

概 述

1.1

Rhino 简介

Rhino 是由美国 Robert McNeel 公司于 1998 年推出的一款基于 NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline, 非均匀有理 B 样条曲线) 的三维建模软件, 是一款强大的专业 3D 造型软件, 它可以广泛地应用于工业设计、产品设计、建筑艺术、汽车制造、机械设计、船舶设计、航空技术、珠宝首饰和太空技术等多个领域。

Rhino 是一款可以在系统中建立、编辑、分析和转换 NURBS 曲线、曲面和实体的三维多功能建模软件。Rhino 在建模时不受模型的复杂度、阶数以及尺寸的限制, 并且支持多边形网格和点云。从设计稿、手绘到实际产品, 或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渲染表现、动画、工程图、分析评估以及生产用的模型。新版本内置了可视化编程语言 Grasshopper, 为大量第三方组件提供了一个基础平台, 这些第三方组件的应用范围覆盖了从物理仿真到机器人控制等很多行业。

在最新版中优化了上百个建模工具的交互界面, 使更多的命令支持建构历史, 操作更加直观, 建模更加自由、高效; Rhino 6 的显示效果显著提高, 其基于最新的图像显示技术, 可在相同的硬件下体验更加顺滑、畅快的显示效果; 新版本的渲染更加易用, 可达到准照片级的渲染效果, 轻松的几步操作即可达到超乎想象的效果, 让渲染更简单明了; 其工程图出图功能更完善, 图纸布局更便捷, 2D 出图成倍加速, 标注功能更丰富, 能更好地创建工程图/施工图, 更好地与下游工作进行对接。

Rhino 有丰富的插件, 在建模、渲染及专业领域都有相关的插件扩展 Rhino 的功能, 主要有以下几种。

(1) Grasshopper: Grasshopper 是一款在 Rhino 环境下运行的采用程序算法生成模型的插件, 是一款参数化设计的软件, 已集成到 Rhino 6 中。目前主要应用在建筑设计领域, 在国内刚刚兴起, 主要用于建筑表皮效果制作和构建复杂曲面造型。使用 Grasshopper 不需要太多程序语言的知识, 可以通过一些简单的流程方法达到设计师所想要的模型。

(2) T-Splines: T-Splines 是由 Autodesk 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, 但极大地减少了模型表面上的控制点数目, 可以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。其 T 曲面是继网格曲面、NURBS 曲面的下一代曲面建模技术。因 Autodesk 公司开发了 Fusion 360, 将 T-Splines 的功能整合到该软件中, 停止了 T-Splines 对 Rhino 新版本的支持, 目前 Rhino 6 不能安装该插件, 在 Rhino 5.0 版本中可使

用该插件。

(3) KeyShot: KeyShot 是一个互动性的光线追踪与全域光渲染程序, 是一款采用 CIE (国际照明协会) 认证过的渲染引擎的渲染器, 它采用科学光学标准的真实世界的灯光及材质, 通过科学而准确的算法, 可以在很短的时间内, 无须复杂的设定即可产生相片级真实的 3D 渲染影像。同时具有动画制作功能, 可满足工业产品展示中位置、旋转、缩放等动画制作的需要, 最新版中提供了全景图制作工具, 可制作全景图来对产品进行全方位的展示。KeyShot 也提供了多种三维建模软件的 plugins(插件)接口, KeyShot for Rhino 是 KeyShot 官方提供的 Rhino 接口插件, 在 Rhino 中安装 KeyShot 渲染器后, Rhino 的菜单栏中会出现有关 KeyShot 渲染器的选项, 模型导入 KeyShot 后, 在 Rhino 模型中的修改通过推送按钮, KeyShot 场景文件会自动更新。

(4) V-Ray: V-Ray 是由 Chaosgroup 和 Asgvis 公司出品的一款高质量渲染软件, 是建筑表现、CG 等设计领域最受欢迎的渲染引擎之一。基于 V-Ray 内核开发的有 V-Ray for 3dsMax、V-Ray for Maya、V-Ray for SketchUp、V-Ray for Rhino 等诸多版本, 为不同领域的优秀 3D 建模软件提供了高质量的图片和动画渲染工具。

1.2 工业设计常用三维软件介绍

1. Creo

Creo 是美国 PTC 公司于 2010 年 10 月推出、整合了 PTC 公司 Pro/Engineer 的参数化技术、CoCreate 的直接建模技术和 ProductView 的三维可视化技术的新型 CAD 设计软件包, 是目前主流的 CAD/CAM/CAE 软件之一, 在国内产品设计领域占据重要位置, 作为当今世界机械 CAD/CAE/CAM 领域的新标准而得到业界的认可和推广。它第一个提出了参数化设计的概念, 并且采用了单一数据库来解决特征的相关性问题; 采用模块化方式, 可以分别进行草图绘制、零件制作、装配设计、钣金设计、加工处理等, 保证用户可以按照自己的需要选择使用; 其基于特征的方式, 能够将设计至生产全过程集成到一起, 实现并行工程设计。

Cero Parametric 中提供了工业设计专用的自由曲面造型功能。自由曲面造型功能是一种直观且交互式的设计环境, 用于创建嵌入 Creo Elements/Pro 参数化环境内的自由曲线和曲面。这种超级特征在零件层创建, 并允许使用任意多或少的约束建立模型曲线和曲面。四个视图的布局允许在多个视图中同时进行操作, 独特的软件技术可创建更灵活多变的曲线。编辑控制实现了与模型的快速、直观和动态的交互作用。设计者和工程师可以快速、轻松地创建极为准确并具有独特美感的产品设计, 从而根据需求而不是软件的限制来进行设计。

最新版的 Creo 有自由式曲面特征, 具有快速、柔性和易于使用的自由造型建模能力, 这些自由式曲面设计可以直接用到后续的设计中, 无须重新建立模型。

2. Alias

Autodesk Alias Studio 软件是目前世界上最先进的工业造型设计软件, 是全球汽车、消费品造型设计行业的标准设计工具。目前 Alias 2019 产品线全新整合, 并且重新使用“Alias”

为产品名称,以前的 AliasStudio、DesignStudio、SurfaceStudio 等不再使用,取而代之的是更加具有市场针对性的 Alias Design、Alias Surface 及 Alias AutoStudio,分别针对产品设计、曲面设计以及汽车设计三大市场,提供了从早期的草图绘制、造型,一直到制作可供加工采用的最终模型各个阶段的设计工具。

Alias 软件从本质上区别于 CAD 类软件,位于产品设计的前端。其价值在于对外形设计的高自由度及其效率。Alias 软件巧妙地将设计与工程、艺术和科学连接起来,整个设计流程天衣无缝,将设计、创意与生产一元化,成为全球工业设计师梦寐以求的设计工具。应用 Alias 软件,可以进行上至飞机、卫星,下至汽车、日用化工产品(如口红)等各种产品的造型开发设计,在欧美国家也广泛用于最先进的军需品的造型设计。

3. Unigraphics NX

UG NX(Unigraphics NX)是 Siemens PLM Software 公司出品的一个产品工程解决方案,它为用户的产品设计及加工过程提供了数字化造型和验证手段。UG NX 包含了企业中应用最广泛的集成应用套件,用于产品设计、工程和制造等全线的开发过程。UG NX 的主要功能如下。

(1) 工业设计和风格造型:UG NX 为那些培养创造性和产品技术革新的工业设计和风格提供了强有力的解决方案。利用 NX 建模,工业设计师能够快速建立和改进复杂的产品形状,并且使用先进的渲染和可视化工具来最大限度地满足设计概念的审美要求。

(2) 产品设计:UG NX 包括了世界上最强大、使用最广泛的产品设计应用模块。NX 具有高性能的机械设计和制图功能,为制造设计提供了高性能和灵活性,以满足用户设计任何复杂产品的需要。NX 优于通用的设计工具,具有专业的管路和线路设计系统、钣金模块、专用塑料件设计模块和其他行业设计所需的专业应用程序。

(3) 仿真、确认和优化:UG NX 允许制造商以数字化的方式仿真、确认和优化产品及其开发过程。通过在开发周期中较早地运用数字化仿真性能,制造商可以改善产品质量,同时减少或消除对于物理样机的昂贵耗时的设计、构建,以及对变更周期的依赖。

(4) NC 加工:UG NX 加工基础模块提供联接 UG 所有加工模块的基础框架,为 UG NX 所有加工模块提供一个相同的、界面友好的图形化窗口环境,用户可以在图形方式下观测刀具沿轨迹运动的情况,并可对其进行图形化修改。UG 软件所有模块都可在实体模型上直接生成加工程序,并保持与实体模型全相关。

(5) 模具设计:因其强大的功能,UG 是当今较为流行的一种模具设计软件。

4. CATIA

CATIA 是法国达索公司的产品开发旗舰解决方案,作为 PLM 协同解决方案的一个重要组成部分,它可以帮助制造商设计他们未来的产品,并支持从项目前阶段,具体的设计、分析、模拟、组装,到维护在内的全部工业设计流程。模块化的 CATIA 系列产品旨在满足客户在产品开发活动中的需要,包括风格和外形设计、机械设计、设备与系统工程、管理数字样机、机械加工、分析和模拟。

CATIA 拥有强大的曲面设计模块,主要包括以下几个。

(1) 创成式造型(Generic Shape Design):简称 GSD,完全参数化操作。非常完整的

曲线操作工具和最基础的曲面构造工具，除了可以完成所有曲线操作以外，还可以完成拉伸、旋转、扫描、边界填补、桥接、修补碎片、拼接、凸点、裁剪、光顺、投影和高级投影、倒角等功能，连续性最高达到 G2，生成封闭片体，完全达到普通三维 CAD 软件的曲面造型功能。

(2) 自由风格造型 (Free Style Surface): 简称 FSS，几乎完全非参数化。除了包括 GSD 中的所有功能以外，还可完成诸如曲面控制点 (可实现多曲面到整个产品外形同步调整控制点、变形)，自由约束边界，去除参数，达到汽车 A 面标准的曲面桥接、倒角、光顺等功能，所有命令都可以非常轻松地达到 G2。

(3) 汽车 A 级曲面 (Automotive Class A): 简称 ACA，完全非参数化。此模块提供了强大的曲线、曲面编辑功能和一键曲面光顺功能。几乎所有命令可达到 G3，而且不破坏原有光顺外形。可实现多曲面甚至整个产品外形的同步曲面操作 (控制点拖动、光顺、倒角等)。目前只有纯造型软件，如 Alias、Rhino 可以达到这个阶数要求，却达不到 CATIA 的高精度。

(4) 自由风格草图绘制 (Free Style Sketch Tracer): 简称 FST，可根据产品的三视图或照片描出基本外形曲线。

(5) 塑形曲面 (Image & Shape): 可以像捏橡皮泥一样拖动、拉伸、扭转产品外形、增加“橡皮泥块”等方式以达到理想的设计外形，可以极其快速地完成产品外形概念设计。

5. Fusion 360

Fusion 360 是 Autodesk 发布的一款基于云的，整合三维 CAD、CAM 和 CAE 的工具，同时适用于 Mac 和 PC 平台，将整个产品开发流程紧密衔接在一起，是为那些想把美的艺术设计与好的产品设计结合的人们特别准备的。Fusion 360 于 2012 年 11 月首次展示，作为下一代设计与工程软件，将机械、工业与概念设计工具融为一体，可支持协作式产品开发。

Fusion 360 CAD 工具中对 T-spline for Rhino 插件进行了重新开发，将自由式曲面与参数化曲面完美融合，将非常快速轻松的有机建模与精确的实体建模相结合，让设计成为可制造的设计。

Fusion 360 设置了设计、工程仿真、CAM 等功能模块，其设计模块提供了自由形状建模和造型、实体建模、参数化建模、网格建模、零件库和内容等建模功能，使用造型工具快速对设计理念进行迭代，探索形状和建模工具，从而创建精加工特征；其工程和仿真模块包括数据转换、部件建模、联接和运动分析、渲染、仿真和测试、动画等功能，可完成测试配合和运动、执行仿真、创建部件、创造逼真的渲染和动画效果；其 CAM 模块提供了 2 轴、2.5 轴和 3 轴加工，3D 打印实用程序，绘图等功能，可创建刀具路径以加工零部件或使用 3D 打印工作流制作样机；协作和管理模块提供了共享或发布数据和设计、同步审阅、设计变化 (含分支和合并)、API 可扩展性等功能，使设计团队在混合环境中紧密协作，并在合理的情况下使用本地资源。

Rhino 6 界面

2.1 Rhino 安装与授权

Rhino 最新版可在 Rhino 官方网站 www.rhino3d.com 下载。可购买商业版、教育版，或者下载 90 天试用版，如下载 90 天试用版，在下载页面输入有效的电子邮箱，网站将发送试用许可证等信息到填入的邮箱，在邮件中会告知软件下载地址、试用版授权码及试用有效期，按照邮件中的步骤下载试用版并安装，安装完成后，运行 Rhino 6 选择合适的授权方式（图 2-1）、输入邮箱并联网至授权服务器验证授权，授权验证通过后即可正常试用。



图 2-1 Rhino 6 授权方式

在 Rhino 官方网站下载 Rhino 软件时可选择所需 Rhino 软件的语言版本，如安装 Rhino 6 多语言版本时，在安装过程中可选择“简体中文”，安装后 Rhino 界面为简体中文，如安装过程中未选择简体中文，界面可能是英文，转换成中文界面的步骤如下：

（1）启动 Rhino，选择 File（文件）| Document Properties（文件属性）命令，打开 Document Properties 对话框。

（2）在对话框左侧的列表中选择 Appearance（外观）栏，然后在右侧的 Language used for display（显示语言）下拉列表框中选择“中文（简体，中国）”选项，如果下拉列表框中未出现“中文（简体，中国）”选项，则须将简体中文语言包“2052.XML”文件复制到 Rhino 6 安装后的 System 目录中的 Language 文件夹中。

（3）重新启动 Rhino，将显示中文界面。

2.2 Rhino 窗口

Rhino 6 的界面主要由菜单、命令历史窗口、工作视窗标题、状态列、工作视窗、工具列、命令提示和主窗口标题组成（图 2-2）。在学习 Rhino 前，首先要熟悉界面，以便能快速找到所需命令与工具的位置。

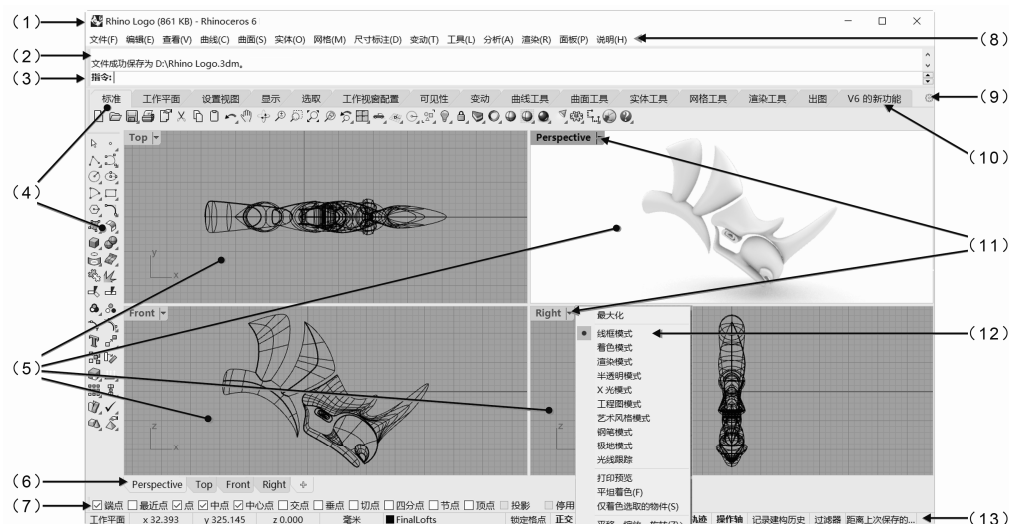


图 2-2 Rhino 6 界面组成

- (1) Windows 标题栏：显示当前打开模型的文件名称及文件大小。
- (2) 命令历史窗口：显示执行过的命令及提示记录，可复制命令历史记录的文字，粘贴到命令行、宏编辑器、按钮的宏字段或其他可以接受粘贴文字的程序。
- (3) 命令提示：显示命令的提示，允许输入命令名称及选项。
- (4) 工具列：含有命令图标按钮，用以执行命令。
- (5) 工作视窗：显示 Rhino 的工作环境，包括物件、工作视窗标题、背景、工作平面网格线、世界坐标轴图示。
- (6) 工作视窗选项卡：管理四个常用建模视角的多页面输出风格。
- (7) 捕捉控制开关：包含捕捉到端点、中点等的开关。
- (8) 菜单：依功能将 Rhino 的命令归类。
- (9) 工具列图标：打开工具列。
- (10) 工具列组：管理工具列的设置。
- (11) 工作视窗标题：单击工作视窗标题，该工作视窗会变为使用中的工作视窗，但不会取消已选取的物件，右击工作视窗标题则可显示工作视窗菜单。
- (12) 视窗标题菜单：每一个视窗都有一个标题菜单，右击此标题或单击视窗标题菜单的箭头设置视窗的显示风格。
- (13) 状态列：显示目前的坐标系统（“工作平面坐标”或“世界坐标”）、光标的 X、Y、Z 坐标及状态列面板（当前的图层及颜色、锁定格点切换、正交模式切换、物件锁点工具列切换、记录建构历史）。

2.3 Rhino 工具列

Rhino 运行后会打开预设的工具列配置，预设的工具列中只包含常用的工具，可以通过菜单命令“工具”|“工具列配置”来打开“工具列”对话框，如图 2-3 所示，在其中勾选，打开其他的工具列。也可单击“工具列”对话框底部的“还原默认值”按钮恢复系统默认的工具列配置。

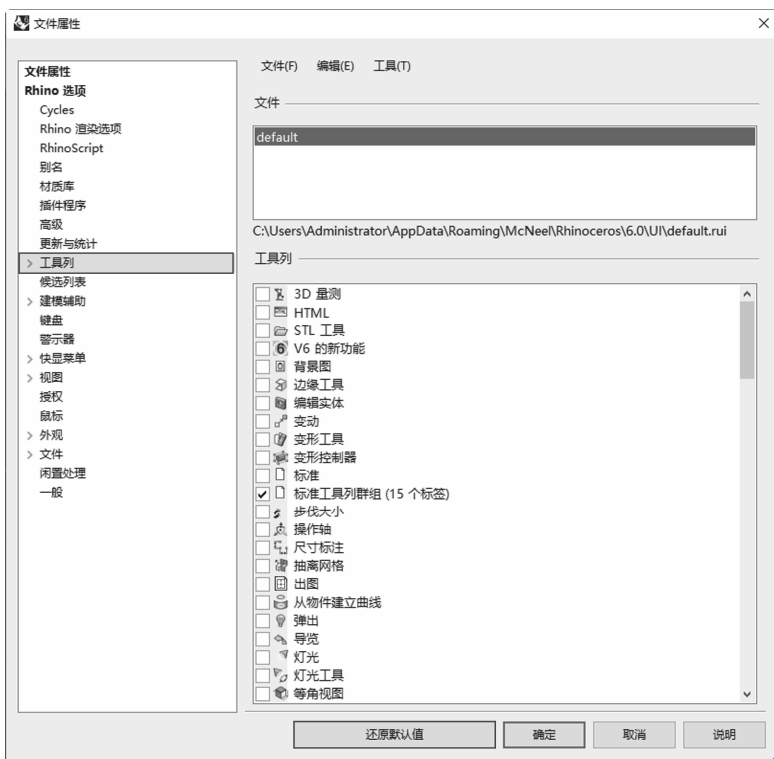


图 2-3 “工具列”对话框

在 Rhino 的工具列中，部分工具图标右下角有个深灰色的三角形（图 2-4），单击该图标，会弹出该工具连接的子工具列，如图 2-5 所示为弹出的“连接曲面”子工具列。

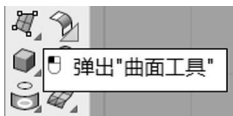


图 2-4 单击深灰色小三角形



图 2-5 弹出的“连接曲面”子工具列

在 Rhino 6 中工具列属性的设置中，单击连接工具列右上角的  图标，在弹出的菜单中选择“属性”，如图 2-6 所示，会弹出“工具列属性”对话框（图 2-7），其中最重要的设置是“工具列按钮外观”，主要有三种显示方式：“只显示图标”“只显示文字”和“显示图标与文字”。默认按钮外观是“只显示图标”。初学者可先使用“显示图标与文字”的按钮外观，同时显示命令的文字和图标，以熟悉各工具的名称和功能，待熟悉各图标含义后，再将工具列按钮外观修改回系统默认的“只显示图标”，以节省屏幕空间。

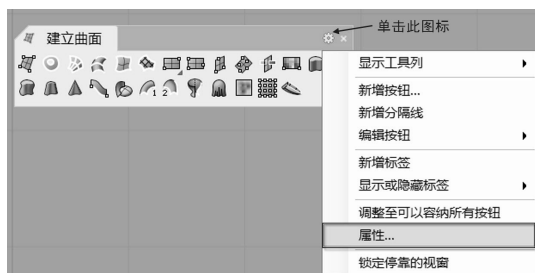


图 2-6 “工具列”属性

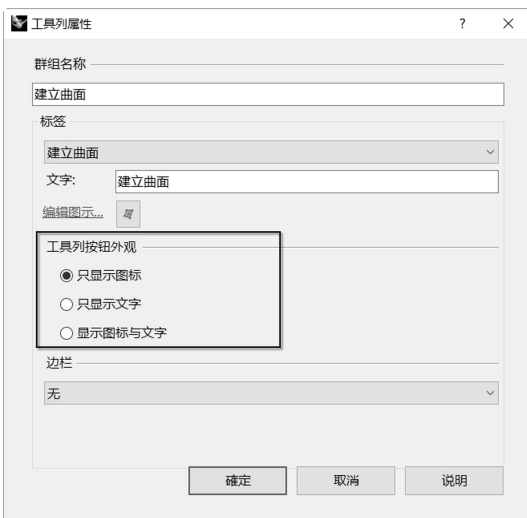


图 2-7 “工具列属性”对话框

2.4

Rhino 工作视图

默认状态下 Rhino 的界面分为 Top（顶视图）、Perspective（透视图）、Front（前视图）和 Right（右视图）四个视图，具体建模的操作与显示都是在视图区中完成。

1. 视图最大化/最小化切换操作

双击视图名称可将使用中的视图最大化或还原为非最大化，即屏幕上由默认状态下的四个视图切换为一个视图，或切换回四个视图。

2. 视图切换操作

如将 Top 视图修改为 Front 视图，只需右击视图左上角的 Top 字样，在弹出的菜单中选择“设置视图” | Front 命令。

如在视图最大化状态下，也可通过视图窗口左下角的标签控制列（图 2-8）来快速切换工作视窗，单击标签控制列中的其他视图名称，快速切换为其他视图。

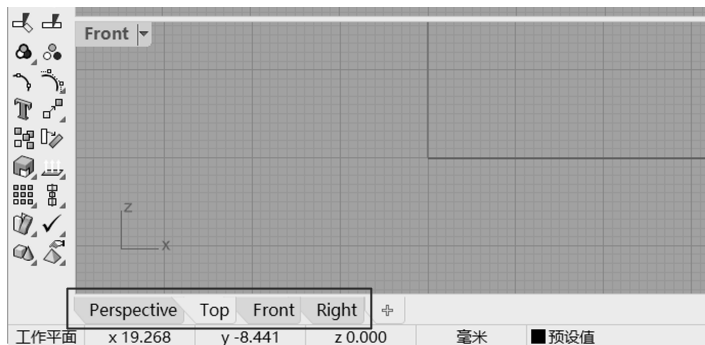


图 2-8 视图标签控制列

3. 视图大小调整

将鼠标放在两个视图的交界处，会出现如图 2-9 所示的双方向箭头，按住鼠标左键拖动即可调整两个视图大小，如将鼠标放在四个视图的交界处，会出现四方向箭头，按住鼠标左键拖动即可一次调整四个视图的大小。



图 2-9 拖动调整两个视图大小

4. 激活视图

单击视图任意区域即可激活当前视图，进行绘制及编辑等各种操作，也可在视图工具列上单击标签控制列的视图名称来激活视图。

5. 恢复系统默认四个视图

单击任意工作视图的视图名称标签，在弹出的快捷菜单中选择“工作视图配置”子菜单的“四个工作视图”，可恢复系统默认四个视图。

2.5 显示模式

工作视窗显示模式主要有线框模式、着色模式、渲染模式、半透明模式、其他模式（工程图模式、艺术风格模式、钢笔模式、极地模式、光线跟踪）等。可以依据需要使用不同的显示方式来查看模型，线框模式有最快的显示速度，着色模式可以将物件着色，可看见曲面及实体。

右击视图窗口左上角的视图名称或者单击视图名称上的黑色三角箭头，会弹出“显示模式”菜单，常用的显示模式具体说明如下。

1. 线框模式

设置工作视窗以无着色网格的线框显示。在此模式下，必须单击物件的结构线才能选取物件（图 2-10）。

2. 着色模式

设置工作视窗为不透明的着色模式。在着色工作视窗里，可以点选着色物件的任何部分将其选取（图 2-11）。

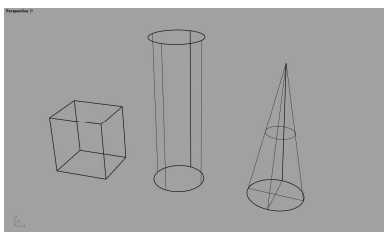


图 2-10 线框模式

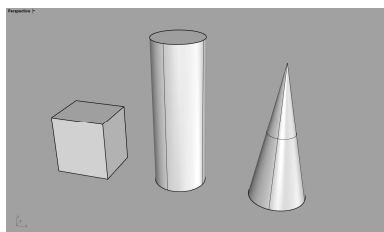


图 2-11 着色模式

3. 渲染模式

物件的贴图、凹凸、反射、全都可以直观地表现出来，对渲染要求低的输出，直接截图就可以获取渲染图，图 2-12 所示为物件赋予黄色塑胶材质皮革纹理的效果。

4. 半透明模式

设置工作视窗以半透明显示，可以透过曲面隐约看到曲面后面的物件（图 2-13）。

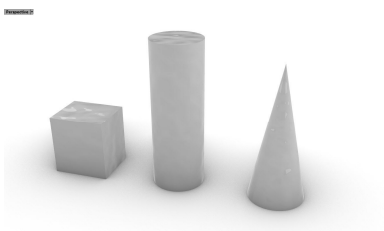


图 2-12 渲染模式

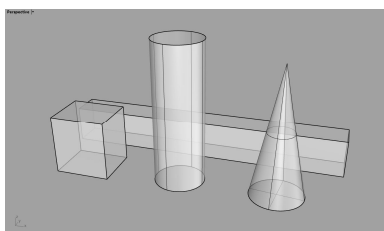


图 2-13 半透明模式

5. 极地模式

极地模式为 Rhino 6 新增加的显示模式（图 2-14），几乎可以达到真实的渲染效果，在达到预期的渲染效果后可截图使用。

6. 光线跟踪模式

光线跟踪模式为 Rhino 6 新增加的显示模式，可以在工作视窗中使用快速交互式的光线跟踪，在支持 CUDA 和 OpenCL 的高级显卡上获得加速，是在 Rhino 6 中快速得到产品效果图的一种方式，图 2-15 所示为在光线跟踪显示模式下，运行约 10min 后得到的图像。

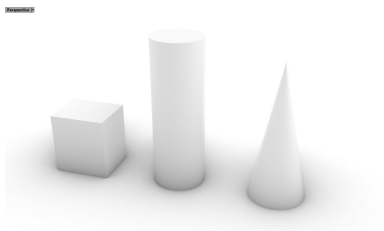


图 2-14 极地模式

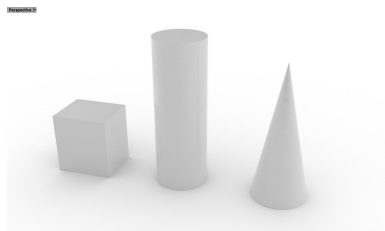


图 2-15 光线跟踪模式