

- 初识人体骨骼：角色骨骼绑定基础
- 游戏制作人员必备：角色高级骨骼绑定
- 角色骨骼绑定必知必会：Mel应用

附赠DVD

多媒体同步视频教学光盘

总容量超过

3.23 GB

附带案例文件MEL及表达式、场景示例文件  
包含255分钟全程多媒体教学视频

刘慧远 朱恩燕 编著

# Maya 绑定的艺术

## 高级角色骨骼绑定技法 (第2版)

书中每个案例都来自实际动画制作过程并经过作者多次测试  
附赠骨骼绑定规范及各部分骨骼常用名称，供读者参考

人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



刘慧远 朱恩燕 编著

# Maya 绑定的艺术

## 高级角色骨骼绑定技法 (第2版)

人民邮电出版社  
北京



## 图书在版编目 (C I P) 数据

绑定的艺术 : Maya高级角色骨骼绑定技法 / 刘慧远, 朱恩燕编著. — 2版. — 北京 : 人民邮电出版社, 2014. 6

ISBN 978-7-115-34475-5

I. ①绑… II. ①刘… ②朱… III. ①三维动画软件  
IV. ①TP391.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第047085号

## 内 容 提 要

角色骨骼绑定是CG动画制作的重要组成部分,骨骼绑定的每一个步骤都影响着最终的动画效果。本书对动画制作中骨骼绑定环节涉及的人体关节活动范围、骨骼创建、约束、蒙皮等基本概念和动画技术进行了全面系统的介绍,并以图文并茂的形式向读者讲述了利用Maya软件进行角色骨骼绑定的高级技法。

全书分为3篇,共17章。第1篇(第1~6章)为角色设定基础,主要讲解创建骨骼装配常用的各项命令及实例;第2篇(第7~15章)为角色高级设定,主要讲解绑定中的常用技巧,包括骨骼拉伸、IKFK无缝转换、膝盖锁定、手部无缝跟随头和腰、躯干IKFK共存等;第3篇(第16~17章)为MEL应用,主要讲解设定中常用的MEL命令。书中的每个实例都来自实际动画制作过程并经过作者多次测试。附录中包含了骨骼绑定规范及各部分骨骼常用名称,以供读者参考。随书光盘中提供了书中所有教学案例的源文件,以及第7章至第15章的视频教学文件,以方便读者深入学习并尽快掌握所学知识。

本书适合CG游戏骨骼绑定师和CG动画制作相关专业的学生阅读、参考。

---

◆ 编 著 刘慧远 朱恩燕

责任编辑 赵 迟

责任印制 程彦红

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京鑫丰华彩印有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 20

字数: 608千字

2014年6月第2版

印数: 4 501—7 500册

2014年6月北京第1次印刷

---

定价: 89.00元(附光盘)

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

# 前言

“你的学历代表过去，你的财力代表现在，而你的学习力代表未来。”郝彬先生这句话一直深深地影响着我，提醒我时刻坚持学习。自学是很难的，尤其前几年市面上教材较少，现在看起来一个很简单的问题，在当时需要查找大量资料，花费很多时间才能解决，这使我走了不少弯路。

设定是我做游戏动画时才接触的，这是一项技术性很强的工作，里面涉及计算机语言、动力学、数学等知识。初级阶段比较容易，毕竟用不到很多的表达式或MEL，但如果想做高级设定，必须要学习计算机语言等相关知识。

鉴于市面上高级绑定的书籍较少，我总结了多年积攒的绑定经验，将所学到的知识毫无保留地收录到书中。为方便初学者学习，我在本书开头加入了设定基础，如骨骼基础、约束、权重、参数关联等。有一定设定基础的读者可以绕过第一篇，直接从第二篇开始阅读；如果对哪个骨骼命令不太了解，可参阅第一篇中某个命令的详解。

这是我第一次编写教程。我是拙于语言表达的，书中的许多案例我只需十几分钟就能完成，但写书时往往需要反复推敲用词、标点等。我知道自学很难，所以尽可能把书中每一部分内容都进行详解。

由于本人疏忽，第一版当中部分内容出现了错误，给大家阅读造成了不便，敬请谅解。在本版中，我们根据热心网友的指正进行了更改。光盘中新增了部分我录制的绑定视频，大家还可以登录我的个人网站“一线CG网（[www.libcg.com](http://www.libcg.com)）”免费下载更多相关视频，我会不定期更新。再次感谢大家对我的支持。

除特殊情况，骨骼及控制器应尽量使用规范命名。虽然这不像简单的名字那样好记，但大家从初学时就应该养成良好的命名习惯。

本书适用于有一定设定基础的读者，书中场景适用于Maya2008以上版本。

书中附录部分提供了骨骼设定规范、骨骼常用命名和控制器规范，以及书中所用的表达式及MEL。我个人觉得作为绑定师需要多学习Maya MEL知识，本书篇幅有限，无法详解，大家有兴趣的话请参阅与MEL相关的书籍。

本书能够得以出版，首先要感谢我的爱人十多年来对我的支持和鼓励，另外还要感谢杜翊先生在技术上对我的帮助和网友柳叶刀提供的封面作品。

书中难免会有一些不足，敬请广大读者批评指正。在学习过程中如果遇到技术性问题，请发送邮件至 [liuhuiyuan2003@126.com](mailto:liuhuiyuan2003@126.com)，我会及时协助大家解决。

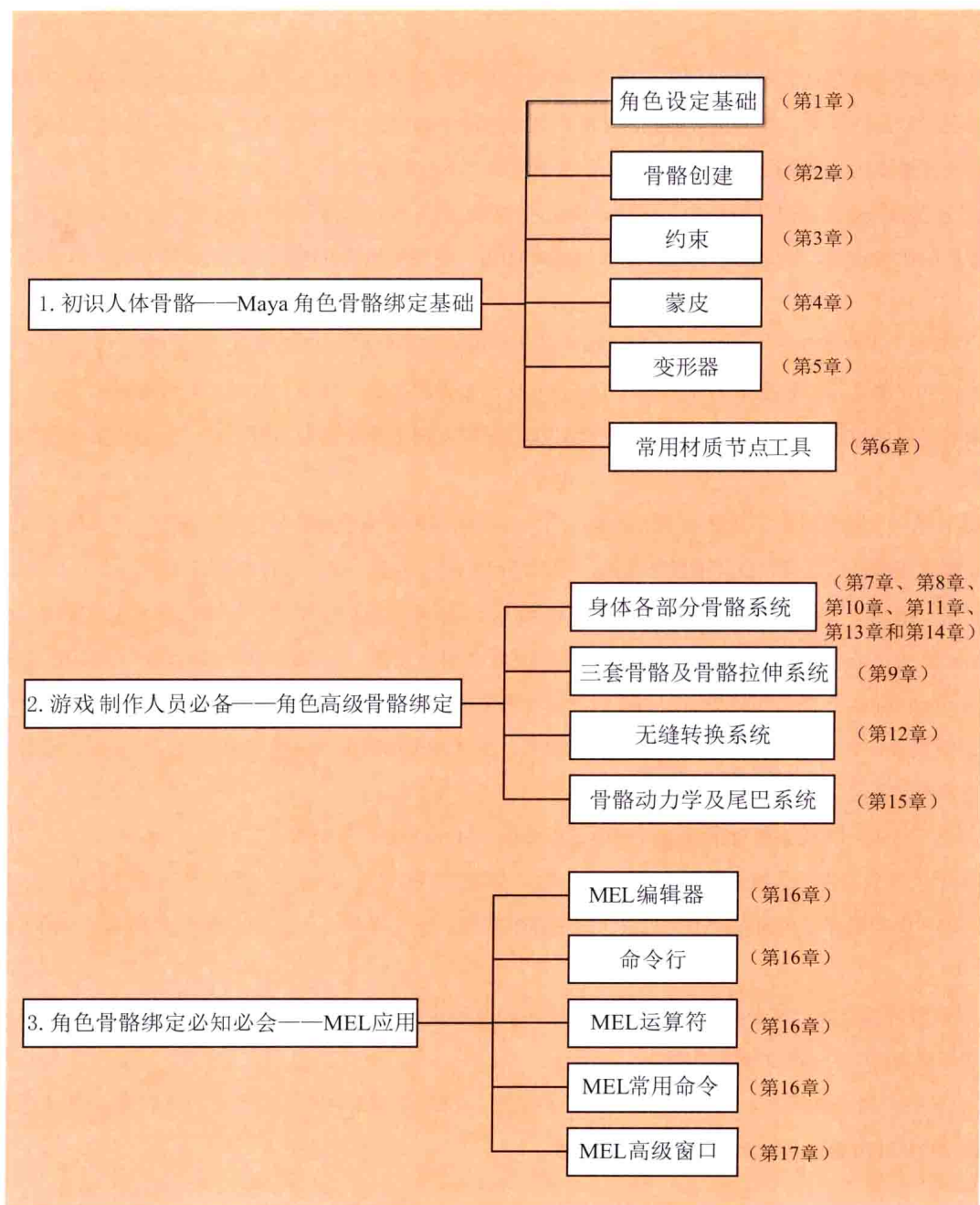
刘慧远

2014年4月

# 关于本书

本书介绍的内容适用于Maya 2008以上的版本。

以下是本书的知识结构，读者可根据自身基础和学习需求选择阅读的内容。



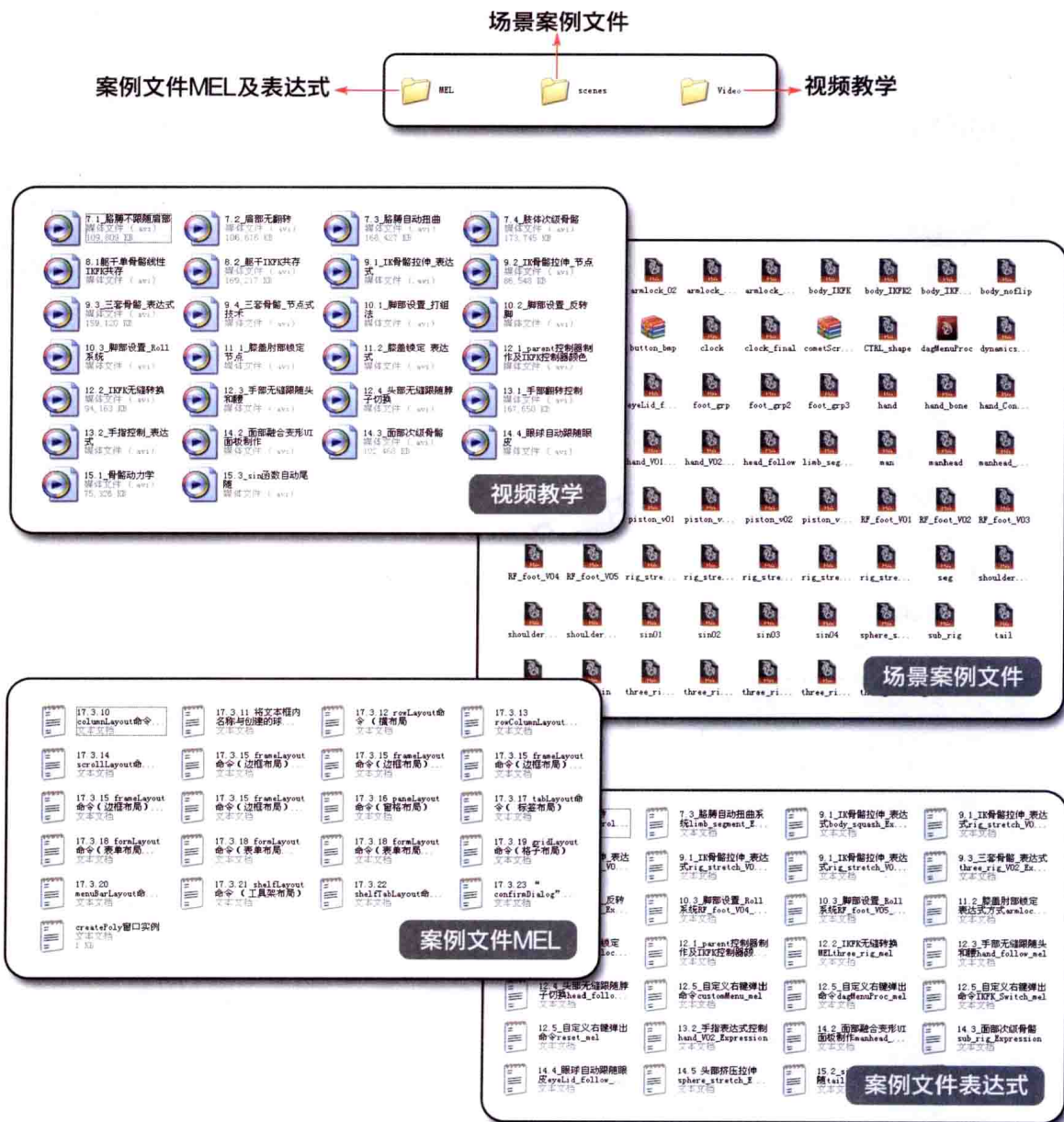
注意：对于骨骼及控制器命名而言，除特殊情况外，都应尽量使用规范命名，建议读者从初学时就养成良好的命名习惯。书中附录部分包括骨骼设定规范、骨骼常用命名和控制器规范，供读者参考。



# 光盘使用说明

随书光盘中提供了书中所有教学案例的源文件，以及第7章至第15章的部分视频教学文件，读者可以将光盘中的所有文件复制到电脑硬盘中，使用播放软件打开教学视频，按照所示步骤操作学习即可。

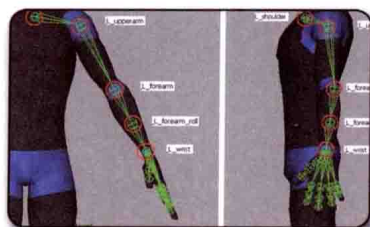
## 光盘内容：



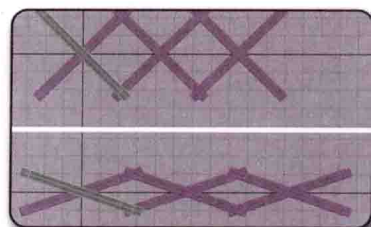
# 本书各章精彩案例赏析



人体关节活动范围  
(第1章)



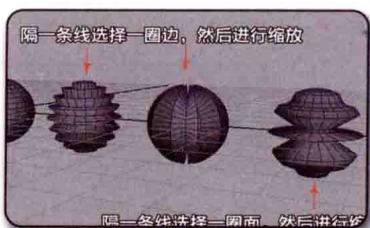
骨骼设定基础  
(第2章)



约束工具  
(第3章)



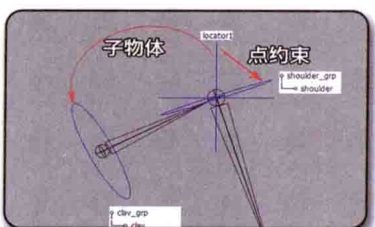
蒙皮设定  
(第4章)



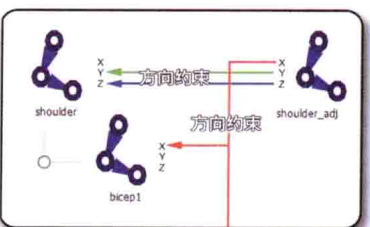
变形器  
(第5章)



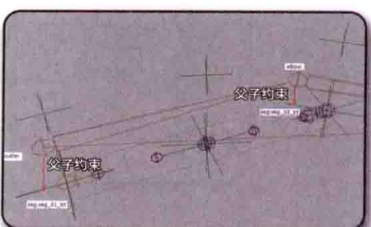
材质节点工具  
(第6章)



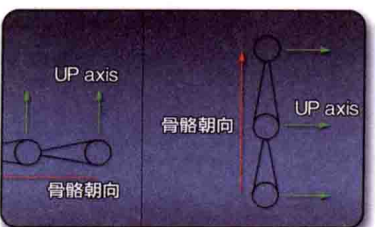
胳膊不跟随肩部  
(第7章)



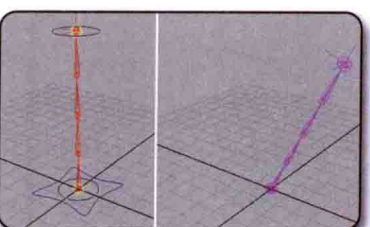
肩部无翻转  
(第7章)



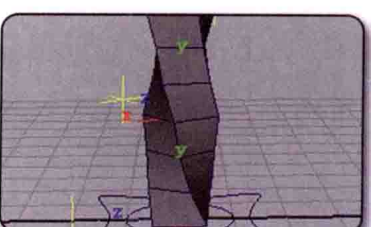
肢体次级骨骼  
(第7章)



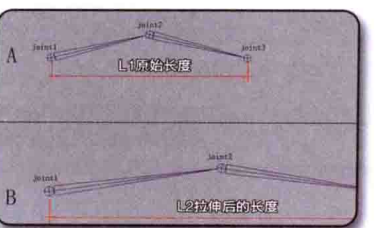
胳膊自动扭曲系统  
(第7章)



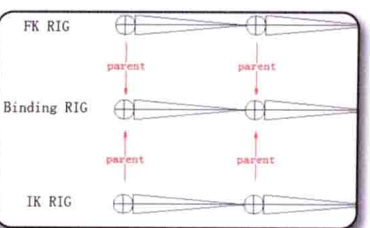
躯干IKFK共存  
(第8章)



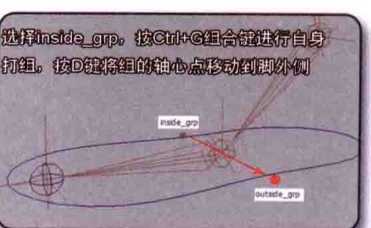
躯干无翻转系统  
(第8章)



IK骨骼拉伸  
(第9章)

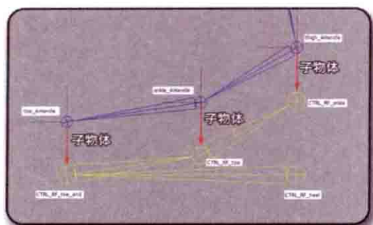


三套骨骼  
(第9章)

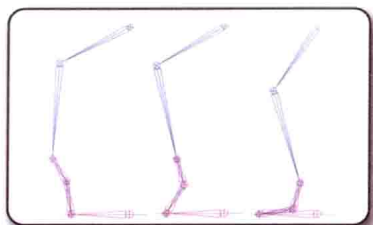


脚部设置——打组法  
(第10章)

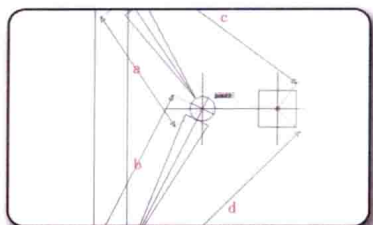




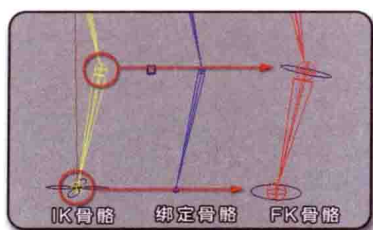
脚部设置——反转脚  
(第10章)



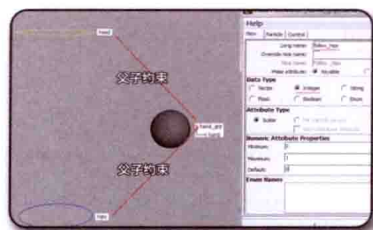
脚部设置——Roll系统  
(第10章)



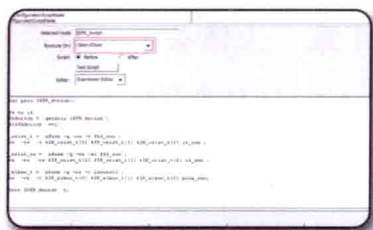
膝盖肘部锁定  
(第11章)



IKFK无缝转换  
(第12章)



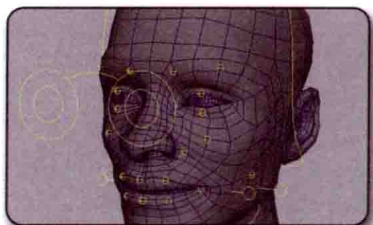
手部无缝跟随头和腰  
(第12章)



自定义右键弹出命令  
(第12章)



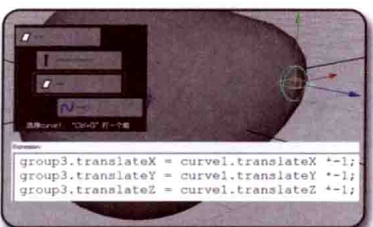
手部翻转控制  
(第13章)



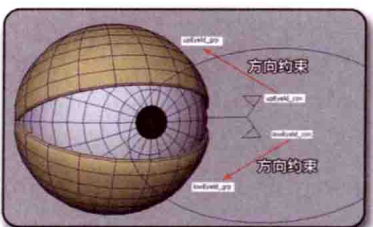
面部骨骼直接控制  
(第14章)



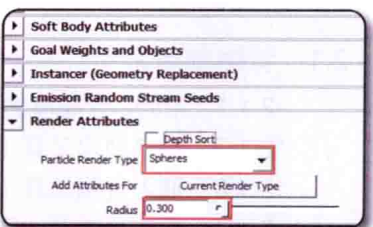
面部融合变形UI面板制作  
(第14章)



面部次级骨骼  
(第14章)



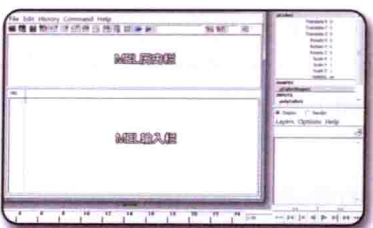
眼球自动跟随眼皮  
(第14章)



骨骼动力学  
(第15章)



自动尾巴卷曲  
(第15章)



MEL基础  
(第16章)



MEL高级窗口  
(第17章)



# 目录 Contents

## 第1篇 角色设定基础

<b>第1章 人体关节正常活动范围</b> .....	<b>21</b>
1.1 人体骨骼概述 .....	21
1.2 上肢关节活动范围 .....	21
1.2.1 头部活动范围 .....	21
1.2.2 肩部活动范围 .....	22
1.2.3 手臂活动范围 .....	23
1.2.4 肘部活动范围 .....	23
1.2.5 手部活动范围 .....	24
1.2.6 腰部活动范围 .....	25
1.3 下肢关节活动范围 .....	25
1.3.1 腿部活动范围 .....	25
1.3.2 膝部活动范围 .....	26
1.3.3 脚部活动范围 .....	26
<b>第2章 骨骼创建</b> .....	<b>27</b>
2.1 骨骼创建命令 .....	27
2.1.1 Maya 骨骼概述 .....	27
2.1.2 骨骼创建工具 ( Joint Tool ) .....	27
2.1.3 插入骨骼工具 ( Insert Joint Tool ) .....	29
2.1.4 重置根关节 ( Reroot Skeleton ) .....	29
2.1.5 清除骨骼 ( Remove Joint ) .....	30
2.1.6 断开骨骼 ( Disconnect Joint ) .....	30
2.1.7 连接骨骼 ( Connect Joint ) .....	31
2.1.8 镜像骨骼 ( Mirror Joint ) .....	31
2.1.9 定向骨骼 ( Orient Joint ) .....	33
2.2 正向动力学与反向动力学 .....	34
2.2.1 正向动力学与反向动力学概述 .....	34
2.2.2 正向动力学 ( FK ) .....	34
2.2.3 反向动力学 ( IK ) .....	35
2.2.4 IK 手柄工具 ( IK Handle Tool ) .....	35

2.2.5	样条 IK ( IK Spline Handle Tool )	37
2.2.6	样条 IK 范例	37
2.3	父子层级控制	40
2.3.1	父子层级控制概述	40
2.3.2	创建父子层级关系	40
2.3.3	解开父子层级关系	40
2.4	组及控制器定位	41
2.4.1	组及控制器定位的重要性	41
2.4.2	通过组定位控制器	41
2.5	自定义属性及驱动关键帧	43
2.5.1	自定义属性概述	43
2.5.2	自定义属性范例	43
2.5.3	属性关联	44
2.5.4	驱动关键帧 ( Set Driven Key )	45
2.5.5	驱动关键帧范例	45
2.6	角色身体骨骼定位	46
2.6.1	躯干骨骼的结构	46
2.6.2	躯干骨骼定位	46
2.6.3	腿部骨骼定位	47
2.6.4	手臂骨骼定位	47
2.6.5	桡骨骨骼解决方案	48
2.6.6	锁骨定位	48
2.6.7	手指骨骼定位	49
2.6.8	骨骼轴向检查	49
2.6.9	镜像骨骼	50

## 第 3 章 约束 ..... 51

3.1	约束 ( Constrain ) 概述	51
3.2	点约束 ( Point )	51
3.2.1	创建点约束	51
3.2.2	X 衣架范例	53
3.3	方向约束 ( Orient )	59
3.4	缩放约束 ( Scale )	60
3.5	父子约束 ( Parent )	60
3.6	极向量约束 ( Pole Vector )	61
3.7	目标约束 ( Aim )	61
3.7.1	创建目标约束	62
3.7.2	液压系统范例	62
3.7.3	活塞系统范例	64



3.8	其他约束 .....	66
3.8.1	几何体约束 ( Geometry ) .....	66
3.8.2	法线约束 ( Normal ) .....	66
3.8.3	切线约束 ( Tangent ) .....	66
<b>第4章</b>	<b>角色蒙皮设定 .....</b>	<b>67</b>
4.1	蒙皮概述 .....	67
4.2	光滑蒙皮 ( Smooth Bind ) .....	67
4.2.1	通过属性编辑器来调整蒙皮的权重 .....	68
4.2.2	权重的绘制 .....	69
4.3	镜像权重 ( Mirror Skin Weights ) .....	70
4.4	添加影响 ( Add influence ) .....	70
4.5	刚体蒙皮命令 ( Rigid Bind ) .....	72
4.6	分离权重 ( Detach Skin ) .....	73
4.7	转到绑定姿势 ( Go To Bind Pose ) .....	74
4.8	cometScripts 插件 .....	74
4.8.1	cometScripts 插件简介 .....	74
4.8.2	cometScripts 插件安装方法 .....	74
4.8.3	重命名工具 .....	74
4.8.4	权重绘制 .....	76
4.8.5	权重保存 .....	78
4.8.6	权重镜像 .....	78
<b>第5章</b>	<b>变形器 .....</b>	<b>81</b>
5.1	变形的概念和用途 .....	81
5.2	变形的种类 .....	81
5.3	融合变形 ( Blend Shape ) .....	81
5.3.1	创建融合变形 .....	82
5.3.2	融合变形添加、移除及交换 .....	84
5.4	晶格变形 ( Lattice ) .....	84
5.4.1	创建晶格变形效果 .....	84
5.4.2	重设影响晶格点和去除曲扭 .....	85
5.5	包裹变形 ( Wrap ) .....	86
5.5.1	创建包裹变形 .....	86
5.5.2	添加和去除包裹影响体 .....	87
5.6	簇变形 ( Cluster ) .....	87
5.6.1	创建簇变形 .....	87
5.6.2	绘画簇权重 .....	88

5.7	软变形 ( Soft Modification ) .....	89
5.8	非线性变形工具 ( Nonlinear ) 概述 .....	90
5.8.1	创建弯曲变形 ( Blend ) .....	90
5.8.2	创建扩张变形 ( Flare ) .....	91
5.8.3	创建正弦变形 ( Sine ) .....	92
5.8.4	正弦变形创建骨骼自动尾随 .....	93
5.8.5	创建挤压变形 ( Squash ) .....	95
5.8.6	创建扭曲变形 ( Twist ) .....	95
5.8.7	创建波形变形 ( Wave ) .....	96
5.9	造型变形 ( Sculpt Deformer ) .....	97
5.10	颤动变形 ( Jiggle Deformer ) .....	98
5.10.1	创建颤动变形 .....	99
5.10.2	创建颤动缓存 .....	99
5.10.3	删除颤动缓存 .....	99
5.11	线变形工具 ( Wire Tool ) .....	100
5.12	褶皱变形 ( Wrinkle Tool ) .....	101
5.12.1	褶皱变形的种类 .....	101
5.12.2	创建褶皱变形 .....	101
<b>第 6 章 Maya 设定常用材质节点工具 .....</b>		<b>103</b>
6.1	材质节点概述 .....	103
6.2	节点创建方法 .....	103
6.3	节点的输入和输出 .....	104
6.4	乘除节点 ( Multiply Divide ) .....	104
6.5	平均数节点 ( Plus Minus Average ) .....	106
6.6	翻转节点 ( Reverse ) .....	109
6.7	条件节点 ( Condition ) .....	110
6.8	融合节点 ( blendColors ) .....	113
6.9	限制节点 ( Clamp ) .....	115
6.10	距离节点 ( distanceBetween ) .....	117

## 第2篇 角色高级设定

<b>第 7 章 胳膊系统设定 .....</b>		<b>120</b>
7.1	胳膊不跟随肩部 .....	120
7.1.1	肩部带动胳膊概述 .....	120



7.1.2	手臂骨骼创建 .....	120
7.1.3	手臂控制器创建 .....	120
7.1.4	通过约束控制不跟随肩部 .....	121
7.1.5	创建跟随开关 .....	122
7.1.6	跟随开关参数关联 .....	123
7.2	肩部无翻转 .....	124
7.2.1	肩部无翻转概述 .....	124
7.2.2	无翻转的原理 .....	124
7.2.3	手臂骨骼创建 .....	124
7.2.4	创建手臂控制器 .....	125
7.2.5	创建肩部辅助骨骼 .....	125
7.2.6	锁定肩部骨骼 .....	126
7.2.7	二头肌骨骼递减表达式 .....	126
7.3	胳膊自动扭曲系统 .....	127
7.3.1	制作思路 .....	127
7.3.2	创建骨骼及 IK .....	127
7.3.3	设置高级扭曲系统 .....	128
7.3.4	创建辅助控制骨骼 .....	128
7.3.5	创建层级 .....	128
7.3.6	创建簇控制样条曲线 .....	129
7.3.7	创建辅助骨骼拉伸 .....	129
7.3.8	创建其他辅助骨骼 .....	129
7.3.9	匹配手臂骨骼 .....	130
7.4	肢体次级骨骼 .....	131
7.4.1	肢体次级骨骼原理 .....	131
7.4.2	创建毛发系统 .....	132
7.4.3	创建次级骨骼 .....	132
7.4.4	创建控制骨骼 .....	133
7.4.5	创建 locator 辅助控制器 .....	133
7.4.6	为 nurbus 刷权重 .....	134
7.4.7	约束控制骨骼 .....	134
7.4.8	为平面绘制权重 .....	136
7.4.9	次级骨骼匹配到手臂上 .....	136

## 第 8 章 躯干系统设定 ..... 138

8.1	躯干单骨骼线性 IKFK 共存 .....	138
8.1.1	制作思路 .....	138
8.1.2	创建躯干骨骼及 IK .....	138
8.1.3	创建躯干 IK 控制器及层级关系 .....	138
8.1.4	创建躯干 FK 控制器 .....	139
8.1.5	IK 与 FK 控制器之间层级 .....	139

8.2	躯干 IKFK 共存技术 .....	140
8.2.1	制作思路 .....	140
8.2.2	躯干 IKFK 共存原理 .....	140
8.2.3	骨骼及控制器创建 .....	141
8.2.4	创建躯干控制器 .....	142
8.2.5	创建躯干约束 .....	142
8.3	躯干 IKFK 共存 JS 法 .....	144
8.3.1	躯干骨骼及 IK 创建 .....	144
8.3.2	辅助骨骼控制样条 IK .....	144
8.3.3	创建辅助控制骨骼及控制器 .....	145
8.3.4	辅助骨骼约束控制 .....	145
8.4	躯干无翻转系统 .....	147
8.4.1	躯干控制骨骼及控制器创建 .....	147
8.4.2	辅助 Locator 创建 .....	149
8.4.3	平均节点控制 Locator 组 .....	150
<b>第 9 章</b>	<b>三套骨骼及骨骼拉伸系统设定 .....</b>	<b>154</b>
9.1	IK 骨骼拉伸——表达式方式 .....	154
9.1.1	Transfor 方式骨骼拉伸等长原理 .....	154
9.1.2	Transfor 方式骨骼拉伸不等长原理 .....	154
9.1.3	Scale 方式骨骼拉伸原理 .....	154
9.1.4	创建腿部骨骼及 IK .....	155
9.1.5	创建腿部骨骼测量及控制器 .....	155
9.1.6	骨骼常规拉伸 .....	156
9.1.7	骨骼无限拉伸 .....	157
9.1.8	骨骼拉伸开关 .....	157
9.1.9	骨骼拉伸后腿部形状保持 .....	159
9.1.10	线性 IK 骨骼拉伸及挤压 .....	159
9.2	IK 骨骼拉伸——节点方式 .....	162
9.2.1	节点方式制作概述 .....	162
9.2.2	创建腿部骨骼空组 .....	163
9.2.3	创建拉伸所需节点 .....	163
9.2.4	连接距离节点 .....	164
9.2.5	连接条件节点 .....	164
9.2.6	连接乘除节点 .....	165
9.2.7	连接融合节点 .....	165
9.2.8	融合节点输出值分配给各骨骼 .....	165
9.3	三套骨骼——表达方式 .....	166
9.3.1	三套骨骼制作思路 .....	166
9.3.2	三套骨骼创建 .....	166
9.3.3	创建 IK 控制手柄及控制器 .....	167



9.3.4	创建 FK 控制器 .....	168
9.3.5	FK 控制器约束骨骼 .....	168
9.3.6	IK 控制骨骼约束绑定骨骼 .....	169
9.3.7	FK 控制骨骼约束绑定骨骼 .....	169
9.3.8	骨骼及控制器显示表达式 .....	169
9.3.9	约束开关表达式 .....	170
9.3.10	约束开关表达式原理 .....	171
9.4	三套骨骼——节点方式 .....	171
9.4.1	三套骨骼—节点方式概述 .....	171
9.4.2	创建融合节点 .....	172
9.4.3	融合节点控制三套骨骼显示原理 .....	172
9.4.4	节点连接控制器显示 .....	173
9.4.5	融合节点控制约束节点 .....	174
<b>第 10 章 脚部系统设定 .....</b>		<b>176</b>
10.1	脚部设置——打组法 .....	176
10.1.1	脚部打组法概述 .....	176
10.1.2	脚部打组方法一 .....	176
10.1.3	创建腿部控制器 .....	176
10.1.4	脚部打组确定旋转轴 .....	177
10.1.5	控制器属性关联 .....	179
10.1.6	限制脚部组旋转 .....	180
10.1.7	脚部打组方法二 .....	181
10.1.8	脚部打组方法三 .....	183
10.2	脚部设置——反转脚 .....	185
10.2.1	反转脚概述 .....	185
10.2.2	创建腿部骨骼及 IK .....	185
10.2.3	创建 IK 手柄及控制器 .....	186
10.2.4	脚部属性关联 .....	187
10.2.5	创建其他旋转轴 .....	187
10.2.6	使用 min 和 max 创建脚部 side 系统 .....	188
10.3	脚部设置——Roll 系统 .....	189
10.3.1	使用条件语句和 clamp 函数创建 Roll 系统 .....	189
10.3.2	使用 linstep 创建 Roll 系统 .....	190
10.3.3	linstep 函数 Roll 系统所用表达式详解 .....	191
<b>第 11 章 膝盖锁定系统设定 .....</b>		<b>193</b>
11.1	膝盖肘部锁定——节点 .....	193
11.1.1	膝盖肘部锁定制作思路 .....	193
11.1.2	创建手臂骨骼及控制器 .....	193
11.1.3	创建距离测量 .....	194

11.1.4	通过节点创建骨骼拉伸 .....	196
11.1.5	肘部锁定节点 .....	199
11.2	膝盖肘部锁定——表达式 .....	203
11.2.1	表达式制作膝盖肘部锁定 .....	204
11.2.2	嵌套条件语句制作膝盖肘部锁定 .....	205
11.2.3	嵌套语句原理 .....	206
<b>第 12 章 无缝转换系统设定 .....</b>		<b>207</b>
12.1	parent 控制器制作及 IKFK 控制器颜色技巧 .....	207
12.1.1	Parent 控制器制作思路 .....	207
12.1.2	创建形体 .....	208
12.1.3	Parent 命令结合形体节点 .....	208
12.1.4	表示式控制形体颜色变化 .....	209
12.2	IKFK 无缝转换 .....	210
12.2.1	无缝转换制作思路 .....	210
12.2.2	创建 Locator 定位 .....	211
12.2.3	MEL 控制无缝转换 .....	211
12.2.4	无缝转换 MEL 命令说明 .....	213
12.3	手部无缝跟随头和腰 .....	213
12.3.1	无缝跟随制作思路 .....	213
12.3.2	创建手部及控制器 .....	213
12.3.3	创建头腰约束 .....	214
12.3.4	MEL 控制无缝跟随 .....	215
12.4	头部无缝跟随脖子切换 .....	216
12.4.1	创建骨骼及控制器 .....	216
12.4.2	创建约束及添加自定义属性 .....	217
12.4.3	MEL 控制无缝跟随 .....	218
12.5	自定义右键弹出命令 .....	219
12.5.1	自定义右键弹出命令概述 .....	219
12.5.2	IKFK 无缝转换 MEL 打包 .....	219
12.5.3	Reset MEL 打包 .....	220
12.5.4	制作鼠标右键快捷键 .....	221
12.5.5	修改 dagMenuProc.mel .....	222
12.5.6	将上述 MEL 输入到表达式中 .....	223
<b>第 13 章 手部系统设定 .....</b>		<b>224</b>
13.1	手部翻转控制 .....	224
13.1.1	翻转原理 .....	224
13.1.2	创建手部及辅助骨骼 .....	224
13.1.3	创建手部 IK 及控制器 .....	225
13.1.4	创建 Locator 定位 .....	226

13.1.5	创建手部层级关系 .....	226
13.1.6	参数关联控制手腕翻转 .....	227
13.2	手指控制——表达式 .....	228
13.2.1	制作思路 .....	228
13.2.2	创建手部骨骼及控制器 .....	228
13.2.3	手部控制器属性及参数关联 .....	229
13.2.4	表达式控制手指弯曲及分开 .....	231
13.3	Gimbal Lock 万向节锁 .....	232
13.3.1	万向节锁原理 .....	232
13.3.2	万向节锁解决办法 .....	233

## 第 14 章 面部系统设定 ..... 235

14.1	面部骨骼直接控制 .....	235
14.1.1	眉毛骨骼定位 .....	235
14.1.2	眼睛骨骼定位 .....	235
14.1.3	颧骨骨骼定位 .....	236
14.1.4	脸颊骨骼定位 .....	236
14.1.5	下巴骨骼定位 .....	236
14.1.6	头骨及脖子骨骼定位 .....	237
14.1.7	下颌骨骼定位 .....	237
14.1.8	舌头骨骼定位 .....	237
14.1.9	下巴层级骨骼定位 .....	237
14.2	面部融合变形 UI 面板制作 .....	239
14.2.1	软选工具应用 .....	239
14.2.2	创建 BlendShape .....	239
14.2.3	创建 UI 控制器 .....	240
14.2.4	表达式控制 UI 面板 .....	241
14.2.5	控制器 x 轴位移控制左右嘴角 .....	241
14.2.6	左右嘴角控制原理 .....	242
14.2.7	控制器在左上角和右上角起作用 .....	242
14.2.8	控制器 y 轴为 1 时, 左右嘴角起作用 .....	242
14.3	面部次级骨骼 .....	243
14.3.1	制作思路 .....	243
14.3.2	模型及 Blend Shape 创建 .....	243
14.3.3	创建粒子发射器 .....	243
14.3.4	创建次级骨骼及绘制权重 .....	244
14.3.5	参数关联及表达式 .....	245
14.3.6	其他附着表面工具制作方法及优缺点 .....	246
14.4	眼球自动跟随眼皮 .....	247
14.4.1	眼球自动跟随眼皮的制作思路 .....	247
14.4.2	约束控制 .....	247