

十二五高等院校应用型特色规划教材

赠送电子课件

Rhino产品造型设计表现

王远 李海 主 编
魏庆彬 副主编

清华大学出版社



等院校应用型特色规划教材

Rhino产品造型设计表现

王远 李海 主 编
魏庆彬 副主编



清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书是笔者与广州大业工业设计有限公司协作,契合产品设计的实际设计流程写作而成。本书前半部分详细介绍了 Rhino 软件的重要知识点。在此基础上,以广州大业工业设计有限公司的几个真实设计案例为主线,介绍了具体设计流程及建模操作。最后,对产品设计过程中可能遇到的特殊结构做了专题讲解。

本书可作为高等院校工业设计类专业的学习用书,也可供相关社会人士自学之用。

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 产品造型设计表现/王远,李海主编.--北京:清华大学出版社,2015

(十二五高等院校应用型特色规划教材)

ISBN 978-7-302-39374-0

I. ①R… II. ①王… ②李… III. ①产品设计-计算机辅助设计-应用软件-教材 IV. ①TB472-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 050053 号

责任编辑:彭 欣

封面设计:汉风唐韵

责任校对:王凤芝

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.qbook.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:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:9.75 字 数:182 千字

版 次:2015 年 4 月第 1 版 印 次:2015 年 4 月第 1 次印刷

印 数:1~4 000

定 价:29.00 元

产品编号:055826-01

前言

本书是一本专门讲解 Rhino 建模技术的专业书籍,从技术的角度讲解了如何使用此软件进行产品造型设计。本书共 9 章,第 1 章、第 2 章介绍了 Rhino 建模基础和基本概念、软件界面。第 3 章对 Rhino 特有的建模方法、相关概念进行了深入细致的讲解,是前两章基础内容的进阶,可理解成“高级基础”。第 4 章到第 8 章为案例章节,通过若干具体的设计案例,展示了丰富的模型创建技术,使读者通过学习能够熟练使用 Rhino 软件进行产品造型设计。第 9 章是本书的特色章节,讲解了在产品设计过程中常常碰到的一些“特殊结构”的建模方法。

本书所使用软件是 Rhino 4.0,操作系统是 Windows 7,硬件环境是 Intel Core(TM)2 Duo+2G 内存。

在开始学习之前,读者需要注意一点:本书没有对 Rhino 软件所有的命令、按钮、工具逐个讲解。一是 Rhino 的命令、按钮、工具较多,全面讲解所有内容需要耗费很多的章节,也不是本书的目的。二是这方面的参考书籍很多,另外 Rhino 软件官方网站也可以下载到权威的“操作说明书”。大家在开始学习之前,可以根据自己的具体情况,查阅相关书籍。不过,本书对案例涉及的命令、按钮或工具,都做了讲解。

本书的特点是将 Rhino 软件的基础理论、案例、设计思路紧密结合。就以往的教学和软件使用经验看,市面上大部分 Rhino 教程只讲解案例操作,不介绍建模的思路和方法,导致学习者只会照搬教程操作,一旦脱离教程就问题不断,不能灵活使用 Rhino 软件进行产品建模。而本书在讲解过程中增加了对建模思路和方法的分析,力求使读者能够掌握 Rhino 软件的建模精髓,在实际使用的时候能“举一反三”,轻松面对各种

建模。

根据作者的经验,给大家提出以下几点建议供参考:

1. 大部分三维软件的建模技术与原理是相同的。因此学会 Rhino 建模技术后,可以轻松掌握其他软件的建模技术。

2. Rhino 一开始的学习不必追求过高的难度,很多思路和方法是通过不断的案例学习积累在脑海中的,不要忽视了简单案例的学习。

3. 不要满足于一种建模方法,对同一问题,可以尝试多种思路和方法。只做案例不去思考,提高的速度就比较慢。

4. 在 Rhino 学习过程中如果遇到困难,要在思考的基础上多和他人交流。很多问题,没有必要自己一个人琢磨,影响学习的效率。

5. 不论是 Rhino 还是其他设计类软件,都只是产品设计的工具。作为一个产品设计师,要切实提高自己的综合设计能力,不能本末倒置。

明白以上几点,就可以开始学习了。

由于编者水平有限,书中难免出现不妥和疏漏之处,对于专业术语的翻译也有待商榷,还请广大读者批评指正。

本书所有作品、素材仅供本书购买者学习使用,不得用作其他商业用途。

编者

目录

1	第 1 章 Rhino 软件与计算机辅助工业设计
11	第 2 章 Rhino 用户界面
27	第 3 章 Rhino 建模基础
61	第 4 章 基本建模技术——打火机
73	第 5 章 旋转 U 盘实例
85	第 6 章 水壶实例
101	第 7 章 音箱设计

111 第 8 章

3D 眼镜实例

129 第 9 章

专题讲解

148

参考文献

第 1 章

Rhino 软件与计算机辅助 工业设计

学 习 目 标

本章要求读者掌握如下知识点：

1. 了解当今工业设计的发展动态；
2. 学习并掌握Rhino软件所涉及的相关概念；
3. 简单了解快速成型技术。

本章将简单介绍计算机辅助工业设计的发展状况。
同时，还将介绍Rhino软件的发展、特点及相关概念。

1.1

计算机辅助工业设计的发展状况

21 世纪以来,随着国民经济水平的迅速提升和国内高校设计专业欣欣向荣的发展,工业设计领域的研究逐步受到了国内学者的关注。随着信息技术的发展,计算机辅助工业设计已成为 CAD/CAM、先进制造与自动化技术领域研究的热点。它降低了产品开发的成本,缩短了产品开发的时间,提升了产品开发的效率。

1.1.1

计算机辅助工业设计的内涵

计算机辅助工业设计简称 CAID,即在计算机技术和工业设计相结合形成的系统支持下,进行工业设计领域内的各种创造性活动。与传统的工业设计相比,CAID 在设计方法、设计过程、设计质量和设计效率等各方面都发生了质的变化。

CAID 以工业设计知识为主体,以计算机和网络等信息技术为辅助工具,实现产品形态、色彩、宜人性设计和美学原则的量化描述,从而设计出更加实用、经济、美观、宜人和创新的新产品,满足不同层次人们的需求。

1.1.2

计算机辅助工业设计技术的发展状况

在产品开发的不同阶段,往往采用不同的设计软件来进行辅助设计。

1. 创意草图阶段

草图是设计师表达设计创意最快捷的方式,传统的设计草图利用铅笔和纸张直接徒手表达。当前,越来越多的年轻设计师配合手绘板、扫描仪、相机等设备来进行创意草图。草图具有更改方便、容易出效果、美观等优势。

在这个阶段,主要使用 Photoshop 和 Coreldraw 软件,现在越来越多的产品设计公司用 Illustrator 来替代 Coreldraw 软件。

Photoshop 是位图软件,设计过程中主要用来对图片进行处理,Coreldraw 和 Illustrator 是矢量绘图软件,可用来进行图形设计、文字编辑等。由于 Illustrator 和 Photoshop 都是 Adobe 公司的软件,具有图形界面相似、兼容性更好的优点,同时 Illustrator 在色彩

表现等方面更好,正在逐渐替代 Coredraw。

2. 自由曲面设计

产品造型自由曲面设计是 CAID 的一个重要内容。Rhino 软件就是这个设计阶段的佼佼者,能够方便、快捷、准确地表达产品造型。在我国工业设计比较发达的长三角、珠三角地区,有非常多的工业设计公司采用这款软件。有些对曲面质量要求更好的公司,使用了 Allias Studio tools 软件。这款软件相对于 Rhino 软件来说,更专业,但是成本更高,也不容易上手。

3. 结构设计

工业设计的结构设计阶段主要用 PRO/E、UG 等相关工程类软件来进行计算机辅助设计,这些软件具有参数化设计的特点,其数据能够更好地被数控机床等生产设备使用。

4. 快速成型

快速成型技术是当前最火热、最前沿的技术,英文全称为 Rapid Prototyping,简称 RP 技术。RP 技术是在现代 CAD/CAM 技术、激光技术、计算机数控技术、精密伺服驱动技术以及新材料技术的基础上集成发展起来的。

它可以在无须准备任何模具、刀具和工装卡具的情况下,直接接受产品设计(CAD)数据,快速制造出新产品的样件、模具或模型。因此,RP 技术的推广应用可以大大缩短新产品开发周期、降低开发成本、提高开发质量。

1.2

Rhino 软件及应用

1.2.1

Rhino 软件概述

Rhino 是由美国 RobertMcNeel & Assoc 开发的专业 3D 建模软件,它广泛应用于三维动画制作、工业制造、科学研究以及机械设计等领域,使用 Rhino 软件可以制作出精细复杂的 3D 模型。自推出以来,Rhino 软件经过严谨的测试和数次改版,现已发展到 5.0 的版本。它能够轻易整合 3ds Max 与 Softimage 的模型功能部分,对要求精细、弹性与复杂的 3D NURBS 模型,有点石成金的效能。Rhino 软件能输出 OBJ、DXF、IGES、STL、3DM 等几乎所有的常见软件格式,具备良好的兼容性,对提高整个 3D 工作团队的模型

生产力效果明显。Rhino 使用现在流行的 NURBS 建模方式,主要侧重于 3D 物体的建模。Rhino 对电脑硬件要求很低,能够降低公司的硬件成本。即使 P133、32MB 内存再加 Windows 95 且没有图形加速卡,Rhino 软件都可以流畅运行。

最新的版本 Rhino 5.0,添加了 ArrayCrvOnSrf、AssignBlankTexture 等命令,对一些命令进行了更改,支持的文件格式更多。

1.2.2 Rhino 的特点

- (1)NURB 建模,建模功能强大。
- (2)兼容性良好。能够输入、输出大多数主流三维软件格式。
- (3)对硬件要求较低,降低了使用成本。
- (4)Windows 风格界面,学习容易上手。
- (5)经济实惠,软件购买成本低。

Rhino 软件是为设计和创建三维模型而开发的,虽然它带有一些渲染功能,但是这些不是 Rhino 的主要功能。相对于 V-RAY、keyshot 等外挂渲染器来说,Rhino 的渲染功能相当孱弱。

1.2.3 Rhino 的行业应用

Rhino 早些年一直应用在工业设计专业,擅长产品外观造型建模,但随着程序相关插件的开发,其应用范围越来越广。近些年在建筑设计领域的应用越来越广,Rhino 配合 grasshopper 参数化建模插件,可以快速做出各种优美曲面的建筑造型。其简单的操作方法、可视化的操作界面深受广大设计师的欢迎。另外 Rhino 在珠宝、家具、鞋模设计等行业也有广泛应用。

1.3

Rhino 的相关概念——学习前的准备

要迅速并熟练掌握 Rhino 的三维造型原理,必须了解这个软件所涉及的基本概念和相关知识。在笔者学习、使用和教学的过程中,发现很多人比较注重学习软件的命令,乐于通过“案例模仿”的方法来学习软件。

当然,模仿是任何技能学习不可或缺的阶段,但是,这种方法存在如下缺点。

(1)学习效率较低。当今社会是知识爆炸型的信息社会,要想快速掌握一门技能,学习效率相当重要。何况,在产品造型设计领域,各种新型软件层出不穷,Rhino 软件本身的版本也在不断更新。这就要求我们要有效率地学习。

笔者本身也是从“案例模仿”阶段走过来的,基本采用一边做“实例”一边总结的学习方法。回首自己走过的路,才发现可以用更少的时间来掌握这门软件。

(2)案例模仿式的学习往往导致“知其然,不知其所以然”,学习者的熟练程度很难达到“举一反三”。因为其背后的原理没有搞懂,仅仅掌握了皮毛。

因此,在开始学习 Rhino 软件的操作之前,有必要先学习一下这个软件涉及的相关基本概念。

1.3.1 点与线的相关概念

1. 点

在 Rhino 中,点分为两种:独立存在的点和曲线、曲面的控制点。

利用工具箱中的工具可以创建点对象,一般利用点对象作为参考点或锁点;而控制点则隶属于曲线和曲面,并不独立存在。通过调整控制点的位置可调整曲线和曲面的形态。

2. 线

在 Rhino 中,控制点是曲线编辑经常使用的对象。在 Rhino 工具栏中,有两种创建曲面的工具,可以创建两种类型的曲线,分别是 control vertex 曲线  和 edit point 曲线 ,中文叫作“控制点曲线”和“编辑点曲线”。在曲线完成后,按快捷键 F10,可以显示曲线的控制点,通过调整控制点可以改变曲线的形态。

构成曲线的各要素的作用如下。

(1)控制点(Control points):简称 CV 点,位于曲线的外面,用来控制曲线的形态。

(2)编辑点(Edit point):简称 EP 点。单击【开启编辑点】按钮 ,可显示曲线的 EP 点。EP 点位于曲线上,用户也可以通过调整 EP 点来改变曲线的形态。但是,通常使用 CV 点来调整曲线,因为 CV 点影响曲线形态的范围较小,而 EP 点影响曲线形态的范围较大。在实际操作过程中,会发现利用 CV 点调整曲线的形态,会比利用 EP 点来调整方便得多。

所有的控制点都具有权重(weight,一般为 1)。如果一条曲线的所有控制点权重相同,则称此曲线为非有理样条曲线,反之,则称为有理样条曲线。

(3)外壳(Hull):通常叫作壳线,是连接 CV 点之间的虚线。对于曲线的形态与质量

没有影响,可帮助观察 CV 点。

1.3.2 NURBS 概念

NURBS 是 Non-Uniform Rational β -Splines 的缩写,翻译成中文是“非统一有理 β 样条曲线”。它是 Rhino 三维建模的数学理论基础,Rhino 中创建的一切对象都是由 NURBS 定义的。

“非统一有理 β 样条曲线”这个名称涉及一些数学知识,数字建模归根到底是一个数学问题。它要求软件编程人员引用一定的函数来定义空间中的一条“线”。这样,空间的线才具有“唯一性”。

那什么是样条曲线呢?样条曲线是经过一系列给定点的光滑曲线。最初,样条曲线都是借助于物理样条得到的,放样员把富有弹性的细木条(或有机玻璃条),用压铁固定在曲线应该通过的给定型值点处,样条做自然弯曲所绘制出来的曲线就是样条曲线。样条曲线不仅通过各有序型值点,并且在各型值点处的一阶和二阶导数连续,即该曲线具有连续的、曲率变化均匀的特点。

“非统一有理 β 样条曲线”涉及有理数和无理数、 β 样条曲线等数学概念,不是学习 Rhino 的重点,在这里就不再深入了。

NURBS 是一种非常优秀的建模方式,是一种最适合做曲线、曲面的造型方法。在高级三维软件当中都支持这种建模方式,它能够比传统的网格建模方式更好地控制物体表面的曲线度,从而更加逼真、生动地进行造型设计。NURBS 造型总是由曲线和曲面来定义的。因此,可以使用它做出各种复杂的曲面造型和表现特殊的效果,如人的皮肤、流线型汽车、飞机等造型。

小贴士



在设计软件中,除了 NURBS 曲线外,还有一种贝塞尔曲线。法国数学家贝塞尔发明了矢量作图法,所以把用矢量作出的图形叫作贝塞尔曲线。其作用点就是锚点,方向就用方向线来表示,方向线的长短代表了矢量的大小。

一个锚点上通常有两个方向线,它们是两侧线段的切线。

改变锚点的位置、方向线的方向或大小都会改变贝塞尔曲线的形状。贮存矢量图用数学公式记载矢量的 3 个要素,所以信息量很小。由于与像素无关,矢量图在放大或缩小时,清晰度保持不变。

Rhino 中没有使用这种曲线定义的方法,平面设计软件 CoreDraw 则用到了。

1.3.3 曲线次数

样条曲线的次数,是由样条曲线数学定义中所取的基函数所决定的。直观地说,构成样条曲线的一段光滑参数曲线段,由控制多边形的相邻连续的几段折线段决定,就是几次样条。最常用的是二次样条和三次样条。二次样条的某一曲线段只与相应的两段折线段,3个控制多边形顶点有关,改变其中一个顶点,将影响三段样条曲线段。同样的,对三次样条,某一曲线段由相应的三段折线段、4个控制点决定。

1.3.4 曲线度数

度数有时也被称为阶数。这个概念在 Rhino 中比较重要。在 Rhino 曲面造型的高级阶段,经常碰到 G1 连续性、G2 连续性、A 级曲面等概念,这些都是和度数的概念相关联的。了解度数的概念,有助于理解曲面造型的本质。

一条 NURBS 曲线有 4 个重要的定义项:度数(Degree)、控制点(Control Point)、节点(Knot)、判定规则(Evaluation Rule)。

度数与次数有关,样条曲线的阶是样条曲线的次数加一,其值是一个整数。样条曲线的阶越高,控制点越多。二次样条的度数是三,样条曲线段由 3 个控制点决定;三次样条的度数是四,样条曲线段由 4 个控制点决定。在 Rhino 中,度数为 1 的线条有 Line、Polyline,度数为 2 的线条有 Circle、Ellipse、Arc,度数为 3~5 时是 Freeform 形状。在 Rhino 中,NURBS 的度数在 1~32 之间。

一般来说,度数越高,曲线越光滑,计算所需时间也越长。度数不应该设置过高,以免给编辑造成困难。特别是在产品造型设计的初期阶段,绘制轮廓线的时候,应遵循“简化”的原则,以尽可能少的“点”来绘制曲线。

Rhino 中默认的曲线阶数为 3。曲线的阶数对曲线的影响如下:

(1)曲线的阶数关系到一个 CV 点对于一条曲线的影响范围。越高阶数的曲线的控制点对曲线形状的影响力越弱,但影响范围越广。

(2)越高阶的曲线内部连续性会越好,但是提高曲线阶数并不一定会提高曲线内部的连续性,而降低曲线阶数一定会使曲线内部的连续性变差。

1.3.5 连续性概念

在 Rhino 软件中,连续性概念在曲面设计中不可回避。

连续性(Continuity)是 Geometric Continuity 的简称,它是判断两条曲线或者两个曲面接合是否平滑的重要参数,分为 G0、G1、G2 等不同的级别。

G0 连续=位置连续;

G1 连续=相切连续;

G2 连续=曲率连续。

在设计船舶、飞机、汽车等需要光滑曲面的物体时,要求所使用曲面的连续性至少是 G2。

Rhino 默认连续性是 G2。在最新版本的 Rhino 5.0 中,已经可以制作 G3、G4 连续性的曲面,但是没有检测工具可以检测出来。

1.3.6 接缝

曲线与曲面(或者曲面与曲面)彼此结合的部位被称为“接缝”(Seam)。需要注意的是,封闭或回环形的曲线、曲面也是存在接缝的,如图 1-1 所示,即使普通的圆环也存在这样一条接缝。

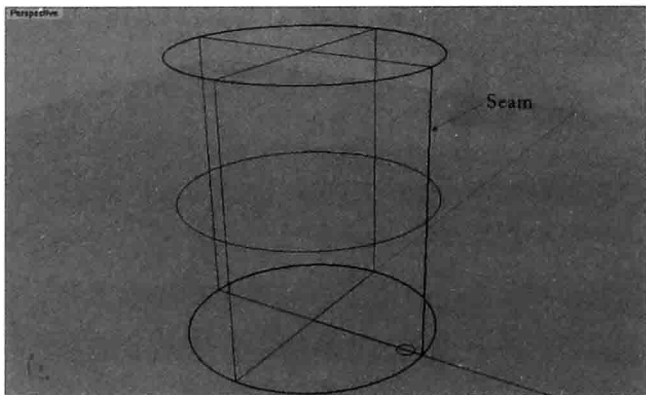


图 1-1

视觉上看,接缝在 Rhino 软件中的显示比一般的线粗些。

可以使用  (调整封闭曲面的接缝)或  (调整封闭曲线的接缝)命令调整接缝的位置,采用回避的方式来处理这个接缝。

这个接缝的位置经常会对操作过程产生影响,如不注意会造成相当大的麻烦。本书第 6 章“水壶实例”就会碰到这个问题。

1.3.7 结构线、线框、边缘线

结构线(Isocurve)主要用来区分曲面的轮廓,是软件显示输出的需要,没有其他特别的功能。

线框(Wireframe)以曲线的形态展示构造体,需要在视图选择线框模式。

边缘线(Edgecurve)指截面的边缘曲线或指实体的边缘。

小贴士



以上3个概念很好理解。需要注意的是,进行剪切(Cut)、分割(Split)等操作时,尽量点选结构线、线框、边缘线,这样有利于Rhino软件判断操作者的选择意图。很多初学者做不出来Cut命令,因为他们在选择对象时没有注意这点,还以为是软件出现问题。

1.3.8

STL 文件格式

STL 是文件的扩展名,是快速成型中使用的一种文件格式。在使用Rhino完成建模后,需要转换成STL文件格式,才能应用到快速成型设备中。

STL文件格式是3D Systems公司在1996年开发出来的,它使用三角形面片来表示三维实体模型,现已成为CAD/CAM系统接口文件格式的工业标准之一,绝大多数造型系统能支持并生成此种文件格式。利用快速成型设备,就可以制作出逼真的产品模型。