



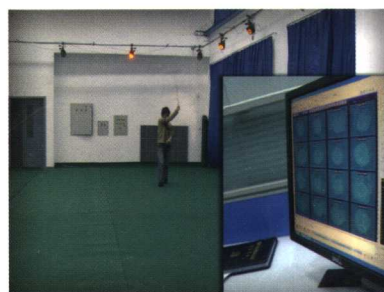
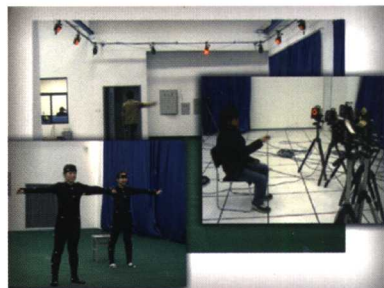
高等院校动漫设计系列教材

三维动画

技法

——3DS MAX 9

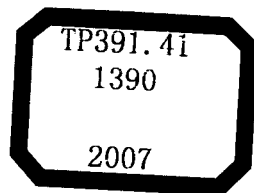
□ 李铁 刘配团 李文杰 编著



清华大学出版社

北京交通大学出版社





高等院校动漫设计系列教材

三维动画技法

——3DS MAX 9

李 铁 刘配团 李文杰 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年代中期得到了飞速的发展,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,物质世界得到了无限的延伸。

3DS MAX 9 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 9 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。

本书适用于动画及数码媒体专业的研究生、本科生作为教材,同时适用于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:3DS MAX 9 / 李铁等编著. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2007.4

(高等院校动漫设计系列教材)

ISBN 978-7-81082-967-0

I. 三… II. 李… III. 三维-动画-设计-高等学校-教材 IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 038745 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 <http://www.tup.com.cn>

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414 <http://press.bjtu.edu.cn>

印刷者:北京东光印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:26 字数:666千字 彩插:2

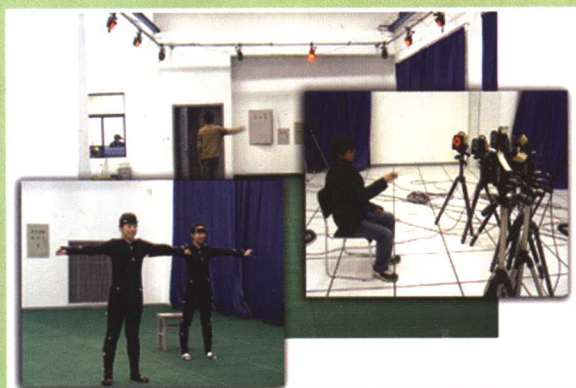
版 次:2007年6月第1版 2007年6月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-81082-967-0/TP·334

印 数:1~4 000册 定价:39.00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。

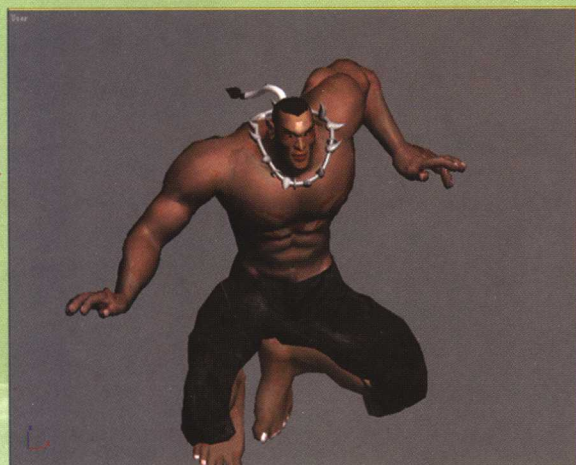
投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。



运动捕捉



创建角色的骨盆



通过移动骨骼设置角色的动画效果

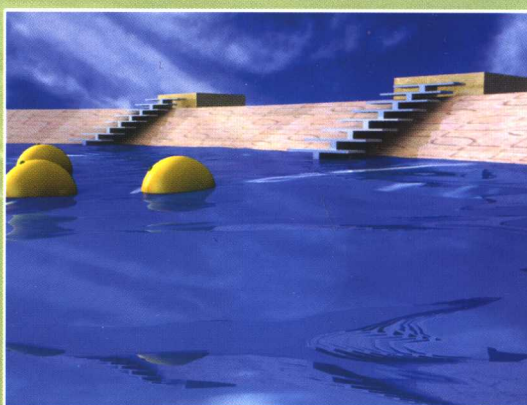
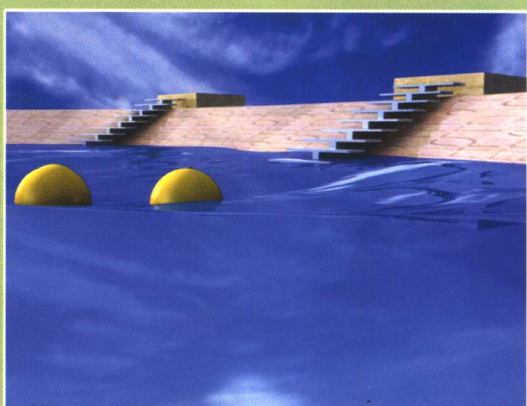
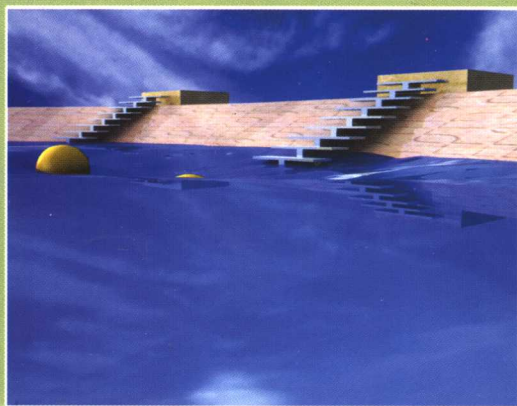
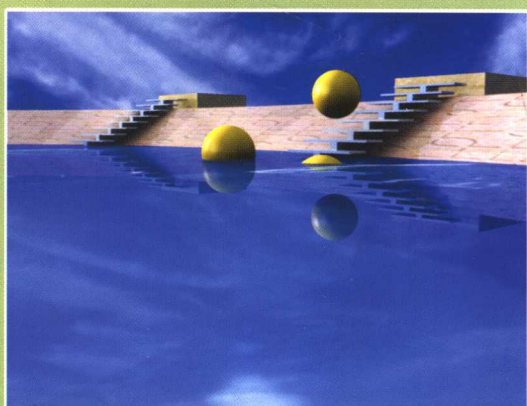
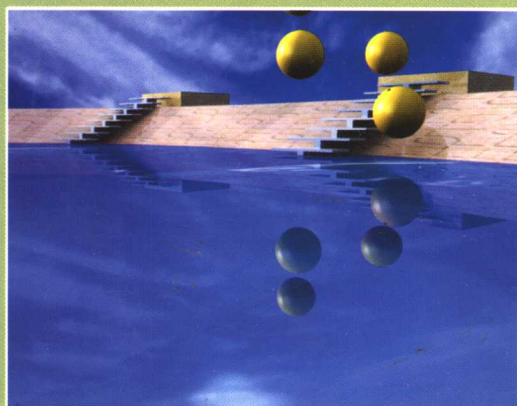


拖动时间滑块查看动作合成编辑的结果

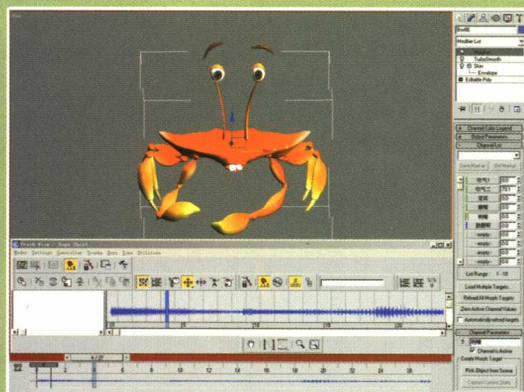


动力学刚体动画效果

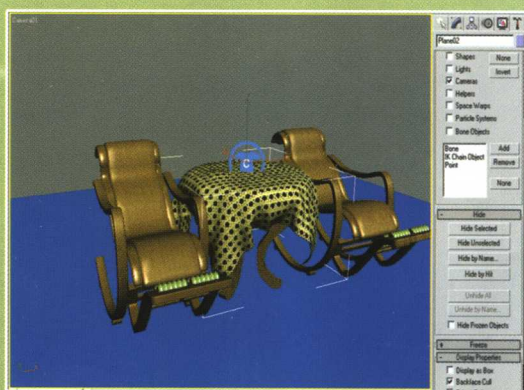
三维动画技法——3D MAX 9



动力学液体的效果



施加变形修改编辑器



取消隐藏所有对象

高等院校动漫设计系列教材

编审委员会成员名单

主 任 肖永亮

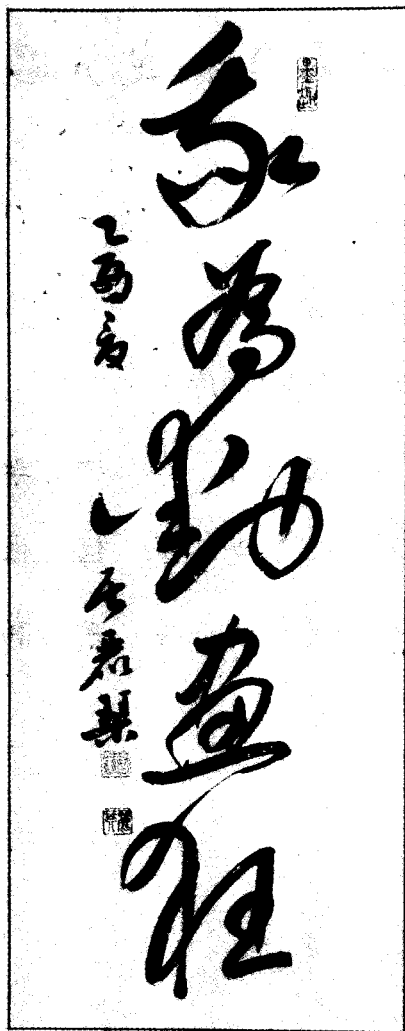
副主任 李兰友 李 铁

委 员 （按姓氏笔画排序）

王乃华 王盛祥 李 铁 李兰友

孙光军 肖永亮 张 锰 张海力

居丽琴 姜静楠 徐 东 高金锁



居丽琴，常州市副市长，常州国家动画产业基地项目评审委员会主任

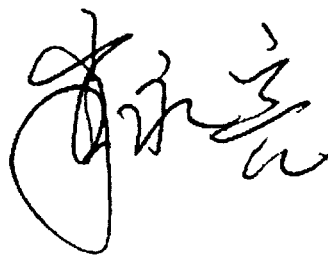
总 序

我在美国从事动画行业的实际工作和教学科研多年，一直感到一个国家产业的发达，必然和它的人才培养体系密不可分。在教学体系中，优秀的教师不可或缺，而一套好的教材对于动画教育是如此之重要，它关系到培养出来的学生是否能成为业界有影响力的骨干和实干人才，因而直接关系到产业的发展。举个例子，我在美国 FOX 蓝天制片厂多年，在带领由世界各地汇集的优秀艺术和技术人才组成的团队，忘我地实现艺术梦想，变不可能为可能的日子里，厂里制片的任务再紧张，手下的专家也会抽时间定期去给诸如纽约大学这样的世界著名学府讲授动画专业课程。在第 78 届奥斯卡颁奖晚会上，我的纽约大学校友和同事们大放异彩，除了校友李安获最佳导演等三项金奖外，还有校友获最佳男主角奖、最佳女主角提名、最佳编剧提名，动画系的教授还夺得了最佳动画短片奖，这样的辉煌成就也就不足为奇了。这个例子说明，有这么优秀的师资，带着满腹的经验积累，熏陶出一批有成就的学生可谓水到渠成。其实培养创意阶层的工作，比自己出成就要难得多，因而更富于挑战，意义也更大，获得的满足感更强。当我辗转回到纽约大学后，一待就是五年，发现美国的动画教学体系，特别是现代三维动画教材，的确有过人之处。

留美十八年后回到祖国的我，一方面为国内轰轰烈烈兴起的发展动画和文化创意产业的热潮而感到欢欣鼓舞；一方面也为人才缺乏、师资不足、教材空白而感到担忧。不合格的师资需要逐步培养提高，而教材缺失的严重性更加令人困扰。严肃认真地编写一些好的教材，是摆在我们从事动画教育工作者面前刻不容缓的任务，也是我们高等院校为发展中国动画产业应尽的责任。正是基于对动画产业发展的美好远景充满信心，在责任心和使命感的驱动下，我们组织编写了“高等院校动漫设计系列教材”，得到了清华大学出版社和北京交通大学出版社的大力支持。本套教材以动画系第一线的专业教师为主体，在专家的精心指导下编写。本系列教材第一批包括《动画概论》、《动画编剧》、《动画角色设计》、《动画场景设计》、《三维动画技法》、《三维动画建模》、《三维动画特效》、《动画后期非线性编辑》、《动画后期数字合成》等十多本教材，此外，还将陆续推出《动画制片》、《世界动画史》、《动画声音》、《经典动画赏析》、《动画视听语言》、《动画专业英语》等。“高等院校动漫设计系列教材”是现代动画，特别是三维动画教科书的完整系列，力求系统而实用。我们希望这套教材能够为我国动画教育添砖加瓦。无论大学或是培训学校、专业或是业余爱好，面对他们的期待，我们力图缓解教材的严重不足所造成的燃眉之急，也诚恳地希望各界专家、学者和读者提出宝贵批评意见，以便我们共同努力，不断改进教材质量，适应时代变化。

我们的时代是创意的时代、体验的时代，21 世纪不是停留在概念上的创意时代，数字化的生活已经让我们真真切切感受到了科学技术的艺术魅力。日新月异的计算机技术、网络技术、传媒手段，使人们冲破自身局限、地域屏障，更大胆地畅想，更艺术地实现，更准确地交流，更广泛地共享。利用现代传媒手段和时尚艺术形态，包括数字动画、网络游戏，我们不仅传递了信息，传播了文化，更重要的是表达了思想，感悟了人性。0 和 1 的数字化组

合，以其不可再缩略的符号，简洁而艺术，体现了无极的速度、严谨的逻辑，闪烁着无限的创意、深刻的哲理。我们迈进 21 世纪的一代人，就是要把握未来，面对挑战，寻找机遇，心随时代脉搏而跳动，解读当今文化的内涵，扩展无限创意的时空，引领文化经济的潮流。最关键的是运用我们的知识，通过我们的劳动，表达我们的爱好，丰富我们的生活，和谐我们的社会，完善我们的世界。让我们从动画教育入手，从培养人才做起，开发更好的教材，开创完美的未来。

A stylized, handwritten signature in black ink, likely belonging to Chen Yong, the director mentioned in the text. The signature is fluid and expressive, with large, sweeping strokes.

旅美博士、动画导演、教授、博导

2006 年 6 月 18 日写于北京长篇动画连续剧《三国演义》导演室

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系牵头，在多所高校的参与下，在专家组的指导下，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的基础上，吸收国内外动画创作、教育的成果，组织编纂了本系列教材。在教材的编写过程中，作者注重理论与实践相结合、动画艺术与技术相结合，并结合动画创作的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 9 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、高级灯光和渲染特性等几个方面性能卓越。3DS MAX 9 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。

本书是本套系列教材中的一本，通过一系列精心设计的实例，详细讲述在 3DS MAX 9 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、角色肢体动画和动力学动画。最后详尽介绍了运动捕捉的完整过程，以及如何利用捕捉到的数据控制角色的动画过程。

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。

本书部分设计范例的素材文件（包括模型、贴图等）可从北京交通大学出版社网站 <http://press.bjtu.edu.cn> 下载。作品著作权归本书作者所有。

编 者
2007 年 5 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	7
1.3 动画控制工具	11
1.4 动力学模拟	14
习题	17
第2章 动画控制	18
2.1 运动命令面板	18
2.1.1 参数编辑模式	18
2.1.2 轨迹编辑模式	22
2.2 动画控制器	24
2.3 Track View (轨迹视图)	31
2.3.1 轨迹视图功能	31
2.3.2 轨迹视图结构	32
2.3.3 状态栏与视图控制工具	34
2.3.4 动画曲线编辑工具	35
2.3.5 关键帧列表编辑工具	38
2.4 动画控制应用范例	60
2.4.1 创建海面中船只摆动的动画效果	60
2.4.2 使用键盘和鼠标控制动画	65
习题	83
第3章 骨骼与蒙皮	84
3.1 骨骼创建与编辑	84
3.1.1 骨骼创建工具	84
3.1.2 骨骼编辑工具	87
3.2 反向动力学	90
3.3 蒙皮技术	92
3.4 骨骼与蒙皮应用实例	94
3.4.1 创建角色的骨骼	94
3.4.2 编辑角色的蒙皮	175
习题	188
第4章 角色表情动画	189
4.1 角色表情动画概述	189

4.2	变形修改编辑器	191
4.3	表情动画分析	195
4.4	角色表情动画应用实例	197
	习题	221
第 5 章	角色肢体动画	222
5.1	Character Studio 概述	222
5.2	二足角色对象	224
5.3	二足角色应用实例	226
5.4	脚步动画	267
5.5	CAT 角色动画	274
	习题	318
第 6 章	反应器动力学动画	319
6.1	反应器概述	319
6.2	刚体对象	321
6.2.1	刚体对象概述	321
6.2.2	刚体对象集成	322
6.2.3	Constraints (约束)	323
6.2.4	动力学刚体动画实例	324
6.3	软体对象	341
6.3.1	软体对象概述	342
6.3.2	Cloth (织物)	342
6.3.3	动力学软体动画实例	343
6.4	织物与服装设计实例	354
6.4.1	织物集成设计实例	354
6.4.2	织物修改编辑器设计实例	364
6.5	动力学水	376
	习题	388
第 7 章	运动捕捉	389
7.1	运动捕捉技术概述	389
7.2	运动捕捉空间	392
7.3	运动捕捉过程	396
7.4	捕捉结果编辑	399
7.5	运动捕捉数据驱动	400
	习题	404

第1章



三维动画概论

1.1 三维动画原理

动画是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，每一个单独图像称之为帧（frame）。

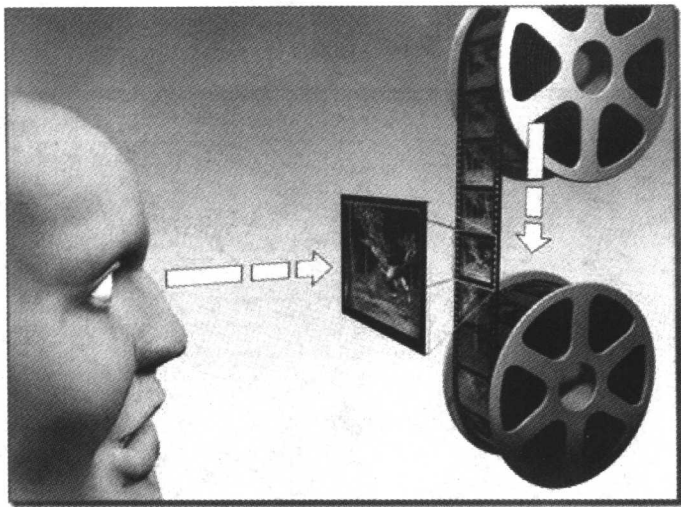


图 1-1 动画形成原理

三维动画同样依据上面所述的动画形成原理。下面通过一个具体的实例，讲述三维动画制作软件 3DS MAX 9 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** 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。

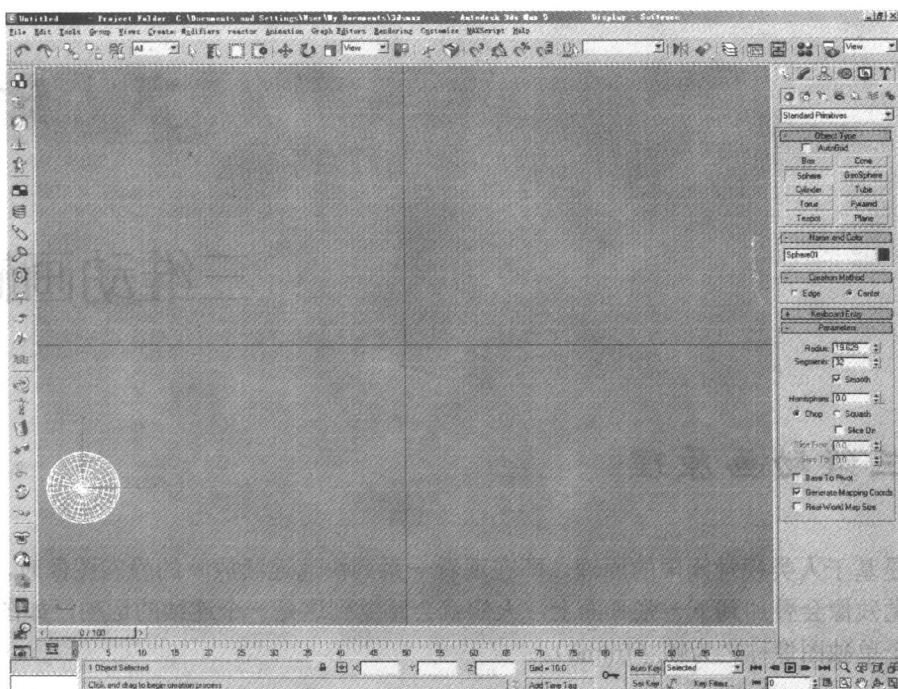


图 1-2 创建球体

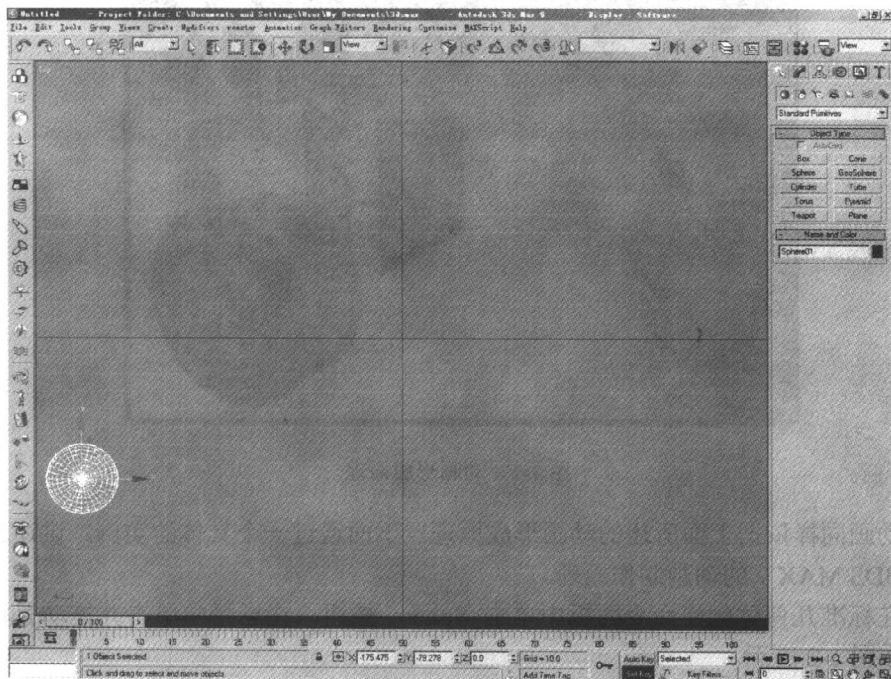


图 1-3 设定位置动画关键帧

将时间滑块拖动到第 10 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。

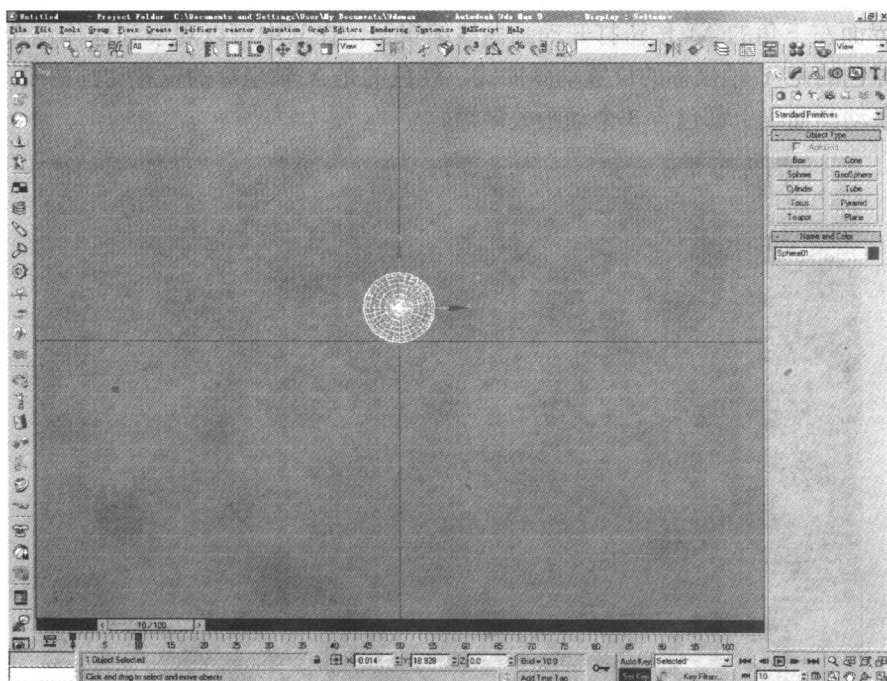


图 1-4 创建位置动画关键帧

将时间滑块拖动到第 20 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  按钮，可以观察到球体在 0~20 帧的时间段内生成了位置变换的动画效果。

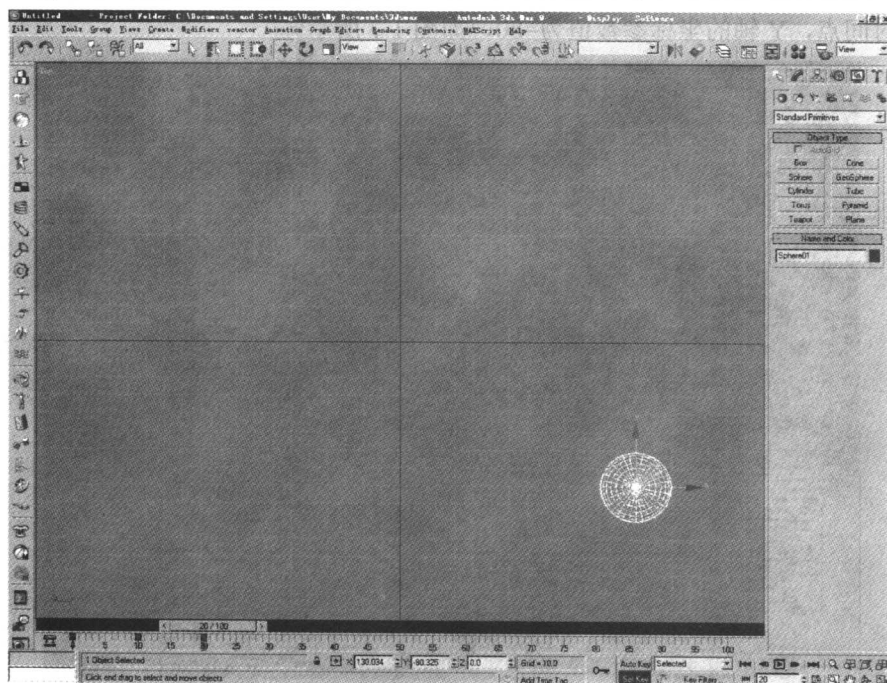


图 1-5 创建位置动画关键帧

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。

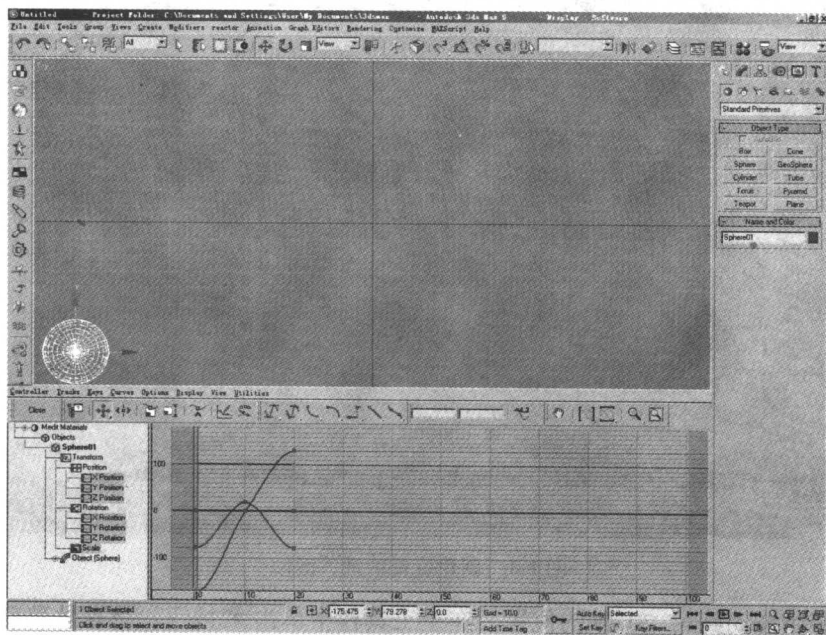


图 1-6 打开动画曲线编辑器

在 Y 轴动画曲线的第一个关键帧上单击鼠标右键，弹出关键帧信息对话框，可以观察到在 0 时间点，Y 轴的坐标参数值为 -80，如图 1-7 所示。

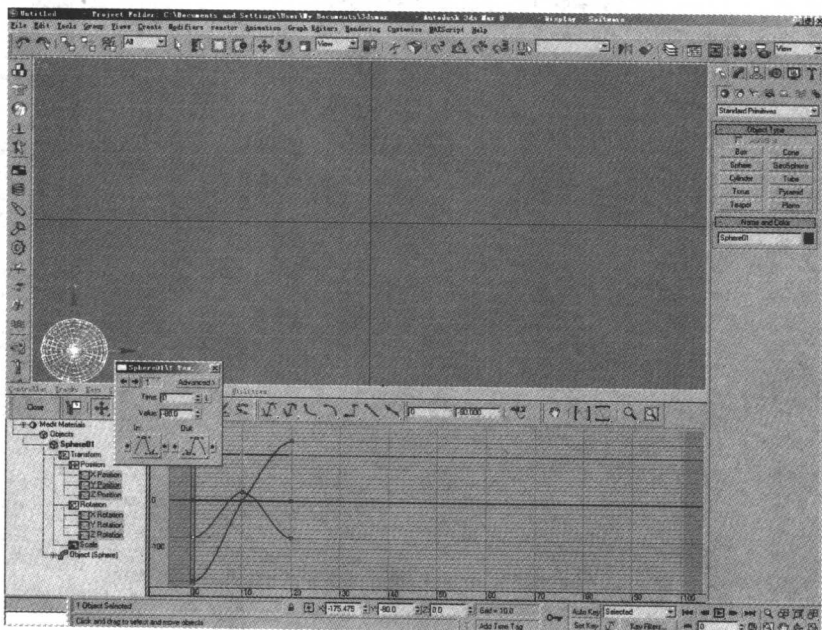


图 1-7 查看关键帧的信息

在 Y 轴动画曲线的第二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 10 时间点, Y 轴的坐标参数值为 20, 如图 1-8 所示。

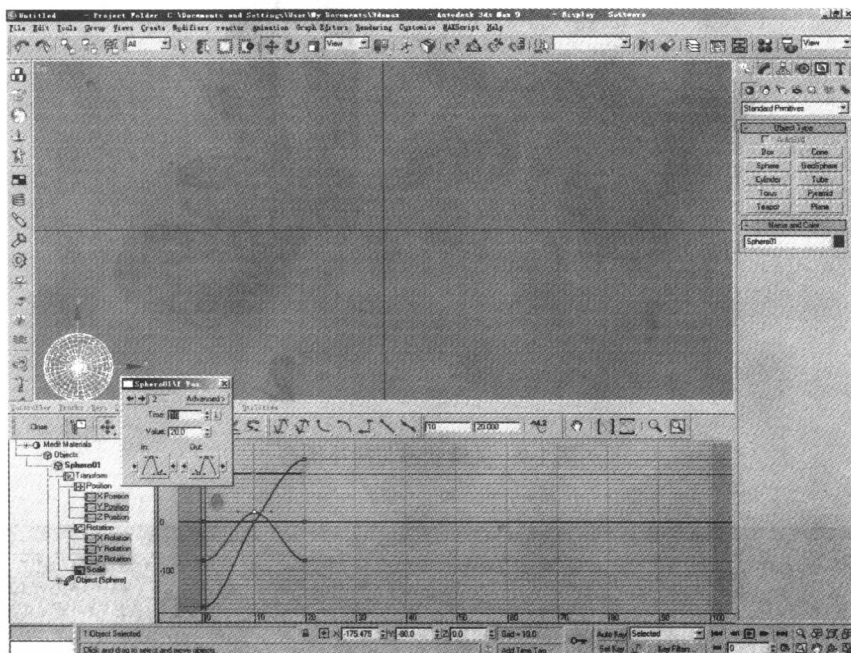


图 1-8 查看关键帧的信息

在 Y 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 20 时间点, Y 轴的坐标参数值为-80。

如果在 0~10 帧之间坐标参数是线性变化的, 在 0~10 帧之间需要插入 9 个动画帧, 用 0~10 帧之间坐标参数的变化量 100, 除以 9 个等分时间点, 就可以推算出在第 1、2、3、4、5、6、7、8、9 这些时间点中 Y 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 10~20 帧之间需要插入 9 个动画帧, 用 10~20 帧之间坐标参数的变化量 100, 除以 9 个等分时间点, 就可以推算出在第 11、12、13、14、15、16、17、18、19 这些时间点中 Y 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。

在上面所举的例子中, 从动画曲线可以观察到, 两个关键帧之间不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。