

林家阳 总主编



刘骏 吴建丹 郑哲琼 主编

# 三维动画制作

SANWEI DONGHUA ZHIZUO

扫描二维码，  
学习  
在线课程



副主编 俞 艳 吴伟峰 杨平均

 中国美术学院出版社

责任编辑：罗路晗  
执行编辑：陈祎玮  
图书制作：宏图文化  
特约编辑：宋 伟  
艺术顾问：林家阳  
装帧设计：张姗雯  
责任校对：杨轩飞  
责任印制：张荣胜

## 图书在版编目 (CIP) 数据

三维动画制作 / 刘骏, 吴建丹, 郑哲琼主编. — 杭州: 中国美术学院出版社, 2020.4 (2024.3 重印)  
(高等院校艺术设计专业精品系列丛书)

ISBN 978-7-5503-2061-1

I. ①三… II. ①刘… ②吴… ③郑… III. ①三维动画软件—高等学校—教材 IV. ①TP391.414

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2021) 第 068497 号

## 三维动画制作

刘 骏 吴建丹 郑哲琼 主编

出 品 人：祝平凡

出版发行：中国美术学院出版社

地 址：中国·杭州南山路 218 号 / 邮政编码：310002

网 址：<http://www.caapress.com>

经 销：全国新华书店

制版印刷：北京荣玉印刷有限公司

版 次：2020 年 4 月第 1 版

印 次：2024 年 3 月第 4 次印刷

印 张：10

开 本：889 mm × 1194 mm 1/16

字 数：254 千

图 数：314 幅

印 数：11001—16000

书 号：ISBN 978-7-5503-2061-1

定 价：56.00 元

著作权所有·违者必究

# 序 言

FOREWORD

专业——高校根据社会的专业分工而设立的学业类别，是知识学习的边界。一个人要想把本专业的知识学精学通，需要有对专业的高度认识和对知识的熟练掌握。只有做到熟悉学习方法和路径，才能做到一通百通。在科技高速发展的今天，我们强调学科交叉、多才多艺，强调每个人都应该树立无边界学习的理念，即“进校前有专业，进校后要通学”。平面（视觉设计）、立体（产品和工业设计）、空间（室内、建筑、景观）、时尚（服饰、数字媒体）的交叉，只是同类专业的互补，而文、理、艺的交叉才能培养出全面发展的人才。

课程——学校专业教学的科目，包含专业的主体精神，是知识的具体体现。课程的合理性为个人专业知识的建构和实践能力的培养打下了良好基础。美国著名课程与教育专家格兰特·威金斯（Grant Wiggins）提出的“追求理解的教学设计（UbD）”理论，以及在课程体系中的“逆向设计法”，避开了教学设计中的聚焦活动和知识灌输这两大误区，致力于发掘大概念，帮助学生获得持久、可迁移的理解能力，而不是学了却不会用的知识。

该理论被广泛应用于美国大、中、小学的教育课程体系设计中，为人才培养目标进行课程体系的应用技能设计，以证明学生实现了预期的目标。一个好的专业须有课程知识能量的支撑。为什么教育部首先亮红灯的是动画专业？因为该专业的课程结构设置不合理，导致了学生知识的缺失，继而影响了他们的就业与发展。

教材——课程的意志体现并支撑着课程教学。“工欲善其事，必先利其器”，教材是教学最重要的元素，其优劣决定着教学效率的高低。直接影响教学效率的因素有三：一是教师的专业素养，二是教学的配套设施，三是教材的选择。其中，最具有提升空间的就是教材。好的教材，不仅能够使教师在教学过程中有行云流水般的顺畅感，更能确保学生在有限的时间内学到真东西，达到学习目标，让教学事半功倍。

好的教材应具备三种特质：一是课程知识点的科学性；二是教学案例、作业程序的合理性，让学生能创意出好的作品；三是突破纸质教材成本和页数的局限性，通过“相关信息”“相关链接”等拓展内容使学生得到无限的知识与信息。这些特质虽简单却包含着无限的知识能量。

教育部部长陈宝生先生、高教司司长吴岩先生在2018年11月1日的“教育部高等学校教学指导委员会成立大会”上强调了教育重心要重新回归到本科教学上来，并把教材视为教学质量中最为重要的环节。正是在这样的语境下，本套教材实现了教学精神的回归。



教育部高等学校  
设计类专业教学指导委员会副主任  
同济大学教授 / 博导 林家阳  
2018年12月

# 前言

## PREFACE

三维动画制作是所有动漫、游戏专业的核心课程，是部分影视专业的拓展课程，根据教育部教指委对全国职业院校动漫设计专业所做的抽样调查显示，在被访问的 42 家院校中，高达 85.71% 的院校把三维动画制作定为本专业的核心课程，位居第一；同时在受访的 50 家企业中，动画制作这一岗位的需求达到了 64%，同样位居第一。

目前国内三维动画教材主要存在以下两个问题。

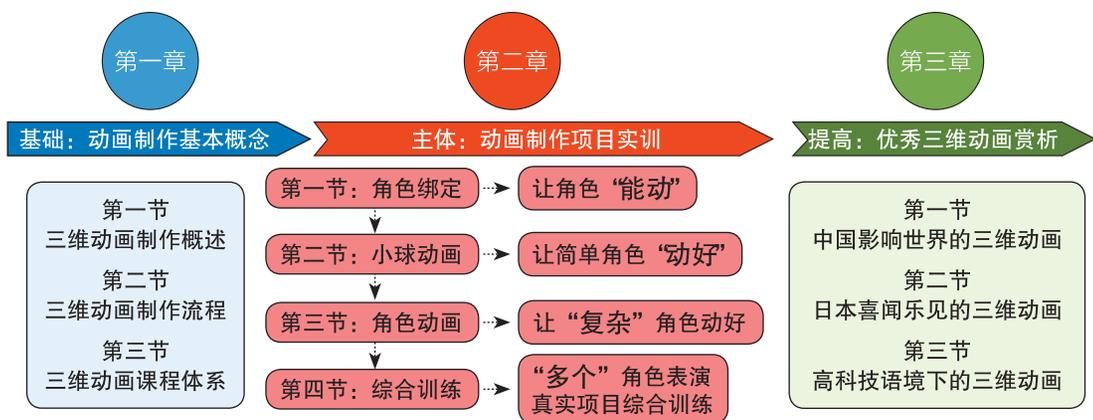
一是绑定环节的“消失”。在全国几乎所有院校的课程设置中，绑定没有专门对应的课程。其背后的原因一方面是绑定所需技能较多，另一方面是岗位需求较小。

二是动画环节的“业余”。目前很多教程均是针对传统的二维动画，把二维的理论全部照搬到三维理论上，这样必然缺少针对性，水土不服。

可以说，当前三维动画教育的最大矛盾是教材的内容无法满足行业和课程日益增长的发展需求。因此对教材的改革迫在眉睫。

本书作者是第一批三维动画从业人员，由企业培养出来，也曾在企业中培养新人，因此对行业技术和用人需求有着独特而深刻的理解。本书创新地将三维动画中“绑定”和“流程”加以结合，同时使用三维技术讲解动画运动规律。教材中大多数案例是作者原先在企业培训员工所用，来到学校后，针对学生做了部分修改，并逐步用来培训优秀学生参加各级、各类技能大赛，同时也是学生毕业设计和参加面试的参考资料。通过近几年的试用，取得较好效果，获得教指委金奖、江苏省技能大赛二等奖，省优秀毕业设计二等奖等奖项。

本书整体结构布局如下图所示：



本书由无锡工艺职业技术学院和无锡致炫文化传媒有限公司校企合作共同完成，后者提供了本书所需的所有案例项目，在此一并致谢！本书第一章和第三章由吴建丹编写；第二章由刘骏编写，郑哲琼校对，杨平均、吴伟峰、俞艳提供协助。

此外，本书作者还为广大一线教师提供了服务于本书的教学资源库，有需要者可致电 010-60206144 或发邮件至 2033489814@qq.com。

由于时间仓促，本书必然会有不足之处，这里还望读者指正，以便在后续版本中，不断修改完善。

编者

# 课程计划

CURRICULAR PLAN

章 名	内 容	课 时	
第一章 动画制作基本概念	第一节 三维动画制作概述	0.5	2
	第二节 三维动画制作流程	1	
	第三节 三维动画课程体系	0.5	
第二章 动画制作项目实训	第一节 项目训练一 —— 角色绑定	20	58
	第二节 项目训练二 —— 小球动画	4	
	第三节 项目训练三 —— 角色动画	24	
	第四节 项目训练四 —— 综合训练	10	
第三章 优秀三维动画赏析	第一节 中国影响世界的三维动画	1	4
	第二节 日本喜闻乐见的三维动画	1	
	第三节 美国商业成功的三维动画	1	
	第四节 高科技语境下的三维动画	1	

# 目 录

CONTENTS

<b>第一章 动画制作基本概念</b> .....	<b>1</b>
<b>第一节 三维动画制作概述</b> .....	<b>2</b>
一、欲善其事——三维动画的发展及特点.....	2
二、先利其器——三维动画软件 Maya 的历史与应用 .....	3
<b>第二节 三维动画制作流程</b> .....	<b>9</b>
一、前期——三维动画的先天基因 .....	9
二、中期——三维动画的后天努力 .....	15
三、后期——三维动画的“美颜滤镜” .....	20
<b>第三节 三维动画课程体系</b> .....	<b>22</b>
一、本书课程体系 .....	22
二、国内外课程体系比较.....	23
<b>第二章 动画制作项目实训</b> .....	<b>27</b>
<b>第一节 项目训练一 —— 角色绑定</b> .....	<b>28</b>
一、课程概况 .....	29
二、案例分析 .....	29
1. 角色绑定 .....	29
2. 角色表情 .....	32
三、知识讲解 .....	33
1. 骨骼常用命令 .....	33
2. 约束常用命令 .....	35
3. 驱动常用命令 .....	37
4. 蒙皮常用命令 .....	40
四、实践程序 .....	42
五、相关网站链接 .....	65

<b>第二节 项目训练二 —— 小球动画</b> .....	66
一、课程概况 .....	66
二、案例分析 .....	66
1. 狭义的小球动画 .....	67
2. 广义的小球动画 .....	67
三、知识点 .....	68
1. 认识 Maya 动画模块 .....	68
2. 理解动画曲线 .....	69
3. 掌握动画曲线编辑器 .....	72
四、实践程序 .....	73
五、相关网站链接 .....	81
<b>第三节 项目训练三 —— 角色动画</b> .....	82
一、课程概况 .....	83
二、案例分析 .....	83
1. 人的行走和跑步 .....	83
2. 四足动物的行走和跑步 .....	84
三、知识点 .....	86
1. 人的行走规律 .....	86
2. 人的跑步规律 .....	87
3. 四足动物的行走跑步 .....	87
四、实践程序 .....	88
五、相关网站链接 .....	99
<b>第四节 项目训练四 —— 综合训练</b> .....	100
一、课程概况 .....	100
二、案例分析 .....	100
三、知识讲解 .....	102
1. 镜头构图 .....	103

2. 动画表演 .....	113
四、实践程序 .....	117
五、相关网站链接 .....	128
<b>第三章 优秀三维动画赏析 .....</b>	<b>129</b>
<b>第一节 中国影响世界的三维动画 .....</b>	<b>130</b>
一、国产三维动画的开荒者——《魔比斯环》 .....	130
二、票房与口碑齐飞的电影——《大圣归来》 .....	131
三、武侠风三维动漫连续剧——《秦时明月》 .....	134
<b>第二节 日本喜闻乐见的三维动画 .....</b>	<b>136</b>
一、游戏动画电影的巅峰——《最终幻想 VII：圣子降临》 .....	136
二、超写实风格三维动画——《生化危机》 .....	137
三、当手绘遇上三维技术——《宝石之国》 .....	137
<b>第三节 美国商业成功的三维动画 .....</b>	<b>139</b>
一、全球首部全三维动画电影——《玩具总动员》 .....	139
二、艺术与技术巅峰之作——《机器人瓦力》 .....	140
三、好莱坞中的中国元素——《功夫熊猫》 .....	141
<b>第四节 高科技语境下的三维动画 .....</b>	<b>143</b>
一、动作捕捉与三维电影——《阿凡达》 .....	143
二、游戏引擎与动画结合—— <i>The Gift</i> .....	144
三、VR 语境下的三维动画—— <i>Raising a Rukus</i> .....	145
<b>参考文献 .....</b>	<b>147</b>
<b>后记 .....</b>	<b>148</b>

# **第一章 动画制作基本概念**

**第一节 三维动画制作概述**

**第二节 三维动画制作流程**

**第三节 三维动画课程体系**

# 第一章 动画制作基本概念

## 本章概述

本章由三维动画制作概述、三维动画制作流程、三维动画课程体系 3 部分组成，侧重讲解三维动画的概念、特点，Maya 的历史、应用，三维动画制作的前期、中期、后期。本章通过对三维动画课程体系介绍及国内外课程体系比较，帮助学生对整个本书和整个课程有个初步的认识。

## 学习目标

通过本章节的学习，让学生了解三维动画的概念、Maya 的发展历史和应用领域、三维动画制作流程，为后面章节的学习奠定扎实的理论基础。

## 第一节 三维动画制作概述

什么是三维动画？

三维动画又称 3D (3Dimensions) 动画，相对于传统二维动画而言，因其立体空间的概念，不仅更显真实，对空间操作的随意性也更强，更吸引观众。三维动画制作技术是近年来随着计算机软硬件技术发展而产生的一门技术。利用三维动画软件在计算机中建立一个虚拟的世界，设计师在这个虚拟的三维世界中建立模型及场景，再根据设定要求为模型赋予特定的材质，并打上灯光，然后为模型制作动作、虚拟摄影机的运动和其他动画参数，当这一切完成后就可以让计算机自动运算，生成最后的画面。

三维动画制作是一件艺术与技术紧密结合的工作，在制作过程中，一方面要在技术上充分实现创意的要求，另一方面要在画面色调、构图、明暗、镜头设计组接、节奏把握等方面进行艺术的再创作。

### 一、欲善其事——三维动画的发展及特点

#### 1. 三维动画初期

计算机动画的研究可以追溯到 20 世纪 60 年代初，当时出现了图形学理论，但一开始主要应用于军事领域。1963 年美国 AT&T Bell 实验室制作了第一部计算机动画片。70 年代初，人们开发了一些三维计算机动画系统，其主要集中于二维动画系统的研制，应用于教学演示和辅助传统的动画片制作。

80 年代中后期，由于具有实时处理能力的超级图形工作站的出现，三维几何造型技术和真实感图形生成技术取得很大进展，促进了具有高度逼真效果的三维计算机动画技术迅速发展，并达到实用商品化地步。到 90 年代初，计算机动画技术开始应用于电影特技，取得了显著成就。

1994年，微软推出 Windows 操作系统，并将工作站上的 Softimage 移植到 PC 机上。1995年，Win95 出现，3DS 出现了超强升级版本 3DS MAX 1.0。同年 11 月 22 日，Pixar 发行了世界上第一部完全由计算机动画制作的电影《玩具总动员》(Toy Story)，该片不仅获得了破纪录的票房收入，而且给电影制作开辟了一条新道路。

## 2. 三维动画软件时期

1998年，Maya 的出现可以说是 3D 发展史上的有一个里程碑，推动了三维动画应用领域的拓宽与发展。电影《泰坦尼克号》中，船翻沉时乘客的落水镜头有许多是采用计算机合成的，从而避免了实物拍摄中的高难度、高危险动作。至此，三维动画成为最卖座的动画片种之一。迪士尼公司在其后发行了《玩具总动员 2》(Toy Story 2)、《怪物公司》(Monsters)、《虫虫特工队》(A Bug's Life) 等，都取得了巨大的成功。随后梦工厂也进军动画产业，发行了《蚁哥正传》(Antz)、《怪物史莱克》(Shrek) 和《马达加斯加》(The Republic of Madagascar) 等三维动画片，也获得了巨大的商业成功。

计算机硬件技术和图形学的发展推动了动画技术的进步，同时，动画软件的功能也越来越强大。早期影响较大的商用三维软件主要有以下 8 种。

(1) 美国 Autodesk 公司 1991 年推出在 Dos 环境下的 3D Studio，1996 年推出的在 Windows 95/NT 环境下的 3D Studio Max，1995 年推出的一种集图像处理、动画设计、音乐编辑、音乐合成、脚本编辑和动画播出于一体的二维动画设计软件 Animator Studio。

(2) 法国的 TDI Explore (SGI 图形工作站 Unix 环境)，后被 Wavefront 兼并。

(3) 1984 年推出的 Wavefront，后被 Alias 兼并。

(4) 1985 年推出的 Alias (SGI 图形工作站 Unix 环境)，后被美国 SGI 公司兼并。

(5) 1998 年推出的 Maya (SGI Unix 环境或 Windows NT 环境)。

(6) 美国的 lightwave3D。

(7) 1988 年推出的 Softimage (SGI Unix 环境或 Windows NT 环境)，1996 年被微软公司收购，1998 年被 Avid 公司收购。

(8) 加拿大的 Sumatra。

## 3. 三维动画全盛时期

从 2004 年开始，三维动画进入全盛时期。华纳兄弟电影公司推出圣诞气氛浓厚的《极地快车》(The Polar Express)；福克斯携手蓝天工作室为人们带来《冰河世纪》(Ice Age) 系列电影，梦工厂带来了《怪物史莱克》(Shrek) 和《功夫熊猫》(Kung Fu Panda) 系列；迪斯尼和 Pixar 作为王者组合推出《机器人总动员》(WALL·E)、《飞屋环游记》(Up) 等三维动画电影，这标志着动画电影技术研究和国际市场领域都日趋成熟。

国内三维行业起步于 20 世纪 90 年代，三维动画艺术的应用在多个领域都有涉足，并取得一些成绩。2006 年，环球数码公司制作的《魔比斯环》(Mobius Band) 成为国内第一部三维动画电影。近年来也不乏一些优秀作品，如 2015 年根据中国传统神话故事《西游记》改编的三维动画电影《西游记之大圣归来》(Monkey King: Hero Is Back) 取得了不错的票房和口碑。

随着数字媒体快速发展，三维图形技术越来越被人们所看重，三维动画的应用领域也在不断扩大。三维动画因为比平面图更直观，更能给观众以身临其境的感觉，尤其适用于那些尚未实现或者准备实施的项目，使观者提前领略实施后的精彩结果。三维动画除了应用于动画制作，还应用于产品演示动画、建筑领域、电影广告、模拟动画、虚拟现实等多个领域。

## 二、先利其器——三维动画软件 Maya 的历史与应用

### 1. Maya 的历史

Maya 是目前世界上最为优秀的三维动画制作软件之一。20 世纪 80 年代 Wavefront、Thomson Digital Images (TDI) Explore、Alias 等软件公司

## 三维动画制作

致力于图形图像软件的开发，吸引了许多动画制作、图形图像、计算机软件工程等类型的人才。Alias 与 Wavefront 结合为 Alias / Wavefront 公司，此时 Alias 开发完成了一套以苹果机为平台的软件 Alias Sketch，把它移植到 SGI 平台，并加入了许多新的功能，这个项目的代称就是“Maya”。

第一个用 Maya 做动画的场景是在迪士尼的动画《阿拉丁》中的“岩嘴”。1998 年，经过长时间研发的三维制作软件 MAYA 1.0 终于面世。MAYA 1.0 发布的同年，由导演查尔斯·兰德斯（Chris Landreth）制作的动画短片 *Bingo*（图 1-1-1），成为 Maya 开山之作。

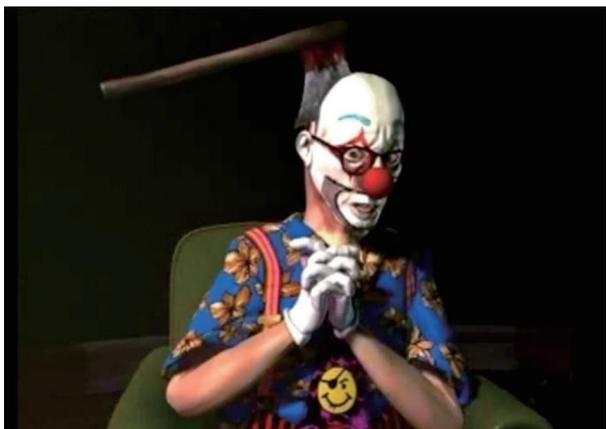


图 1-1-1 三维动画短片 *Bingo*/ 查尔斯·兰德斯 /1998

同时，Alias Wavefront 停止继续开发以前所有的动画软件，包括曾经在《永远的蝙蝠侠》（*Batman Forever*）、《阿甘正传》（*Forrest Gump*）、《变相怪杰》（*The Mask*）、《生死时速》（*Speed*）、《星际迷航》（*Star Trek*）和《真实的谎言》（*True Lies*）中大显身手的 Alias Power Animator，以促使用户升级到 Maya 体系中来。

随着顶级的视觉效果公司如工业光魔和 Tippett 工作室把动画软件从 Softimage 换成 Maya，Alias Wavefront 成功地扩展了产品线，取得了巨大的市场份额。很快，业内人士普遍认为 Maya 在角色、动画和特技效果方面都处于业界领先水平。这使得 Maya 在影视特效行业中成为一种被普遍接受的工业标准，如图 1-1-2 所示。



图 1-1-2 初期 Maya 发展状况

Maya 集成了最先进的动画及数字效果技术，它不仅包括一般三维和视觉效果制作的功能，而且还结合了最先进的建模、数字化布料模拟、毛发渲染和运动匹配技术。Maya 因其强大的功能在 3D 动画界造成巨大的影响，已经渗入到电影、广播电视、公司演示、游戏可视化等各个领域，且成为三维动画软件中的佼佼者。

2005 年 Alias 被 Autodesk（欧特克）公司收购，2006 年 1 月 10 日，Alias Maya 正式变更为 Autodesk Maya。于是 2006 年之后我们看到的 Maya 就是 Autodesk Maya。加入欧特克之后，Maya 陆续推出了 Maya 8.0、Maya 8.5 和 Maya 2008，软件版本的更新使工作效率和 workflow 得到最大的提升和优化。在 2008 年的 SIGGRAPH 大会上，欧特克推出 Maya 产品的 10 周年纪念版——Autodesk Maya 2009。新一代的 Maya 2009 拥有对复杂性场景更强的操控功能，更快的建模 workflow，并且在协作、循环以及制作流程处理上也有上佳表现。其在建模、动画、渲染和效果方面有众多改进，能够最大化地实现生产力，优化 workflow，并提供了创新的可能性。之后软件每年更新一版。如图 1-1-3 所示。

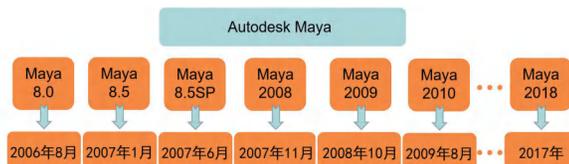


图 1-1-3 Autodesk Maya 版本演变历程

## 2. Maya的应用

Maya 功能完善，工作灵活，易学易用，制作效率极高，真实感极强，是电影级别的高端制作软件。掌握了 Maya 会极大地提高制作效率和品质，调节出仿真的角色动画，渲染出电影般的真实效果。所以 Maya 自从其诞生起就参与了多部国际大片的制作。如早期的《玩具总动员》(Toy Story)、《精灵鼠小弟》(Stuart Little)、《金刚》(King Kong) 等众多知名影视作品的动画和特效都由 Maya 参与制作完成。除了在 CG 电影方面，Maya 应用对象还包括以下领域。

### (1) 影视动画。

使用 Maya 制作出来的影视作品有很强的立体感，写实能力较强，能够轻松地表现出一些结构复杂的形体，并且能够产生惊人的逼真效果。随着计算机技术的成熟，三维动画不断应用于影视和动画行业。3D 电影《爱丽丝梦游仙境》中虚拟画面与真实画面完美结合。在这部影片中，抽烟的毛毛虫智者，飘在空中的柴郡猫以及给人印象深刻的白兔先生都是虚拟的三维角色，如图 1-1-4 所示。



图 1-1-4 《爱丽丝梦游仙境》/美国/迪士尼互动工作室/2010

### (2) 电视栏目。

Maya 广泛应用在电视栏目包装上，许多电视节目的片头都是设计师配合使用 Maya 和后期编辑软件制作而成的。比如国内著名娱乐节目《快乐大本营》的节目片头就是采用三维动画的形式展现的，如图 1-1-5 所示。



图 1-1-5 《快乐大本营》片头/中国/湖南卫视/2017

在日常的节目制作中经常会遇到一些剪辑软件无法完成的特殊效果，这时就要求设计师掌握更多的软件，来应对节目制作需求。当然不可能和电影广告中的动画相提并论，但我们可以在最短的时间里，用一些三维软件的基本功能，实现节目包装的需求。2017 年《快乐大本营》20 周年特别节目大胆采用三维动画技术与动作捕捉技术相结合的方式，从三维扫描创建虚拟人物，到进入三维软件中将几位妈妈面部的岁月痕迹抹掉，还原她们青春年少时代的风采模型，然后用虚拟人物与动作捕捉配合，如图 1-1-6 所示。节目一经播出引来现场主持人和观众一阵阵的惊呼，获得众多好评。



图 1-1-6 《快乐大本营》虚拟角色动画/中国/湖南卫视/2017

### (3) 游戏设计。

由于 Maya 自身所具备的一些优势，使其成为全球范围内应用最为广泛的游戏角色设计与制作软件。除游戏角色外，它还被广泛应用于制作一些游戏场景。众所周知的大型三维角色扮演游戏《魔兽世界》(图 1-1-7) 中的游戏场景和游戏角色模型制作就使用了 Maya。

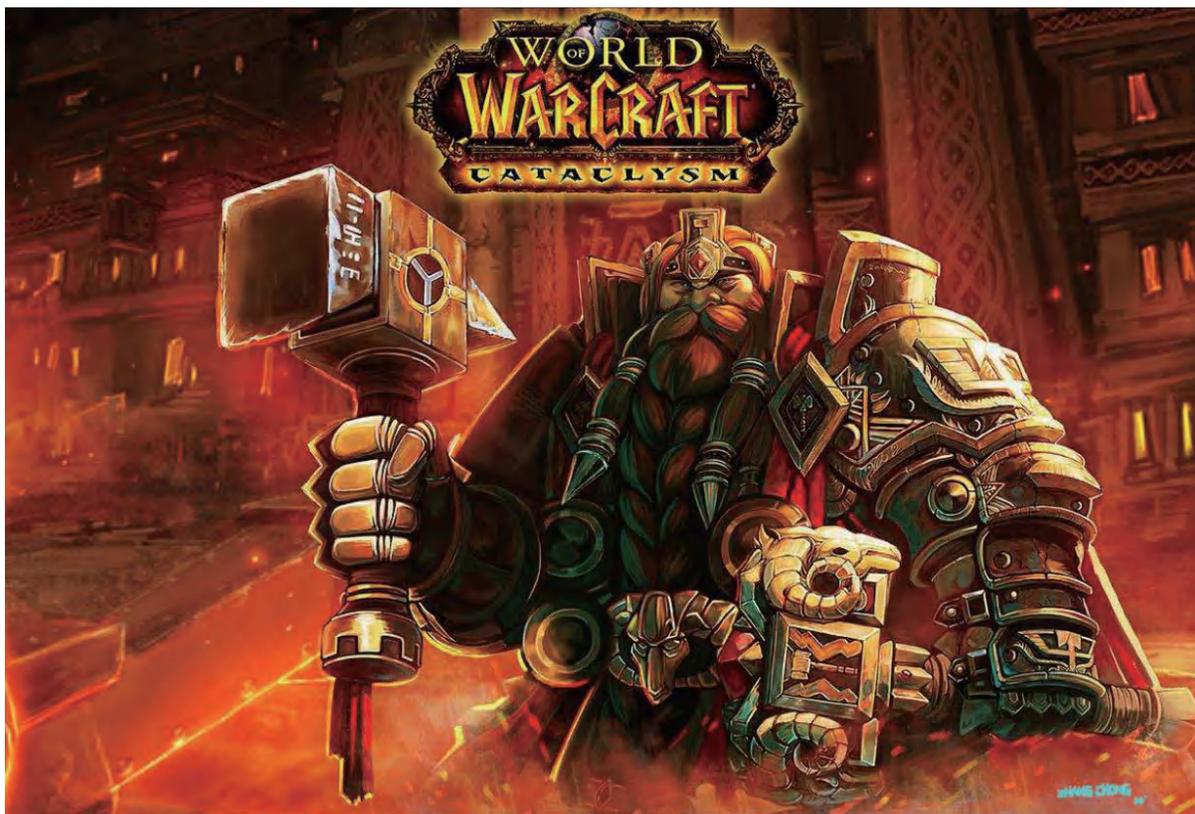


图 1-1-7 《魔兽世界》/美国/暴雪娱乐/2004

2010 年美国微软公司推出了 Xbox 360 游戏机，在这款游戏主机中加入了 3D 体感摄影机，它可以对游戏主机前的玩家进行即时的动态捕捉和影像识别，使玩家完全摆脱游戏手柄的束缚，通过自己的肢体动作控制三维游戏角色，使三维动画游戏中的交互设计又上升到了一个新的高度。

在体育类游戏和动作类游戏中，三维动画角色可以摆出与玩家相同的动作；在舞蹈类游戏中，玩家甚至可以摆脱九宫格跳舞毯的束缚，无须任何游戏配件，只要随着音乐的节拍做出相符的肢体动作就可以轻松地沉浸在三维游戏的快乐中。

#### (4) 广告动画。

在商业竞争日益激烈的今天，广告已经成为一个热门的行业，而使用动画形式制作电视广告是目前最受厂商欢迎的一种商品促销手段，使用 Maya 制作三维动画更能突出商品的特殊性和立体效果，从而引起观众的注意。2010 年，江苏卫视耗资百万推出了全新“荔枝三国演义”系列动画，把《三国》元素融入江苏卫视标志中，打造“三国荔枝台”。

如图 1-1-8 所示。



图 1-1-8 “荔枝三国演义”系列动画/中国/江苏卫视/2010

#### (5) 机械设计。

Maya 作为产品造型设计中极为有效的技术手段，可大大拓展设计师思维空间。同时在产品和工艺开发中，它可以在生产线建立之前就模拟实际工作情况，以检测实际的生产线运行情况，避免因设计失败而造成的巨大损失，图 1-1-9 是模拟真实汽车的三维模型。



图 1-1-9 汽车三维模型效果图

### (6) 建筑领域。

Maya 技术同样在建筑领域得到了广泛应用。传统的建筑动画受到技术环节上的限制，在镜头调整、景观渲染等方面无法准确表达出设计师的意图。随着 Maya 技术的不断完善，现代建筑动画在室内装潢、室外景观、虚拟自然场景等环节有了巨大的突破，创作成本也比以前降低了许多。比如 2010 年，上海世博会中国馆，北京水晶石数字科技有限公司通过三维动画方式复活宋代画家张择端的古典长卷《清明上河图》。水晶石以现代数字科技将张择端所绘原画放大 100 倍之后，对画中的人物、车、马等做了三维动态处理，并且创新性地增加了白天和黑夜的交替，赋予了古画前所未有的艺术表现力与生命力。利用动画技巧，使画中人物宛如注入生命力，栩栩如生，神态各异。画面中 600 多个人物，做着不同的事情，精良的动画勾勒出当时宋朝百姓安居乐业，各司其职的景象，再现了北宋都城汴京的繁荣盛世。如图 1-1-10 所示。



图 1-1-10 《清明上河图》/ 中国 / 水晶石数字科技有限公司 / 2010

### (7) 虚拟现实。

虚拟现实技术是利用计算机生成一种模拟环境，

通过多源信息融合的、交互式的三维动态视景和实体行为的系统仿真使用户沉浸到该环境中。虚拟现实技术是可以创建和体验虚拟世界的计算机技术，将虚拟现实技术和三维交互动画设计结合在一起，可以建立多源信息融合交互的三维动态视景，并为其赋予实体行为的系统仿真。使用者可以借助传感头盔、触觉控制设备，实时感受三维虚拟空间，并操控虚拟世界中的对象。与传统的人机界面以及流行的视窗操作相比，虚拟现实在技术思想上有了质的飞跃。虚拟现实中的“现实”是以动画的形式表现出来的。

在医学领域，虚拟现实技术可用于虚拟解剖和虚拟手术，用三维动画技术创建人体解剖现场的三维虚拟场景，设计制作出手术刀、数据手套等触觉传感控制设备，为使用者构建人体虚拟现实系统，训练者带上传感头盔就能进行模拟解剖。这种虚拟解剖、虚拟手术的方式可以使训练者沉浸在手术情景中，更加真实地进行外科手术训练，减轻人体解剖的成本。如图 1-1-11 所示。



(a)



(b)

图 1-1-11 洛杉矶儿童医院的 VR 试点项目 / 美国 / Clay Park VR / 2016

### 三维动画制作

虚拟现实技术在建筑景观方面可以实现视觉模拟。在虚拟的三维场景中建立三维建筑模型，并在场景中建立多个摄像机模拟人的多个视角，为其加入沉浸式的交互技术，使用户能够置身于虚拟的建筑中，给予用户更加真切的三维漫游体验感。虚拟现实技术可应用于古代遗迹的场景浏览和漫游，应用三维动画的重构技术，对受到破坏的遗址和文物进行还原，建立数字化遗址和博物馆，使用者通过传感头盔在古代遗址中漫游，佩戴触觉传感设备还能感受到虚拟建筑和文物的外观造型。

故宫博物院中的端门数字馆，落成于2015年，是全国第一家将古代建筑、传统文化与现代科技完美融合的全数字化展厅。在虚拟的养心殿建筑中，观众可以自主地深度探索，从不同的视角看到养心殿建筑很多难得一见的细节。其中虚拟现实剧

场中，可以跟随导览员重温养心殿的华美。在 iPad 的控制下，观众可以看到养心殿建筑很多难得一见的细节，例如养心殿屋顶内的结构，这些都是用 VR 技术实现的。

故宫对 VR 技术的探索起步于 2000 年，十余年来积累了大量故宫古建筑、文物的三维数据，以虚拟现实技术再现金碧辉煌的紫禁城。天子的宫殿系列包括故宫博物院历经十余年的努力完成的六部虚拟现实作品，分别是《紫禁城·天子的宫殿》《三大殿》《养心殿》《倦勤斋》《灵沼轩》《角楼》，每部作品都通过虚拟现实技术的独特视角向观众完整、准确、生动地传递着故宫文化遗产所蕴含的历史信息和文化情怀。剧场区播放的《养心殿》就是该系列中的一部重要作品。如图 1-1-12 所示。



图 1-1-12 故宫博物院端门数字馆剧场区

## 第二节 三维动画制作流程

在记录影像的方式上，电影与动画片相比有着极其鲜明的特点。前者是用摄影机去拍摄记录生活中真实存在的景物，而后者是以传统绘制或者计算机软件在虚拟空间里创造艺术的仿真景物。动画可以实现许多现实中不可能实现的想法，它更具有创造力和想象力，可以实现电影实现不了的镜头画面。动画片可以用创造动态视觉的手段实现一切奇迹。动画的分类从制作技术和手段看，可以分为手绘为主的二维动画和计算机为主的三维动画。对于不同类型的动画，其创作过程和方法可能有所不同，但其基本规律是一致的。无论是二维动画还是三维动画，整个制作流程都是分为前期制作、中期制作、后期制作3个阶段。但由于三维动画和二维动画制作手段的不同，制作过程中每个阶段也会有所不同。图1-2-1展示了三维动画的基本流程。

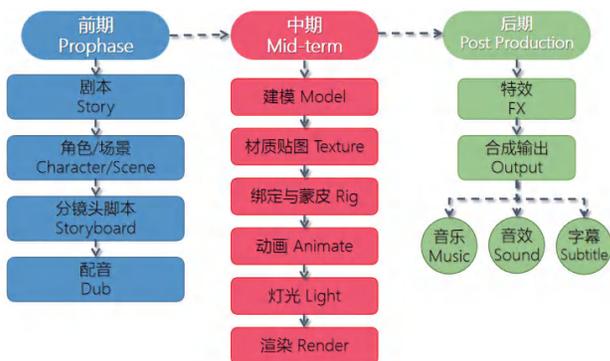


图 1-2-1 三维动画制作流程

### 一、前期——三维动画的先天基因

前期是一部动画片的起步阶段，前期准备充分与否直接关系到整部动画片的成败。美国电影导演史蒂文·卡茨 (Steven D. Katz) 认为，制片的整个过程就像是一列很长的火车，拖载着一节节满是器材和乘客的车厢，一旦火车离开了车站，就等于是电影开始了主要的拍摄，要改变进度表几乎是不可能的事。导演唯一可以改变电影方向而不用付出代

价的时间，是在大量的金钱和人力尚未投入之前。

动画的制作流程跟电影有很多相似之处，这就需要动画导演将故事的剧本结构、影片基调、美术设计、音乐风格等一系列问题进行深入的探讨与敲定。三维动画前期主要包含了剧本创作、角色和场景设计、分镜头脚本设计3个阶段，每个阶段又有若干个步骤。

#### 1. 剧本

剧本是动画创作的根本。美国著名编剧、制片人认为，剧本既不是小说，也不是戏剧，而是由画面讲述出来的一个故事。简洁准确的语言是动画剧本的特征，同时还需要富于视听表现力的情节设置，这样才能为之后三维动画的创作提供良好的基础。剧本创作首先需要一个好的故事创意，要有明确的主题思想。

下例为学生毕业设计《春天的花》(本片获得江苏省本专科优秀毕业设计二等奖) 剧本创作过程，这是一个以关注留守儿童作为主题的故事。

##### (1) 剧本要求。

- ①表明时间、地点、人物。
- ②有开始、发展、高潮、结果。
- ③使用简洁、准确的语言说明故事，字数至少

250 字。

确定故事架构后，小组同学将自己写作的故事梗概分享讨论，从而提取出好的创意点和情节点，取其精华，去其糟粕，最后整合出比较满意的完整故事创意。

##### (2) 作业分析。

下文为《春天的花》故事梗概。

“爷爷，春天开什么样的花儿啊？”

房屋内，一个小女孩打开书桌上父母寄来的一封信和一颗种子，小女孩大眼睛一眯，小嘴巴噘得高高地，小手指抠桌子，另一只手支着小脑袋盯着信里

的一粒花种。最后整个上半身无力地趴在桌子上，满脸的失望。女孩哼着歌曲看着信封上的种子，又看了看旁边的全家福照片，女孩抓起种子跑到爷爷身边，爷爷明白了女孩的意思。爷爷陪着女孩种下了种子。

每天女孩都盼望着种子能快快长大，每天都问爷爷春天开什么样的花，一次爷爷问娃儿，为什么这么喜欢问春天的花，娃儿只是傻傻地笑，看全家福照片。不知什么时候开始，女孩用小本子记录种子每天的生长过程，看着窗台上的盆。女孩眼睛睁得大大地看着花盆里的小片叶子，手不稳地在纸上画出小叶子。女孩抬头仔细看小叶子，突然小叶子一下蔫了下去，娃儿手中的小本子一下落地，娃儿飞奔出去找爷爷。

女孩和爷爷站在花盆旁（女孩的面部表情两个眼睛水汪汪的、嘴巴瘪的厉害、两只手攥成拳头状在脸颊旁看着爷爷）爷爷笑了笑，指了指书桌旁边的水壶。娃儿马上去拿水壶浇水，叶子马上活了过来。春风拂过，放在花盆旁边的小本子被一页一页地翻开（里面记录着种子的成长过程）到最后一页是上面出现的信，信上最后一行的字慢慢地清晰：“花儿开时，妈妈就回来了。”白色的窗帘随风舞动轻抚着嫩绿的芽，芽轻轻地摇曳，随着时间流逝，终于有一天一朵鲜艳的小花盛开了，剧终，传来院中女孩画外音：“爸爸！妈妈！”。

故事到此戛然而止，留给观众以无限遐想。创作团队在表现留守儿童这个主题时巧妙地使用“种子”这个小道具，故事围绕“女孩种花”以及“期待花开”的过程来展开。故事中一封信交代了父母常年在外打工，女孩和爷爷一直留守在家。信封里的种子是父母和女孩的约定——“在花开之时，一定会回家与孩子相见”。女孩细心照料花种的过程侧面反映了她希望与父母团圆的急切愿望。这也是一个很主旋律，充满正能量的故事。故事的结尾虽然没有出现父母，但是小女孩的一句旁白“爸爸！妈妈！”让人们看到了希望和光明，同时也留给观众无限的想象空间。

#### （3）文字分镜。

文字分镜剧本是将文字进一步视觉化的重要一步，是导演根据剧本的再创作。文字分镜剧本表达的内容包括镜号，镜头类别和运动，角色动作和台

词，音乐音效等内容。下面是《春天的花》整理出来的文字分镜头剧本（本例仅以第一幕为例）。

**短片人物：小女孩、爷爷。**

**第一幕：房子外景、房内。**

镜头 01：白屏（2s）。

镜头 02：女孩旁白，同时淡入字幕“爷爷，花儿什么时候开啊？”（6s）。

镜头 03：字幕“爷爷，花儿什么时候开啊？”淡出，淡入片名（6s）。

镜头 04：片名淡出的同时，天空淡入，慢慢下移镜头，透过窗户看到女孩坐在窗户前看着信（14s）。

镜头 05：特写女孩手里的信，可以清晰地看到信的前面一段内容“宝贝女儿，照片已经收到了。看到你又长高了，还拿了一等奖，爸爸妈妈很高兴，也为你骄傲。原谅爸爸妈妈这么多年不能陪伴在你身边。今年答应你的生日愿望又没办法帮你实现了，不要失望，妈妈答应你今年肯定会回来的。”（信后面的内容模糊）手的旁边是信封，种子放在信封上（7s）。

镜头 06：特写女孩对父母写的信充满好奇心，接着打开手里拿着的信，看信时认真的表情（3s）。

镜头 07：中景。缓慢拉镜头，从侧面拍女孩认真看信的表情，镜头可以拍到旁边的信封和信封上的种子（5s）。

镜头 08：全景。移镜头拍女孩床头墙上的奖状和照片（女孩获奖照片/女孩小时候照片/女孩和爷爷的照片/全家福）（3s）。

镜头 09：特写拍书桌上的书，摄像机向右缓慢移镜头（2s）。

镜头 10：摇镜头，特写女孩手里拿着信（2s）。

镜头 11：特写女孩认真看信的表情，旁白结束（3s）。

镜头 12：中景。从侧面拍女孩看信，接着女孩转头看墙上的全家福，表情有一点点失望（3s）。

镜头 13：推镜头，特写全家福（3s）。

镜头 14：特写女孩看照片时的失落表情，女孩转头看桌子上的种子，表情慢慢由失望转换为期待和希望（1s）。

镜头 15：特写种子（2s）。

镜头 16：俯拍女孩手拿起种子，微笑（2s）。

镜头 17：女孩起身拿起种子，转身从左边高兴地跑着出镜，动作着急（4s）。

镜头 18：镜头从侧面拍女孩手捧着种子跑出境，表情、动作着急（3s）。

上面的文字分镜剧本是经过小组同学多次讨论修改完成的，故事的第一幕首先交代了时间、地点、人物。照片作为伏笔，为后文女孩对花的执念做了铺垫，形成了一个既朴实又不失细节的动画短片剧本。也可以看出团队对每一个镜头的仔细思考和设计。

以上就是剧本创作的全过程，剧本是整个故事的灵魂，也是最重要的环节之一。永远没有完美的剧本，只有精彩的剧本。只有掌握好故事结构和节奏，充分利用视听语言，才能设计出感人的剧本。同学们在学习剧本相关知识时，也要联系生活多加训练，切身体会由一个故事创意向动画剧本发展的过程，并能从自身的创作过程中得到自豪感和成就感。

## 2. 角色和场景设计

### (1) 角色设计

角色设计也称为造型设计，主要是指设计登场角色的造型、外貌特征、服装样式、个性特点以及表情，通常需要制作同一角色全身的正、侧、背角度的三视图。图 1-2-2 是美国漫画形象钢铁侠的角色三视图设定。角色设计关系到影片制作过程中保持角色形象的一致性，对于性格的准确性、动作的合理性都有指导性作用。



图 1-2-2 《钢铁侠》角色设定三视图 / 美国 / 漫威影业 / 2008

有时候由于剧本的需要，还需要绘制代表角色性格特征的动态设计图，如图 1-2-3 所示的《飞屋环游记》（Up）主角罗素的动态设计图；或者是身着不同款式服装的造型，或者同一角色不同年龄段造型，如图 1-2-4 所示的《怪物公司》（Monsters）中角色萨利的身体毛发颜色的不同变换；或者动画中角色与其他角色的身高比例，如图 1-2-5 所示的《疯狂动物城》（Zootopia）各个角色的比例图。

最后还要为每个角色制作喜、怒、哀、乐等不同表情图。表情是动画角色的心理状态重要的表现形式。因此每一步动画片制作的前期阶段，表情设计是必不可少的重要环节。如图 1-2-6 所示的《冰雪奇缘》（Frozen）中女王 Elsa 的部分不同表情。



图 1-2-3 《飞屋环游记》罗素 pose 图 / 美国 / 皮克斯动画工作室 / 2009



图 1-2-4 《怪物公司》萨利变色设定稿 / 美国 / 皮克斯动画工作室 / 2001



图 1-2-5 《疯狂动物城》角色比例图 / 美国 / 华特迪士尼影片公司 / 2016



图 1-2-6 《冰雪奇缘》Elsa 表情图 / 美国 / 华特迪士尼影片公司 / 2013

#### (2) 场景设计。

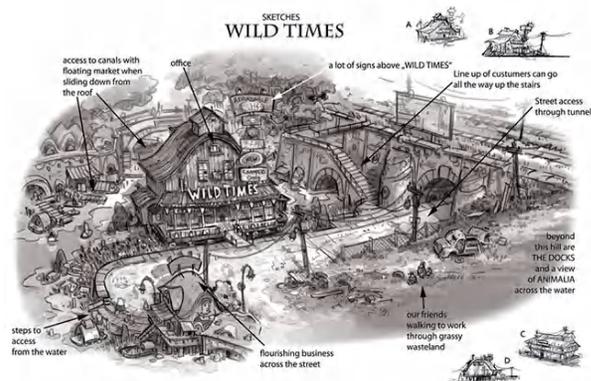
场景设计是指根据导演的意图绘制出动画片的空间环境。场景应该符合角色所处的环境与背景，场景应具有时代特征和地域特色，并能为角色的活动提供较多的动作支点。场景设计包括动画片中主场景的色彩气氛图、立体鸟瞰图、景物结构分解图等。图 1-2-7 为《疯狂动物城》(Zootopia) 的场景概念设计图。



(a)



(b)



(c)

图 1-2-7 《疯狂动物城》场景设计概念图 / 美国 / 华特迪士尼影片公司 / 2016

角色设计和场景设计也可合称为“美术设计”，是由美术设计师根据导演的要求，设计和确立美术风格。由于它在工作中的具象化和琐碎性，因而可以说是一项艰苦而复杂的艺术创造过程。在这个创造实践过程中，需要思考一些大的背景问题来宏观

把握美术设计的风格和效果。

### 3.分镜头脚本设计

分镜头脚本是根据剧本绘制出类似连环画的故事草图，是文字分镜的视觉化表现，主要用于将故事描述的动作表现出来。有点类似于漫画，是角色行为的视觉展示。分镜头脚本由若干片段组成，每个片段由系列场景组成，一个场景一般被限定在某一地点和一组人物内，而场景又可以分为一系列被视为图片单位的镜头，由此构造出一部动画片的整体结构。到目前为止，可以说所有艺术种类中，对分镜头脚本在细节和质量上要求最苛刻的领域就是动画，每页动画分镜头脚本包含了大量的信息。在分镜头表格中标明角色的对白、角色动作提示、镜头移动、镜头时间、音乐音效等信息。有时候一些画面分镜头会标出角色动作的时间。

分镜头脚本在绘制各个镜头时，作为其内容的动作、对白的的时间、景别、镜头运动、镜头时间、音乐音效以及画面连接都要有相应的说明，如图 1-2-8、图 1-2-9 所示。图 1-2-10 是日本动画导演今敏受 NHK (Nippon hoso kyokai) 电视台委托所做的一分钟动画《早上好》的部分分镜，是一分钟起床时间里，女主从混沌到清醒的过程。今敏导演比较新颖地运用角色的透明效果展现了虚实之间的步调差异，虚幻与真实互相结合，相互影响，最后神形合一，“おはよう”，又是新的一天。

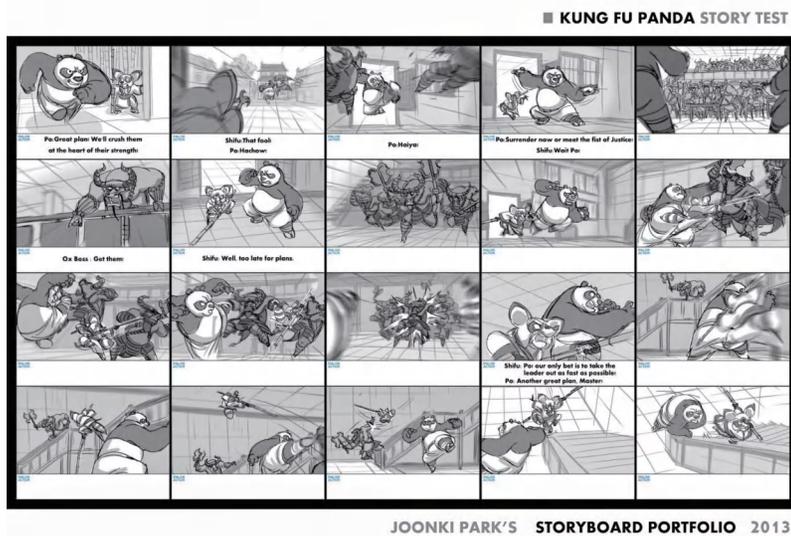


图 1-2-8 《功夫熊猫》分镜 / 美国 / 梦工厂 / 2008

镜号	画面	内容	对白	时间
Sc-001		房间内，一片漆黑。 仅有门缝外的光线机入。 角落里， 模糊的看到几个身影。		
		此时， 由远而近的脚步声慢慢的袭来。 门缝里人影晃动 门把传来转动的声音， 房门被一点点打开，		
Sc-002		透进屋外传来的光线， 屋内的场景也越来越清晰。		
Sc-003		一个封闭的空间 男孩躺在简陋的石床之上。		
Sc-004		不远处一扇门 “吱呀”微微打开。 男孩紧皱眉头， 慢慢的睁开双眼。		

备注:

第 1 页

(a)

镜号	画面	内容	对白	时间
Sc-005		男孩处于陌生的空间 雪白的空间中 悬空布满了无数扇门		
Sc-006		男孩的身后 突然传来门被打开 “吱呀”声 转动头颅， 看向微开的门， 微张嘴巴， 呢喃道：妈妈， 然后坐起了身子 男孩走近， 轻轻的推开房门		

备注:

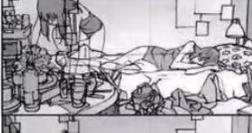
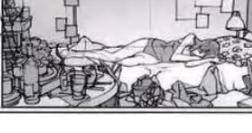
第 2 页

(b)

图 1-2-9 学生动画 I AM LOST 部分分镜

CUT	PICTURE	ACTION	DIALOGUE	TIME
004		ベッドの上で ぼんやり目を閉じている 女性。 本編に登場の人物は 出てきませんが、 設定上「美香」にします。 前このカットもわずかに 見えておきます。		
		画面外から目覚まし音が 目い鳴りはここまでで、 最初のB2はB1。	SE 美香が目覚まし。 もしくは音楽。	
		手前までいる美香は 顔を上げて首を 動かします。		
		美香、やがて美しい首に 反応してちゅと顔を しかめ。		
		顔を伏したように 寝たまま、 が、寝たままの美香が ゴーストのようにその場に 現れる。 響するに身体半分だけが 起きた、ということ。		
005		両肩共に100パーセントの 身体ではないので、それぞれ 選んでいます。 選ばれるのは必ずしも、 美香の方でなく、 エコーの方になり得る。 適度なストローク、決定します。 また身体に寄り添える 必要があるので、「バズリカ」で 使ったような手前ベースに 反応を促したいとします。 美香が欠けたりするですが、 よろしくお願ひします。		5+12

(a)

CUT	PICTURE	ACTION	DIALOGUE	TIME
005		画面外の手がテーブルの上には、 前後の部分のものとおぼしき 物体が設置されている。		
		本設定としては、現在は美香の 設定で完成二とまきや中 演習パートを見ていた、という 感じですが、美香の身体には 響くか不安定な状態に 置かす目的で設定に なっていない、という状態。		
		美香、だるそうに起き上がり、 足元のチェストの上 にあるトレーから 携帯電話を取り出し、		
		作り込みつつ、離れた 手つきで携帯電話を 打撃しを定める。 画面は暗い、 美香の方で、ほとんど 美香の方で動作と考 えたい。		
		美香、よろりと立ち 上がりつつ、 キッチンの方へ戻り、 エコーの首はざつと 寝たままです。		8+0

(b)

图 1-2-10 《早上好》部分分镜 / 日本 / MAD HOUSE / 2007

## 二、中期——三维动画的后天努力

三维动画中期制作主要在 Maya（或其他三维软件）中完成，三维设计师根据前期的设计图纸进行制作。三维动画中期制作过程由模型制作、材质贴图制作、绑定蒙皮、动画、灯光、渲染输出 6 部分组成，这是三维动画的制作特色。

### 1. 模型制作

模型制作是三维制作的第一部分，根据角色三

视图设计稿在三维软件中创建角色模型工作，也就是利用三维软件在电脑上进行三维立体模型的雕塑过程。首先要描绘出模型的基本几何体，再通过工具将基本几何体转变为需要的形状，然后细化各部分最终完成一个模型的制作。在制作过程中对于模型要求结构要准确，布线要求合理。如图 1-2-11、图 1-2-12 所示。

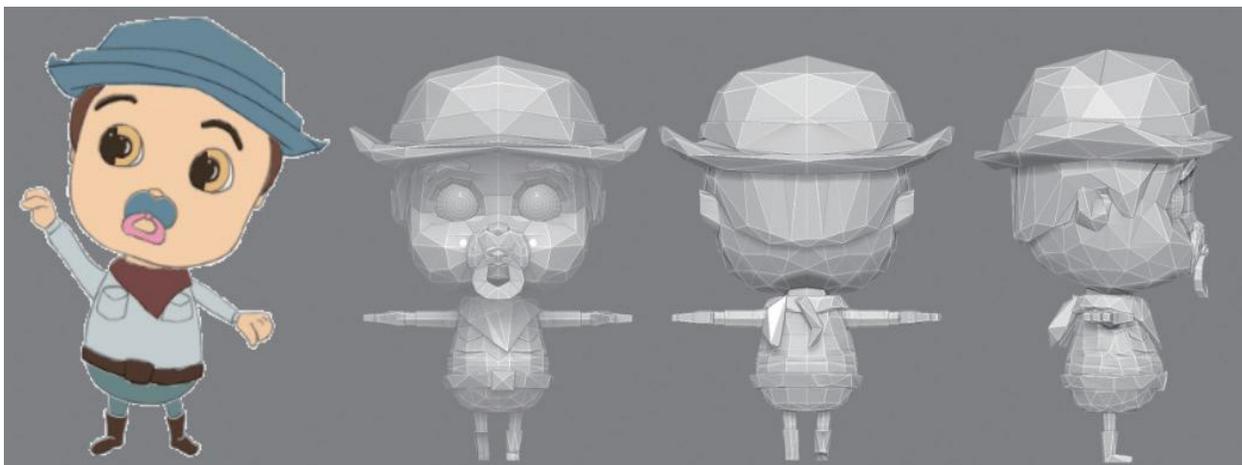


图 1-2-11 学生动画《苹果树》角色设计与模型



图 1-2-12 学生动画《星灯》场景模型

### 2. 材质贴图制作

模型制作完成以后，将根据最终的需要将模型表现出应有的材质质地。通俗地说，材质就是反映材料的质地，它可以表现在物体的颜色、透明度、反光度等特性要求上。通常情况下，三维动画软件中材质和贴图制作从一定程度上可以弥补模型创建过程中的不足。材质是由物体本身的属性所决定的，什么样的物体就需要什么材质来表现。例如，我们原始的模型创建的是一把椅子，在进行材质的创建前，我们首先需要知道这把椅子是什

么材料制作的，是木质的当然就需要创建木头材质；是铁质的相应地就需要金属材料。相对于材质，贴图在三维动画制作软件中来说就复杂得多。假如我们将材质的创建过程形象地比喻为给模型种植皮肤的过程，那么贴图就是给它穿衣服的过程。对于具体的对象来说，我们需要将图像贴到相对应的位置上，三维软件在贴图创建中使用了贴图坐标这一概念，我们可以根据不同的需求将贴图精确地贴到指定的位置。如图 1-2-13、图 1-2-14 所示。



(a)



(b)

图 1-2-13 学生动画《苹果树》角色材质贴图效果

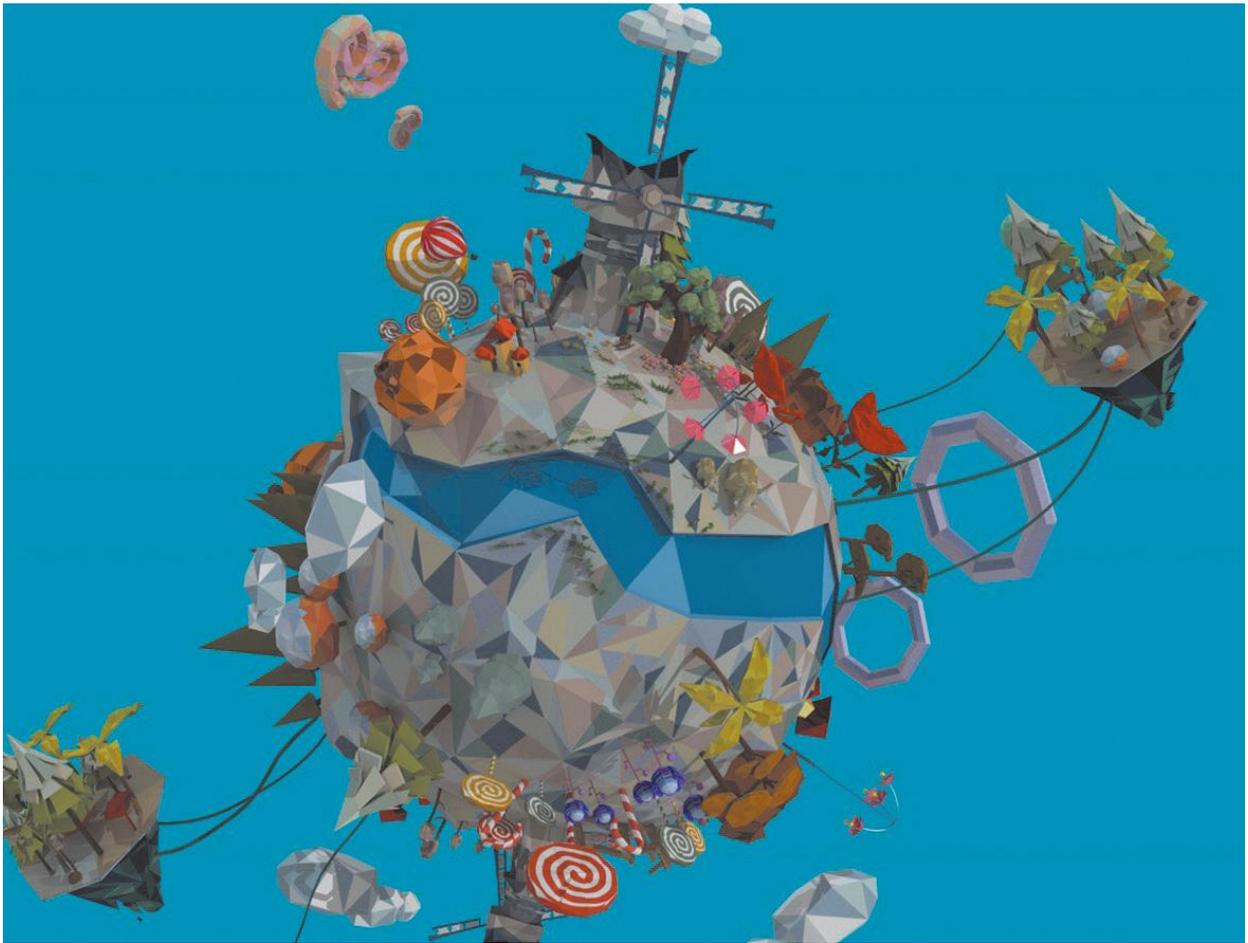


图 1-2-14 学生动画《苹果树》场景材质贴图效果

可以说材质贴图制作是给模型赋予合适的纹理和质感，纹理是指图案，而质感是指质地，如金

属、木头甚至毛发。图 1-2-15 是《功夫熊猫》中使用三维软件处理出的阿宝小时候真实毛发效果。

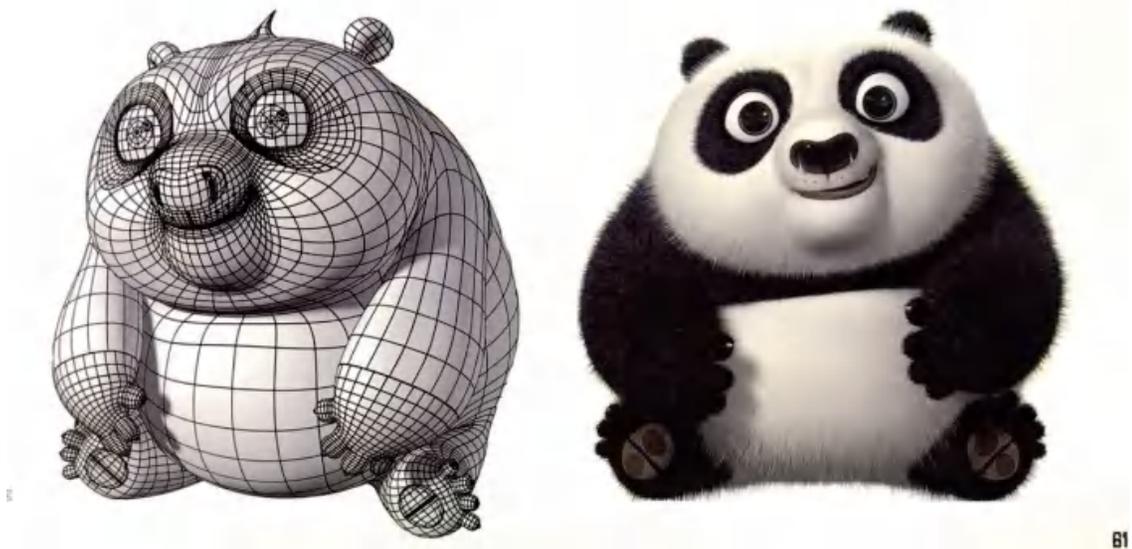


图 1-2-15 《功夫熊猫》阿宝幼儿时期的材质贴图和毛发处理 / 美国 / 梦工厂 / 2008

#### 3.绑定蒙皮

绑定蒙皮是给角色添加骨骼，同时也要为角色制作表情，为后续角色运动做准备工作。如图 1-2-16 所示。



图 1-2-16 学生动画 School 女孩角色表情集

#### 4.动画

前面工作完成形成的是静态的操作，而要想动画转变就需要对场景和场景中的物体进行关键帧的设置，即设定动画主要画面（一般是动画中动作或场景变化较大的那一瞬间）为关键帧，而关键帧之间的过渡由计算机来完成，这个过程称为插值。三维软件大都将动画信息以动画曲线表示。动画是 Maya 中最有表现力的部分，制作好动画需要掌握动画运动规律，更要有表演的天分，才能使角色富有个性与感情。如图 1-2-17、图 1-2-18 所示。



图 1-2-17 角色动画制作



(a)



(b)

图 1-2-18 《疯狂动物城》截图 / 美国 / 华特迪士尼影片公司 / 2016

#### 5.灯光

现实生活中，假如我们整个世界没有光源，那将是一片漆黑。同样的，在三维动画软件中，缺少了灯光，场景中所有的东西都不可见。在创建三维软件灯光前，我们要先了解制作的场景环境是什么类型的。了解场景环境类型，我们才能够真实模拟现实场景。一般场景灯光可以分为三种类型：自然光、人工光以及自然光和人工光相结合的光。

通常有 3 种类型的光源可以为我们所用：关键光（又称主光）、补充光和背景光，这三类光源在灯光创建中相互协调。通常情况下，我们在为场景创建灯光时，首先要创建主光源。这里要明白的一点就是主光源不一定只是一个光源，但是它一定是照明的主要光源，它的创建为场景起到初步的灯光效果。

场景单一的只依靠主光源来烘托场景，往往结果单调枯燥，这就需要补充光来丰富场景效果。如图 1-2-19 所示。补充光在三维灯光创建中通常用于填充场景的暗部和阴影区域，补充光用来模拟场景中由于环境光线漫射和反射造成的光照效果，补充光可以为场景提供景深和真实效果。

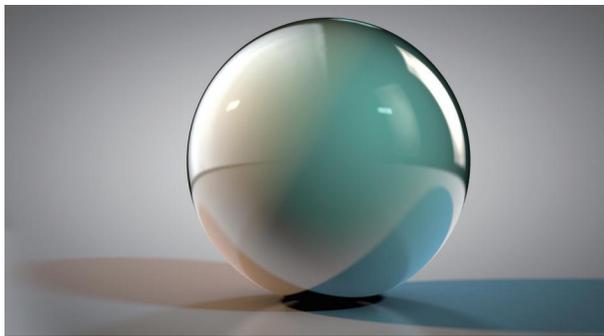


图 1-2-19 3D 中灯光的运用

背景光通常是作为区分场景物体与背景来使用的，通过照亮物体边缘，在物体背部形成较小的反射区域，将目标物体从背景中分离出来。如图 1-2-20、图 1-2-21 所示。



图 1-2-20 学生动画《星灯》街道

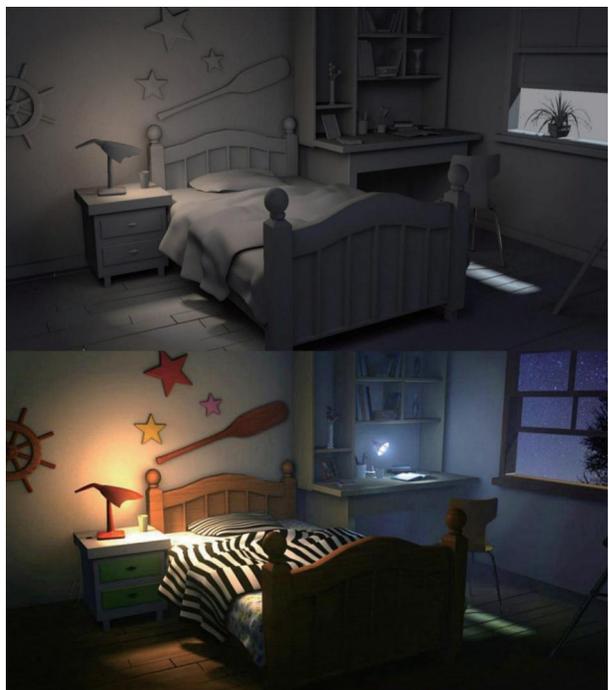
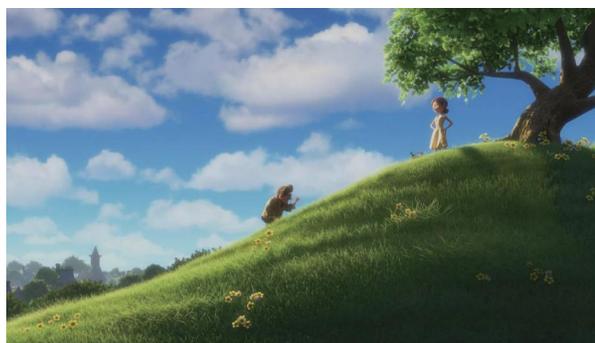


图 1-2-21 学生动画《星灯》男孩房间

场景中的灯光作用不仅仅是为了照亮场景中的物体，它还可以反映场景的基调和气氛，这对于整个图像外观是至关重要的。另外，灯光还有助于在场景中表达一种情感，换句话说，就是可以引导观众的视线，从而为场景提供更大的深度，展现更加

丰富的层次。灯光最大的特点就是能够烘托和渲染气氛，三维动画中灯光会根据故事情节的发展发生变化。如图 1-2-22 所示的《飞屋环游记》中卡尔与艾丽在半坡树下的情节，根据两个不同的年龄阶段设计了夏天和秋天两种不同的季节，此时灯光随着情节的发展也发生了改变。



(a)



(b)

图 1-2-22 《飞屋环游记》/美国/皮克斯动画工作室/2009

## 6. 渲染输出

三维动画制作的最终目的是得到动态的画面，这也是我们进行造型的最终目的，而这些在三维动画制作软件中都需要通过渲染来完成。渲染的过程是将场景中的三维造型以及赋予物体的材质贴图 and 灯光阴影明暗程度等信息通过程序计算，完成动画绘制的过程。三维动画很多时候会通过分层渲染的方式输出序列帧，方便后期处理。如图 1-2-23 所示。

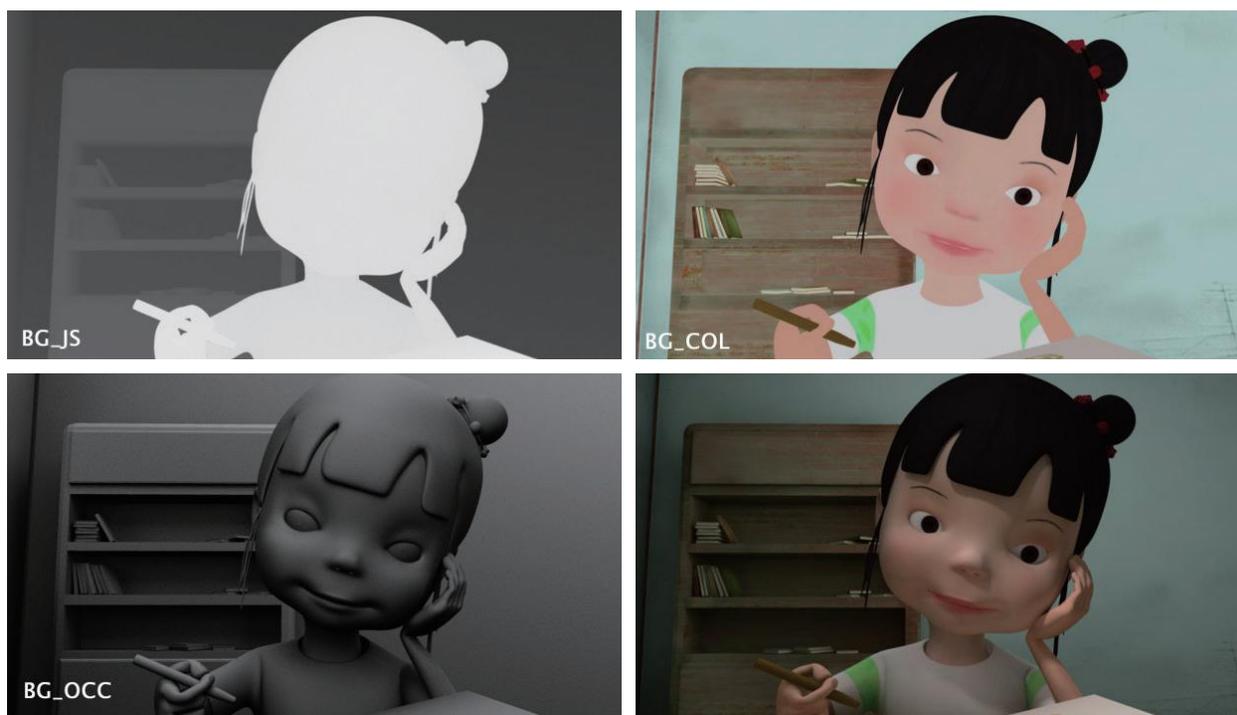


图 1-2-23 学生动画《春天的花》分层渲染

### 三、后期——三维动画的“美颜滤镜”

后期制作是对前面渲染出来的动画镜头做后期处理，加特效、文字，并为影片制作声音，然后剪

辑输出使其形成完整的影片的过程。就制作角度而言，这是最后的收工阶段，也是收获的阶段。如图 1-2-24、图 1-2-25 所示。



图 1-2-24 学生动画 *CATCH2-LAST BULLET* 片头



图 1-2-25 学生动画《星灯》后期合成画面

### ▶▶ 第三节 三维动画课程体系

#### 一、本书课程体系

三维动画的发展已经有 40 多年的历史，国内的发展也日趋成熟，应用领域不断扩大，人才需求也在不断扩大。为了适应行业人才需求，各高校竞相开设了动画专业、数字媒体专业、影视专业等，由此推动三维动画在教育领域快速发展。但很多院校在专业课程设置时，多注重软件操作教学，这让很多学习者很难学到科学系统的动画流程和专业知识。为了帮助广大学生能够快速有效地学习三维动

画，本书编写团队根据多年的教学制作经验和累积的案例，将理论与实践相结合、通过项目式教学和经典案例深入浅出地讲解 Maya 动画的基本内容，让广大学习者可以轻松学会动画制作，掌握关键知识，以争取早日跨入动画制作产业的大门。本书的课程体系如图 1-3-1 所示。

本书项目案例集中在第二章，通过角色绑定、小球动画、角色动画、综合训练四个项目，循序渐进地讲解了每个案例的动画原理和制作过程，如图 1-3-2 所示。

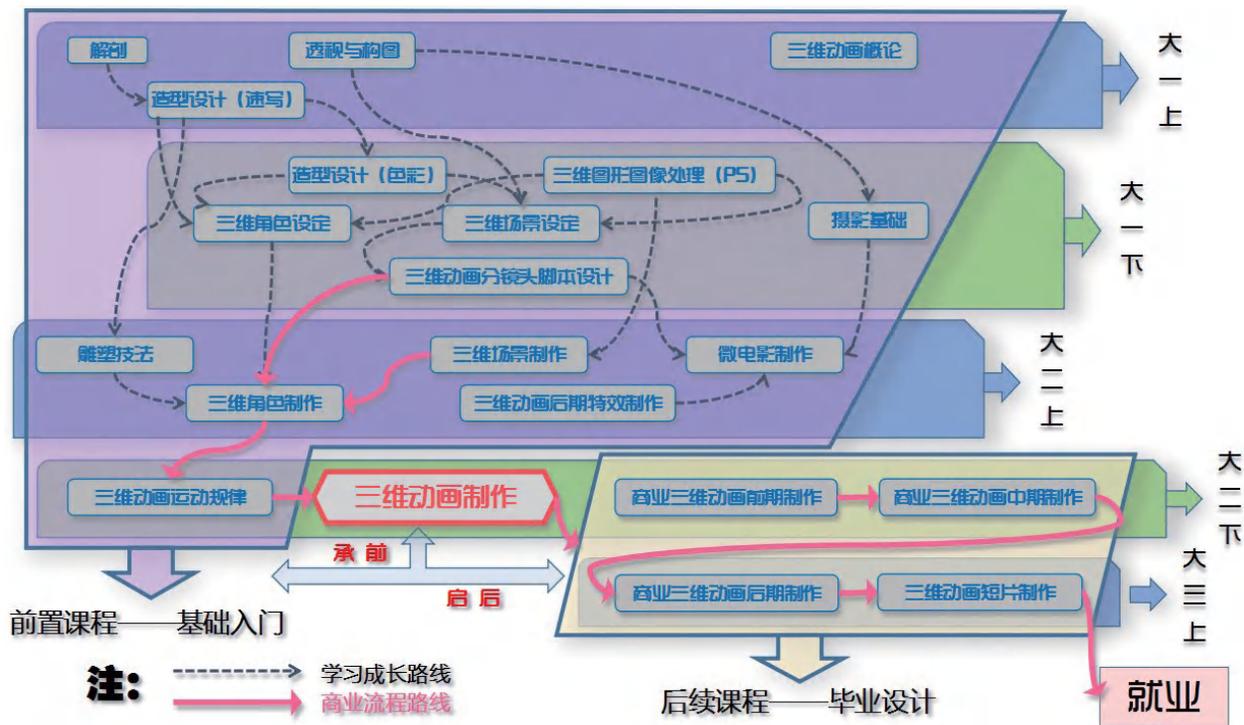


图 1-3-1 本书课程体系



图 1-3-2 第二章主要内容结构

## 二、国内外课程体系比较

### 1. 美国动画教学

三维动画教育在短短的几十年里已经发展得初具规模。目前世界上许多大学、职业院校都设立了三维动画专业，而美国作为世界动画教育大国，其动画教育与产业发展相对平衡，办学水平世界领先。美国动画教育培养模式相对灵活，不同院校都根据自己学校特色与相关专业结合多元化发展。比如其中翘楚——加州艺术学院（CALIFORNIA INSTITUTE OF THE ARTS）。作为美国著名的艺术院校，也是美国第一所在视觉艺术和表演艺术专业提供学士、硕士学位的艺术学院，加州艺术学院影视制作系的动画制作在美国首屈一指，该校将电影制作当作一种个人的、独立的艺术形式，鼓励从故事片、纪录片、实景拍摄、角色动画、实验电影、多媒体等各个方面去研究电影制作。

加州艺术学院影视制作系将动画分为实验动画（Experimental Animation）和角色动画（Character Animation）两个专业，培养学生能够制作国际动画大片的技术和创意。

角色动画专业是以动画人物角色为基础的故事性设计，更偏向于人设方向。老师们大多来自传统动画和独立工作室，很多大师都是在晚上上课。专业课上大多数是结合传统和计算机两种创作方式进行学习。

实验动画专业更加前卫，创作方式不拘泥于传统，更加注重培养学生对于动画领域整体创作架构的把控。课程内容也包括二维、定格、三维动画制作等流程的试验性设计，基础课完成后还有针对高阶扩展的研习课。

美国大多高校的三维动画教育注重动画理论与电影视觉理论的培养，强调三维动画是运动的艺术，强调在经典的运动中表达故事，强化视觉感受。其中动画基础理论部分包含了角色运动规律，以及运动的情感表达、运动步调及重量感、瞬间张力等内容。

### 2. 英国动画教学

英国大学动画专业注重美术教育和大艺术的概念。英国作为欧洲动画具有代表性的一个国家，其动画教育的理念与教育方式方法与我国存在明显不同，英国在其动画整体教育中更为注重美术教育的比重，并且将大艺术观融合于教育之中，为学生的职业生涯打好了良好的基础。英国的动画教育主要体现在以下方面。

（1）基础美术教育贯彻整个学校教育始终。每个学期几乎一半的时间学生都在进行绘画基础训练，无论计算机技术发展到了何种地步，动画的迷人之处依旧是其美术性，良好的美术素养是将设想变为现实的基石。

（2）项目开发过程渗透到学习之中。每名高年级同学拿出一个毕业设计动画片方案，进行企业化论证，挑选出出色的剧本，由该剧本的提出者担任导演或制片；没被选中者则根据自身特点应聘该动画片制作中的不同岗位，最终由导演决定；而低年级的学生则在其中完成基础性工作。

（3）引入大艺术概念，指导学生对所有艺术门类进行涉猎，充分激发学生的想象力与创新能力，开阔学生视野。

这里以英国肯特大学（University of Kent）数字艺术（Digital Arts）专业与我国高校三维动画专业的动画教育做比较。显著区别主要体现在3个方面：入学测试、专业分配与课程设置、毕业创作与就业指导。

（1）英国肯特大学数字艺术专业对所招学生除素描、速写美术基础专业的技能要求外，还要求学生有数字艺术专业的基础。入学前，学生已经掌握了基础软件及工具的运用，在入学后他们就开始学习更深层次的专业内容。

(2) 从专业的分配和课程的设置来说,除了部分高校根本不进行发展方向的细分外,我国大部分设有动画专业的高校都将其专业分为二维和三维两个发展方向。英国肯特大学将数字艺术专业又细分为3个发展方向:数字艺术(Digital Arts)、戏剧与多媒体(Drama and Multimedia)、多媒体技术与设计(Multimedia Technology and Design)。这3个方向的初期课程是相同的,学生在初期课程的学习中发现自己感兴趣的方向,然后再进一步选择自己的发展方向,最后对自己的发展方向进行深入的学习。因此,他们的学生不仅能够广泛地了解整个数字艺术专业,还可以对其感兴趣的方向有更深入的掌握。

值得一提的是不论哪个学习方向,二维手绘内容都是融入课程中的。该专业的教师十分重视手绘技能,大部分课程中、前期的设计都是需要用手绘初稿,然后再进行电脑的操作。而这里的二维手绘指的是手绘板电脑绘图,因此在数字视觉叙事(Digital Visual Narrative)和视觉传达(Visual Communication)等课程中都会融入手绘板绘图的具体应用。

(3) 在毕业创作和就业指导方面,英国肯特大学数字艺术专业的毕业设计并没有将3个发展方向分开,而是将3个发展方向进行融合,让学生自由组合或是由导师分配分组进行毕业创作。多数毕业创作的内容和形式都是融合了3个发展方向的知识与技能,各个方向的学生发挥自己特长,进行创作。因此,毕业创作的内容十分丰富,形式多种多样。这一点跟我国高校毕业设计的创作大不相同,国内高校普遍是以各个专业方向为单位进行毕业创作,很少有不同专业方向的融合创作。

在毕业创作的同时,英国肯特大学数字艺术专业还会进行一项重要的工作——就业指导。肯特大学的就业指导也不同于我们一般高校的就业指导。就数字艺术专业来说,针对发展方向的不同,一般会分别聘请与该专业有关的知名公司的艺术总监来做就业指导的讲座,讲座内容基本包括产业现状的介绍、分析各个部门的用人缺口,以及招聘过程中

的注意事项等。最为重要的是,在进行就业指导之前,导师会要求学生完成招聘所用的作品集,作品集要求是视频文件,不超过2分钟,艺术总监会针对每个人的作品集分别进行指导。

### 3. 日本动画教学

在世界动画市场以三维动画为主流的情况下,亚洲的日本动画仍保持着以传统二维动画为主的制作风格,3D的CG在现代的日本动画行业当中更多的是作为一种辅助技术。即便是三维动画,相较于欧美的同行们,日本的制作者还要追寻一种二维动画的视觉感触,日本动画在CG技术方面起步其实很早,但是目前为止,全3D的CG动画在日本还尚属凤毛麟角,这样的现象是日本动画行业的一个特色。

日本的动画专业与其他国家不同,主要设置在大学和专门学校。其中大学多为4年制,专门学校多为两年制。大学的动画专业和中国一样,除专业课程外,还包含基础教育课程如美学理论、外语等。两年制的大学,如专门学校,主要以专业课程为主,注重学生的实际制作能力,没有基础课程教育。大学的动画专业一年级主要以动画基础知识为主;大学二年级、三年级除了CG专业学习,每周安排研讨会,由教授自带10个学生,安排独立的课题研究。在三年级时,要求学生制作公司实际项目,然后预约导师进行单独辅导;大学四年级准备毕业设计和论文。

### 4. 中国动画教学

国内动画专业第一学年主要让学生做动画基本功训练和学习动画艺术理论。第二学年学生将根据各自特点双向选择分别进入二维手绘、3D电脑动画、偶动画和插漫画四个专业方向。其中上半学期各专业方向学习与制作手段相辅相成的前期创作课程,如动画剧作,动画美术设计、动画表演、画面分镜等;下半学期则分别进入全然不同动画制作手段的学习和训练课程。第三学年进入工作室,完成二维动画、3D动画和偶动画,完成三个专业方向的小组联合动画短片的创作与制作,而插漫画创作

会被单分出来。第四学年完成联合作品的后期制作之后，每个学生要完成毕业个人创作和论文，进入检验和答辩。目前，中国的动画教育在教学实践中，部分学校还没有完整的教育体系，没有使用统一的教材，也有部分学校没有教材。

总体来说，我国高校三维动画专业相对起步较晚，因此我们应该多学习、借鉴国外知名高校相关专业的经验，并结合我们的实际情况，探索出自己的三维动画教育及人才培养模式。