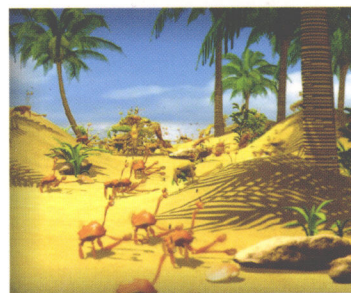
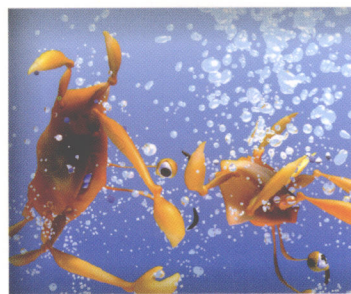


高等院校动漫设计系列教材

三维动画特效

——3DS MAX 9

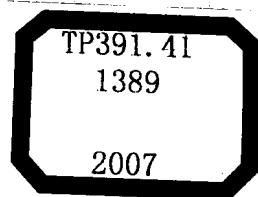
□ 李铁 刘配团 编著



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

三维动画特效

——3DS MAX 9

李 铁 刘配团 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年代中期便得到飞速发展。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,物质的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。

本书理论联系实践。通过一系列精心设计的实例,详细讲述了在 3DS MAX 9 中如何设置场景灯光和摄像机,如何编辑环境特效、粒子与群组动画效果、视频合成效果等,还介绍了如何利用 mental ray、V-Ray 等高级渲染器对编辑完成的动画进行渲染输出。本书详尽讲述三维动画特效制作过程中最常用到的具有代表性的功能,使读者在学习完本书后能够举一反三,独立完成最专业的三维动画特效制作任务。

本书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

三维动画特效:3DS MAX 9 / 李铁,刘配团编著. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2007.5

(高等院校动漫设计系列教材)

ISBN 978-7-81082-974-8

I. 三… II. ①李… ②刘… 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 042489 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:21 字数:538 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 978-7-81082-974-8 / TP·339

印 数:1~4 000 册 定价:34.00 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。



三维动画场景的渲染效果



使用Mental ray渲染器渲染海豚的动画场景效果



蜡烛燃烧动画场景效果



螃蟹聚集的动画效果



天空中云层的效果



场景灯光渲染效果



摄像机匹配效果



水中气泡的效果

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

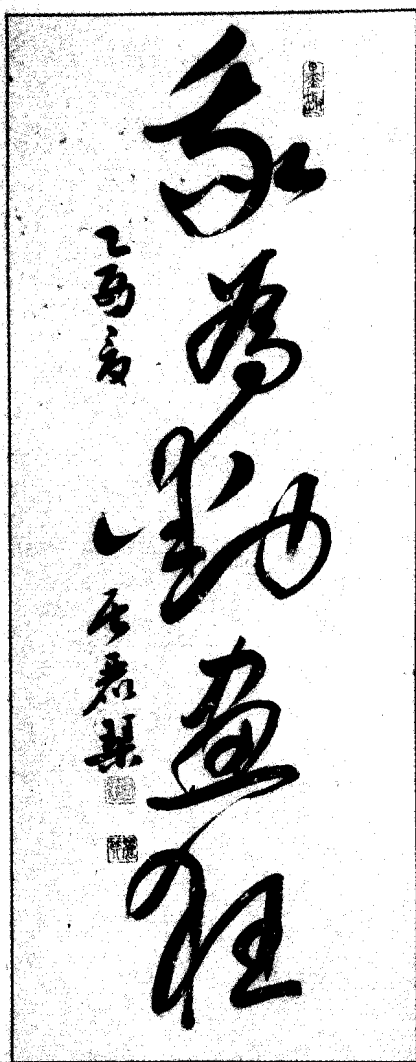
副主任 李兰友 李 铁

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

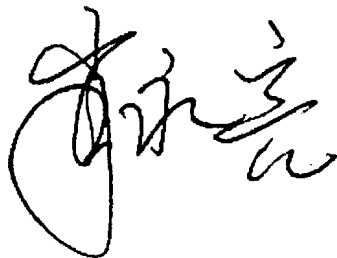
总 序

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，变不可能为可能的那些日子里，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, cursive handwritten signature in black ink, likely belonging to Zhang Yongliang. The characters are fluid and interconnected, with a large, sweeping loop on the left side.

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、技术和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，突出实用性、强调可操作性和理论系统性，力求文字浅显易懂、活泼生动。

动画特效制作是三维动画制作流程中的重要环节，三维动画设计师要设定场景中虚拟的摄像机，研究动画场景的光影效果，制作动画场景的环境效果，如雾、火焰、爆炸、景深和体积光等，最后还要对动画序列的最终效果进行合成，并依据动画的输出质量、渲染效果和特殊要求选择适当的渲染器。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、渲染特性等几方面性能卓越。3DS MAX 9 是三维动画特效制作首选的利器，利用高级灯光、视频合成、粒子流、高级渲染器等工具，极大地提升了三维动画特效制作的质量。

《三维动画特效》是本套系列教材中的一本，通过一系列精心设计的实例，详细讲述了在 3DS MAX 9 中如何设置场景灯光和摄像机，如何编辑环境特效、粒子与群组动画效果、视频合成效果等，还介绍了如何利用 mental ray、V-Ray 等高级渲染器对编辑完成的动画进行渲染输出。

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 etc，可从北京交通大学出版社的网站 <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 场景灯光	1
1.1 场景灯光设置原则	1
1.2 灯光类型	3
1.2.1 标准灯光	3
1.2.2 Photometric (光度控制灯)	6
1.3 标准灯光设计范例	9
1.4 全局光照系统	21
1.4.1 光线跟踪与光能传递	24
1.4.2 Light Tracer 全局光照系统	24
1.4.3 Radiosity 全局光照系统	25
1.5 高级灯光编辑	26
1.5.1 光线跟踪场景灯光	26
1.5.2 全局光照场景灯光	35
习题	48
第2章 摄像机	49
2.1 摄像机类型	49
2.2 摄像机参数	51
2.2.1 Parameters 展卷栏	51
2.2.2 Depth of Field Parameters 展卷栏	53
2.2.3 Motion Blur Parameters 展卷栏	55
2.3 镜头动作	56
2.4 摄像机跟踪与匹配	59
2.4.1 摄像机匹配帮助对象	59
2.4.2 摄像机匹配程序	60
2.4.3 摄像机追踪程序	61
2.4.4 摄像机匹配范例	64
习题	80
第3章 环境特效	81
3.1 环境和效果编辑器	81
3.1.1 环境编辑选项卡	82
3.1.2 效果编辑选项卡	83
3.2 大气效果	87
3.3 场景特效制作范例	90

习题	114
第4章 粒子与群组动画效果	115
4.1 粒子系统	115
4.1.1 概述	115
4.1.2 粒子系统功能	116
4.1.3 Particle View (粒子视图)	117
4.2 空间扭曲	118
4.2.1 Forces (动力空间扭曲)	119
4.2.2 Deflectors (导向空间扭曲)	120
4.2.3 Geometric/Deformable (几何/变形空间扭曲)	121
4.2.4 Modifier-Based (基本编辑空间扭曲)	121
4.2.5 reactor (反应器空间扭曲)	121
4.3 Particle Flow 粒子流动画范例	121
4.4 After Blurn 粒子动画范例	172
4.5 群组动画效果	186
4.5.1 创建螃蟹聚集的群组动画	187
4.5.2 利用粒子创建群组动画	204
习题	219
第5章 视频合成效果	220
5.1 视频合成编辑器	220
5.1.1 概述	220
5.1.2 视频合成工具栏	221
5.2 创建与执行事件	223
5.3 视频合成特效	225
5.4 视频合成范例	226
5.4.1 宇宙舰队	227
5.4.2 蜡烛燃烧效果	252
习题	277
第6章 渲染输出	278
6.1 渲染输出设置	278
6.2 渲染器	281
6.3 mental ray 渲染器使用范例	288
6.4 渲染到纹理	310
6.5 网络渲染	319
习题	325

第1章



场景灯光

本章详细讲述三维动画场景灯光设置的原则；介绍两种类型的灯光创建系统；详细讲述 Light Tracer（光线跟踪型）和 Radiosity（光能传递型）两种类型的全局光照系统，并通过 3 个高级灯光编辑的范例，介绍三维动画场景灯光设计的技巧。

1.1 场景灯光设置原则

光源对象是 3DS MAX 9 中的一种特殊类型的对象，用于形成场景的光环境（室内、室外或影棚中的光照环境）。光源对象既可以隐藏在场景之外，照亮场景中的对象，也可以直接显示在场景中，模拟真实世界中的光源对象，如图 1-1 所示。

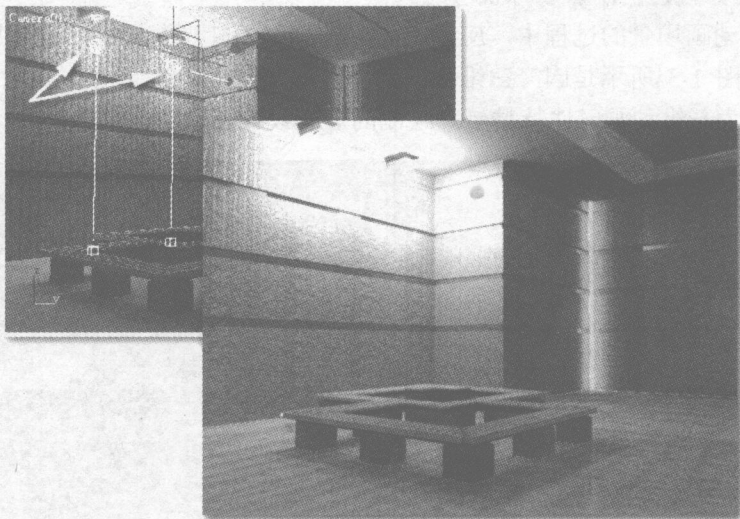


图 1-1 三维动画场景中用于模拟光源的灯光

灯光是创建真实世界视觉感受和空间感受的最有效手段之一，正确的灯光设置为最终的动画场景增添重要的信息与情感。例如，低明度、冷色调、低反差的灯光可以表现悲哀、低沉或神秘莫测的场景效果；而明艳、暖色调、阴影清晰的灯光适于表现热烈的场面，场景中对

象的材质效果往往也依赖于适当的环境布光。对电影领域灯光技术懂得越多,就越能独创性地、有效地使用 3DS MAX 9 中的灯光。

在自然世界中,太阳的白色光是由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫多种单色光混合而成的复色光。为了创建三维动画场景的特殊气氛,尽量避免只使用白色灯照明场景,可以根据环境气氛的需要为每盏灯加入淡淡的基调色彩。

在调节灯光的色彩时,应当注意色光混合的规律与物质性的色彩颜料不同,光的三原色是朱红、翠绿、蓝紫,所谓三原色光是指这三种色光可以混合产生自然界中的所有其他色光,而这三种色光本身却不能被其他色光混合产生。三原色光的混色规律依据加光混合原理,朱红色光与蓝紫色光混合形成品红色光;朱红色光与翠绿色光混合形成黄色光;蓝紫色光与翠绿色光混合形成天蓝色光;三原色光等量的混合便形成白色的复色光。朱红与天蓝、翠绿与品红、蓝紫与黄色互为补色光,所谓互补色光是指如果两种色光混合之后形成白色的复色光,这两种色光就互为补色光,它们的混色规律如图 1-2 所示。

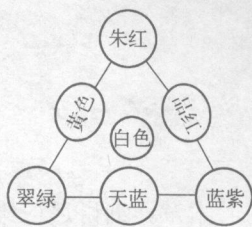


图 1-2 混色规律

在场景中创建环境灯光的原则是:

- ① 除非特殊的环境气氛需要,尽量少设置具有高饱和度色彩的灯光;
- ② 场景中的灯光数目尽可能少,过多的灯光会使场景中的对象看上去过于平板,减少了空间的层次,另外设置过多的灯光既不利于灯光的管理也会大大增加场景渲染的时间;
- ③ 在场景中设置聚光灯的时候,应当注意聚光灯的位置与投射角度,不正确的投光角度往往会破坏场景中对象的个性特征;
- ④ 灯光和对象投射的阴影要综合考虑。

在设计三维动画场景的过程中,应当首先对场景中的灯光效果进行设计规划,绘制灯光效果的设计图。图 1-3 所示是国产三维动画电影《魔比斯环》的灯光设计图;图 1-4 所示是亚瑟动画工作室为三维动画《比特精灵》绘制的灯光设计图。

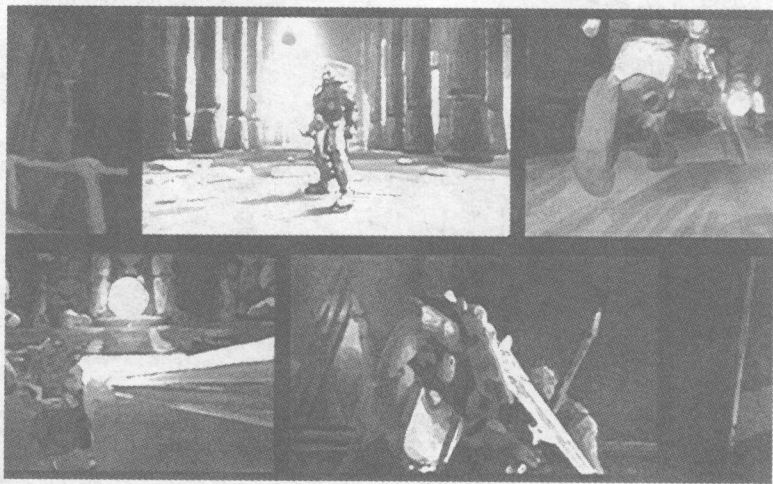


图 1-3 《魔比斯环》的灯光设计图

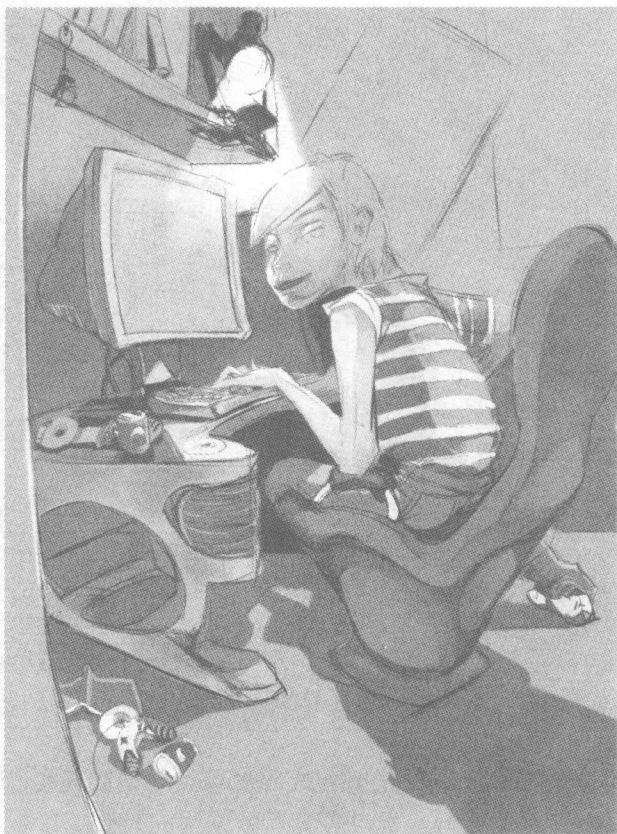


图 1-4 《比特精灵》的灯光设计图

1.2 灯光类型

3DS MAX 9 中共包含 3 种类型的灯光对象：Standard（标准）灯光、日光和 Photometric（光度控制）灯光。不同类型的标准灯光和 Photometric 灯光对象可以共享一系列相同的参数设置项目。

日光由 Daylight 和 Sunlight 共同构成，其创建工具要通过系统创建命令面板访问，如图 1-5 所示，可以精确指定日期、时间和方位，以确定日光照射的自然属性。另外，Photometric 灯光也提供了 IES Sun 和 IES Sky 两种类型的光度控制日光。

1.2.1 标准灯光

如图 1-6 所示，在灯光创建命令面板中共提供了 8 种类型的标准灯光：Omni（泛光灯）、Target Spot（目标聚光灯）、Free Spot（自由聚光灯）、Target Direct（目标平行光灯）、Free Direct（自由平行光灯）、Skylight（天光）、Area Omni Light（区域泛光灯）和 Area Spotlight（区域聚光灯）。



图 1-5 系统创建命令面板



图 1-6 灯光创建命令面板

不同类型的标准灯光对象以不同的投射方式照射场景，模拟真实世界中不同类型光源的效果。与 Photometric 灯光对象不同，标准灯光对象采用的光强度参数与真实世界中光源照度的实际物理参数无关。

1. Omni（泛光灯）

泛光灯提供给场景均匀的照明，这种光源没有方向性，由一个发射点向各个方向均匀地发射出灯光。

泛光灯照射的区域比较大，参数也比较易于调整，而且改进后的泛光灯也可以投射阴影和控制衰减范围。泛光灯投射的阴影呈中心放射状，等同于六盏聚光灯从一个中心向外照射所投射的阴影效果。由于这种灯是针对全部场景的均匀照射光源，所以如果在场景中建立太多的泛光灯就会使整个场景平淡没有层次。

注意：由于泛光灯在 6 个方位上都产生放射状的投影，所以泛光灯光线跟踪阴影的计算量比聚光灯光线跟踪阴影的计算量大得多，因此除非在特殊情况下，一般不为场景中的泛光灯指定光线跟踪阴影。

2. Target Spot（目标聚光灯）

目标聚光灯发射类似于光锥的方向灯光，其发射的光束有点类似于手电筒的光束，只在特定的方向上照射对象并产生投射阴影，在照射范围之外的对象不受该聚光灯的影响。在场景中创建目标聚光灯之后，可以手动调整投射点和目标点的位置与方向，在参数面板中可以调整聚光灯光锥的衰减特性，还可以为聚光灯设置投影贴图。

当创建了一个目标聚光灯后，激活运动命令面板，可以发现该目标聚光灯被自动指定了 Look At（注视）动画控制器，目标聚光灯的目标对象作为默认的注视目标点，如图 1-7 所示。在运动命令面板中单击 Pick Target（拾取目标）按钮后，在场景中可以单击选择任意一个对象作为目标聚光灯的新注视目标点。

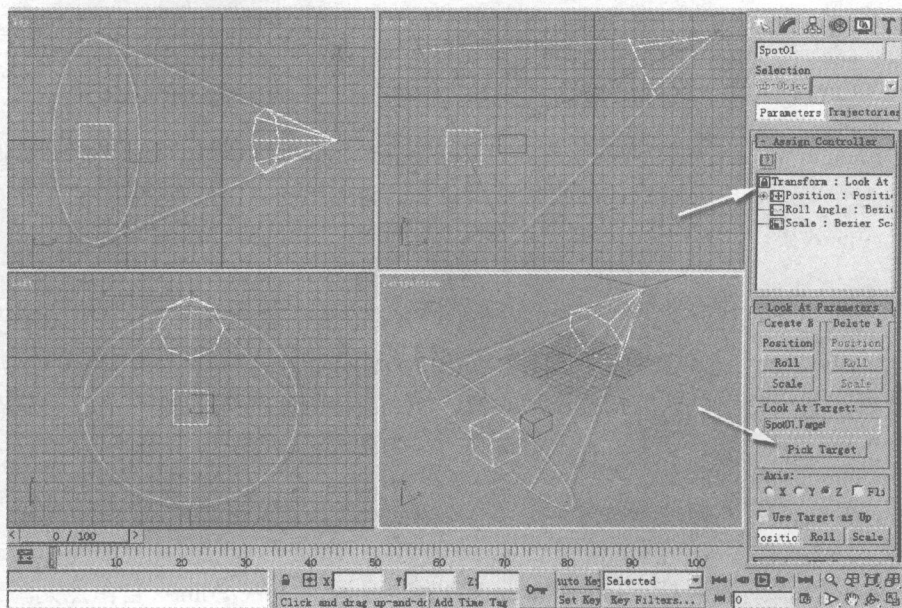


图 1-7 Look At 动画控制器

3. Free Spot（自由聚光灯）

自由聚光灯与目标聚光灯类似，也是发射同样的方向光锥，但不包含目标点，自由聚光灯可以整体调整光锥与任意的投射方向，所以在动画过程中投射范围能够保持固定不变。

4. Target Direct（目标平行光灯）

目标平行光灯与目标聚光灯基本类似，区别是目标平行光灯发射类似于柱状的平行灯光，可以模拟极远处太阳的平行光线，同样可以手动调整投射点和目标点的位置与方向。

5. Free Direct（自由平行光灯）

自由平行光灯与自由聚光灯基本类似，区别是自由平行光灯发射类似于柱状的平行灯光，这种聚光灯只能整体调整光柱与投射点，不能对目标点进行调整。

注意：在 Sunlight System（阳光系统）中的照明光源就是自由平行光灯。

6. Skylight（天光）

天光对象常用于创建场景均匀的顶光照明效果，还可以为 Skylight 对象设置天空色彩或指定贴图。