

● 高等院校动画专业“十二五”规划教材

3ds Max

三维动画特效

(第2版)

3D Animation Effects

□ 李文杰 李铁 刘配团 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



清华大学出版社

● 北京交通大学出版社

高等院校动画专业“十二五”规划教材

3ds Max

三维动画特效

(第2版)

李文杰 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世界中,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。本书在讲述过程中,把在三维动画特效制作过程中最常用到的具有代表性的功能进行详尽的讲述,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 / 李文杰编著. —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 978-7-5121-1452-4

I. ① 三… II. ① 李… III. ① 三维动画软件-高等学校-教材 IV. ① TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 081362 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:北京时代华都印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:15.75 字数:393 千字

版 次:2013 年 4 月第 2 版 2013 年 4 月第 2 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-1452-4 / TP·741

印 数:4 001~8 000 册 定价:31.00 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，针对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，突出实用性的同时，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，在该制作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、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、渲染效率和特殊要求选择适当的渲染器。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（第 2 版）》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 2012 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培养动画人才，实现动画王国中“中国学派”的复兴尽绵薄之力。

作者

2013 年 4 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)	5
1.3 标准灯光设计范例	7
1.4 全局光照系统	17
1.4.1 光线跟踪与光能传递	19
1.4.2 Light Tracer 全局光照系统	20
1.4.3 Radiosity 全局光照系统	21
1.5 高级灯光编辑	22
1.5.1 光线跟踪场景灯光	22
1.5.2 全局光照场景灯光	30
习题	43
第 2 章 摄像机	44
2.1 摄像机类型	44
2.2 摄像机参数	45
2.2.1 Parameters 展卷栏	45
2.2.2 Depth of Field Parameters 展卷栏	46
2.2.3 Motion Blur Parameters 展卷栏	48
2.3 镜头动作	49
2.4 摄像机跟踪与匹配	50
2.4.1 摄像机匹配帮助对象	51
2.4.2 摄像机匹配程序	51
2.4.3 摄像机追踪程序	53
2.4.4 摄像机匹配范例	55
习题	67
第 3 章 环境特效	68
3.1 环境和效果编辑器	68
3.1.1 环境编辑选项卡	68
3.1.2 效果编辑选项卡	69
3.2 大气效果	73
3.3 场景特效制作范例	75

习题	105
第4章 粒子与群组动画效果	106
4.1 粒子系统	106
4.1.1 概述	106
4.1.2 粒子系统功能	107
4.1.3 Particle View (粒子视图)	108
4.2 空间扭曲	109
4.2.1 Forces (动力空间扭曲)	110
4.2.2 Deflectors (导向空间扭曲)	111
4.2.3 Geometric/Deformable (几何/变形空间扭曲)	112
4.2.4 Modifier-Based (基本编辑空间扭曲)	112
4.2.5 reactor (反应器)	112
4.3 Particle Flow 粒子流动画范例	112
4.4 RealFlow 粒子动画案例	138
4.5 群组动画效果	154
习题	171
第5章 视频合成效果	172
5.1 视频合成编辑器	172
5.1.1 概述	172
5.1.2 视频合成工具栏	173
5.2 创建与执行事件	175
5.2.1 Add Scene Event (输入场景动画事件)	175
5.2.2 Add Image Input Event (增加图像输入事件)	175
5.2.3 Add Image Filter Event (增加图像滤镜事件)	175
5.2.4 Add Image Layer Event (增加图像层事件)	175
5.2.5 Add Image Output Event (增加图像输出事件)	176
5.2.6 Add External Event (增加外部程序事件)	176
5.2.7 Add Loop Event (增加循环事件)	176
5.2.8 Execute Sequence (执行视频合成)	176
5.3 视频合成特效	177
5.3.1 Adobe Photoshop Plug-In Filter (Adobe Photoshop 外挂滤镜)	177
5.3.2 Adobe Premiere Video Filter (Adobe Premiere 视频滤镜)	177
5.3.3 Contrast Filter (对比度滤镜)	177
5.3.4 Fade Filter (淡入淡出滤镜)	177
5.3.5 Image Alpha Filter (图像透明通道滤镜)	177
5.3.6 Negative Filter (负片滤镜)	178
5.3.7 Pseudo Alpha Filter (准透明通道滤镜)	178
5.3.8 Simple Wipe Filter (普通穿插滤镜)	178
5.3.9 Starfield Filter (星空滤镜)	178

5.3.10 Lens Effects Filter (镜头特效滤镜)	178
5.4 视频合成范例	178
5.4.1 太空机器巨人	179
5.4.2 烟雾插件 FumeFX 特效制作案例	185
习题	205
第 6 章 渲染输出	206
6.1 渲染输出设置	206
6.2 渲染器	209
6.3 mental ray 渲染器使用范例	214
6.4 渲染到纹理	228
6.5 网络渲染	236
习题	241

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，并通过两个高级灯光编辑的范例，介绍三维动画场景中灯光设计的技巧。

1.1 场景灯光设置原则

光源对象是 3ds Max 2012 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。

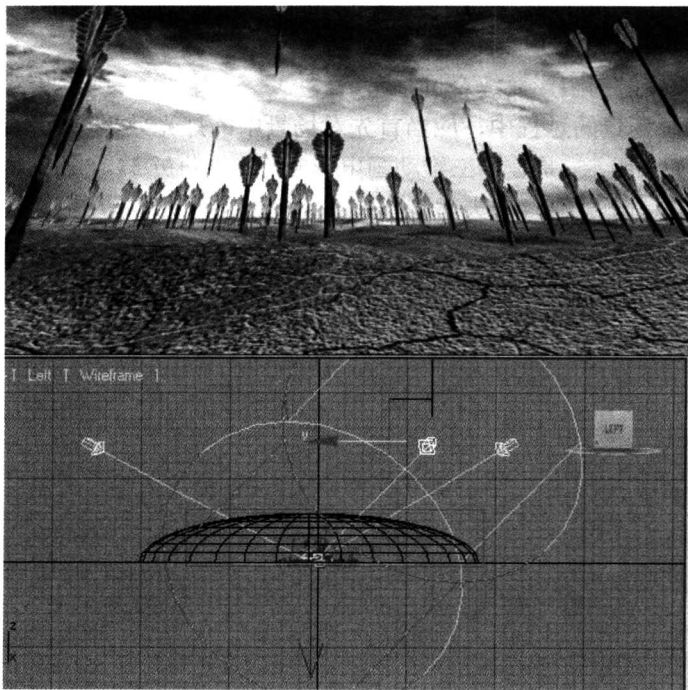


图 1-1 三维动画场景中用于模拟光源的灯光

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，正确的灯光设置可以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，就越能独创性且有效地使用 3ds Max 2012 中的灯光。

在自然世界中，太阳的白色光由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种单色光混合而成。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，色光的三原色是朱红、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。

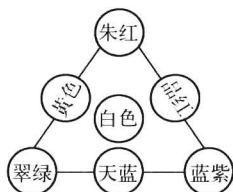


图 1-2 混色规律

在场景中创建环境灯光的原则如下。

- 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时，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 灯光和对对象投射的阴影要综合进行考虑。

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，是美国三维动画电影《玩具总动员 3》中的室内场景灯光设计图；图 1-4 所示，是三维动画电影《功夫熊猫》中的室外场景灯光设计图。

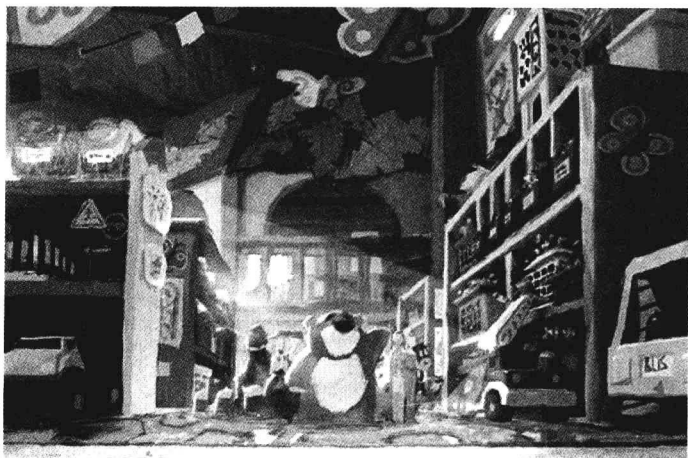


图 1-3 《玩具总动员 3》中的室内场景灯光设计图



图 1-4 《功夫熊猫》中的室外场景灯光设计图

1.2 灯光类型

3ds Max 2012 中共包含三种类型的灯光对象：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一共提供了 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）、mr Area Omni（区域泛光灯）和 mr Area Spot（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，以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，因此除非在特殊的情况下，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。

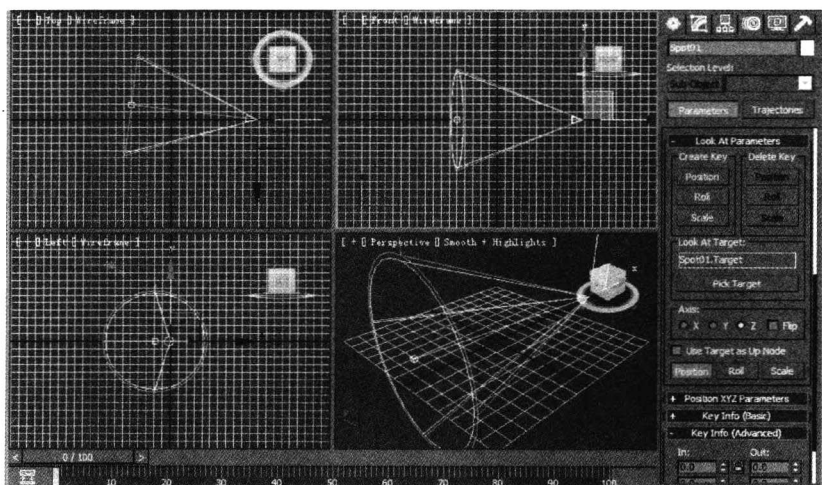


图 1-7 Look At 动画控制器

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。

注意：标准的 Skylight 对象与 Photometric daylight 对象不同，Skylight 对象要与 Light tracing (光线追踪) 高级灯光设置配合使用，可以模拟 daylight 的作用效果。

如果使用 mental ray 渲染器进行渲染，由 Skylight 照射的对象会十分灰暗，除非在 Render Scene (渲染场景) 对话框的 Indirect Illumination (间接照明) 展卷栏中勾选 Final Gathering (最终聚集) 选项。

7. mr Area Omni (区域泛光灯)

在使用 mental ray 渲染器渲染场景时，mr Area Omni 可以模拟从一个球体或圆柱体区域发射灯光的效果；如果使用默认的扫描线渲染器，mr Area Omni 与标准的泛光灯一样都是创建点光源的效果。

8. mr Area Spot (区域聚光灯)

在使用 mental ray 渲染器渲染场景时，mr Area Spot 可以模拟从一个矩形或圆形区域发射灯光的效果；如果使用默认的扫描线渲染器，mr Area Spot 与标准的聚光灯一样都是创建点光源的效果。

1.2.2 Photometric (光度控制灯)

Photometric 光源对象包括 Target Light (目标光源)、Free Light (自由光源)、mr Sky Portal

(mr 天光), 如图 1-8 所示。

Photometric 灯光系统的照射范围和衰减程度是基于真实物理世界的, 可以直接按照真实世界的光源属性在全局光系统中进行布光。

光度控制灯始终使用平方倒数衰减方式, 其亮度可以在特定距离处用 **candelas** (坎德拉, cd) 单位、**lumens** (流明, lm) 单位或 **lux** (勒克斯, lx) 单位表示。光度控制灯在与光线跟踪功能结合使用的时候非常有用, 由于二者的结合可以模拟真实世界的现象, 并适用于进行光照的精确分析。

使用光度控制灯时, 建模中使用真实世界物体的单位尺度非常关键, 灯泡属性为 100 瓦的光度控制灯无法照亮城市这样大的范围, 因此要确保软件中单位和物体的尺寸符合真实世界中单位和物体的尺寸。如图 1-9 所示。



图 1-8 Photometric 光源

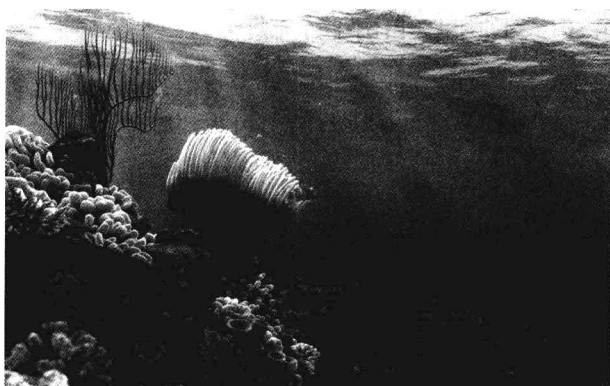


图 1-9 《海底总动员》中的水下光照效果

注意: 每一种 Photometric 灯光都支持 2~3 种不同的光线分布方式, 点光源支持 Isotropic (等方向) 分布、Spotlight (聚光) 分布和 Web (网状) 分布; 线光源和面光源支持 Diffuse (漫射) 分布和 Web 分布。关于不同的光线分布方式将在后面详细讲述。

mr Sky Portal 照射效果如图 1-10 所示。



图 1-10 mr Sky Portal 照射效果

天光是一种依据实际自然法则的灯光对象, 用于模拟真实的天光大气效果, 光照属性将

依据场景地理位置、时间和日期自动设定。

1.3 标准灯光设计范例

对于一般的灯光类型,都包含如下参数设置展卷栏:Name and Color (名称与色彩)、General Parameters (通用参数)、Intensity/Color/Attenuation (强度/色彩/衰减参数)、Advanced Effects (高级效果)、Shadow Parameters (阴影参数)、Shadow Map Parameters (阴影贴图参数)。

下面通过一个灯光设计范例,对一些重要灯光参数的设置详尽地讲述。

- 选择菜单命令 File>Open (文件>打开), 打开如图 1-11 所示的三维场景文件。

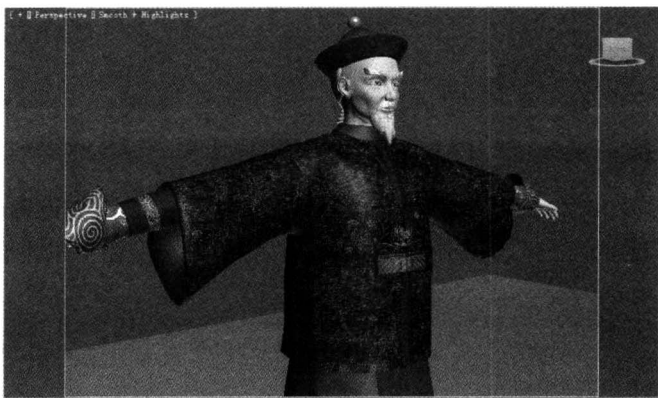


图 1-11 打开动画场景文件

- 在创建命令面板中单击  按钮, 再在灯光创建命令面板中单击 Target Direct 按钮, 在场景中单击并拖动鼠标创建一盏目标平行光灯, 如图 1-12 所示, 鼠标单击点确定了灯光创建的位置, 鼠标拖动方向决定了灯光的投射方向。

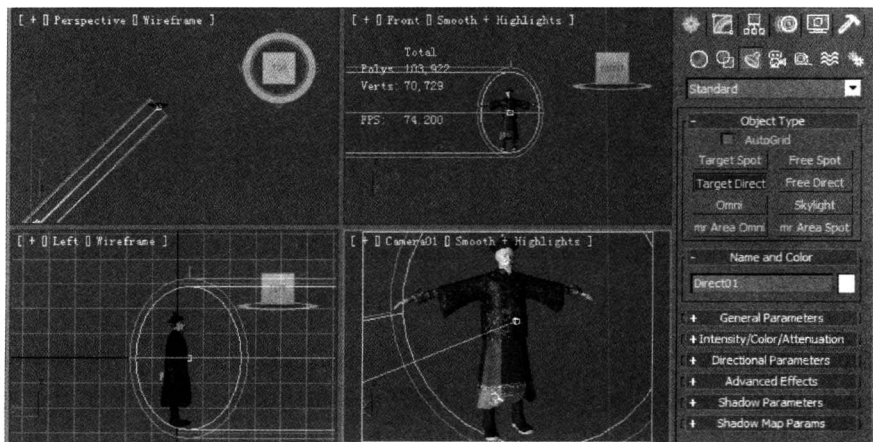


图 1-12 创建目标平行光灯

- 单击主工具栏中的  按钮，在左视图中向上移动调整灯光的位置，如图 1-13 所示。

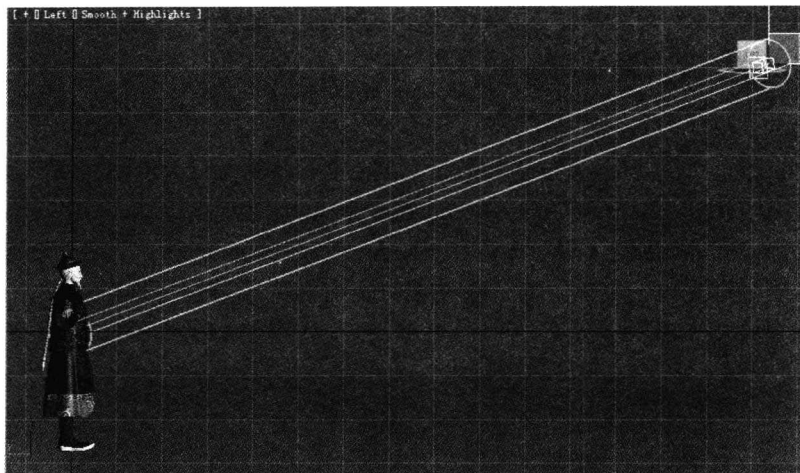


图 1-13 移动调整灯光位置

- 激活摄像机视图，单击主工具栏中的  按钮，渲染察看灯光设置的效果，如图 1-14 所示，可以观察到灯光的投射范围不准确，对象在基准面上也没有投射阴影。

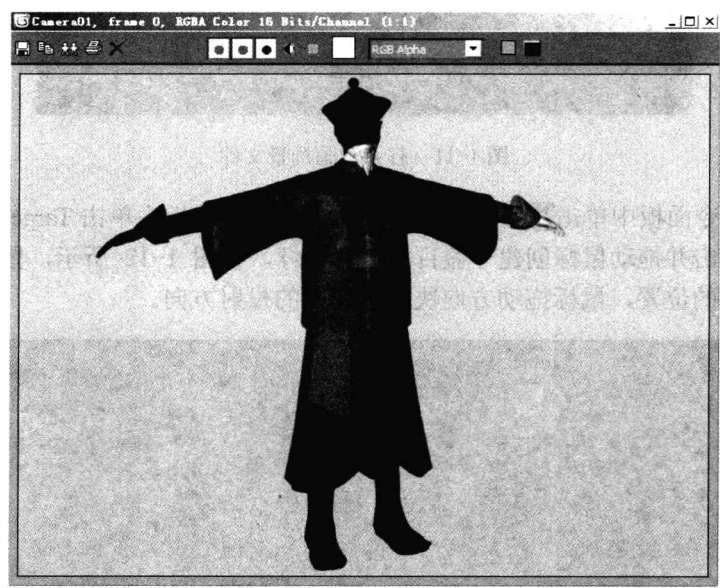


图 1-14 渲染察看灯光设置的效果

- 在 Shadows(阴影)项目中勾选 on 选项；在 Light Cone(光锥)项目中，将 Hotspot/Beam(聚光区/光束)参数设置为 152.5，该参数用于指定聚光区光锥的角度，在聚光区内具有聚光灯最强的照度；将 Falloff/Field(衰减区/区域)参数设置为 540，该参数用于指定衰减区光锥的角度，聚光灯照射不到衰减区以外的对象。设置效果如图 1-15 所示。



图 1-15 设置阴影、聚光区和衰减区参数

- 可以观察到灯光的投影效果还比较粗糙，在 Shadow Map Parameters（阴影贴图参数）展卷栏中，将 Size（尺寸）参数设置为 1024，该参数用于设定阴影贴图的尺寸，尺寸越大阴影投射越精细；将 Sample Range（采样范围）参数设置为 20，该参数用于指定阴影边缘平均采样范围的大小，采样范围越大，阴影的边缘越柔和。参数设置效果如图 1-16 所示。



图 1-16 设置尺寸和采样范围参数

- 可以观察到投影与对象底面之间存在一定距离，对象看上去好像浮在空中，在 Shadow Map Parameters 展卷栏中，将 Bias（偏移）参数设置为 0.1，该参数用于使阴影靠近或远离投射阴影的对象，Bias 参数值越高，阴影越远离投射阴影的对象。参数设置效果如图 1-17 所示。



图 1-17 Bias 参数的设置效果

- 可以观察到对象投影过于浓黑，在 Shadow Parameters（阴影参数）展卷栏中将 Dens.（密度）参数设置为 0.6，该参数用于指定灯光投射阴影的密度，默认为 1。该参数可以为负数，用于产生白色的阴影。参数设置效果如图 1-18 所示。



图 1-18 Dens.参数的设置效果

- 在灯光创建命令面板中单击 Omni 按钮，在场景中单击并拖动鼠标创建一盏泛光灯，如图 1-19 所示。
- 在 Intensity/Color/Attenuation（亮度/色彩/衰减）展卷栏中，将 Multiplier（倍增器）参数设置为 0.5，倍增器类似于灯的调光器，值小于 1 减小灯的亮度；大于 1 增加灯的亮度；当为负值时，灯光用于从场景中减去亮度。参数设置效果如图 1-20 所示。