

## 多边形建模技术

### 本章学习重点

- 掌握多边形建模的基本方法。
- 掌握顶点、线段、多边形、边界、元素子对象级别的编辑命令。
- 熟悉常见的三维模型建模过程,掌握球类模型、建筑模型、游戏模型、工业模型等三维模型的建模规律。

多边形建模是 3ds Max 的高级建模技术,需要丰富的空间想象力和较高的图形绘制能力。在学习多边形建模技术的过程中,要理解多边形建模的原理,掌握点、线、面级别的建模方法,并反复实践以达到灵活运用的水平。

### 3.1 多边形建模的基本方法

3ds Max 提供了多种高级建模方法,其中包括多边形建模、面片建模、NURBS 建模等。

多边形建模灵活、方便,功能强大,适合创建形状、结构较为规则的物体,许多复杂的角色造型都是通过这种方式创建的。可编辑多边形的构成算法更优秀,是当前主流的操作方法,技术领先,理论上编辑多边形能做出任何模型。

面片建模的原理是二维表面建模,一般适合表面平滑、形状结构复杂的不规则物体,如动物等。

NURBS 建模基于 MURBS 曲线和 NURBS 曲面进行建模,最终造型由解析计算生成,速度快,精度高,表面光滑,能比多边形建模更好地控制对象表面的曲度。它目前已成为模型设计和曲面造型的工业标准,适合创建表面光滑的物体,如工业产品等。

本章通过目前较流行的多边形建模技术剖析高级建模的原理和方法。

#### 3.1.1 多边形建模的原理

多边形建模把一个三维模型分为 4 个层次的对象,分别是点、线、面、几何体,点的集合构成边,线的集合构成面,面的集合构成几何体,一个三维模型可以包含多个几何体。

如图 3-1 所示,每个几何模型都由若干个面构成,每个面由 3 条或 4 条线构成,每条线由若干个点构成。随着点的增加,多边形的线随之增加,面也会增加,模型表面的细节也会增加,占用系统的资源也会增加。所以,在建模时应根据需求把握细节的程度,不能一味求精而让一个模型占用过多的系统资源。

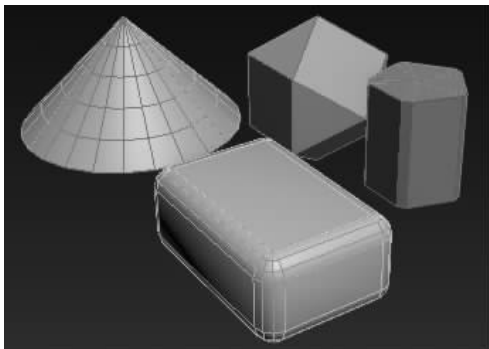


图 3-1 几何模型

### 3.1.2 创建可编辑多边形

创建可编辑多边形有 3 种方法,分别是转换为可编辑多边形、塌陷对象、使用“编辑多边形”修改器。下面分别介绍这 3 种方法。

#### 1. 转换为可编辑多边形

可以将 NURBS 曲面、可编辑网格、样条线、基本体和面片曲面转换为可编辑多边形。转换时,在所选对象上右击,在弹出的快捷菜单中选择“转换为”→“转换为可编辑多边形”命令,该对象就会转换为可编辑多边形,如图 3-2 所示。



图 3-2 转换为可编辑多边形

#### 2. 塌陷对象

塌陷命令是创建可编辑多边形对象最简单、最直接的方法。对象塌陷后将丢失所有创建数据,因此,在使用塌陷命令时,必须保证所有的编辑工作正确完成。以下介绍塌陷对象的方法。

一种塌陷对象的方法与“转换为可编辑多边形”命令很相似,在图 3-2 中,选择“转换为可编辑网格”命令,该对象即被塌陷为网格对象。

另一种塌陷对象的方法是,在命令面板中单击  即可打开“实用程序”面板,如图 3-3 所示。单击“塌陷”命令按钮,在修改面板中会出现“塌陷”卷展栏,如图 3-4 所示。单击“塌陷选定对象”命令按钮,该对象就被塌陷为网格对象。



图 3-3 “实用程序”面板

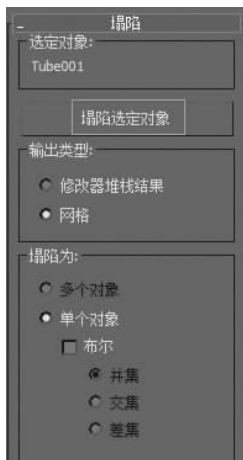


图 3-4 “塌陷”卷展栏

### 3. 使用“编辑多边形”修改器

使用“编辑多边形”修改器也可以把对象转换为可编辑多边形对象,同时保留原对象的所有参数,如图 3-5 所示。

这种方法适用于模型参数还没有完全确定,可能需要修改的情况。

#### 3.1.3 多边形建模的公共命令

##### 1. 选择多边形子对象

一个对象被转换为可编辑多边形以后,进入“修改”面板,展开修改器堆栈,就可以看到该对象的子对象,可以选择子对象并进行编辑和修改。

在修改堆栈中,单击“编辑多边形”前面的“+”可以展开子对象层级,如图 3-6 所示。多边形对象包含了 5 种可供编辑的子对象,分别是顶点、边、边界、多边形、元素。



图 3-5 “编辑多边形”修改器



图 3-6 编辑多边形的子对象

- 顶点：是最低层级。
- 边：由两个顶点连接起来构成的线。
- 边界(也叫封套)：是没有面的多边形。边界子对象是高级版本的新增元素,解决了建模时产生的开放边界难以处理的问题。
- 多边形：由 4 条线段构成。
- 元素：由连续的多边形构成的单元组。

每个次级对象都有相应的多个编辑命令,可以对多边形对象以及子对象进行编辑。在编辑之前,首先要选择多边形的子对象,方法是:单击“选择”卷展栏中的次级对象按钮,然后在场景中的对象上单击,该次级对象即被选中。如果需要选择多个子对象,可以通过图 3-7 的“收缩”“扩大”“环形”“循环”命令按钮来实现。

选择这 5 个子对象的快捷键分别是 1、2、3、4、5。按下快捷键“1”快速进入顶点的级别,按下快捷键“2”快速进入边级别,按下快捷键“3”快速进入边界级别,按下快捷键“4”快速进入多边形级别,按下快捷键“5”快速进入元素级别。

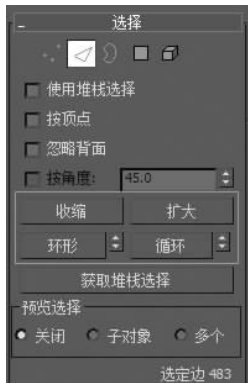


图 3-7 多边形子对象的选择

### 动手演练 选择多边形次级对象

- 01 打开素材文件“第 3 章 多边形建模技术\素材文件\轴承.max”,该场景包含了所有的三维模型,如图 3-8 所示。
- 02 选择“多边形”子对象后,在“选择”卷展栏下,勾选“忽略背面”复选框,会发现背面的多边形没有被选中,如图 3-9 所示。

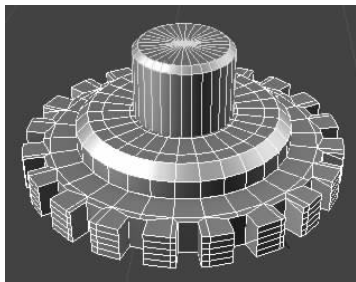


图 3-8 轴承的三维模型

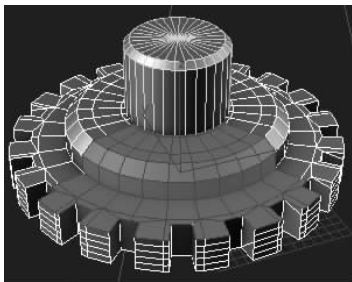


图 3-9 勾选“忽略背面”复选框的效果

- 03 单击“扩大”命令按钮,选择范围沿着被选择对象的边缘扩大;与之相反,“收缩”命令按钮的功能是沿着被选择对象的边缘缩小。“扩大”和“收缩”命令的效果如图 3-10 所示。

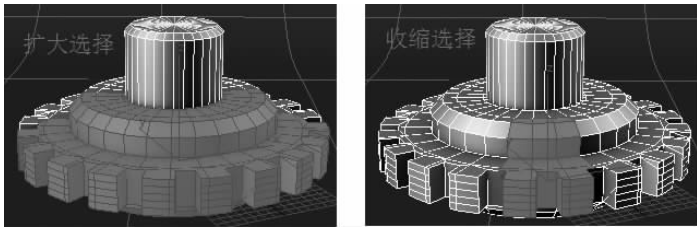


图 3-10 “扩大”和“收缩”命令的效果

- 04 “环形”命令用于选择与所选对象平行的对象。进入“线段”子对象,在场景中任意选择一条线段,在“选择”卷展栏下,单击“环形”命令按钮,会发现所有与选择的线段平行的线段都被选中了,如图 3-11 所示。

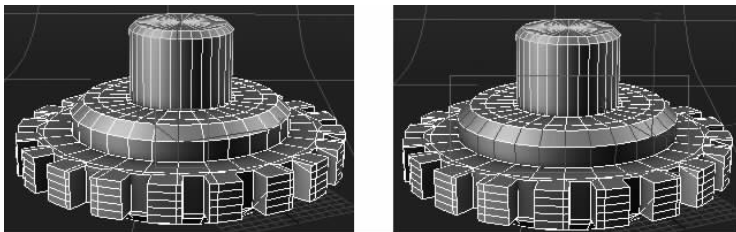


图 3-11 “环形”命令的效果

- 05 “循环”命令用于选择与所选对象在一条环形线上的对象。选择“线段”子对象,单击“循环”命令按钮,会发现所有与选择的线段在一条环形线上的线段都被选中了,如图 3-12 所示。

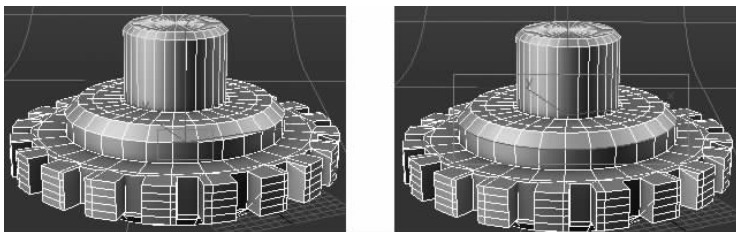


图 3-12 “循环”命令的效果

## 2. 细分曲面

如果被选中对象是由“塌陷”命令生成的,在修改面板中会出现“细分曲面”卷展栏;如果该对象是通过添加“编辑多边形”命令生成的,则卷展栏中不会出现“细分曲面”卷展栏。

“细分曲面”卷展栏下的各项命令能够细分对象的表面,即使对象的分段很少,也能得到很好的观察效果,但这样的效果只是将平滑效果应用于对象的渲染和显示,并不实际增加顶点数,也不能用于编辑。

### 动手演练 修改机器人头盔的细分曲面

- 01 打开素材文件“第3章 多边形建模技术\素材文件\机器人头盔.max”,该文件包含了本例要使用的三维模型,如图 3-13 所示。
- 02 在“细分曲面”卷展栏中,勾选“平滑结果”复选框,平滑效果如图 3-14 所示。



图 3-13 机器人头盔模型



图 3-14 勾选“平滑结果”复选框后的头盔模型

- 03 勾选“使用 NURMS 细分”复选框,对象将使用 NURMS 细分方式处理表面的平滑效果,如图 3-15 所示。“迭代次数”和“平滑度”参数值不同,平滑效果也不同,如图 3-16 所示。



图 3-15 “使用 NURMS 细分”选项



图 3-16 “迭代次数”和“平滑度”参数值对平滑效果的影响

### 3. 绘制变形

绘制变形工具通过使用鼠标在多边形对象上推、拉或拖动来影响顶点。它适合制作人体或动物的组织器官等表面不规则的三维模型。

#### 动手演练 使用平面对象制作山

- 01 在顶视图上,使用“平面”工具创建一个平面,命名为“山”,如图 3-17 所示。



图 3-17 绘制平面

- 02 把平面转换为可编辑多边形,进入顶级别,在“软选择”卷展栏中勾选“使用软选择”复选框,在“绘制软选择”参数组中单击“绘制”命令按钮,然后在场景中绘制顶点,如图 3-18 所示。
- 03 在“绘制变形”卷展栏中,单击“推/拉”命令按钮,然后在场景中推拉顶点,会发现顶点经过推拉后高出地面,如图 3-19 所示。

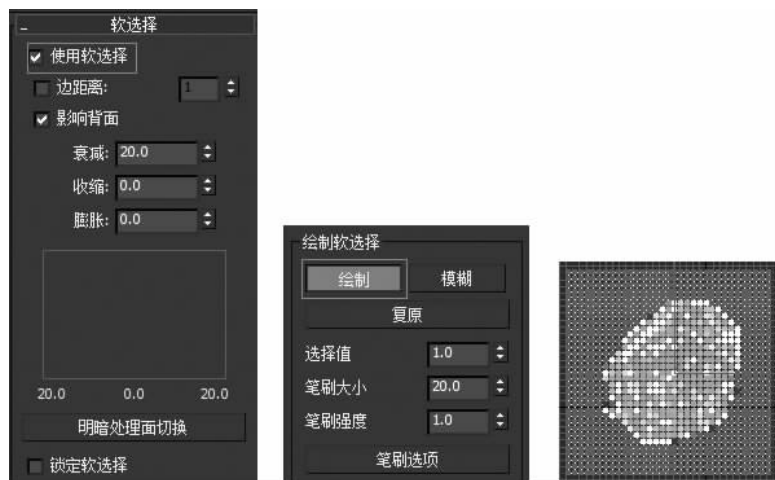


图 3-18 开启“软选择”

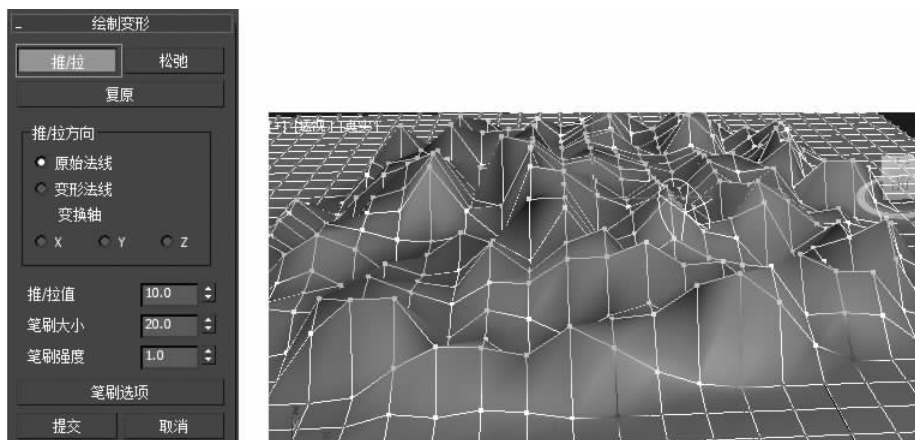


图 3-19 “推/拉”命令

04 可以使用“松弛”命令使顶点太尖锐的部分更平滑,更自然,效果如图 3-20 所示。

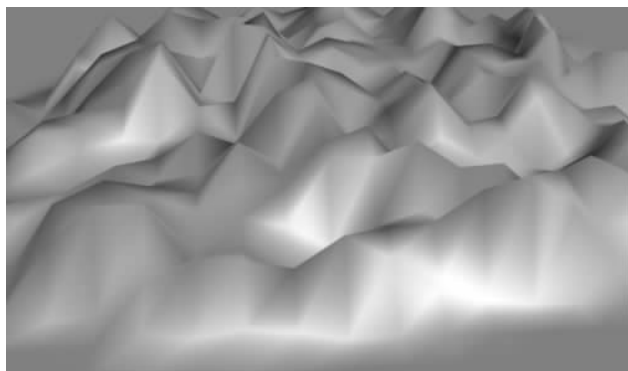


图 3-20 使用“松弛”命令的效果

## 3.2 编辑多边形对象的子对象

### 3.2.1 编辑顶点对象

顶点是多边形对象中最基本的组成单位。对顶点执行移动、缩放等命令时,顶点所在的几何体会发生改变。下面通过一个实例说明顶点对象编辑方法。

#### 动手演练 利用多边形顶点编辑制作玫瑰花

本例主要利用多边形顶点编辑制作玫瑰花的花瓣,使用车削命令制作花蕊,使用放样命令制作花秆和花颈。最终效果如图 3-21 所示。

01 在前视图中创建平面,参数如图 3-22 所示。



图 3-21 玫瑰花

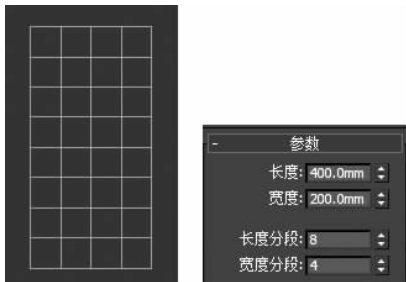


图 3-22 创建平面

- 02 转换为可编辑多边形,进入顶点的级别,缩放和移动顶点,调整花瓣的形状,如图 3-23 所示。
- 03 在左视图中移动顶点,调整花瓣的弯曲度,使花瓣表面过渡自然,如图 3-24 所示。
- 04 在前视图中选择个别顶点,在左视图中移动,使花瓣出现凹凸,增加真实感,如图 3-25 所示。
- 05 添加“网格平滑”命令。在“细分曲面”卷展栏中选择“使用 NURMS 细分”复选框,增加表面光滑度。在左视图中移动轴,使花瓣的轴位于最下面的点。使用旋转复制方法,复制出两个花瓣,使花瓣出现 3 层,如图 3-26 所示。
- 06 在顶视图中阵列复制每一个花瓣,并使用旋转工具调整花瓣,使花瓣的角度不完全一致,增加随机性,如图 3-27 所示。
- 07 使用“车削”命令制作花蕊的上部,使用“放样”命令制作花秆和花颈,使用“组”命令使它们成组,移动轴,在顶视图中阵列出 4 个,如图 3-28 所示。
- 08 在场景中绘制与花瓣弯曲度接近的线作为花颈,移动轴到线的底部,勾选“在渲染中启用”复选框,在顶视图中执行“工具”→“阵列”菜单命令,制作出花颈,如图 3-29 所示。渲染模型,查看效果。

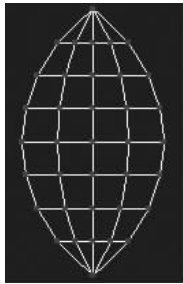


图 3-23 在前视图中缩放和移动顶点



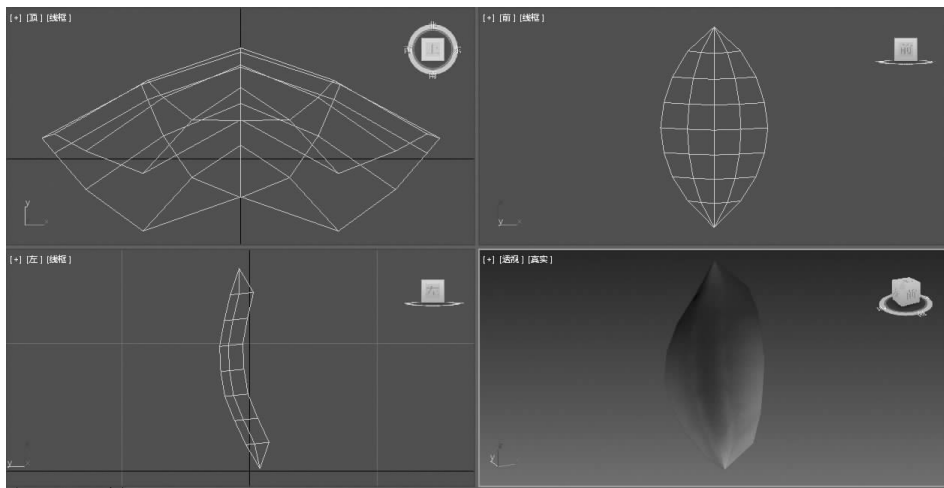


图 3-24 在左视图中移动顶点调整花瓣的弯曲度

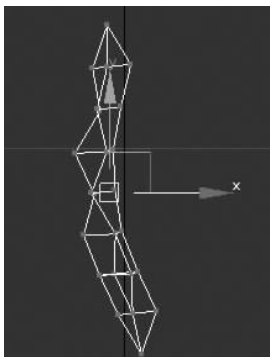


图 3-25 在左视图中移动顶点

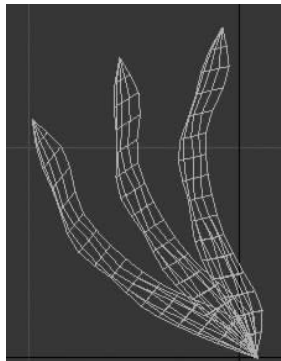


图 3-26 旋转复制花瓣

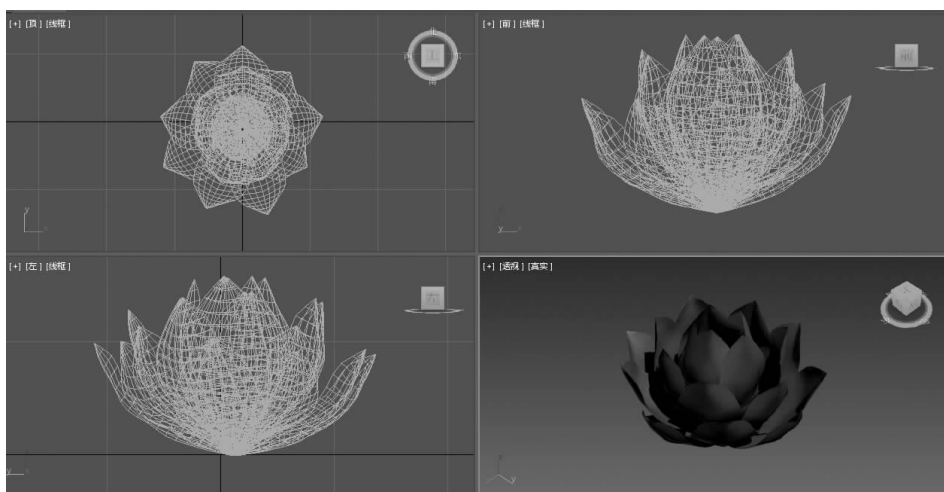


图 3-27 阵列复制花瓣



图 3-28 制作花蕊

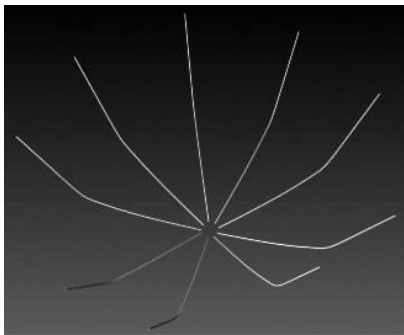


图 3-29 制作花颈

详细参数请参考素材文件“第3章 多边形建模技术\素材文件\玫瑰模型\玫瑰花.max”。

### 3.2.2 编辑边对象

边是连接两个顶点的直线,通过3条或3条以上的边可以确定一个面。在边级别可以使用挤出、复制等命令制作三维模型。

#### 动手演练 利用多边形模型的边制作欧式抱枕

本例主要利用多边形模型的边制作欧式抱枕,效果如图3-30所示。

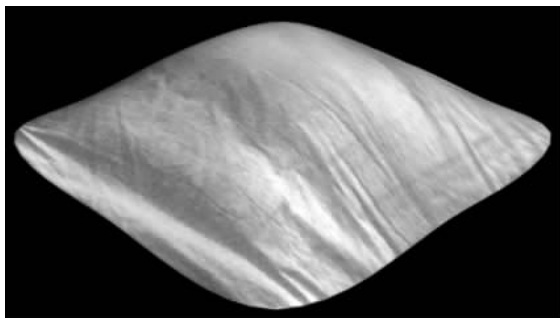


图 3-30 欧式抱枕效果

01 在顶视图中创建长方体,参数如图3-31所示。

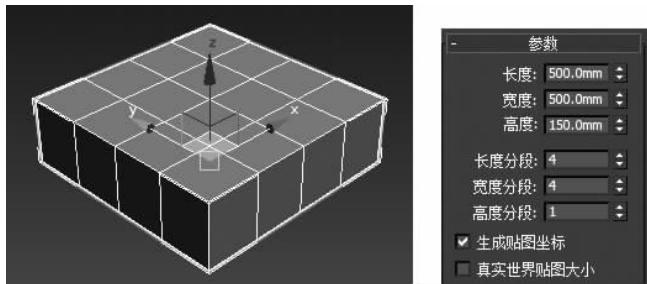


图 3-31 创建长方体

- 02 把长方体转换为可编辑多边形。进入顶点级别,在顶视图中选择边缘的顶点(注意选中上下两个面的顶点),在前视图中使用缩放工具,把上下两个顶点缩放成看起来像是一个顶点,如图 3-32 所示。

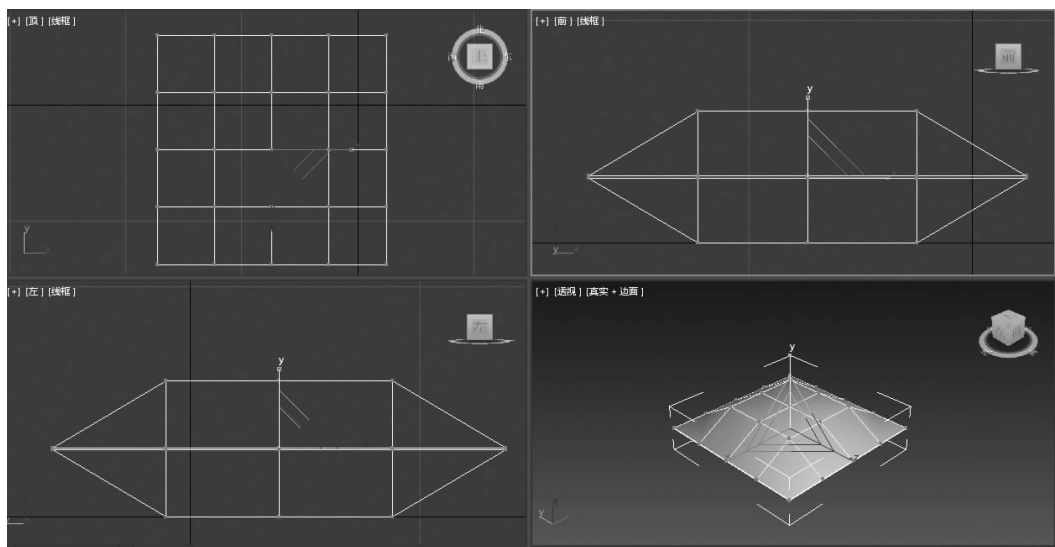


图 3-32 缩放上下边缘的顶点

- 03 选中边缘的一条边,单击“循环”命令按钮,以选中边缘所有的边。单击“编辑边”卷展栏中的“挤出”命令按钮,设置挤出“数量”值为 30,如图 3-33 所示。

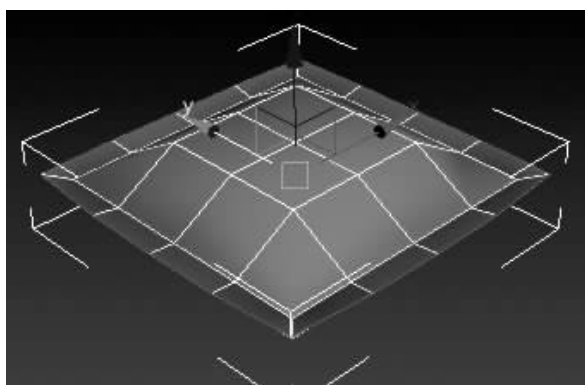


图 3-33 挤出边

- 04 再进入顶点级别,每隔一个顶点选择一个顶点,在前视图中向下移动,使边缘呈现荷叶边的形态,如图 3-34 所示。
- 05 添加“FFD4×4×4”命令,进入控制点级别,移动控制点,使抱枕更膨胀,如图 3-35 所示。
- 06 添加“网格平滑”命令,设置平滑迭代次数为 2。贴图后的抱枕如图 3-30 所示。

详细参数可以参考素材文件“第 3 章 多边形建模技术\素材文件\欧式抱枕\欧式抱枕.max”。

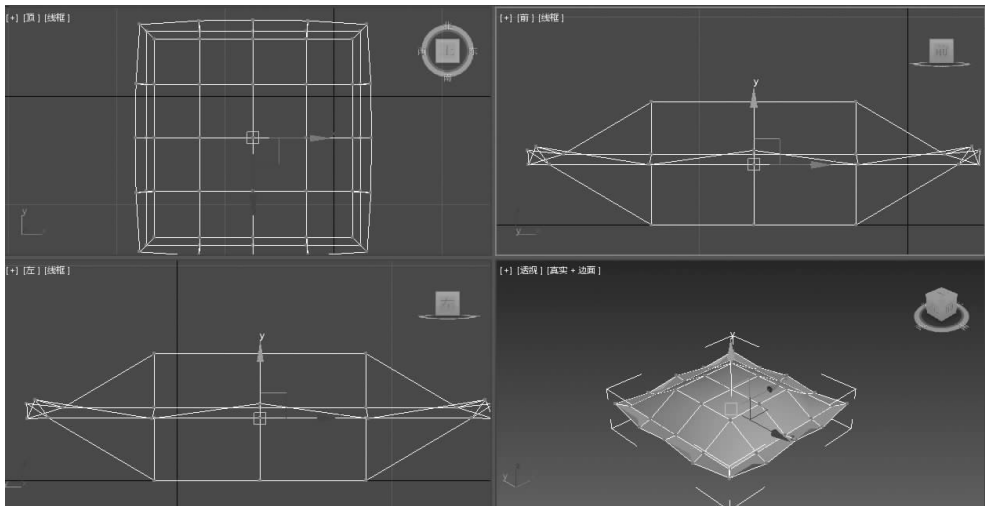


图 3-34 向下移动顶点

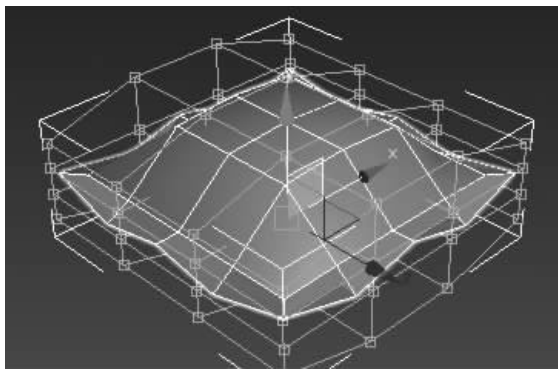


图 3-35 添加 FFD 修改器

## 动手演练 利用多边形模型的边制作艺术盘子

本例主要利用多边形模型的边制作艺术盘子,效果如图 3-36 所示。

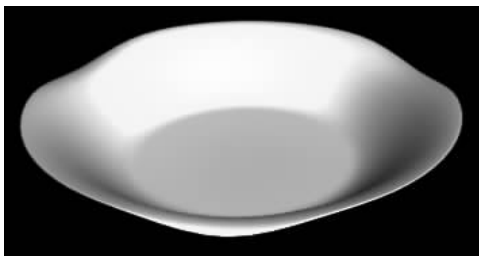


图 3-36 艺术盘子效果

- 01 在顶视图中创建圆柱体,参数如图 3-37 所示。
- 02 把圆柱体转换为可编辑多边形,进入边级别,在顶视图中选择上部边缘的一条边,

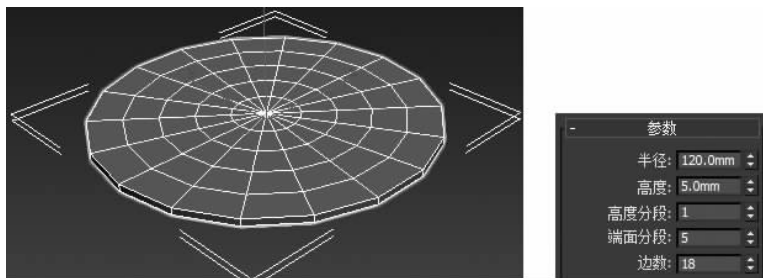


图 3-37 创建圆柱体

单击“循环”命令按钮,以选中边缘上的所有边,单击“编辑边”卷展栏中的“挤出”命令按钮,设置挤出“数量”值为 80,“宽度”为 3,如图 3-38 所示。

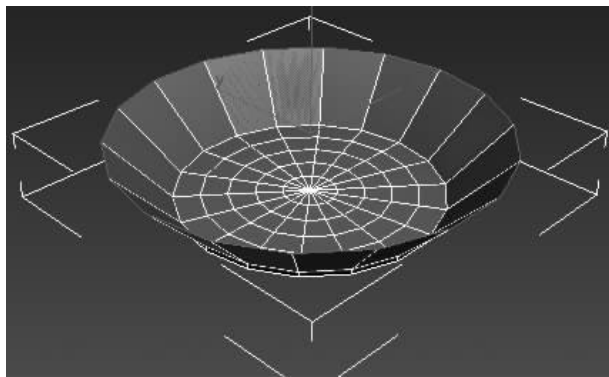


图 3-38 挤出边

03 继续挤出边,设置挤出“数量”值为 40,如图 3-39 所示。

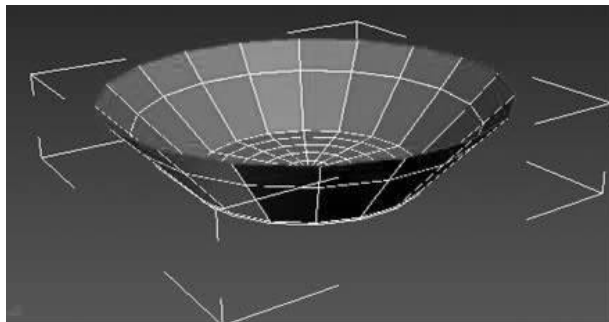


图 3-39 第二次挤出边

- 04 在前视图中向下移动第二次挤出的边,移动时参考第一次挤出的高度,如图 3-40 所示。
- 05 再进入顶点的级别,每隔 5 个顶点选择一个顶点,在前视图中向下移动,使边缘有起伏,如图 3-41 所示。
- 06 添加“网格平滑”命令,设置平滑迭代次数为 2。添加金属材质后的艺术盘子如图 3-36 所示。

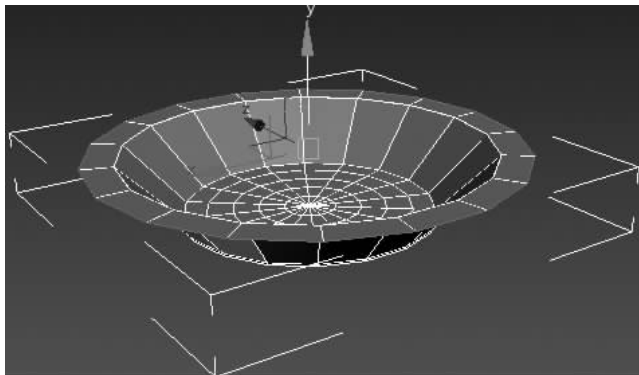


图 3-40 在前视图中移动边

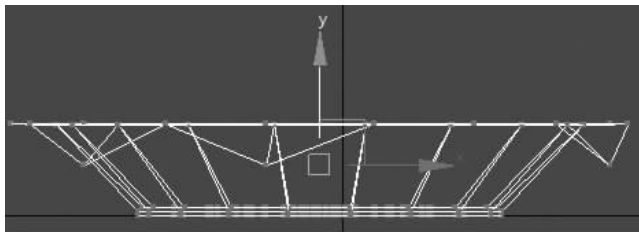


图 3-41 在前视图中向下移动顶点

详细参数可以参考素材文件“第3章 多边形建模技术\素材文件\艺术盘子.max”。

### 3.2.3 编辑多边形对象

多边形对象的多边形和元素子对象的编辑命令完全相同,常用的有“挤出”“倒角”“插入”“桥”等。本节将在实例中讲述这些命令的应用。

#### 动手演练 使用多边形建模制作烟灰缸

图 3-42 是烟灰缸的效果。



图 3-42 烟灰缸的效果

- 01 在顶视图中使用圆柱体工具创建圆柱体,命名为“烟灰缸”,如图 3-43 所示。
- 02 右击烟灰缸,将其转换为可编辑多边形。进入多边形级别,在前视图中选择所有多边形,再按住 Alt 键减去下面的多边形,如图 3-44 所示。

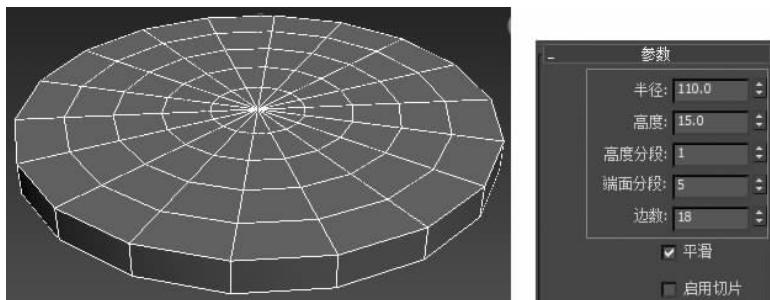


图 3-43 创建圆柱体

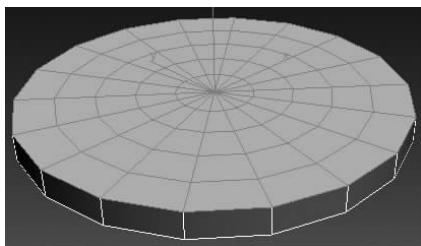


图 3-44 选择上面的多边形

- 03 把框选工具切换为圆形工具,在顶视图中按住 Alt 键减去内部的多边形,如图 3-45 所示。

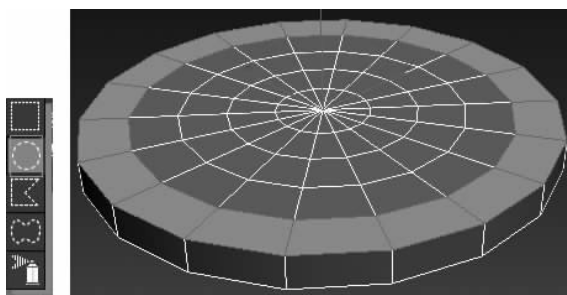


图 3-45 选择边缘的多边形

- 04 在修改面板的“编辑多边形”卷展栏中单击“挤出”命令按钮后面的设置按钮,在“挤出高度”数值框中输入 20,单击确定,效果如图 3-46 所示。

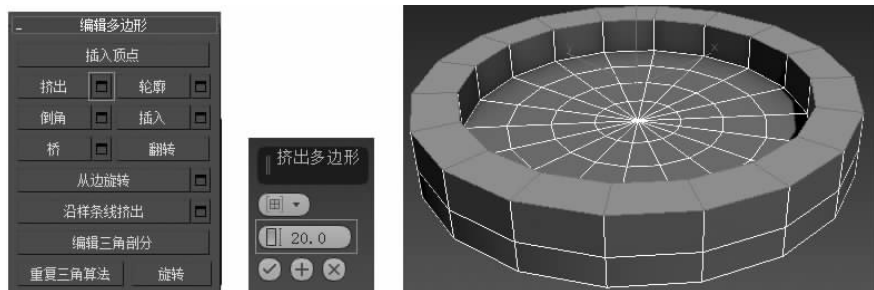


图 3-46 “挤出”命令

05 每隔 5 个多边形减去一个多边形,再次执行挤出命令,挤出高度为 20,如图 3-47 所示。

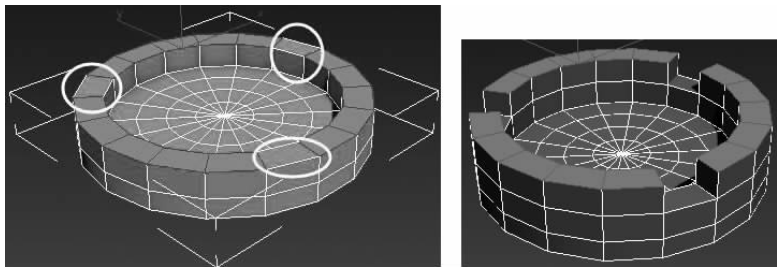


图 3-47 减去 3 个多边形后再次挤出

06 返回可编辑多边形级别,为其添加“网格平滑”命令,设置“迭代次数”值为 2,如图 3-48 所示。

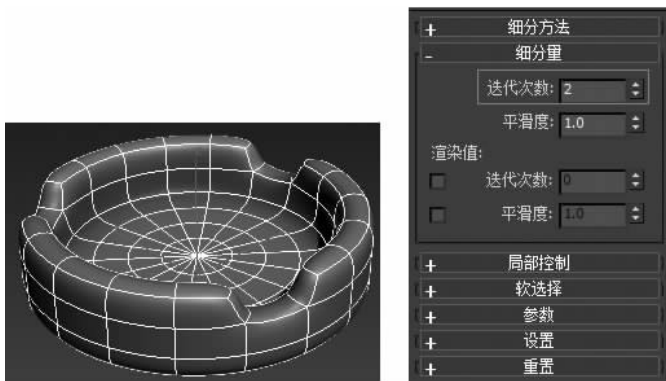


图 3-48 添加“网格平滑”命令

详细参数可以参考素材文件“第 3 章 多边形建模技术\素材文件\烟灰缸.max”。

## 动手演练 使用多边形倒角命令制作水龙头

首先进行模型分析。水龙头的左右两个开关是相同的,所以可以同步制作。中间的水龙头形状越来越细,可以使用倒角命令制作。下面开始制作图 3-49 所示的水龙头模型。

- 01 在顶视图中创建长 60mm、宽 180mm、高 20mm 的长方体,作为水龙头底座,注意“宽度分段”为 3,“长度分段”和“高度分段”都为 1,如图 3-50 所示。
- 02 将长方体转换为可编辑多边形,进入“多边形”级别,同时选中左右两个多边形,执行倒角和挤出命令,如图 3-51~图 3-54 所示。
- 03 选择中间的多边形,使用倒角和移动命令制作中间的水龙头,如图 3-55 所示。
- 04 选择前面的多边形,单击修改面板中的“插入”命令按钮,在弹出的对话框中输入插入量为 3,如图 3-56 所示。

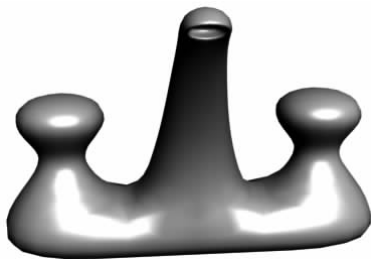


图 3-49 水龙头模型





图 3-50 绘制水龙头底座

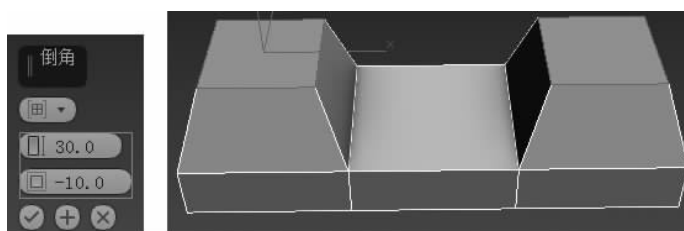


图 3-51 第一次执行倒角命令

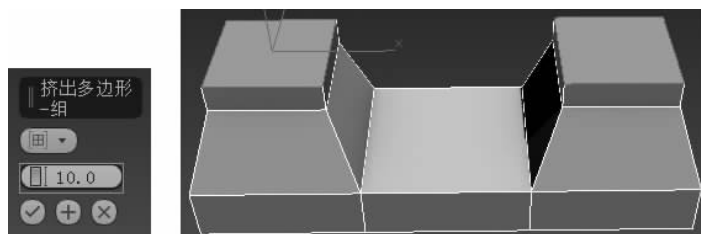


图 3-52 执行挤出命令

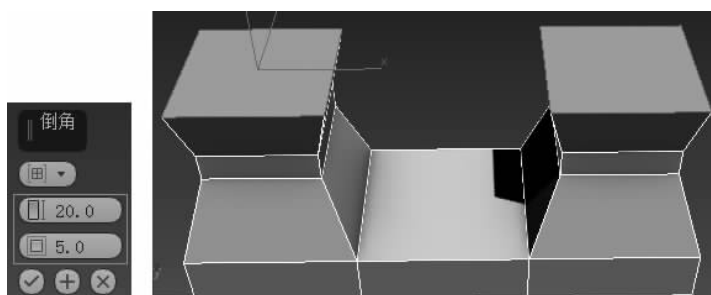


图 3-53 第二次执行倒角命令

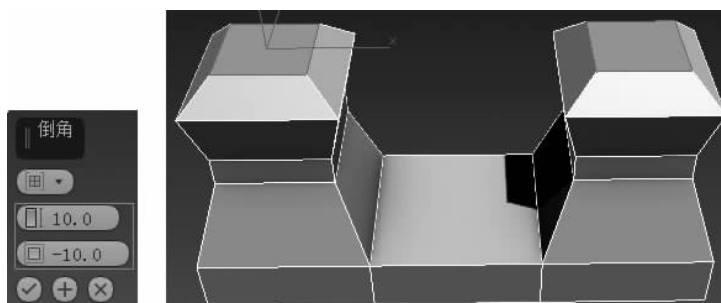


图 3-54 第三次执行倒角命令

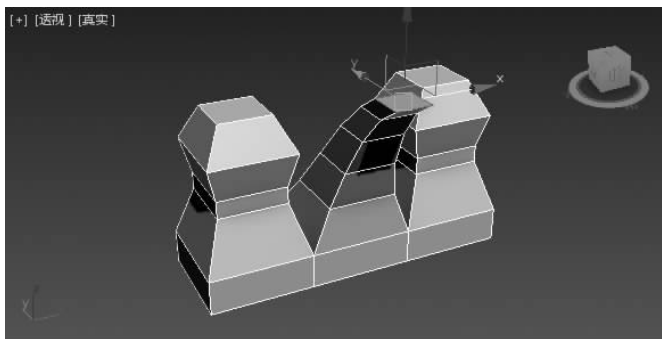


图 3-55 中间多边形倒角和移动效果

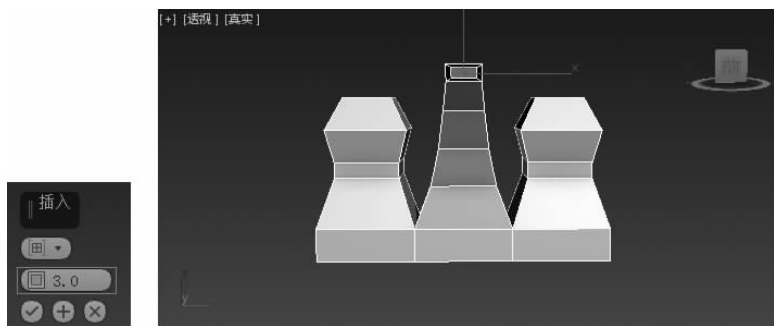


图 3-56 插入多边形

05 对插入的多边形执行挤出命令,挤出量为-5,如图 3-57 所示。

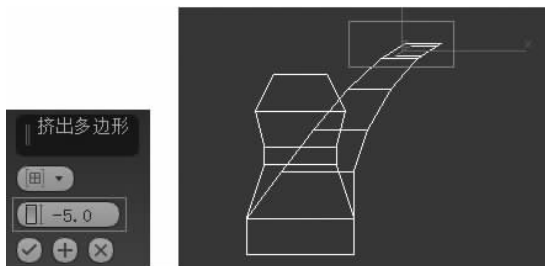


图 3-57 向内挤出多边形

06 添加“网格平滑”命令,修改细分量,使迭代次数为 2。进行最后的形状调整。平滑后的效果如图 3-58 所示。

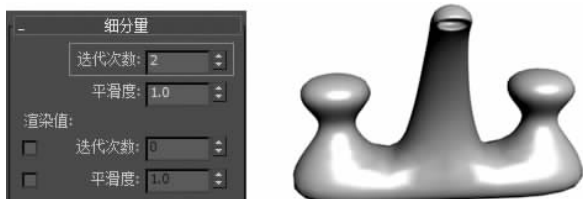


图 3-58 平滑后的效果

详细参数可以参考素材文件“第3章 多边形建模技术\素材文件\水龙头.max”。

### 3.3 常见三维模型建模实例

使用多边形建模工具创建三维模型时,通常需要执行以下步骤。

第一步:创建基本模型。这一步需要根据创建对象的形态,抽象出它的基本模型。例如,人物头部的的基本模型是球形,这个球形可以由长方体通过球形化生成。

第二步:将基本模型转换为可编辑多边形。这一步需要加载“编辑多边形”命令,使用相关工具对基本模型进行切割、挤出、倒角等操作,完善模型细节。

第三步:添加“网格平滑”命令。在修改面板中选择“网格平滑”命令,并修改“细分量”卷展栏中的“迭代次数”值,如图3-59所示。“网格平滑”命令是3ds Max高级版本中新增加的命令,可以很方便地得到表面平滑的三维模型。

多边形建模的上述制作流程大大方便了用户的建模工作,使多边形建模成为创建低级模型首选的建模方法。

多边形建模技术应用于工业、房地产、数字城市、城市规划、产品展示等领域中,更广泛地应用于动画制作中,也受到更多游戏开发者的青睐。本节将通过几个常见的实例来理解多边形建模技术,按模型的主题和所在领域分为球类模型设计、建筑类模型设计、游戏类模型设计、工业类模型设计进行讲解。



图 3-59 “细分量”卷展栏

#### 3.3.1 球类模型设计

球类有很多种,本节以常见的排球和足球为例说明球类对象的建模方法。篮球的主要建模技术是材质与贴图,将在第4章讲解。

#### 动手演练 制作排球模型

- 01 在顶视图中创建立方体,命名为“排球”,如图3-60所示。
- 02 选中排球,转换为可编辑多边形,进入多边形子对象层级,在每个面上选择相互垂直的多边形,如图3-61所示。

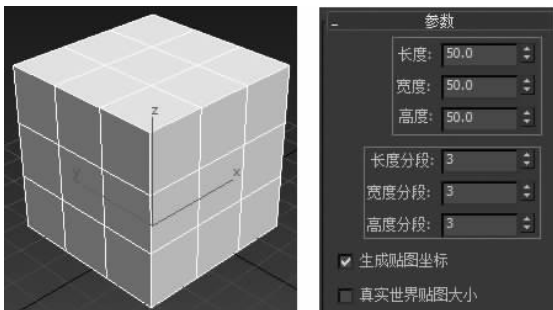


图 3-60 创建立方体

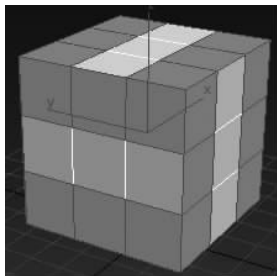


图 3-61 选择多边形

- 03 在修改面板的“编辑几何体”卷展栏中单击“分离”命令按钮,弹出“分离”对话框,如图 3-62 所示。
- 04 退出多边形子对象层级,选择排球对象,在修改面板中单击“附加”命令按钮后面的附加列表 ,在弹出的对象列表中,选择“对象 001”,然后单击“附加”命令按钮,把对象 001 附加在排球对象上。
- 05 在命令面板中,添加“网格平滑”命令,修改“细分量”卷展栏中的“迭代次数”为 2,如图 3-63 所示。



图 3-62 “分离”对话框

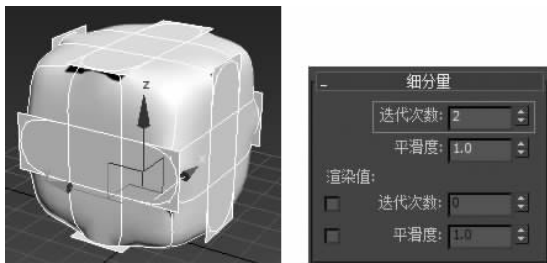


图 3-63 对附加的多边形对象执行“网格平滑”命令

- 06 在修改面板中,添加“球形化”命令,如图 3-64 所示。
- 07 添加“编辑多边形”命令,进入多边形子对象层级,发现步骤 02 中选择的多边形还在,如图 3-65 所示。



图 3-64 “球形化”命令

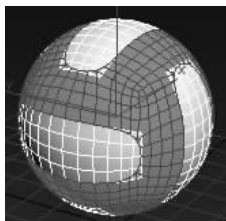


图 3-65 添加“编辑多边形”命令

- 08 在修改面板中添加“面挤出”命令,如图 3-66 所示。

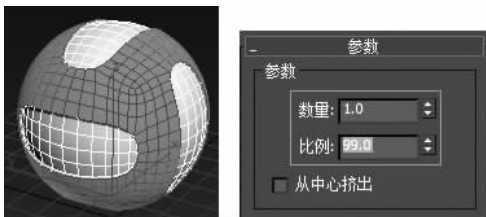


图 3-66 添加“面挤出”命令

- 09 在修改面板中添加“网格平滑”命令,修改“细分量”卷展栏中的“迭代次数”为 2,如图 3-67 所示。