

计算机艺术设计系列教材



清华大学美术学院  
Academy of Arts & Design, Tsinghua University

丛书主编 付志勇

# 计算机三维建模 与动画基础

张烈 骆春慧 编著



Computational 3-D Modeling  
and Flash Basics

清华大学出版社

计算机艺术设计系列教材



清华大学美术学院  
Academy of Arts & Design, Tsinghua University

丛书主编 付志勇

# 计算机三维建模 与动画基础

Computational 3-D Modeling and Flash Basics

张烈 骆春慧 编著

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书是一本面向艺术设计专业的计算机三维设计基础教材。全书共分 12 章,既系统介绍了计算机三维建模和动画制作技术的发展历程、工作流程和具体的软件使用知识,又对相关的艺术设计基础知识和美学原理进行了阐述。内容编排兼顾艺术性和技术性、理论性和实践性,同时提供了较多的实例以帮助读者通过创作实践过程掌握相关知识。

本书可作为高等学校艺术设计专业的教材,也可供其他类型学校相关专业使用。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机三维建模与动画基础/张烈,骆春慧编著. —北京:清华大学出版社,2008.6

(计算机艺术设计系列教材)

ISBN 978-7-302-17212-3

I. 计… II. ①张… ②骆… III. 三维-动画-设计-高等学校-教材 IV. TP391.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第036295号

责任编辑:甘莉 宋丹青

责任校对:王凤芝

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 刷 者:北京嘉实印刷有限公司

装 订 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:15 字 数:238 千字

附光盘 1 张

版 次:2008 年 6 月第 1 版 印 次:2008 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:30.00 元

---

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:021704-01

# 目 录

## 第1章 计算机三维数字图形及动画技术概述

- |   |     |                 |
|---|-----|-----------------|
| 1 | 1.1 | 计算机图形及相关技术的发展历程 |
| 4 | 1.2 | 三维图形与动画技术的应用领域  |
| 6 | 1.3 | 三维动画的常用软件       |

## 第2章 动画设计的艺术与技术

- |    |       |             |
|----|-------|-------------|
| 9  | 2.1   | 角色造型规律      |
| 10 | 2.1.1 | 比例          |
| 11 | 2.1.2 | 骨骼          |
| 11 | 2.1.3 | 肌肉          |
| 12 | 2.1.4 | 脂肪          |
| 12 | 2.1.5 | 头部          |
| 12 | 2.1.6 | 其他细节        |
| 14 | 2.2   | 角色运动规律      |
| 14 | 2.2.1 | 平衡          |
| 15 | 2.2.2 | 预期          |
| 15 | 2.2.3 | 次要动作        |
| 16 | 2.2.4 | 弧形          |
| 16 | 2.2.5 | 跟随          |
| 16 | 2.2.6 | 淡入淡出        |
| 16 | 2.2.7 | 弹性和变形       |
| 17 | 2.3   | 动画原理        |
| 17 | 2.3.1 | 时间          |
| 17 | 2.3.2 | 变化          |
| 18 | 2.3.3 | 速度和节奏       |
| 18 | 2.3.4 | 写实和夸张       |
| 18 | 2.4   | 角色典型动作分析    |
| 18 | 2.4.1 | 行走动画        |
| 19 | 2.4.2 | 跑步动画        |
| 19 | 2.5   | 数字三维动画的艺术创作 |
| 20 | 2.5.1 | 三维动画制作的技术特性 |
| 20 | 2.5.2 | 三维动画的视听语言特点 |
| 24 | 2.6   | 国际优秀动画作品赏析  |

## 第3章 建模与动画的基本概念和工作流程

- |    |       |              |
|----|-------|--------------|
| 27 | 3.1   | 空间           |
| 29 | 3.2   | 时间           |
| 29 | 3.3   | 色彩           |
| 30 | 3.4   | 位图           |
| 31 | 3.5   | 计算机三维建模的基本结构 |
| 33 | 3.6   | 不同的三维数据类型    |
| 34 | 3.7   | 动画工作流程       |
| 34 | 3.7.1 | 预制作          |

34  
35

- 3.7.2 建模和装配
- 3.7.3 动画和后期效果制作

## 第4章 熟悉软件界面和工作环境

37  
38  
38  
39  
40  
40  
41  
41  
41  
43  
43  
44  
45  
46  
46  
46  
47  
47  
49  
52  
54  
55  
58  
59  
62

- 4.1 用户界面
  - 4.1.1 视口
  - 4.1.2 菜单栏
  - 4.1.3 工具栏
  - 4.1.4 命令面板
  - 4.1.5 视口导航控制
  - 4.1.6 动画和时间控制
  - 4.1.7 状态栏和提示栏
- 4.2 文件管理
- 4.3 工作环境的初始设置
  - 4.3.1 显示驱动程序
  - 4.3.2 界面定制
  - 4.3.3 单位设置
  - 4.3.4 视口的布局和显示
  - 4.3.5 撤消的次数
  - 4.3.6 自动文件备份
- 4.4 掌握基本的操作技巧
  - 4.4.1 创建对象
  - 4.4.2 对象的选择与变换
  - 4.4.3 对象的复制
  - 4.4.4 组和选择集
  - 4.4.5 视口的控件操作
  - 4.4.6 捕捉
  - 4.4.7 变换坐标系和坐标中心
  - 4.4.8 其他变换工具：对齐和阵列

## 第5章 基础的建模方法

65  
65  
65  
66  
67  
68  
69  
71  
71  
71  
72  
72

- 5.1 基本体素参数化建模
  - 5.1.1 基本体素建模概述
  - 5.1.2 基础模型创建的操作要点
  - 5.1.3 基本体素创建范例：书桌
  - 5.1.4 范例制作过程中的注意点
- 5.2 布尔运算
  - 5.2.1 布尔运算概述
  - 5.2.2 布尔运算的操作要点
  - 5.2.3 布尔运算范例：机械零件
  - 5.2.4 范例制作过程中的注意点
- 5.3 二维图形建模
  - 5.3.1 二维图形概述

74	5.3.2	二维图形创建的操作要点
76	5.3.3	二维图形创建范例——创建装饰吊灯造型
77	5.3.4	范例制作过程中的注意点
78	<b>5.4</b>	<b>从二维图形到三维建模</b>
78	5.4.1	常用工具概述
80	5.4.2	二维到三维建模工具的操作要点
83	5.4.3	车削范例之一：苹果
84	5.4.4	车削范例之二：盘子
86	5.4.5	“倒角”范例：椅子的制作
87	5.4.6	倒角剖面范例：画框的制作
88	5.4.7	放样范例之一：椅子制作
92	5.4.8	放样范例之二：制作被子
93	5.4.9	放样范例之三：房间墙体
95	5.4.10	放样范例注意事项
96	<b>5.5</b>	<b>“修改”命令面板</b>
96	5.5.1	编辑修改堆栈的作用及相关按钮的介绍
98	5.5.2	参数化的修改编辑工具

## 第6章 高级多边形建模

109	<b>6.1</b>	<b>高级多边形建模常用的编辑工具</b>
110	6.1.1	“选择”卷展栏
110	6.1.2	编辑点次对象级
112	6.1.3	编辑边次对象级
113	6.1.4	编辑多边形（多边形 / 元素）
116	6.1.5	几何体编辑工具
117	<b>6.2</b>	<b>多边形角色建模</b>
117	6.2.1	多边形角色建模概述
119	6.2.2	多边形建模范例：眼睛的建模

## 第7章 材质与贴图

123	<b>7.1</b>	<b>材质概述</b>
124	<b>7.2</b>	<b>材质编辑器</b>
124	7.2.1	材质编辑器的布局
125	7.2.2	示例窗概述
125	7.2.3	示例窗的功能要点
126	7.2.4	“材质编辑器”工具栏
129	7.2.5	工具栏下面的控件
129	<b>7.3</b>	<b>材质类型</b>
129	7.3.1	标准材质
138	7.3.2	贴图通道范例
140	7.3.3	“光线跟踪”材质
141	7.3.4	复合材质
145	7.3.5	“无光 / 投影”材质

145	7.4	贴图类型
145	7.4.1	位图和程序贴图
146	7.4.2	贴图类型
150	7.5	UVW 贴图坐标
150	7.5.1	UVW 贴图的使用原因
150	7.5.2	“UVW 贴图修改器”的知识点及参数
153	7.6	角色贴图

## 第8章 灯 光

157	8.1	自然界的光
157	8.2	3DS MAX 灯光类型
157	8.2.1	标准灯光
159	8.2.2	光度学灯光
161	8.3	灯光的通用参数
161	8.3.1	“常规参数”卷展栏
161	8.3.2	“聚光灯参数”卷展栏
162	8.3.3	“高级效果”卷展栏
162	8.3.4	“阴影参数”卷展栏
163	8.3.5	“mental ray 间接照明”卷展栏
163	8.4	标准灯光附加参数卷展栏
163	8.4.1	“强度 / 颜色 / 衰减”卷展栏
164	8.4.2	“平行光参数”卷展栏
164	8.4.3	大气和灯光效果
165	8.5	光度学灯光的附加卷展栏
165	8.5.1	“强度 / 颜色 / 分布”卷展栏
166	8.5.2	“Web 参数”卷展栏
166	8.6	阴影类型
166	8.6.1	阴影贴图
168	8.6.2	光线跟踪阴影
168	8.6.3	高级光线跟踪阴影
169	8.6.4	区域阴影
169	8.7	灯光的应用及参数设置

## 第9章 摄影机与镜头设置

173	9.1	虚拟空间的摄影机
173	9.2	摄影机的类型和参数
173	9.2.1	3DS MAX 的摄影机类型
173	9.2.2	“参数”卷展栏
175	9.2.3	景深参数
176	9.2.4	运动模糊

## 第10章 运动原理和动画制作基础

179	10.1	典型动画技术概述
180	10.2	常见的动画类型

181	<b>10.3 关键帧</b>
181	10.3.1 关键帧的基本概念
182	10.3.2 关键帧动画范例：抬腿
184	<b>10.4 时间设定</b>
184	<b>10.5 轨迹视图</b>
184	10.5.1 轨迹视图的模式
186	10.5.2 轨迹视图功能
188	10.5.3 轨迹视图应用实例
191	<b>10.6 轨迹线</b>
191	10.6.1 轨迹线
191	10.6.2 轨迹线操作范例
192	<b>10.7 动画控制器</b>
192	10.7.1 动画控制器
193	10.7.2 动画控制器的选择方法
194	10.7.3 动画控制器应用范例：“音频”控制器的设定
195	<b>10.8 链接和运动学原理</b>

## 第 11 章 角色装配

197	<b>11.1 角色动画中的角色装配</b>
197	<b>11.2 创建骨骼 (Create Bones)</b>
197	11.2.1 骨骼的基本概念
198	11.2.2 骨骼创建的过程
200	<b>11.3 链接</b>
200	11.3.1 骨骼链接和运动学的基本概念
201	11.3.2 “反向运动学”的应用范例
201	11.3.3 角色骨骼创建范例
205	<b>11.4 蒙皮 (Skin)</b>
205	11.4.1 蒙皮的基本概念
205	11.4.2 蒙皮技术范例

## 第 12 章 渲 染

211	<b>12.1 渲染设置</b>
211	12.1.1 “公用”选项卡
213	12.1.2 “高级照明”选项卡
213	12.1.3 光线跟踪器
215	12.1.4 光跟踪器渲染范例
217	12.1.5 光能传递
219	12.1.6 光能传递渲染范例
222	<b>12.2 Mental ray 高级渲染器</b>
222	12.2.1 Mental ray 简介
222	12.2.2 “焦散”照明效果 (Caustics)



# 第1章 计算机三维数字图形及动画技术概述

三维计算机图形技术是现代计算机科技发展的一个重要分支。在此基础上发展起来的数字化媒体和动画技术开创了新的艺术设计门类,冲击着传统的艺术形式,以丰富多彩的数字影音艺术给人类带来了全新的视听体验,将人们带入一个数字化娱乐的新媒体时代。同时,与此相伴而生的计算机辅助设计系统(Computer Aids Design, CAD)以更高的效率与更高的精确度逐渐取代了传统的产品开发方式,从设计到制造的集成系统大大缩短了产品的开发周期,降低了成本,提高了产品质量,增强了企业的竞争力,成为当今制造业产品开发中不可或缺的重要技术基础。

## 1.1 计算机图形及相关技术的发展历程

计算机图形技术的孕育与发展和计算机辅助设计技术的发展息息相关。计算机辅助设计的概念最初在20世纪60年代由麻省理工学院(Massachusetts Institute of Technology, MIT)提出的,人们希望通过一定的界面与计算机共同工作,在完成操作的过程中,人与计算机互为补充。设计包含逻辑的和直觉的内容,其中逻辑问题可以委托给高速运行的计算机来处理,直觉的问题是是非逻辑的和计算机力所不能及的,这些交给人来完成。CAD的目的是在生产样机之前创造出数字模型,这种方法的最大好处是数字模型可以被继续发展,并能用各种媒体进行表现。

第一次实际应用交互图表处理程序的是DAC-1型机。1964年,世界上最大的汽车制造商——通用汽车公司(General Motors Corporation, GM)在公司内部为支持车体设计而开发了这一系统,在这个系统中,有一个光笔和功能键盘,通过计算机和操作者之间的对话来进行设计,这个系统树立了一个CAD系统的样板,也影响了许多主要的飞机制造商。1967年,洛克希德(Lockheed)公司发布了“CADAM”,成为在大型计算机上连接许多图形终端的最初真正的CAD系统。

与此同时,与CAD相关的技术、设备也得到了很快的发展。如1958年Calcomp公司推出了世界上第一台计算机图形输出设备——565型滚筒绘图仪,开始了计算机辅助绘

图仪替代人工绘图的历史。1962年，MIT 林肯研究室开始研究交互图形系统，其研究成果——画板系统采用光笔控制计算机屏幕上的图形，通过显示屏可直接作用于图形，标志着真正的计算机交互图形技术的诞生。

从20世纪60年代末到70年代中期，集成电路技术迅速发展，推出了性能价格比较高的小型计算机，光栅图形扫描显示器开始推出并很快得以推广使用。这对图形学技术来说是革命性的发展，使图像的精确处理、色彩模拟和渲染成为可能，图形学理论也有了很大进展，三维几何建模技术在此时开始进行了研究。数据库管理系统等软件陆续开发，这些都为CAD技术的完善与推广应用提供了理论基础和技术条件。以小型机为基础的CAD系统的价格大幅下降，致使CAD技术在广大的中小企业中开始应用，这同时又大大促进了CAD技术的进一步发展，CAD系统开始产业化，出现了一批知名的CAD厂商，如Applicon、Computer Vision、Calma、Intergraph等。

1973年，施乐(Xerox)公司的帕洛阿尔托研究中心(Palo Alto Research Center, PARC)开发制造了世界上第一台工作站——Alto，开发这一系统总结的经验，在今天仍影响着计算机系统的开发。

Alto工作站让一个用户独占一台计算机，一改以往多人共同使用一台“大型机”的方式，实现这一突破的主要技术是网络。Alto工作站采用一项新的通信技术——局域网(Local Area Network, LAN)以达到共享系统内资源和发挥各台工作站特点的目的。

Alto工作站使用了一个位图显示器，实现了显示信息与纸上输出之间的同步；在指示设备方面，以鼠标器代替了当时所用的光笔，数位板和其他常用的指示设备。Alto工作站还率先采用了“图形用户界面”(Graphical User Interface, GUI)技术，以“桌面”的概念形象地表达计算机操作环境，其中一项重要的技术“多窗口”可让用户同时操作几个不同的相关程序，这样大大提高了工作效率，在效率上有了重大突破。

这些想法在苹果公司的LISA计算机上得到了延续，随后在1984年上市的Macintosh计算机上大获成功；微软公司也在其Windows操作系统中模拟这一想法，并形成了今天标准的视窗用户界面。Alto工作站尽管是个小型系统，但它的贡献是巨大的，现今计算机的许多特征，如以太网、位图

显示器、多窗口及图形用户界面皆源于此。

20 世纪 70 年代末以后，以 32 位的工程工作站为基础的 CAD 系统得到了迅速的发展，SGI、SUN、IBM、DEC、HP 等公司纷纷推出性能强大的工程工作站系统，且在激烈的竞争中不断地开发出新技术、新产品，成为 CAD/CAM 市场的主流硬件平台。各专业的软件工程公司也陆续推出一些功能强大的商品化 CAD 系统，比较流行的有 PTC 公司 Pro/Engineer、IBM 的 CATIA、EDS 的 UG、SDRC 的 I-DEAS、CV 的 CADD5 等。

20 世纪 90 年代以来，个人计算机的性能迅速提高，开始具有强大的图形处理能力和支持多处理机及并行处理的能力。计算机厂商开始推出一些基于 PC 体系的工作站系统，这些工作站有着相对较高的性价比，并且具有 PC 系统普及率高、系统开放等优点。其市场份额迅速提高，原来基于 RISC 工作站平台的软件都纷纷发布其 PC 版本，以适应计算机发展的潮流。

CAD 技术继续沿着集成化、标准化、智能化的方向发展。计算机集成制造系统（CIMS：以企业为对象，借助于计算机和信息技术，使经营决策、产品设计与制造、生产经营管理有机的结合为一个整体）的研究不断发展和深化，一些新思想和新技术也被引入到计算机集成制造系统中，如并行工程（CE：一种新的系统化的工作模式，试图从一开始就考虑到产品整个生命周期中的所有因素，进行并行、一体化的设计）、PEDS/STEP（覆盖产品生命周期的产品信息模型标准）等。这些技术的应用革新了传统的制造领域，数字化技术贯穿了从市场研究到设计、制造、管理、销售、服务的各个环节，形成了当今信息时代的集成化、智能化的工业生产方式。

另外，随着真实感渲染技术、NURBS、多边形等高级建模技术以及粒子特效等高端三维图形技术的不断开发，三维数字图形技术在视觉上的仿真和特效生成以及交互性上的潜力在媒体和娱乐界得到了高度的关注。华丽的虚拟场景和神奇逼真的虚拟角色将各种各样的神奇幻想以逼真的影音效果呈现在观众面前，甚至可以让观众参与到这样的虚拟空间中，给观众带来了全新的娱乐体验。自 20 世纪 80 年代以来，三维计算机图形技术在数字交互与数字娱乐领域获得了快速的发展和广泛的应用，成为当今媒体和娱乐界的重要技术基础和手段，并催生了一个庞大的数字娱乐产业，其主要应用领域包括影视动画、多媒体、三维数字游戏、数字可视化以及

交互艺术等。

## 1.2 三维图形与动画技术的应用领域

如今，三维图形与动画技术在人们社会生活的各个方面得到了大量的应用，从电影电视到手机、游戏机，生活中到处都能找到三维图形的影子。在艺术设计领域，三维图形和动画技术不仅开创了崭新的艺术设计门类，同时也促进了各个相关专业领域内容和形式的变革和创新。

在建筑、环艺设计、工业设计、服装设计等和工程应用紧密相关的一些专业中，三维图形和动画技术是其辅助设计和制造、管理系统中的重要基础和关键环节。三维的虚拟数字模型贯穿数据库、设计、表达、仿真、工程应用、管理的一系列环节中，同时在设计、表达和仿真环节中，尤其体现出了其独特的价值。在三维数字模型基础上的设计推敲解放了设计师的想象力，同时节省了大量的资源消耗；真实感的设计渲染和仿真动画成为设计评价的和决策的重要依据（图 1-1）。

在传统的三维造型艺术设计领域中，如雕塑、陶瓷、首饰设计等，三维图形技术强大的造型功能也成为了许多艺术家和设计师的好帮手。

而给人最深印象的是三维图形和动画技术在数字娱乐领域的应用，包括影视、动漫、电子游戏、新媒体艺术等。

想象的世界、神秘的生物以及神奇的交通工具等超脱现实生活的幻想和神特殊殊的视觉效果一直是影视作品最吸引人的地方。20 世纪 60 年代的《星际旅行》(Star Trek)，70 年代的《太空：1999》(Space: 1999) 以及后来风行一时的《星球大战》(Star Wars) 系列是早期少有的大量应用机械、光学和摄影特技展现出迷人科幻场景的经典科幻电影。20 世纪 80 年代开始，随着三维图形技术的逐渐成熟，这些超越现实世界效果的特技越来越多的依靠 CG 技术来实现，真实感的三维虚拟角色和虚拟空间开始出现在各类影视作品中。数字技术创建的角色、场景和视觉特效可以无缝地集成到实拍连续镜头中去，从而创造令人叹为观止的奇幻效果。史蒂芬·斯皮尔伯格 (Stephen Spielberg) 导演的《少年福尔摩斯》(Young Sherlock Holmes) (1986) 是最早使用由计算机产生的角色的影片，乔治·卢卡斯 (George Lucas) 公司生产的《柳树》(Willow) (1987) 首次在影像中采用“变形” (Morphing)

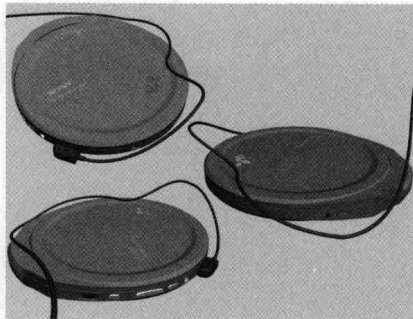


图 1-1 产品模型设计 (模仿 SONY 产品建模)

技术。以奇妙的水下生物和场景为特征的影片《深渊》(The Abyss) (1989), 将变形技术运用到极致。创造了令人惊悚和绝望的变形金属毁灭者 T-1000 的《终结者 2》(Terminator 2) (图 1-2), 以及斯皮尔伯格 1993 年拍摄的、有着大量人与恐龙争斗的逼真场面的《侏罗纪公园》(Jurassic Park) (图 1-3) 等科幻巨片将计算机特技的制作推向了一个新的高度, 带来了全新的视听体验和震撼力, 将电影产业带入了一个数字化的新时代。后来还出现了全 CG 制作的电影, 如《生化战士》和《最终幻想》。



图1-2 《终结者2》 导演: 詹姆斯·卡梅隆 (James Cameron)



图 1-3 《侏罗纪公园》 导演: 史蒂芬·斯皮尔伯格

近年来, 三维计算机特技在电影中的应用更是迅速普及, 几乎所有的大制作影片都离不开三维数字技术的参与, 《蜘蛛侠》(图 1-4)、《泰坦尼克号》、《精灵鼠小弟》(图 1-5)、《魔界》等, 三维动画技术一次又一次超越了我们的想象, 制作出了令人瞠目结舌的特殊效果, 并成为电影制作过程中的一个标准环节。



图1-4 《蜘蛛侠》 导演: 萨姆·雷米 (Sam Raimi)



图 1-5 《精灵鼠小弟》 导演: 罗伯·米克弗 (Rob Minkoff)

动画片方面，1995年由迪斯尼与皮克斯动画公司联合发行的《玩具总动员》(Toy Story) (图 1-6) 是第一部完全采用三维技术制作角色和布景的动画故事片，并取得了巨大的成功。它们其后发行的《玩具总动员 2》、《恐龙》、《怪物公司》、《虫虫特工队》以及梦工厂发行的《蚁哥雄兵》(Antz) 和《施莱克》(Shrek) 等三维动画片，也都获得了巨大的商业成功。如今，三维动画已迅速取代传统动画成为最卖座的动画片种。

电子游戏方面，1992年，3DRealms公司发行《德军总部 3D》(Wolfenstein3D) 可以说是三维游戏的前身，在该游戏中第一次让玩家体验到了 Z 轴的魅力。1996年 ID Software 推出的 Quake (图 1-7) 是第一款真正意义上的 3D 游戏。在游戏中，玩家可以自由的尝试 360° 的转身，可以低头，可以抬头，可以上窜下跳，可以从房间里窜到广阔的荒野上，游戏里的所有东西都是基于多边形构成的虚拟物件，这带给了玩家一个比以往任何时候都要真实的三维虚拟世界。随后各游戏公司的《古墓丽影》(图 1-8)、《极品飞车》等 3D 游戏也大获成功，电子游戏界掀起了向虚拟的三维世界转化的新浪潮。在这里，玩家可以孤身一人前往亚马逊的热带雨林探险，可以在虚拟的战场与各种敌人或怪物殊死作战，或者在一个虚拟的世界中体验别样的人生。随着复杂的三维模型、纹理贴图、灯光、粒子甚至动力学在电子游戏中的应用，游戏正变得越来越精细和华丽，能够给玩家带来越来越真实和具有沉浸感的体验。

### 1.3 三维动画的常用软件

许多商业化的三维数字建模和动画软件如 3DSMAX、MAYA、SOFTIMAGE、LIGHTWAVE 等在社会上得到了普及和广泛的应用。

MAYA 的前身是 Alias 和 Wavefront，这两个软件早在 20 世纪 80 年代中期就开始开发了。Alias 的目标主要面对工业设计市场，由于它界面友好、曲面制作能力强，再加上强大的渲染性能，在工业设计界获得了很高的声誉。Wavefront 则是视频动画的市场领导者，它主要基于多边形的数字模型，在后期和特效制作中被广泛的使用。两家公司在 1995 年合并，整合他们的知识和经验开发了一种面向娱乐市场新产品，就是 1998 年发布的 MAYA。MAYA 的推出大大推动了视频动画制作产业的发展，给这个行业带来了焕然一新的面貌。

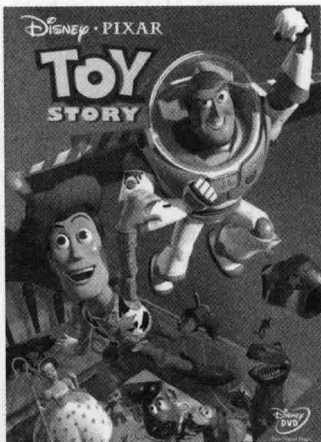


图 1-6 《玩具总动员》导演：约翰·拉赛特 (John Lasseter)



图 1-7 Quake, ID Software 出品

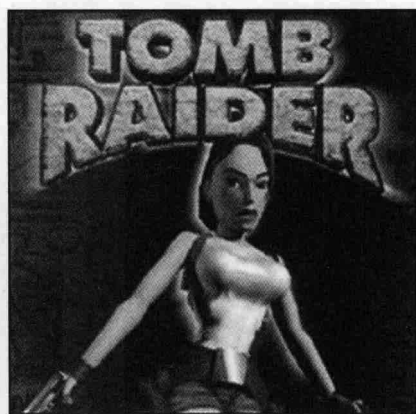


图 1-8 《古墓丽影》Eidos Interactive 出品



图 1-9 《星球大战》 导演：乔治·卢卡斯

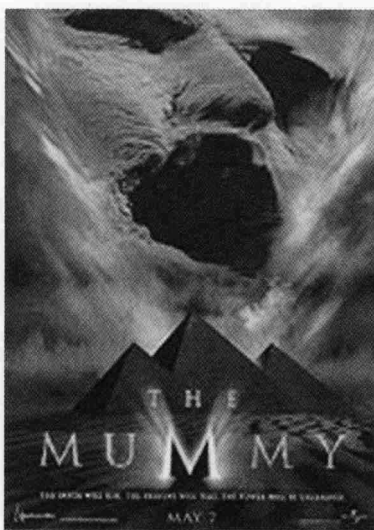


图 1-10 《木乃伊》 导演：斯蒂芬·萨姆斯 (Stephen Sommers)

MAYA 的另一个重大的改变是它推出了分别基于传统 UNIX 工作站和 PC 系统的不同版本，而原来这两个软件都只能在 UNIX 图形工作站上运行。这一转变适应了硬件市场发展的潮流，为 MAYA 在市场上的普及扫清了障碍。MAYA 是一个非常成功的软件，它功能强大且易于使用，大大简化了动画师的工作，以前许多要通过复杂的编程才能实现的事情，如今只要在图形界面中点击就可以轻松完成，使它们有更多的精力去创造更好的视觉效果；而功能强大的开发语言 MEL 的使用，又使其具有强大的扩展能力和可塑性。MAYA 在影视大片和动画片制作以及电子游戏制作领域大显身手，如《指环王》、《泰坦尼克》、《星球大战》(图 1-9)、《木乃伊》(图 1-10)等大制作影片中，都离不开 MAYA 的幕后功劳。2006 年 Alias/Wavefront 公司被 Autodesk 公司收购。

3DS MAX 由 Autodesk 公司开发。Autodesk 公司在 20 世纪 80 年代以来就一直致力于开发基于 PC 平台的 CAD 系统，它开发的基于 DOS 操作系统的 3D Studio 在当时的 PC 平台建模和动画市场占有垄断性的地位。1995 年，随着 Windows 操作系统的开发，它们开发出了基于新系统的 3DS MAX。3DS MAX 一上市，就受到了热烈的欢迎，获得了众多的奖项。虽然早期版本的 3DS MAX 和当时的 MAYA、Softimage 等源自工作站平台的高端动画软件相比有一定的差距，但 Autodesk 公司凭借其开放的系统、相对较低的价格和庞大的用户基础，迅速占领了 PC 平台三维动画市场的大半江山。随后每一次新版本的发布都能让用户看到 3DS MAX 在软件功能上的大幅度提升，短短几年时间从一个技术的追随者变成了一个强有力的竞争者，尤其在建筑建模、多边形建模、角色动画、动力学等方面独具特色，除了保持传统的中低端市场的优势之外，又成功的在高端的影视特技制作以及电子游戏领域开拓了市场。3DS MAX 也参与了《角斗士》、《碟中碟 2》、《骇客帝国》等一系列大制作影片的制作，许多游戏也采用了 3DS MAX 的技术，如《古墓丽影》和《帝国时代》等。

1. 關於「*the*」的用法，在許多情況下，*the* 是必需的，例如：
   
 2. 在描述一個具體的人或物時，*the* 是必需的，例如：
   
 3. 在描述一個特定的地點或時間時，*the* 是必需的，例如：
   
 4. 在描述一個特定的事件或活動時，*the* 是必需的，例如：
   
 5. 在描述一個特定的組織或機構時，*the* 是必需的，例如：
   
 6. 在描述一個特定的國家或地區時，*the* 是必需的，例如：
   
 7. 在描述一個特定的藝術作品時，*the* 是必需的，例如：
   
 8. 在描述一個特定的科學發現時，*the* 是必需的，例如：
   
 9. 在描述一個特定的歷史事件時，*the* 是必需的，例如：
   
 10. 在描述一個特定的法律條文時，*the* 是必需的，例如：



Figure 1.1: Two examples of textured surfaces.

11. 在描述一個特定的科學理論時，*the* 是必需的，例如：
   
 12. 在描述一個特定的歷史時期時，*the* 是必需的，例如：
   
 13. 在描述一個特定的文學作品時，*the* 是必需的，例如：
   
 14. 在描述一個特定的音樂作品時，*the* 是必需的，例如：
   
 15. 在描述一個特定的電影作品時，*the* 是必需的，例如：
   
 16. 在描述一個特定的電視節目時，*the* 是必需的，例如：
   
 17. 在描述一個特定的廣播節目時，*the* 是必需的，例如：
   
 18. 在描述一個特定的雜誌或報紙時，*the* 是必需的，例如：
   
 19. 在描述一個特定的書籍時，*the* 是必需的，例如：
   
 20. 在描述一個特定的論文或報告時，*the* 是必需的，例如：



## 第2章 动画设计的艺术与技术

动画设计和制作是艺术和技术的综合体。一名优秀的动画师不仅要熟练掌握计算机操作，同时，扎实的艺术功底更是不可或缺的。在技术层面上，动画设计可以分为建模、动画、材质贴图、灯光、摄影机、粒子特效、后期制作、渲染等环节。艺术层面则涵盖较广，和许多主要以视觉和听觉感染观众的艺术相似，造型、构图、景深、色彩、影调、灯光、景别、运动、视角、剪辑、对白、音乐等要素都是形成一个完整的视听艺术作品所需要考虑的方面，对这些要素的理解和学习是掌握动画的艺术性的重要基础。而对于角色动画而言，造型和运动更是其核心的内容。除了一般的美学修养外，动画设计师还要理解角色的解剖学，尤其是影响到人体形状和表面特征的各种因素，熟悉角色的运动要求，理解动作、节奏所蕴涵的情感和语言。

### 2.1 角色造型规律

角色动画设计师需要熟悉角色的基本比例和内部结构，包括整个解剖体的组织构造、肌肉组织、骨架和骨骼结构等。角色形象不论是真实还是夸张，是机械呆板还是稀奇古怪，只要它运动，它就具有定义其运动能力的层次结构，具有弯曲关节和蒙皮变形的特定枢轴。虽然解剖学原理和角色的艺术性看起来相去甚远，但对角色解剖体组织构造的透彻理解无疑是做出让别人信服的角色动画设计的关键。

不管是做哪一类的人物或动物角色，都有必要认真地去分别学习它的解剖结构，弄清骨架结构是如何影响它的运动方式。如果是一个卡通角色，也可以研究一下传统的卡通动画，因为卡通角色具有独特的动作，即依据现实构造，又具有夸张的灵活性，可以做成所有想象得到的姿势。只要动画师感觉适合于夸张角色的性格，卡通动画就可以以各种形式压缩、拉伸、拖拉、推挤。

只有理解了角色的关节限制、角色躯体的运动、驱动角色的动力以及角色运动和变形的方式，才能确定骨架在计算机三维空间中的表现形式，任何创造性的发挥也都以此为基础。下面以人体的解剖学为例，来帮助读者理解角色造型的一般规律。