



教育部 文化部
高等学校动漫类规划教材

三维数字动画 2

(绑定与角色动画)



> 谭力勤 王 雷 夏旺盛 编
LiQin Tan Lei Wang WangSheng Xia

高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

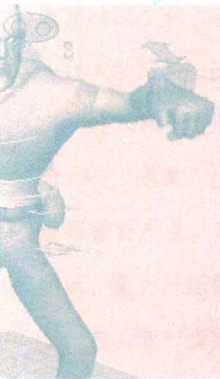


教育部 文化部
高等学校动漫类规划教材

三维数字动画 2

(绑定与角色动画)

SANWEI SHUZI DONGHUA 2 (BANGDING YU JUESE DONGHUA)



> 谭力勤 王 雷 夏旺盛 编
LiQin Tan Lei Wang WangSheng Xia



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书简明扼要地阐述Maya 2011和Maya 2012角色绑定动画的概念原理与具体技法，并讲解如何把运动原理运用在Maya角色三维技法之中，以求通过简单易懂的方式满足中国大学三维角色动画实际教学的需要。同时，在讲述角色动画三维技法的基础上，还阐明了赋予角色生命力的具体操作步骤。

全书共分6章，第1章简述整体角色动画制作流程；第2章和第3章展示角色骨骼绑定与蒙皮的关键技法；第4章详细列举了制作角色行走动画的步骤，以及运动原理在行走动画中的技术应用；第5章重点讲述角色脸部表情动画设置；第6章讲述一些动画实例，示范如何将运动原理融入角色动画范例之中。

本书配有光盘，内容包括所有章节的角色模型、每一步骤的相关文件以及最后完成的动画稿。阅读时，可打开光盘，通过练习来掌握相关知识。

图书在版编目（CIP）数据

三维数字动画. 2, 绑定与角色动画 / 谭力勤, 王雷, 夏旺盛编. — 北京：高等教育出版社, 2013.4
ISBN 978-7-04-034767-8

I. ①三… II. ①谭… ②王… ③夏… III. ①三维动画软件—高等学校—教材 IV. ①TP391.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第290042号

> 三维数字动画 2 (绑定与角色动画)

谭力勤 王雷 夏旺盛 编

策划编辑..... 时 阳
责任编辑..... 张海波
封面设计..... 张申申
版式设计..... 张申申
责任校对..... 刘春萍
责任印制..... 朱学忠

出版发行 / 高等教育出版社
社 址 / 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 / 100120
印 刷 / 北京信彩瑞禾印刷厂
开 本 / 787mm×1092mm 1/16
印 张 / 14.5
字 数 / 270 千字
购书热线 / 010-58581118

咨询电话 / 400-810-0598
网 址 / <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 / <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
版 次 / 2013 年 4 月第 1 版
印 次 / 2013 年 4 月第 1 次印刷
定 价 / 48.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究
物 料 号 3 4 7 6 7 - 0 0

文化是一个民族的灵魂，而动漫这种特殊的文化载体，以其视听传播的直观性，更容易跨越文化、民族的边界而产生长远的影响。好的动漫作品、动漫形象，伴随一代又一代人的成长，历久而弥新。

进入新世纪以来，我国动漫、新媒体产业发展迅速，成为文化产业最重要的组成部分之一。国家“十二五”规划提出要推动文化产业成为国民经济支柱性产业，大力发展动漫等重要产业。动漫产业繁荣发展的根本是创新，而创新则要求我们建设一支适应时代要求、富有开拓精神、善于创新创造的文化人才队伍。

为了进一步推动我国动漫人才建设，教育部、文化部于2009年成立了高等学校动漫类教材建设专家委员会，旨在进一步加强高校动画、新媒体学科理论建设和人才培养，组织高水平教材的编写工作。本套系列教材即是过去两年来的重要工作成果之一。

今年是“十二五”规划的开局之年，也是我国文化改革发展加速推进的关键一年。这套教材在这个关键时期推出，将进一步规范和提高国内高等院校的动漫类专业教学水平，从而对我国动漫产业的人才培养和可持续发展产生积极深远的影响。

国以才兴，业以才立。中国动漫、新媒体产业的希望和未来在于人才，特别是在全国高校动漫类专业学生的身上。我们希望，这套教材能对你们的成长有所裨益，我们也期待，你们能够创作更多更好的优秀中国动漫作品。

是为序。

文化部党组副书记、副部长

扶持动漫产业发展部际联席会议成员、办公室主任

欧阳坚

2011年6月

三维角色动画是所有动画中最具挑战性的内容之一，它综合了角色结构、角色个性、角色表情、各种运动原理和各种自然作用力。同时，角色动画像其他艺术一样，包括各种风格、方法、流程和技法。

三维角色动画并不完全是产业动画生产的需要，而是一种对数码技术和生命运动挑战的艺术。只有接受其挑战，与时俱进，方可成为真正的动画师。

作为三维角色动画师，最关键之处不仅在于掌握熟练的技术，更在于如何能把此技术熟练地应用到运动原理和角色生命节奏之中。本书针对此特点，从教授技术为主转换为将技术应用于角色的运动原理为主，让学生明白娴熟的技术只是优秀角色动画师的看家本领，而杰出的角色动画师则可以把此技术熟练地应用到角色生命的节奏和运动之中。

由于限于我国标准角色动画课程教学的需要，故内容只能选择两足角色绑定、行走和脸部表情动画，而四足角色动画和两足角色的其他动作都未被纳入。目前，在北美动画教学中角色绑定和角色动画都已成为独立科目，教师和学生都能有充足的时间去掌握其绑定技术和多种动作变化。

鉴于本书三位作者的工作都特别繁忙，又分别居住在地球的东西半球，所以研讨、交流和写作时间非常有限，但因三位都多年教授角色动画，故能简要地把各自教学体会总结出来供参考。王雷老师撰写了第5章和第6章；夏旺盛老师负责创建书中大兵角色建模和贴图，并撰写了第2章和第3章；而我撰写第1章和第4章及前期整体构思、提纲和后期整体修改统稿工作。

本书力求与中国实际教学状况结合，以点带面、以小见大、层次简明、易学易懂。作者都具有多年产业动画的工作经验，许多例子都经历了反复推敲和详细查证。

王雷和夏旺盛老师年轻有为，长期从事Maya教学的工作，撰写书籍也信手拈来。而本人18年来一直使用Softimage三维软件，使用Maya的时间不长，书中也许夹杂一些从Softimage中转换过来的技法，但原理一致。

中国动画前辈曾把角色动画融入中华民族文化之中，创造出许多优秀作品。而如何应用三维技术来体现中华民族的角色动画特征是当前教学中的挑战之一，但本书并未涉入，望同行弥补。

谭力勤

LiQin Tan

2012年11月于美国费城

第1章

角色动画制作流程

/001/

- 1.1 角色设计/002/
- 1.2 模型创建/003/
- 1.3 材质贴图/004/
- 1.4 骨骼绑定/005/
- 1.5 角色蒙皮/006/
- 1.6 动作动画设置/007/
- 1.7 表情绑定与动画设置/008/
- 1.8 动画渲染与后期制作/009/
- 本章小结/010/
- 练习题/011/

第2章

两足角色绑定与蒙皮

/013/

- 2.1 角色绑定基本知识/014/
- 2.2 骨骼系统与 IK/019/
- 2.3 辅助工具与约束/027/
- 2.4 变形器与蒙皮/039/
- 2.5 大腿和脚的绑定/049/
- 2.6 大兵身体的绑定/060/
- 2.7 大兵手臂和头部的绑定/069/
- 2.8 大兵角色蒙皮/075/
- 2.9 大兵的 IK/FK 切换控制/083/
- 2.10 大兵的拉伸控制系统/090/
- 本章小结/094/
- 练习题/095/

第3章

面部表情绑定与蒙皮

/097/

- 3.1 面部绑定简介/098/
- 3.2 绘制面部皮肤权重/100/
- 3.3 创建眼睛与舌头的控制系统/103/
- 3.4 创建面部控制系统/109/
- 3.5 面部控制与身体控制系统的整合/120/
- 本章小结/122/
- 练习题/123/

第4章

角色动画

/125/

- 4.1 角色动画概述/126/
- 4.2 两足角色动画基础与准备/127/
- 4.3 两足角色行走循环/129/
- 本章小结/170/
- 练习题/170/

第5章

角色面部表情动画

/173/

- 5.1 面部主要表情肌/174/
- 5.2 基本面部表情类型/179/
- 5.3 口型同步动画/185/
- 5.4 面部表情动画的创作/188/
- 本章小结/201/
- 练习题/201/

第6章

角色动画基本运动原理与范例

/203/

- 6.1 角色动画的基本运动原理/204/
- 6.2 角色动画基本运动原理实例/208/
- 本章小结/215/
- 练习题/215/

参考文献/217/

第1章 角色动画制作 流程



三维角色动画制作流程有别于二维角色动画制作流程，它是一个有机体，顺应技术、观念、团队合作精神的变迁而重建，从而形成不同时代的动画制作流程。

本章主要阐述当前三维产业、实验与观念角色动画制作中已形成的大体流程。

- > 1.1 角色设计
- > 1.2 模型创建
- > 1.3 材质贴图
- > 1.4 骨骼绑定
- > 1.5 角色蒙皮
- > 1.6 动作动画设置
- > 1.7 表情绑定与动画设置
- > 1.8 动画渲染与后期制作
- > 本章小结
- > 练习题

1.1 > 角色设计

角色设计与故事板和角色精神活力紧密相连，同时拥有自身设计思维、造型特色和形象语言。

角色设计思维近年深受三维动画技术影响，无论是造型元素、个性塑造，还是创意切入都与三维技术的流程和功能息息相关。熟练掌握三维软件技术对三维角色设计毫无疑问是有益的，在产业动画中，由三维动画师直接进行三维角色设计也逐年增多。

在目前的三维角色设计中，仍沿用卡通式夸张并赋予幽默特色的迪士尼设计风格。由于三维技术的发展，在超现实与超级现实的角色风格中，力求精细入微成为设计趋势之一。同时，骨骼细节、附加工具和装饰物体等应用也很广泛。

目前三维角色设计中对材质肌理的强调，是传统二维动画无法相比的（见图1.1）。数码照相机的普及和材质图源的开放更保证了材质肌理的多样性和真实性。许多三维角色设计者

图1.1 《卑鄙的我》中的男主角和角色造型^①



① 图1.1资料来源：Universal Pictures & Illumination Entertainment, 2010.

已习惯用色彩和文字在设计稿上标明对材质肌理的精细要求和最后效果。

随着动作捕捉技术的发展，表情设计也大量应用在三维动画中，三维技术设计师便需在设计角色造型基础上，增添许多人物脸部表情设计。三维角色设计除强调瞬间动作的张力外，更注重连环动作设计即动作的连贯性，以便建模时参考。

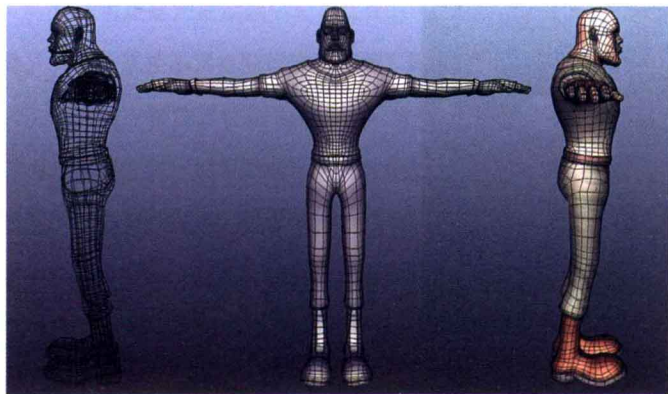
数码特效也影响到三维角色设计，流动感（烟、云、火、雾等）和液体性（水、奶、酒、岩浆等）的角色设计也屡见不鲜。

1.2 > 模型创建

角色建模可用三维软件、大型三维扫描器和多边摄影成模。此三种方法都已广泛应用于产业动画之中，但三维动画教学还是侧重于三维软件建模。

三维建模有生物角色建模与场景建模之分，而生物建模中又分人物角色建模和动物角色建模。任何生物角色建模都必须对其生理解剖、骨骼结构、肌肉形体和运动规律有深入的了解，这是角色建模的基础（见图1.2）。

图1.2 本书大兵主角模型的创建



Maya拥有 NURBS建模、Polygon多边形建模和Subdivision细分表面建模等方式。用于角色建模，三种方式各有优缺点。目前使用多边形建模和细分表面建模的频率较高，因操作过程计算速度快，可随意切分、伸压、重叠、挤逐、修补、转换、合并和抽割。

在同一技术下建模程序和方法则建立于个人经验之上，有人喜欢从一个立方体开始，不断抽叠与细分建模，有人则从一个三边形开始，然后一块块连接成形。也有不少动画师利用软件现存的生物多体形经变形、伸压、转换成自己想要的造型。而使用不同角度的生物角色图片和贴图在建模空间中作为参考，也常为动画师所用。近些年来，许多动画师用ZSphere建模转换为多边形后再输出到Maya中。

1.3 > 材质贴图

材质贴图是三维角色动画中给角色赋予肌理、颜色、光泽与透明度的程序总称。材质与贴图主要改变建模表面的物质形态，设定不同物体的肌理、颜色，达到自然物体的真实质感效果（见图1.3）。

图1.3 《飞屋环游记》中的人物角色和材质^①



① 图1.3资料来源：Pixar & Walt Disney Pictures, 2009.

UV纹理编辑和布局是目前为多边形角色几何体材质贴图中使用最普及的方法。正确设置、投射、剪辑、缝合、展开、组织UV便成为角色材质贴图流程步骤之一。混合、重叠、排列、凸凹贴图在材质贴图过程中也被频繁使用，而投射方式是多种多样的。

对于不同材质的掌握和创建有助于对角色材质贴图的质量控制。在教学中，学生会被要求创建个人材质纹理图片库，除正常的自然材质纹理（如金属、树木、岩石等）外，创建角色材质纹理更要注重收集和创建各种皮肤和毛发的肌理图片。

材质贴图分2D与3D纹理。2D纹理就如一张图纸包在角色的几何体上，而3D纹理是一种用计算机程序制作的纹理，创建于每一个三角形体（渲染小单位）计算基础之上。前者，读者可自行建立图库，应用范围较广，后者需编写软件程序来创建，主要应用于制作自然界（如云、雾、山、石等）纹理效果。

当然，并非所有纹理都采用上述方法创建。利用三维制图软件进行纹理的创建，也被广泛使用。特别对于一些特殊的人物、动物的皮肤纹理，可直接在其表面绘制，既简单又高效。

1.4 > 骨骼绑定

骨骼绑定是角色动画中非常重要的中间环节。顾名思义，骨骼绑定是给角色模型设置骨骼，并以此来控制角色肢体动作变形（见图1.4）。

绑定是一种技术性很强的操作。首先，必须深入了解生物角色的骨骼结构，并熟知其伸缩力、扭转方向、关节功能、骨骼比例和运动特征。其次，必须了解角色的动作要求和运动范围，尽量合理布线，设置准确的位置，有限增减控制器和约束点。创建一个充分合理的三维角色骨骼结构，使角色的各种运动变形符合角色动画要求。

当然，骨骼绑定的技术基础不容忽视，常见的有IK/FK（反向/正向动力学）、约束关系（Constrain）、定位器（Locator）、骨骼系统（Skeleton）、父子关系（Parent）和控制器

图1.4 本书大兵主角的骨骼绑定



(Controller) 等。

在生物角色骨骼绑定中，一般分为两足、四足和多足生物角色绑定类型。本书主要简述如何创建一套相对完整的两足角色骨骼及控制系统。当然，四足与多足生物角色绑定也同样重要，在产业动画中也被广泛使用。

1.5 > 角色蒙皮

角色蒙皮是在骨骼绑定基础上，编辑和分配皮肤权重到不同骨骼关节，使骨骼关节能精确控制皮肤的变形运动（见图1.5）。动画师之所以能实现这种精确蒙皮和完美权重分配，并不完全来自对软件的娴熟应用，更多来自对生物角色活动特征和骨骼肌肉变形的理解。

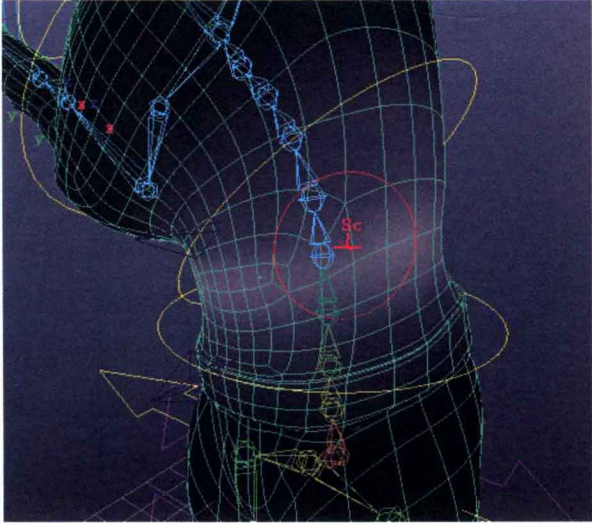
Maya中有柔性蒙皮（Smooth Bind）、刚体蒙皮（Rigid Bind）和间接蒙皮（Lattice Bind）之分。柔性蒙皮使用普及，它通过临近的多个骨骼关节对相同蒙皮点的相差权重控

制，从而产生皮肤形体平滑变形效果。软件默认其权重随距离的不同而改变，但动画师可编辑或调整蒙皮点的权重比例。刚体蒙皮一直广泛用于互动动画（如游戏）和实时模拟（军事训练），经多年发展，柔性蒙皮也开始出现于互动、虚拟角色动画领域中。

设置好权重后，因部分体积流失权重或权重比例太高，必须对各关节变形和权重比例进行纠正和调整。而权重的调整分配最好在运动姿态中进行。其一，可设置简单动画，权重调整完后再取消动画；其二，可设置各种极端运动动作姿势进行权重调整和纠正。

Maya不但能复制转换柔性权重蒙皮点从一角色到另一角色上，还能复制对称生物角色的半身蒙皮点到另一半身对应蒙皮点上，从而加快蒙皮速度、提高效率。

图1.5 本书大兵主角的角色蒙皮



1.6 > 动作动画设置

动作动画设置是角色动画中的关键部分，它综合了上述各角色动画相关技术，并注重追求生物角色的个性特征、运动原理和自然力的作用（见图1.6）。

图1.6 《阿凡达》中的角色动作动画^①



^① 图1.6资料来源：Twentieth Century Fox Film Corporation and Dune Entertainment LLC, 2009.

动作动画的设置分关键帧、非线性动画和动作捕捉。此三种方式都普遍应用于产业动画和少数资源丰富的学院的教学之中，但大部分教学还是以关键帧设置基础为主。关键帧方式需动画师进行逐帧动作设计，可充分发挥动画师的艺术想象力和夸张能力，使动画运动原理得到最大限度的体现。非线性动画设置，是在关键帧设置基础上，综合调整各组动作动画于一体，有非常优秀的连贯性、转换性，拥有时间与速度混合调整和局部关键控制功能。有时，只需保存少量关键帧的静态姿势，非线性动画能设置一系列角色动作动画。

在设置动作关键帧之前，动画师都会对其所要表现的动作进行深入的研究，不少动画师都会录制自己的表演动作作为参考，或者建立各种运动动作视频库。同时，深入探讨动画运动原理，标出它们在动作中体现的时间、过程和最佳表现手法。最后，绘制出各种关键帧的动作姿态草图。

设计关键帧时以动作姿态草图为依据和参考，并无须考虑太多细节，主要审查场景中的角色运动时间是否正确，动作的连贯性是否满足要求。受制关键帧紧随其后进行设置，即补充两关键帧之间的一些细节。细节调整阶段则是动作动画设置的重中之重，许多动画运动原理和角色个性都在此过程中得以实现。本书将会简述许多细微调整的具体技法。

1.7 > 表情绑定与 动画设置

角色的喜怒哀乐和内心世界都是通过表情呈现给观众的，表情绑定与动画在产业动画中日益受到注重（见图1.7）。随着近十来年的技术发展，表情动画已演变为有别于动作动画的独特动画体系，学院中也为此设置了专题教学科目。限于中国教育实情，本书把表情绑定和表情动画分开讲述，各置于角色骨骼绑定和角色动作动画之后。

同样原理，表情动画师需深入研生物角色头、脸部的结构比例，特别是五官结构（除耳朵外），并探索眼肌、眉肌、鼻肌、嘴肌和脸颊肌的运动规律以及对表情的作用和影响。

图1.7 《阿凡达》中的角色表情动画^①



首先，一般而言，痛苦、愤怒、兴奋、恐惧、惊讶、厌恶、哭笑等表情，为表情动画教学中的首要练习题目；其次，口型动画与发音吻合也是不可少的关键练习部分。表情动画追求精神与活力，同时力求正确应用夸张、预备动作、追随与交搭动作等运动原理。

设置表情动画的形式很多。首先，我们一般采用骨骼蒙皮法，此方法可直接控制表情，精度不高但灵活。其次，混合目标体方式（Blend Shape）也应用较广，需设置许多目标体和面部控制器。此方法也可结合非线性动画编辑器一起进行操作，精度细、易控制。当然，在大部分产业动画中，都采用表情捕捉，真实细致且效率高。

1.8 > 动画渲染与 后期制作

角色动画的渲染与后期制作（见图1.8），与整个动画制作流程大致相同。此套教材也设有专门的渲染与后期制作专著，作者便不在此累赘了。

^① 图1.7资料来源：Twentieth Century Fox Film Corporation and Dune Entertainment LLC, 2009.

图1.8 《兰戈》中的后期灰沙特效^①



本章小结

本章简明扼要地阐述了当今世界产业、实验与观念角色动画制作大体流程：角色设计，模型创建，材质贴图，角色蒙皮，动作动画设置，表情绑定与动画设置，动画渲染与后期制作。但随着技术、观念、时间和合作方式的发展与变迁，其流程结构也会不断变动和改革。

作为一名动画师，了解整个动画流程相当重要，因为动画制作必须具有团体合作精神，一环扣一环，既相互依赖又各有创新的余地。保持整体协调，而又不失去自己的最大发挥空间，是一名动画师所应具备的能力。

当今角色动画制作大体流程紧扣当前技术的发展。动画师必须深入动画软件研究，时时更新自己的技术技能，这样才能与其他流程环节的变动保持一致，从而更大程度地发挥团队合作精神。

^① 图1.8资料来源：Industrial Light & Magic & Paramount Pictures, 2011.