

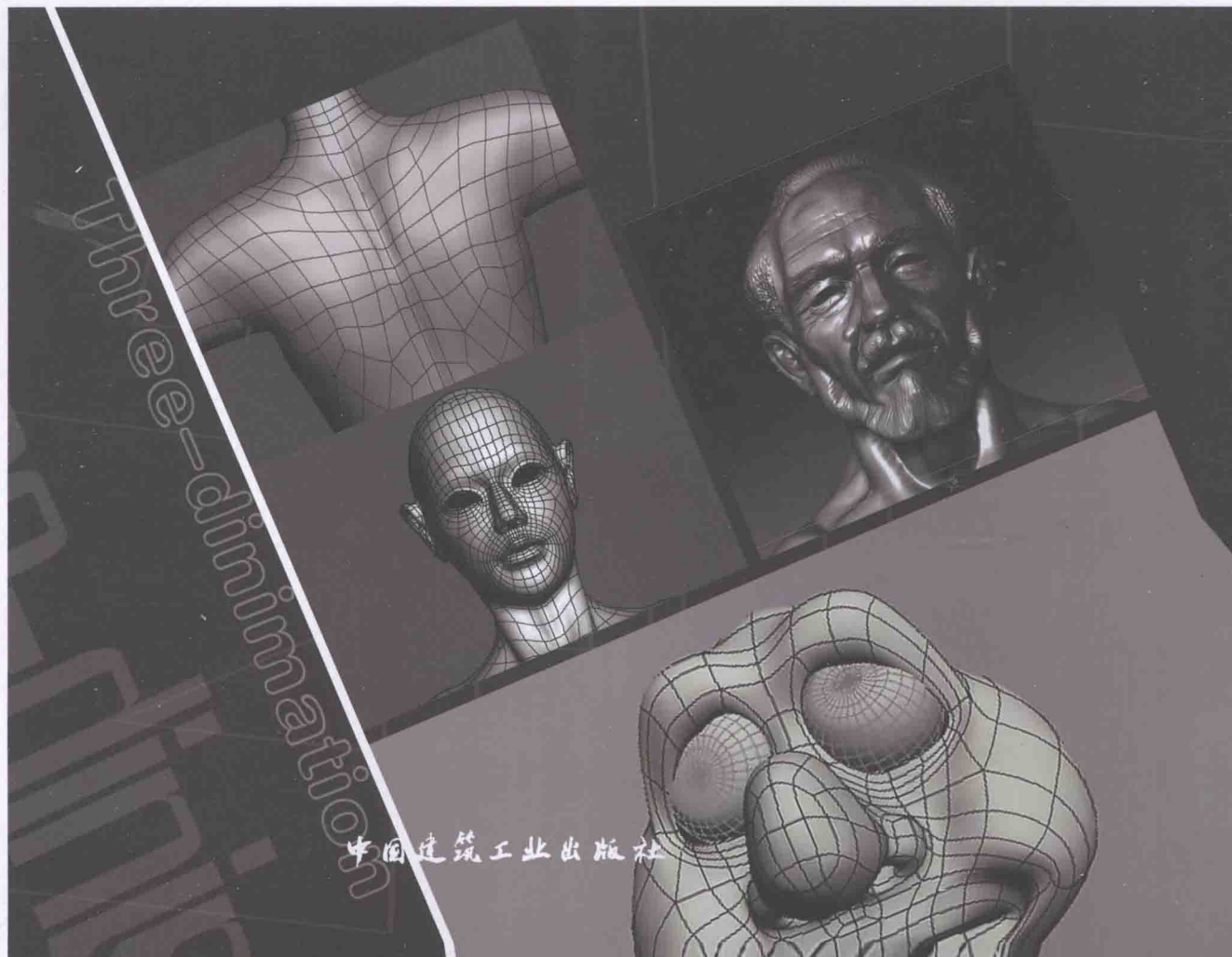
高等院校动画专业核心系列教材

主编 王建华 马振龙 副主编 何小青

Basis for Modeling Three-dimensional Animation

# 三维动画建模 基础

顾杰 编著



高等院校动画专业核心系列教材

主编 王建华 马振龙 副主编 何小青

# 三维动画 建模基础

顾 杰 编著



中国建筑工业出版社

图书在版编目 ( CIP ) 数据

三维动画建模基础 / 顾杰编著 . —北京 : 中国建筑工业出版社 ,  
2014.6

高等院校动画专业核心系列教材

ISBN 978-7-112-16679-4

I . ①三… II . ①顾… 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 (2014) 第 068863 号

责任编辑: 唐旭 吴佳

责任校对: 李美娜 刘梦然

高等院校动画专业核心系列教材

主编 王建华 马振龙 副主编 何小青

**三维动画建模基础**

顾杰 编著

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京嘉泰利德公司制版

北京方嘉彩色印刷有限责任公司印刷

\*

开本: 880 × 1230 毫米 1/16 印张: 10<sup>1</sup>/<sub>4</sub> 字数: 265 千字

2014年7月第一版 2014年7月第一次印刷

定价: 58.00 元

ISBN 978-7-112-16679-4

( 25461 )

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

( 邮政编码 100037 )

# 《高等院校动画专业核心系列教材》 编委会

主 编 王建华 马振龙

副主编 何小青

---

编 委 (按姓氏笔画排序)

王玉强 王执安 叶 蓬 刘宪辉 齐 骥 孙 峰

李东禧 肖常庆 时 萌 张云辉 张跃起 张 璇

邵 恒 周 天 顾 杰 徐 欣 高 星 唐 旭

彭 璐 蒋元翰 靳 晶 魏长增 魏 武

# 总序

INTRODUCTION

动画产业作为文化创意产业的重要组成部分，除经济功能之外，在很大程度上承担着塑造和确立国家文化形象的历史使命。

近年来，随着国家政策的大力扶持，中国动画产业也得到了迅猛发展。在前进中总结历史，我们发现：中国动画经历了 20 世纪 20 年代的闪亮登场，60 年代的辉煌成就，80 年代中后期的徘徊衰落。进入新世纪，中国经济实力和文化影响力的增强带动了文化产业的兴起，中国动画开始了当代二次创业——重新突围。2010 年，动画片产量达到 22 万分钟，首次超过美国、日本，成为世界第一。

在动画产业这种井喷式发展背景下，人才匮乏已经成为制约动画产业进一步做大做强的重要因素。动画产业的发展，专业人才的缺乏，推动了高等院校动画教育的迅速发展。中国动画教育尽管从 20 世纪 50 年代就已经开始，但直到 2000 年，设立动画专业的学校少、招生少、规模小。此后，从 2000 年到 2006 年 5 月，6 年时间全国新增 303 所高等院校开设动画专业，平均一个星期就有一所大学开设动画专业。到 2011 年上半年，国内大约 2400 多所高校开设了动画或与动画相关的专业，这是自 1978 年恢复高考以来，除艺术设计专业之外，出现的第二个“大跃进”专业。

面对如此庞大的动画专业学生，如何培养，已经成为所有动画教育者面对的现实，因此必须解决三个问题：师资培养、课程设置、教材建设。目前在所有专业中，动画专业教材建设的空间是最大的，也是各高校最重视的专业发展措施。一个专业发展成熟与否，实际上从其教材建设的数量与质量上就可以体现出来。高校动画专业教材的建设现状主要体现在以下三方面：一是动画类教材数量多，精品少。近 10 年来，动画专业类教材出版数量与日俱增，从最初上架在美术类、影视类、电脑类专柜，到目前在各大书店、图书馆拥有自身的专柜，乃至成为一大品种、

---

门类。涵盖内容从动画概论到动画技法，可以说数量众多。与此同时，国内原创动画教材的精品很少，甚至一些优秀的动画教材仍需要依靠引进。二是操作技术类教材多，理论研究的教材少，而从文化学、传播学等学术角度系统研究动画艺术的教材可以说少之又少。三是选题视野狭窄，缺乏系统性、合理性、科学性。动画是一种综合性视听形式，它具有集技术、艺术和新媒介三种属性于一体的专业特点，要求教材建设既涉及技术、艺术，又涉及媒介，而目前的教材还很不理想。

基于以上现实，中国建筑工业出版社审时度势，邀请了国内较早且成熟开设动画专业的多家先进院校的学者、教授及业界专家，在总结国内外和自身教学经验的基础上，策划和编写了这套高等院校动画专业核心系列教材，以期改变目前此类教材市场之现状，更为满足动画学生之所需。

本系列教材在以下几方面力求有新的突破与特色：

**选题跨学科性**——扩大目前动画专业教学视野。动画本身就是一个跨学科专业，涉及艺术、技术，横跨美术学、传播学、影视学、文化学、经济学等，但传统的动画教材大多局限于动画本身，学科视野狭窄。本系列教材除了传统的动画理论、技法之外，增加研究动画文化、动画传播、动画产业等分册，力求使动画专业的学生能够适应多样的社会人才需求。

**学科系统性**——强调动画知识培养的系统性。目前国内动画专业教材建设，与其他学科相比，大多缺乏系统性、完整性。本系列教材力求构建动画专业的完整性、系统性，帮助学生系统地掌握动画各领域、各环节的主要内容。

**层次兼顾性**——兼顾本科和研究生教学层次。本系列教材既有针对本科低年级的动画概论、动画技法教材，也有针对本科高年级或研究生阶段的动画研究方法和动画文化理论。使其教学内容更加充实，同时深度上也有明显增加，力求培养本科低年级学生的动手能力和本科高年级及研究生的科研能力，适应目前不断发展的动画专业高层次教学要求。

**内容前沿性**——突出高层次制作、研究能力的培养。目前动画教材比较简略，

---

多停留在技法培养和知识传授上，本系列教材力求在动画制作能力培养的基础上，突出对动画深层次理论的讨论，注重对许多前沿和专题问题的研究、展望，让学生及时抓住学科发展的脉络，引导他们对前沿问题展开自己的思考与探索。

教学实用性——实用于教与学。教材是根据教学大纲编写、供教学使用和要求学生掌握的学习工具，它不同于学术论著、技法介绍或操作手册。因此，教材的编写与出版，必须在体现学科特点与教学规律的基础上，根据不同教学对象和教学大纲的要求，结合相应的教学方式编写，确保实用于教与学。同时，除文字教材外，视听教材也是不可缺少的。本系列教材正是出于这些考虑，特别在一些教材后面附配套教学光盘，以方便教师备课和学生的自我学习。

适用广泛性——国内院校动画专业能够普遍使用。打破地域和学校局限，邀请国内不同地区具有代表性的动画院校专家学者或骨干教师参与编写本系列教材，力求最大限度地体现不同院校、不同教师的教学思想与方法，达到本系列动画教材学术观念的广泛性、互补性。

“百花齐放，百家争鸣”是我国文化事业发展的方针，本系列教材的推出，进一步充实和完善了当下动画教材建设的百花园，也必将推进动画学科的进一步发展。我们相信，只要学界与业界合力前进，力戒急功近利的浮躁心态，采取切实可行的措施，就能不断向中国动画产业输送合格的专业人才，保持中国动画产业的健康、可持续发展，最终实现动画“中国学派”的伟大复兴。

丛书主编：



中国传媒大学新闻学院



天津理工大学艺术学院

# 前言

## PREFACE

---

近年来，随着国家大力扶持新兴动漫游戏产业的发展，全国设置动画专业的高等院校或者新成立的动画院校已超过 200 所，催生了一股动画热，而三维动画专业是各大院校必修的专业或方向，大多数以开设学习 Maya 软件课程为主。

Maya 是目前国际上最先进的高端三维动画制作软件，拥有最先进的三维动画制作体系，能够方便快捷地创作出电影级别的视觉效果，有效地处理制片人提出的任何挑战。

当今，三维动画技术被广泛地应用在电影、游戏及一些虚拟现实的场景中，而建模技术的掌握和技巧的运用对一部动画影片来说显得更加重要，比如魔幻史诗巨片《指环王》系列中的咕噜、科幻电影《金刚》中的金刚、《阿凡达》中的纳威人等，均是三维模型制作的典范，我们在学习 Maya 软件功能的同时，还要涉及电影制作、美术设计、摄影、雕塑、二维动画等方面的知识，这样才能不断提高创作水平，将艺术和技术完美地融合。

《三维动画建模基础》主要针对三维动画模型技术进行全面讲解和实战。

本书是作者在多年教学实践中结合学生的学习实际逐步编写而成的，书中大部分例子都是课堂项目操作实例。该书共分为六章：第 1 章为计算机图形和 CG 动画电影简介，讲解计算机图形图像学基本知识、CG 动画电影生产流程等；第 2 章为 Maya 工作界面和基础操作，讲解 Maya 2011 的新特性、基本界面元素、视窗操作及工具应用等；第 3 章为 Polygon 多边形建模，讲解 Polygon 多边形建模简介、Polygon 多边形基本几何体、基础多边形创建工具、Edit Mesh 编辑多边形工具、Normals 多边形法线、手表制作实例、子弹头制作实例、瞭望塔制作实例、风蛇制作实例、甲壳虫汽车制作实例及人头制作实例等；第 4 章为 NURBS 曲面建模，讲解 NURBS 概述、NURBS 基本几何体、Edit Curves 编辑曲线、NURBS 成面工具、编辑 NURBS 曲面、奖杯制作实例、化妆品瓶制作实例、易拉罐制作实例、NURBS 老式电话制作实例及跑车座位制作实例等；



---

第5章为细分建模，讲解细分建模概述、细分原始物体的创建及细分物体的编辑方法等；第6章为国内外名家作品赏析，通过对优秀产品设计、人物设计、机器人设计、卡通角色及动画场景的实例分析来提高学生的鉴赏能力。

在成书的过程中，首先非常感谢我的妻子李惠娟的默默支持与鼓励，没有她无私的帮助，本书不可能顺利完成；其次感谢出版社的各位编辑为本书出版所付出的辛勤工作。由于编写时间和水平有限，书中难免有不足之处，敬请同行和读者朋友批判指正。

# 目 录

CONTENTS

## 总序 前言

### 第 1 章

#### 计算机图形和 CG 动画电影简介

- 1.1 技术与艺术的辩证统一 ..... 001
- 1.2 计算机图形 ..... 001
- 1.3 CG 动画电影生产流程 ..... 003
- 1.4 基本的动画电影概念 ..... 007
- 1.5 模型在电影中的应用 ..... 009

### 第 2 章

#### Maya 工作界面和基础操作

- 2.1 了解 Maya 2011 ..... 010
- 2.2 Maya 基本界面元素 ..... 011
- 2.3 视窗操作 ..... 013
- 2.4 工具应用 ..... 015

- 2.5 常用的物体编辑方法和管理手段 ..... 016
- 2.6 实时训练题 ..... 018

### 第 3 章

#### Polygon 多边形建模

- 3.1 Polygon 多边形建模简介 ..... 019
- 3.2 Polygon 多边形基本几何体 ..... 021
- 3.3 基础多边形创建工具 ..... 027
- 3.4 Edit Mesh 编辑多边形工具 ..... 034
- 3.5 Normals 多边形法线 ..... 040
- 3.6 手表制作实例 ..... 042
- 3.7 子弹头制作实例 ..... 045
- 3.8 瞭望塔制作实例 ..... 048
- 3.9 风蛇制作实例 ..... 052
- 3.10 甲壳虫汽车制作实例 ..... 057
- 3.11 人头制作实例 ..... 063
- 3.12 实时训练题 ..... 072

# 073

## 第4章 NURBS 曲面建模

4.1	NURBS 概述 .....	073
4.2	NURBS 基本几何体 .....	074
4.3	Edit Curves 编辑曲线 .....	078
4.4	NURBS 成面工具 .....	086
4.5	编辑 NURBS 曲面 .....	091
4.6	奖杯制作实例 .....	100
4.7	化妆品瓶制作实例 .....	105
4.8	易拉罐制作实例 .....	110
4.9	NURBS 老式电话制作实例 .....	114
4.10	跑车座位制作实例 .....	134
4.11	实时训练题 .....	142

# 143

## 第5章 细分建模

5.1	细分建模概述 .....	143
-----	--------------	-----

5.2	细分原始物体的创建 .....	143
5.3	细分物体的编辑方法 .....	144
5.4	实时训练题 .....	146

# 147

## 第6章 国内外名家作品赏析

6.1	产品设计 .....	147
6.2	人物设计 .....	147
6.3	机器人设计 .....	148
6.4	卡通角色 .....	149
6.5	动画场景 .....	149
6.6	实时训练题 .....	150

参考文献 .....	151
后 记 .....	152

# 第 1 章 计算机图形和 CG 动画电影简介

## 1.1 技术与艺术的辩证统一

艺术是讲究技巧和具有自己标准的，学习计算机图形首先要求在传统视觉艺术的绘制或在电影拍摄方面具有很强的艺术感觉。因此，掌握素描、摄影、绘画、雕塑、电影等方面的技巧是十分重要的。艺术家的工作不是讲究用什么材料或使用什么工具，而是自己能够完成一个高水平的原创作品并具有思想性。

我们学习 Maya 2011，并不局限于使用软件本身，而是获得了一种新的语言，一种新的沟通方式。对于 3D 工作来说，我们的工作目标在于了解自己能够完成什么工作，而不是软件能做什么。不要把课程变成如何让软件工作，而是应该学习如何使用软件。请记住：计算机只是一个工具，技术永远服务于艺术。

## 1.2 计算机图形

### 1.2.1 计算机图形的概念

CG，也称为 CGI，是 Computer Graphics Imagery (计算机图形) 的缩写。计算机图形 (CG) 是指计算机辅助生成的单个图像或系列图像。通常情况下，CG 和 CGI 都是指 3D 图形，而不是由 2D 图形或绘画程序 (比如 Photoshop 或 Painter) 创建的图像。大多数 2D 图形软件是基于位图的，而所有 3D 软件都是基于矢量。位图软件以拼合像素的方法创建图像，逐个填充每个像素。矢量软件是从一个计算点或绘图点向另一个点创建一系列可计算指令。

需要指出的是，Adobe Illustrator 或 Macromedia

Flash 这样的 2D 图形软件也是使用矢量的，但是 Maya 和其他 3D 图形工具所应用的是纵深计算方式，也就是在三维空间里定义物体，而不是在一个平面里进行绘制。这也使得 3D 工作者需要更高配置的计算机，还要付出大量的脑力劳动，而且与 2D 艺术是相当不同的。

### 1.2.2 光栅图像

光栅图像 (与位图图像同义) 是通过屏幕上的彩色像素或打印机上的点显示出来的，它是每个像素对应一个拼合点的组合。图像的分辨率 (水平方向和垂直方向上每英寸具有的像素数量) 大小直接决定了图片质量的高低，分辨率越高，文件尺寸越大，效果越好，但我们在 Maya 中创建的任何东西最终都是以光栅图像显示出来，即使它们是以矢量创建 (图 1-1、图 1-2)。

由于光栅图像是基于固定尺寸的栅格，因此它们的放大效果并不好。用户观察光栅图像的距离越近，或是光栅图像被放大，像素的尺寸就会



图 1-1 原始尺寸的光栅图像



图 1-2 放大到 3 倍的光栅图像

越大，从而让图像显得好像是一块一块拼起来似的。为了得到较大的光栅图像，需要一开始就设置较高的分辨率。

既然有这个限制，那为什么还要使用光栅图像呢（比如 Painter 和 Photoshop）？答案在于图像是如何生成的。最常见的光栅显示是电视和计算机屏幕。实际上，光栅这个词就是指电视和计算机监视器的显示区域。这些设备里的电子器件本来就是通过在荧光屏上绘制红色、绿色、蓝色像素来显示图像的。因此，所有由计算机生成的图像必须是光栅图像，或是渲染后进行光栅化，这样才能进行显示。

### 1.2.3 矢量图像

矢量图像是运用数学算法和几何函数来定义其区域、体积和形状的。它完全不同于光栅图像创建方式。

保存矢量图像的文件包含点在空间中的坐标和方程式以及分配给点的颜色值。这些矢量信息通过渲染过程转换为光栅图像（被光栅化），从而使我们可以看到最终的图像和动画（比如 Illustrator 和 Flash）。矢量图像最大的优点就是进行放大而不失真，（图 1-3、图 1-4）。因为矢量文件进行编辑时，它的几何信息同时被矢量程序提供的工具

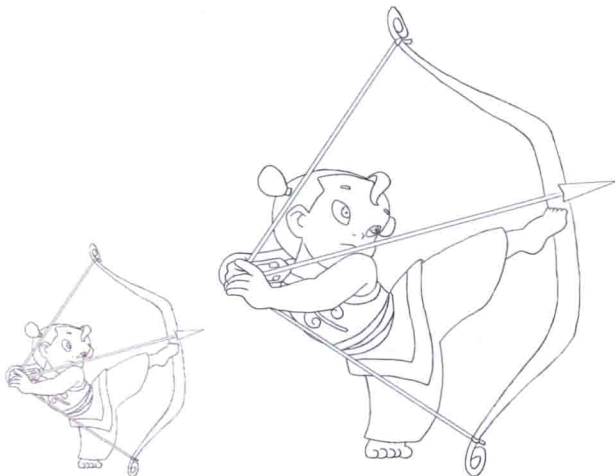


图 1-3 原始大小的 矢量图像 图 1-4 放大 200% 的矢量图像

修改，十分适合于设计业，只有在确定编辑完成后，矢量文件才会被计算机渲染为新的光栅图像序列。

需要说明的是，矢量程序中的运动不是保存在图像文件序列里，而是改变几何体的位置和定义形状与体积的算法。举例来说，当 Flash 动画在站点上播放时，下载到用户计算机的信息是矢量形式，它包含所有动画角色和背景的位置、尺寸和形状信息。用户的计算机会实时地把这些信息渲染为光栅图像，从而显示在屏幕上。

然而在 Maya 中，矢量图像是以线框表示的，当用户完成场景之后，通过 Maya 渲染器把这些矢量信息转化为一系列光栅图像。

3D 坐标空间也称为笛卡尔坐标系统，是由 Rene Descartes 开发的，空间被分别定义为 X、Y、Z 轴，分别代表物体的宽度、高度和纵深。这三个轴构成了大量的栅格，其中特定的点以坐标参数表示为 X、Y、Z。

三个坐标轴的原点是 (0、0、0)，由这三个轴定义的 3D 空间被称为全局轴，其中的 X、Y、Z 轴是固定参考。全局空间里的轴总是固定的，在 Maya 中以透视窗口左下角的 X、Y、Z 轴图标表示。

由于物体在全局轴里能够面对任何方向，因此每个物体需要与全局轴独立自己的宽度轴、高度轴和纵深轴，这些轴被称为局部轴。局部轴在

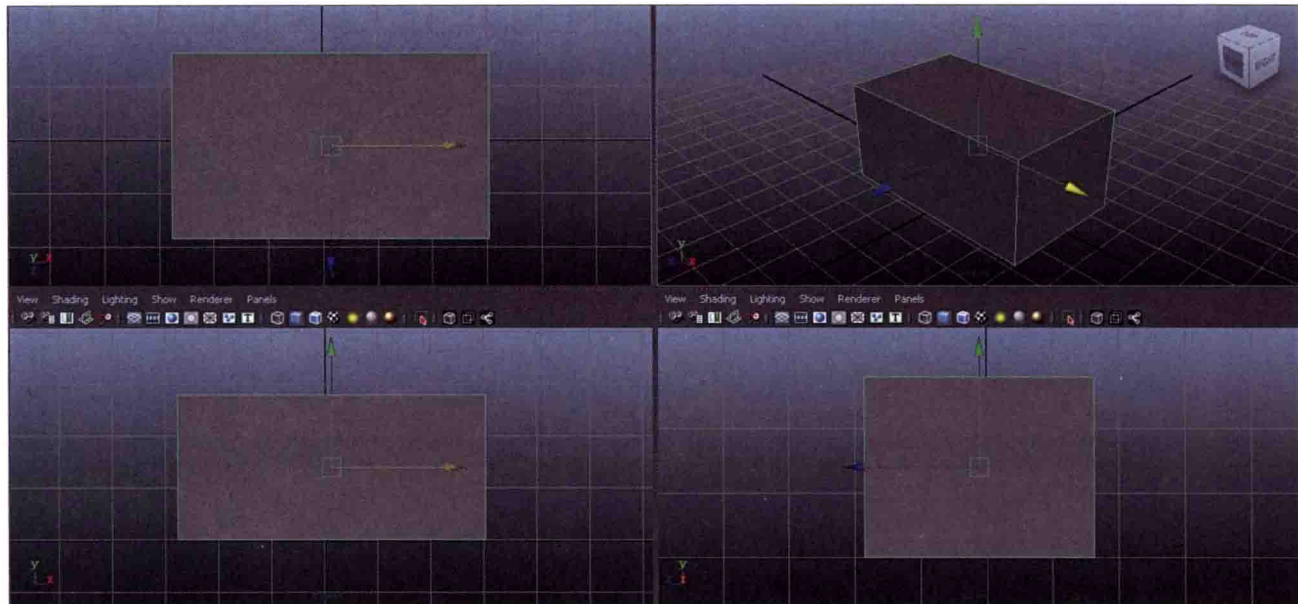


图 1-5 全局坐标和物体坐标

Maya 里是附加于物体的 X、Y、Z 坐标，当物体旋转或移动时，它的局部轴也会随之旋转或移动。一般全局轴设置物体移动和旋转的动画更容易（图 1-5）。

### 1.3 CG 动画电影生产流程

CG 动画产业继承了电影产业的流水线，在整部影片的制作中，生产流程包括了从最初的生产设计到最后的合成和剪辑，要做一个电影院级的大片，没有一个完整规范流程和计划是不行的。

首先，要了解一下电影的生产流程：预处理、生产、后期制作。预处理阶段包括编写剧本和情节、制作服装和道具、演员排演、招聘工作人员、租用与装配设备等。在生产阶段，以最有效的次序拍摄场景。后期制作包括剪辑场景，添加音效、旁白、特技等。

虽然 CG 与电影的工作具有很大的差别，但这对于理解和创建 CG 的过程也是有帮助的。

#### 1.3.1 前期准备

前期的计划主要包括故事剧本、设计和故事

板等环节，重要的还要考虑电影项目能不能准时在预算内完成。这就意味着影片需要一个很好的创意情节、收集所有能用得上的资料、进行运动测试、绘制布局、绘制模型草图。

##### (1) 人员上的准备

所有的这些都基于艺术家的创作，整部电影的质量好坏和艺术家的能力息息相关。构建一个成功的工作流程最重要、最困难的部分就是找到合适的艺术家，而导演就是整部影片最重要的艺术家。首先，导演拿到剧本就进入了规划和设想阶段，这个阶段主要是提炼出故事的主角和配角，由二维部门制作原画，由雕塑部门制作简单的模型。原稿通过以后，还要对人物和场景进行细化，以便交给建模部门制作。规划中最重要的就是二维部门要根据导演的思路制作故事板，这个故事板可以是很简单的线条画，它的主要作用就是统一众多艺术家的制作方向，并为导演估计整个影片制作完成所需时间作大体依据。

##### (2) 生产准备

初步的规划出炉以后，二维部门就开始制作完整的故事板并具体设计人物、道具和场景的原画，包括各个细节的设计和最终的颜色定稿。与

此同时，PPS 部门会为整个电影的制作过程制定详细的时间表。在正式制作之前的过程中涉及很多的部门，包括模型组、材质组、设置组、动画组、灯光组、特效组、合成组、渲染组和技术支持组等部门，这些部门之间的相互依赖关系使得没有一个部门可以离开其他的部门真空操作，例如：建模师制作模型的方式将决定材质部分贴图时的难易程度；制作骨骼的艺术家就必须和动画师紧

密结合，这样才能做出动作逼真且易于操作的设置；灯光也会影响材质纹理的效果；影片渲染的方式也会影响合成的流畅程度等。

首先，我们了解一下各个部门的含义：

二维设计：根据故事情节绘制出设计稿（图 1-6、图 1-7）。

故事板：按照故事脚本画出分镜头（图 1-8、图 1-9）。

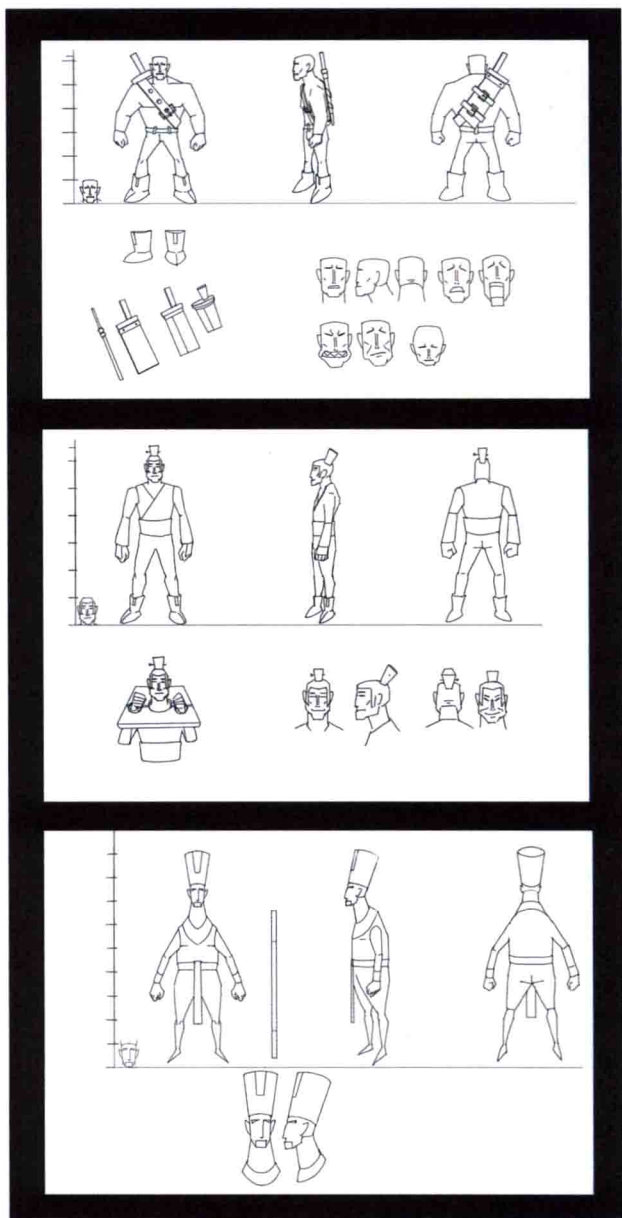


图 1-6 设计稿一

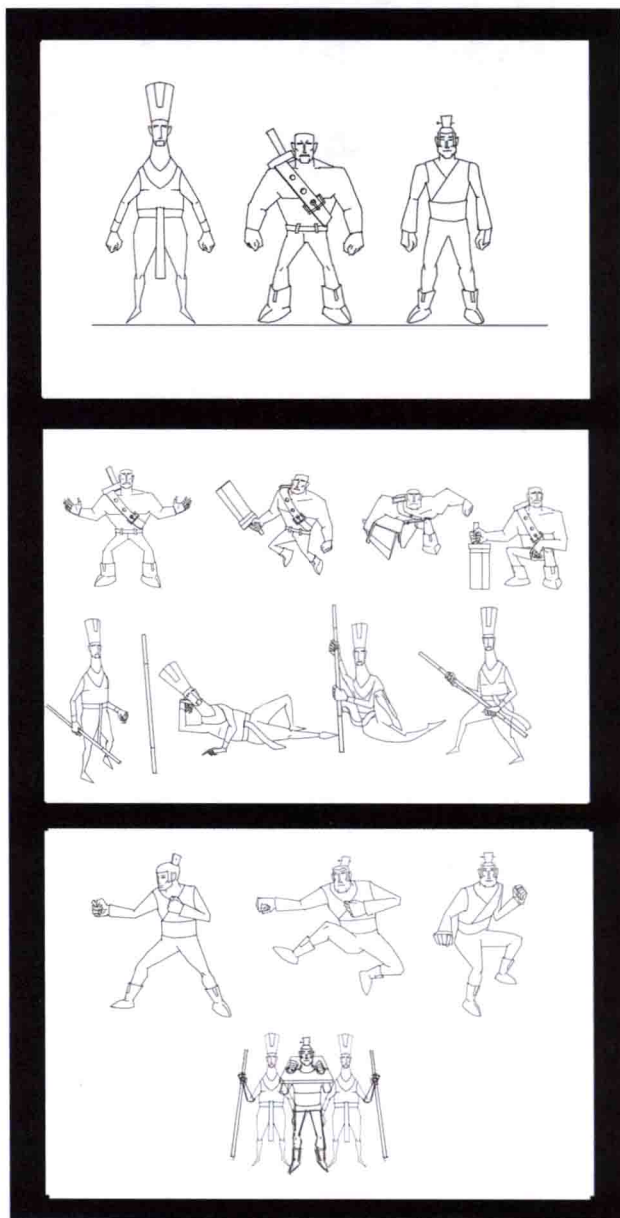


图 1-7 设计稿二

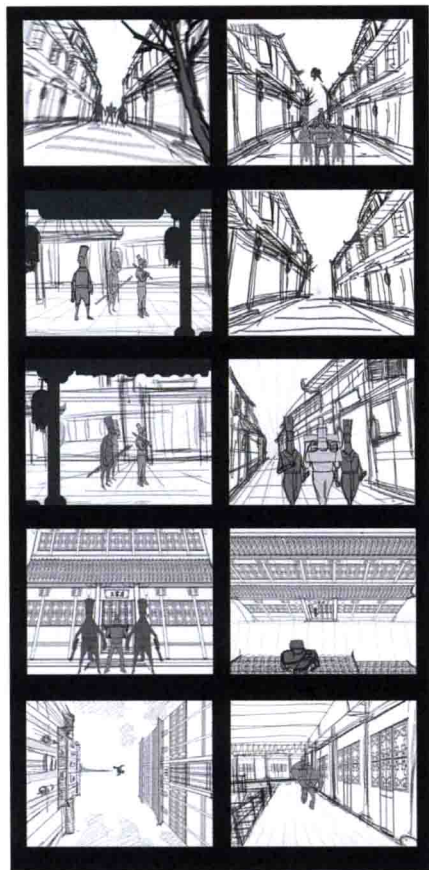


图 1-8 分镜头一

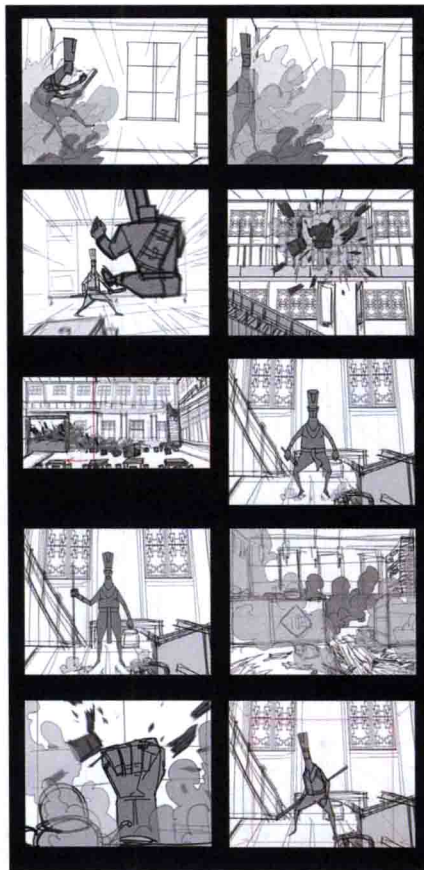


图 1-9 分镜头二

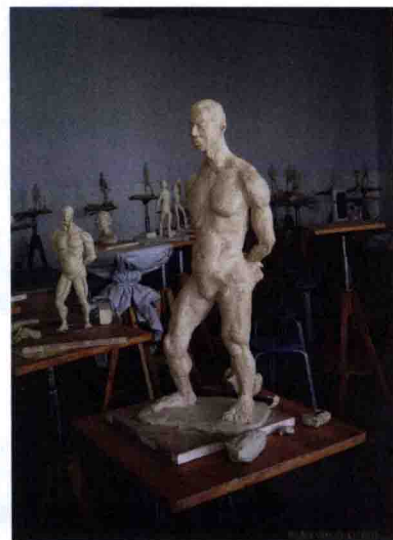


图 1-10 雕塑

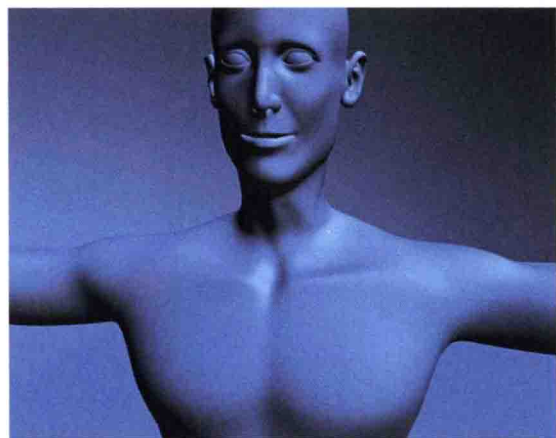


图 1-11 角色建模



图 1-12 场景

雕塑：依据二维设计原画，做出真实的雕塑模型（图 1-10）。

角色建模：依据二维设计原画，并参照雕塑模型，在计算机中建造人物角色（图 1-11）。

场景道具：分为场景模型和道具模型，按照设计稿创建环境场景和道具物体（图 1-12）。

骨骼设置：给模型加上骨骼，让它们可以正常运动（图 1-13、图 1-14）。



**动画师：**动画师是整个动画片的灵魂，负责让模型活起来，即赋予它们表情和动作（图 1-15、图 1-16）。

**材质和灯光组：**赋予场景道具角色材质，并配上合适的灯光，渲染气氛（图 1-17、图 1-18）。

**特效：**打造出意想不到的效果，符合导演的视觉要求（图 1-19）。

**编辑：**电影生产流程的最后一道工序，可以看到一个完整的影片效果（图 1-20）。

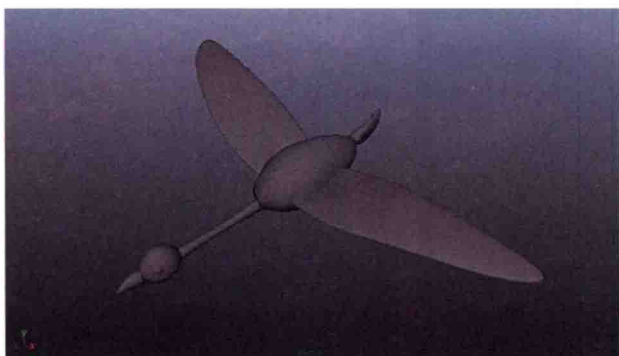


图 1-13 建模



图 1-14 骨骼绑定



图 1-15 表情动画

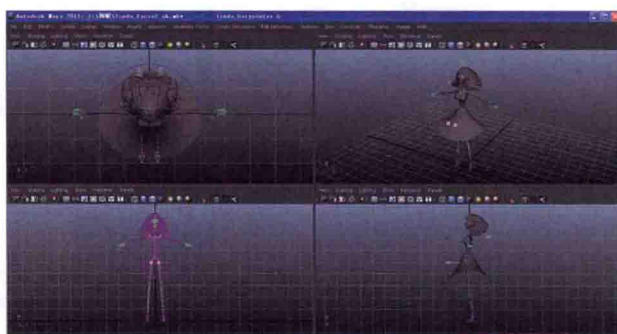


图 1-16 骨骼设定



图 1-17 灯光



图 1-18 场景与灯光