

中央美术学院 规划教材

吕新欣 著

Senior Teaching Material of
Maya Character Animation
Maya高级角色动画教程



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

Senior Teaching Material of
Maya Character Animation
Maya高级角色动画教程

图书在版编目 (CIP) 数据

Maya 高级角色动画教程 / 吕新欣编著 .—北京: 北京大学出版社, 2007.10

(中央美术学院规划教材)

ISBN 978-7-301-12245-7

I.M… II.吕… III.三维-动画-图形软件, Maya-教材 IV.TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 080740 号

书 名: Maya 高级角色动画教程

著作责任者: 吕新欣 编著

责任编辑: 谭燕

书籍设计: 王子源

标准书号: ISBN 978-7-301-12245-7/J · 0165

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 电子邮箱: pkuwsz@yahoo.com.cn

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 出版部 62754962 编辑部 62752025

印 刷 者: 涿州市星河印刷有限公司

经 销 者: 新华书店

720mm×1020mm 16 开本 19.75 印张 345 千字

2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷

定 价: 42.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024; 电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

中央美术学院规划教材编审委员会

编审委员会

主 任 潘公凯

副主任 谭 平

编 委 (按姓氏笔画排序)

丁一林 尹吉男 王 敏 田黎明

吕品昌 吕品晶 吕胜中 许 平

苏新平 诸 迪 高天雄 曹 力

隋建国 谭 平 潘公凯 戴士和

工作小组

组 长 许 平

副组长 杨建华

组 员 蒋桂婕 梁丽莎 田婷婷

目 录

总序	6
----	---

第一章 Maya角色动画基本流程	1.1 建立模型	8
	1.2 材质贴图	10
	1.3 骨骼设定	12
	1.4 表情设定	13
	1.5 角色蒙皮	15
	1.6 设置动画	17

第三章 人物表情设定	3.1 簇变形制作表情	66
	3.2 线变形制作表情	69
	3.3 晶格变形制作表情	74
	3.4 包裹变形制作表情	76
	3.5 融合变形制作表情	79
	3.6 眼球的约束控制	82

第二章 人物骨骼设定	2.1 腿脚骨骼设定	18
	2.2 躯干骨骼设定	38
	2.3 手臂骨骼设定	49
	2.4 完善骨骼系统	63

第四章 角色蒙皮	4.1 创建柔性蒙皮	86
	4.2 创建肌肉变形效果	88
	4.3 调节蒙皮权重	92
	4.4 蒙皮的其他应用	110

第五章 人物动画	5.1	角色动画基础	114
	5.2	人物行走动画	120
	5.3	人物奔跑动画	147
	5.4	旋踢动画	179

第六章 四足动物动画	6.1	四足动物骨骼设置	224
	6.2	四足动物蒙皮	232
	6.3	马的动画设定	233

第七章 两足动物动画	7.1	两足动物骨骼设置	248
	7.2	两足动物蒙皮	256
	7.3	恐龙的动画设定	257

第八章 鱼类动物动画	8.1	鱼类动物骨骼设置	266
	8.2	海豚的动画设定	269

第九章 飞行动物动画	9.1	飞行动物骨骼设置	280
	9.2	蝴蝶的蒙皮绑定	286
	9.3	蝴蝶的个体动画设定	288
	9.4	蝴蝶的群组动画设定	297

第十章 群组动画	10.1	调整个体动画	306
	10.2	复制原始角色	308
	10.3	建立角色	309
	10.4	非线性动画控制	311

总序

教材建设是高等艺术教育最重要的学术内容之一。

教材作为教学过程中传授课程内容、掌握知识要领的文本依据，具有延续经验传统和重构知识体系的双重使命。艺术教育的基本规律决定了它具有结构开放、风格差异、强调直观、类型多样等多种特性，是一种严肃而艰难的专业建设。尽管如此，规划和编撰一套高起点、高标准、高质量的专业教材，仍然是中央美术学院长期以来始终不渝的工作目标。

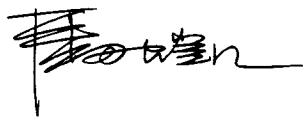
我国的美术教育正在经历一场深刻的变化。传统的现实主义造型艺术教育正在逐渐向覆盖美术、设计、建筑、新媒体等多学科的综合型“大美术”教育转换；原来学院相对封闭、单一的学术环境正在转变为开放、多元、国际化的学术平台；一段时间内以对西方文化引进、吸收和消化为主的文化建设也在转变为具有明显主体意识特征的积极的文化建设。在这样的转变中，中央美术学院原有的教学经验与传统经受了考验和变革，原有的学科体系有了更全面、更理性的发展，原有的教学用书已不能适应新的教学需要，及时地总结和编撰新的规划教材，已成为当务之急。

中央美术学院作为中国美术教育最高学府，建校以来始终坚持积极应对社会发展与文化建设需要、创建新中国最高成就的美术教育事业的办学方针，坚持高标准、高质量的人才培养目标。本次教材编写，在原有教学传统的基础上，吸收了最新的教学改革成果，力求反映新的时代条件下人才培养

的目标与要求，反映“大美术”教育的学科系统性、发展性。根据美术院校教学用书类型多样、层次丰富和风格差异的特征，本套教材分为理论类、技术类与（工作室）教学法三个系列。理论类教材主要汇集美院各院系开设的概论、艺术史与专业史、创作理论与方法等基础理论课程的教学内容；技法类教材主要汇集各专业的基础技法与创作技能训练内容；（工作室）教学法则以各专业工作室为单元，总结不同专业、不同艺术风格的工作室教学体系与创作方法，集中体现美院工作室教学体系下的优良教学传统与改革探索。

这套规划教材计划近百种，将在今后五年内陆续完成。但是，在任何情况下，我们都不应忘记，教材的完成只是一种过程的记录，它只意味着一种改革与尝试的开始而不是终结。当代教育家怀特海（Alfred North Whitehead）曾说：“教育只有一种教材，那就是生活的一切方面。”（《现代西方资产阶级教育思想流派论著选》，人民教育出版社1980年版，第116页）关联着社会发展和改革实践的艺术生活永远是最生动、有效的教材，追求这种实践的持续和完美，才是我们真正长久的教材建设目标。

中央美术学院院长、教授



2007年5月

在 Maya 当中有三种基本建模方式，分别是 NURBS 建模、多边形建模、细分表面建模。这三种方式有着不同的优缺点，也有着不同的适用领域，我们首先从其各自的优缺点的角度入手来对这几种建模方式加以说明。

NURBS 模型优点：NURBS 建模主要用于工业造型设计，它不仅可以确保模型的准确性，而且也可以使模型具有极其光滑的表面，因此这种建模方式也常用来建造电影中的角色模型，因为其高分辨率的输出对模型的要求极高，故在早期的好莱坞的许多特效大片中，大部分角色模型都是利用 NURBS 无缝建模技术建造的，它可以确保在某些特写镜头中角色模型也拥有极高的光滑性。

NURBS 模型缺点：虽然 NURBS 模型的表面有着很好的光滑效果，但它也有弊端，因为用 NURBS 建造的模型都是一个个分离的 NURBS 面片，只是利用缝合技术使这些面片之间保持一种连续性，这种连续性带有巨大的计算量，在动画制作当中会占用很长的时间去计算面片之间的光滑性，因此极大地降低了交互速度。它的另一个缺点是贴图的绘制，因为模型是由一个个分离的面片组成的，所以要花费很多时间去仔细地修整纹理贴图，以使各个面片之间的贴图效果也是连续的。所有这一切处理起来都很麻烦。

多边形模型优点：多边形建模可以对模型进行任意拓扑，这一点比 NURBS 要自由得多，可以直接进行挤压、切割等操作，这些都是多边形建模方式所特有的。除了建模的优势外，多边形模型的贴图绘制也是很方便的，可以将 uv 坐标作为参考图进行输出，在 Photoshop 平面绘图软件包中依据这张 uv 参考图进行精细的贴图绘制。

多边形模型缺点：多边形模型最大的缺点，甚至可以说是唯一的缺点就是它的表面光滑性问题。一般来说，中远景处的

模型可以用多边形建造，但是对于我们的主要角色，在一部完整的动画影片当中肯定会出现多处的特写镜头，这个时候多边形模型就显得有些粗糙了，可能在某些曲率比较大的位置会表现出不光滑性，甚至出现明显的硬边，即使你给模型设置了较大的光滑属性值，也很难弥补这一切，因为这是多边形模型的固有问题。

细分表面模型优点：细分表面建模方式虽是一种较新的建模技术，但已发展得较为成熟。它集 NURBS 与多边形两种建模方式的优点于一身，换句话说，它既具备 NURBS 模型的光滑性，也具备多边形模型自由拓扑、便于贴图等优点，而且还可以进行局部细分等操作，并可在不同的精度级别中进行模型的调节，同时细分表面还拥有自己的硬边处理工具，可以在光滑的表面上产生一些硬边效果，这些都是细分建模的优势。

细分表面模型缺点：从建模技术本身来看，细分表面建模技术没有明显的缺点，它唯一的缺点就是这种建模方式会占用你大量的内存，由于我们经常用 Windows 系列的操作系统，而这种操作系统在内存的管理上存在着弊端，也就是说，在 Windows 系统下对于程序的调用存在着 2G 的限制，而对于一个复杂的细分表面模型来说，在渲染的时候，2G 的内存可能不够用，甚至是远远不够，这个时候就必须使用其他的操作系统了，比如 unix。除了对内存的大量占据以外，细分模型还会使我们的视图交互速度变得极慢，即使你使用低精度显示也会很慢，所以细分表面建模方式对硬件的要求较高，可谓是硬件杀手。以上就是对这三种主要建模方式优缺点的综合评估，在制作当中应根据具体的情况来选用不同的建模方式，不过细分表面建模应该是未来高端市场的主要建模方式，但这并不代表 NURBS 建模技术会被遗弃，因为我们可以使用模型的转化技术将 NURBS 模型转化为细分表面模型，这并非多此一举，我们可以利用 NURBS 无缝建模技术先构造出基本模型，再转为细分表面模型进行精细加工，这样可以使模型的拓扑结构非常规整，利于将来的材质与动画。模型的转化示意图如图 1.1 所示：

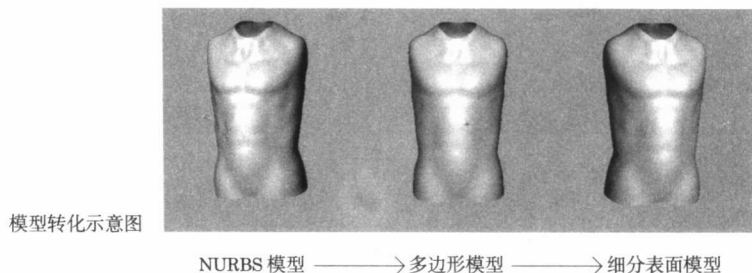
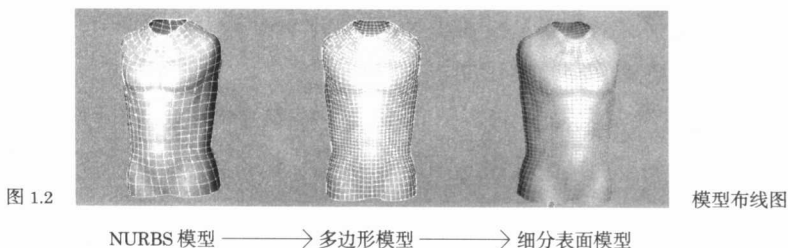


图 1.1

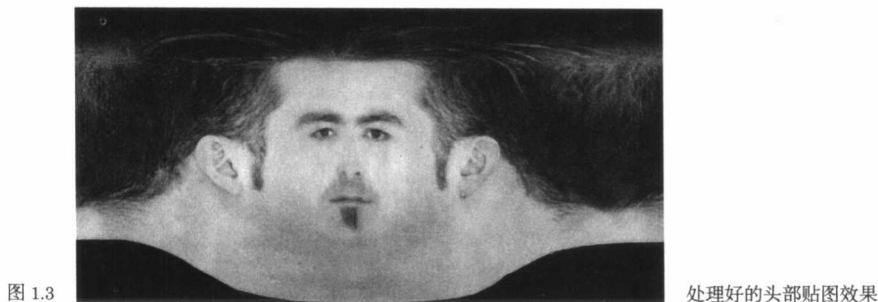
可以看到,转化后的多边形与细分表面模型与原始的 NURBS 模型有着一致的形态,不仅如此,转化后的模型还拥有和 NURBS 模型一样规整的布线结构,如图 1.2 所示:



1.2 材质贴图

当模型完成后,接下来的工作一般就是为模型设定材质,因为角色在动画的时候会引起表面皮肤的变形,也就会影响到表面纹理的变形,有可能造成拉伸,所以当角色完成一段很炫的动画后,制作者还要监测这些动作设计会不会造成纹理过度变形,以至于发生撕扯。虽然材质设定也不一定非要在动画之前完成,但这样做确实可以避免一些错误的发生。

角色材质的设定一般来说都是为其指定一个纹理贴图,而纹理贴图的制作方法则要根据模型来定。比如多边形与 NURBS 角色,在制作纹理贴图时就不尽相同,因为多边形可以在 uv 坐标编辑器中将角色模型的 uv 坐标展成一个没有重叠且均匀的 uv 坐标平面,并可以将其作为参考图片调入到 Photoshop 软件中进行精确的纹理绘制,如图 1.3 所示:



对于 NURBS 模型,如果是一些比较简单的工业造型,可以直接用映射贴图的方法将纹理映射到模型表面,但对于复杂的造型,尤其是 NURBS 无

缝模型的贴图绘制就比较复杂了,因为模型是分开的面片,而且 NURBS 模型也不像多边形那样存在 uv 坐标,所以要花费大量的时间去为每一个模型面片制作一张纹理贴图,而且要极其细致地处理各个模型之间的接缝,这也是这种建模方式的一个弊端。如果想得到高品质的光滑模型,又想很方便地处理其纹理贴图,那就应该采用细分表面模型。细分表面模型和多边形模型一样存在着 uv 坐标,可以进行精细的调节,而且我们也可以在多边形的模式下进行纹理的制作,完成后再将模型转为细分模型,所以这种模型的贴图指定是极为方便的。

除了在一些平面绘图软件中制作纹理外,还可以直接将模型倒入到一些三维绘图软件中进行纹理的制作,从而直接在三维模型表面绘制纹理,既简单又直观,而且效率也很高,所以这种绘制纹理的方法广为使用。目前较为流行的三维绘图软件包括 Deep Paint 3D、Body Paint 等。

以上讨论的都是以绘制的纹理贴图来实现材质效果,还有另一种通过程序纹理制作材质的方法。程序纹理一般分为 2D 和 3D 两种方式,2D 纹理渲染速度较快,但存在贴图接缝,3D 纹理渲染速度较慢,但没有纹理接缝问题。这种材质的制作方法主要应用于自然界中的一些混沌纹理,比如表现一个墙面的脏乱效果,或是天空中云的分形纹理效果,如图 1.4 所示:



程序贴图实现山地效果

图 1.4

此外,还可以利用程序纹理制作一些卡通角色的材质,它不需要表现极其写实的纹理,只要能够满足预期的艺术目的即可。

在模型与材质制作完成后，可以为角色进行骨骼设定。在设定之前，首先要熟悉角色的骨骼结构，比如角色是个人物，那就应该先去了解一下人体骨骼的结构，如果角色是匹马，就要去学习有关四足动物的骨骼结构。只有对我们的角色有了充分的认识，才能实现完美的角色设定。

除了确定角色类型外，还有一点最为关键，就是考察角色将要完成哪些运动，因为不同的运动可能会用到不同的骨骼设定方法。通常，在一部大型的三维动画影片中，主要角色会实现很多的运动效果，仅仅为其设计一套骨骼是很难胜任全部工作的，这时就要根据运动情况制定多种骨骼设定方案，以满足所有的运动要求。

在进行骨骼设定的时候，还要注意骨骼设定的通用性。在一个制作团队当中，制作分工是很明确的，会有专门的人员分担角色骨骼设定工作，完成后交到动画师手里进行动画的制作，这时角色骨骼的设定在能够满足运动要求的前提下，一定要方便易用，否则会給动画师带来操作上的困难，从而降低生产效率，所以我们还要有一个全局观念。也许你设计的骨骼可以完成所有的运动，但操作起来非常复杂，工序繁多，从功能角度来看确实有极高的技术含量，但从生产角度来看并没有什么促进作用，反而降低了动画师的执行效率，那么这种骨骼设计就不是一个好的设计方案。本书将向大家介绍一种易于理解，而且功能齐全的骨骼设定方法，可以满足大多数的角色动画需要，其效果如图 1.5 所示：

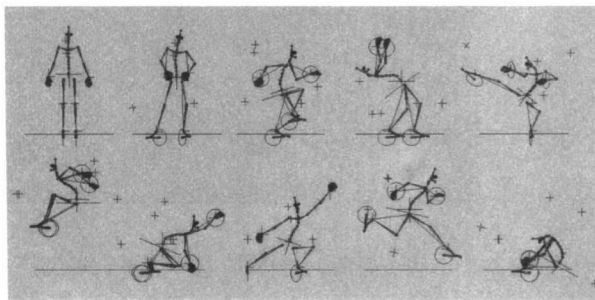


图 1.5

实现多种姿势的骨骼系统

现在我们可以开始为角色设定一些表情，对于表情的设定通常有如下几种方式：

1. 利用 Blend Shape 制作表情动画。
2. 利用 Maya 基本的变形工具制作表情，比如线变形、簇变形等。
3. 利用骨骼系统制作表情动画。
4. 利用 Trax Editor 非线性动画编辑器制作表情动画。
5. 利用表情捕捉系统制作表情动画。

在利用 Blend Shape 制作表情动画时，需要先做出各个模型姿态，然后利用 Create Blend Shape 命令在各个姿态模型与目标模型之间建立融合过渡变形效果。这种操作方式比较直观，简单易用，所以成为制作角色表情动画的主要方式，如图 1.6 所示：

利用 Blend Shape
制作表情动画时的模型姿态

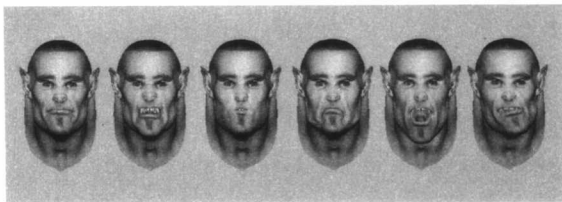


图 1.6

实际上，Blend Shape 工具也属于 Maya 变形系统，只不过它的操作方式与其他变形器不同，Blend Shape 工具是以滑块的形式放置在融合变形控制面板中，而其他的变形器是直接作用在模型上的，可以直接在视图图中进行变形操作。有些时候，我们还可以利用其他的变形器来制作融合变形的基本模型姿态。如图 1.7 所示：

利用变形工具制作表情

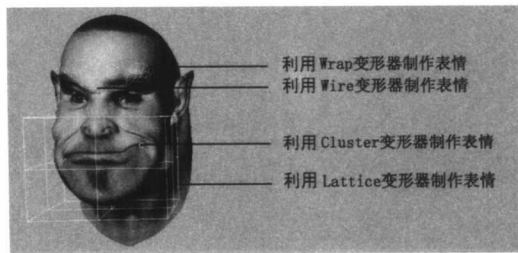


图 1.7

利用骨骼系统制作角色表情也是较为常用的方法，在 Maya 中，骨骼也同样属于变形系统。在制作角色张嘴的姿态时，用骨骼去做变形往往会得到更加自然的效果，甚至比 Blend Shape 变形还要优越。角色在张嘴时会影响

到脸部以及喉咙等部位的变化，用骨骼去做变形恰恰可以实现这种连带的影响效果，因为我们可以很方便地去控制骨骼的影响权重，如图 1.8 所示：

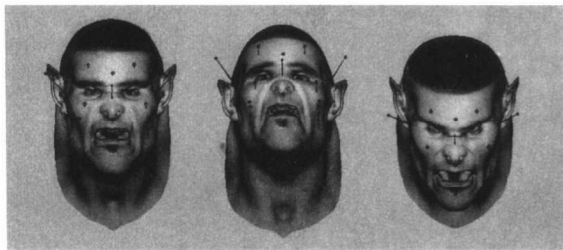


图 1.8

利用骨骼控制表情

利用 Trax Editor 制作表情动画也越来越多地被艺术家所接受，这种方式的优点在于控制表情动画的时候易于观察，便于操作。我们可以利用非线性动画自身的动画融合功能去实现各个姿势之间的融合效果，而且在 Trax Editor 中非常利于动画的组织管理，Trax Editor 是个不可多得的好工具。如图 1.9 所示：

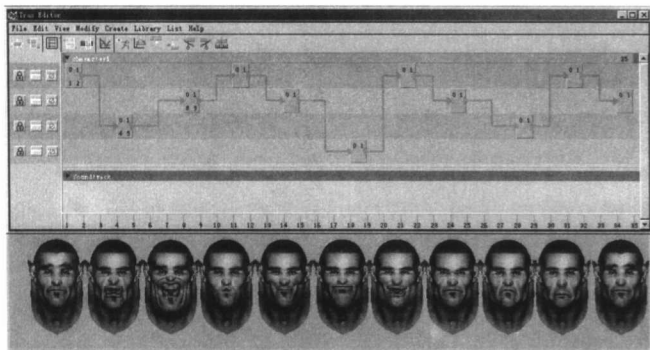


图 1.9

利用 Trax Editor 制作角色表情

近年来，在高端的电影领域中还出现了一种崭新的表情制作方式，即利用表情捕捉系统制作表情动画。它可以将真实演员的表情数据倒入到虚拟角色身上，实现非常真实的表情运动，现在这种技术已经被广泛使用。《指环王》中的 Gollum 就用到了这种技术，如图 1.10—1.12 所示：

通过表情捕捉系统捕捉真实演员表情



图 1.10

将演员表情传给虚拟角色



图 1.11

最终的 Gollum 表情动画



图 1.12

在 Maya 的角色动画当中，一般都是先进行变形再进行蒙皮，所以角色的各个表情一旦设置完成就可以进入到蒙皮阶段。实际上，骨骼蒙皮也属于一种变形方式，由于它是一个较为复杂的处理系统，因此被单独分离出来进行控制。绑定蒙皮是一个重要环节，它直接决定着角色变形的光滑性，但它的处理比较繁琐，需要我们耐心地调试。在 Maya 中有三种蒙皮方式，分别是光滑蒙皮，刚性蒙皮，间接蒙皮。下面我们分别来介绍一下：

光滑蒙皮即 Smooth Bind，这种方式在默认状态下就可使角色产生光滑的皮肤变形效果。骨骼工具和 Maya 其他的一些变形工具一样，都是对模型点的影响，而光滑蒙皮方式可以使一个模型点受多个骨骼的共同影响，这样可以取多个骨骼影响权重的平均值来计算当前模型点的位置，因此这种蒙皮

方式会使角色产生柔软光滑的变形效果。而且光滑蒙皮有很多的调节工具，蒙皮控制力很强，甚至可以将调节好的蒙皮权重进行存储。但这种方式会需要更多的计算量，这是由一个模型点受多个骨骼控制所决定的，所以一个复杂模型在调节权重的时候会慢一些，系统的计算量比较大。

刚性蒙皮即 Rigid Bind，这种方式在默认状态下不会使角色产生光滑的变形效果，它和光滑蒙皮不同，因为一个模型点只受一个骨骼的影响，是一对一的关系。但这种方式也有自身的特点，比如我们可以非常方便地进行模型点权重的逐点调节。虽然光滑蒙皮也允许逐点调节权重，但控制起来不直观，较为混乱，因为它不是一对一的关系，所以在进行光滑蒙皮权重调节时是通过笔刷工具来控制的，而刚性蒙皮则可以深入到模型点，进行逐点调节。当然，刚性蒙皮也有自身的笔刷调节工具，可进行全局性的权重绘画。由于刚性蒙皮会使一个模型点只受一个骨骼的影响，因此它的计算量要比光滑蒙皮小得多，操作起来会快些。

间接蒙皮即 Lattice Bind，或者叫做晶格蒙皮，实际上它也属于刚性蒙皮，只不过在这里单独把它进行讲解。这种蒙皮方式可以解决刚性蒙皮的一些缺点，在进行复杂模型的权重调节时，往往需要进行逐点调整才能得到光滑的变形效果，可想而知，其工作量是如何之大。我们可以换个思路考虑问题，不直接用骨骼去控制模型点，而是间接地控制。在 Maya 当中有个 Lattice 变形器，用它可以方便地去调节复杂模型，即用少数点去控制多个点的形态。现在我们同样可以将这个工具应用到蒙皮操作中，用晶格去控制模型，再用骨骼去控制晶格，这样只要调节好骨骼对晶格的权重影响即可得到光滑的变形效果，而且工作量会大量地减少，这就是间接蒙皮的优势。

在完成所有的准备工作后，就可以进入动画制作阶段了。如果想做出完美的动画必须有深厚的动画理论做基础，因此在动画之前，一定要熟悉这个角色的运动规律，而且还要根据剧情和角色的性格提炼出角色的动作特性，这样才会真正地赋予角色生命与思想感情。