



新编

3ds max 6



神龙工作室 编著

- 掌握 3ds max 6 的基本操作
- 熟悉对象的基本操作
- 学会基本模型和复合模型的创建
- 精通材质和贴图的应用
- 实现灯光、摄像机及环境特效的应用
- 解决在三维造型和动画制作中遇到的疑难问题

入门与提高



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



新编

3ds max 6



神龙工作室 编著

入门与提高

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新编 3ds max6 入门与提高 / 神龙工作室编著. —北京: 人民邮电出版社, 2004.11

ISBN 7-115-12653-4

I. 新... II. 神... III. 三维—动画—图形软件, 3DS MAX 6

IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 115835 号

内容提要

本书是指导初学者学习使用 3ds max 6 进行三维造型和动画制作的入门书籍。书中详细地介绍了初学者必须掌握的基本知识、操作方法和使用步骤, 并对初学者在使用 3ds max 6 时经常碰到的问题进行了专家级指导, 避免初学者在起步与提高的过程中走弯路。全书共分 15 章, 分别介绍了 3ds max 6 的基础知识、基本模型的创建、对象的基本操作、修改器的功能及使用、复合模型的创建、面片建模、NURBS 高级建模方法、材质和贴图的应用、灯光、摄像机及环境特效的应用、动画及动画控制器、层级与运动、空间扭曲与粒子系统、后期制作与特效处理、插件和脚本语言、常见问题及解决方法等内容。

本书充分考虑了初学者的实际需要, 对使用 3ds max 6 进行三维造型和动画制作软件“一点都不懂”的读者, 通过学习本书可以轻松掌握 3ds max 6 进行三维造型和动画制作。同时, 本书还附带两张多媒体光盘, 一张是引领读者轻松入门的自学教程和自测练习题的解答, 另一张是引领读者实战提高的多个精彩实例的操作步骤的多媒体演示。

本书适合使用 3ds max 6 进行三维造型和动画制作的初学者阅读, 也可作为 3ds max 6 三维造型和动画制作软件短训班的培训教材。

新编 3ds max 6 入门与提高

- ◆ 编 著 神龙工作室
责任编辑 魏雪萍
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67132692
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 21 彩插: 1
字数: 501 千字 2004 年 11 月第 1 版
印数: 1-8 000 册 2004 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN7-115-12653-4/TP·4211

定价: 36.00 元 (附 2 张光盘)

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

前言

三维造型和动画制作很神秘吗?

不神秘!

学习三维造型和动画制作难吗?

不难!

阅读本书能掌握使用 3ds max 6 进行三维造型和动画制作吗?

能!

为什么要阅读本书

随着计算机软硬件技术的高速发展,三维艺术领域展现出了欣欣向荣的局面。目前,广告、影视剧、建筑、室内装饰设计、医疗、科学研究及教学等各个领域都可以看到三维动画的身影。三维艺术已经从专业的三维造型和动画制作领域拓展到了日常生活中的各行各业。熟练地使用三维造型和动画制作软件,已经成为对专业编辑制作人员及三维造型和动画制作爱好者的基本要求,而掌握一种功能强大的三维造型和动画制作软件能帮助读者制作出精彩逼真的三维造型和三维动画。Discreet 公司推出的 3ds max 6 是一款功能强大、简单易学的三维造型和动画制作软件,使用它可以快速制作出个性十足、精彩逼真的三维造型和三维动画来。

阅读本书能学到什么

- 掌握基本模型的创建、对象的基本操作、修改器的功能及使用、复合模型的创建
- 掌握面片建模、NURBS 高级建模方法、材质和贴图的应用
- 掌握灯光、摄像机及环境特效的应用、动画及动画控制器、层级与运动
- 掌握空间扭曲与粒子系统、后期制作与特效处理、插件和脚本语言
- 解决三维造型和动画制作中遇到的疑难问题

授之以鱼,不如授之以渔。本书在传授知识的同时,还侧重教给读者自学的能力,教给读者学习使用 3ds max 6 进行三维造型和动画制作的方法,处理一些常见的使用 3ds max 6 过程中遇到的问题,从而让读者可以轻松制作出专业的三维造型和三维动画。同时, **本书还附带两张多媒体光盘,一张是引领读者轻松入门的自学教程和自测练习题的解答,另一张是引领读者实战提高的多个精彩实例的操作步骤的多媒体演示。**

本书由神龙工作室编著,参与资料收集和整理工作的有赵永鑫、宫明文、孙莉婧、宫涛、谭翠君、王亚男、李京龙、张晓、崔红霞、陈西杰、姜永水、宋真真、张东晓、张梦如、孙丽丽、孙丽娜、孙立新等。

由于时间仓促,书中难免有疏漏和不妥之处,恳请广大读者不吝批评指正。

E-mail 地址: zhiyin101@tom.com。

编者

2004 年 11 月

目 录

第 1 章 3ds max 6 简介	1
1.1 3ds max 6 的运行环境	2
1.2 启动与退出 3ds max 6	2
1.3 3ds max 6 的工作界面	4
1.3.1 菜单栏	5
1.3.2 工具栏	6
1.3.3 命令面板	8
1.3.4 状态栏和提示栏	15
1.3.5 视图区	16
1.3.6 视图控制区	18
1.3.7 动画控制区	19
1.4 场景的渲染输出	20
1.4.1 渲染工具	20
1.4.2 渲染设置	21
1.4.3 渲染文件格式	22
1.5 简单动画的制作	23
1.6 自测练习题	30
第 2 章 基本模型的创建	31
2.1 标准几何体模型的创建	32
2.1.1 创建方体 (Box)	32
2.1.2 创建锥体 (Cone)	34
2.1.3 创建球体 (Sphere)	35
2.1.4 创建几何球体 (GeoSphere)	37
2.1.5 创建圆柱体 (Cylinder)	39
2.1.6 创建管状物 (Tube)	40
2.1.7 创建圆环 (Torus)	41
2.1.8 创建棱锥 (Pyramid)	43
2.1.9 创建茶壶 (Teapot)	44
2.1.10 创建平面 (Plane)	45
2.2 扩展几何体模型的创建	46
2.2.1 创建异面体 (Hedra)	47
2.2.2 创建环形结 (Torus Knot)	48
2.2.3 创建导角方体 (Chamfer Box)	50
2.2.4 创建油桶 (OilTank)	51
2.2.5 创建 L 形延伸物 (L-Ext)	52

2.2.6	创建回转圈 (Ring Wave)	52
2.2.7	创建软管 (Hose)	54
2.3	二维模型的创建	55
2.3.1	创建线 (Line)	56
2.3.2	创建圆和椭圆 (Circle&Ellipse)	58
2.3.3	创建弧 (Arc)	58
2.3.4	创建文本 (Text)	59
2.3.5	创建截面 (Section)	59
2.4	自测练习题	60
第3章	对象的基本操作	61
3.1	选择对象的操作	62
3.1.1	直接单击选择	62
3.1.2	通过名称选择	63
3.1.3	划定区域选择	64
3.1.4	通过菜单选择	65
3.1.5	通过选择集选择	65
3.2	变换对象的操作	66
3.2.1	移动对象	66
3.2.2	旋转对象	66
3.2.3	缩放对象	67
3.3	复制对象的操作	67
3.3.1	通过菜单复制	67
3.3.2	利用【Shift】键快速复制	69
3.3.3	通过镜像复制	70
3.3.4	通过阵列复制	70
3.3.5	通过间距复制	72
3.4	对象坐标系的变换	73
3.4.1	变换坐标系	73
3.4.2	变换轴心点	74
3.5	自测练习题	74
第4章	修改器的功能及使用	75
4.1	命令面板的使用	76
4.2	修改器堆栈的操作	76
4.2.1	修改器堆栈的使用	76
4.2.2	修改器顺序的调整	79
4.2.3	塌陷修改器堆栈	79
4.3	常用的修改器	80
4.3.1	Bend 修改器的弯曲功能	80
4.3.2	Taper 修改器的锥化效果	82

4.3.3	Twist 修改器的扭曲功能	83
4.3.4	FFD 修改器的空间变形修改	84
4.3.5	Noise 修改器的群山效果	86
4.3.6	Ripple 修改器的同心波效果	86
4.3.7	Wave 修改器的波纹效果	87
4.4	二维模型的修改器	87
4.4.1	Extrude 修改器的功能及应用	87
4.4.2	Bevel 修改器的功能及应用	88
4.4.3	Lathe 修改器的功能及应用	89
4.5	三维模型的修改器 Edit Mesh	90
4.5.1	次级对象的选择	91
4.5.2	次级对象的柔化	92
4.5.3	次级对象的编辑	93
4.5.4	网格对象的表面属性	96
4.6	其他类型的编辑修改器	96
4.6.1	XForm 修改器	97
4.6.2	Optimize 修改器	97
4.6.3	Linked XForm 修改器	97
4.6.4	Stretch 修改器	98
4.7	自测练习题	98
第 5 章	复合模型的创建	99
5.1	复合模型创建工具	100
5.2	通过三维 Boolean 运算创建复合模型	101
5.2.1	物体的减运算	101
5.2.2	物体的并运算	101
5.2.3	物体的交运算	102
5.2.4	物体的剪切运算	102
5.3	通过 Loft 放样创建复合模型	103
5.3.1	制作一个放样对象	104
5.3.2	设置放样表面	106
5.3.3	调整放样物体	107
5.4	使用放样变形建模	108
5.4.1	利用 Scale 变形工具	108
5.4.2	利用 Twist 变形工具	110
5.4.3	利用 Teeter 变形工具	111
5.4.4	利用 Bevel 变形工具	111
5.4.5	利用 Fit 变形工具	112
5.5	通过 Morph 创建复合模型	114
5.6	Connect 工具建模	116

5.7 自测练习题	118
第6章 面片建模	119
6.1 面片建模简介	120
6.2 表面工具建模	120
6.2.1 Cross Section 修改器	120
6.2.2 Surface 修改器	122
6.2.3 样条曲线	122
6.3 直接创建面片	126
6.4 自测练习题	126
第7章 NURBS 高级建模方法	127
7.1 NURBS 模型的创建	128
7.1.1 NURBS 曲线的创建	128
7.1.2 NURBS 曲面的创建	130
7.1.3 NURBS 模型的其他创建方法	131
7.2 使用 NURBS 工具箱创建曲面	132
7.2.1 创建点曲面和可控曲面	132
7.2.2 创建融合曲面和复合边融合曲面	133
7.2.3 创建偏移曲面	134
7.2.4 创建镜像曲面	135
7.2.5 创建挤压曲面	136
7.2.6 创建旋转曲面	137
7.2.7 创建规则曲面	138
7.2.8 创建封盖曲面	139
7.2.9 创建 UV 放样曲面	139
7.2.10 创建单轨和双轨放样曲面	141
7.3 自测练习题	142
第8章 材质和贴图的应用	143
8.1 材质编辑器	144
8.1.1 材质编辑器的界面结构	144
8.1.2 材质的简单应用	147
8.2 材质类型	148
8.2.1 标准材质及参数设置	148
8.2.2 复合材质简介	153
8.3 贴图	154
8.3.1 贴图通道	154
8.3.2 贴图的基本过程	155
8.3.3 UVW Map 贴图坐标	156
8.4 常用的贴图类型	159
8.4.1 Bitmap 贴图	159

8.4.2	Checker 贴图	159
8.4.3	Noise 贴图	161
8.4.4	Gradient 贴图	161
8.4.5	Mask 贴图	162
8.4.6	其他贴图	162
8.5	复合材质类型	163
8.5.1	混合材质 (Blend)	163
8.5.2	双面材质 (Double-Sided)	165
8.5.3	多重/子物体材质 (Multi/Sub-Object)	167
8.5.4	光线追踪材质 (Raytrace)	169
8.5.5	卡通材质 (Ink'n Paint)	171
8.6	自测练习题	172
第 9 章	灯光、摄像机及环境特效的应用	173
9.1	标准灯光系统	174
9.1.1	聚光灯	174
9.1.2	平行光灯	177
9.1.3	泛光灯	177
9.1.4	自然光灯	179
9.2	高级灯光系统	180
9.2.1	高级灯光简介	180
9.2.2	Photometric 灯光	181
9.3	摄像机的设置	182
9.3.1	Target 摄像机的设置	183
9.3.2	Free 摄像机的设置	186
9.3.3	摄像机视图的调整	186
9.4	环境特效的设置	188
9.4.1	环境的设置	188
9.4.2	雾效	189
9.4.3	火焰特效	191
9.4.4	体积光效果	194
9.5	自测练习题	196
第 10 章	动画及动画控制器	197
10.1	动画的基本原理	198
10.1.1	帧的概念	198
10.1.2	帧的设置	198
10.1.3	关键帧的动画制作	200
10.2	轨迹视图的编辑	202
10.2.1	编辑关键点	203
10.2.2	调整运动曲线	205

10.2.3 制作动画实例	207
10.3 动画控制器的应用	217
10.3.1 Noise 控制器的应用	217
10.3.2 Transform 控制器	219
10.3.3 Position 控制器	220
10.3.4 Rotation 控制器	222
10.3.5 Scale 控制器	223
10.4 自测练习题	224
第 11 章 层级与运动	225
11.1 层级面板简介	226
11.1.1 Pivot (轴心点)	226
11.1.2 IK (反向运动)	228
11.1.3 Link Info (链接信息)	230
11.2 正向运动	231
11.2.1 正向运动基础	231
11.2.2 选择并查看层级结构	232
11.2.3 使用虚拟物体	233
11.3 反向运动	236
11.3.1 IK 控制器简介	236
11.3.2 设置 IK 控制器	236
11.4 骨骼系统	237
11.4.1 骨骼系统的创建	238
11.4.2 骨骼系统的修改	239
11.4.3 设置 IK 动画	240
11.5 蒙皮系统	244
11.5.1 Skin 修改器的使用	244
11.5.2 制作隆起的肌肉	247
11.6 自测练习题	252
第 12 章 空间扭曲与粒子系统	253
12.1 空间扭曲	254
12.1.1 空间扭曲的创建	254
12.1.2 外力作用动画	255
12.1.3 偏移动画	259
12.1.4 几何变形动画	260
12.2 粒子系统	264
12.2.1 粒子系统简介	264
12.2.2 制作烟花动画实例	269
12.3 自测练习题	272
第 13 章 后期制作与特效处理	273

13.1 场景的渲染	274
13.1.1 渲染场景对话框	274
13.1.2 渲染区域的设置	275
13.1.3 动画预览	276
13.2 Effects 特效	277
13.3 Video Post 视频合成	285
13.3.1 Video Post 窗口	285
13.3.2 合成场景和图像	287
13.4 镜头特效过滤器	289
13.4.1 视频合成器中镜头特效的用法	290
13.4.2 综合实例	292
13.5 自测练习题	294
第 14 章 插件和脚本语言	295
14.1 插件的应用	296
14.1.1 了解插件	296
14.1.2 管理插件	296
14.2 脚本语言	297
14.2.1 脚本语言的编辑窗口	298
14.2.2 使用脚本语言创建几何体	299
14.3 自测练习题	300
第 15 章 常见问题及解决方法	301
1. 为什么有时候无法操作对象?	302
2. 为什么有时想选定对象却不能实现?	302
3. 怎样才能将两次创建的物体作为一个物体对象?	303
4. 为什么有时在使用修改器后得到的效果不光滑?	305
5. 为什么有时候单击鼠标右键时应该可用的快捷菜单不可用?	305
6. 如何扩大视图的显示?	306
7. 多个物体组合成一个整体后, 可不可以对其内部的一个对象进行单独操作?	307
8. 能不能改变系统中坐标轴的大小?	308
9. 给物体加上材质后为什么在视图中没有显示?	309
10. 为什么做好模型再打开时贴图就不见了?	309
11. 怎样才能改变示例球的数量?	310
12. 为什么经过 Boolean 运算以后的物体不能贴图?	310
13. 在编辑面片对象时, 为什么删除一个面, 视图中对象的其他面会消失?	312
14. 摄像机的调节技巧	314
15. 怎样利用视图背景?	315
16. 怎样改变渲染图的背景?	316
17. 怎样修改 3ds max 6 中的单位?	316
18. 突然断电文件丢失怎么办?	317

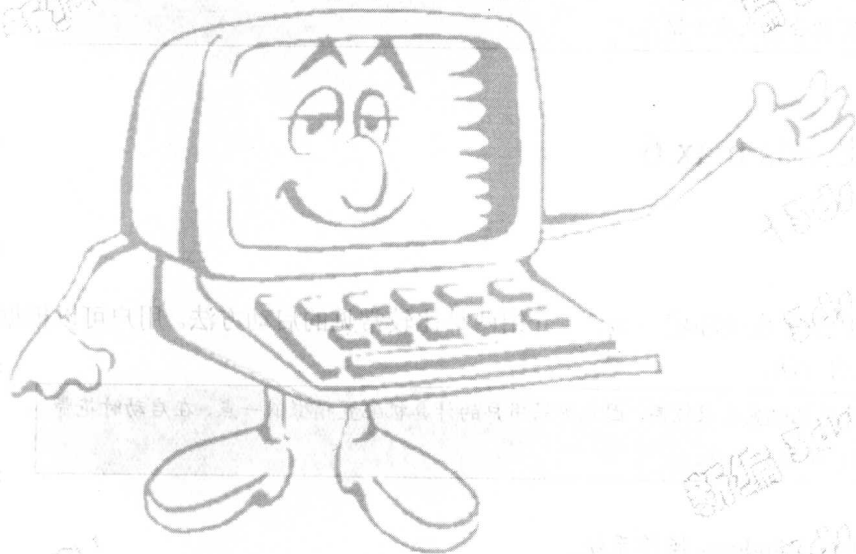


-
19. 不小心将工具栏移至视图中怎么办?318
20. 在 3ds max 6 中是否可以定义快捷键?318

第 1 章 3ds max 6 简介

在电脑应用领域中，三维动画制作已经发展成为一个的独立产业。在众多的三维动画制作软件中，3ds max 是最流行的软件之一，被广泛应用到机械设计、实体演示、模拟分析、商业、教育影视娱乐、广告制作、建筑设计及多媒体制作等诸多方面。

什么是 3ds max? 如何制作简单的动画?



3ds max 6 是 Discreet 公司推出的优秀的动画制作软件，下面进行简单的介绍。

1.1 3ds max 6 的运行环境

操作系统的选用对 3ds max 6 的运行十分重要, 最好选择 Windows 2000 或更高的版本。高版本的 Windows 操作系统运行会更稳定, 能够避免长期操作出现系统崩溃的问题, 这对于用户来说是非常重要的。

3ds max 6 运行时对计算机的资源占用较大, 所以即使计算机配置得很高对于 3ds max 6 来说也不会觉得浪费。对于计算机最核心的部分 CPU, 一般来说推荐 Pentium III, 当然越高越好; 内存最好是 256MB 或者更高; 最好有高转速、容量大的硬盘和较大的显示器, 比如 17 英寸 (432mm) 纯平显示器。计算机的配置较低, 虽然也能运行 3ds max 6, 不过计算机要耗费更多的时间来响应用户的操作。

对于高级的动画处理软件, 显卡非常重要, 好的显卡能够大大减轻 CPU 的工作量, 从而提高软件的运行速度。对于 3ds max 6, 最好配置一款图形加速卡, 并确保它能支持 OpenGL1.1 或者更高版本的驱动程序。

❖ 什么是 OpenGL (开放式图形接口)?

❖ 它是由 SGI 公司开发的由 IRIS GL 演变而来的复杂 3D 图形设计的标准应用程序接口。它的特点是在不同的平台之间进行移植, 还可以在客户机/服务器系统中并行工作, 效率远比 Direct 3D 高, 所以是各 3D 游戏开发商优先选用的 3D API。不过, 这样一来就使得许多精美的 3D 游戏在刚推出时, 只支持 3Dfx 公司的 Voodoo 系列 3D 加速卡, 而其他类型的 3D 加速卡则要等待其生产厂商提供该游戏的补丁程序。由于游戏用的 3D 加速卡提供的 OpenGL 库都不完整, 因此在 3ds max 中可能会发生显示错误。

1.2 启动与退出 3ds max 6

1. 启动 3ds max 6

这里以 Windows XP 操作系统环境下为例, 介绍两种比较常见的启动方法。用户可以根据自己的喜好自由选择启动方法。

❖ 由于 3ds max 6 对计算机配置要求较高, 因此如果用户的计算机配置稍微低一点, 在启动时花费的时间会稍长一些, 请耐心等待。

● 第一种方法

- ① 启动计算机, 进入 Windows 操作系统。
- ② 单击 Windows 桌面底部任务栏上的  按钮。
- ③ 在弹出的如图 1-1 所示的菜单中, 依次单击【所有程序】>【discreet】>【3ds max 6】>【3ds max 6】菜单项, 即可启动 3ds max 6。

● 第二种方法

第二种方法很简单, 双击 Windows 桌面上的 3ds max 6 快捷图标 , 即可快速启动 3ds max



图 1-1 启动 3ds max 6

选择任何一种方法，启动 3ds max 6 时都会弹出如图 1-2 所示的启动界面。



图 1-2 3ds max 6 的启动界面

等待一段时间后，就可以进入 3ds max 6 的工作界面了。

2. 退出 3ds max 6

退出 3ds max 6 的方法有以下 3 种。

- ❶ 直接单击界面右上角的  按钮。
- ❷ 单击【File】>【Exit】菜单项。
- ❸ 使用快捷键【Alt】+【F4】。

❖ 注意在退出 3ds max 6 之前，一定要将文件保存。不过 3ds max 6 有自动提示功能，如果文件未被保存，在退出 3ds max 6 之前会弹出一个对话框询问是否将文件保存，用户可以根据需要进行选择。

1.3 3ds max 6 的工作界面

进入 3ds max 6 后默认的工作界面如图 1-3 所示。

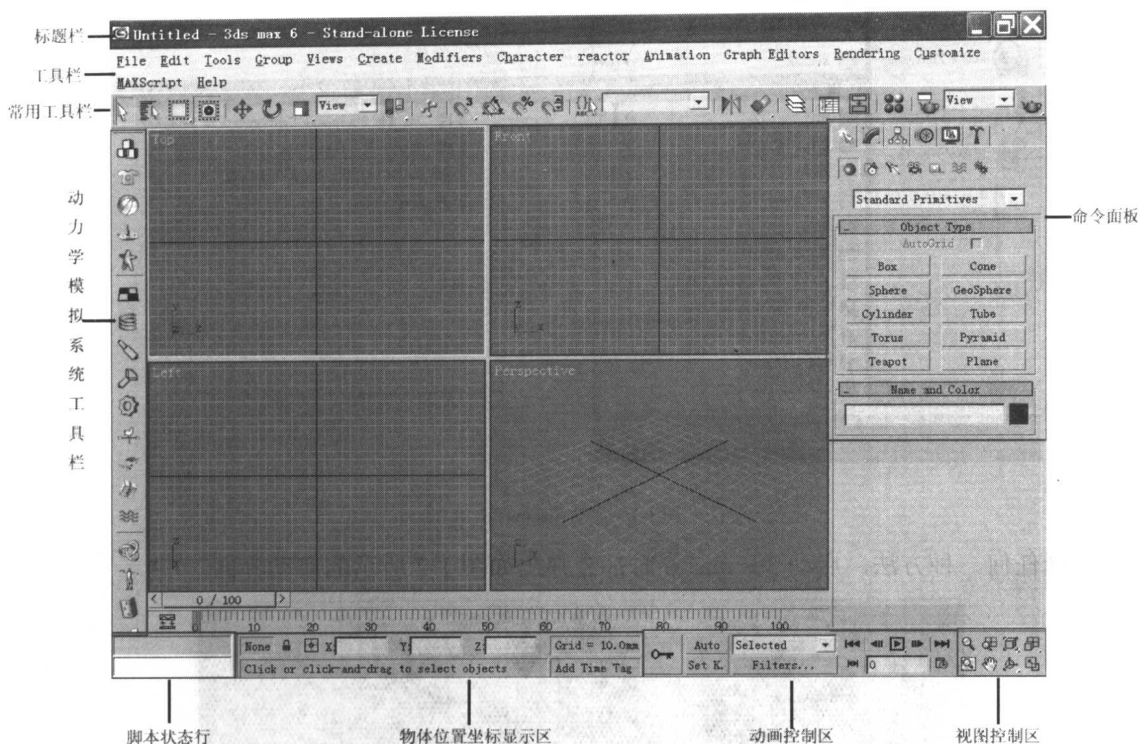


图 1-3 3ds max 6 的默认工作界面

3ds max 6 的界面主要由以下这些部分组成，在以后的章节中将逐渐学习到，在这里先介绍它们的主要功能。

① 标题栏：是屏幕顶部的水平条，它显示的是当前操作文件的名字，默认的名字是【Untitled】。

② 菜单栏：3ds max 6 的大部分功能都可以在菜单栏中实现。

③ 常用工具栏：该工具栏中包含了常用的工具，利用这些工具可以方便地实现一些操作。

④ 命令面板：位于工作界面右侧，主要包括【Create】（创建）、【Modify】（修改）、【Hierarchy】（层级）、【Motion】（运动）、【Display】（显示）和【Utilities】（实用程序）面板。它是 3ds max 6 的主要操作界面。

⑤ 动力学模拟系统工具栏：这是 3ds max 6 新增加的工具栏。主要提供了从高级柔体和刚体动力学到流体动力学的解决方案，利用它能够制作出更加真实的物理动力模拟效果。

⑥ 视图区域：一共分为 4 个区域，各个区域可以显示不同方向上的视觉效果，要想制作出一个好的动画或者其他的场景，必须能够熟练地操作各个视图。用户通过视图控制区的各个按钮调节场景时，可以得到不同的视觉效果。

1.3.1 菜单栏

3ds max 6 菜单栏位于窗口的顶部, 包括 File (文件)、Edit (编辑)、Tools (工具)、Group (组合)、Views (视图)、Create (创建)、Modifiers (编辑修改器)、Character (角色)、reactor (动力学)、Animation (动画)、Graph Editor (图形编辑)、Rendering (渲染)、Customize (用户自定义)、MAXScript (MAX 脚本) 和 Help (帮助) 共 15 个菜单。与 3ds max 5 相比, 新增了一个 reactor (动力学) 菜单。

● File 菜单

File (文件) 菜单主要用来对 3ds max 6 中的场景文件进行管理。它包括打开、保存、输入和输出不同文件、路径配置和优先特性等命令。这些命令有 New (新建)、Reset (初始化)、Open (打开)、Save (保存) 和 Save As (另存为)。

● Edit 菜单

Edit (菜单) 包括 3ds max 6 的一些重要命令, 常用于选择和编辑场景中的对象, 如恢复、重做、暂存文件、调出暂存文件、删除和复制等。某些命令可以在工具栏上找到相应的按钮, 单击即可执行。

● Tools 菜单

Tools (工具) 菜单提供了一些对场景中对象进行操作和对环境场景进行设置的工具, 包括克隆和对齐对象等。其中 Transform Type-In (输入变换坐标) 命令可以利用键盘对所选对象精确地位移、旋转和缩放, 其快捷键为【F12】。

● Group 菜单

当用户创建的场景很复杂, 而且对象间又相互关联时, 可以建立 Group (组) 来帮助管理场景, 并且可以把组当成一个新的对象, 对它进行编辑, 从而实现对多个物体的操作。Group 菜单可以创建、编辑和删除已命名的组合对象。

● Views 菜单

Views (视图) 菜单提供 3ds max 6 视图建立和控制功能, 可实现视图区域显示特性的设置。此外用户还可以使用调入背景图片、撤消视图修改等只对视图起作用的命令。

● Create 菜单

Create (创建) 菜单, 包含 Standard Primitives (标准几何体)、Extended Primitives (扩展几何体)、Shapes (二维图形)、Lights (灯光) 和 Particles (粒子系统) 等一些常见的创建对象的命令, 这些命令均可以在 Create 面板上找到相应的按钮。

● Modifiers 菜单

利用 Modifiers (修改) 菜单中的命令可以对所创建物体的参数进行修改。Modifiers 菜单将控制面板中几乎所有的编辑修改器封装在一起, 其中包括 Modify (修改) 命令面板中几乎所有的修改命令。

● Character 菜单

Character (角色) 菜单可以实现创建和插入角色等操作, 还可以锁定和解除角色、设置角色皮肤模式等。

● reactor 菜单

这是 3ds max 6 新增加的功能, 这说明 reactor (反应器) 已经不再是一个单独的插件, 而