

3ds max 4.2 专家之路系列丛书

3ds max 4.2 动画 制作专家之路

杨 军 编著

2005/12/04

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

3ds max 是近年来 PC 平台上最优秀的三维动画制作软件之一,无论在特效渲染,还是在处理动画方面,该软件都有极强功能。

为了使广大动画制作爱好者能够在使用该软件的技法上有所突破,本书精心编排了制作动画特技的精彩范例。在本书中,读者将学到动画制作的基础知识、动画制作的方法和工具、动画效果的创建及表现手法。

本书是《3ds max 4.2 专家之路系列丛书》中的一本,适用于已掌握 3ds max 的基本用法,想在动画制作方面有所精专的朋友们阅读。也可作为广大相关专业人士、美术院校学生及动画设计师的参考用书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

书 名: 3ds max 4.2 动画制作专家之路

作 者: 杨 军

责任编辑: 邓小君

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印 刷 者: 北京牛山世兴印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×960 1/16 印 张: 24.25 插 页: 2 字 数: 504 千字

版 次: 2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-900637-62-1

印 数: 0001~6000

定 价: 35.00 元(含 1 张光盘)

前 言

3ds max 是一个功能极强、具有丰富内涵的三维造型软件。它在三维动画设计、三维造型设计、影视广告设计、工业设计、建筑设计和多媒体制作等领域占有重要地位。3ds max 4.2 更是将三维制作推向了无人能及的顶峰，为视觉效果、人物动画及下一代游戏提供了全套的解决方案。

很多搞动画创作的人都遇到过这样的困难：自己有一个绝妙的想法，但却不知道如何去实现。3ds max 的出现解决了这个问题，自 3ds max 问世以来，以其友好的操作界面，强大的三维建模和动画制作功能，迅速成为风靡世界的三维软件。

本书是根据笔者多年设计制作动画的实践经验编写而成的。无论你是动画制作的新手还是中高级用户，本书都能帮助你提高 3ds max 的使用水平。如果是新手，会发现本书在写作手法上独辟蹊径，大大简化了熟练掌握 3ds max 4.2 的过程；中高级用户常常被一些特殊效果的制作所困扰，本书把笔者的多年经验融合在范例中，与你共同切磋。

本书共分为两个部分。第一部分介绍了动画的基本知识，主要包括 3 个方面。第一方面介绍了三维动画制作的基本知识和美学修养；第二方面重点介绍了利用 3ds max 4.2 制作动画的具体步骤；第三方面则详细介绍了三维动画制作后期的渲染工作。在第二部分通过 3 个精彩的动画制作实例，综合运用动画创作的方法，完整展现动画创作的全过程。本书的操作步骤清晰、连贯，读者可跟随着本书的实例一步一步操作，以达到熟练掌握 3ds max 4.2 动画制作技巧的目的。当然，要想成为一名三维动画高手，还需要读者努力提高自己的艺术素养。

本书涉及的实例均在所附光盘之中，包括所有实例的模型原件、贴图文件和动画文件，读者可以一边学一边参考光盘中的文件，以检验效果。关于如何使用本书的光盘，详见光盘中的 Readme.txt 文件。

由于作者的能力和水平有限，本书可能会有谬误之处，恳请读者批评指正。

目 录

第 1 章 动画制作基本理论	1	3.1.4 透视视图与 3ds max 摄像机的关系	37
1.1 颜色模型	2	3.1.5 视线	38
1.1.1 颜料颜色模型	3	3.1.6 使用水平线	39
1.1.2 RGB 模型	6	3.1.7 灭点、视角和透视	40
1.1.3 光的混合色	7	3.2 人的视觉与摄像机透视	41
1.1.4 用 HSV 描述颜色	11	3.2.1 3ds max 的摄像机模拟	42
1.1.5 调整颜色	11	3.2.2 35mm 的摄像机镜头	43
1.1.6 颜色合成	12	3.2.3 广角镜头和长焦镜头	43
1.2 光色模型	14	3.2.4 理解视差和透视校正	44
1.2.1 光色的作用	14	3.2.5 理解合成元素	45
1.2.2 人造光色的作用	16	第 4 章 动画基础操作	49
1.2.3 彩灯的作用	17	4.1 Animate 按钮的使用	50
第 2 章 动画和故事板	21	4.2 用关键帧进行操作	50
2.1 使用故事板	22	4.3 使用轨迹栏	51
2.1.1 制作故事板的过程	22	4.4 时间控制	53
2.1.2 故事板的类型	24	4.5 使用 Motion 面板	55
2.2 绘制故事板	25	4.5.1 参数设置	56
2.3 动画的概念	25	4.5.2 轨线的使用	57
2.3.1 运动的设计	25	4.6 动画对象	58
2.3.2 运动的物理过程	26	4.7 制作跳动的小星的动画	59
2.3.3 人的运动研究	29	第 5 章 微粒子系统	75
第 3 章 合成与透视	33	5.1 微粒子系统基本概念	76
3.1 三维视图观察方法	34	5.2 创建微粒子系统	76
3.1.1 正交视图	34	5.3 设置微粒子参数	78
3.1.2 正交投影视图	35	5.3.1 Spray 参数	78
3.1.3 轴测视图	36	5.3.2 Snow 参数	82

5.3.3 Super Spray 参数.....	83	7.6 制作链接动画.....	168
5.3.4 PArray 参数.....	96	第 8 章 反向运动系统	171
5.3.5 Blizzard 参数.....	96	8.1 理解反向运动.....	172
5.3.6 PCloud 参数.....	97	8.2 创建反向运动系统.....	173
5.4 制作爆竹辞岁的动画.....	98	8.2.1 创建并链接系统.....	173
第 6 章 空间变形	113	8.2.2 选择终结点.....	173
6.1 创建和施加空间变形.....	114	8.2.3 定义连接约束条件.....	174
6.1.1 创建空间变形.....	114	8.2.4 复制、粘贴和镜像连接.....	175
6.1.2 施加空间变形.....	115	8.2.5 绑定对象.....	176
6.2 空间变形类型.....	115	8.2.6 设置优先值.....	176
6.2.1 Geometric/Deformable.....	115	8.3 制作反向运动系统动画.....	177
6.2.2 Forces.....	124	8.3.1 用交互式 IK 制作动画.....	177
6.2.3 Modifier-Based.....	140	8.3.2 用指定 IK 制作动画.....	179
6.2.4 Deflectors.....	143	8.4 反向运动参数设置.....	187
6.3 制作弹簧称的动画.....	153	8.5 使用 IK 控制器.....	188
第 7 章 创建链接层次	157	第 9 章 使用 Track View	189
7.1 理解层次.....	158	9.1 Track View 概述.....	190
7.2 创建链接.....	158	9.1.1 Track View 窗口.....	190
7.2.1 链接对象.....	159	9.1.2 Track View 窗口工具栏.....	192
7.2.2 断开链接.....	159	9.1.3 编辑关键帧工具栏.....	194
7.3 显示链接和层次.....	160	9.1.4 编辑时间工具栏.....	195
7.3.1 显示链接.....	160	9.1.5 编辑范围工具栏.....	196
7.3.2 查看层次.....	161	9.1.6 编辑功能曲线工具栏.....	197
7.4 应用链接对象.....	162	9.1.7 视图控制工具栏.....	199
7.4.1 选择层次.....	163	9.2 使用 Track View 窗口.....	200
7.4.2 轴心点变换.....	163	9.2.1 使用关键帧对动画 进行编辑.....	200
7.4.3 变换链接对象.....	164	9.2.2 调节功能曲线.....	202
7.4.4 锁定变换.....	165	9.2.3 过滤轨迹.....	205
7.4.5 继承变换.....	165	9.2.4 使用控制器.....	206
7.4.6 链接到虚构对象上.....	166		
7.5 创建 Bones 系统.....	167		

第 10 章 使用背景、环境 和大气效果	215
10.1 创建环境	216
10.2 加入大气效果	219
10.2.1 创建大气效果边界	219
10.2.2 创建大气效果	221
10.3 载入视图背景	230
第 11 章 设置渲染参数	233
11.1 了解渲染器	234
11.2 使用预览	234
11.2.1 创建预览	235
11.2.2 浏览预览	238
11.2.3 重命名预览文件	238
11.3 渲染参数	239
11.3.1 初始化渲染操作	239
11.3.2 共同参数	241
11.3.3 Scanline A-Buffer 渲染器	243
11.4 渲染的优先设置	246
11.5 使用虚拟帧缓冲器	248
11.6 使用 RAM Player	250
第 12 章 使用渲染效果	253
12.1 在场景中加入渲染效果	254
12.2 渲染效果的参数	255
12.2.1 Lens 效果	255
12.2.2 Blur 效果	269
12.2.3 Brightness and Contrast 效果	270
12.2.4 Color Balance 效果	271
12.2.5 File Output 效果	272

12.2.6 Film Grain 效果	272
12.2.7 Motion Blur 效果	273
12.2.8 Depth Of Field 效果	274
第 13 章 Video Post 窗口	277
13.1 什么是后期制作	278
13.2 使用 Video Post 窗口	278
13.2.1 Video Post 工具栏	279
13.2.2 Video Post 队列	280
13.2.3 Video Post 状态栏	281
13.3 使用序列	281
13.3.1 添加和编辑事件	282
13.3.2 添加图像输入事件	283
13.3.3 添加场景事件	284
13.3.4 添加图像滤镜事件	286
13.4 使用透镜效果滤镜	291
13.4.1 添加闪光效果	292
13.4.2 添加焦点效果	293
13.4.3 添加发光效果	294
13.4.4 添加高光效果	295
13.4.5 增添图像层次事件	295
13.4.6 添加外部事件	297
13.4.7 使用循环事件	298
13.4.8 添加图像输出事件	299
13.4.9 范围的使用	300
第 14 章 旭日东升	301
14.1 创建海面	302
14.2 创建岩石	304
14.3 复制岩石	305
14.4 创建天空	306
14.5 指定岩石材质	307
14.6 指定海面材质	309

14.7 指定天空材质	310	15.4 制作香水的材质效果	344
14.8 创建目标摄像机和灯光对象	311	15.5 创建摄像机	345
14.9 创建泛光灯对象	313	第 16 章 火山爆发	349
14.10 编辑场景动画	316	16.1 制作山地地形	350
14.11 使用 Video Post 合成效果	320	16.2 创建环境	362
第 15 章 香水广告	325	16.3 制作火山喷发动画	363
15.1 制作香水瓶及其瓶盖	326	16.4 制作熔岩流出的效果	369
15.2 制作地面效果和灯光	337	16.5 制作 Video Post 特效	373
15.3 制作香水动画	340		

第1章

动画制作基本理论

内容介绍:

- 颜料颜色模型
- 反射光的颜色
- 在 3ds max 中混色
- 颜色合成
- 自然光颜色的影响
- 人造光颜色的影响
- 彩灯的影响



现在，三维动画已越来越为人们所熟悉和接受。看看周围就会发现，三维动画已无处不在，如电视广告、电视片头、电影特技等。现在它已广泛用于各个领域，如建筑领域、游戏制作、国防等。三维动画制作是计算机应用的一个特殊领域，许多电脑爱好者是伴随着三维动画技术的不断发展而成长的。在众多的动画三维制作软件中，3d Studio max 是广受用户爱戴的三维动画制作软件，现在已经升级到了 R4.2 的版本。本书将从其基本知识讲起，逐步介绍 3d Studio max 4.2 的动画制作。

要制作一段动画，必须全盘考虑有关动画的所有事宜。如果是制作一段简单的演示动画，那么之前的规划简单地制作一下就行了；而如果要制作复杂的场景动画，那么在规划动画时，就需要在创建方向、场景设计、场景灯光和动作设计等方面制订出详细计划，把创意迅速转变成具体的创作方案。3ds max 4.2 提供了完成大多数项目所需的工具，对于动画任务来说，非常灵活方便。不过，若要精通使用 3ds max 4.2，还必须掌握与动画中的许多任务有关的主要概念。这一章中我们将要介绍制作动画所必需的基础知识，其中，颜色和光就是与所有动画项目有关的最重要的概念之一。

1.1 颜色模型

看一下我们周围的环境吧：为什么人们看到红灯就停下来？为什么托儿所都涂成蓝色和粉红色？在什么场合使用什么颜色是有规律可循的，这对动画有着非常重要的作用。因为颜色不仅能营造气氛，而且能暗示情绪和动作。像其他视频媒体一样，动画实际上也是用多张图片来讲述一个故事。因而使用颜色和光的效果是整个动画设计过程中相当重要的一部分。在本节中，将介绍各种有关颜色和光的概念，以及它们与计算机图形学和 3ds max 的关系。

颜色通常是对象表面最重要的特性之一。当停止通行信号灯在视线中呈现红色时，我们就认为它是红色的，或认为它是涂成红色的。事实上，并不是信号灯的表面是红色的，而是它反射的光是红色的。信号灯的颜料吸收颜色反射光谱中除红光以外的所有其他波长的光，只剩下红光反射到人眼。人眼感知了反射的红光后就认为信号灯是红色的。

在日常生活中，我们从不与光的颜色直接打交道，无需辨别它，又很少混合使用它，并且也很少遇到光谱中大多数成分都被吸收的情形。我们所习惯的是生活中的白光或接近白光的光线效果，并且大多数情况下一直在与早已知道将会反射出什么光的物质打交道，这些物质称为颜料。即使你没有像艺术家那样使用油彩等传统颜料的经历，总也应该有烹

调、调制饮料、打翻酱油瓶、甚至洗衣时使之染上其他颜色之类的经历吧。当你做那些事时，实际上就是在混合颜色。颜色是生活的一个重要组成部分，不论你是在设计、装修还是在穿衣时，实际上都是在搭配颜色，使之协调。

计算机图形学中的颜色与现实生活中的颜色有很大差别。我们使用计算机和 3ds max 4.2 之类的程序来创建、混合和管理颜色。在 3ds max 4.2 系统中创建的光的颜色相当于现实生活中颜料反射的颜色，实际上也就是人眼看到的颜色，因此在 3ds max 4.2 中创建动画时，需要牢记的最重要的一点是，光的颜色就是颜料反射的光，也就是你眼睛看到的颜色。在动画中操纵灯光可以影响到场景的颜色。这听起来有些费解，但是，一旦了解了颜料与颜色的关系、光的复杂性及其产生的效果以后，再来考虑这个问题就会觉得自然而然。

1.1.1 颜料颜色模型

童年时我们就根据颜料建立起了关于颜色的概念。我们最早被告知或接受的颜色知识是黄色颜料与蓝色颜料混合能形成绿色颜料、颜料、油漆甚至彩色粉笔都遵从这一颜色规律。红、黄、蓝是 3 种最基本的原色，这些颜色是纯色的，可以产生其他颜色。当这 3 种颜色分别两两以相同比例混合时，便形成次原色：橙、绿、紫。介于原色和次原色之间的所有可能出现的颜色则统称为同源色或谐调色。由于这个颜色模型是创建在三原色基础上的，因此，称为红、黄、蓝(RYB)颜色模型。其最大的优点是相当直观，却并不是完全正确的，因为不是所有的颜色都能从这三原色的混合中获得。

1 RYB 颜色模型

RYB 颜色模型如图 1.1 所示。三原色呈三角形排列，同时形成了一个反向的次原色的三角形。颜色在彩环上是按光谱或彩虹中的颜色顺序排列的。

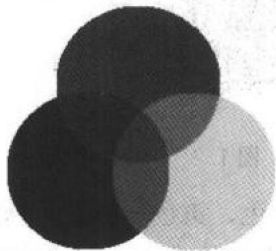


图 1.1 交叠彩色圆

2 颜料颜色混合

用三原色圆的交叠来说明基本的颜色混合原理。在色盘中，三原色两两混合形成了次原色，中部 3 个颜色混合形成棕色，混合补色也可得到同样的结果。棕色含有 RYB 彩环上所有的颜色，故也包含了所有三原色。

彩环上没有黑色。小时候可能有人告诉你将所有颜色混合起来就能得到黑色，但实际上得到的只是“泥色”而不是黑色。由于很难得到黑色，于是很多人便认为黑色也是一种原色，需要专门购买黑色颜料。缺乏黑色实际上是 RYB 颜色模型的一个缺陷。虽然可以直接从 RYB 颜色模型得到现实生活中常见的大多数颜色，但它仍然是不完全的。

3 CYM 颜色模型

虽然 RYB 模型已经使用了很长时间，并且被绝大多数专家所采用，但却是一个不准确的模型。事实上，若想通过混合 RYB 模型的三原色来得到纯正的紫色、绛红色和蓝绿色，其结果就像企图得到黑色一样，是不可能的。因为以上提到的 3 种颜色实际上也是原色，无法从红、黄、蓝中调配出来。当然这并不能说明从前的艺术家的做法不正确，只不过是受其所使用的颜色模型局限而已。

CYM 颜色模型如图 1.2 所示。

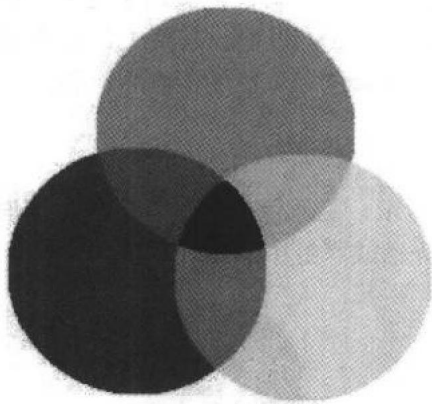


图 1.2 CYM 颜色模型

CYM 颜色模型的三原色(蓝绿色、黄色、绛红色)实际上是白光三原色(红色、绿色、蓝色)的补色。所有颜料(或相减合成材料)都可由这 3 种颜色合成。在 CYM 模型中，红色是由绛红色和黄色混合而成，蓝色由蓝绿色和绛红色混合而成，而大多数人认同的黄色是



黄原色加了一点绛红色。CYM 模型之所以没有被广泛接受的原因就是这些原色不是自然色,在自然界中很难找到,与周围的生活环境没有直接的联系。自然界中很少有真正的原色,现实生活中也很少使用真正的原色。



提示

自然界的原色就像真空一样难以获得。RYB 模型使用了这么久并且仍然在使用的一个重要原因就是纯的蓝绿色、黄色、绛红色很难获得。纯黄色在 19 世纪初才得到,而 19 世纪 50 年代才得到真正的绛红色。几个世纪以来,艺术家们不得不使用已经经过混合或相减的颜色来进行创作。观察一下使用 RYB 作为混色模型的调色板就可以明白这一点。由于主要依赖黑色调整亮度,所以看起来既无立体感又很混浊。过去艺术家的作品普遍有一个特定的基调(包括感情和色彩),那就是缺乏亮丽,太沉闷,原因很简单,因为那时没有亮找到原色。

4 四色印刷及 CYMK 模型

CYM 模型与 RYB 模型的一个重要区别就是它的三原色混在一起能形成黑色,而不是由红、黄、绿形成的棕色。



提示

当用 CYM 模型生成颜色时,各原色的成分用其在混合物中所占的百分比来表示(例如:50%的黄色,45%的蓝绿色和 5%的绿红色生成深绿色),这样就形成了各种各样的颜色配方。这种用比例来描述颜色的概念与在 3ds max 4.2 中定义的颜色值是相似的。

彩色印刷以颜料为媒体,采用 CYM 模型并且需要黑色。正因如此,通常用“墨水”颜色模型来称呼 CYM 模型。在这个“墨水”模型中,蓝绿色、黄色、绛红色是原色,3 种颜色混合即得黑色。使用由相互交叠的三原色圆组成的色盘即可以表示这个模型。实际上,3 种颜色混合得到的黑色是很深的蓝色或紫色,只不过看起来像是黑色。虽然使用这种方法可以得到所有用于打印的黑色,但是在工业上常在 CYM 模型中加入黑色,以免去使用三原色混合得到黑色的方法所带来的不便,于是印刷过程成了一个四色过程,即加入了黑色 K(Black),便有了 CYMK 模型。

5 反射光与颜色

颜料的颜色实际上是对象的反射光,从对象上反射回来的彩色光构成了我们多姿多

的世界。一个对象是红色的，是因为吸收了绿光和蓝光而反射了剩下的红光。

每种颜料都吸收特定波长的光而反射其他波长的光，颜料混合的过程实际上是从混合物中减去光谱中的某些颜色而形成“新”颜色的过程。蓝色(不反射红光和紫光)与黄色(不反射红光和蓝光)混合以后形成绿色，而绿色则完全不反射红光。

1.1.2 RGB 模型

当白光通过三棱镜时，折射作用使得它的基本组成元素彼此分离，形成七色光。七色光是白光光谱中可见光部分，颜色排列顺序为赤、橙、黄、绿、青、蓝、紫，简称为 ROYGBIV。这些颜色中，红、绿、蓝色是原色，故光的颜色模型称为 RGB 模型，如图 1.3 所示。

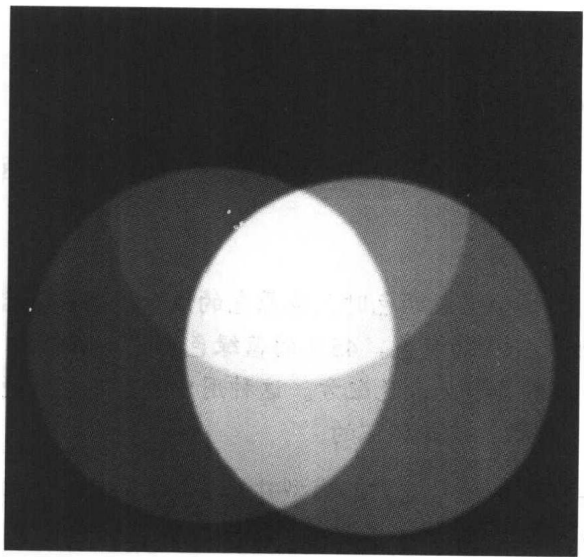


图 1.3 RGB 模型光的混合

CYM 模型中缺少白色，而 RGB 模型中缺少黑色。光的三原色混合形成白光，彼此两两混合形成次原色：蓝绿色、黄色、绛红色，即 CYM 模型中的原色。

为了完全理解材质在各种光照条件下的颜色，掌握光和颜料之间均分性的概念是很重要的。光与颜料是相对的，并且是互补的，一个模型的原色是另外一个模型的补色。RGB 模型发光，CYM 模型反射它。如果没有光照，对象的颜色便不可见。同样，彩色光也需要一个不透明的对象表面反射才能观察到。所有颜色的光合成形成白光，而所有颜色的颜料合成则形成黑色。RGB 模型相加产生新颜色，而 CYM 模型相减产生新颜料。

1.1.3 光的混合色

用3种光线交叠的聚光灯来说明这个基本模型。无色代表黑色，红、绿、蓝混合形成白色。当3个原色光两两混合时形成次原色：蓝绿、黄、绛红色。认真观察并比较这两个模型时，会发现 RGB 模型是 CYM 模型的反相模型，并且其中一个模型的原色是另外一个模型的次原色。

提示 由于 3ds max 4.2 的交互渲染采用 Gouraud 明暗的显示方法，所以，在明暗视线处内圆的边缘似乎在抖动。这种方法是通过在模型节点间描线来计算光强，描线网格越密，光的强度越精确。为了看到光的真实作用效果，需进行产品渲染。

下面的练习用来说明具有可加性的 RGB 模型。

- (1) 在 Top 视图中创建一个大的白色的厚度为 0 的长方体，作为光的接收板。
- (2) 单击 Create 面板中的 Lights 按钮 ，单击 Target Spot 按钮，在 Front 视图中创建一个聚光灯，如图 1.4 所示。

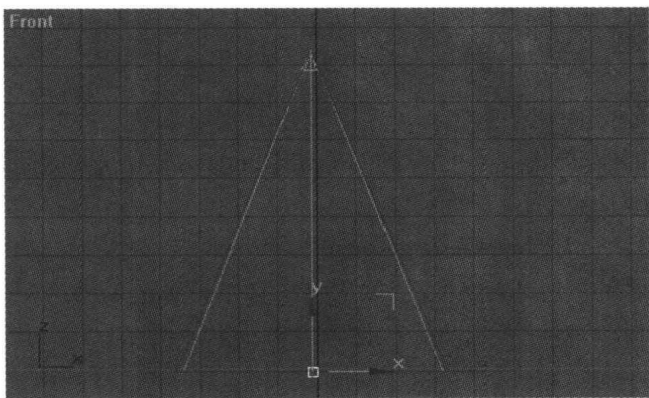


图 1.4 创建聚光灯

- (3) 选择 Edit | Clone 命令，将聚光灯复制两个。
- (4) 激活 Top 视图，单击工具栏中的 Select and Move 按钮 ，将3个聚光灯的目标移动到如图 1.5 所示的位置。

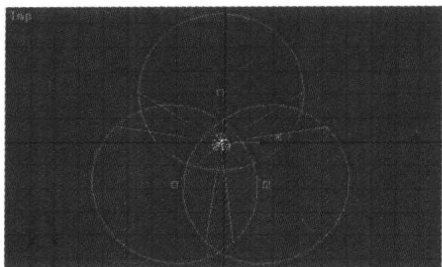


图 1.5 聚光灯目标的位置

- (5) 在材质编辑器中制作一个纯白色的材质，参数如图 1.6 所示。单击 Assign Material to Selection 按钮 ，将材质赋予接收板。

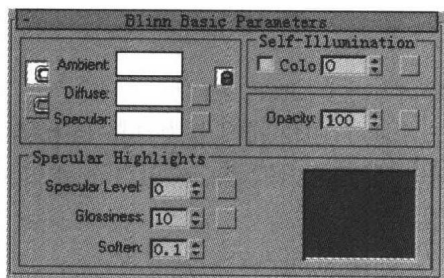


图 1.6 接收板的材质基本参数

- (6) 在 Modify 面板中修改 3 个聚光灯的颜色分别为红色、绿色和蓝色。
(7) 在 Top 视图中，单击工具栏中的 Quick Render 按钮 ，视图上出现 3 个完好的圆形光渲染区，如图 1.7 所示。

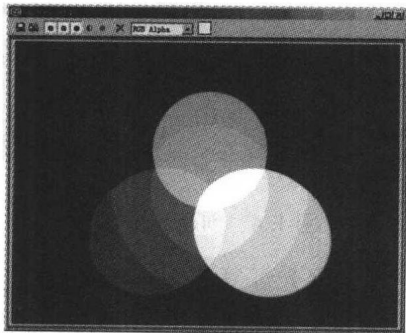


图 1.7 渲染效果

光的颜色具有相加性，而颜料颜色具有相减性。所谓相加性是指混合的颜色越多，色彩越亮，而对具有相减性的颜料来说，混合的颜色越多，则色彩越暗。对于大多数不在剧场或灯厂工作的人来说，由于很少有机会来混合光的颜色，所以对这个规律并不熟悉。但实际上，我们每天的生活都离不开 RGB 模型，比如电视机和计算机显示器的颜色都是通过单独的红、绿、蓝通道显示出来的。

因为所有计算机上基于颜色的应用程序都创建在 RGB 模型基础上，故而深入了解这个模型是很有意义的。值得欣慰的是，为帮助我们掌握 RGB 模型混色量的概念，3ds max 4.2 提供了 Color Selector 对话框，在使用颜色的时候总会碰到这个对话框，如图 1.8 所示。

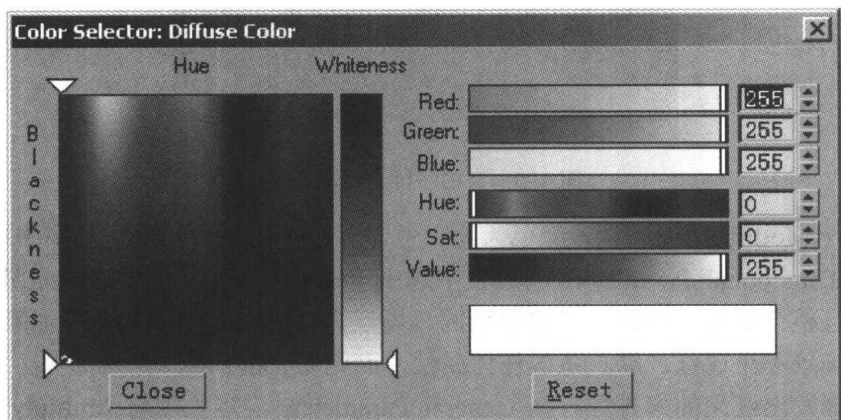


图 1.8 Color Selector 对话框

在 Color Selector 对话框中，同时把 RGB 的 3 个滑块向右移动，然后再移回左边。当提高颜色值时，RGB 3 个通道中的滑块均向右移动直至产生白光；降低颜色值时，RGB 3 个通道中的滑块向左移动直至形成黑色，不再反射光。可以通过移动 RGB 3 个通道中的值来达到同样效果，只是有一点不同，Hue 通道中的值在不断变化，直到处于极值时由于没有颜色而被清除。

3ds max 4.2 提供了一个独特的颜色选择器，可以直接选择和操纵颜色。虽然所有的颜色都是以原始的 RGB 值保存的，但是 Color Selector 对话框却提供了许多选择和试验颜色的方法。

在 3ds max 4.2 中，有一个用光源来说明 CYM 模型的有趣练习。通过负的增益值向光中添加反色光来将相对应的光从场景中减去，这与生活中光的相加性有所不同。该练习说明了反色光照射表面时将正色光减去的过程，这时反色光的作用与颜料相同。

(1) 打开制作的场景文件。

- (2) 打开 Create 面板，单击  按钮，单击 Free Director 按钮，制作一个自由平行光灯，位置指向 Top 视图的中部，并将其移动到比已有的聚光灯更高的位置上，如图 1.9 所示。

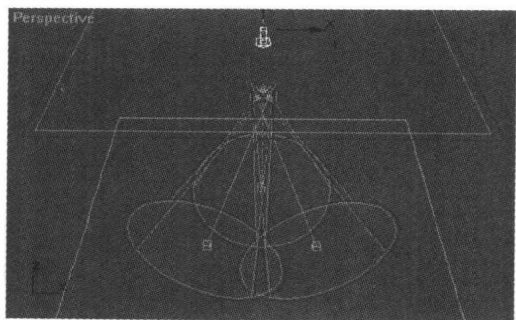


图 1.9 自由平行光灯的位置

- (3) 打开 Modify 面板，设置颜色为纯白色，以产生白色光，这时光集中在中心部位。在 Directional Parameters 卷展栏中选中 Overshoot 复选框。这时光照范围扩大，并且整个场景范围内的光强都相同。场景只反射白光，不存在其他颜色的光，此时场景不呈现红、绿、蓝的任何属性，而是明亮的白色。
- (4) 选择发出红光的聚光灯，在 General Parameters 卷展栏中将 Multiply 值从 1.0 变为 -1.0，这样原红色聚光灯由于将红光从白光中减去而呈现蓝绿色。
- (5) 用同样的方法将剩下的两个聚光灯的 Multiply 值调整为 -1.0。渲染结果是场景上出现 3 个圆：蓝绿、黄、绛红，两两交叠处形成了光的三原色：红、绿、蓝，中央 3 个圆交叠处因已将所有正色光除去而形成黑色，如图 1.10 所示。

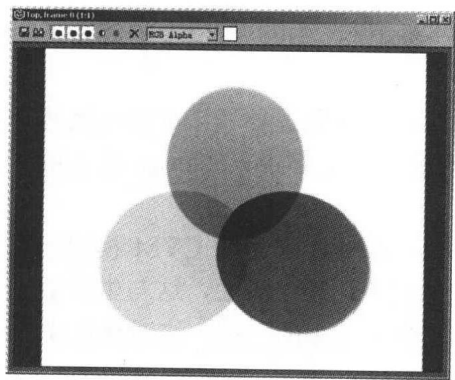


图 1.10 光的三原色模型