: Bongo (羚羊)、RhinoAssembly 等。

1.2 Rhino 5.0工作界面

图 1-1 是打开 Rhino 5.0 的默认界面, 主要由标题栏、菜单栏、指令栏、工具栏、工作视图区等几个部分组成。

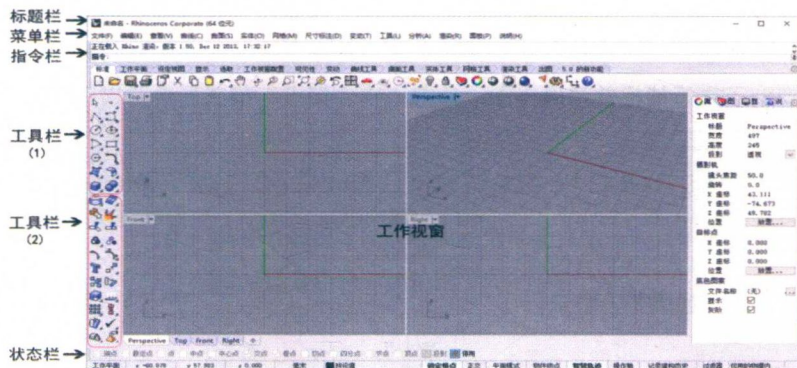


图 1-1

标题栏：显示当前文件名等。

菜单栏：分类放置软件的各种命令的地方。

指令栏：显示当前命令执行的状态、提示命令的操作信息、参数设置与数量等。

工具栏：以按钮的形式来显示命令的区域，工具栏是 Rhino 软件的核心，包括工具栏(1)和工具栏(2)，所有的建模操作都需要依靠这里面的工具，工具图标右下角的三角形符号表示隐藏面板，按下三角形符号可显示隐藏工具。

工作视窗：模型的建造和显示都是在视图区中完成。

默认状态下是 4 个视图：即 Top（顶视图）、Perspective（透视图）、Front（前视图）、Right（右视图），如图 1-2 所示。

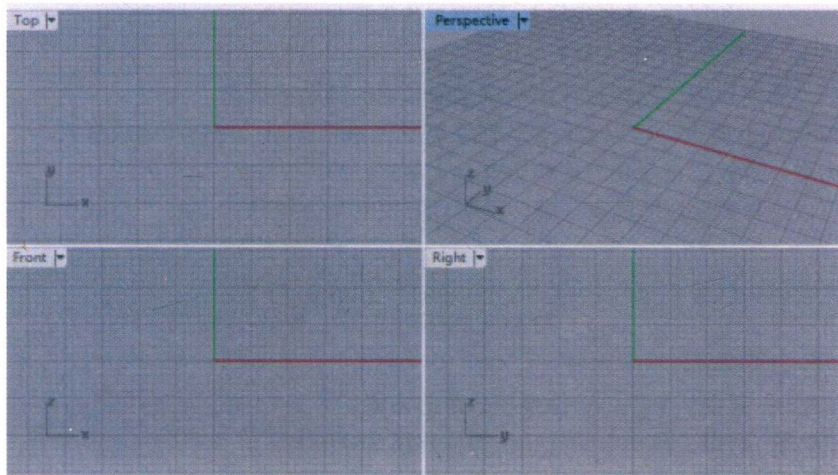


图 1-2

恢复默认标准的 4 个视图方法：右击工具栏上的  按钮。

最大化视图：连续单击两次视图左上角的小方框，如 ，则视图最大化。

平移视图：单击图标  或在 Top、Front、Right 视图按住鼠标右键移动，在 Perspective 视图中则同时按住 Shift 键 + 鼠标右键移动。

缩放视图：单击图标  或滚动鼠标中键。

旋转视图：单击图标  或在 Perspective 视图中按住鼠标右键旋转观察对象。

状态栏：状态栏位于界面最底端，主要显示坐标、捕捉、图层、锁点和操作轴等信息，是辅助建模的重要工具。

锁定格点：单击“锁定格点”字体变粗显示激活，用来限制鼠标光标在视图中的格点上移动，控制图形的精确性，快捷键为 F9。

正交：单击“正交”字体变粗显示激活，用来保持水平与垂直，快捷键为 F8。

平面模式：光标只能在上一个指定点所在的平面上移动，便于曲面创建。

物件锁点：有利于进行捕捉并精确作图，单击“物件锁点”模式后会弹出图 1-3。

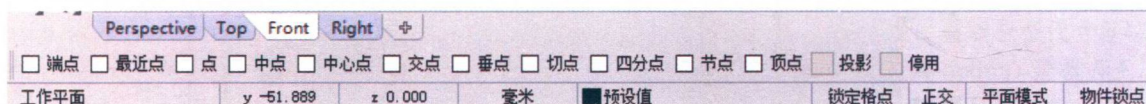


图 1-3

图 1-3 中各选项含义如表 1-1 所示。

表 1-1

端点	捕捉到线段的起点和终点、曲面边界的转角点
最近点	捕捉光标附近最近的曲线或曲面边缘上的点
点	捕捉到点
中点	捕捉到曲线或曲面边缘的中点
中心点	捕捉到圆、椭圆的中心点
交点	捕捉两条曲线的相交点
垂点	直线曲线或曲面边缘的垂直点
切点	目标线与曲面边缘的正切点
四分点	正圆或椭圆上的四分点
节点	曲线与曲面边缘上的节点
顶点	网格对象的顶点
投影	将捕捉的点投影到工作平面上
停用	停用捕捉功能

智慧轨迹：“智能轨迹”建模工具用来建立临时性的辅助线或点。

操作轴：Rhino 5.0 新增，可以通过操作轴在各视图进行移动、旋转和缩放对象。

记录建构历史：可以记录命令的建构历史。

过滤器：可以选择需要过滤的点、线、面等，方便对物件操作。

1.3 Rhino的3种工作模式和选择物件方式

Rhino 的 3 种工作模式如下所述。

- (1) 菜单模式：直接从菜单中选择建模命令的方式。
- (2) 按钮模式：利用工具栏中的按钮来操作建模命令的方式。
- (3) 命令行模式：通过命令行直接输入命令来操作建模的方式。

在这里我们使用按钮的模式进行操作，这种模式图文并茂，效率高。

Rhino 的 3 种常用的选择物件方式如下所述。

- (1) 点选：单击被选物件即可。
- (2) 加选：按住 Shift 键，再单击要增加的对象。
- (3) 减选：按住 Ctrl 键，再单击要取消的对象。
- (4) 框选：按住鼠标左键从右下方向左上方拖动框选物件（一般情况下用此方式）。
- (5) 按类型选：按物件的曲线、曲面、多边形等类型，可以一次性全部选取此类型的物件。我们

在平时操作中常用的有以下几种。

- ：全选
- ：取消全选
- ：选择点
- ：选择曲线
- ：选择曲面
- ：按颜色选择

1.4 Rhino主要工具的系统性归纳

Rhino 主要工具的系统性归纳如表 1-2 所示。

表1-2

界面显示系统	物件图层与属性	 图层控制面板，设置不同层级有利于区别对象  物件属性面板，设置场景中物件的一些基本属性
	物件可见与锁定	 对场景中物件的隐藏  显示以及锁定
	显示模式设置与修改	 场景中物件显示模式的控制按钮
核心工具系统	线的绘制	在 Rhino 中线的类型就是两类：一是直线  ；二是曲线  ；用得最多的是用 CV 点来绘制曲线 
	曲面成形工具	 2、3 或 4 条曲线成面：利用 2、3 或 4 条曲线作为曲面的边来创建曲面  挤出：将曲线挤出为曲面或实体  从网线建立曲面：所有同一方向的曲线必须与另一方向的曲线全部交叉，而同方向的曲线不能交叉  放样：使用若干条曲线连接成一个曲面  补面：使用任意条曲线或边生成一个曲面  双轨扫掠：使用两条轨迹曲线和若干条截面曲线扫描成曲面  旋转成型：将曲线截面沿规则的圆形或任意曲线旋转成曲面
辅助工具系统	组合与炸开	 组合：连接曲线或曲面  炸开：可将连接在一起的复合曲线或曲面全部炸开
	修剪与分割	 修剪：把曲线或曲面按剪切线来分成若干部分，并指定删除部分  分割：与修剪类似，只不过不把切开的部分删除
	群组与解散	 群组：将选择的物件集成为一个群组  取消成组：将群组的物件打散
	移动与复制	 移动：可以调整对象位置  复制：实现对象的复制
	旋转与缩放	 旋转：可以改变对象的方向和角度  缩放物件：按照一定比例在一定方向上对物件进行放大或缩小
	镜像与阵列	 镜像：实现对象的对称复制  矩形与环形阵列：按照一定规律或次序重复排列对象
	对齐与变形	 设定 XYZ 坐标：常用于调整曲线、曲面的 CV 点，用于给指定的坐标系统对齐  变形控制器：可以通过控制点使物件变形

1.5 环境与显示设置

1.5.1 设置文件属性

Rhino 模型如果需要跟下游的 CAD、CAMM 系统有较好的衔接，就必须在建模之前设置好单位与公差，这样才能够更有效率、更准确地确定模型的精度值。

单位与公差

模型单位：适合软件之间的尺寸转换和打印需要，一般选用系统默认值——毫米。

绝对公差: 【系统默认值】

相对公差: 【系统默认值】

角度公差: 【系统默认值】

显示精确度: 【系统默认值】

1.5.2 鼠标中键设置自定义工具列

把常用的工具集合到鼠标中键栏里面, 操作命令时只要单击鼠标中键, 就可以弹出常用的工具, 方便提高作图效率。

第一步: 按住鼠标中键, 弹出编辑对话框, 如图 1-4 所示。



图 1-4

第二步: 在弹出中键栏的情况下, 把鼠标移动到工具栏找到常用的工具, 按住 Shift 键, 再按住鼠标左键拖曳按钮到中键栏里面, 然后释放鼠标即可。自定义后鼠标中键如图 1-5 所示。



图 1-5

删除按钮: 按住 Shift 键, 再按住鼠标左键拖曳按钮到中键栏以外, 即可删除按钮。

工具列消失了怎么办?

在指令栏输入“ToolbarReset”命令, 然后确定, 关闭软件重新打开就将工具列恢复为出厂设定。

1.5.3 显示模式设置

1. 物件显示模式设置

Rhino 模型有 8 种可显示的模式供选择, 一般常用的是“着色模式”和“线框模式”两种。鼠标停留在 图标上, 单击鼠标左键着色模式显示, 单击鼠标右键线框模式显示。Perspective 用着色模式显示, 另外的 Top、Front 和 Right 视图用线框模式显示, 这样方便观察, 有利于作图, 如图 1-6 所示。

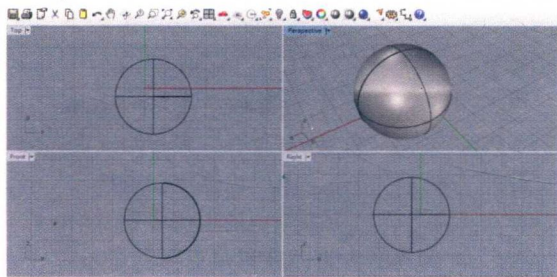


图 1-6

显示设置的位置在“工具”→“选项”→“视图”中, 下面列表中存在各种不同的显示模式, 如图 1-7 所示, 各种显示模式之间仅仅是设置的参数不一样, 用户可以在这里对各种显示模式做新增、复制、删除、导入、导出等编辑操作。

线框模式: 纯线框显示物件的结构线和轮廓线。

着色模式: 带结构线有明暗变化的单一颜色显示。

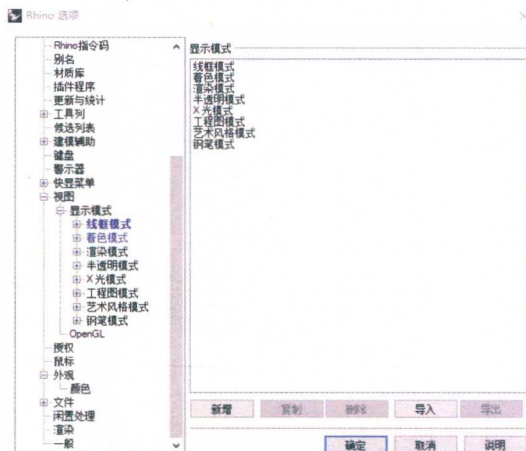


图 1-7

渲染模式: 有明暗变化表现出更多细节, 但不显示结构线。

半透明模式: 显示模型 35% 的透明度, 可看到被遮掩的对象。

X 光模式: 物件以完全透明模式显示。

工程图模式: 以工程图效果显示, Rhino 5.0 新增显示模式。

艺术风格模式: 具有艺术化风格显示, Rhino 5.0 新增显示模式。

钢笔模式: 以钢笔画风格显示, Rhino 5.0 新增显示模式。

2. 彩色背景环境设置

在菜单栏中执行“工具”→“选项”→“视图”→“着色模式”→“背景”→“双色渐变”命令，然后再分别选择上方颜色和下方颜色，如图 1-8 和图 1-9 所示。

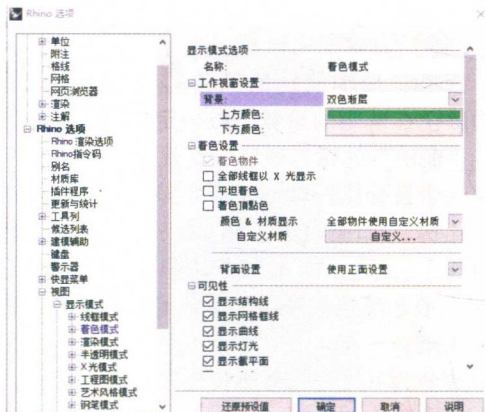


图 1-8

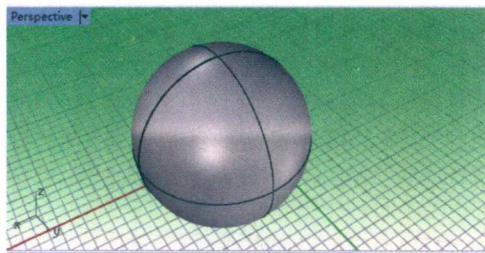


图 1-9

3. 控制点设置

单位为像素，1 表示使用电脑屏幕上 1 像素大小的面积作为一个控制点的显示；如果是 2，也就是 $2 \times 2 = 4$ 像素的大小，后面依此类推。这个参数不仅控制曲面、曲线的控制点大小，还同时控制多边形的顶点、曲线曲面的节点 (kont) 和编辑点的大小。控制点参数设置和效果如图 1-10 ~ 图 1-12 所示。

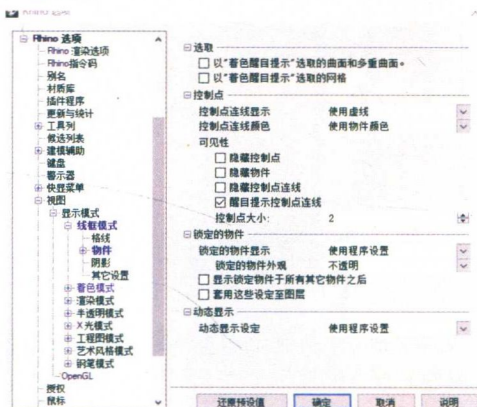


图 1-10

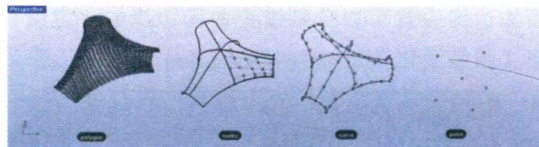


图 1-11

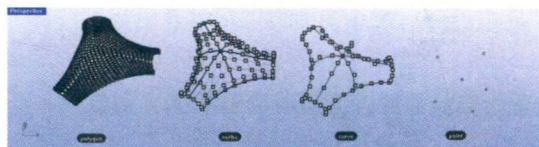


图 1-12

控制点的颜色默认设置为：“使用物件颜色”，也可以设置为“使用固定颜色”来定义一个自己喜欢的控制点来显示颜色，如图 1-13、图 1-14 所示。

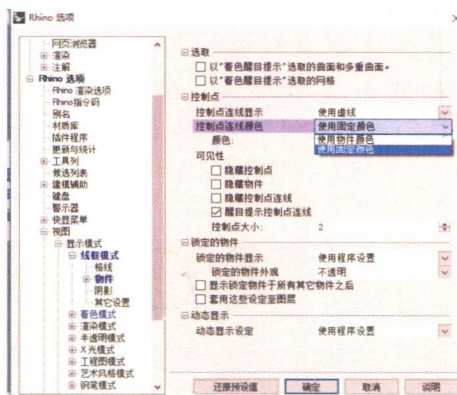


图 1-13

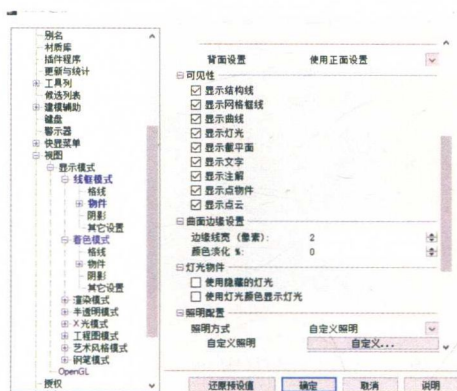


图 1-14

4. 线的显示设置

线条的范畴包括：NURBS 曲线、NURBS 曲面的边界线和结构线 (iso)、多边形的边界线。控制线条显示的总“开关”如图 1-15 所示，可见属性下面可以分别打开或者关闭结构线、网格框线（即 polygon 物件的边缘）、曲线的显示。曲

面的边缘设置可以分别设置曲面边缘的“宽度”与“颜色淡化”。

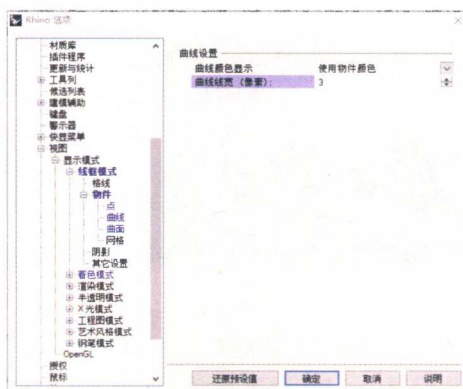


图 1-15

(1) 曲线设置

可以独立设置曲线显示的颜色和线宽，如线的改粗方式：在菜单栏中执行“工具”→“选项”→“视图”→“线框模式”→“物件”→“曲线”→“曲线宽度”命令，如图1-16和图1-17所示。

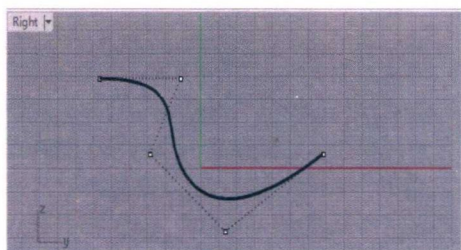


图 1-16

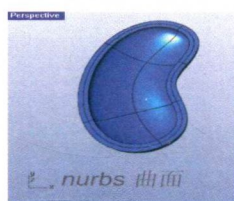


图 1-17

如果把边缘线宽设置为 1，则表示：边缘曲线使用 1 像素的宽度曲线来显示，也就是通常见到的边缘曲线显示效果，如图 1-18 所示。

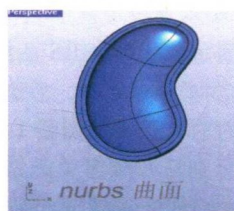


图 1-18

如果把边缘线宽设置为 2，边缘曲线会以 2 像素的宽度曲线来显示。把边缘线宽设置为 2 像素的宽度，而把其他曲线设置为 1 像素的宽度，是比较常见的设置，可以从视图中很方便地区分出曲面的边界。

(2) 边缘淡化设置

控制了边缘曲线的颜色的变化，让边缘曲线的颜色在既定的设置下做一定比例的“色彩变淡”“变淡”的意思通俗一点就是变黑。这个参数是一个百分比的数值，表示黑色与既定颜色的混合比例。如果设置为 0，表示有 0% 的黑色混合到既定的颜色中，也就是不起作用。如果设置为 50，表示黑色与既定的颜色等比混合，色彩会比原来暗淡一半。如果设置为 100，表示既定颜色的成分为 0，黑色全部替代了既定的颜色，所以会变成黑色。

如果默认的既定颜色就是黑色，那么不难理解不论怎么样设置这个数字，都是不会有效果变化的。这个设置的目的仍然是将边缘曲线的颜色变得稍微有一些不同，让用户更加容易区分出边缘曲线。图 1-19 中既定的线框设置为橙色，边缘淡化设置为 50%，边缘色彩明显偏黑。



图 1-19

(3) 曲面边缘颜色显示设置 (如图1-20)

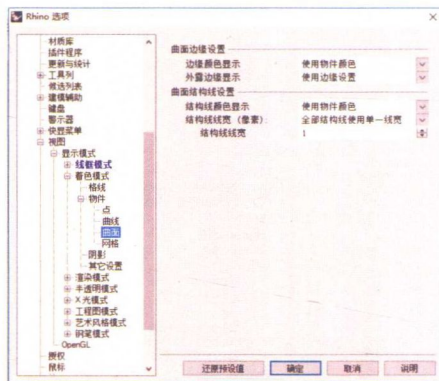


图 1-20

可以单独定义外露的边缘的颜色、线宽和颜色淡化属性，以方便使用者注意到外露边缘的存在及位置。通过对曲面线条设置中的各种属性线条做不同颜色和线宽的设置，可以在视图中方便地辨认出