

三维建模技术及相关软件

虚拟现实技术将数字图像处理、计算机图形学、多媒体技术、传感与测量技术、仿真与人工智能等多学科融于一体,为人们建立起一种逼真的、虚拟的、交互式的三维空间环境。虚拟现实系统能对用户的操作做出实时准确的响应,使人仿佛置身于现实世界之中。想要构建栩栩如生的“虚幻世界”,必须具备真实准确的三维模型,本章将简要介绍虚拟现实中的三维建模技术及常用建模软件 3ds Max 的使用方法。

3.1 虚拟现实中的三维建模技术

虚拟环境的建模是整个 VR 系统建立的基础,主要包括几何建模(Geometric Modeling)、运动建模(Kinematic Modeling)、物理建模(Physical Modeling)、对象特性建模(Object Behavior)以及模型切分(Model Segmentation)等。

虚拟现实系统中的建模手法与传统 CAD 及动画建模基本相同,但又具有其特殊性,主要体现在控制三维模型的面数上。由于要实时运行三维模型,因此过多的面数势必降低系统的运行效率,影响观看效果。通常在控制模型面数的操作上有以下准则。

- 删除看不见的面,例如建筑物的底面。
- 减少不必要的分段数,例如地面使用 1×1 的分段。
- 使用贴图而不是增加几何造型复杂度来提高真实感。

另外,不同的虚拟现实制作工具会对三维模型提出各自不同的要求,因此,具体工作中还必须根据所使用的后期制作工具优化三维模型。

3.1.1 几何建模

几何建模手段集中于三大类型,即多边形建模、面片建模和 NURBS 建模。

多边形建模是比较传统的建模方法,也是目前发展最为完善和广泛的一种方法,在目前主流的三维软件中基本上都包含了多边形建模的功能。多边形建模方法对于建筑、游戏、角色制作尤为适用,它可以直接使用多种多边形建模工具制作点、面、分割或创建新面等。

面片建模是指基于面片栅格的建模方法,它是一种独立的建模类型。面片建模是在多边形建模基础上发展起来的,它解决了多边形表面不易进行平滑编辑的难题,可以使用类似于编辑 Bezier 曲线的方法编辑曲面。面片建模的优点在于:用于编辑的顶点很少,非常类似于 NURBS 曲面建模,但是没有 NURBS 要求严格,只要是三角形和四边形的面片,都可以自由地拼接在一起。面片建模擅长于生物建模,不仅容易制造出光滑的表面,而且容易生

成表皮的褶皱,且易于产生各种变形体,可专用于表情变形动画的制作。面片建模自身工具很简单,但要熟练使用还必须掌握样条线的高难度编辑、面片自身的空间编辑等,因此对于使用者的空间感要求很高。

NURBS 建模特别适合于复杂的、不规则表面的建模工作。它使用解析运算方式来计算曲面,计算速度快,而且曲面边缘异常光滑。可以用它做出各种复杂的曲面造型来表现特殊的效果,例如精确的工业曲面、人的面部造型、流线型的跑车等。因此,掌握 NURBS 曲线及曲面的创建和编辑方法对制作复杂的三维场景有很大帮助,如果运用得当则可以达到无限自由的创作境界。

近年来,随着先进的数字化仪器及设备不断投入实际应用,计算机辅助下的几何建模技术已经从最初费时费力的手动建模,发展到包括三维扫描仪、基于图像的建模与绘制 (IBMR) 等多种方法在内的三维建模。建模对象也从简单的几何体,发展到比较复杂的人脸、肢体、发丝等,甚至可以完成对流体的建模。三维扫描仪及其对人脸的扫描效果如图 3-1 所示。



图 3-1 三维扫描仪及其扫描效果

3.1.2 运动建模

在虚拟环境中物体的特性还将涉及位置改变、碰撞、捕获、缩放、表面变形等,因此仅仅完成静态三维几何模型的创建对虚拟现实项目来说还是不够的。运动建模将帮助我们解决这一系列问题,具体包括如下内容。

1. 对象位置

物体位置包括物体移动、旋转、缩放。在 VR 中,不仅要关注绝对坐标,也要注意三维对象的相对坐标。通常,每个对象都被赋予一个坐标系统,称为对象坐标系统,该坐标系统的位置随物体的移动而改变。

2. 碰撞检测

在虚拟现实系统中,常常要检查对象 A 是否与对象 B 碰撞,例如用户的手是否已触到了虚拟的球。碰撞检测需要计算两个物体间的相对距离,如果要对两个物体上的每一个点都做碰撞计算则要花费大量时间,因而,许多系统在实时计算中只采用矩形边界检测以节省时间。

3.1.3 物理建模

虚拟对象物理建模包括定义对象的质量、重量、惯性、表面纹理、硬度、形状改变模式等,这些特性与几何建模结合起来形成更加真实的三维模型。

3.1.4 对象特征建模

前面所提到的建模是关于对象几何特征及物理特性的建模。此外,还可以建立与用户输入无关的对象特征模型。

假定有一个虚拟的办公室,墙上有钟表,窗口有温度计,桌上有日历本。时间和日期将随计算机系统的时间而改变,温度也将随外部温度计与计算机相连而显示当时的实际温度。每当用户“走入”办公室时,时钟、日历和温度计数据都将根据实际环境而改变,这一切使得虚拟环境具有一定程度的“智能”,体现出建模中对象特征建模的作用。

3.1.5 模型的分割与优化

现实场景经过几何建模与物理建模之后,得到的通常是一个非常复杂的模型,大量的多边形使渲染速度非常缓慢,从而降低系统的交互速度。因此,有必要进行模型的分割与优化,例如单元分割、变化细节和分辨率显示、离线计算以及内存管理技术等,这些操作将提高系统运行的实时性能。

三维建模技术在计算机软硬件、光学等技术与设备的不断发展与促进下,已经得到快速的发展。零部件的设计与分析、生物医学工程等领域的需求,促使三维建模技术在精度上不断提高。历史文化保护、电影及艺术等领域,又对三维建模技术的真实感表现提出了更高的要求。此外,建模过程更趋向于使用简单的设备和手段来满足不同应用层次的需求。三维建模技术研究,应该由现在不断追求具有更高精度、看起来更加真实的静态模型,发展向未来能够模拟现实世界各个对象间相互作用的动态模型,进而更加有效地辅助人们探索事物发展规律的研究。

3.2 虚拟现实建模工具 3ds Max

在虚拟现实中,模型的建立是整个虚拟系统构建的基础,虽然使用 VRML、VC++ 及 OpenGL 等语言可以编写出三维交互式的虚拟现实应用系统,但程序设计必须要从最基本的代码开始,例如创建一个球体、一个立方体等,这样做不仅费时费力,而且对于结构较为复杂的场景建模几乎是无能为力。通常的做法是使用某种平台或集成工具帮助制作虚拟现实场景中的三维模型,并使应用系统的开发在已有建模软件的基础上进行。

目前,用于虚拟现实系统的三维建模软件有许多种,比较有代表性的是 3ds Max、Multigen Creator、Maya 及 Superscape VRT 等。本节将以 3ds Max 2010 为例进行讲解。

3.2.1 认识 3ds Max

3ds Max 是美国 Autodesk 公司推出的功能强大的三维设计软件,也是当前世界上销量最大的一种用于三维动画和虚拟现实建模的工具软件。它集三维建模、材质制作、灯光设定、摄像机使用、动画设置及渲染输出于一身,提供了三维动画及静态效果图全面完整的解决方案。

面对周围同类产品的竞争,3ds Max 不断提升自身功能,逐步向高端软件层次发展,在游戏开发、广告制作、建筑效果图和漫游动画市场中占据了主流地位。自 2009 版开始,3ds

Max 被分割成了两个产品线。一个是用于游戏及影视制作的 3ds Max,另一个是用于建筑、工业设计及视觉效果设计的 3ds Max Design。3ds Max 的 Design 版中包含了 3ds Max 除 SDK 外的所有功能,而且还拥有用于模拟和分析阳光、天空及人工照明的技术,这使 3ds Max 的应用范围更具有针对性,便于用户选择适合自己的产品。目前,该软件的最新版本为 3ds Max 2010(图 3-2)与 3ds Max 2010 Design。相比 Maya 和 Softimage XSI 等高端软件而言,3ds Max 更容易掌握,制作的思维方式也更简单,学习资源相对来说更丰富,因此适合作为虚拟现实项目开发的三维建模工具软件。



图 3-2 3ds Max 2010

随着软件版本的不断升级,除了软件的功能得到升级之外,对于硬件和系统的要求也会相应提高。运行 3ds Max 2010 的推荐配置如下。

- 操作系统: Windows 7、Windows Vista、Windows XP Professional(SP2 或更高版本)。
- CPU: Intel Pentium 4 或者 AMD Athlon 64 或更快的处理器。
- 内存: 1GB,建议使用 2GB。
- 硬盘: 1GB 的硬盘交换空间,建议使用 2GB。
- 显卡: 支持硬件加速的 OpenGL 和 Direct3D。
- 鼠标: 3D 光电鼠标。

在 3ds Max 中创建虚拟现实场景的工作流程如图 3-3 所示。

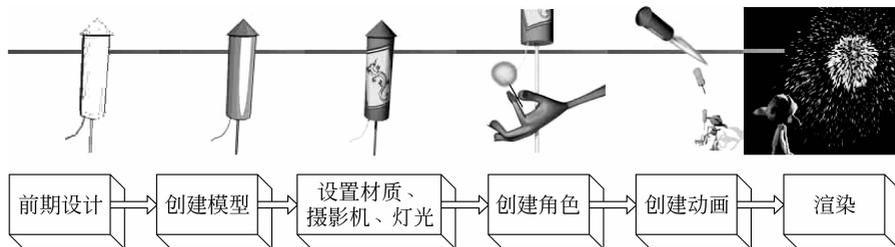
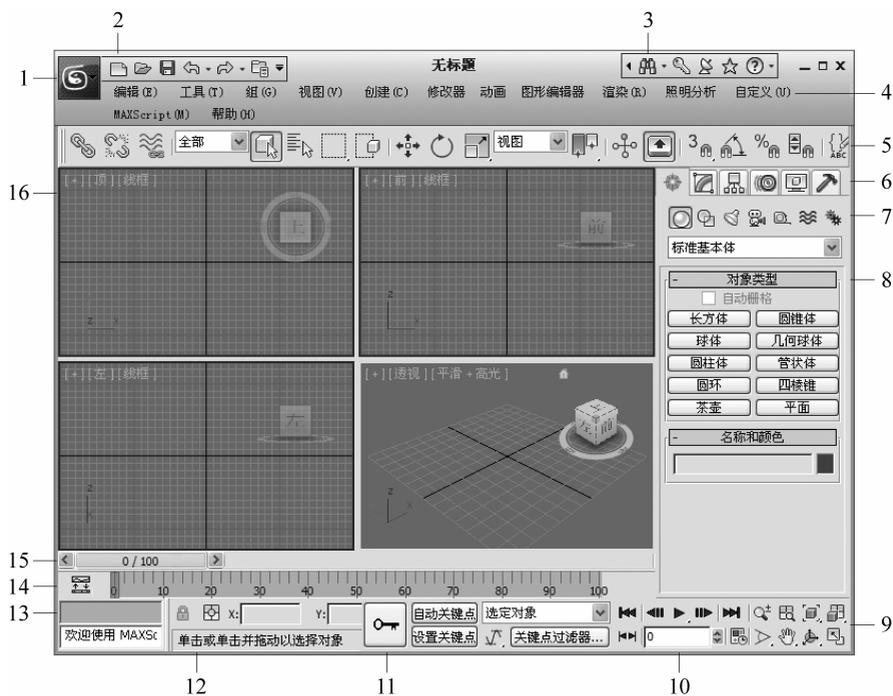


图 3-3 3ds Max 的工作流程

3.2.2 3ds Max 的用户界面和视口导航

3ds Max 有着非常友好的用户界面,加上面向对象的操作方式,用户很容易熟悉它的操作方法。3ds Max 2010 的用户界面如图 3-4 所示,界面主要分为菜单栏、主工具栏、视口、命令面板及各种控制工具区。



1. “应用程序”按钮
2. 快速访问工具栏
3. 信息中心
4. 菜单栏
5. 主工具栏
6. 命令面板
7. 对象类别
8. 卷展栏
9. 视口导航控件
10. 动画播放控件
11. 动画关键点控件
12. 状态栏
13. MAXScript 迷你侦听器
14. 轨迹栏
15. 时间滑块
16. 视口

图 3-4 3ds Max 2010 用户界面

1. 菜单栏

在用户界面的上方是菜单栏,与 Windows 操作系统的大多数程序一样,菜单中包含了程序几乎所有的命令。3ds Max 2010 一共有 12 个菜单,同时还具有子菜单或多级子菜单。图 3-5 所示为打开子菜单的操作。



图 3-5 3ds Max 2010 中的下拉菜单

【提示】 对于具有快捷键的命令,在命令后面会显示相应的快捷键,例如“渲染到纹理”命令的快捷键是数字键 0。使用快捷键是提高在 3ds Max 中建模效率的重要手段之一。

2. 主工具栏

3ds Max 2010 将各种常用工具进行分类,整合到不同的工具栏中,在用户界面顶部的主工具栏,主要包括使用频率较高的操作和控制类工具,如图 3-6 所示,其中的按钮如表 3-1 所示。

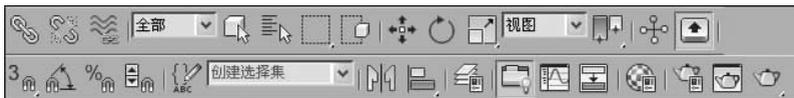


图 3-6 主工具栏

表 3-1 主工具栏按钮

图标	名称	图标	名称
	选择并链接		取消链接选择
	绑定到空间扭曲		选择对象
	从场景选择		选择区域
	窗口/交叉切换		选择并移动
	选择并旋转		选择并缩放
	切换使用中心		选择并操纵
	键盘快捷键覆盖切换		3D 捕捉
	角度捕捉切换		百分比捕捉切换
	微调器捕捉切换		编辑命名选择集
	镜像		对齐
	层管理器		石墨建模工具
	曲线编辑器		图解视图
	材质编辑器		渲染设置
	渲染帧窗口		渲染

【提示】 单击右下角带有三角形标记的图标还将弹出与其功能类似的一组功能选项。另外,在 1024×768 的分辨率下无法显示所有主工具栏中的工具,可以通过手形工具进行拖动显示。

3. 视口

视口是 3ds Max 的主要操作区域,所有对象的变换和编辑都是在视口中进行的。默认界面主要显示顶视图、前视图、左视图和透视图。用户可以在这四个视口中以不同的角度观察场景。默认视口布局如图 3-7 所示。

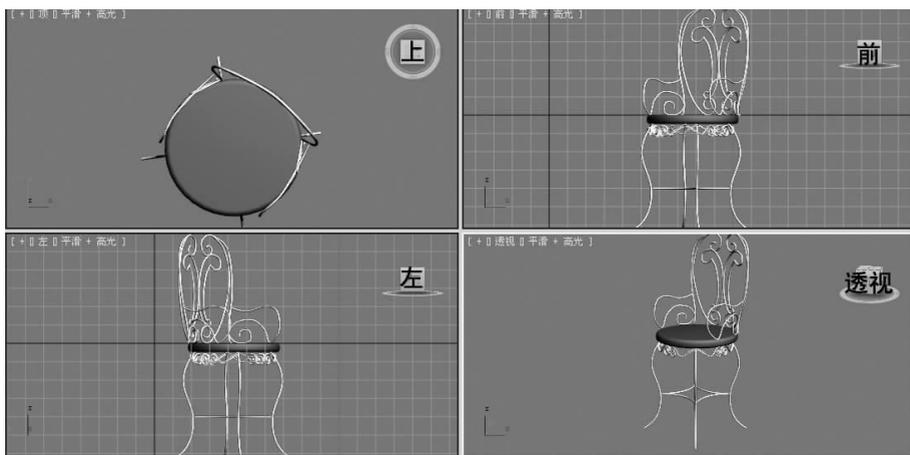


图 3-7 默认视口布局

视口是 3ds Max 中的一个窗口，而视图则是一种显示方式，例如顶视图、前视图、左视图及透视图。视口可以进行切换，从而显示不同的视图。在视口的左上角标签处右击，可以打开视图快捷菜单，从中可选择进行视图切换的命令，如图 3-8 所示。

【提示】 按住 Alt 键和鼠标中键进行拖动，可以在视口中旋转视图，仅按住鼠标中键拖动则完成平移视图的操作。

4. 命令面板

命令面板位于用户界面的右侧，由创建、修改、层次、运动、显示和工具 6 个子面板组成，如图 3-9 所示。

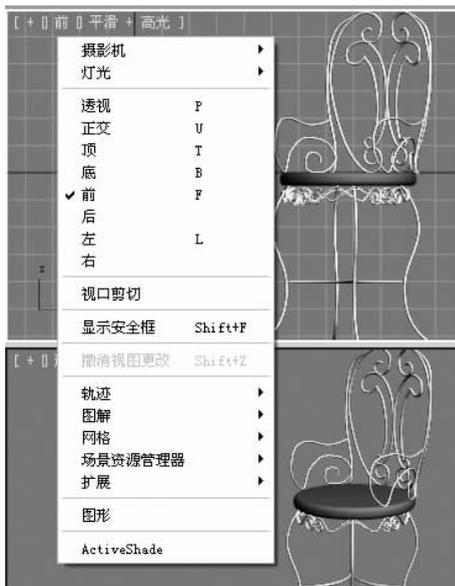


图 3-8 视图快捷菜单



图 3-9 命令面板

5. 其他

在视口的下方,有轨迹栏、MAXScript 迷你侦听器、状态栏、动画和时间控件以及视口控制工具等,通过这些工具,用户可以更好地创建和控制场景,相关工具如图 3-10 所示。

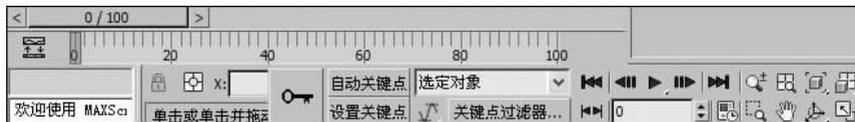


图 3-10 其他控制工具

(1) 轨迹栏: 轨迹栏提供了显示帧数的时间线。这对于移动、复制和删除关键点,以及更改关键点属性的轨迹视图提供了一种便捷的替代方式。

(2) MAXScript 迷你侦听器: MAXScript 迷你侦听器分为粉色和白色两个文本框,粉色的文本框是“宏录制器”文本框;白色文本框是“脚本”文本框,可以在这里创建脚本。

(3) 状态栏: 侦听器的右侧是状态栏,提供有关场景和活动命令的提示和状态信息。例如: 使用缩放工具时,系统提示“单击并拖动以选择并缩放对象(均匀地)”。再右侧是坐标显示区域,可以在此输入变换值。

(4) 动画控制及时间控件: 位于窗口底部状态栏和视口导航控件之间,是用于在视口中进行动画播放的时间控件。

(5) 视口控制工具: 主要用于控制当前活动视口,也可以针对场景对象,同时控制所有视口。

【提示】 3ds Max 是单文档应用程序,这意味着一次只能编辑一个场景。可以多次运行 3ds Max,建议在每个实例中打开一个不同的场景,但这样做将需要大量的 RAM。要获得最佳性能,仅打开一个实例对场景进行操作。

3.2.3 3ds Max 中创建对象

1. 标准三维模型的创建

3ds Max 2010 自带了 10 种标准几何体的三维模型,如图 3-11 所示。标准几何体建模是三维建模的基础,无论是多么复杂的模型都可以被分解为多个标准几何体,同样用简单的几何体也能建立出精细复杂的模型。下面举例说明如何建立标准几何体模型。

【例 3-1】 创建长方体。

具体操作如下。

- (1) 单击创建命令面板上的  (几何体)按钮,选择“长方体”按钮。
- (2) 在视图中按住鼠标左键,拉出一个矩形后释放左键,完成长方体底面的创建。
- (3) 在上下方向移动鼠标,确定物体的高度,释放左键,完成长方体的创建。
- (4) 在“参数”卷展栏中修改长方体的长度、宽度、高度及分段数,如图 3-12 所示。
- (5) 在“名称和颜色”文本框中可以更改模型的名称及颜色属性。

具体参数如下。

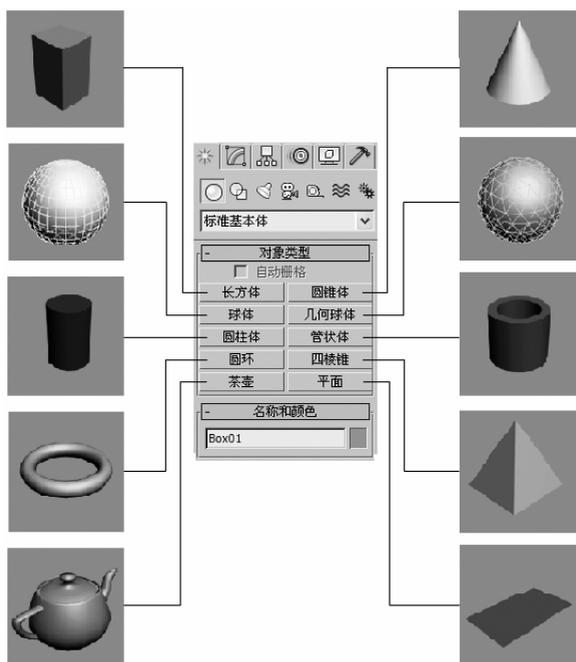


图 3-11 标准基本体的三维模型

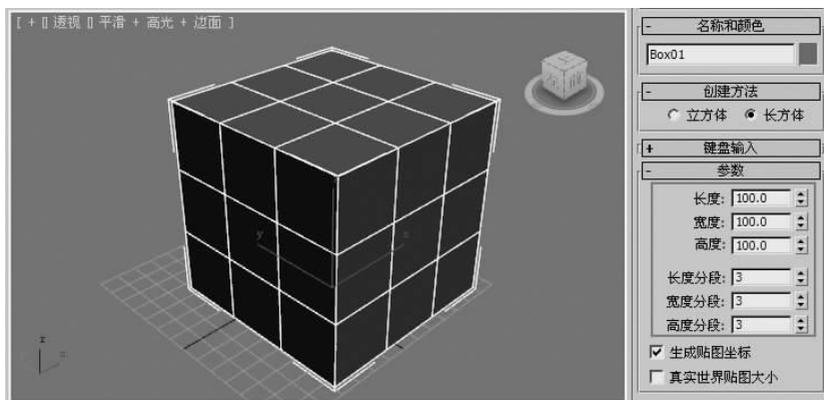


图 3-12 长方体参数面板

- 立方体：创建类型为标准正方体模型。
- 长方体：可以建立任意形状的长方体。
- 键盘输入：利用键盘输入 X 、 Y 、 Z 坐标以及长、宽、高数值来建立更为精确的长方体。
- 长度/宽度/高度：设置长方体的长度、宽度、高度值。
- 分段数：分段数影响模型的精度，分段数越多，面片数越多，模型精度也越高。

【提示】 如果模型是用于建筑，最好将单位设置为真实世界的计量单位，选择菜单“自定义”→“单位设置”→“公制”中的厘米或毫米等单位。

【例 3-2】 创建球体。

具体操作如下。

- (1) 单击创建命令面板中的  (几何体) 按钮, 选择“球体”按钮。
- (2) 在视图中按住鼠标左键拖动到适当的位置后释放, 完成球体的创建。
- (3) 在“参数”卷展栏中可以选中“轴心在底部”复选框。将球心移至底端, 如图 3-13 所示。

【提示】 这样设置可以模拟球体弹跳时轴心点在底端的效果。

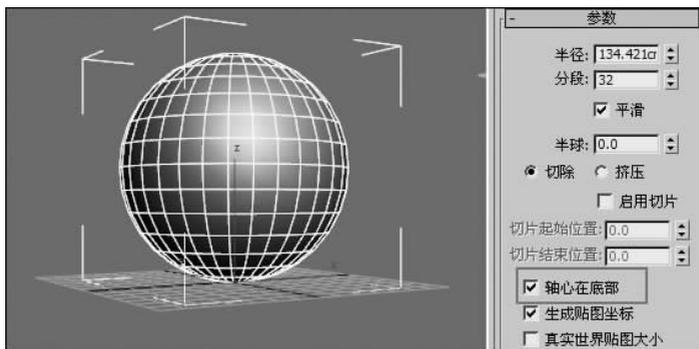


图 3-13 创建轴心在底部的球体

- (4) 选中“启用切片”复选框, 设置“切片结束位置”为 90。效果如图 3-14 所示。

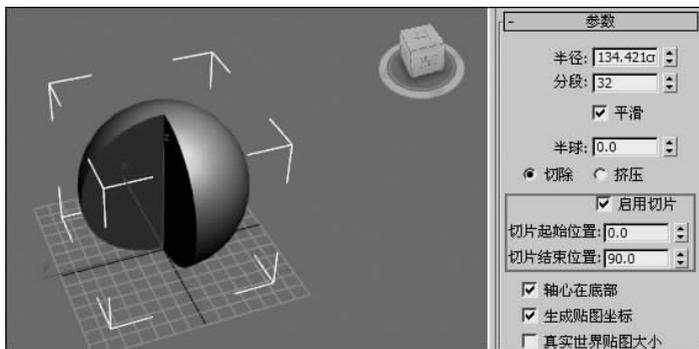


图 3-14 切片为 90 的球体

- (5) 将“半球”参数设置为 0.5, 此时球体变为半球, 如图 3-15 所示。

具体参数如下。

- 半径: 设置球体的半径。
- 分段: 分段数影响模型的精度, 分段数越多, 面片数越多, 模型精度也越高。
- 平滑: 是否对球体进行平滑处理。
- 半球: 数值范围从 0 到 1, 控制半球的高度。
- 切除/挤入: 半球系数不为 0 时可使用。用于设置半球的网格划分类型。
- 启用切片: 启用切片后可以利用切片起始位置及结束位置参数控制球体切片的大小。
- 轴心在底部: 默认状态下球体的轴心在中心, 选中后轴心在球体底部。