

计算机建筑效果图制作

详解丛书

陶禹 编著

—3D Studio MAX 3.0

渲染本篇

国防工业出版社



——3D Studio Max 9.0 渲染篇

陶禹 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

3D Studio MAX 3.0 是 Autodesk 公司推出的功能强大的专业三维动画制作软件。自推出以来,广泛应用于影视创作、商业广告、工业设计、建筑表现等各个领域,并成为专业三维动画制作的首选软件之一。

本书是为初学者使用 3D Studio MAX 3.0 制作建筑效果图和建筑动画而编写的,立足于 3D Studio MAX 3.0 的基本操作,同时融入了大量的建筑效果图和建筑动画的制作方法和实例。全书主要内容包括:计算机效果图和动画制作的基本知识;3D Studio MAX 3.0 的基本操作;建筑模型的制作技巧和实例;建筑动画的制作方法和实例。

本书结构合理,图例丰富,既是《计算机建筑效果图制作详解丛书》中重要的组成部分,又是初学者使用 3D Studio MAX 3.0 的很好的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机建筑效果图制作详解丛书——3D Studio MAX 3.0
渲染篇/陶禹编著. —北京:国防工业出版社,2001.4
ISBN 7-118-02450-3

I. 计… II. 陶… III. 建筑设计:计算机辅助设计-应用软件,3D Studio MAX 3.0 IV. TU201.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 86040 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 28¼ 655 千字

2001 年 4 月第 1 版 2001 年 4 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:38.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

计算机建筑效果图制作详解丛书

编 委 会

主 编 孙大军

副主编 赵洪启

编 委 田玉杨 陶 禹 祝 捷 庄敬仪

杨玉淮 张汝亮 胡仁隆 钟祥水

宋宪一 王淑英

丛书总序

计算机科学与技术正在全球范围内的各个领域得到广泛深入的普及和应用,无比强劲地促进社会生产力的提高,推动人类社会的发展。以计算机为基础的信息处理技术的飞速发展和广泛应用是当代新技术革命中最伟大的成就。其中计算机辅助设计和计算机辅助绘图,即 CAD 技术从 20 世纪 60 年代面世以来,随着计算机软、硬件技术的创新和进步而迅速发展。我国工程勘察设计行业计算机应用是国内起步早、发展快、效益高的先进行业之一。广大工程勘察设计行业人员使用 CAD 技术提高了工程勘察设计的效率、质量和管理水平。但是,在建筑、装饰装修工程项目的方案设计阶段,怎样借助计算机应用最先进的软件方便、快捷地绘制出表现图和建筑动画始终是建筑师和设计工程师工作的难点,也是进一步提高设计效率和质量的“瓶颈”。为了攻克难点,解决“瓶颈”问题,我们编写了本丛书。

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司推出的在微型计算机和工作站上使用的交互式绘图软件,是目前国内外最为广泛使用的计算机辅助设计绘图软件包,发展到 2000 版本更是同类软件的顶尖产品;3D Studio MAX 是真正 32 位三维造型及动画软件包,其 3.0 版本是美国 Autodesk 公司 1999 年推出的,功能极其强大,广泛用于影视创作、商业广告、工业设计、建筑表现等各领域;Photoshop 是美国 Adobe 公司出品的世界著名的图像处理软件,它的 6.0 版本是在 2000 年推出的。上述三个软件犹如三匹精良的宝马,驾御它们牵引的“三套车”就能在建筑表现图和建筑动画制作方面及其它三维造型和动画制作领域自由驰骋。本丛书编写的宗旨就是试图引导读者学好、用好这三个软件,为实际工程服务。

参加本丛书编写的作者都是设计院多年从事建筑设计兼教学的建筑师、工程师、教师和专家,本丛书是在他们认真钻研软件功能,结合本人丰富的设计和教学实践经验的基础上编写出来的,融合了他们的体会和理解。书中的部分实例就是实际工程,是他们宝贵经验的总结。因此本丛书具有逻辑性、可读性和实用性强的特点。

丛书的初稿为根据上述三个软件较低版本编写的教案,三年多以来一直被天津市勘察设计公司应用技术培训中心选定为教材,由作者本人参与授课,为天津市勘察设计公司及相关行业培训了一千多人。教学实践表明,经过近 200 课时的培训,大多数学员(包括原本计算机知识水平很低的学员)在结业时都能绘制出满意的建筑外观或室内装饰装修效果图。经学员本人的再努力,他们中的许多人业已成为高手,制作的效果图连连中选、中标,为本单位赢得了较好的经济效益。丛书由三本书组成,它们各成体系,其中工程实例又具有连续性。

本丛书可供有一定基础的计算机用户自学提高使用,也可用作大、中专院校相关专业的计算机应用课程的学习教材,或用作相应的计算机应用提高培训班的培训教材。

本丛书编写过程中得到天津大学建筑设计院、天津市建筑设计院、天津市热电设计院、天津市交通建筑设计院的鼎力相助；天津市勘察设计协会、天津市勘察设计协会计算机应用委员会、天津市土木工程学会工程设计计算机分会的有关领导、专家：刘松涛、贾炳公、李大山、高金生给予了热情的指导和帮助；天津市 CAD 研究会、天津市科委培训中心、天津市 CAD 应用工程培训网络组委会、天津市 CAD 技术推广应用服务中心的有关领导、专家：郭齐江、许德臻、金家琦、苏萍、梁铭林、韩洪猷也给予了必要的指导，在此一并表示感谢。

本丛书的编辑出版得到国防工业出版社的大力支持，在此表示衷心的感谢。

热诚欢迎有关专家和广大读者对本丛书的编写、编辑、出版提出建议和改进意见。

天津市勘察设计计算机应用技术培训中心

赵洪启

前 言

从 20 世纪 90 年代初以 3D Studio 为代表的三维动画软件进入中国市场以来,我国的计算机三维动画技术从无到有,至今已经发展成为一项高科技产业,其中尤以在建筑领域的应用最为广泛和深入,从建筑效果图到建筑三维动画,3D Studio 软件系列及其后续版本的 3D Studio MAX 软件系列等众多的三维动画实用软件至今已成为专业设计人员和广大三维动画爱好者的必备工具。

3D Studio MAX 是 Autodesk 公司基于 Pentium 及以上系列微机设计的 3D Studio Rx 系列软件的升级版本,与以往版本相比,不仅在功能上有明显的提高,而且在内部算法上也有了很大的改进。3D Studio MAX 不是 3D Studio 的简单升级,其设计思想大多来自用户,同时增加了调整器、声音编辑、轨迹窗、网络支持等功能,将原先的几个不同模块有机地结合到一起,为建筑效果图和建筑三维动画的创作奠定了坚实而广泛的基础。

3D Studio MAX 3.0 是 Autodesk 公司 1999 年推出的三维造型及动画软件包。它可广泛地用于影视创作、商业广告、工业设计、建筑表现等各个领域。

本书是一本以建筑效果图和建筑三维动画的制作为主要内容的实用教程,结合 3D Studio MAX 3.0 软件包,从基本的概念和操作入手,详细地介绍 3D Studio MAX 3.0 命令的使用方法。同时,将 3D Studio MAX 3.0 的使用技巧融入建筑效果图和建筑三维动画的制作当中,附以丰富的插图和应用实例,使读者在没有任何建筑、计算机、摄影、动画基本知识的前提下也能够由浅入深、循序渐进地进行自学。本书以讲述 3D Studio MAX 3.0 在建筑效果图和建筑三维动画制作中的应用为主线,同时对一些相关的软件皆有介绍,是一本全程介绍建筑效果图和建筑三维动画制作的实用教材。

在本书的编写过程中,孙大军老师审阅了本书的全部稿件,并给予编写指导。在此书的策划、编写和打印过程中,承蒙赵洪启、傅铮、陶鹭、赵征、董虹、王浩明、赵阳等同志的鼎力相助,在此一并深表谢忱。书中如有疏漏和错误敬请专家、学者和广大读者不吝教正。

目 录

第一章 基本知识	1
1.1 图形图像的区别	1
1.2 计算机色彩理论	2
1.2.1 颜色的产生原理	2
1.2.2 色彩的三要素	3
1.2.3 光和三原色	3
1.2.4 计算机的色彩体系	4
1.3 三维造型的特点	6
1.4 动画制作的原理	7
1.4.1 动画的定义	7
1.4.2 三维电脑动画的制作过程	7
1.5 影视技巧及应用	11
1.5.1 画面构图	11
1.5.2 画面景物的造型艺术与真实再现	15
1.6 现代建筑的计算机艺术表现	17
1.6.1 计算机在建筑表现中的应用	17
1.6.2 建筑设计的三维构思	18
第二章 软件基础	20
2.1 3D Studio MAX 3.0 基本配置与安装	20
2.1.1 系统配置及运行环境	20
2.1.2 3D Studio MAX 3.0 系统的安装	20
2.1.3 软件的注册	22
2.2 3D Studio MAX 3.0 界面简介	23
2.2.1 菜单栏	23
2.2.2 工具栏	32
2.2.3 视图区	40
2.2.4 命令面板	43
2.2.5 状态提示行	75
2.2.6 捕捉控制区	77
2.2.7 动画控制器	77
2.2.8 视图控制区	78
2.3 3D Studio MAX 3.0 使用技巧	79

2.3.1 操作界面设置技巧	79
2.3.2 信息提示	87
2.3.3 文件操作技巧	91
2.3.4 快捷方式使用	100
2.3.5 命令面板的设置	102
2.3.6 三维坐标系	106
2.3.7 精确绘图的技巧	108
第三章 三维场景的建立	114
3.1 基本对象的创建	114
3.1.1 三维形体的创建	114
3.1.2 二维形体的创建	126
3.1.3 光源的创建	133
3.1.4 摄像机的创建	144
3.1.5 辅助物体的创建	146
3.1.6 Space Warps(空间扭曲)物体的创建	152
3.2 对象的选择和分组	156
3.2.1 对象的选择	156
3.2.2 对象的分组	164
3.3 对象的编辑	168
3.3.1 对象的基本编辑命令	168
3.3.2 对象的复制	178
3.3.3 对象的次物体编辑	189
3.3.4 常用的三维形体编辑命令	208
3.4 物体的材质编辑	217
3.4.1 材质编辑器的使用方法	218
3.4.2 各种材质的制作方法	224
3.4.3 贴图坐标的设定	244
3.5 三维场景的渲染	249
3.6 综合实例: 建筑效果图的制作	252
3.6.1 建筑模型的材质编辑	253
3.6.2 灯光和摄像机的加入	268
3.6.3 建筑效果图的渲染	274
第四章 三维模型的制作	276
4.1 组合建模	276
4.1.1 草地灯的制作	276
4.1.2 建筑模型的制作	283
4.2 挤压和旋转建模	285
4.2.1 普通楼房的制作	285
4.2.2 室内装饰柱的制作	295

4.3 放样建模	298
4.3.1 室内装饰线条的制作	298
4.3.2 室内窗帘的制作	307
4.4 编辑修改建模	315
4.4.1 旋转楼梯的制作	315
4.4.2 网架结构的制作	321
4.5 综合实例——艺术展厅的制作	326
4.5.1 整体模型的制作	327
4.5.2 室内装潢的制作	335
4.5.3 室内灯光的设置	348
第五章 三维动画的制作	354
5.1 3D Studio MAX 3.0 的动画控制功能	354
5.1.1 动画控制器	355
5.1.2 运动控制命令面板	356
5.1.3 轨迹视图	362
5.2 简单动画的制作	367
5.2.1 弹跳的茶壶	367
5.2.2 编辑茶壶的弹跳属性	370
5.3 建筑漫游动画的制作	376
5.3.1 基本场景的建立	376
5.3.2 动画模型的制作	388
5.3.3 建筑漫游动画的设置	434

第一章 基本知识

计算机三维动画作为一项新兴的学科，是融合了计算机图形图像技术、三维造型理论、基础色彩理论、摄影摄像知识的一门综合性学科，而建筑三维动画则在以上各项知识中融入了建筑美学、环境科学等更深层次的内容，每一种相关的知识的应用在计算机三维动画的制作中都有着相应的体现，虽然不必对以上学科都有非常精深的研究，但至少应对与计算机三维动画有关的知识有一定的了解，这将对今后计算机三维动画软件的使用有着深远的影响。本章将对计算机三维软件使用中所涉及到的基础知识做以简要的介绍。

1.1 图形图像的区别

计算机图形处理和计算机图像处理是计算机应用中各自独立的两个分支，但由于它们之间相似的地方很多，所以在概念上很容易发生混淆。其实，图形和图像在创建方法、修改步骤、输出设备、应用领域以及文件格式等多方面均有很大的区别。

图形模式又名矢量模式，是由最基本的点和线的控制组成的，它侧重于对图的形体的表现，而对于图的色彩、明暗、光泽则很难表现。矢量模式擅长表现线条的尺寸、方位、角度等外形特征，所以常用于建筑、机械制图及相关的工程设计领域中。矢量模式有二维、三维两种表现方式，二维常用于各种建筑、机械的标准平、立面图的绘制，而三维则更多的应用于动画、虚拟现实中的三维模型的建立。

图像模式又名光栅模式，是完全由最基本像素点组成的，它侧重于对图的色彩、明暗、光泽的表现，而对于图的外形的表现则受到一定的限制。光栅模式擅长表现图的整体色调、花纹、图案等表面特征，所以常用于广告设计、杂志封面、摄影画册等艺术表现领域。光栅模式有单张和连续两种表现方式，单张的光栅模式图像，多为高色彩、高分辨率的艺术设计、表现图，连续的光栅模式图像则是影视、动画的通用输出格式。

在对于线条和图的外形控制方面，图形方式由于控制点的加入比图像方式更为方便实用，而且其边缘不会由于图形幅面的大小变化而产生模糊和锯齿，如图 1.1 所示。

在对于图的色彩和灰度的处理上，图像方式可以很自由地控制各种色彩和灰度，而图形方式则只能以填充的线条的多少来决定，且对于色彩和明暗层次复杂的图则无法处理，如图 1.2 所示。

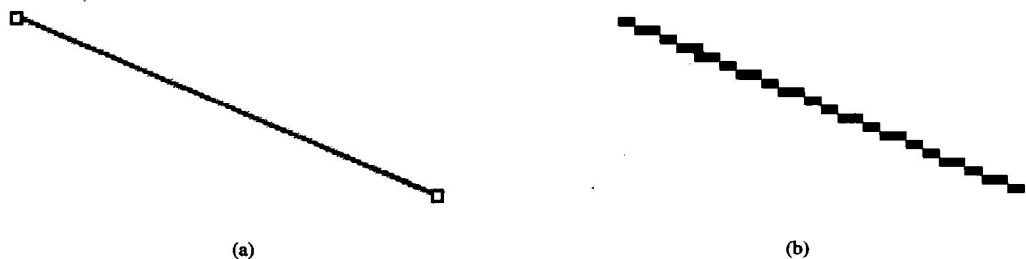


图 1.1 以两种不同方式表示的线段

(a)图形方式; (b)图像方式。

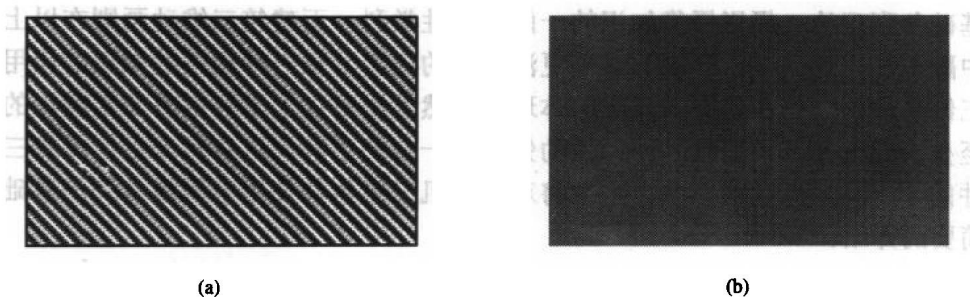


图 1.2 以两种不同方式表示的灰度填充

(a)图形方式; (b)图像方式。

1.2 计算机色彩理论

现实生活的世界是一个真正的色彩世界，在电脑三维动画创作中，色彩成为最重要的元素之一。电脑三维动画软件为设计者提供了丰富的色彩和强大的色彩设计工具和手段。色彩的设计成功与否直接决定了动画作品的质量高低，丰富的色彩体现了设计者的个性，也体现了设计者的想像力和创造力。

1.2.1 颜色的产生原理

在光照的条件下，会看到同一个物体会具有不同的颜色，而在黑暗中，我们看不到周围景物的形状和色彩，是因为没有光线照射到物体。因为物体的表面具有不同的吸收光与反射光的能力，反射光不同，人就会看到不同的颜色。

光进入我们的眼中可以通过以下 3 种形式。

(1) 光源光：光源是本身能发光的物体，光源发出的色光直接进入眼睛，如太阳，灯等所发出的光均可以直接进入视觉。

(2) 反射光：反射光普遍存在于自然界中，在一般情况下，人的眼睛所看到的物体就是由于该物体反射的光线进入了人的视觉系统。

(3) 透射光：光线穿过透明或半透明物体后进入视觉，称为透射光。透射光的强度和颜色是由物体的透射能力和特性决定的。

1.2.2 色彩的三要素

美术上讲,视觉所感知的一切颜色现象,都具有亮度、色调和饱和度 3 个基本要素或属性。

1. 亮度(Luminance)

亮度是指色彩的明暗程度,对于有色光来说,亮度是光亮的强弱程度的度量,而对于颜料来说,亮度则是反射光强弱程度的表征。每一种色彩都有自身的明暗程度。亮度是色彩三要素中优先级较高的要素,也就是具有较强的独立性,它可以不带任何色相的特征而通过黑白灰的关系单独表现出来。而色相和纯度必须依赖亮度才能表现出来,色彩呈现时,其明暗关系就同时出现,正如黑白照片可以反映物体的色彩关系一样。

白色的亮度最高,混合颜料时,加入白色可以提高混合色的亮度;相反,黑色的亮度最低,混合颜料时,加入黑色可以降低混合色的亮度。我们一般用数字来定量表示各种颜色的亮度,一般把白色的亮度定为 100,黑色的亮度定为 0,其它颜色在 0~100 之间。下面是一些主要色彩的大致亮度值。

黑色	蓝色	红色	绿色	黄色	白色
0	4	5	30	80	100

2. 色调(Hue)

色调也称为色相,是指色彩的相貌。一般是根据有色光的波长来划分颜色的色调的。

可见光的波长大约在 400~700nm 之间,每一种颜色都有特定的波长,即色调,如果我们按波长从长到短依次将颜色排列起来,并且在圆周上等角度环列,我们就得到了所谓的色相环。红、橙、黄、绿、青、蓝、紫是基本的七色相,在这些颜色之间再加入过渡色,可以得到我们常见的十二色相环。

3. 饱和度(Saturation)

饱和度也称纯度,是指色彩波长的单一程度或纯净程度。色相环中的红、橙、黄、绿、青、蓝、紫是纯度高的标准色,对每一个标准色加入其他颜色,那么混合色的纯度就会降低,纯度通常用色标来定量衡量。不同的颜色,所能达到的纯度是不同的,其中红色纯度最高,而绿色最低,其他颜色居中,黑、白,灰为非彩色,没有纯度差别,只有亮度差别。高纯度色加入白或黑,在提高或降低它们的亮度的同时,也降低了它们的纯度,利用灰色,我们可以调整色彩的纯度。我们所能感受的色彩,大都是含有灰色的,也就是有各种纯度的变化。色彩纯度的变化使得色彩极其丰富。

1.2.3 光和三原色

光源光一般可以分为自然光和人工光两种。自然光主要是指太阳光;人工光是指电灯光、蜡烛光等各种人造光源所产生的光。人的眼睛所能看见的可见光是电磁波谱中的一小部分。白色的日光可以分解为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等单色光。平常我们所看到的颜色是由一些基本颜色复合而成的。不能用其他颜色混合而成的色彩叫原色。颜料和色光的原色是不同的,颜料的三原色为红、黄、蓝,如图 1.3(a)所示,而光的三原色

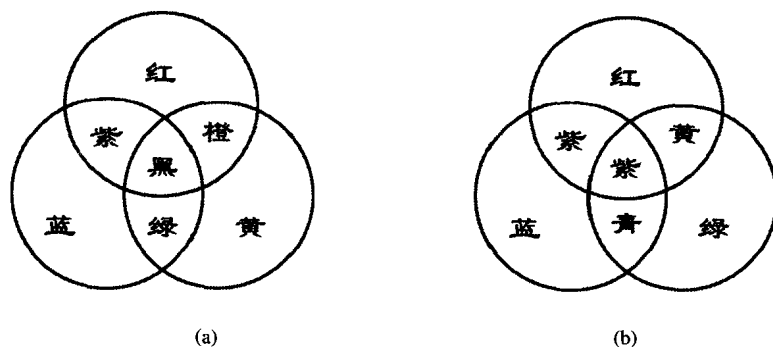


图 1.3 颜料和光的三原色

为红、绿、蓝，如图 1.3(b)所示。

原色的纯度高、鲜明，是色彩中的基本色。三原色中任意两色加以混合所得到的新的色彩称为中间色，也叫二次色，原色和间色混合，或两间色混合可以得到复色，也叫三次色，复色的纯度低，因此其色彩感不鲜明，但由于含色丰富，与原色比较有协调、统一、雅致之感。

1.2.4 计算机的色彩体系

计算机的色彩显示主要依赖于硬件技术。影响计算机的色彩主要是显示器的分辨率、显示的分辨率和存储分辨率。

显示器分辨率也叫光栅分辨率，是指显示器屏幕能够显示的二维阵列光点的总数。光点是指显示器能够显示的最小的发光点。光点的大小决定了同样大小的屏幕内能够显示的光点的数目。一般常用的显示器的分辨率按光点大小可分为 0.31mm、0.28mm、0.21mm 等。

显示的分辨率是指计算机的显示卡可以提供的图形像素(Pixel)的总数。像素是指图形显示在屏幕上时，按图形实际显示的分辨率所能提供的最小元素点。通常显示分辨率也称为显示模式，常用的显示模式有 640×480 、 800×600 、 1024×768 、 1280×1024 等，实际应用中能够使用的显示模式还与存储分辨率有关。

存储分辨率是指帧缓冲区的大小。一个 8 位字节的 512KB 缓冲区，在 640×480 分辨率模式下，可显示 256 色。如果用 24 位字节 1MB 缓存就可以显示 16 777 216 色，即所谓的 24 位真彩。

在计算机显示器上显示色彩时，有多种方式来控制色彩混合。目前，计算机光栅显示器根据光的三原色原理，应用 RGB(Red/Green/Blue)色彩系统，对 R、G、B 进行调整就可以产生不同的色彩。若把 R、G、B 分别分为 256 个级别就可以组合成 $256 \times 256 \times 256 = 16777216$ 种颜色。在实际使用中，颜色的色相和纯度的关系很难掌握，因此，在计算机色彩表示中，除了 RGB 系统，一般还用其他系统，如在 3DSMAX 中同时提供了 RGB、HSV 和 BHW 三种色彩系统(如图 1.4 所示)。这三种系统可以互相自动转换，用户根据自己的需要，可以分别对颜色进行混合，对其色相、亮度以及纯度进行微调，以达到自己所希望的效果。

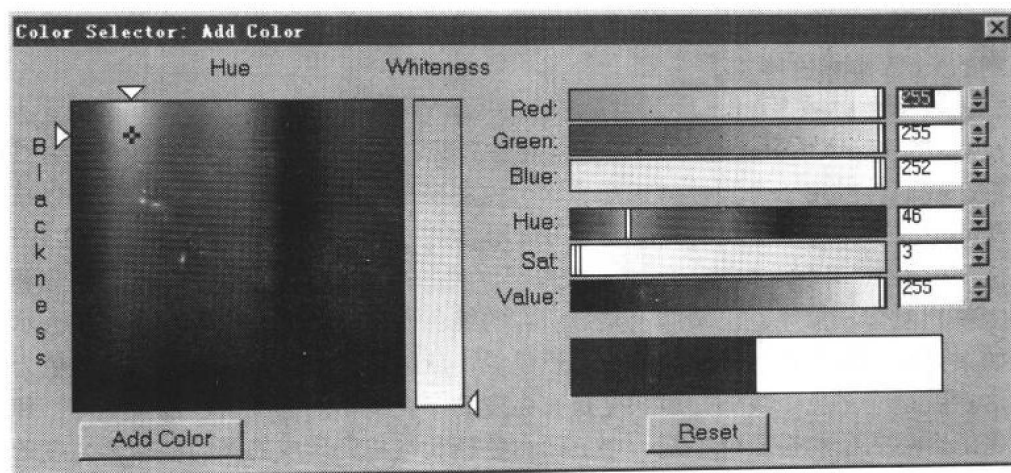


图 1.4 3DS MAX 的调色对话框

1. RGB 颜色体系

“基于三刺激理论，我们的眼睛通过三种可见光对视网膜的锥状细胞刺激来感受颜色。这些光的波长在 630nm(红色)、530nm(绿色)和 450nm(蓝色)时的刺激达到高峰。”另外，由于人眼对颜色的分辨能力有限，两种十分相近的颜色反应在我们大脑里，很少有人能够分辨出来哪种颜色是由相应的单色光形成；哪种颜色是由不同色光混合而成。后来人们发现，只要使用三种颜色混合出来的颜色就能骗过人眼。所以在监视器上用红、绿、蓝作为显色基础。在色光体系中，以 R、G、B 作为三原色，其它颜色可用 RGB 混合得到。

在 PHOTOSHOP 和 3DS MAX 中，把 R、G、B 用八个二进制位来表示，也就相当于把 R、G、B 三种单色各分成 256 个梯度，即 0~255，当某种颜色比如红色为 0 时，那么在该像素点上就没有红色成分，当为 255 时，该像素点上含有的红色成分达到最大值。监视器就是用能够发出不同浓度的红色、蓝色、绿色三个电子枪快速扫过屏幕上的荧光点，在极短的时间内依靠人眼的视觉暂停，从而在屏幕上留下色彩丰富的图像。

2. CMYK 颜色体系

CMYK 颜色体系主要运用于印刷行业。CMY(青、品红和黄)颜色模式适合于用实体物质如印刷油墨和调色剂来产生颜色的场合。(如果还记得前面讲过发射光和吸收光的区别的话，这儿理解就没有什么困难了，显然在计算机上的显示图像是基于发射光的，而打印机打印出来的图像是基于吸收光的。)传统的颜色分离技术是用红、绿、蓝滤镜获取彩色原稿中的青、品红、黄组成成分。例如：用蓝色绿色镜拍下来的胶片就是青色版，实际上正好是红色的补色。如果认真观察上面“RGB 三原色混合图”不难发现：红色和蓝色混合得到的是品红色，品红色正好是绿色的补色；蓝色和绿色混合得到的是青色，正好是红色的补色，红色和绿色混合得到黄色，正好是蓝色的补色。也就是说，任何两种 RGB 颜色混合生成一种 CMY 颜色。由于 RGB 色系是基于发射光的，两种颜色相混合，亮度值会增加，所以称之为加色法三原色；同样的道理，称 CMY 为减色法三原色。在 CMY 色系的减色法中，如果等量的 C、M、Y 色料混合，理论上能够生成黑色，这也是称之为减色法的原因。但在实际使用中是不可能得到纯黑色的，色料或多或少含有的杂质要反射一定的光线，白纸也不是百分之百地反射入射光，所以只靠 CMY 三种色料只能得

到混浊的棕黑色，所以为完成纯黑色的打印，必须加入第四种颜料——黑色，这就是我们提到的 CMYK 颜色体系。

3. HSB 颜色体系

在 HSB 颜色体系中，色相(H)即是人们通常表达的颜色概念，如红色、橙色、黄色、蓝色等。我们可以用一个圆柱体来描述这个色彩模型。如果把色相从红色到紫色首尾相接，从而形成一个圆形，我们知道圆形可以用 360° 进行划分，所以在 HSB 色系中，H 的单位用度表示，比如红色为 0 度。然后把该圆形按照半径的不同把相应的纯色和一定的灰度色相混合，描述位于圆面上某点所在的纯色所占比例的多少，用饱和度表示，也就是如果该点的纯色的含量越少，饱和度越低，就越接近灰色，如果某点的纯色为 0，那么这点就是纯灰色。我们知道灰度是有亮度的，亮度不同，灰度色也不一样，和相应的纯色组合后的色彩也表现不同。把上面由色相和饱和度形成的圆面根据其亮度的不同进行延伸，可以得到不同亮度值下的圆面，在每一个圆面上，中心点的颜色为 100% 灰度，纯色的饱和度为 0%，所以是灰色；而边缘上饱和度为 100% 所以是纯色。在 PHOTOSHOP 中，会大量用到这个模型。颜色修改起来比较直观，虽然没有这种模式的 HSB 图像格式。

色彩是千变万化和丰富多彩的，要想制作理想的三维动画作品，必须要使用大量的光和颜色来配合，只有经过大量的实践，才能对色彩的使用得心应手。

1.3 三维造型的特点

构成一个三维造型的最基本元素是点、线和面。

点是零维的，没有长宽高来表示，只能度量它的位置，不能描述它的大小尺寸，所以无法对一个点进行渲染，大多数情况下它用来影响线和面的形状。

线是有长度的，但没有粗细，缺省情况下也不能对线进行渲染，但是在 MAX2.0 以后有一个选项，输入适当的数字作为线的粗细可以进行渲染，制定适当的材质后渲染出来的线条具有辉光效果，输入的文字就是各种线条的组合，这时打开可渲染的选项就能渲染出带辉光效果的文字。

在很多模型软件中的线通称为样条曲线，即 SPLINE。而这些样条曲线中用得最多的是线性曲线、贝塞尔(Bezier)曲线、非有理正则(NURBS)曲线和卡丁诺(CARDINAL)曲线。任何一条曲线都至少由两个点构成，如最简单的一条 NURBS 曲线则要四个点构成。其中线性曲线操作最简单，只要两个点的相互位置确定，该曲线也就确定了。贝塞尔曲线稍微复杂一些，每个点都有两个手柄控制进出该点的切线方向，进出该点的切线不一定成一条直线，也可以有夹角，这时候线条到这儿就明显有个拐点，不再平滑了。在 3DS MAX 中这种贝塞尔曲线用得很多，请注意它的操作。非有理正则曲线是最复杂的、也是最有用的曲线，程序实现其算法高达 23 次方程的运算，运算量相当高。卡丁诺曲线是一次曲线，曲线直接通过为生成该曲线而设置的点，它至少需要三个点。

任何曲线实际上都是由大量的直线段构成的，虽然给人感觉是曲线，三条边画出来的图形当然是三角形，四条边画出来的是四边形，但是六条边、七条边、甚至二十、三

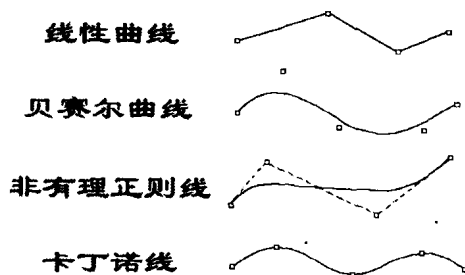


图 1.5 典型曲线样图

十条边画出来的会越来越接近圆形了，如果样条曲线是闭合的，就意味着曲线的终点和起始点重合，形成了闭合回路。

面是已填充的闭合样条曲线，使样条曲线在渲染时可见，它与多边形有些相似，但它们的边不是由直线段组成的，把这个面分成很多的三角形面用于显示和渲染，这些小三角形的划分与样条曲线的步幅有关。

每一个物体都有一个中心，由它给出该物体相对于迪卡尔坐标系原点的位置，也是进行变幻的参考点。

法线用于控制物体表面的可渲染性和如何接受光照、反射光线等。虽然绝大多数情况下我们不直接操纵法线，但是也值得了解一下，它给我们提供一些发现错误的可能性。法线如果朝向照相机就接受渲染，背对照相机不接受渲染，或者是黑的。

上面讲的是构成三维造型的最基本元素，由这些基本元素构成形形色色的几何物体，就是动画场景中的角色，通过对这些角色的组织和调度即可制作出理想的三维动画作品。

1.4 动画制作的原理

要使用好计算机动画制作软件，除了会使用计算机外，还应掌握一些动画制作方面的知识。出于此目的，这里为非专业动画制作者做一些简单的介绍。

1.4.1 动画的定义

动画的定义有许多，如世界最著名的动画大师之一 John Halas(英国人)，在 1968 年时说过“动作的变化是动画的本质”，相似的还有“动画是动作变化的艺术”等。这些定义严格地说不太确切。但是不论怎样，实质上，动画是一门技术。这个技术是把一连串绘制好的图片，拍摄出动作变化的错觉(或称效果)。一系列画面中，后一个画面中物体的位置是前一个画面中物体动作的继续。它利用人类视觉暂留的特性，快速播放一系列静态图像，使视觉产生动态的效果。所谓视觉暂留的特性，是指人的视觉在每秒 24 张画面以上的播放速度下，就不能辨别每张画面的静态图像了。

1.4.2 三维电脑动画的制作过程

计算机动画制作类似传统的电影电视动画制作，即通过制作一系列的计算机图形，