

NURBS 曲面设计先锋

Rhino 工业设计教程

3D 造型冲击波

■ 王华斌 张甜甜 编著



- 适用于每个人的 3D 设计软件
- PC 上强大的专业造型工具
- Windows 上新的模型构建方式
- 由浅入深轻松学习 Rhino 各项功能
- 结合实例，图文并举
- 随书附赠光盘内含 Rhino 测试版软件及本书各章范例文件

■ 岭南美术出版社

NURBS 曲面设计先锋

Rhino

工业设计教程

■ 王华斌 张甜甜 编著



嶺南美術出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

3D造型冲击波: Rhino工业设计教程 / 王华斌, 张甜甜著, —广州: 岭南美术出版社, 2002.6

ISBN 7-5362-2577-6

I. 3... II. ①王...②张... III. 工业设计: 计算机辅助设计—应用软件, Rhino IV. TB47

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第034994号

责任编辑 赵克标
周中工
装帧设计 王华斌
责任技编 钟智燕
责任校对 虞向华

3D造型冲击波 — Rhino工业设计教程

出版、总发行: 岭南美术出版社

(广州市水荫路11号9、10楼 邮编: 510075)

出 版 人: 曹利祥

经 销: 全国新华书店

印 刷: 广州市豪信彩印有限公司

版 次: 2002年6月第一版

2002年6月第一次印刷

开 本: 787×1092 mm 1/16 印张: 16

印 数: 1-3000册

ISBN 7-5362-2577-6

J·2170

定价: 58.00元

序

一直以来，内地工业设计专业人士做产品设计前端工作时，大多是使用 CorelDraw 效果图+Pro/E 工程图，至少在我所熟悉的设计公司里是如此运作的，其中有的是很有名望的。这种流程虽然很节省成本，但其结果也是显而易见的，往往缺乏能打动人心的精彩，并且很多作品体现出的是平面的风格，设计工具成了设计思维的桎梏。也有的公司及设计师运用 3Dmax、Maya、Lightwave、Softimage 等动画软件来做产品前端设计，但我个人一向不赞成用 3DSMax 等等三维动画软件来做工业设计的建模部分，因为这些动画软件的建模精神与工业设计精神大相径庭。最简单的例子，AutoCAD 能做出 $R=3.56\text{mm}$ 的倒角，3DSMax 虽然也能做出类似的形状，但本质上是两回事。不可否认，用大规模放样是能做出汽车、飞机和轮船等来的，但那是动画建模思维，而工业品质的曲面只有通过曲面的拼接，合理地控制曲面间的相接、相切、曲率连续等位置关系，才能做出。

目前，业界公认的最好的设计软件还是 Alias，“任何能负担得起购买 Alias 的产品的使用者，我们绝对推荐使用。”Rhino 的东家 Bob 曾经说过。确实，Alias 是一套很完善的产品设计软件，但其对硬件的苛刻及不菲的售价是我们内地设计爱好者所能负担得起的吗？Rhino 以其低廉的价格及较为完善的功能填补了这方面的空白，它是第一套将 NURBS 曲面模型构建技术的强大功能引进 Windows 操作系统的软件，是一套专门为工业、产品及场景设计师所发展的概念设计与模型构建工具。虽然它是以 CAID 产品前端做市场定位后开发出来的曲面模型制作软件，但是其运用范围还是得交由使用者去“自行定位”。

那么 Rhino，我们可以拿它来干什么呢？就我所知，似乎绝大多数 Rhino 的使用者所制作的模型几乎都只是纯“欣赏”用的，这似乎与我们的加工制造业的现状有某种程度的关联性。但是，我们得先了解一下，整个内地有多少制造产业（加工制造业、模具业）？这些产业又有多少已经导入 CAD/CAM，导入 CAD/CAM 的产业中又有多少有导入 CAID 的 ID、ME、R&D 部门？从比例来看确实是太少了！在珠江三角洲的朋友多少有机会接触一些，但是内地呢？相信不少的朋友有那种“用对软件、用错领域”的情形。随着 Rhino 对于其他软件的转换功能的完善，有越来越多的 3D 动画软件的使用者转而喜欢上 Rhino，如此有了使用者去“自行定位”的说法。而在这些人群当中，绝大多数是从事与 3D 无关的职业即广大的三维爱好者。



对于工业设计领域来说, (据Rhino的开发人员CAFER老师介绍) 要导入CAID产品设计 (CAID是凌驾于CAD/CAM之上的), 公司的ID部门应该要有以下三种人: 设计师 (Designer)、造型师 (Modeler) 与结构工程师 (Mechanical Engineer)。设计师绘制大略设计草图是不详加定义尺寸的, 而结构工程师也只负责产品内部的结构、分模等。造型师就显得重要了, 他不仅要将在平面的sketch转换成合理尺寸的立体模型, 还要预先考虑是否能转给结构师做后端, 甚至连拔模角、合理肉厚范围、装设机板空间、机构运动干涉等都要先安排清楚, 曲面品质的控制当然就更不用说了。实际上在国内, 无论是像康佳、飞亚达这样的大企业, 还是各自独立的设计顾问公司, 均只有设计师 (Designer) 和机构工程师 (Mechanical Engineer), 并无独立的造型师 (Modeler) 的角色。造型师的职能视情况而定, 有的由设计师承担, 有的由机构工程师来承担。一般来讲, 大企业的造型师由机构工程师来承担, 因为这些企业的设计师们在精神上总是胜利的, 像美的公司的R&G部门、联想电脑等。对于规模相对较小的设计顾问公司, 造型师的角色一般由设计师来承担。对于兼职的造型师来说 (这一环节是必不可少的), 掌握一套功能完善的设计工具于设计思维的实现无疑是如虎添翼, 而环视能称职的软件莫过于Alias及Rhino了。而就现实性来论, 因为中国加入WTO, 国内很多产业开始趋于完善, 在WTO的规则下, 法制逐渐健全, 行业标准开始规范化, 若干年后用户公司都要开始用正版了, 如果那时候Rhino以其低廉的价格和相对强大的功能 (公认为很强大), 成为主流市场也不是没有可能的。

本书是笔者给学生上课准备的讲义。鉴于长期找不到一套合适的软件来做工业设计的前端工作, 虽然曾使用过3Dmax、Maya等软件, 但对3Dmax的NURBS功能实在不敢恭维, 其多如牛毛的指令更是令人头脑发麻; Maya的造型功能很强大, 但同3Dmax一样, 是属于影视动画娱乐级的软件, 并不符合工业设计的造型要求。Rhino一面世, 发现它很合适于CAID的前端工作, Rhino能精确到小数点以后的N位, 且是以NURBS方式来描述对象的信息。众所周知, 有许多大型的知名企业, 都是用NURBS作为主要的几何模型交换方式, 这表示他们的客户、合作伙伴都可以使用这种方式来转换他们的几何模型, 在不同的软件如模型构建软件、动画软件、工程分析软件等都可以此方式来交换, 故此, 推荐这样一套目前来讲各方面都很合适的软件给他们是笔者的初衷。由于编写仓促, 疏漏之处在所难免, 还请各位同仁大虾们不吝赐教, 并感谢所有在写作过程中提供宝贵经验的高手大师们及错误、纰漏的发现者。

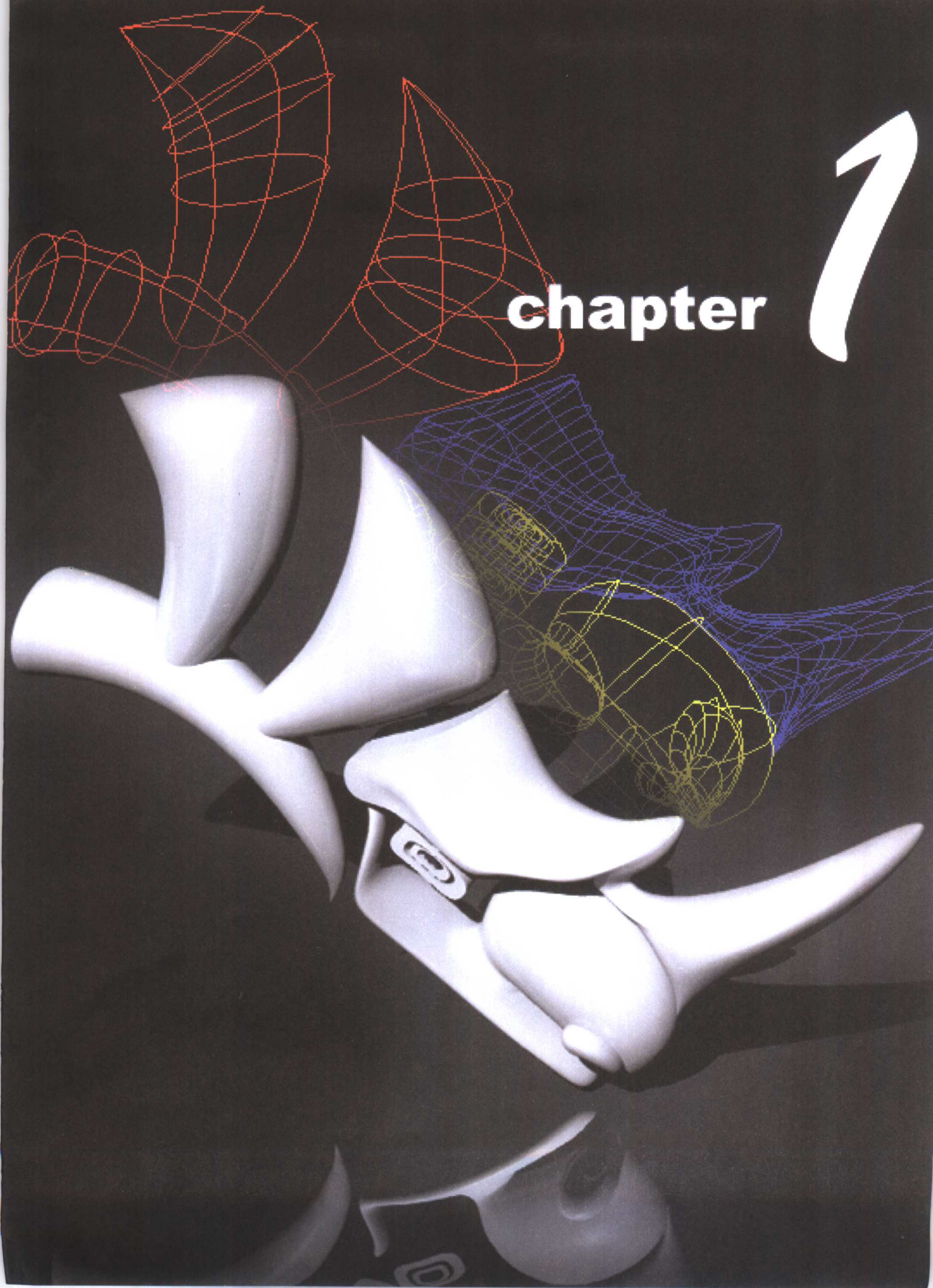
作者于2002.2

目 录

第一章	认识 Rhino	3
第二章	Rhino 基本功能简述	7
第一节	界面	9
第二节	坐标系	13
第三节	建模控件	15
第四节	基础建模操作	24
第五节	革命性的变化	27
第六节	文件格式的变化	28
第七节	新特征	29
第三章	火箭钟的诞生	36
第四章	晶莹透亮的汤锅造型	56
第五章	发柔光的小台灯	70
第六章	WalkMan 伴你行	86
第七章	时髦的 DISCMAN	118
第八章	Ear-Phone 耳机的制作	144
第九章	大耳朵 RADIO 的造型	168
第十章	子母电话机 (之一)	190
第十一章	子母电话机 (之二)	224
第十二章	Rhino 常见问题解答	245

chapter

7





第一章 认识 Rhino

“我们的目的是提供专业的模型设计师一套于 Windows 上执行的，可构建复杂自由形式模型的工具”，Rhinoceros (Rhino) 的东家 Robert McNeel & Associates 总裁 Bob McNeel 说，“直到目前为止，AGLib NURBS 技术仍只出现在 UNIX 工作站上，价位在数千美元的软件中。”

Rhinoceros (Rhino) 是美国 Robert McNeel & Assoc 公司开发的 PC 上强大的专业 3D 造型软件，是一套专为工业、产品及场景设计师所开发的概念设计与模型构建工具。它是第一套将 NURBS 曲面模型构建技术的强大的能力引进 Windows 操作系统的软件，不管您要构建的是汽车、家用电器产品的外形设计或是飞机、船舶外观，是家具甚至是生物体或者植物的外形，Rhino 强大的功能所提供給使用者的，是易学易用、极具灵活性及高精度的便利的灵感实现的工具。它广泛地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。

Windows 上新的模型构建方式

Rhino 将传统 CAD 的精确性与以曲线 (spline) 为基础的模型构建技术作了完美的结合，其所构建出的对象是平顺的 NURBS 曲线及曲面，而非直线的区段或多边形的网格面。Rhino 使用修剪自由形式 (trimmed free-form) NURBS 曲面来精确表现曲线外形，包括有洞在其上的曲线外形。您可以利用相接曲面为边界构建实体，Rhino 具有完全整合实体与曲面构建能力——Rhino 的实体可爆炸为曲面，经编辑之后再结合为实体。Rhino 具有修剪任意曲线、曲面和实体之组合物体的超强能力。

适用于每个人的 3D 设计软件

这是有史以来的第一次。现在，工业设计师可以在其个人的 PC 上拥有一套精准的自由形式模型构建工具，而不是只能在 3 万至 5 万美元的工作站上才能执行。当使用 Rhino 并结合其他的 Windows 应用程序如 CAD、CAM、3D paint 以及算图程序，设计师便能在自己的桌面上拥有所有的工具，甚至可以直接在 Rhino 上构建模型并于新的低价快速成形系统上制作出模型。

不像大多数的模型构建程序，Rhino 将能精确地构建任何设计师所能想象的外形，Rhino 的模型是不受限制的，并且毫不费力便可构建出您所想要的模型。

测试——110,000 个 Beta 测试站

其设计团队是原 ALIAS Design Studio 设计程序师，经过 5 年的发展以及超过 2 年约 11 万个使用者的测试，Rhino 可说是通过全世界最广泛测试的软件之一。

影视工业的重大进步

在影视工业中，建造虚拟场景并于计算机中计算影像比起搭建实际的场景来得便宜多了，但用来构建场景的模型构建软件每套可能需要数千美元。现在，制作公司只要引进 Rhino，便能于每个人的桌上型、膝上型或家用计算机上都装上一套强大的 NURBS 模型构建程序了。

3D 资料数字化系统

利用 Rhino 直接支持的 Faro 和 MicroScribe3D 资料数字化系统，您可从实际的模型构建出 NURBS 曲线和曲面。

支持工业标准

Rhino 可作为一套强大的 2D 或 3D 图形或模型的转文件程序，所支持的图形与模型的工业标准包括了 IGES、DWG、DXF、3DS、LWO、VRML、STL、OBJ、WMF、RIB、BMP、TGA、JPG 以及 AI 档的格式。

系统需求

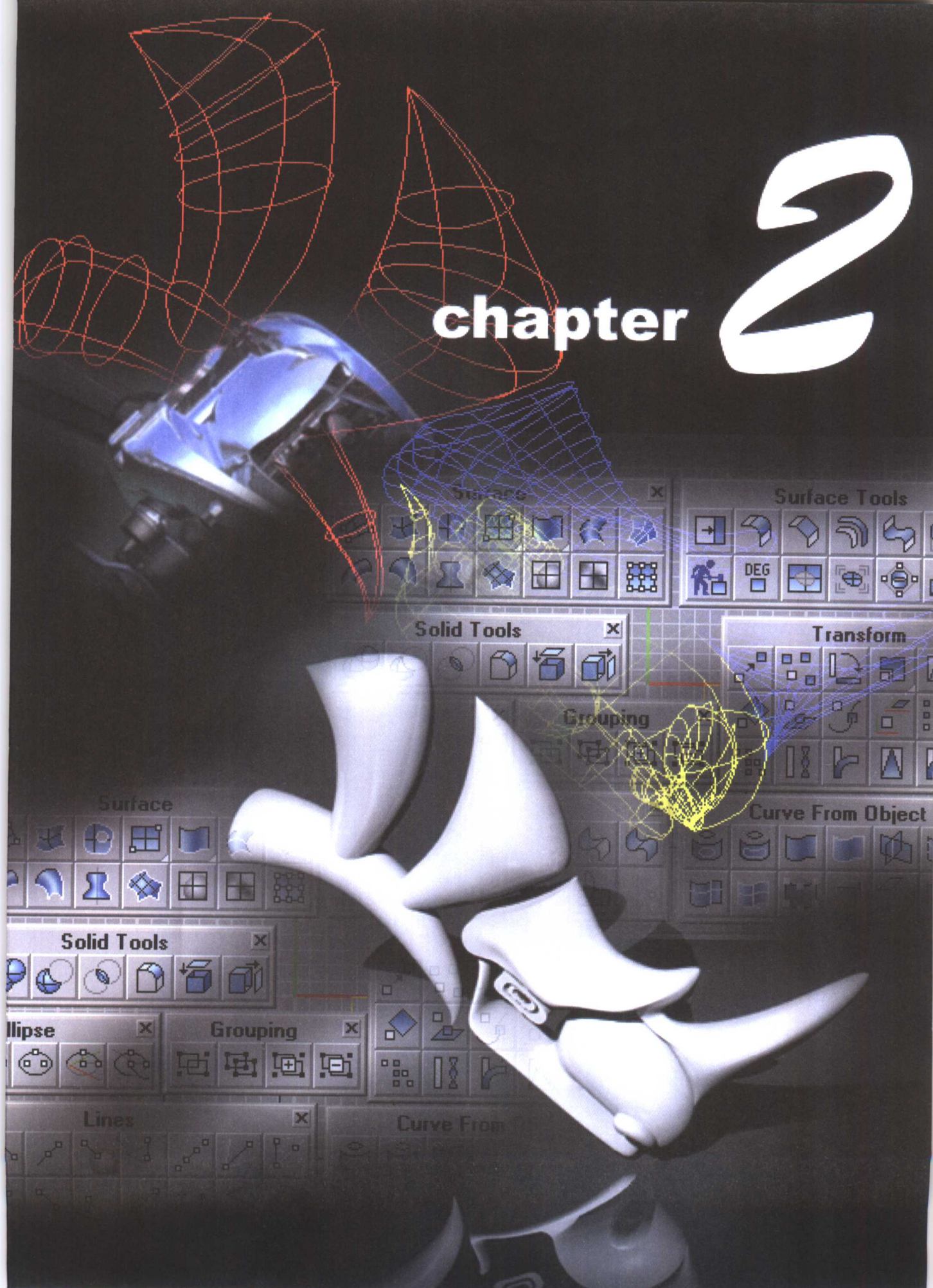
Rhino 可平顺地应用于 Pentium，搭配 32MB RAM 与 15MB 以上的硬盘空间，在 Windows95/98/NT 的系统上执行，无需特殊图形加速卡。



Tea set by Gordon Yeh

chapter

2





第二章 Rhino 基本功能简述

中国青年出版社所出版的《Rhino 3D 完全手册》对 Rhino 的各种命令、功能都有详尽的介绍，我这里就不去重复了，只是对第一次接触 Rhino 的朋友作一个大体的交代及对 Rhino 2.0 版本的新增功能作一简略的介绍。

Rhino 特点：

Rhino 可以创建、编辑、分析和转换 NURBS 曲线、曲面和实体，并且在复杂度、角度和尺寸方面没有任何限制。

用户界面：

非常快速地将数据表示成图形，3D 制图法，无限制的图形视图区，工作中的透视视窗，指定的视区，制图设计界面，设计图符界面（物体在计算机显示屏上的一种图形表示，实质上是事物的图像，用来使计算机操作更加直观，使初学者更容易理解）和工具栏界面。大量的联机帮助，现代化的电子更新，新闻组等。

创建帮助：

无限制的 UNDO 和 REDO，精确尺寸输入，模型捕捉，网格点的捕捉，正交，平面，创建平面、层、背景位图，物体的隐藏和显示，物体的锁定和解除。

创建曲线：

控制和编辑点，操纵条，光滑处理，修改角度，增 / 减结，增加扭结，重建，匹配，简单化，过折线，建立周期，调整冲突点，修正裂缝，手画曲线和圆、弧、椭圆、矩形、多边形、螺旋线圆锥，TrueType 文本，点插值，徒手画，从其他模型创建曲线等。

创建曲面：

三点或四点生成面、三条或四条生成面、二维曲线成面、矩形成面、挤压成面、多边形成面、沿路径成面、旋转、线旋转、混合编织、点格、倒角、平行和 TrueType 文本等。

编辑曲面：

控制点、操纵条、修改角度、增 / 减结、匹配、延伸、合并、连接、剪切、重建、缩减、建立周期、布尔运算（合并、相减、交叉）等。

创建实体：

正方体、球体、圆柱体、管体、圆锥体、椭圆体、圆凸体、挤压二位曲面、挤压面、面连接和 TrueType 文本等。

编辑实体：

倒角、抽取面、布尔运算（合并、相异、交叉）。

创建多面曲面：

NURBS 成面、封闭折线成面、平面、圆柱体、球体、圆锥体等。

编辑多边曲面：

炸开、连接、焊接、统一规范、应用到面。

编辑工具：

剪切、拷贝、粘贴、删除、删除重复、移动旋转、镜像、缩放、拉伸、对齐、阵列、合并、剪切、切分、炸开、延伸、倒角、斜切面、偏移、扭曲、弯曲、渐变、平行、混合、磨光、平滑等。

分析：

点、长度、距离、角度、半径、周长、普通方向、面积、面积矩心、体积、体积矩心、曲化图形、几何连续、偏移、光边界、最近点等。

渲染：

SHADE 渲染、光影渲染、材质、阴影和自定义分辨率渲染等。

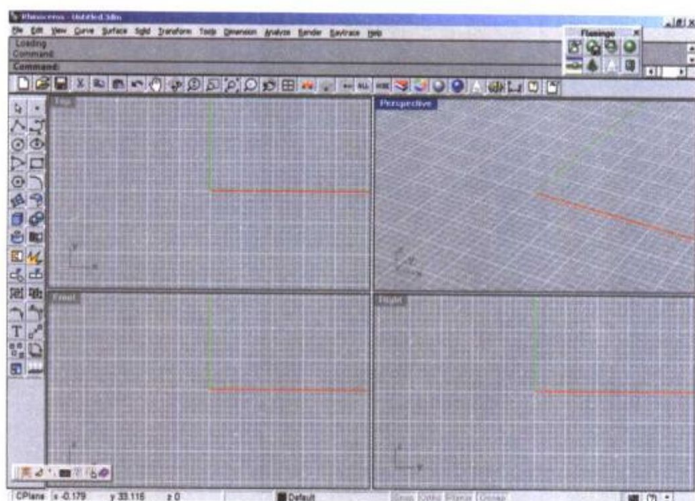


MD-MAX by Bilgi KARAN



第一节 界面

打开Rhino 2.0的界面，感觉与Rhino 1.1有了些许的变化，一些命令的LOGO 赋上了颜色，新增功能面板浮在上面，另外一些功能的位置排列也起了变化。下图是打开时的界面。



● Rhino 3D 把经常使用的命令和设置做成工具条的形式来执行。您可以用点取工具条的形式执行命令来代替菜单和输入命令。如果您把鼠标放在一个图标按钮之上，系统会显示使用这个图标按钮的提示。

●工具条完全能够自定义。如果您想知道怎样更改工具条，可以查找Tools 及帮助。

●可以从按钮的提示来知道某个图标的使用说明。用鼠标的左键或右键激活图标按钮会有不同的效果。

●点取图标按钮之后，命令会显示在命令行中。当然，您可以使用键入命令的方式代替工具条的图标按钮。下图是子工具条（游离工具条）：



系统按经常使用到的命令来安排工具条的布局。不经常用到的命令一般都会放在子工具条中。有子工具条的图标按钮会有一个白色的小三角点置于右下角。打开子工具条的方法是按住鼠标左键一段时间，或者是直接在该按钮上点击右键。一旦把子工具条打开，便可以从父工具条中将它拖出来而成为游离的工具条，方法是用鼠标按住工具条的标题栏拖动。

●菜单

绝大部分的常用命令可以在菜单上找到，它们是根据命令的类型来排列布局的。所有的文件输入输出命令都在文件的菜单下，同样，线的绘制、编辑命令都在线的菜单下。

●命令行

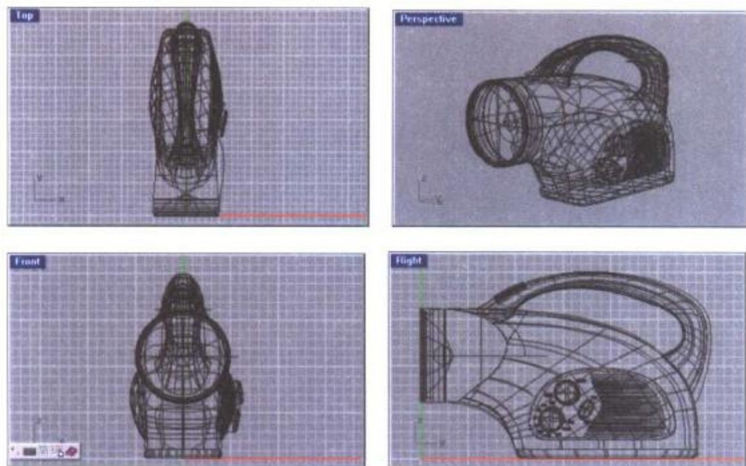
命令行是用户与系统指令交互的地方。当一个命令被执行的时候，这个命令会显示在命令行中。系统会提示您去操作，如：选择物体、输入数值、提出某些问题等等。

如果想重复使用上一个命令，可以在命令行中直接按回车键或空格键，但有一些命令如回退、删除是不可以使用这个方法的。如果在执行回退、删除后直接按回车键或空格键，其效果是执行那些在回退、删除之前的使用过的命令。

●视窗

视窗在系统中占用大部分空间。一次只能激活一个视窗。当某个视窗被激活，它的标题栏会显示高亮（蓝色）。视窗的标题栏所显示的是这个视窗的观察角度。默认的视窗布局是打开Top视图、Front视图、Right视图和Perspective视图。您可以从不同的视窗中观察到不同的景观，如上面显示的新界面图。

所有的命令都在视窗（甚至在透视图）中操作，您可以在命令的执行期间切换视窗，方法是移动光标从一个视窗到另一个视窗。当您在绘制物体的时候，所有的视窗都会及时地刷新图像，以便能在每个视窗中观察到物体的景观。

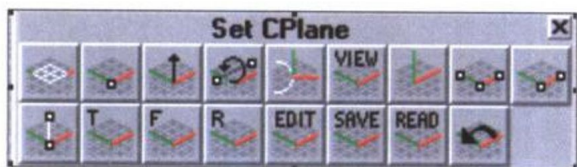


Top 视图、Front 视图、Right 视图和 Perspective 视图



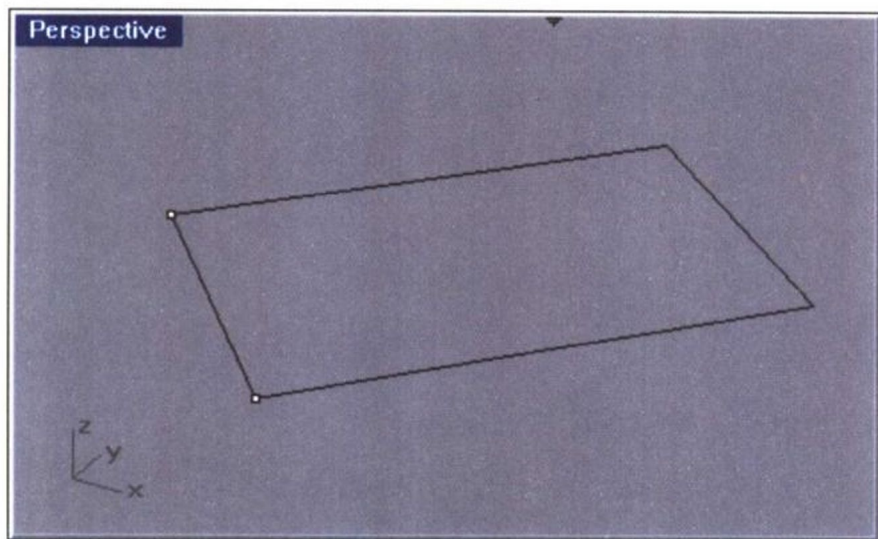
●作图平面

每个视窗都有一个作图平面。作图平面也称为 CPlane，它有一个原心、X 轴、Y 轴、栅格。作图平面可以设定任何的方向，而每个视窗的作图平面并不依靠于另外视窗的作图平面。代表着每个视图的局部坐标系 (LCS)，它可以不是世界坐标系 (WCS)。



您可以从 View > Set CPlane 中设置各式各样的构建平面，如：View > Set CPlane > 3 Points 命令，依照下面的步骤：

1. 点击某一视图（或在视图显示条上选择），确定您想在哪一个视图里来创建构建平面。
2. 在命令行 CPlane origin 的提示下，选择新的原点。
3. 在命令行 X axis direction 的提示下，在 x-axis 轴上选择一点。
4. 在命令行 CPlane orientation 的提示下，在 y-axis 轴上选择一点。OK，一个新的构建平面就创造出来了。



●栅格

每个视窗上的作图平面都有栅格。在栅格上有红色与绿色的轴以代表作图平面上的 X 轴和 Y 轴。亮的灰色的线就是栅格。这些栅格可以帮助您去观察物体与物体之间的关系。在透视图中的栅格代表水平面，可以直观地观察到物体的高度。栅格是可以自定义的，有关信息可以参考关于栅格的帮助。如果您不喜欢栅格，可以按下 F7 键消除栅格，如图。