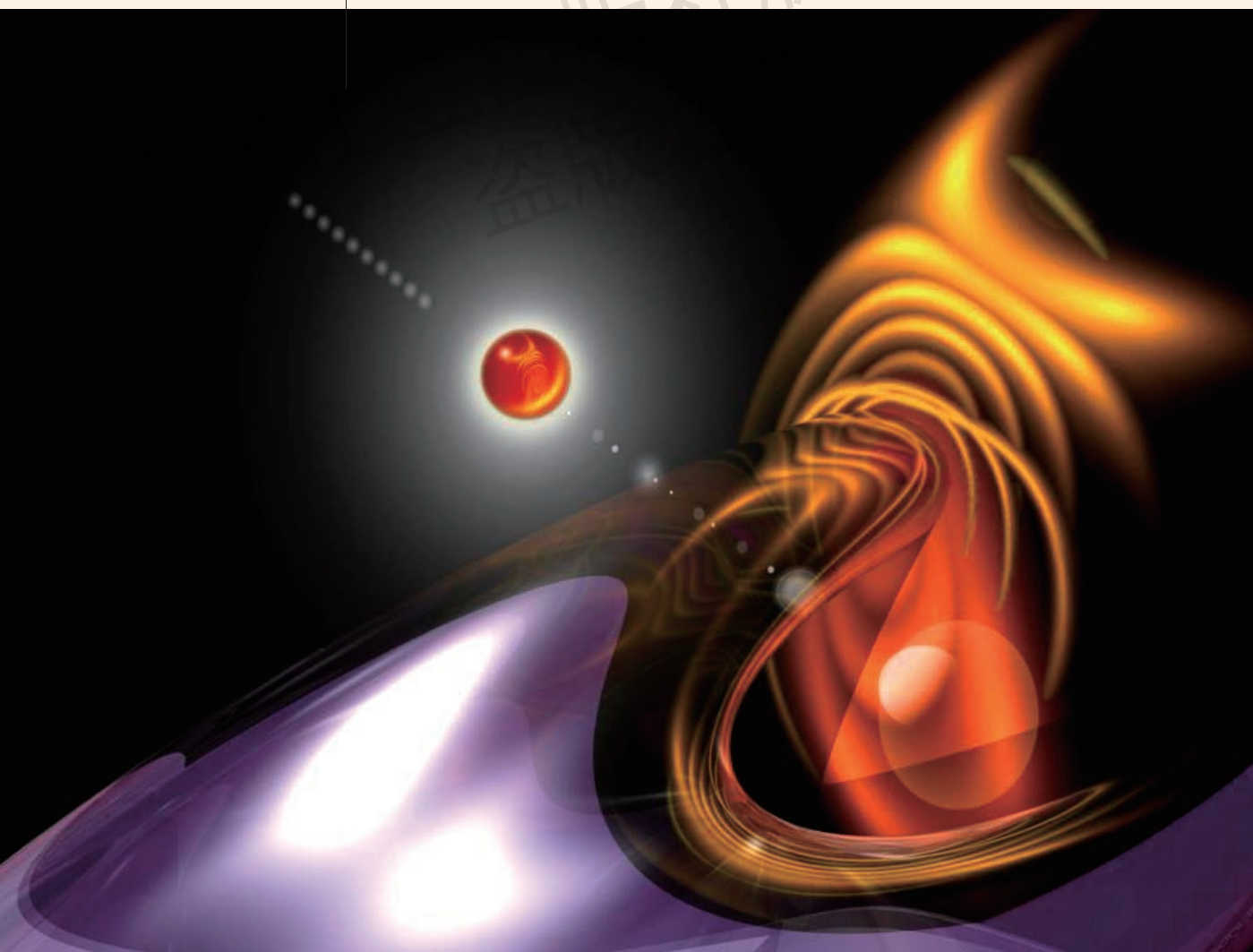


上篇

基础知识和操作篇





电子工业出版社版权所有
盗版必究

第 1 章

三维动画渲染技术



本章学习重点

- 三维动画渲染的作用
- 灯光、材质、纹理和渲染的基本知识
- 动画道具渲染的基本要求
- 动画角色渲染的基本要求
- 动画场景渲染的基本要求

三维动画作为计算机科学、计算机图形学与传统视听媒体艺术形态结合的艺术形式，以其多样的表现手法，逼真的画面效果，适合产业化生产的特质，在动画片中占据相当大的比重。受到皮克斯公司、迪士尼公司等制作的动画大片的熏陶，国内观众对三维动画的认知度和接受度大大提高。目前在我国的原创动画市场，三维动画占据越来越重要的地位。

1.1 三维动画渲染概述

三维动画制作过程中的渲染是利用计算机的计算能力，将三维模型场景呈现为指定艺术风格的图像的过程。它是影片画面风格与质量的基本保证。

Maya 在世界电影工业中承担着重要的角色。本书介绍的三维动画渲染技术以 Maya 软件为基础。Maya 能够通过有限的材质编辑参数、有限的纹理节点创建出无数种效果，将纷繁的世界复制到三维空间中。

三维动画的画面效果是给观众的第一印象。就此而言，渲染在三维动画中有着举足轻重的作用。



1.1.1 渲染在动画制作流程中的地位

三维动画的制作流程分为前期、中期和后期三个阶段。前期阶段主要是完成剧本和分镜头脚本的制作；中期阶段的工作基本上都在三维软件中完成，主要包括模型制作、场景制作、材质制作、贴图绘制、灯光制作、角色绑定、动画制作和最终渲染等；后期阶段主要是完成合成、剪辑、特效和输出等。在这三个阶段的工作中，渲染是最重要也最花费时间的步骤之一，如图 1-1 和图 1-2 所示。



图1-1 三维动画电影《疯狂原始人》角色设计草图



图1-2 《疯狂原始人》角色制作效果

1.1.2 渲染的制作环节

通常所说的三维渲染是广义的渲染。从制作环节来讲，三维渲染包括灯光、材质、纹理和最终渲染四个环节。

在动画项目制作中，完成后的模型通常会交给材质组进行材质和纹理的制作，同时灯光组会根据项目的艺术风格和要求制作灯光。由于这时材质组还没有完成模型材质的制作，所以灯光组制作的称为主体灯光；在材质组完成模型的材质制作后，灯光组将根据材质的表现要求调整灯光，完成最终的灯光效果。在制作过程中，模型组、材质组、灯光组、渲染组之间会相互协调和沟通（见图 1-3），以确保画面的艺术效果。

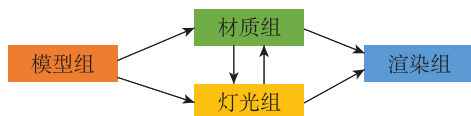


图1-3 渲染的制作环节

1.1.3 影视动画中的渲染效果

在三维世界中，模型是基础，材质及环境的烘托是表现作品思想的重要手段。材质与

环境的表现全靠色彩及光影的交叉作用。随着三维技术日新月异，它带来的视觉冲击达到了新的境界。比如，工业光魔公司在《加勒比海盗》中的工作，为影片中计算机生成的人物建立了一个新的黄金准则，实现了光影、皮肤和眼睛的完美真实感（见图 1-4）；卡梅隆执导的科幻电影《阿凡达》在三维制作方面更是具有划时代的意义（见图 1-5）。



图1-4 电影《加勒比海盗》的画面



图1-5 电影《阿凡达》的画面

1.2 灯光

1.2.1 现实中的灯光

在现实生活中，灯光照明无处不在。现实生活中的灯光分为广义和狭义两种。广义的灯光指可以发出光线的任意物体，例如太阳、白炽灯等。狭义的灯光指舞台上或摄影棚内的照明。无论是狭义的灯光还是广义的灯光，在现实生活中都有非常重要的作用。正是因为有了灯光，我们的眼睛才能看见物体；正是因为有了灯光，我们的世界才五彩斑斓。



现实中的光线具有多次反弹的能力，会在不同的物体间根据着落点的不同反射和散射。反射和散射的光线受到反射物体颜色的干扰。在两个相互接近的物体之间，其颜色互相扰乱，直到光能消耗完，或者被我们的眼睛和摄像机接收。当光线照射到物体时，物体对光线进行吸收、反射、折射等一系列动作后进入人的眼睛；大气中的微粒尘埃或者大气密度起伏变化，都会对光产生散射，造成强弱的不同或者颜色的不同（见图 1-6）。



图1-6 作者拍摄的乡村早晨

现实中的灯光有不同的类型。按来源不同，分为自然光和人工光；按光线形式不同，分为聚光、散光、柔光、强光、焦点光等。多种类型的光相互交错，形成了我们看到的一切光影（见图 1-7）。

在三维动画中模拟出现实中的光影，是我们想要达到的最终目的，因此在三维软件中制作灯光时，要本着从实际出发，尽可能模拟现实光影的原则，才能制作出真实的、高质量的动画场景。



图1-7 作者拍摄的城市夜景

1.2.2 三维动画中的灯光

在三维动画中，灯光起着非常重要的作用。首先，灯光可以更加逼真地模拟空间深度；其次，灯光可以用来渲染气氛，提高观众的视听享受；灯光还可以用来刻画角色的性格，甚至带动观众的情感变化。

三维动画不同于传统二维动画很重要的一点，就是它在影像呈现上更有空间感和立体感。在三维动画的制作过程中，合理地使用灯光，可以使模拟出来的场景更加有空间深度。就好比在素描写生时，光线线条画得越好，被表现的物体越生动，越立体（见图 1-8）。



图1-8 展示静物的灯光效果

三维软件中的灯光可以自由改变颜色和强度的参数，因此在三维动画制作过程中，可以更加方便地利用灯光的色彩来渲染场景气氛。和谐友爱的气氛可以用黄色、红色等灯光来烘托；冰冷阴森的气氛可以使用蓝色、紫色等灯光来烘托（见图 1-9 和图 1-10）。



图1-9 动画影片《神偷奶爸》的画面



图1-10 动画影片《功夫熊猫》的画面

在一部动画片中，角色是故事情节的载体，不同角色之间的矛盾冲突，形成了影片的故事主线。想要把角色的矛盾冲突表现得更加真实，需要将角色性格刻画得更加深刻。合理地使用灯光，有助于刻画角色性格。动画片的主角和一些正面角色常用柔和的灯光来表现，因为柔和的灯光给人的感受是温暖和善良的；相反，反面角色使用比较生硬的光影和巨大的阴影来表现，给人的感觉是冰冷和残暴的（见图1-11和图1-12）。



图1-11 动画影片《怪物工厂》的画面

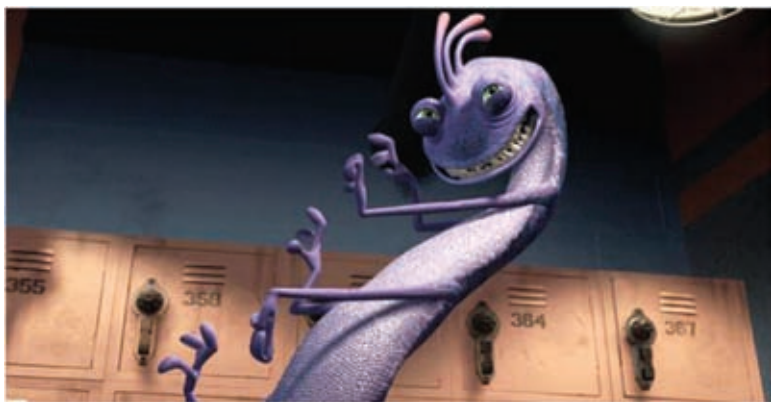


图1-12 动画影片《怪物工厂》的画面

灯光是三维动画不可或缺的重要组成部分，在一部动画片的制作过程中，灯光师根据脚本的场设、人设和故事情节来设计合理的光影，发挥灯光的作用。可以说，灯光是一部动画片的灵魂，让影片的情节真实、生动地呈现在观众面前。

1.2.3 三维动画中常见的布光法则以及效果

在三维动画中，最常见的布光法则是三点布光和区域布光，也会根据情景和场景的具体要求自由组合灯光。三点布光一般使用在比较小的场景中。使用三点布光法则，可以突出表现场景中的某个或某几个物体，加深物体的立体感，柔化背景，使主题物体与背景分离（如图 1-13 和图 1-14）。区域布光一般使用在比较大的场景中。区域布光可以模拟出一个区域内的物体的光影效果（见图 1-15）。

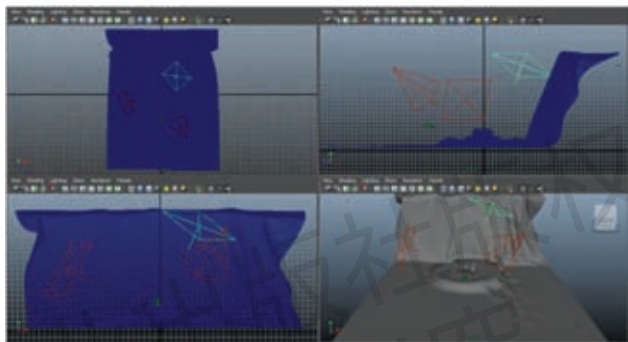


图1-13 三点布光的布局

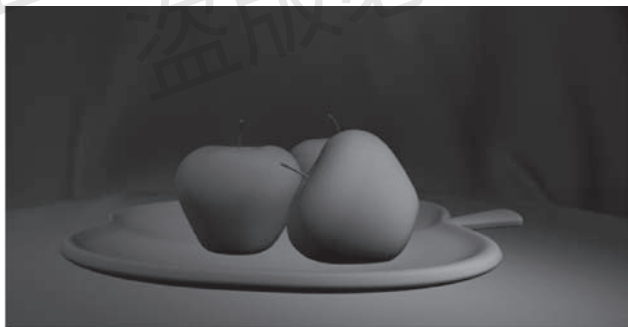


图1-14 三点布光的效果



图1-15 区域布光的效果



在动画项目的场景灯光制作过程中，常把各种布光法则相结合，从整个场景的具体要求出发，营造出渲染场景气氛，提高动画质量的灯光组合。

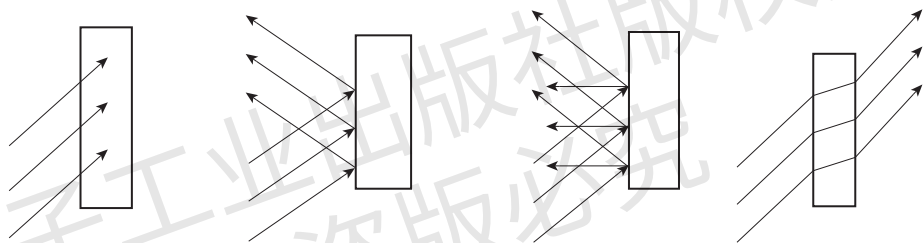
1.3 材质

世界上的任何物质都以一定的材质构造特性展现出其独特的质感形象。能够区分万物的，除了其各自的形状以外，更重要的是这些物质特有的质感。比如，晶莹透明的玻璃杯，细腻平滑的骨质陶瓷杯。

在三维动画制作中，制作材质的前提是对生活中各种物质的特性有充分的了解，针对物质的材质特点，将其逼真地反映出来。

1.3.1 现实中的材质特征

现实中的物质本身材料不同，所吸收、反射和折射的光线各有规律（见图 1-16），这种规律在人们长期的生活观察中形成了经验，人们就可以通过观察到的效果判断物体的材质。



(a) 光的吸收 (b) 光在光滑表面的反射 (c) 光在粗糙表面的反射 (d) 折射

图1-16 光线在不同物质表面的吸收、反射、折射规律

根据吸收、反射、折射光线的规律，大致将现实中的物体材质分为以下四类。

(1) 高反光的物体

高反光的物体一般表面光滑，质地细密，对光线的反射最直接。其高光部分反射极强，甚至形成光斑，明暗对比比较明显；暗部的反光形成了清晰的反射，甚至将周围环境映入其中，如镜子、高抛光金属。高反光物体也包含一些透明的材质，如玻璃、水等（见图 1-17 和图 1-18）。



图1-17 水晶



图1-18 不锈钢材质

（2）低反光物体

低反光物体的特点是质地较粗糙，能够形成若干个高光反射面和阴影区域。由于反光面太多，人眼不能够分辨，于是形成光的漫反射，得到均匀、柔和的反光，比如木头、岩石等（见图 1-19 和图 1-20）。



图1-19 木头



图1-20 岩石

（3）毛发

单一的毛发都是细小、柔软的圆锥体，我们通常关注的是毛发的整体效果，而不是每一根毛发的表现，所以将毛发看作特殊的一类材质（见图 1-21）。

（4）发光体

发光体是指本身能产生光的特殊物体。这类物体本身一般没有高光和阴影，但能够散发出光芒。这些光不仅能照亮发光体本身，还可以照亮发光体周围的景物，如太阳、灯泡、火焰和星云等（见图 1-22）。

以上并非针对真实的材料分类，只是在认知和描绘方面的总结，其最终目的是为了在三维动画制作中更好地实现这些材质的外观效果。



图1-21 羽毛



图1-22 火焰

1.3.2 三维动画中的基本材质类型

为了更真实地模拟现实中的材质，Maya 软件渲染模块提供了很多渲染节点，由 Materials



(材质)、Textures (纹理)、Lights (灯光)、Utilities (工具) 组成 (见图 1-23)。

选择 Window (窗口) → Rendering Editors (渲染编辑器) → Hyper Shader (材质编辑器) 命令, 打开 Hyper Shader (材质编辑器), 观察 Maya 的渲染节点系统。

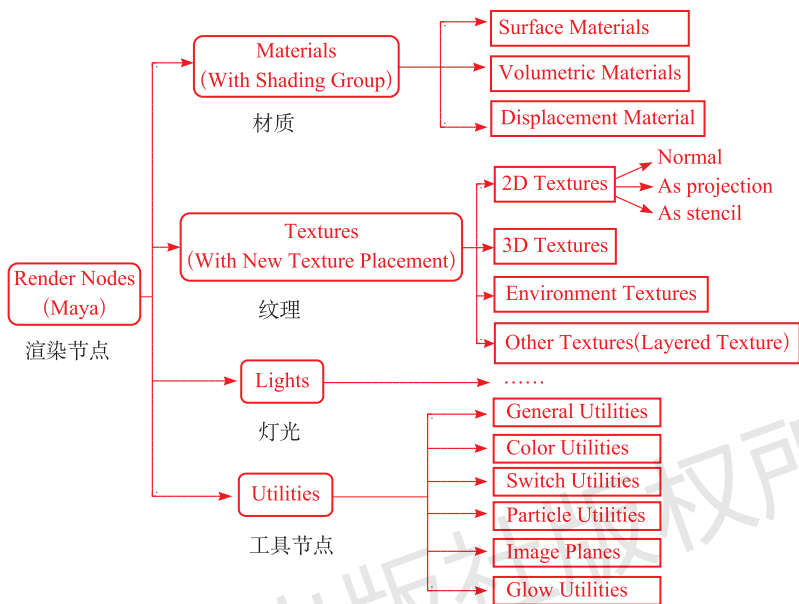


图1-23 Maya渲染节点

Maya 中的基本材质类型分为 Surface (曲面材质)、Volumetric (体积材质) 和 Displacement (置换材质)。

其中, Surface (表面) 材质中的 Anisotropic (各向异性) 主要用来模拟表面有微细凹槽的物体, 如头发、镜面、陶瓷等; Blinn (布林) 具有较好的镜面反射效果, 主要用来模拟金属材质; Lambert (兰伯特) 主要用来模拟没有镜面高光的物体, 多用于粗糙物体表面, 例如自然界中的泥土、木头、岩石等; Layered Shader (层材质) 可

以将不同的材质节点结合起来, 融合形成更复杂的材质; Phong 材质表现光亮透明和明显的镜面反射效果, 用来模拟玻璃、水等表面光滑、有光泽的物体 (见图 1-24)。

Volumetric (体积) 材质主要用于创建环境气氛。其中, Particle Cloud (粒子云) 节点经常和 Particle Cloud 系统联合使用, 模拟厚重的云层效果 (见图 1-25)。

Displacement (置换) 材质中的 Displacement 节点是利用纹理贴图来修改模型, 改变模型的法线, 修改模型上控制点的位置, 增加模型表面细节, 实现真正的凹凸; C Muscle Shader 材质用于控制肌肉系统皮肤贴图 (见图 1-26)。

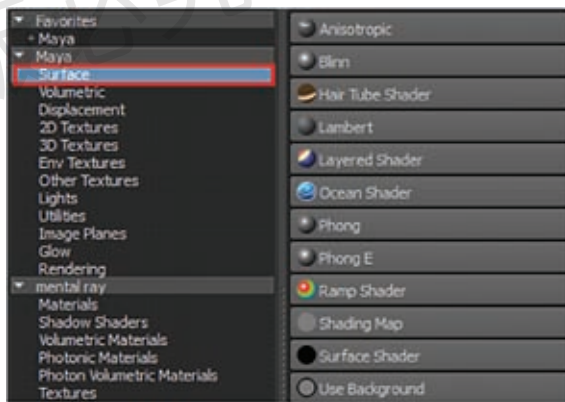


图1-24 Surface材质

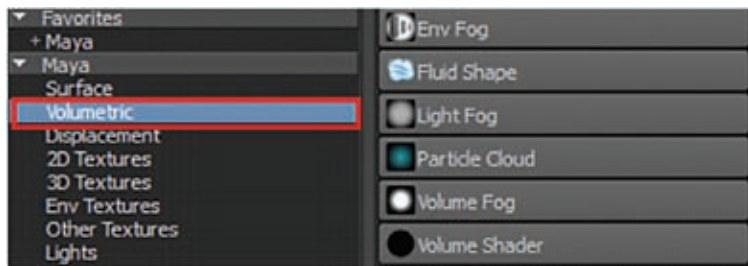


图1-25 Volumetric材质

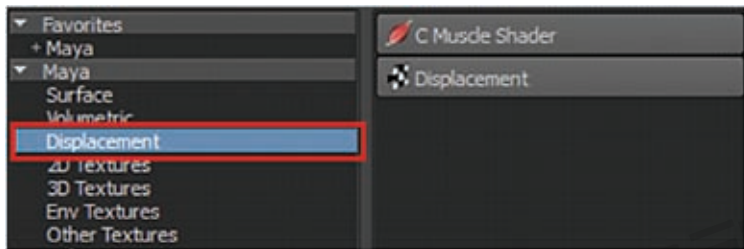


图1-26 Displacement材质

1.4 纹理

纹理是在材质的质感基础上增加的丰富的细节。现实中的物体表面或多或少都有纹理，比如布料上的图案和织线的纹理，苹果表皮的颜色变化和斑点，甚至是墙面上沾染的污迹……。Maya 中表现这些细节，靠的是 Texture（纹理）。

根据纹理的产生方式不同，三维软件里的纹理分成两大类，即 Map Texture（贴图纹理）和 Procedural Texture（程序纹理）。所谓贴图纹理，就是调用位图图像文件，并且通过模型的 UV 来定位贴图在模型表面的位置；程序纹理是根据模型表面参数空间的 UV 编写的程序。这些纹理是 Maya 内置的函数，通过代码实现，不需要额外的贴图，如 Checker（棋盘格）、Grid（网格）等。

Maya 2013 的纹理节点分成四个模块：2D Texture（二维纹理）、3D Texture（三维纹理）、Env Texture（环境纹理）、Layered Texture（层纹理）。

2D Texture（二维纹理）有 17 种（见图 1-27），常用的有 Checker（棋盘格纹理）、File（文件纹理）、Fractal（分形

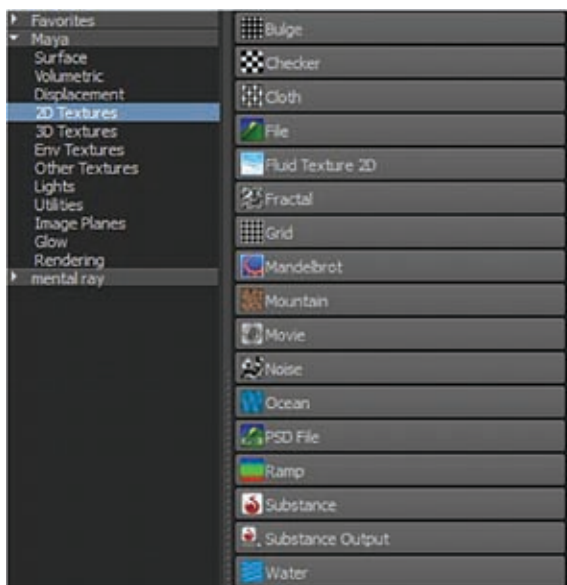


图1-27 2D Texture（二维纹理）



纹理)、Grid (网格纹理)、Mandelbrot (Mandelbrot 集纹理)、Mountain (山脉纹理)、Noise (噪波纹理)、Ocean (海洋纹理)、PSD File (PSD 文件纹理)、Ramp (渐变纹理)、Wave (水波纹理) 等。

3D Texture (三维纹理) 有 14 种 (见图 1-28), 常用的有 Cloud (云纹理)、Marble (大理石纹理)、Rock (岩石纹理)、Stucco (灰泥纹理)、Wood (木头纹理) 等。

Env Texture (环境纹理) 主要用于制作高光材质反射出的环境四周的效果, 通常用一张环境反射贴图链接到环境纹理的 Color (颜色) 通道来模拟周围环境效果。环境纹理节点共有 5 种 (见图 1-29)。

最后一个模块是 Layered Texture (层纹理), 其作用与 Layered Shader (层材质) 类似, 可以使用 Layered Texture 混合其他纹理, 类似于 Photoshop 中的图层, 还可以设定混合模式。

材质是由物体自身材料决定的一种质感表现, 纹理是物体在基本质感上表现出来的更加丰富和细腻的表面特性, 即纹理是附着在材质表面的外在特性。在三维软件的材质节点和纹理节点的共同作用下, 能更加逼真、细致地塑造物体的外观效果。

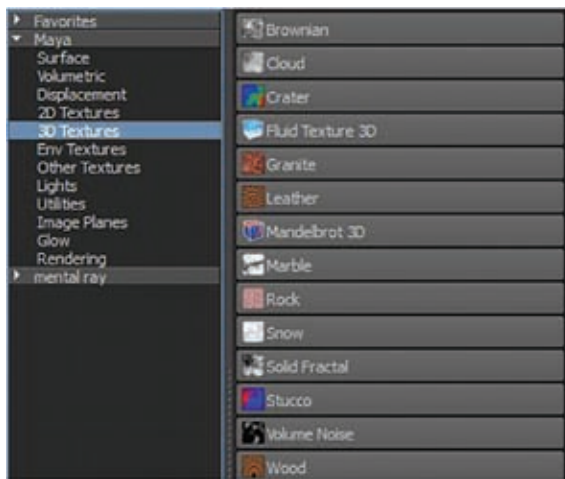


图1-28 3D Texture (三维纹理)

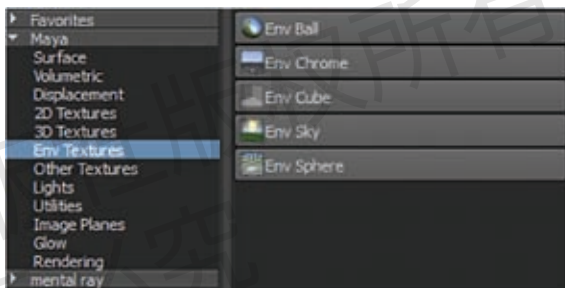


图1-29 Env Texture (环境纹理)

1.5 渲染输出

渲染输出是三维动画渲染工作流程中的最后一道工序, 也可以说是三维动画制作中期阶段的最后一道工序, 是将三维动画场景最终转换成二维图像的过程。无论是单帧图像还是动画序列, 都要通过渲染输出来获得最终结果。

Maya 软件由自身的渲染器完成渲染输出, 还有许多其他渲染器应用在三维动画制作中, 比较著名的有皮克斯公司开发的 Renderman 渲染器, 德国 Mental Images 公司开发的 Mental Ray 渲染器。其中, Mental Ray 渲染器被整合到 Maya 软件中, 为制作高质量影像提供了强大的渲染能力。

Maya 中常用的有四种渲染类型, 在设置渲染输出时可以选择。

(1) Software (软件) 渲染: 是最常用的一种渲染方式, 可以渲染出高质量的图像效

果（见图 1-30）。当然，如果场景非常复杂，或开启光线追踪阴影等效果时，渲染的时间会大大增加。

（2）Hardware（硬件）渲染：主要用来渲染一些特殊效果，比如粒子特效等（见图 1-31）。可以将硬件渲染简单地理解为依靠计算机显卡的计算能力来渲染，获得一种粗糙的、临时性的渲染效果。

（3）Vector（矢量）渲染：在实际中较少使用，一般用来渲染简单的卡通效果或者物体边线的效果（见图 1-32）。

（4）Mental Ray 渲染：可以获得照片级别的渲染效果。许多影片制作都选用 Mental Ray 渲染，Mental Ray 渲染器提供的全局照明、焦散、最终聚集等渲染方法可以快速、有效地产生真实的照明效果（见图 1-33）。



图1-30 Maya Software（软件）渲染的画面

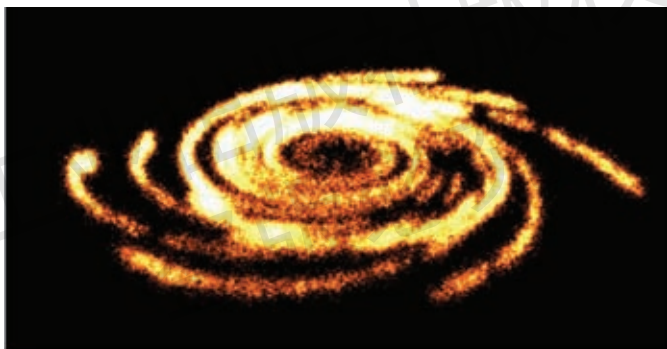


图1-31 硬件渲染的星云画面



图1-32 矢量渲染的描边效果



图1-33 电影《终结者3》的画面

1.6 三维动画渲染的实际应用

三维动画渲染应用广泛，不止是在影视动画中，在商业设计、影视广告、虚拟现实等方



面也有大量的应用。实际的三维动画渲染项目，根据需求不同，大小规模和质量要求不尽相同。按照渲染内容的不同，主要分为三种情况：道具渲染、角色渲染和室内外场景渲染。

1.6.1 三维动画中的道具渲染

动画片中的道具是指与剧情和角色有关的物体。在很多情况下，道具不仅仅是简单的陪衬，它在很多时候甚至超过角色的其他方面，成为其个性外化、标志性的视觉符号。例如，孙悟空的金箍棒、大力水手的菠菜和忍者神龟的武器等（见图 1-34）。

道具在动画片中的作用主要是交代故事背景、塑造角色性格、推动情节发展和表达角色情感等。道具可以交代动画片中故事发生的时代，环境、地点等；也可以用来塑造人物性格。例如，用骷髅头旗帜、铁钩做成的假手、木头做成的假腿等塑造海盗残暴、冷酷的形象；机器猫从口袋里拿出的各式各样新奇的道具，是推动情节发展的助推器。道具也常常被用来寄托角色的情感，例如灰姑娘的玻璃鞋，《飞屋环游记》中老奶奶的照片等（见图 1-35）。道具甚至可以表现动画片的风格和类型。因此，动画道具在动画片中非常重要，是不可或缺的一部分。



图1-34 动画《忍者神龟》的画面



图1-35 动画影片《飞屋环游记》的画面

三维动画中的道具有很多类型。与实拍电影相同，三维动画中的道具按照用途分为：连戏道具（说明故事情节连续性所需的道具）、陈设道具（在演员表演环境中的陈设器具）、戏用道具（与演员表演发生直接关系的）、气氛道具（为增强环境气氛，说明故事发生的时

间、地点等特定情景)。

在三维动画的制作过程中,因为项目周期和项目经费的制约,不是所有的道具都需要精细渲染。在渲染道具时,经常用到分层渲染的方式,将整个场景分为角色层、道具层和背景层,通过调节每一层的渲染参数,达到不同的渲染效果,调控项目制作周期。

1.6.2 三维动画中的角色渲染

不论是在传统的二维动画片中,还是在三维动画片中,角色都是剧情发展和主题表达的载体。有了角色,才有了动画片中故事情节的发展。成功的动画角色都要有一个令人印象深刻的造型,甚至可以通过角色的造型来体现其性格。动画片中的角色相当于一部电影里的演员,动画角色是动画片创作的核心。动画剧本要表达的中心思想通过角色的台词、动作、经历才能完整地呈现在观众面前。需要注意的一点是,动画片中的角色并不单单指动画人物角色,在有些动画电影中,动物、机器,甚至在现实世界中不存在的物体也可以充当动画片的角色(见图 1-36),这是动画电影不同于实拍电影很重要的一点。



图1-36 动画电影《机器人总动员》中的瓦力

三维动画中的角色是一部动画片中最重要的部分。在渲染角色时,要分析角色的构成,根据动画脚本的具体要求,渲染出符合主题的角色素材。在 Maya 中渲染动画角色时,默认材质一般不能满足动画制作的要求。以人物角色为例,皮肤、毛发、服装材质都需要绘制贴图来模拟真实的人物特点。在绘制贴图的过程中,要本着模拟真实效果的原则,仔细体会皮肤、毛发、服装的光泽度、镜面反射效果和质地,才能绘制出好的贴图效果。角色在不同的环境情况下,纹理会有变化。比如,机器人瓦力由新变旧时,在表面形成的污迹、锈迹(见图 1-37)。编辑 UV,直接控制了角色模型的贴图绘制质量。如果编辑 UV 的

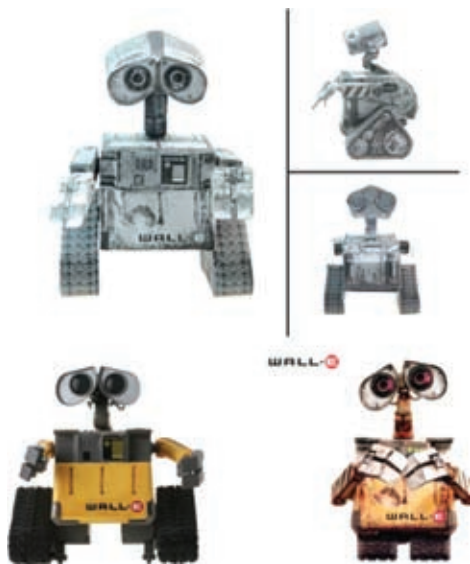


图1-37 机器人瓦力的材质纹理



效果不理想，材质贴图附到模型上，会出现皱褶或拉伸的情况，因此绘制贴图和编辑 UV 在角色渲染中是非常重要的技术要点。

1.6.3 三维动画中的场景渲染

三维动画中的场景是动画角色的活动空间。根据故事情节的发展需要，一部动画片一般会有若干个场景。对于不同的场景，可以利用灯光和材质制作出所需要的光影和气氛。优秀的动画场景可以直接影响动画片的整体风格，还能强化主题，塑造角色性格，表现角色的心理活动。通过场景时间和空间的变化，可推动故事情节的发展，展现动画片的艺术风格（见图 1-38 和图 1-39）。



图1-38 动画片《冰川世纪》中水草丰美的场景



图1-39 动画片《冰川世纪》中冰天雪地的场景

在传统二维动画中，角色、道具、场景都是手工绘制在一个平面内的，不能把人物角色和背景分离开。在三维动画中，可以利用三维软件制作出空间感和立体感，将动画角色和背景分离开，突出动画角色的表演，真正地将动画场景的作用锁定在营造气氛上，不会

喧宾夺主，影响故事情节的表现。在渲染三维场景时，要正确处理场景的光照特性，辅助完成角色造型，营造场景气氛；合理的调整灯光属性，如强度、颜色、位置等，表现出脚本要求的场景季节、气候、环境、冷暖调要求等。在动画电影的制作过程中，特写镜头中的场景物体都需要制作出模型、材质、贴图来表现场景环境，中景和远景镜头通常使用绘制贴图和環境球的方式来模拟场景环境。这样，可以在保证场景质量的前提下，尽可能地提高动画制作效率，缩短动画制作周期。



本章小结

本章介绍了三维动画渲染在电影中的应用和重要作用，讲解了动画渲染的四个制作环节：灯光、材质、纹理、最终渲染，及其相互之间的关系。在后续章节中，我们还将通过项目制作，更深入地学习灯光、材质、纹理和最终渲染的详细过程和具体要求。三维动画渲染的应用场合非常多，渲染项目复杂多变。我们将动画渲染项目根据渲染内容，分成道具渲染、角色渲染和室内外场景渲染。渲染内容不同，渲染制作的要求各有侧重点。在学习渲染的基本操作时，一定要关注渲染内容所需的整体风格，真正做到学以致用。

渲染是呈现画面的过程，画面是吸引观众的重点之一，建议大家除了学习技术之外，多欣赏一些优秀的电影作品，分析其画面构图、光影变化、材质表现及景深处理等，不断提高动画渲染的制作技艺。

