

高等院校动画专业“十二五”规划教材

3ds Max

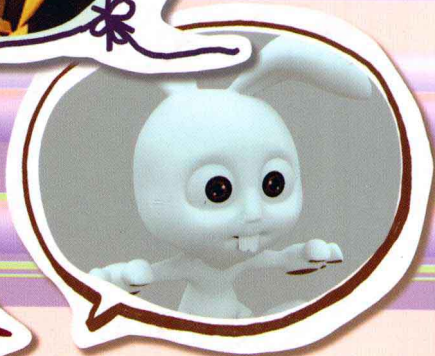
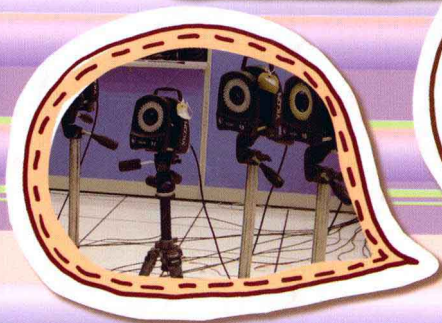
三维动画技法

(第2版)

3D Animation Techniques

李铁 李文杰 李骅霖 编著

- 原理与技术的完美结合
- 教学与科研的最新成果
- 语言精练，实例丰富
- 可操作性强，实用性突出



高等院校动画专业“十二五”规划教材

3ds Max

三维动画技法

(第2版)

李 铁 李文杰 李骅霖 编著

清华大学出版社
北京交通大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

三维动画作为计算机图形学的重要组成部分,在20世纪90年代中期便得到了飞速的发展,人们越来越发现计算机三维动画技术正拓展着我们的视觉空间,在计算机所营造的三维虚拟现实中,物质的世界得到了无限的延伸。

3ds Max 2012 是 Autodesk 公司推出的面向个人计算机的中型三维动画制作软件,在用户界面、建模特性、材质特性、动画特性、高级灯光、渲染特性等几个方面性能卓越,极大地提高了三维动画制作与渲染输出过程的速度和质量;功能界面划分更趋合理,在三维动画制作过程中的各个功能任务组井然有序地整合在一起。

本书力求理论联系实践,通过一系列精心设计的实例,详细讲述在 3ds Max 2012 中动画形成的原理、动画控制工具、动画控制器、骨骼与蒙皮、角色表情动画、角色肢体动画、动力学动画、运动捕捉等方面的内容。本书在讲述过程中,把在三维动画编辑过程中最常用到的具有代表性的功能进行详尽地讲述,使读者在学习完本书后能够举一反三,独立完成最专业的动画编辑任务。

本书既适用于动画及数码媒体专业的研究生、本科生及三维动画制作爱好者阅读和自学,也可以作为动画及数码媒体专业人士的参考书籍。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

三维动画技法 / 李铁编著. —2 版. —北京:北京交通大学出版社:清华大学出版社,2013.4
(高等院校动画专业“十二五”规划教材)

ISBN 978-7-5121-1450-0

I. ① 三… II. ① 李… III. ① 三维-动画-计算机图形学-高等学校-教材
IV. ① TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 081321 号

责任编辑:韩 乐

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京交大印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:16.25 字数:406 千字

版 次:2013 年 4 月第 2 版 2013 年 4 月第 3 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-1450-0 / TP·739

印 数:7 001~11 000 册 定价:32.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

动画是一项具有辉煌前景的产业，存在着巨大的发展潜力和广阔的市场空间，国家也在大力发展动画产业，在政策、投资、技术、教育等多个方面提供了有力的支持。

动画产业的发展离不开人才的培养，在动画产业飞速发展的今天，国内的动画教育也在走向一个大发展的新时期。然而，在新的历史时期，中国的动画艺术要再现《大闹天宫》、《哪吒闹海》、《三个和尚》的辉煌，却并非一朝一夕的事情。单就动画人才培养而言，新技术、新意识形态、新艺术表现形式、新的制片管理模式等都给动画教育提出了新的课题。

为此，由天津工业大学动画专业牵头，在多所高校和专家组的参与下，在动画教育的办学理念、人才培养目标、教学模式、学科建设、课程体系、教学内容等方面，不断进行改革创新的研究，并在结合教学积累与实践经验总结，吸收国内外动画创作、教育的成果，组织编纂了本套系列教材。在第 2 版教材的编写过程中，作者注重理论与实践相结合、动画艺术与技术相结合，并结合全新的动画创作具体实例进行深入分析，强调可操作性和理论的系统性，在突出实用性的同时，力求文字浅显易懂，活泼生动。

动画编辑是三维动画制作流程中的重要环节，在该制作环节三维动画设计师充当传统动画中原画师的身份，创建每个动画序列起点和终点的**关键帧 (Key frame)**，而三维动画软件充当传统动画中动画师的身份，创建两个关键帧之间的**插补帧 (In between)**。**3ds Max 2012** 是 Autodesk 公司推出的著名三维动画制作软件，在用户界面、建模特性、材质特性、动画特性、高级灯光、渲染特性等几个方面性能卓越。**3ds Max 2012** 是三维动画编辑首选的利器，利用动画控制器、骨骼、动力学等工具，极大地提升了三维动画编辑的效率和质量。

《三维动画技法(第 2 版)》通过一系列精心设计的全新制作实例，详细讲述了在 **3ds Max 2012** 中动画形成的原理、动画控制工具、动画控制器、骨骼与蒙皮、角色表情动画、角色肢体动画、动力学动画，着重于 **3ds Max 2012** 全新动画编辑功能的讲述，最后详尽介绍了运动捕捉的完整过程及如何利用捕捉到的数据控制角色的动画过程，这方面的内容其他同类教材所不具备的。

衷心希望本套教材能够为早日培养出动画人才，实现动画王国中“中国学派”的复兴尽一点绵薄之力。

作 者
2013 年 4 月

目 录

第 1 章 三维动画概论	1
1.1 三维动画原理	1
1.2 动画参数	6
1.3 动画控制工具	10
1.4 动力学模拟	12
习题	16
第 2 章 动画控制	17
2.1 运动命令面板	17
2.1.1 参数编辑模式	17
2.1.2 轨迹编辑模式	20
2.2 动画控制器	22
2.3 Track View (轨迹视图)	29
2.3.1 轨迹视图功能	29
2.3.2 轨迹视图结构	30
2.3.3 状态栏与视图控制工具	31
2.3.4 动画曲线编辑工具	32
2.3.5 关键帧列表编辑工具	35
2.4 动画控制应用范例	35
2.4.1 创建火车车轮动画	35
2.4.2 瓢虫爬行动画	43
习题	50
第 3 章 骨骼与蒙皮	51
3.1 骨骼创建与编辑	51
3.1.1 骨骼创建工具	51
3.1.2 骨骼编辑工具	54
3.2 反向动力学	55
3.3 蒙皮技术	58
3.4 骨骼与蒙皮应用范例	59
3.4.1 创建角色的骨骼	59
3.4.2 编辑角色的蒙皮	121
习题	129
第 4 章 角色表情动画	130
4.1 角色表情动画概述	130

4.2	变形修改编辑器	132
4.3	表情动画分析	135
4.4	角色表情动画应用范例	137
	习题	147
第 5 章	角色肢体动画	148
5.1	Character Studio 概述	148
5.2	二足角色对象	150
5.3	二足角色应用范例	152
5.4	CAT 角色动画	159
	习题	181
第 6 章	反应器动力学动画	182
6.1	反应器概述	182
6.2	刚体对象	183
6.2.1	刚体对象概述	183
6.2.2	刚体对象集成	184
6.2.3	Constraints (约束)	184
6.2.4	动力学刚体动画范例	185
6.2.5	掉落盘中的苹果	190
6.2.6	战锤砸碎石板动画	194
6.2.7	刚体集成动画范例	198
6.3	高级布料成衣制作范例	211
6.4	动力学水	223
	习题	236
第 7 章	运动捕捉	237
7.1	运动捕捉技术概述	237
7.2	运动捕捉空间	240
7.3	运动捕捉过程	245
7.4	捕捉结果编辑	248
7.5	运动捕捉数据驱动	248
	习题	253

第1章



三维动画概论

本章概述了三维动画的原理；详细讲述了在 3ds Max 2012 中可以进行动画指定的参数项目，3ds Max 2012 中动画控制工具的种类和功能及动力学模拟的原理。

1.1 三维动画原理

动画基于人类视觉阈限的原理，即在观看一系列快速连续放映的静态图像时，前一张画面的视觉残像会叠加到下一张画面上，人们就会感觉到这是一个连续的运动，如图 1-1 所示，每一个单独图像称为帧（frame）。

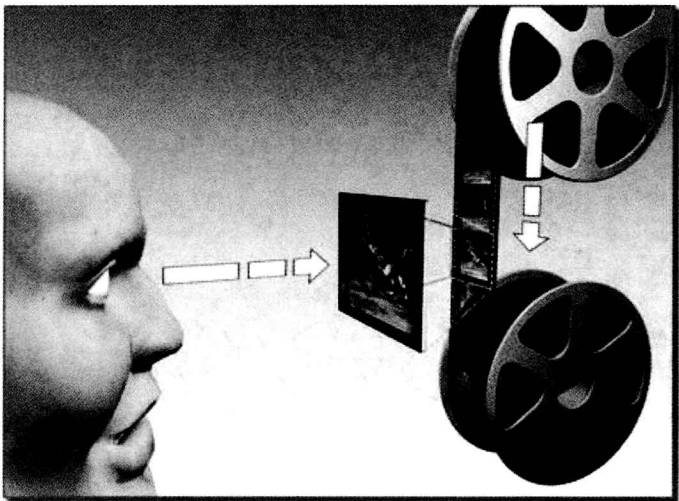


图 1-1 动画形成原理

三维动画同样依据上面所述的动画形成原理。下面就通过一个具体的实例，讲述三维动画制作软件 3ds Max 2012 的动画制作原理。

首先在标准几何体创建命令面板中单击 **Sphere** 按钮，在场景中单击并拖动鼠标创建一个球体，如图 1-2 所示。

在界面底部确定当前处于第 0 帧的时间位置，单击 **Set Key**（设定关键帧）按钮，进入动

画关键帧的编辑模式，单击  按钮在当前创建位置设定一个动画关键帧，如图 1-3 所示。

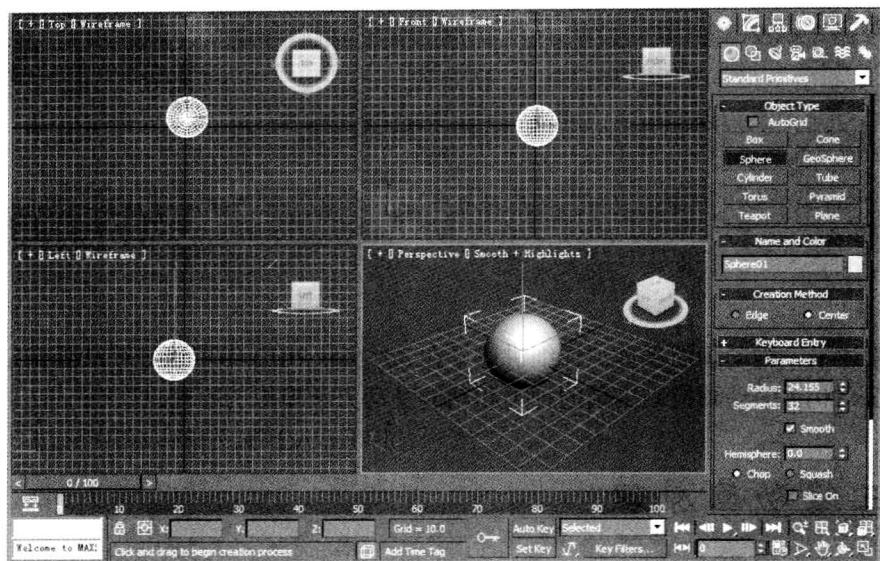


图 1-2 创建球体

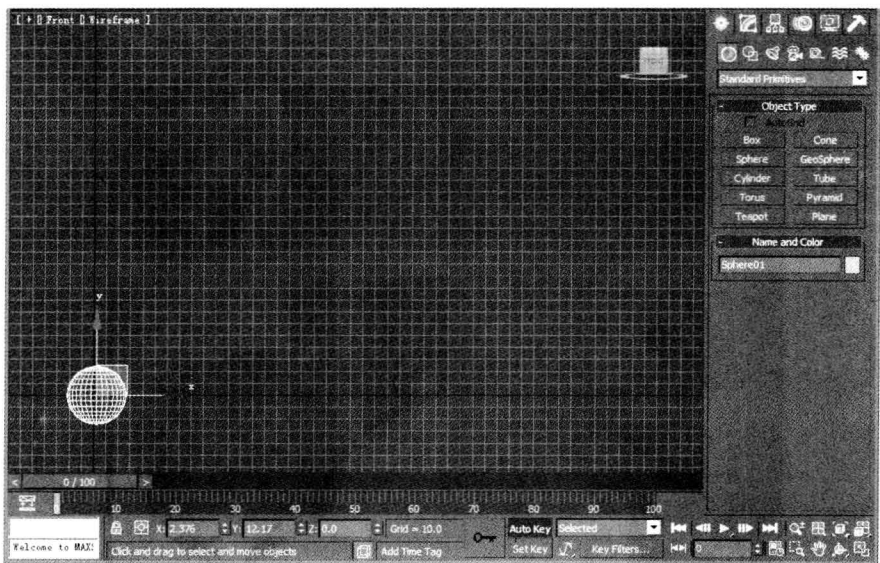


图 1-3 设定位置动画关键帧（第 0 帧）

将时间滑块拖动到第 19 帧的位置，在主工具栏中单击  按钮，将球体移动到如图 1-4 所示的位置，单击  按钮再设定一个位置动画关键帧。

将时间滑块拖动到第 38 帧的位置，在主工具栏中单击  按钮，将球体移动到如图 1-5 所示的位置，单击  按钮再设定一个位置动画关键帧。

单击界面右下角的  播放按钮，可以观察到球体在 0~38 帧的时间段内生成了位置变换的动画效果。

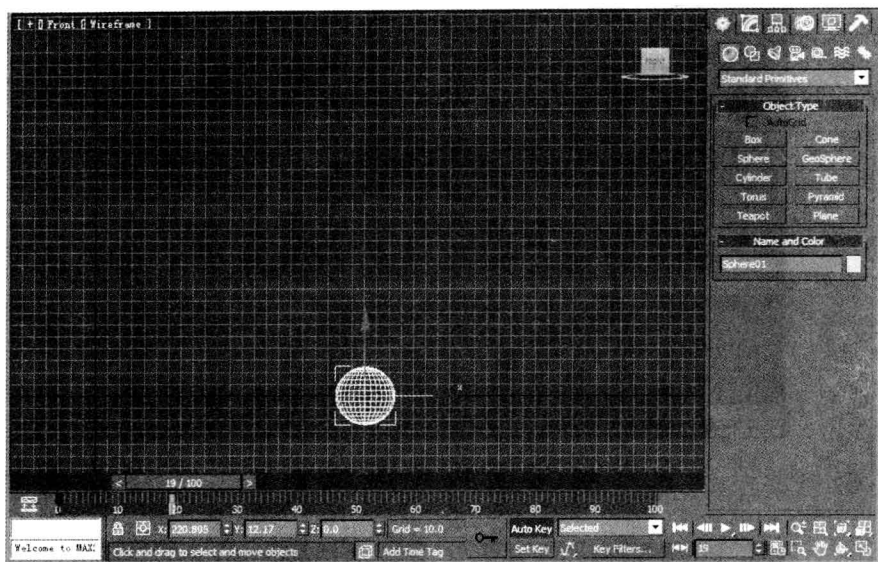


图 1-4 设定位置动画关键帧（第 19 帧）

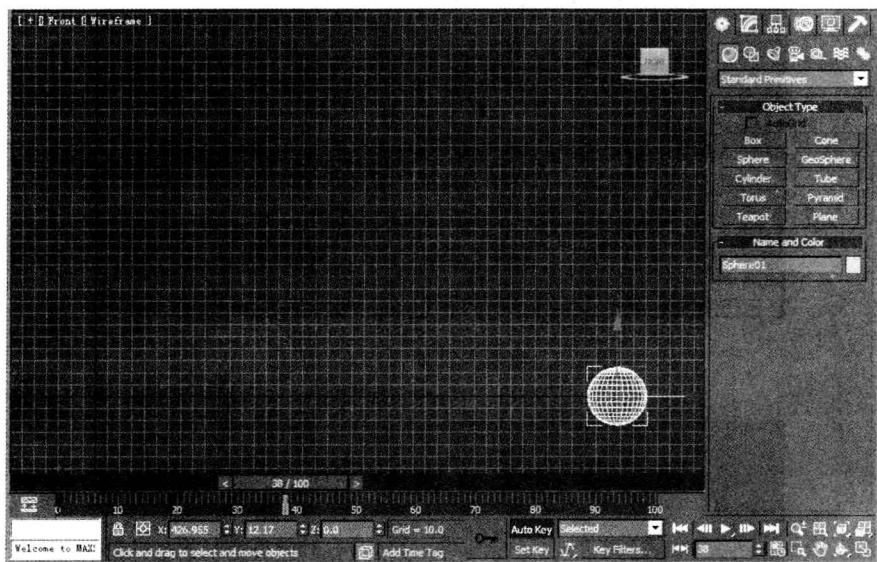


图 1-5 设定位置动画关键帧（第 38 帧）

单击界面左下角的按钮打开动画曲线编辑器，在其中可以观察到球体包含了两条动画曲线，绿色的是 Y 轴坐标的位置动画曲线，红色的是 X 轴坐标的位置动画曲线，如图 1-6 所示，每条动画曲线上都包含 3 个动画关键帧。

在 X 轴动画曲线的第二个关键帧上单击鼠标右键，弹出关键帧信息对话框，在其中可以观察到在 19 时间点，X 轴的坐标参数值为 220.895，如图 1-7 所示。

在 X 轴动画曲线的第三个关键帧上单击鼠标右键，在关键帧信息对话框中可以观察到在 38 时间点，X 轴的坐标参数值为 426.955，如图 1-8 所示。



图 1-6 打开动画曲线编辑器

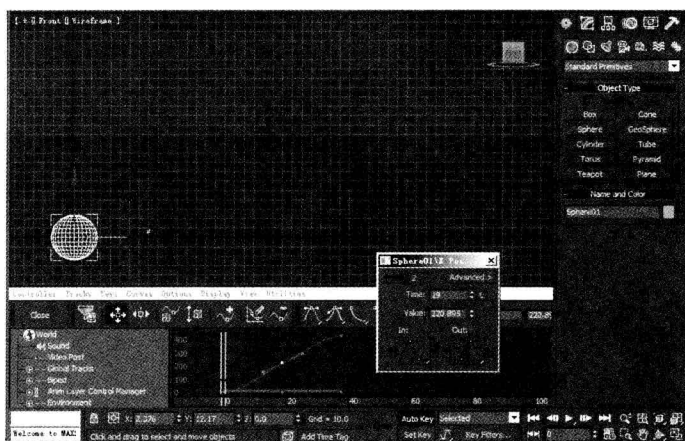


图 1-7 察看关键帧 (19) 的信息

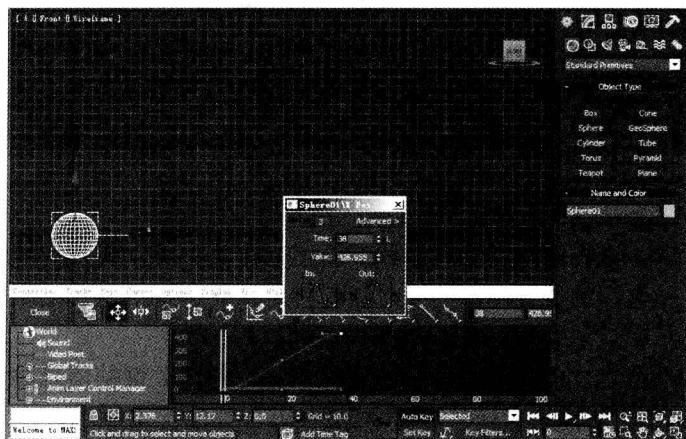


图 1-8 察看关键帧 (38) 的信息

如果在这两个时间点之间,坐标参数是线性变化的,在第0~19帧之间需要插入18个动画帧,用第0~19帧之间坐标参数的变化量220.895,除以18个等分时间点,就可以推算出在第1、2、3、……、18这些时间点中X轴的实际坐标值,中间时间点坐标参数值是由3ds Max自动计算出来的。

同样在第19~38帧之间需要插入19个动画帧,用第19~38帧之间坐标参数的变化量206.06,除以19个等分时间点,就可以推算出在第20、21、22、……、38这些时间点中X轴的实际坐标值。

由此可见三维动画设计师充当传统动画中原画师的身份,创建每个动画序列起点和终点的关键帧(Key frame),而三维动画软件3ds Max充当传统动画中动画师的身份,创建两个关键帧之间的插补帧(In between)。如图1-9所示,1、2就是两个动画角色的关键帧状态,中间状态是计算机自动插补的。

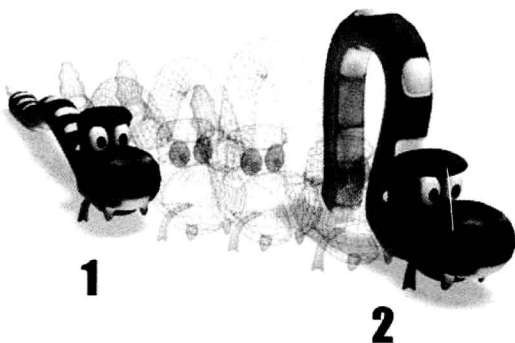


图 1-9 关键状态与插补状态

在上面所举的例子中,从动画曲线可以观察到,两个关键帧之间是依据线性变化进行插值计算的,在关键帧信息对话框中可以指定多种插值计算的方式,如图1-10所示,在弹出的插值方式中,第二种就是线性插值方式。其他插值方式可以创建诸如加速、减速、保持等动画效果,如图1-11所示。

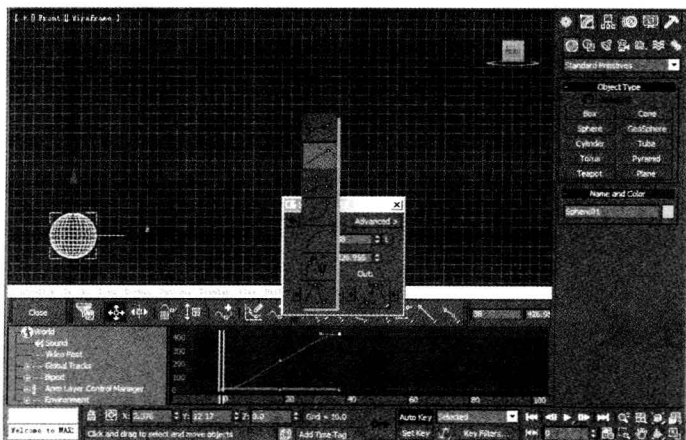


图 1-10 指定动画插值方式

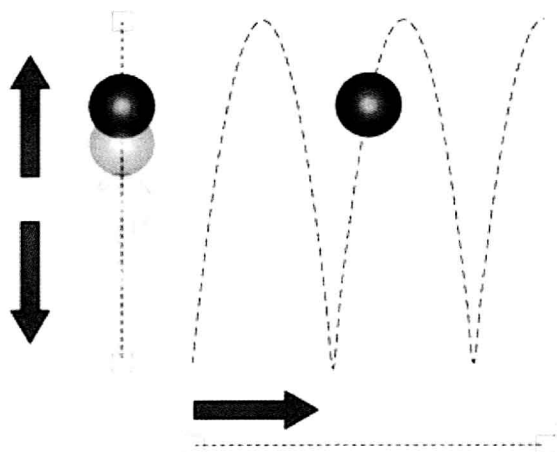


图 1-11 减速插值方式

3ds Max 几乎可以为场景中的任意参数创建动画，如设置修改编辑器参数的动画、材质参数的动画等。如图 1-12 所示，为球体指定色彩变换的动画效果，实际是 R、G、B 三个色彩参数在不同的时间点发生变化，用两个色彩参数关键帧之间参数变化量除以时间间隔，同样可以推算出中间插补帧的色彩参数值。

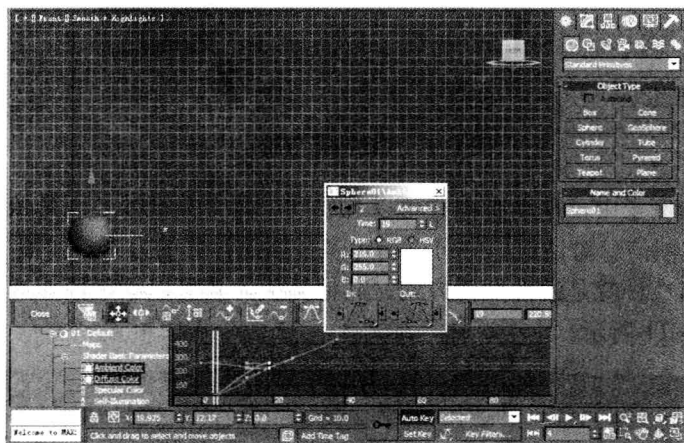


图 1-12 色彩变换动画原理

3ds Max 是一个基于时间的动画程序，它测量时间，并存储动画参数值，内部计算精度为 1/4800 秒。

1.2 动画参数

选择菜单命令 **Graph Editors> Track View**（图形编辑器>轨迹视图），打开如图 1-13 所示的 Track View 对话框。

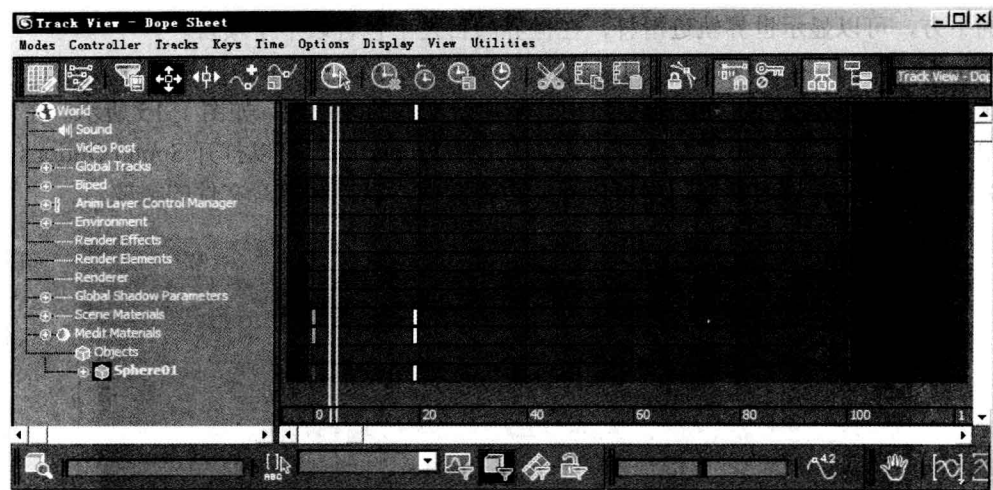


图 1-13 Track View 对话窗口

Track View（轨迹视图）是 3ds Max 2012 的总体控制窗口和动画编辑的中心，在其动画项目列表中结构清晰地列出了场景中全部对象的层级结构，如图 1-14 所示，以及场景中所有可以进行动画设置的参数项目。

在项目层级中 World（世界）是层级的最高部分，用于控制整个场景的动画，在它下面的次级层级用于分别控制场景中不同的可动画项目，每个项目之下还有次一级的动画项目，由此可见 3ds Max 2012 中无处不动的特点。

注意：选择对象项目名称左侧的图形标记后，可以在场景中快速选择该对象。

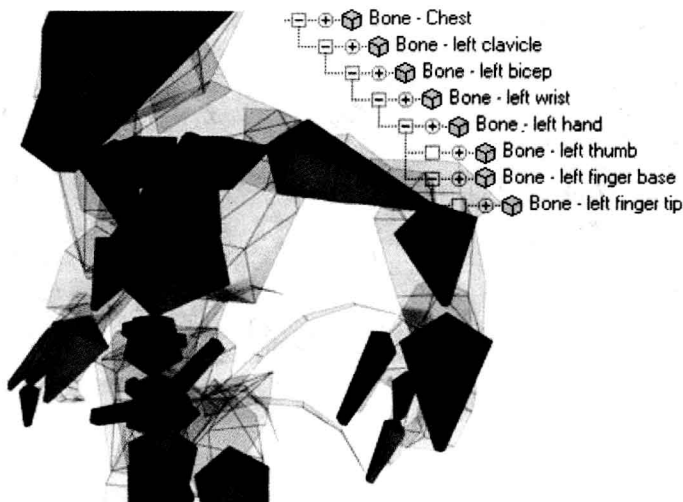


图 1-14 对象的层级结构

在轨迹视图的动画项目列表中，World 是层级结构的最高根级项目，用于控制整个场景的动画轨迹，默认在编辑窗口中的世界轨迹隐藏在时间标尺的下面，将时间标尺拖动到编辑

窗口的下方，可以显示世界轨迹滑杆，在世界项目之下包含以下子项目。

Sound (声音): 在该项目下，可以使用一个声音文件或音频节拍器为场景动画同步配音，如果选择了一个声音文件，在编辑窗口中显示声音文件的波形图，如图 1-15 所示。在声音轨迹上单击鼠标右键，从弹出的右键快捷菜单中选择 **Properties**，可以打开 **Sound Options** (声音选项) 对话框，在该对话框中可以导入声音文件，以控制声音文件的播放。

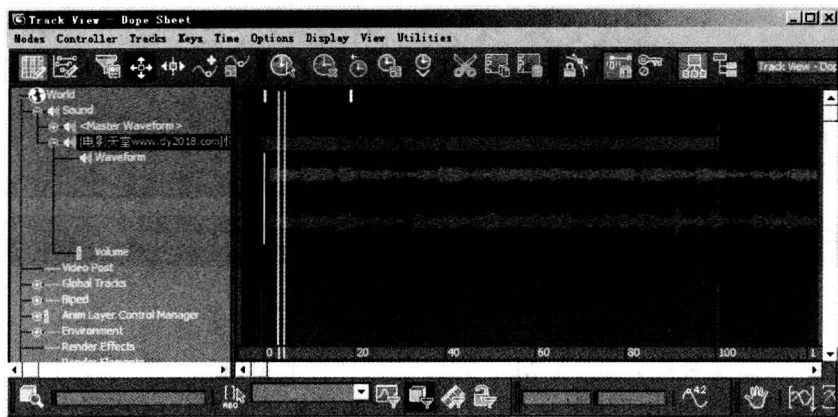


图 1-15 声音文件的波形图

Global Tracks (通用轨迹): 用于存储通用的动画控制器，例如使用表达式动画控制器，可以指向其他轨迹的动画控制器，改变通用轨迹中的表达式，其他轨迹中的动画控制器会随同改变。默认在通用轨迹项目中包含不同动画控制器类型的列表轨迹，可以为其中包含的每个轨迹指定动画控制器，如图 1-16 所示。

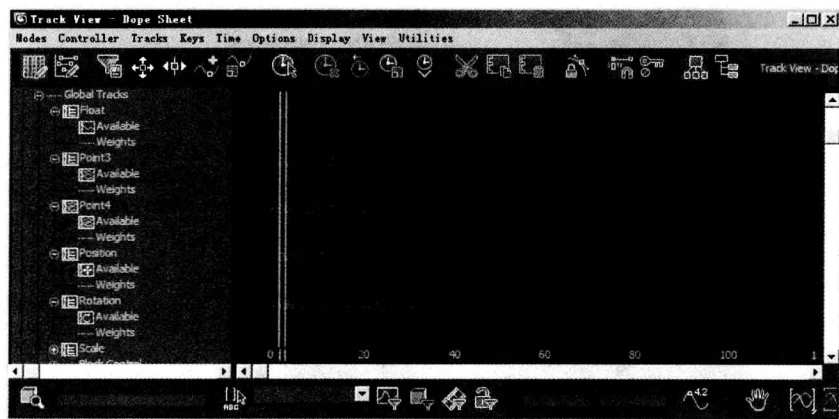


图 1-16 Global 动画轨迹

Video Post (视频合成): 用于管理视频合成编辑器中的可动画参数项目。

Anim Layer Control Manager (动画层控制管理器): 这是 CAT 骨骼系统的动画层管理项目。

Environment (环境): 用于管理环境编辑器中的可动画参数项目，包含背景动画参数、环境灯光动画参数、环境效果动画参数。

Render Effects (渲染效果): 用于管理效果编辑器中的可动画参数项目。

Render Elements (渲染元素): 用于管理在 Render Scene (渲染场景) 对话框中的 Render Elements (渲染元素) 项目中指定的场景分离渲染元素。

Renderer (渲染器): 用于管理渲染器中的可动画参数项目, 在渲染对话框中选择一种类型的抗锯齿处理后, 在该轨迹项目中可以为抗锯齿参数指定动画。

Global Shadow Parameters (通用阴影参数): 在灯光对象修改编辑命令面板的 Shadow Parameters 项目中勾选 Use Global Settings parameter 选项后, 可以在该轨迹中为场景所有灯光的通用阴影参数指定动画, 如图 1-17 所示, 该项目包含 Map Size (贴图尺寸)、Map Range (贴图范围)、Map Bias (贴图偏斜)、Absolute Bias (绝对偏斜)。

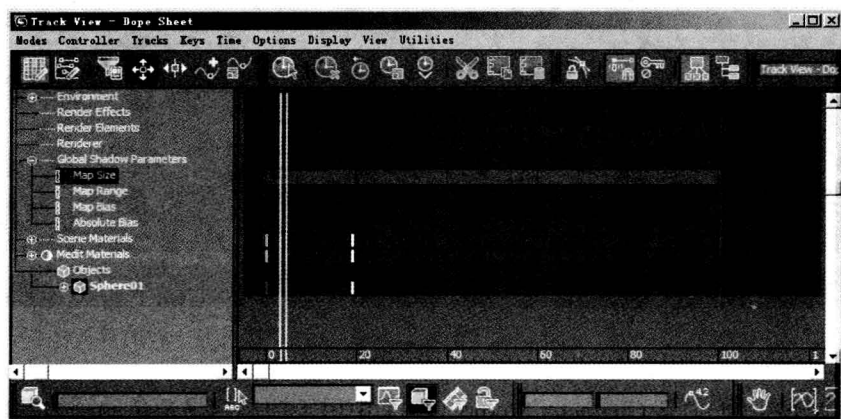


图 1-17 Global Shadow Parameters 动画轨迹

Scene Materials (场景材质): 包含所有已经指定到场景中的材质, 可以管理这些材质的可动画参数项目, 如图 1-18 所示。

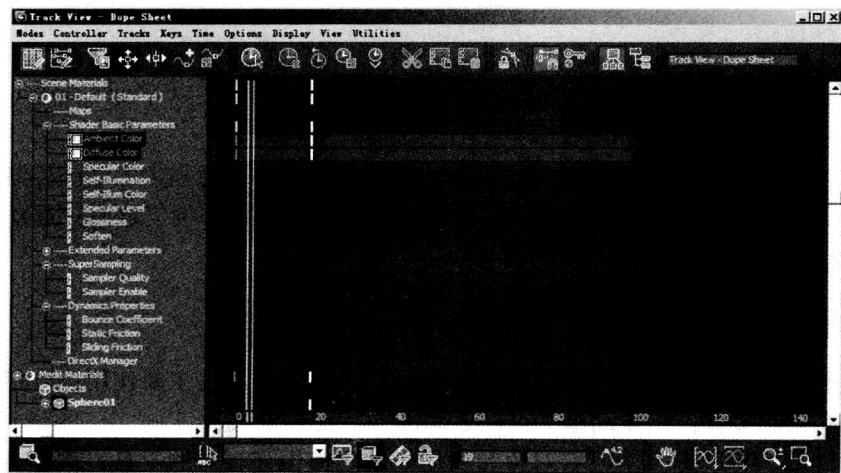


图 1-18 Scene Materials 动画轨迹

Medit Materials (编辑器材质): 包含在材质编辑器 24 个示例窗口中的所有材质, 这些材

质不一定被指定到了场景中的对象之上，可以管理这些材质的可动画参数项目。

Objects (对象): 包含场景中的所有对象，用于管理场景对象的所有可动画参数项目。包含对象创建参数、动画控制器参数、贴图参数、材质参数、集成参数、修改编辑参数，对于不同的参数类型，在左侧显示不同的图标，如图 1-19 所示。

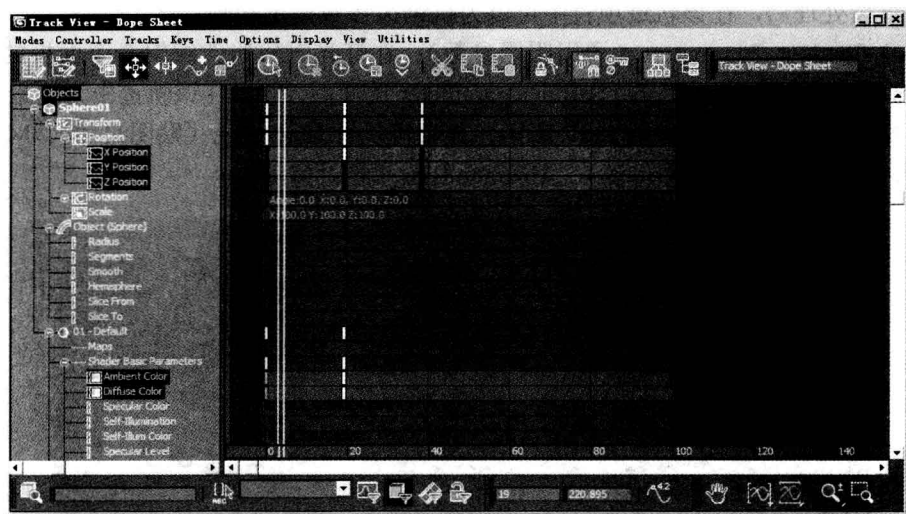


图 1-19 对象参数动画轨迹

Biped (两足生物): 是 Character Studio (CS) 中用于控制两足角色动画的参数设置项目，是一种用足迹结合关键帧来控制角色动画的系统。在 CS 中包含三部分用于控制 Biped 参数，即创建命令面板、运动命令面板和轨迹视图。

从上面参数动画轨迹的讲述中，可以看出在 3ds Max 中“无所不动”的灵活动画编辑特性。

1.3 动画控制工具

除了可以手工指定动画关键帧，3ds Max 还提供了许多功能强大的动画控制工具，可以依据动画设计师对动画属性的设定，自动设置动画关键帧和插补帧，这时三维动画设计师更像是一位执行导演。

1. 动画控制器

动画控制器可用于约束或控制对象在场景中的动画过程，其主要作用：存储动画关键帧的数值；存储动画设置；指定动画关键帧之间的插值计算方式。

动画控制器为设置场景中所有对象和材质的动画提供强有力的工具。例如，不但可以设置场景中对象位置的关键帧，还可以使对象沿着“路径”约束的样条曲线运动，如图 1-20 所示，或者移动到使用“音频”控制器的音乐节拍上。还可以通过“列表控制器”合并多个动画控制器。

2. 轨迹视图

轨迹视图的动画项目列表中结构清晰地列出了场景中全部对象的层级结构,以及场景中所有可以进行动画设置的参数项目;在轨迹视图中可以如同在运动命令面板中一样,为每个可动画项目指定动画控制器;还可以精确编辑动画的时间范围、关键点与动画曲线;为动画增加配音,并使声音节拍与动作同步对齐。

3. 骨骼

骨骼系统是骨骼对象的一个有关节的层次链接,如图 1-21 所示,常用于设置具有连续皮肤网格角色模型的动画。可以采用正向运动学或反向运动学为骨骼设置动画,对于反向运动学,骨骼可以使用任何可用的 IK 解算器。

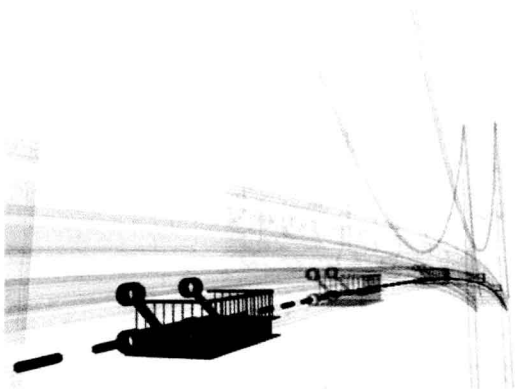


图 1-20 路径约束动画控制器

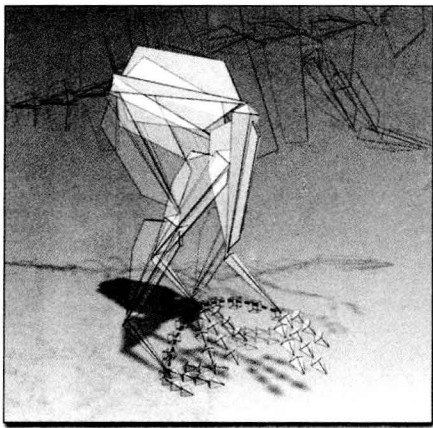


图 1-21 骨骼系统

4. 动力学

在 reactor 中集成了 Havok 公司先进的 physical simulation (物理模拟) 技术,该技术可以依据指定的物理属性,自动为场景中的对象提供动态环境下的动画效果。物理模拟技术完全依据真实世界中的物理法则,如牛顿运动定理,在时间进展的过程中自动计算对象的运动状态。如图 1-22 所示,利用 Wind 反应器动力学计算可以在场景中创建风的效果,自动模拟出微风吹动窗帘的效果。

5. 运动捕捉

利用运动捕捉系统,表演者负责根据剧情做出各种动作和表情,运动捕捉系统将这些动作和表情捕捉并记录下来,然后通过动画软件,用这些动作和表情驱动三维角色模型,角色模型就能做出与表演者一样的动作和表情,并生成最终所见的动画序列,如图 1-23 所示。动作捕捉的任务是检测、记录表演者的肢体在三维空间的运动轨迹,捕捉表演者的动作,并将其转化为数字化的“抽象运动”。运动捕捉的对象不仅仅是表演者的动作,还包括物体的运动、表演者的表情、相机及灯光的运动等。