

三维影视特效设计与制作

Maya CG Visual Effects

胡 铮 ○ 主编

★ 美国好莱坞动画大师担任顾问

★ 企业一线动画师多年设计与制作的经验结晶

★ 三维动画科学与实践的培训体系

★ 汇集教学培训和企业一线的成功案例



机械工业出版社
China Machine Press

MAYA
实现

三维影视特效设计与制作

Maya CG Visual Effects

胡 铮 ○ 主编



机械工业出版社
China Machine Press

本书全面介绍用三维动画制作特效的专业知识,针对动画制作中特殊效果的实现,表现云、雨、毛发、布料等自然现象的形态。主要内容包括:场、表达式、流体、nCloth、毛发插件、特效笔刷、EML等;注重理论联系实际,培养和提高分析问题与解决问题的能力。本书特别适合动画制作的初学者阅读,也可供专业人员参考,还适合作为高等院校动画相关专业的教材。

封底无防伪标均为盗版

版权所有,侵权必究

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

图书在版编目(CIP)数据

三维影视特效设计与制作: Maya 实现 / 胡铮主编. —北京: 机械工业出版社, 2010.6

ISBN 978-7-111-31051-8

I . 三… II . 胡… III . 三维—动画—图形软件, Maya IV . TP391. 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 113201 号

机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 陈佳媛

中国电影出版社印刷厂印刷

2010 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·15.25 印张

标准书号: ISBN 978-7-111-31051-8

ISBN 978-7-89451-581-0 (光盘)

定价: 59.00 元 (附光盘)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991; 88361066

购书热线: (010) 68326294; 88379649; 68995259

投稿热线: (010) 88379604

读者信箱: hzjsj@hzbook.com

编 委 会

编委会主任：洪京一 工业和信息化部中国电子信息产业发展研究院党委书记

顾问：哈九军 美国好莱坞3Dz union电影工会主席
美国著名华裔动漫制作家

主 编：胡 铮 全国网络与信息技术培训考试管理中心（NTC-MC）主任
全国网游动漫学院项目管理办公室（GCC-MO）主任
工业和信息化部中国电子信息产业发展研究院培训中心
副主任

编写人员：马亮、王利锋、李勇平、杨磊、李帆、王松、周建武、范士强

前言

随着互联网加速向传统产业渗透，产业边界日益交融，新型商业模式和服务经济加速兴起，新业态衍生日趋明显，我国实用技能新型人才供需矛盾更加突出，人才培养越发紧迫。

为深入贯彻落实科学发展观，坚持走中国特色新型工业化道路，加快互联网的发展和应用，特别是推进互联网和传统产业的改造提升有机结合，以及推动游戏动漫产业的发展，根据《国务院办公厅关于推动我国动漫产业发展若干意见的通知》（国办发〔2006〕32号）、财政部、教育部、科技部、原信息产业部、商务部、文化部、税务总局、工商总局、广电总局、新闻出版总署《关于推动我国动漫产业发展的若干意见》中“要支持国家动漫产业基地建设，促进动漫‘产、学、研’一体发展，支持动漫人才培养，增强动漫产业发展后劲”的要求，工业和信息化部有关部门推出“全国网游动漫学院项目（简称GCC项目）”，设立全国网游动漫学院项目管理办公室，负责项目的运营及管理；并搭建“全国网游动漫产业联盟”，联合国内、国际知名游戏动漫企业及各运营商，旨在推动我国游戏产业与动漫产业的发展，培养本土网游动漫专业人才，以形成“人才培养—动画片生产—代理加工—影视剧制作—手机游戏、手机动漫增值业务及技术应用平台—衍生产品开发”为一体的产业链，构建“产、学、研”一体化基地，共同推动我国信息技术及网游动漫产业链的快速、良性发展。

GCC项目旨在围绕国家信息化建设，发挥互联网在促进国民经济发展中的重要作用，充分利用相关资源与专业优势，针对产业升级、技术发展过程中急需的技能型人才，设计、开发出人才测试标准和课程体系，开展国家新型游戏动漫人才培养，促进产业发展。

GCC项目由工业和信息化部中国电子信息产业发展研究院、工业和信息化部职鉴中心等单位密切配合，全国网游动漫学院项目管理办公室（GCC-MO）负责管理，国信高新技术培训中心（工业和信息化部有关部门批准设立的信息化及游戏动漫培训考试机构）负责具体的运营工作，项目面向社会、各类院校及游戏动漫行业，培养游戏动漫技术应用复合人才及具有国际水准的高端产业人才。

本教材是工业和信息化部全国网游动漫学院项目（GCC）培训考试指定教材，同时也非常适合作为高等院校及各类职业学校（学院）、培训机构的游戏动漫类相关专业教材。而本书丰富的制作案例和素材也为教师和学生提供了理论知识和实践相结合的最好参考资料。本书着重基础的培养，内容上由浅入深、循序渐进，重点内容在于三维动画制作的核心技术上，因此也适合初学者阅读学习。同时书中包含了大量从实际生产当中提取的成熟案例，所以也适合有一定经验的从业人员参考借鉴。

本教材的特色主要包括以下三个方面：

一、实用性方面 本书所有案例都经过了精心挑选，有些案例是来自实际的商业生产项目。本书所有知识点都从动画的基本生产流程入手，将三维动画片的生产制作经验及实际应用技术融入各个技术模块的讲解当中，结合动画生产中最常用的技术实例，通过详细的操作步骤一一展现给读者，因此本书实用性很强。

二、经验性方面 本书作者都拥有五年以上的三维动画制作经验，作者将自己的制作经验融入本书的案例中，因此本书经验性很强。

三、学习效率方面 本书采用情景式写作手法，强调采用体验的方式学习。

根据作者多年的经验，我们建议读者在学习三维动画技术时需要注意以下几点：

1. 多实践。三维动画技术是练出来的，而非看出来的，也不是听出来的。所以建议读者认真练习教材中每一个案例，并且要学会举一反三。读者应该带着项目需求去学习，在学习过程中解决项目的问题，这样才能学以致用。
2. 注重创意能力培养。三维动画技术既是计算机技术，同样也是艺术的应用技术，培养创意能力才能不断提高自身的竞争力。
3. 多观察生活，多看经典三维动画。艺术来源于生活，多观察生活才能使得我们制作的三维动画符合实际生活。并且需要多欣赏经典三维动画，学习其中的经验。

本教材力图使用最实用的技术和最精炼的技法，并结合实际动漫生产项目进行教学，让读者能够在庞大的三维软件系统当中学习到最先进的三维制作知识，并且进行熟练操作，打下坚实的技术基础，制作出满意的三维效果，达到我们培训认证的要求及目的。

本教材囊括了系统、全面的三维动画软件制作技术体系，包含了理论、实例应用及详细操作步骤等，是在进行动画制作职业分析的基础上，结合动画制作的生产知识和培训经验，建立起来的一套科学、系统、实用的培训学习体系，内容涉及三维动画生产流程、核心技术应用、实例详解等相关专业知识。

在本书的编著过程中得到了工业和信息化部中国电子信息产业发展研究院、全国网游动漫学院项目管理办公室（GCC-MO）、全国网络与信息技术培训考试管理中心（NTC-MC）及幸星数字娱乐（北京）科技有限公司的大力支持，在此一并表示感谢。

由于我们水平所限，时间仓促，书中错漏在所难免，敬请读者、同行及专家批评指正。

作者

2010年5月

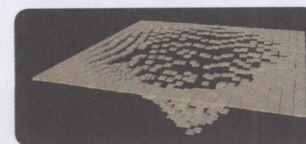
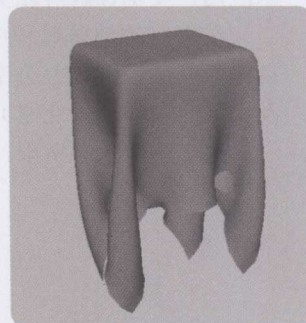
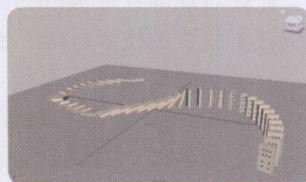
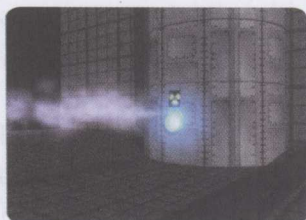
目 录

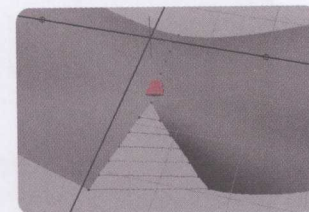
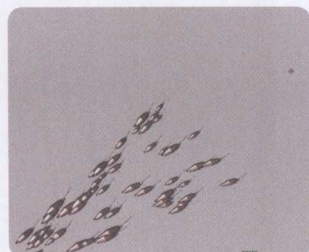
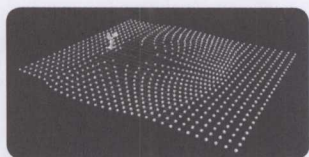
前言

第1章 特效概述	1
1.1 特效简介	2
1.2 特效软件的介绍	2
1.3 视觉特效的制作流程	9
1.4 特效与后期的关系	17
1.5 特效学习前的准备工作	18
本章习题	19

第2章 刚体、柔体和场	20
2.1 刚体	21
2.1.1 创建刚体	21
2.1.2 删除刚体	21
2.1.3 刚体约束	22
2.2 场	22
2.3 柔体	30
本章习题	32

第3章 粒子	33
3.1 Expressions (表达式)	34
3.1.1 表达式基础	34
3.1.2 表达式的书写	36
3.1.3 函数介绍	36
3.2 粒子简介	37
3.3 发射器	39
3.3.1 理解发射器	39
3.3.2 发射器类型	39
3.3.3 发射器属性	40
3.4 粒子常用属性	42





3.5 粒子碰撞、粒子目标、粒子替代

和Sprite类型粒子 48

3.5.1 粒子碰撞 48

3.5.2 粒子目标 51

3.5.3 粒子替代 54

3.5.4 Sprite类型粒子 66

3.6 粒子缓存和粒子渲染

3.6.1 粒子缓存 70

3.6.2 粒子渲染 70

本章习题 72

第4章 流体 73

4.1 流体的基本属性 74

4.1.1 Maya流体的分类 74

4.1.2 Maya流体的基本概念 74

4.2 流体的命令介绍 75

4.2.1 流体特效菜单 75

4.2.2 场菜单 77

4.3 流体的属性编辑器 77

4.4 实训案例 93

4.4.1 流体佛香效果 94

4.4.2 流体云效果 100

4.4.3 流体火焰效果 108

本章习题 114

第5章 nCloth布料系统 115

5.1 nCloth简介 116

5.2 nCloth的创建及修改 116

5.2.1 nCloth菜单 116

5.2.2 Edit nCloth菜单 118

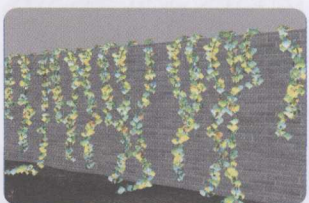
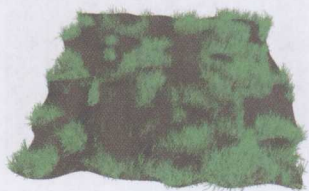
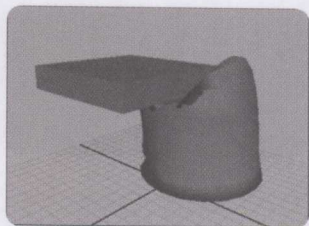
5.3 nCloth与解算器的属性设置及应用 119

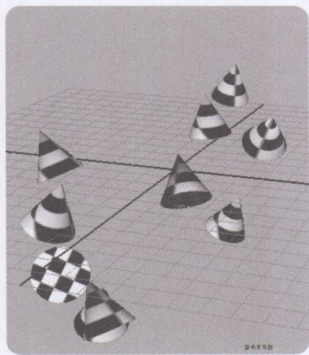
5.3.1 nCloth的属性 119

5.3.2 解算器属性 125



5.4 nCloth约束命令及应用	127
5.5 nCloth的缓存设置及应用	129
5.6 实训案例	132
本章习题	142
第6章 Shave毛发插件	143
6.1 Shave毛发插件概述	144
6.2 Shave菜单命令	144
6.3 毛发属性	147
6.3.1 General Properties (常规属性)	147
6.3.2 Material Properties (材质属性)	149
6.3.3 Frizz Properties (卷曲属性)	150
6.3.4 Kink Properties (扭结属性)	151
6.3.5 Multi Strand Properties (多股属性)	152
6.3.6 Dynamics Properties (动力学属性)	152
6.4 Shave在Maya中的材质属性	153
6.4.1 交互的贴图绘画	155
6.4.2 密度贴图与修剪贴图通道	157
6.5 修改工具	159
6.5.1 笔刷的介绍	159
6.5.2 笔刷的命令与应用	159
6.6 实训案例	161
6.6.1 shave替代	161
6.6.2 模型准备	161
6.6.3 应用实例物体	161
6.6.4 毛发的制作	164
本章习题	170
第7章 Paint Effects (特效笔刷)	171
7.1 Paint Effects基础知识	172
7.1.1 笔画	172
7.1.2 笔刷	172
7.1.3 Paint Effects常用快捷键	172





7.2 Paint Effects模块菜单命令简介 173

7.2.1 菜单命令 173

7.2.2 笔刷设置 176

7.3 笔刷的动画效果 181

7.3.1 在带管的笔画中添加弹簧行为 181

7.3.2 制作管统一生长的动画 183

7.3.3 制作生长模拟动画 183

7.3.4 制作笔画路径的动画 184

7.3.5 使用笔刷设置产生管对力的反应 184

7.3.6 创建具有动画效果的纹理 185

7.3.7 在笔画上制作纹理的动画 185

7.3.8 循环笔刷动画 186

7.4 特效笔刷的渲染 186

7.4.1 照亮场景 186

7.4.2 添加阴影效果 186

7.4.3 设置要进行渲染的摄像机 187

7.4.4 设置渲染图像的特性 187

7.4.5 渲染Paint Effects的设置 187

7.5 实训案例 188

本章习题 196

第8章 MEL 197

8.1 MEL语言介绍 198

8.2 MEL语法规则 199

8.2.1 变量 199

8.2.2 数组 200

8.2.3 矩阵 201

8.2.4 算术优先级 201

8.2.5 逻辑运算 201

8.3 MEL语言实例 202

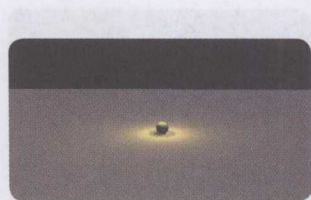
8.3.1 物体的随机分布与旋转 202

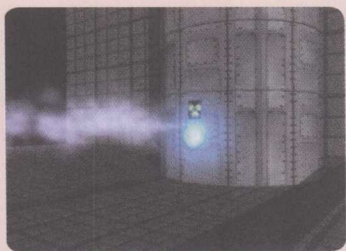
8.3.2 创建UI用户界面 204

本章习题 206



第9章 特效综合实例	207
9.1 制作爆炸的光效	208
9.2 制作碎片物体	210
9.3 粒子的创建与调节	213
9.4 粒子替代调节	214
9.5 创建原物体动画	217
9.6 烟的制作	218
9.7 Fog层的制作	225
9.8 最后的调整	227
9.9 粒子缓存和渲染	230
本章小结	230
本章习题	230





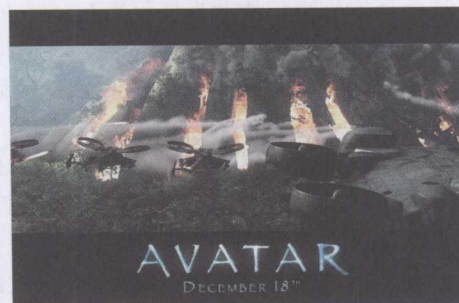
第1章

特效概述

对于图1-1所示的电影《2012》和《阿凡达》中的特效，观众的普遍反应是：特效超牛，视觉上太震撼了！但是，“特效”究竟是指什么？包括哪些种类？怎样制作？每个步骤有何特点？想要了解这些，本书会带领大家认识特效，学习Maya中的特效制作。



a) 电影《2012》中的特效



b) 电影《阿凡达》中的特效

图1-1 特效示例

本章主要内容

- 特效概述
- 特效制作的步骤



本章学习重点

- 了解特效的概念
- 掌握特效所包含的模块
- 掌握特效的制作步骤



1.1 特效简介

现在观众评判一部电影好看与否,标准之一就是画面效果是否震撼,即影视特效制作得怎么样。“特效”就是特殊的效果,在纯三维动画影视制作中,“特效”只是制作过程的一个环节,主要用于制作水、火、烟、云、雨、雪、树木森林、汪洋大海、千军万马的场景等等,目的是给影片增加氛围和冲击力。

在当代电影的语境中,“特效”(Special Effects,简称SFX、FX或SPFX)一词涵盖的范围越来越广,几乎包含了除真人实景拍摄之外的所有效果。当代实拍影视中的“特效”一般包括两个部分:“现场特技”和“视觉特效”(Visual Effects,亦写作Special Visual Effects,简称VFX)。“现场特技”包含机械效果、物理效果和实际拍摄效果。二者的主要差别是:

- 前者与影视的实际拍摄同期,多在拍摄现场完成,故称之为现场特技;后者多在现场拍摄结束的后期制作中完成。我国现在的电视剧多采用现场特效。
- 前者的工作对象和“正常拍摄”没有区别,都是真实存在的人或物;后者是通过对已有胶片画面的加工,或者用摄像机以外的视频处理设备(如电脑)来产生新的画面。

现在经常被人们挂在嘴边的“特效”是指电脑动画影视特效,即现在人气超旺的“电脑动画”,它其实只是“视觉特效”的一部分,整部电影的一小部分。在发明电脑以前,“视觉特效”主要通过对胶片和播放设施做手脚来达成,包含直接在胶片上做动画或者重新剪接胶片等“原始手法”,影迷们熟悉的《月球旅行记》就是这方面的代表。但许多原始技巧在今天仍然适用,如“定格动画”和“后投影”(幕后投影)。

电脑动画作为视觉特效先锋而兴起,早在20世纪70年代便开始了,最早是2D的应用,后来因为计算机硬件的迅速发展,使得CPU、显卡、内存不断升级,如今CGI(Computer-Generated Imagery,计算机生成的图像,逼真的电脑动画影视特效画面被称作CGI)已经成为处理3D静止画面或动画的中坚力量。

电脑动画影视特效技术(后面简称“特效”)已经成为影视制作过程中一个重要的组成部分,用于为影片添加虚拟的场景、虚拟的道具、虚拟的角色,以及用常规方法无法实现的特效镜头。它为现代电影的制作提供了各种虚拟元素,带给观众超强的视觉冲击和视听享受。如今,特效在实拍电影电视中所占的比重越来越大,几乎包含了除真人实景拍摄之外的所有元素。许多好莱坞大片依靠特效来实现震撼的视觉效果,同时也将特效在影视作品中的作用发挥到了极致,如2009年的电影《2012》和《阿凡达》。

数字特效技术的迅猛发展使得我国三维动画产业近些年呈现较快的发展势头,伴随着国内三维动画创作质量的不断提高,形成三维动画产业全方面发展的格局,制作出大量具有超强视觉冲击效果的三维动画作品和影视作品(如幸星动画公司制作的《赤壁》、《狼灾记》、《非常完美》等),特效不知不觉成为视觉传达的重要组成部分。

1.2 特效软件的介绍

现在,用于制作三维动画特效的软件和插件百花齐放,涌现出许多种类,如整体平台解决软件Maya、Houdini(电影特效魔术师)、RealFlow(流体设计)、Blast Code(爆炸插件)、Shave(毛发插件)及Vue(制作景观的软件)等。各程序的计算方式不同,实现效果也各有所

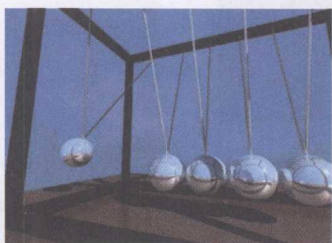
长, 所以各具优势。下面简单介绍一下这几款特效软件。

1. Maya

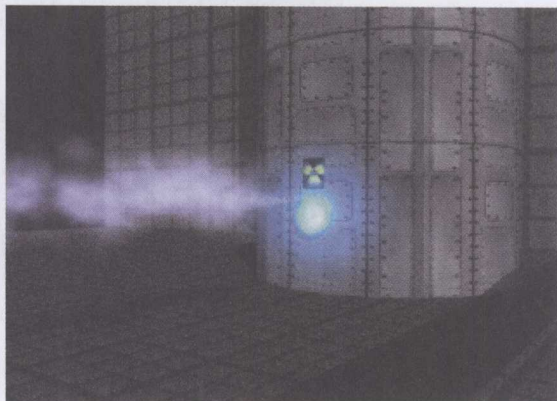
现在国内影视制作大多使用Maya软件。该软件1998年进入市场, 是一款跨平台且可以在任何操作系统下安装使用的软件, 在某些特定方面它比3ds Max更具有优势。Maya软件的自定义性强、变通性强, 其结构是节点式的, 使用起来更方便, 可以将常用工具直接转换为快捷方式使用, 并以制作者喜欢的图标命名。Maya可以制作风雨雷电、爆炸、崩塌、弹坑、烟雾、降雪、洪水和楼房倒塌等动力学场面, 其布料、毛发、刚体、柔体方面比3ds Max更逼真, 计算效率更高。Maya集成了先进的动画及数字技术, 不仅包含一般三维和视觉效果的制作功能, 而且还与最先进的建模、数字化布料模拟、毛发渲染及运动匹配技术相结合。其特效由动力学、流体、毛发、布料和特效笔刷等内容构成, 下面将逐一进行介绍。

(1) Maya动力学

动力学(Dynamics)是物理学的一个分支, 它描述对象的移动方式, 动力学动画应用物理学原理来模拟自然力。制作者指定对象的动作, 软件就能制作出该对象的动画。动力学刚体及柔体动画可以让制作者轻松地创建出逼真的运动效果, 而这种运动是使用传统的关键帧动画无法实现的。例如可以使用Maya动力学制作翻转骰子、旗帜飘动和点燃烟火的效果, 如图1-2所示。



a) 刚体约束制作的牛顿摆效果



b) Maya粒子制作的烟雾效果

图1-2 动力学的运用

动力学主要用于制作粒子和流体特效, 在实际的工作与学习中, 我们将大量使用动力学与粒子混合制作出非常绚丽且冲击力很强的粒子动力学效果, 如星云、烟火、满天飞舞的纸条、狂风骤雨、龙卷风、爆炸、雪景和雪崩等, 这些效果是使用传统建模和动画技术所不能实现的, 如图1-2所示。

Maya的粒子动力学系统相当强大, 一方面它允许使用MEL输入较少语句来控制粒子的运动, 另一方面它可与各种不同的动画工具(如场、关键帧及表达式等)方便地结合使用。Maya粒子动力学系统令控制大量粒子的交互性作业成为可能, 可以用于制作群组动画, 如图1-3所示。



图1-3 Maya中一群蜻蜓的场景

(2) Maya流体

流体动力学是Maya较为出众的功能，它使用流体解算器模拟运算出所有效果。流体是一种在力的作用下不断改变形状的物质，制作者可以通过建立一个流体模拟真实的大气特效，如云、薄雾、风、烟、火、爆炸、熔岩与海洋等效果，如图1-4所示。Maya有3种基本流体效果类型：动态流体效果、静态流体效果和开阔水域流体效果，分别介绍如下。



图1-4 Maya流体制作的云

动态流体效果是按照流体动力学的自然规律来表现的，流体动力学使用数学方程来描述物体如何流动。Maya通过在每一时间段中解算Navier-Stokes（流体动力学方程）进行流体运动的模拟，从而实现动态效果。用户可以对动态流体赋予纹理和应用力，使它们与几何图形发生碰撞并驱动几何图形，影响柔体，并且与粒子相互作用，如图1-5所示。



图1-5 动态流体效果的爆炸

静态流体效果不使用流体动力学方程模拟流体运动。用户可以使用纹理来创建非动态流体的外观,通过对纹理属性进行动画关键帧处理,从而创建流体运动,如图1-6所示。因为 Maya 不需要解方程,所以渲染此类流体比渲染动态流体的速度要快得多。合理运用动态流体动力学或静态流体动力学技术可以模拟2D或3D大气特效、燃烧特效、胶带流体特效等。这些特效以体积方式进行渲染,物体间的移动与接触都是相互影响的。



图1-6 静态流体制作的爆炸

开阔水域流体效果使用海洋材质在大片水域上创建逼真的波浪运动。通过创建定位器可以让物体漂浮在海水表面并使物体随水一起波动,如图1-7所示。

(3) Maya布料

nCloth (布料系统)用于创建真实的布料效果,如图1-8所示。nCloth可以为任何运动的三维模型创建服装,表现动态效果并模仿布料行为。除了创建衣服动画外,还可以创建其他类型的布料动画,如床单、被褥、织物、旗帜,以及各种类型的纺织品。nCloth还可以帮助创造能够破裂、撕裂、弯曲、变形的刚性及半刚性物体,此外还有空气动力学特效的上升模型(如气球、热气球等)。



图1-7 Maya流体制作的海洋效果



图1-8 Maya nCloth制作的布料

(4) Maya毛发

Maya毛发由两个模块构成: Fur和Hair。

Fur (皮毛) 是Maya 2008 Unlimited版的一个组件,在多面的NURBS模型及多边形模型中,用户可以使用它来创建逼真、有阴影的皮毛和短发,也可以使用它设置皮毛的属性,如颜色、



长度、光秃效果、不透明度、起伏、卷曲和方向等，或在局部为皮毛贴图。使用Paint Effects（特效笔刷）可直接在表面上绘制具有绝大多数属性的皮毛，甚至可以像梳子一样梳理皮毛，也可以为皮毛运动设置关键帧，或在Maya中使用动力场来影响Fur。图1-9所示为用Fur制作的皮毛效果。

Hair（头发）用于创建一个动态的头发系统，可以模拟显示的发型和头发，如图1-10所示。由于Hair是一种通用的动态曲线模拟，因此还可以使用这些曲线创建非头发效果。Maya Hair可以制作自然运动和碰撞的长发、头发在风中被吹干、水下游泳时的头发，以及各种发型效果，也可以制作如绳子、铁链、电缆、电线、吊桥、海洋生物等非头发效果。



图1-9 用Fur制作的皮毛效果



图1-10 Maya Hair的头发效果

（5）Maya特效笔刷

特效笔刷是一种突破平面绘画的新技术，可以在2D画布或3D空间中创建迷人的自然效果。制作者可以像使用传统绘画程序那样使用特效笔刷在画布上绘制图像，也可以为场景中的几何体绘制重复的纹理。但是特效笔刷的功能远比传统绘画的功能强大，制作者用一个笔触就可在画布或场景中绘制整个粒子效果。在2D画布上使用笔刷，简单的一笔即可产生复杂的图像，如树木花草等。在场景中，同样的笔触可以产生这些实物的三维立体效果。如图1-11所示，在场景中绘制一个果园，其中的树木需要使用特效笔刷绘制出来，同时，另外创建的角色可以围绕树木移动。在场景中，还可以对绘制的效果应用动力学，并以动画的方式进行效果的显示和运动。例如可以让植物生长，让长发在风中飘动，让河水流动起来。



图1-11 Paint Effects（特效笔刷）效果