

普通高等教育工业设计专业

“十三五”规划教材

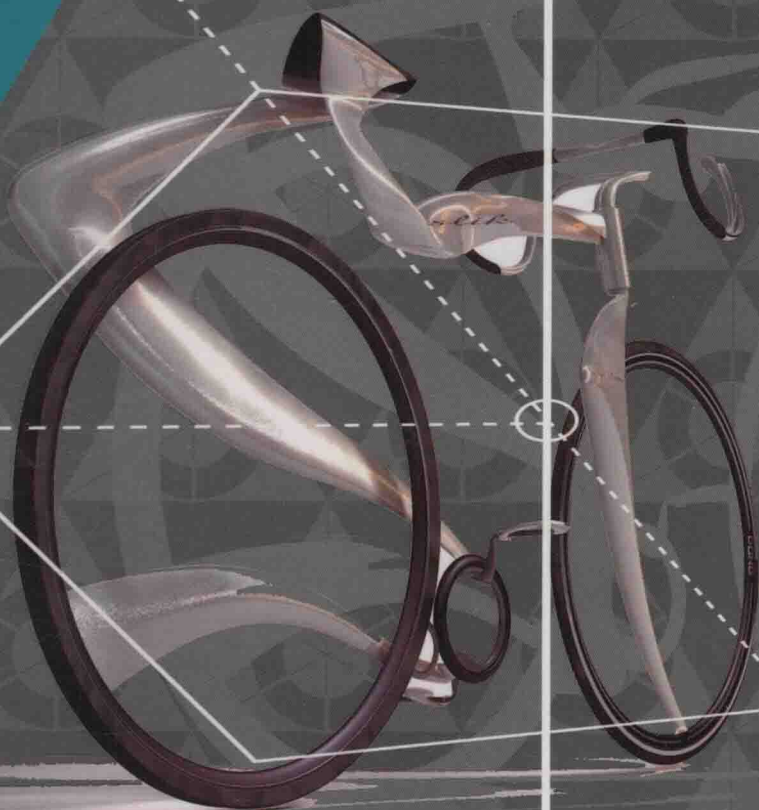
JISUANJI FUZHU GONGYE SHEJI
— Rhino YU T-Splines DE YINGYONG

计算机辅助工业设计

——Rhino 与 T-Splines 的应用

主 编 程旭锋

副主编 章珊伟 梁 静



普通高等教育工业设计专业“十三五”规划教材

JISUANJI FUZHU GONGYE SHEJI
— Rhino YU T-Splines DE YINGYONG

计算机辅助工业设计

——Rhino 与 T-Splines 的应用

主 编 程旭锋

副主编 章珊伟 梁 静



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书内容细致全面、重点突出,案例选取生活化,强调案例的针对性和实用性。本书不但讲授 Rhino 软件本身,还介绍其相关插件,如 T-Spline 和 Keyshot,并对软件和插件的联合使用、配合建模进行详细的案例讲解,对于学习者更好地掌握 Rhino 软件有很大的帮助。

本书用简单的案例,由浅入深,适用于对软件没有基础的初学者和广大工业设计爱好者使用。

本书配套的教学案例及相关软件可在 <http://www.waterpub.com.cn/softdown> 免费下载。

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助工业设计: Rhino与T-Splines的应用 /
程旭锋主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2017. 4
普通高等教育工业设计专业“十三五”规划教材
ISBN 978-7-5170-5248-7

I. ①计… II. ①程… III. ①工业设计—计算机辅助
设计—应用软件—高等学校—教材 IV. ①TB47-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第071668号

书 名	普通高等教育工业设计专业“十三五”规划教材 计算机辅助工业设计——Rhino与T-Splines的应用 JISUANJI FUZHU GONGYE SHEJI——Rhino YU T-Splines DE YINGYONG
作 者	主编 程旭锋 副主编 章珊伟 梁 静
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	210mm×285mm 16开本 8印张 208千字
版 次	2017年4月第1版 2017年4月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	26.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

Preface

Rhinoceros 简称 Rhino, 又称为“犀牛”, 是一款专业、功能强大但又非常小巧的 3D 造型软件, 大小仅 100M 左右, 对硬件要求很低。Rhinoceros 被广泛应用于工业设计、三维动画制作和机械设计等领域, 它包含了所有的 NURBS 建模功能, 界面简洁、操作流畅, 受到了工业设计者的青睐。

本书面向的是犀牛“0”基础的初学者, 通过案例解析与详细的分步教学, 使读者能够在较短的时间内, 全面掌握软件。同时, 本书还对犀牛的热门插件 T-Splines 和 Keyshot 进行了介绍与剖析, 这是本书的亮点。教材后半部分对单独用犀牛建模与单独用 T-Splines 建模的过程进行了对比, 指导学生分析遇到的建模需求, 灵活运用 T-Splines 会比单用犀牛建模要简便、省时得多。本书也重点指导了如何将犀牛与 T-Splines 配合起来使用。

本书内容丰富, 编写逻辑清晰、思路新颖, 案例教程由浅入深, 并不局限于讲解案例的制作方法, 而是强调对创作思路的深入理解, 注重展示案例的创建思路。

本书在写作过程中, 得到了许多人士的大力协助, 在此, 感谢章珊伟对教材组稿、编写做出的贡献, 感谢梁静参与第 10 章的教程编写工作。

编者

2017 年 3 月 10 日北京

目 录

Contents

前言

第 1 章 概论	001
1.1 关于计算机辅助设计	001
1.2 CAID 类软件及特点	002
1.3 三维建模软件简介	003
1.4 Rhino 及插件介绍	004
第 2 章 初识 Rhino	007
2.1 基本命令	007
2.2 认识点、线、面	011
第 3 章 从平面到立体	022
3.1 基本几何体的创建	022
3.2 零件练习	028
第 4 章 基本几何形体练习——音箱与遥控器	029
4.1 音箱建模	029
4.2 遥控器模型制作	033
第 5 章 回转体练习——可乐瓶与暖水瓶	038
5.1 可乐瓶	038
5.2 暖水瓶	041
第 6 章 曲面建模与渲染初识——耳机建模及渲染技法	050
6.1 建模思路	050
6.2 建模步骤	050
6.3 渲染	062
第 7 章 结构与装配	065
7.1 鼠标建模及渲染技法	065

7.2 中性笔的模型创建	077
第 8 章 Rhino 与 T-Spline 练习：创建眼镜	084
8.1 Rhino 创建眼镜	084
8.2 T-Spline 创建眼镜	088
第 9 章 T-Spline 练习——飞利浦耳挂式耳机	096
9.1 飞利浦耳挂式耳机的创建	096
第 10 章 Rhino 与 T-Spline 的配合使用	106
10.1 用 T-Spline 进行前期大体建模	106
10.2 用 Rhino 进行后期细节建模	111

第1章

Chapter 1

概论

1.1 关于计算机辅助设计

计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD), 即利用计算机及其图形设备帮助设计人员进行设计工作。在工程和产品设计等方面, 计算机可以帮助设计人员担负计算、信息存储和制图等各项工作。在设计过程中, 通常要利用计算机对不同方案进行大量的计算、分析和比较来决定最优方案; 各种设计信息, 不论是数字的、文字的或图形的, 都能存放在计算机的内存或外存里, 并能快速地检索; 设计人员通常用草图开始设计, 将草图变为工作图的繁重工作可以交给计算机完成; 利用计算机可以进行与图形的编辑、放大、缩小、平移和旋转等有关的图形数据加工工作。

1.1.1 辅助建模

随着计算机的迅速发展, 生产中的设计方法发生着巨大变化。以前只能靠手工完成的许多简单作业, 逐渐通过计算机实现高效化和高精度化。其中计算机辅助设计技术即 CAD 技术是近年来发展较快的一个方向。并且在市场上, 流行与使用的以三维软件居多, 在建立几何模型时所用的方法也各不相同。我们希望有一种统一的处理方法来处理各种不同的几何形状。在对几何建模作了深入研究之后, 基于建模思想, 总结现有 CAD 建模方法并将它抽象为易于理解的两大类——基础模型和复杂建模。

1.1.2 辅助分析

计算机辅助分析 (Computer Aided Analysis) 是 CIMS (计算机辅助制造系统) 工程实施的一个重要内容。市场竞争的日益激烈对产品的设计质量提出了越来越高的要求, 在产品开发过程中应用计算机辅助分析技术已经成为大型制造业产品设计的一个发展趋势。

1.1.3 辅助制造

计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing, CAM) 是指在机械制造业中, 利用电子数字计算机通过各种数值控制机床和设备, 自动完成离散产品的加工、装配、检测和包装等制造过程。除

CAM 的狭义定义外, 国际计算机辅助制造组织 (CAM-I) 关于计算机辅助制造有一个广义的定义: “通过直接的或间接的计算机与企业的物质资源或人力资源的连接界面, 把计算机技术有效地应用于企业的管理、控制和加工操作。”按照这一定义, 计算机辅助制造包括企业生产信息管理 (EPMI)、计算机辅助设计 (CAD) 和计算机辅助生产、制造 (CAPM) 3 部分。计算机辅助生产、制造又包括连续生产过程控制和离散零件自动制造两种计算机控制方式。这种广义的计算机辅助制造系统又称为整体制造系统 (IMS)。采用计算机辅助制造零件、部件, 可改善对产品设计和品种多变的适应能力, 提高加工速度和生产自动化水平, 缩短加工准备时间, 降低生产成本, 提高产品质量和批量生产的劳动生产率。

1.2 CAID 类软件及特点

CAID (Computer Aided Industrial Design, 计算机辅助工业设计) 是一项应时代发展的需求而产生的技术, 即在计算机及其相应的计算机辅助工业设计系统的支持下, 进行工业设计领域的各类创造性活动, 它是以计算机技术为支柱的信息时代环境下的产物。然而与 CAD 的发展相比, CAID 的发展则只是近十几年才开始的。其名称最早于 1989 年在《Innovation》杂志中以季刊主体的形式被提出, 并在工业设计界产生了强烈的反响, 受到了设计师的普遍欢迎, 也使其在此领域蓬勃发展。在早期的计算机辅助工业设计中, 不论是 2D 或是 3D 的软件都可被定义为 CAID。但随着软硬件技术的快速发展, 单纯以平面 2D 辅助工业设计的软件系统就逐渐地被排除在 CAID 范畴之外了。

运用 CAID 软件, 可以增强产品造型的 3D 表现效果, 并节省大量的时间, 使得工业设计师能够有更大的空间去发挥其在造型设计上的创意; 还能通过通用的文件格式, 使工业设计师能够与负责其他工序的设计师进行良好的交流与沟通; 也使得设计师与客户间能够提前对产品设计进行沟通, 评估生产的可能性, 减少了产品开发中不必要的失误。

1.2.1 草图类

草图类软件, 也就是手绘草图类软件, 主要有 Painter、Artrage、Opencanvas 等, 当然 Photoshop 也是适合初级使用者的手绘类软件。其中, Painter 是数码素描与绘画工具的终极选择, 是一款极其优秀的仿自然绘画软件, 拥有全面和逼真的仿自然画笔。Painter 是专门为渴望追求自由创意及需要数码工具来仿真传统绘画的数码艺术家、插画画家及摄影师而开发的, 它能通过数码手段复制自然媒质 (Natural Media) 效果, 是同级产品中的佼佼者, 获得了业界的一致推崇。

不过这些手绘草图类软件都必须搭配数位板和压感笔来使用才能真正实现其强大的功能。

1.2.2 平面类

与工业设计有关的平面软件, 主要包括 Photoshop、CorelDRAW、Illustrator 等, 这类软件主要用来制作产品平面效果图和进行展板排版设计。

Photoshop 主要用于处理像素所构成的数字图像, 功能强大, 多应用于图形、图像、文字、出版、视频等方面。在工业设计中, Photoshop 主要用于对图片进行后期处理和产品展示板排版设计。作为一名工业设计师, 掌握必要的 Photoshop 技能是必不可少的。

CorelDRAW 是矢量图制作软件,它在矢量动画、位图编辑、页面设计、网页动画、网站制作等方面应用广泛。很多工业设计师喜欢用 CorelDRAW 进行产品效果表达,主要是因其图形是矢量图,不受分辨率影响,图形不会随着放大、缩小而虚化,可远观,也可近看,产品表现效果较好,操作简便。

Illustrator 是一种工业标准矢量插画软件,被广泛应用于印刷、出版、海报、书籍排版、专业插画、多媒体图像处理和互联网页面的制作等。Illustrator 和 CorelDRAW 均被称为绘图软件,两者在功能方面多有相似之处。

1.2.3 三维类

三维建模软件主要包括 Alias、Rhinoceros、3ds max、Cinema 4D、Maya、UG、Pro/E、SolidWorks、CATIA、MastCAM 等。这类软件主要用来进行产品 3D 效果图、产品线框结构图、产品结构草图和产品爆炸图设计。这么多三维建模软件,有些侧重动画(Maya),有些侧重建筑和环艺(3ds max),有些侧重影视(Cinema 4D),有些侧重产品(Rhino),有些侧重工程(SolidWorks),有些侧重加工(MastCAM),有些侧重模拟分析(UG、PRO/E、CATIA)。下面主要介绍三维建模软件。

1.3 三维建模软件简介

UG、Pro/E、CATIA 和 SolidWorks 这些软件被称为工程软件,在结构设计和建模方面功能强大,可以直接支持生产和制造。但是,这类软件在创意表现和渲染方面稍有欠缺。专业的结构设计师多使用这些软件。

1.3.1 产品设计软件

Rhinoceros 简称 Rhino,又称为“犀牛”,是一款专业、功能强大但又非常小巧的 3D 造型软件,大小仅 100M 左右,对硬件要求很低。Rhinoceros 被广泛应用于工业设计、三维动画制作和机械设计等领域,它包含了所有的 NURBS 建模功能,界面简洁、操作流畅,受到了工业设计者的青睐。

1.3.2 建筑设计软件

3D Studio Max 简称 3ds max,被广泛应用于影视、广告、建筑设计、工业设计、三维动画、多媒体制作和游戏等领域。

1.3.3 动画设计软件

Maya 是现在非常流行的三维动画软件。由于 Maya 软件功能强大,体系完善,在国外的视觉设计领域应用得非常普遍。目前,在国内,该软件也越来越普及。

1.3.4 汽车交通工具设计软件

Alias 是非常专业的工业设计软件,在精确建模、无缝连接、创意表现、真实渲染和输出的整个流

程中表现优秀。另外, Alias 还可以通过动画来展示产品, 常用于汽车、飞机、游艇等交通工具设计。

1.4 Rhino 及插件介绍

1.4.1 Rhino 简介

Rhino 是美国 Robert McNeel & Associates 软件公司所开发的产品, 主要采用了 NURBS (曲线曲面的非均匀有理 B 样条) 自由曲面的建模技术和特征实体建模的操作模式。在 Rhino 的官方网站中提到: “Rhino 的实体可以炸开为自由曲面, 经过编辑后再结合为实体。可以利用相交曲面为边界来构建实体模型, 并且具有剪切任意曲线、曲面和实体之组合物体的超强能力。” 其次, Rhino 保留了使用者在构建模型过程中的完整历史记录, 使得软件具有不限次数的“撤销”(Undo)与“重复”(Redo)的功能, 让使用者对模型的修改变得极为便利。目前 Rhino 已经更新到了 6.0 版本, 但用得较多的还是 5.0 版本。在 Rhino 2.0 版中被视为“鸡肋”的渲染功能, 也随着一批优秀的渲染插件的引入而得到了极大的改善。比如, VRay、KeyShot。VRay 和 KeyShot 是目前很受欢迎的两款渲染软件, VRay 为不同领域的优秀 3D 建模软件提供了不同的版本, 以方便使用者渲染各种图片; KeyShot 的即时渲染功能深受客户青睐, 在即时渲染模式下, 无需复杂的设定即可产生与相片一般真实的 3D 渲染影像, 所见即所得, 非常直观、便捷。本书重点介绍的渲染插件是 KeyShot。

而且一些建模插件的引入, 也让 Rhino 创建不规则模型的功能得到极大的提升, T-Splines 便是其中一款好用的插件。

此外 Rhino 对于软硬件设备(如内存容量)的要求是目前众多 CAID 软件中最低的。Rhino 在对如图 1.1 所示的实物进行建模时, 尤为得心应手, 这也是后面会涉及的一些案例。

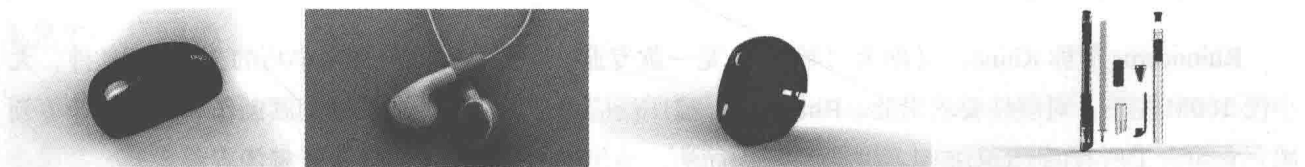


图 1.1

1.4.2 T-Splines 简介

T-Splines 是由 T-Splines 公司领导开发的一种具有革命性的崭新建模技术, 它结合了 NURBS 和细分表面建模技术的特点, 虽然和 NURBS 很相似, 不过它极大地减少了模型表面上的控制点数目, 可以进行局部细分和合并两个 NURBS 面片等操作, 使建模操作速度和渲染速度都得到提升。

T-Splines 作为一种新的 surface 的表示方式, 最初是在 2003 年和 2004 年的 SIGGRAPH Papers 会议上首次公开的。T-样条曲面可以被看作是一种 NURBS 曲面, 但允许控制点序列不必遍历整个表面就中断。控制网终止点的结构类似于字母“T”(这就是 T-样条名字的由来)。和 NURBS 建模相比, 使用 T-样条建模可以减少控制点的数量, 并且使得各个面片之间更容易融合, 但这也要求数据结构需要记录这种非规则的连续性。T-样条可以通过节点插入算法被转换为 NURBS 曲面, 反之, NURBS 曲面

也可以用不含 T-节点的 T-样条来表示,从理论上讲, T-样条可以完成 NURBS 可以实现的一切功能。T-Splines 因为是基于 NURBS 的,所以具有 NURBS 的基本特性,模型可以做到非常的精确。用户可以通过简单的拖、拉、挤等动作就可以做出超乎想象的自由模型。值得一提的是 T-Splines 可以把 polygon 模型转成 NURBS,而且速度相当的快。T-Splines 的优点在于:仅当必要时才对模型添加细节;可以创建非矩形拓扑;容易编辑复杂的自由曲面;保留和 NURBS 曲面的兼容性。图 1.2 是一些用 T-Splines 创建的比较快捷的案例。将在后面几章详细介绍具体方法。

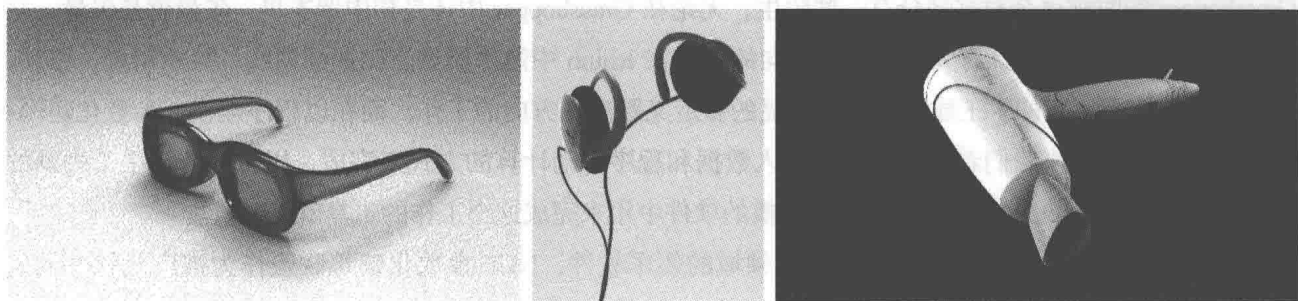


图 1.2

1.4.3 KeyShot 简介

KeyShot™ 意为 “The Key to Amazing Shots”, 是一个互动性的光线追踪与全域光渲染程序, 无需复杂的设定即可产生相片般真实的 3D 渲染影像。

Luxion HyperShot/KeyShot 均是基于 Lux Render 这款渲染程序开发的。目前 Luxion 公司与 BunkSpeed 公司因技术问题分道扬镳 (因为 BunkSpeed 公司未能及时支付 Luxion 公司渲染核心租用费用导致), Luxion 公司不再授权给 BunkSpeed 公司核心技术, BunkSpeed 公司也不能再销售 HyperShot, 以后将由 Luxion 公司自己销售, 并更改产品名称为 KeyShot, 所有原 HyperShot 用户可以免费升级为 KeyShot。Bunkspeed 公司渲染核心采用 Mental Images Iray 技术, Mental Images Iray 是 nVidia 旗下的一家公司, Bunkspeed 公司再重新基于新核心编写新程序, 名字当然也是由 HyperShot 变成了 BunkSpeed Shot。

LuxRender 是一种基于物理的没有偏见的渲染引擎。基于先进的技术水平算法, LuxRender 根据物理方程模拟光线流, 因此产生照片般逼真的图像。LuxRender 是免费软件, 可以个人或商业使用, 以 GPL 许可, 这个程序可运行在 Windows、Mac OS and Linux 上, 其功能齐全的出口商可用于许多流行的 3D 封装, 包括 Blender、3ds max 和 XSI 的交互式用户界面和出口商。同时 LuxRender 也是一款开源的软件。

1.4.4 参数化软件简介

Grasshopper 简称 GH, 中文名为 “蚱蜢”, 是一款在 Rhino 环境下运行的采用程序算法生成模型的插件, 是目前设计类专业参数化设计方向的入门软件。与传统建模工具相比, GH 的最大的特点是不需要太多任何的程序语言的知识就可以向计算机下达更加高级复杂的逻辑建模指令, 使计算机根据拟定的算法自动生成模型结果。通过编写建模逻辑算法, 机械性的重复操作可被计算机的循环运算取代; 同时设计师可以将设计模型植入更加丰富的生成逻辑。与传统工作模式相比, 无论在建模速度还是在水平上都有

较大幅度的提升。

其很大的价值在于它是以自己独特的方式完整记录起始模型（一个点或一个盒子）和最终模型的建模过程，从而达到通过简单改变起始模型或相关变量就能改变模型最终形态的效果。当方案逻辑与建模过程联系起来时，Grasshopper 可以通过参数的调整直接改变模型形态。这无疑是一款极具参数化设计的软件。

GH 中提供的矢量功能是 Rhino 中没有的概念，因此可能很多即便熟悉 Rhino 的用户在学习 Grasshopper 的时候也会对这部分有一些陌生，无论在 Grasshopper 中还是初中课本里，矢量就是矢量，它都代表同样的意思：既具有大小又具有方向的量。在 Rhino 中制作模型，比如画曲线，拉控制点，移动，阵列物体等几乎所有的手工建模都是在反复的做定义距离和方向的工作。而在以程序建模（参数化建模）的软件中，这个工作我们希望能尽量以输入数据和程序自动计算的方式来完成，以替代传统手工去画的方式，在 Grasshopper 或者其他的参数化建模的软件中用来完成这个工作的工具就是矢量。

目前 GH 已成为国内参数化设计创新领域的领军软件，NCF 参数化建筑联盟作为推广此软件的先驱网络，也是目前最大、最深入的 GH 交流平台，但仍然在做公益性的技术普及宣传。主要应用在建筑设计领域，比如，建筑表皮效果制作，复杂曲面造型建立等。国内作品有中钢国际、银河 SOHO 等建筑设计。

第2章

Chapter 2

初识Rhino

2.1 基本命令

2.1.1 界面介绍

图 2.1 即为 Rhino 5.0 默认工作界面，包括菜单栏、指令行、工具栏、工具列、工作视窗、状态栏等部分。

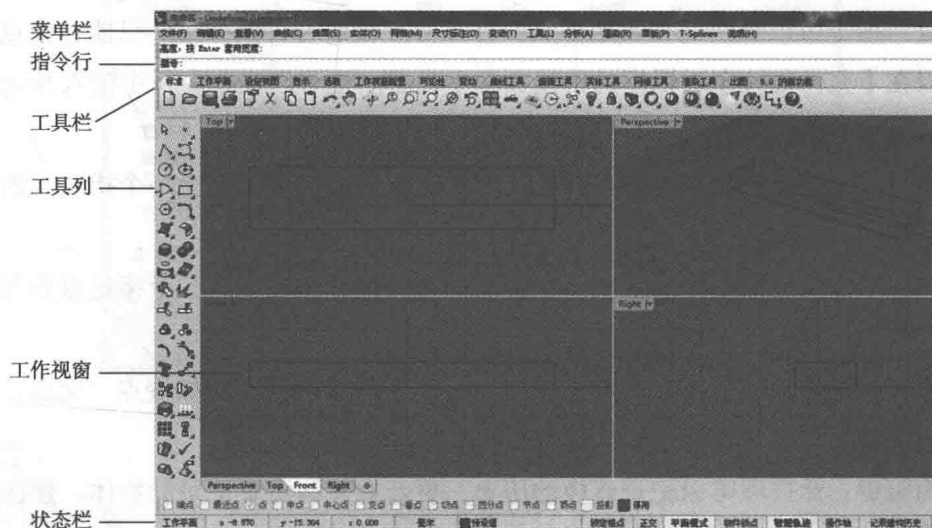


图 2.1

1. 菜单栏

在菜单栏中，Rhino 的命令按照功能进行了归类，如果需要执行某个命令，单击菜单栏内的菜单，在列表中单击该命令即可。

2. 指令行

指令行可分为指令历史行和指令提示行。在指令历史窗口中显示执行过的命令及命令提示记录。在指令提示行中可以输入要执行的命令，同时，要根据指令提示行中的提示进行下一步操作。

3. 工具栏、工具列

工具栏、工具列中含有命令图标的按钮，用以执行各种命令。Rhino 5.0 的默认界面中有三个工具列，分别是位于工作视窗上方的【标准】工具行所在的区域（同一属性的工具以标签形式存放在工具栏区域）和左侧的【主要 1】、【主要 2】两列工具列。在工具列的命令图标中，右下角带有三角形的图标都带有隐藏工具列，长按鼠标左键可以将隐藏工具列打开，如图 2.2 所示。



图 2.2

在 Rhino 5.0 工具列中，有一些图标分别用鼠标左键或右键单击时，分别执行不同的命令，当把鼠标指针放到图标上时，软件会给出提示。如图 2.3 中所示的图标，单击为【存储文件】命令，右击为【导出】命令。

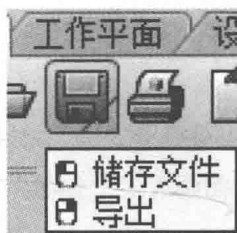


图 2.3

4. 工作视窗

视窗中显示 Rhino 的工作状态，包括模型、工作视窗标题、背景、工作平面格线、世界坐标轴图标等。系统默认的 4 个工作视窗为“田”字布局，分别为 Top（顶视图）、Perspective（透视图）、Front（前视图）、Right（右视图），单击视图标签可进行多种命令操作。

5. 状态栏

状态栏中显示当前坐标系统和当前鼠标光标的位置、当前图层信息及状态列面板，如图 2.4 所示。



图 2.4

状态栏面板中的栏目，在建模过程中有着重要的作用，具体介绍如下：

- 锁定格点：单击可以切换是否锁定格点。打开格点锁定时，鼠标指针只能在格点上移动，格点间距可以在【文件属性】对话框的格线页面中设置。也可以在指令行中输入 SnapSize 命令，在指令行的提示下进行设置。
- 正交：单击可以切换正交模式。正交模式下限制鼠标指针只能在上一个指定点的规定的角度上移动。系统默认角度为 90°。
- 平面模式：单击可以切换平面模式。限制鼠标指针只能在通过上一个指定点并与工作平面平行的平面上移动。
- 物件锁点：物件锁点可以将鼠标指针锁定在物体上的某一点，例如端点、交点、中心点等，便于精确地建模。
- 记录建构历史：此选项可以记录建模的历史，更新有建构历史记录的对象。建构历史更新启用时，放样 (Loft) 曲面的造型可以用编辑输入曲线的方式改变。但不是所有的命令都可以使用记录建构历史选项。

在工作视窗内单击鼠标中键，会弹出一个工具列，如图 2.5 所示，这里包含着常用的命令图标。



图 2.5

2.1.2 基本命令

Rhino 5.0 文件一般为 3dm 格式，文件版本向下兼容。同时，Rhino 5.0 也可以打开或者保存多种格

式，常用的有 iges、stp、dwg、stl、3ds 等。

1. 新建文件

在 Rhino 5.0 中新建文件有以下 4 种常用的方法：

- 选择【文件】→【新建】命令。
- 单击【标准】工具栏中的【新建】按钮 。
- 在指令行中输入“new”。
- 使用快捷键 <Ctrl> + <N>。

2. 打开文件

在 Rhino 5.0 中打开文件有以下 4 种常用的方法：

- 选择【文件】→【打开】命令。
- 单击【标准】工具栏中的【打开】按钮 。
- 在指令行中输入“open”。
- 使用快捷键 <Ctrl> + <O>。

使用以上任一种方法，都会弹出【打开】对话框。在对话框中，选取文件类型，接着选择要打开的文件，单击【打开】按钮即可，如图 2.6 所示。



图 2.6

3. 保存文件

【保存】命令的作用是保存目前的模型。操作方法有以下 4 种：

- 选择【文件】→【保存】命令。
- 单击【标准】工具栏中的【保存】按钮 。
- 在指令行中输入“save”。
- 使用快捷键 <Ctrl> + <S>。

如果该文件是第一次被保存，会弹出【保存】对话框，选择保存位置和保存类型，之后输入文件名，单击【保存】按钮，如图 2.7 所示。如果该文件不是第一次被保存，在使用此命令后，就会用新文件直接覆盖原文件。

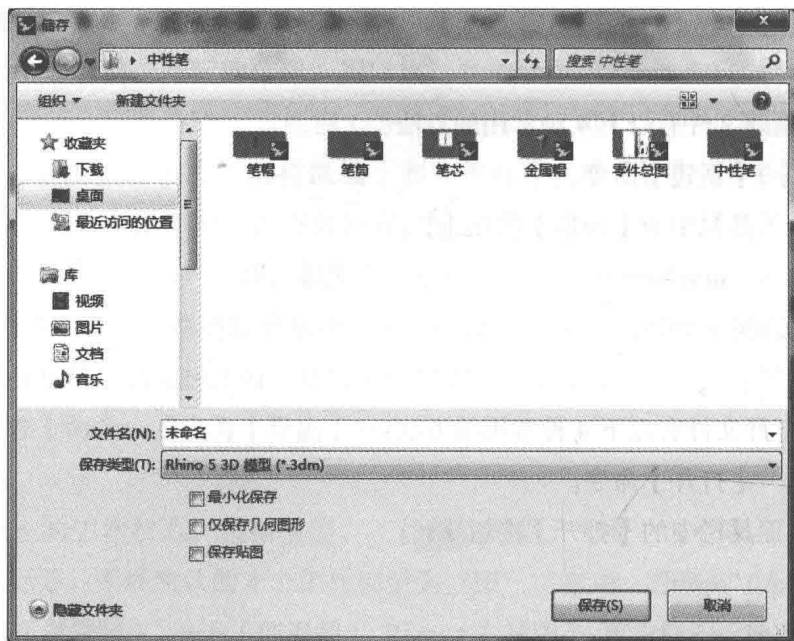


图 2.7

提示:【最小化保存】、【递增保存】、【另存文件】(单击左键)、【另存为模板】 (与【另存文件】为同一个图标, 单击右键) 这 4 个按钮为隐藏按钮, 隐藏在【文件】工具栏中, 需要长按(鼠标左键或者右键)【保存】 按钮或者单击按钮右下角的小三角, 才能显示出此工具栏。同时, 很多按钮用鼠标左键单击和右键单击会执行不同的命令, 要注意区分。

【最小化保存】命令的作用是保存模型时去除渲染和分析网格。这种保存方式得到的文件占存储空间较少, 但重新打开时, 需要再次渲染, 会花费较多的时间。操作方法有以下 4 种:

- 选择【文件】→【最小化保存】命令。
- 单击【文件】工具栏中的【最小化保存】按钮.
- 在命令行中输入“SaveSmall”。
- 在剪贴板为空时, 使用快捷键 <Ctrl> + <V>。

【递增保存】命令可以递增的数字保存不同版本的模型文件。一般来说, 递增常用来保存一个模型的建模历程。每次使用【递增保存】命令时, 软件会在同一个保存位置保存一个新文件, 新文件名为原文件名加上递增数字。操作方法有以下 3 种:

- 选择【文件】→【递增保存】命令。
- 单击【文件】工具栏中的【递增保存】按钮.
- 在命令行中输入“IncrementalSave”。

【另存文件】命令以不同的文件名称保存当前的模型, 同时关闭当前的模型并打开另存的模型。操作方法有以下 3 种:

- 选择【文件】→【另存文件】命令。
- 单击【文件】工具栏中的【另存文件】按钮.
- 在命令行中输入“SaveAs”。

使用此命令时，软件也会弹出【保存】对话框，操作方式与【保存】命令相同。

【保存为模板】命令可以保存目前的模型为模板文件。操作方法有以下3种：

- 选择【文件】→【另存为】命令。
- 右击【文件】工具栏中的【保存为模板】按钮.
- 在指令行中输入“SaveAsTemplate”。

使用此命令时，软件会弹出【保存模板文件】对话框，选择保存位置，输入文件名，单击【保存】按钮，如图2.8所示。模板文件一般保存在默认的 Template Files 文件夹中，这样下次使用模板新建文件时便可使用此次保存的模板文件。



图 2.8

4. 基本几何体的创建

首先，要认识【创建实体】这个命令，这是创建基本几何体的按钮，用鼠标左键单击该按钮可以创建立方体、长方体。步骤是，先在 Top 视图中确定我们所需要的长方体的长与宽，再在 Front 视图或 Right 视图中确定高，这样就创建一个符合要求的长方体了。

用鼠标右键长按，弹出一个隐藏工具栏，会出现其他常见几何体创建的命令图标，【隐藏工具栏】部分在前文已经详细地讲解过了。

使用如图2.9所示的图标即可创建各种基本的几何体。

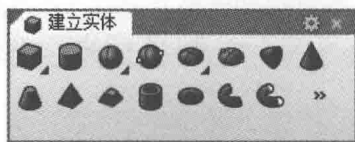


图 2.9

2.2 认识点、线、面

2.2.1 点的使用

打开【点】命令的方式如下：

- 选择【曲线】→【点物件】→【单点】/【多点】命令。
- 单击【主要】工具列中的【单点】按钮/【多点】按钮.