



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

Maya三维动画艺术

MAYA SANWEI DONGHUA YISHU

张燕翔 / 编著

中国科学技术大学出版社





普通高等教育“十一五”国家级规划教材

Maya三维动画艺术

张燕翔 / 编著



中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书系统地介绍了使用 Maya 进行三维动画设计的相关知识,内容翔实、结构完整、语言流畅。书中提供了大量经典、生动的案例,读者可边学边做,快速入门。本书适合作为相关专业教材使用,对相关设计者、爱好者也有一定的参考作用。

图书在版编目(CIP)数据

Maya 三维动画艺术/张燕翔编著. —合肥:中国科学技术大学出版社,2011. 6
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-312-02886-1

I. M… II. 张… III. 三维动画软件,Maya IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 115256 号

出版 中国科学技术大学出版社

地址 安徽省合肥市金寨路 96 号,邮编:230026

▪ 网址 <http://press.ustc.edu.cn>

印刷 合肥学苑印务有限公司

发行 中国科学技术大学出版社

经销 全国新华书店

开本 787 mm×1092 mm 1/16

印张 43.75

字数 1148 千

版次 2011 年 6 月第 1 版

印次 2011 年 6 月第 1 次印刷

定价 78.00 元

前 言

我自 1999 年以来在中国科学技术大学开设“3D 动画设计”课程,时值 Maya 推出 PC 版本,后来逐步在课程中采用 Maya 开展三维动画设计的教学,同时形成讲义,并在多次使用中不断调整以完善其结构,之后在该讲义的基础上成功申报普通高等教育“十一五”国家级规划教材项目。

Maya 作为当今功能最为强大的三维动画设计软件之一,随着它从 1.0 版本发展到目前的 2012 版本,各方面的功能均有大幅度的提升和改进,它在数字娱乐行业的应用也越来越广泛而深入。

Maya 庞大的功能体系与有限的教学学时安排之间的矛盾是我在教学中一直致力解决的问题,并最终体现在本教材内容体系的设计上。综合考虑对基本功能的介绍以及行业应用对功能的需求,结合多年教学实践中学生学习掌握的实际情况,努力做到详略得当,使读者能获得最佳的学习效率。对于基础性的教学内容,本教材力求以精练的语言和简短的篇幅进行讲解,同时配以难度适中的案例教学,使读者能够较为科学地安排学习进度及提升学习效率。

本书在功能介绍的同时注重创作过程中常见方法和思路的剖析,在案例的安排组织上力争体现艺术创作中对技术手段应用的各种可能性,以期读者在学会技术的同时能够深入理解技术与艺术的结合,用好技术,用活技术,从而为创作奠定技术和艺术两个方面的重要基础。

本书介绍以 Maya 为主,但不局限于 Maya,针对三维艺术创作中的提高效率以及灵活度的需求,在相关内容章节中以精简的篇幅穿插介绍了 ZBrush、RealFlow、Matchmover 等软件,以提高读者进行三维创作的效率,并拓展其艺术表现的空间。

本书的内容体系设计、初稿编写及最终完稿由张燕翔完成,同时我校 CG 实验室的如下同志参与了部分内容的编写:殷培栋、赵勇、张文飞、翟正阳参与了建模模块部分内容的编写,殷培栋、杨凯、肖丹、方圆参与了渲染模块部分内容的编写,顾帅、朱蕴儿参与了动画模块部分内容的编写,何丹宁参与了动力学模块部分内容的编写,杨春勇参与了高级动力学模块部分内容的编写,杨春勇、方米、何丹宁参与了脚本与特效模块部分内容的编写。

Maya 功能体系庞大复杂,而笔者水平有限并受时间篇幅限制,书中难免存在错误及不足之处,恳请读者不吝赐教,并可通过邮件交流:petrel@ustc.edu.cn。

本书相关案例的场景文件可从此处下载:

<http://vr.ustc.edu.cn/artofmaya/>

张燕翔
2011 年 5 月

目 录

前言	I
第 1 章 Maya 入门	1
1.1 Maya 界面的使用	1
1.1.1 Maya 的界面布局及说明	1
1.1.2 工作区菜单的使用	7
1.1.3 屏幕菜单的使用	9
1.2 对象的管理与编辑	10
1.2.1 选择物体	10
1.2.2 删除物体	12
1.2.3 复制物体	12
1.2.4 组的使用	14
1.2.5 创建物体层级	14
1.2.6 编辑物体属性	15
1.2.7 Channel Box 通道框	15
1.2.8 层编辑器	16
1.2.9 Attribute Editor 编辑器	17
第 2 章 建模技术	19
2.1 NURBS 建模	19
2.1.1 NURBS 建模概述	19
2.1.2 创建基本 NURBS 几何体	20
2.1.3 曲线的创建与编辑	23
2.1.4 生成与编辑 NURBS 曲面	32
2.1.5 NURBS 建模实例	42
2.2 多面体建模	49
2.2.1 多面体建模概述	49
2.2.2 创建基本多面体几何体	50
2.2.3 多面体几何体点、线、面的编辑	52
2.2.4 多面体建模基础案例	55
2.3 多面体建模扩展	64
2.4 综合建模案例	68
2.4.1 汽车	68
2.4.2 卡通风格机械爬虫	71
第 3 章 材质、灯光与渲染	81

3.1 材质	81
3.1.1 贴图与材质属性	81
3.1.2 HyperShade 编辑器	89
3.1.3 Maya 材质节点	90
3.1.4 公共材质属性	92
3.1.5 Maya 纹理节点	95
3.1.6 工具与颜色节点	100
3.1.7 雾、烟、尘土等背景环境的创建	109
3.2 贴图方式与 UV 编辑	112
3.2.1 各种贴图方式	112
3.2.2 UV 及 UV 的编辑	118
3.3 灯光	127
3.3.1 灯光的类型	127
3.3.2 灯光的属性控制	129
3.3.3 基本布光方法	130
3.3.4 灯光特效、灯光雾与光斑	134
3.4 摄像机和背景环境的创建与使用	138
3.4.1 创建摄像机	138
3.4.2 摄像机的属性	139
3.4.3 操作摄像机	140
3.4.4 背景环境的使用	141
3.4.5 摄像机动画的制作方法	143
3.5 渲染	144
3.5.1 渲染的一般参数及用法	144
3.5.2 软件渲染	146
3.5.3 硬件渲染	148
3.5.4 硬件渲染和软件渲染的适用范围	150
3.5.5 卡通矢量效果的渲染技术	150
3.5.6 渲染输出文件与合成的配合	157
3.6 Mental ray 渲染器	157
3.6.1 Mental ray 渲染器简介	157
3.6.2 Mental ray 的 Shade 编辑	158
3.6.3 贴图烘焙	159
3.6.4 光能传递算法、最终聚焦 GI 的模拟	159
3.6.5 焦散效果	165
3.6.6 创建深度贴图阴影	170
3.6.7 灯光贴图	172
3.6.8 景深效果	173
3.6.9 3S 半透明材质的制作	174
3.6.10 3S 材质制作实例	176

3.6.11 HDRI 的应用	189
3.6.12 渲染 3D 立体影像	190
3.7 案例	196
3.7.1 汽车	196
3.7.2 飞行器的 UV 划分与贴图	199
3.7.3 建筑物	209
第 4 章 动画基础	218
4.1 动画	218
4.1.1 动画的制作原理	218
4.1.2 动画的相关概念	220
4.1.3 关键帧动画	220
4.1.4 材质动画	221
4.1.5 动画曲线编辑器	222
4.1.6 路径动画、摄像机动画、快照动画	229
4.1.7 驱动关键帧动画与表达式动画	231
4.2 变形	233
4.2.1 Lattice 晶格变形	233
4.2.2 Cluster 簇变形	236
4.2.3 非线性变形	239
4.2.4 Sculpt 雕塑变形	244
4.2.5 Wire 线条变形	244
4.3 约束	244
4.3.1 约束系统的概念和用法	244
4.3.2 Point 点约束	245
4.3.3 Aim 目标约束	252
4.3.4 Orient 方向约束与 Scale 缩放约束	255
4.3.5 Parent 父子约束	257
4.3.6 Geometry 几何体约束和 Normal 法线约束	258
4.3.7 Tangent 切线约束	260
4.3.8 Pole Vector 极向量约束	261
第 5 章 角色动画技术	262
5.1 骨骼	262
5.1.1 骨骼系统的概念、构成和关联关系	262
5.1.2 创建人体骨骼	264
5.1.3 创建四足生物骨骼系统	267
5.1.4 配合驱动器设置全自动人体骨骼系统	275
5.1.5 设置人体角色系统	278
5.1.6 FBlk 系统	285
5.2 蒙皮	289
5.2.1 蒙皮技术的原理和应用方法	289

5.2.2	骨骼与模型的绑定	289
5.2.3	刚性和平滑绑定方式	290
5.2.4	蒙皮权重的绘制调节	291
5.2.5	面部动画技术	292
5.3	角色与非线性动画	294
5.3.1	整体角色系统的创建和设置	294
5.3.2	角色系统的动画设定	296
5.3.3	非线性动画系统原理	298
5.3.4	Trax 非线性动画编辑器	298
5.3.5	使用 Trax 编辑器合成动画剪辑	301
5.3.6	创建 Pose 姿势	302
5.3.7	对剪辑进行 Group 成组操作	303
5.4	综合案例	303
5.4.1	标准人体骨骼的装配	303
5.4.2	机械手臂抓取物体	323
5.4.3	小人走路	329
5.4.4	四足动物走路	354
第 6 章	动力学特效	366
6.1	粒子系统	366
6.1.1	粒子的创建与编辑	366
6.1.2	粒子发射器	374
6.1.3	粒子系统的显示和渲染方式	381
6.1.4	粒子与场	384
6.1.5	粒子的控制	386
6.1.6	粒子碰撞	394
6.1.7	粒子关联	398
6.1.8	粒子与目标物体	402
6.1.9	案例:用粒子给曲线勾边	405
6.1.10	动力学案例:雪碧冰块	409
6.2	刚体	416
6.2.1	将单个物体创建为一个刚体	416
6.2.2	将多个物体创建为一个刚体	417
6.2.3	设置推动力的关键帧	417
6.2.4	开启与关闭动力学	418
6.2.5	在动力学关闭状态下使用关键帧	418
6.2.6	将主动刚体动力学动画转化为关键帧动画	418
6.2.7	刚体碰撞动画	419
6.2.8	编辑刚体解算器属性	421
6.2.9	将刚体指定到解算器	422
6.3	约束	423

6.3.1	创建钉约束	423
6.3.2	创建销约束	424
6.3.3	创建铰链约束	425
6.3.4	创建弹簧约束	425
6.3.5	案例:牛顿摆	426
6.4	柔体	428
6.4.1	创建柔体	428
6.4.2	制作皮肤柔体	430
6.4.3	权重笔刷的使用	431
6.4.4	制作晶格柔体	433
6.4.5	制作线柔体	433
6.4.6	制作 IK 样条曲线柔体	434
6.4.7	制作运动路径柔体	435
6.4.8	复制柔体	436
6.4.9	在物体内部或两物体之间创建弹簧	436
6.4.10	在发射的粒子上创建弹簧	437
6.4.11	为物体关联已存在的弹簧	438
6.4.12	案例:丝带	439
6.5	特效	443
6.5.1	创建碎片	443
6.5.2	火焰、烟雾、闪电及烟花特效	451
6.6	流体系统	456
6.6.1	创建 3D 容器	456
6.6.2	创建 2D 容器	457
6.6.3	在 3D 或 2D 容器中创建发射器	458
6.6.4	从物体发射流体	459
6.6.5	创建渐变流体	461
6.6.6	流体画笔工具	462
6.6.7	从曲线发射流体	463
6.6.8	初始状态创建流体	464
6.6.9	简单示例:酒精灯	464
6.6.10	流体与粒子的关联	465
6.6.11	获取流体实例	467
6.6.12	创建海洋	468
6.6.13	创建海洋尾迹	469
6.6.14	添加海洋表面定位器	470
6.6.15	漂浮所选物体	470
6.6.16	创建小船	471
6.6.17	流体碰撞	471
6.6.18	为流体设置初始状态	472

6.7	画笔特效	472
6.7.1	开始绘画	472
6.7.2	清除画布	474
6.7.3	缩放 Paint Effects 的笔刷	474
6.7.4	改变笔刷颜色和透明度	474
6.7.5	改变画布颜色	475
6.7.6	改变画布尺寸	475
6.7.7	修改笔刷常用属性	476
6.7.8	保存新的笔刷设置	478
6.7.9	改变绘画模式	479
6.7.10	选择绘画物体	481
6.7.11	改变油漆颜色	481
6.7.12	增加光效	482
6.7.13	改变笔刷空间关系	482
6.7.14	在 3D 物体上绘画	483
6.7.15	3D Paint 模型贴图的空间绘制	484
6.7.16	转换 Paint Effects 到多面体	485
6.7.17	把笔刷连接到曲线上	486
6.7.18	创建笔划控制曲线	487
6.7.19	绘制星云	488
6.7.20	植物生长动画	490
6.8	案例	491
6.8.1	下雨效果	491
6.8.2	太阳	494
第 7 章	高级动力学	499
7.1	nParticle	499
7.1.1	nParticle 简介	499
7.1.2	nParticle 的建立	499
7.1.3	Nucleus 节点属性	501
7.1.4	Nucleus 下的 Ground Plane	506
7.1.5	Nucleus 下的 Solver Attributes 以及粒子与物体碰撞的处理	508
7.1.6	Nucleus 下的 Scale Attributes 属性	509
7.1.7	nParticle 粒子半径的设置	511
7.1.8	nParticle 与布料的交互	512
7.1.9	nParticle 与 nParticle 之间的交互	516
7.1.10	将 nParticle 粒子转化为多面体	518
7.1.11	nParticle 与场	522
7.1.12	碰撞层	527
7.1.13	nParticle 产生的推动力	529
7.1.14	粒子的不透明度控制	532

7.1.15	用 nParticle 产生风场	536
7.1.16	对粒子的约束	539
7.1.17	用表达式来控制 nParticle 的生命值	549
7.1.18	控制模型上每点的发射率	552
7.2	Muscle	555
7.2.1	Muscle 简介	555
7.2.2	Muscle 工作流程	556
7.2.3	Muscle 创建实例	556
7.3	Ncloth	568
7.3.1	Ncloth 基本介绍	568
7.3.2	Ncloth 的建立	568
7.3.3	nClothShape 节点属性	572
7.3.4	Nucleus 节点属性	573
7.3.5	在人体上做 Ncloth	574
7.3.6	Nsolver 菜单	582
7.3.7	布料的约束	582
7.3.8	碰撞原则	584
7.4	Fur	585
7.4.1	Fur 的创建和 Paint Fur Attributes 的使用	585
7.4.2	Fur 的渲染	588
7.4.3	与 Hair 系统的关联	591
7.5	Hair 系统	594
7.5.1	简介	594
7.5.2	创建头发	594
7.5.3	头发风格的设计	597
7.5.4	头型设计	605
7.5.5	头发的动力学设置	610
7.5.6	渲染	611
7.5.7	使用预设的 Hair	612
第 8 章	脚本与特效	614
8.1	Mel 脚本	614
8.1.1	什么是 Mel 语言	614
8.1.2	Mel 语句和语法	615
8.2	RealFlow	625
8.2.1	RealFlow 简介及其应用	625
8.2.2	RealFlow5 的安装	627
8.2.3	RealFlow 的操作界面	630
8.2.4	RealFlow 的基本设置、操作及常用功能	632
8.2.5	实用案例	640
8.3	Matchmover 摄像机跟踪匹配	655

8.3.1 简介	655
8.3.2 界面介绍	655
8.3.3 导航案例	658
第9章 Maya 2012 新增功能介绍	670
9.1 建模模块新增功能	670
9.2 渲染模块新增功能	671
9.2.1 新增硬件渲染器 Maya Hardware 2.0	671
9.2.2 新增 Substance 和 SubstanceOutput 两个实用的 2D 纹理节点	672
9.3 动画模块新增功能	674
9.3.1 增强了 HumanIK 骨架系统	674
9.3.2 增强了动画曲线调整功能	674
9.3.3 可编辑的 Motion Trail(运动轨迹)	675
9.4 动力学特效模块新增功能	676
9.4.1 布料系统	676
9.4.2 流体系统	676
9.4.3 Liquid Method 液体方式	676
9.4.4 引入 PhysX 显卡物理加速系统	678
9.5 新增 DMM 模块	679
9.5.1 创建 DMM 物体	679
9.5.2 使用粘贴	682
9.5.3 给 DMM 物体加力场	684
附录 Maya 的常用快捷键	686

第 1 章 Maya 入门

1.1 Maya 界面的使用

1.1.1 Maya 的界面布局及说明

Maya 的界面及说明如图 1.1 所示。

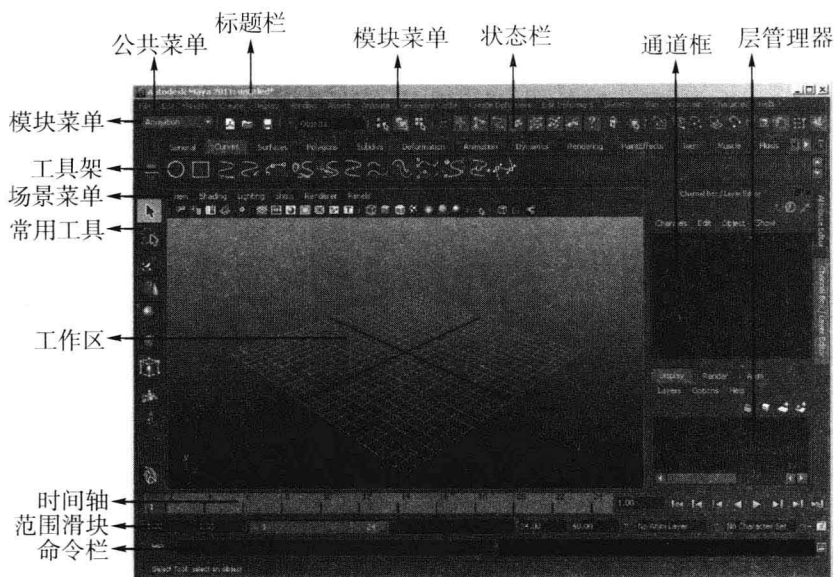


图 1.1 界面说明

1. 标题栏

标题栏用于显示软件版本、项目名称、场景名称以及所选择项目的名称。

2. 公共菜单与模块菜单

主菜单位于工作界面上部，用鼠标左键单击主菜单可以调出它的下拉菜单选项。由于 Maya 具有大量的模块，不可能同时将所有的菜单项都放在主菜单条里，为此 Maya 采取了将菜单项分为公共菜单与模块菜单的办法来解决：模块菜单仅在选择某模块时才调出，而公共菜单包括 File、Edit、Modify、Create、Display、Windows、Asset 和 Help 这些菜单选项，它们始终显示在主菜单条上，如图 1.2 所示。



图 1.2 Maya 的公共菜单

3. 状态栏

状态栏主要用来指示和设定各类功能菜单和工具,显示工作过程,提示选择物体种类的限制,并提供一些常用功能,如图 1.3 所示。

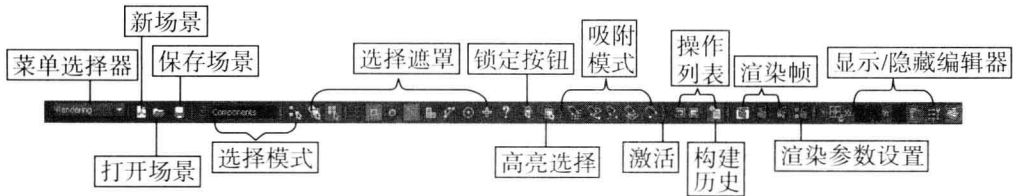


图 1.3 状态栏

4. 模块菜单的调用

为了使用不同模块的功能,我们需要对模块菜单进行设置,具体方法是按下左上角的菜单设置列表框上的倒三角形按钮,拉出下拉列表,并在其中进行选择,如图 1.4 所示。

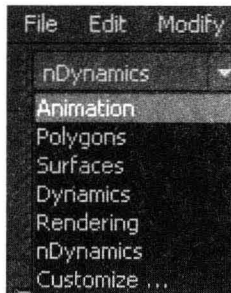


图 1.4 模块菜单的设置

可使用 Status Line(状态栏)下拉菜单或者热键切换菜单模块,切换至各个菜单模块的快捷键分别为:F2: Animation;F3: Surface;F4: Polygon;F5: Dynamics;F6: Rendering。

5. 菜单的结构与使用

在 Maya 中,菜单有如下几种结构,第一种只是一个菜单名,单击则执行该命令;第二种其后带有一个“□”符号,单击该符号可弹出它的参数对话框;第三种其后带有一“▶”符号,单击则弹出下一级菜单,如图 1.5 所示。

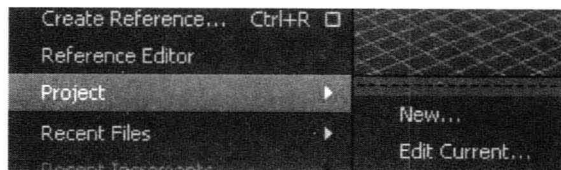


图 1.5 菜单的结构与使用

6. 常用工具的使用

(1) 选取工具

用于选取点、线、面,当用它选中某对象时,该对象呈现为淡绿色,选择的方法为单击欲选择的对象上的点、线、面,或者在工作区中单击并拖动,画出一部分穿过欲选择对象的矩形虚框。该工具的快捷方式为键盘上的 Q 键,按下 Q 键可以快速选中该工具。

(2) 移动工具

移动工具主要用于移动场景中的对象,如点、线、面,使用该工具可以调整各对象的空间位置关系,将它们放置在预定的位置上。在 Maya 中,限制对象在某两轴确定的平面内移动的方法是按住 Ctrl 键,然后再单击第三轴的移动手柄。例如要把对象限制在 X、Y 轴确定的平面内移动,则按下 Ctrl 键,再单击 Z 轴移动手柄即可。

我们也可以使用鼠标中键来移动对象,这种情况下首先按住 Shift 键,再按下鼠标中键并拖动进行对象移动方向的选择,这个过程中我们将发现不同的手柄变为黄色。这样,我们可以在固定方向移动模式与自由移动模式间方便地切换。

该工具的快捷方式为键盘上的 W 键,按下 W 键可以快速选中该工具。

(3) 旋转工具

旋转工具用于旋转指定的点、线、面,当用它选中某对象时,该对象呈现为淡绿色,同时出现一具有三个旋转手柄的虚球体,选择的方法为单击欲选择的对象上的点、线、面,或者在工作区中单击并拖动,画出一部分穿过欲选择对象的矩形虚框。

单击虚球体欲旋转方向上的旋转手柄并拖动可以旋转该对象,在旋转时从中心开始出现一半径,并随对象的旋转拖出一扇形的区域,表示已旋转的角度。

该工具的快捷方式为键盘上的 E 键,按下 E 键可以快速选中该工具。

(4) 缩放工具

缩放工具用于改变对象的大小和比例,当用它选中某对象时,该对象呈现为淡绿色,同时出现一具有三个立方体的缩放手柄,选择的方法为单击欲选择的对象上的点、线、面,或者在工作区中单击并拖动,画出一部分穿过欲选择对象的矩形虚框,按下缩放手柄上的立方体并拖动即可在该手柄的方向上缩放对象,若按下三轴交点处的正方体图标按钮,则可以按比例地缩放对象。

该工具的快捷方式为键盘上的 R 键,按下 R 键可以快速选中该工具。

改变对象的移动、旋转及缩放中心:为了方便不同编辑条件下对对象的移动,我们可以通过按下 Insert 键并拖动来改变对象的移动中心点,当我们按下 Insert 键后,移动手柄将变为一圆环形图标,拖动之到新的移动中心点位置,然后再按下 Insert 键,即可将该点设置为新的缩放中心,注意这个新的缩放中心的位置是与对象相对固定的,同时这个新的缩放中心也将是下一次该对象移动以及旋转时的中心点。

(5) 显示操作器工具

用于显示当前所选用工具的操纵杆,如变形工具系列的变形控制器。

7. 通道框

通道框用于设置对象的属性参数,当我们选中一对象时,通道框中会显示其各种属性的参数,如形状、缩放、移动、旋转、可见性等。

一个通道框包括:

- ① 变形工具对对象进行调整的参数,如缩放、移动、旋转等的数值。
- ② 对象的形状名称,如 CurveShape。
- ③ 该对象所属形状属性的参数,即构造该形状的各种几何参数。

如图 1.6 所示为一个 NURBS 球体的通道框的内容。

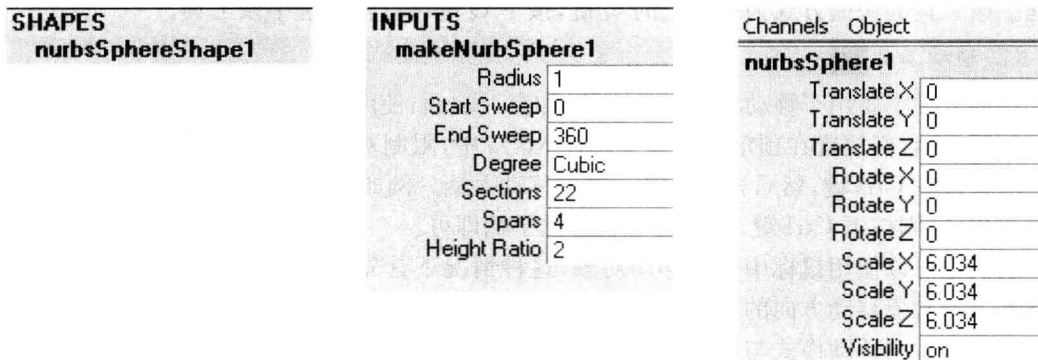


图 1.6 通道框示例

8. 工作区

工作区是我们进行创作的主要窗口,它用于显示顶视图、远视图、前景图及侧视图的一个或多个。我们可以按下空格键在各视图间进行切换,方法是将鼠标放在欲放大或缩小的视图上,然后按下空格键并立即松开,即可切换到另一视图,如图 1.7 所示为切换前后对比的情形。视图的切换极大地方便了我们对立体造型的观察与编辑。

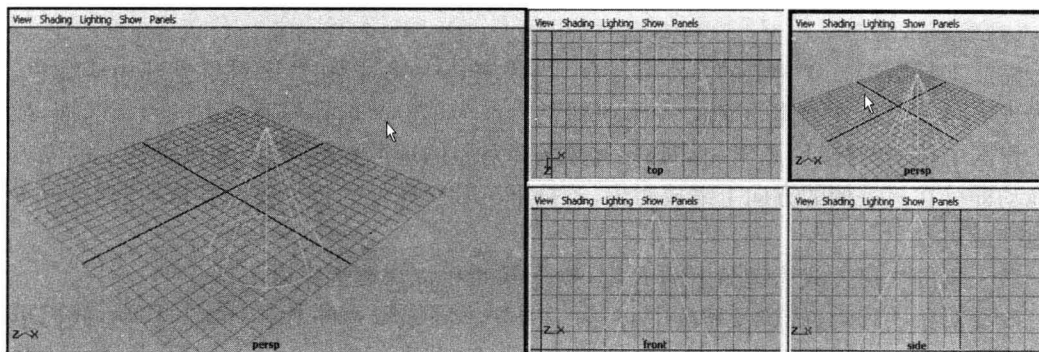



图 1.7 工作区的视图切换

9. 脚本编辑器

按下右下角的脚本编辑器按钮  可以调出脚本编辑器,里面记录着有关的操作信息并能输入 MEL 命令,如图 1.8 所示。

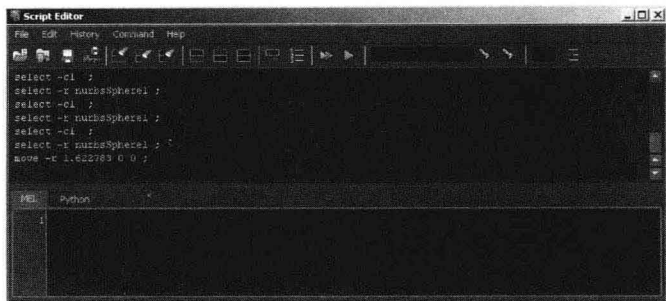


图 1.8 脚本编辑器

10. 时间轴与范围滑块

时间轴与范围滑块主要用于显示动画的相关控制,如图 1.9 所示。



图 1.9 时间轴与范围滑块

11. 命令栏与反馈栏

命令栏用于输入 MEL 命令,命令反馈框显示命令执行的状态,反馈栏则显示当前操作的状态,如图 1.10 所示。



图 1.10 命令栏与反馈栏

12. 工具栏

工具栏位于视窗上部,它为工具的个性化配置提供了方便,我们可以根据命令、操作或工具的使用情况,将常用的工具放到工具栏中,以方便快速地使用它们,如图 1.11 所示。

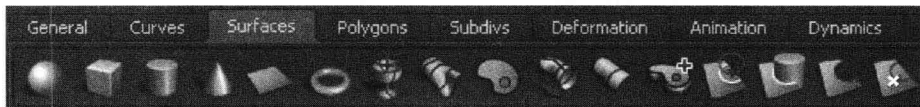



图 1.11 工具栏

可对工具栏进行以下操作:

- (1)在工具架里增加一个命令按钮

按下  按钮打开脚本编辑器,然后使用菜单及其他工具进行一些有目的的操作,这时我们可以看到在脚本编辑器里记录下了刚才所进行过的操作,使用鼠标选中它们并拖动,拖动时鼠标将变为一带“+”号的图标,拖至进入目标工具架后松开鼠标,如图 1.12 所示,则刚才的操作过程就被记录为一个命令按钮,以后只要单击这个按钮就可以重复整个操作过程。