



计算机实用教程

3DS MAX

基础与使用

施寅 尚红林 李向前 编



人民邮电出版社

计 算 机 实 用 教 程

3DS MAX 基础与使用

施 寅 尚红林 李向前 编

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

3D Studio MAX 是一个功能强大、操作方便的基于 Windows 95/Windows NT 的微机三维动画制作软件。本书是为学习该软件的广大读者编写的。

本书采用结合实例的方法,详细地介绍了该软件的基本功能和操作步骤,同时也讲述了有关的原理和方法。全书内容共分为基础知识、基本操作、造型功能、材质与贴图、动画制作等五大部分,共三十一章。

本书不仅可以作为学习电脑动画的入门教材,而且是使用该软件进行实际制作的最佳工具书。本书也可以作为计算机技术人员、影视工作者、广告策划、创意和设计人员以及广大美工人员的技术参考书。

JS567/12

计算机实用教程 3DS MAX 基础与使用

-
- ◆ 编 施 寅 尚红林 李向前
责任编辑 潘春燕
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京崇文区夕照寺街 14 号
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本:787×1092 1/16
印张:25.75
字数:640 千字 1997 年 10 月第 1 版
印数:8 001—16 000 册 1998 年 4 月北京第 2 次印刷
ISBN 7-115-06733-3/TP·544
-

定价:34.00 元

出版者的话

随着计算机技术的飞速发展，计算机应用的迅速推广，广大计算机开发者及使用者急切地需要了解计算机新技术、新软件及新知识。为进一步向全社会普及计算机知识，提高计算机使用人员的技术水平，使计算机在各个领域发挥更大作用，我们组织编写了这套既具有实用性，又适合培训和自学的《计算机实用教程》丛书。

本套丛书在一定程度上反映了计算机技术的发展趋势，并将社会上较为成功的操作技巧、操作方法吸收过来，适当加入一些服务于操作的原理，使读者不仅知道怎么做，还知道为什么这么做，从而达到举一反三、触类旁通的目的。

这套丛书重点突出、深浅适度、图文并茂、实用性强，每章都附有习题或思考题。以供读者自学和复习之用。

本套丛书首次推出13种，今后还将不断充实与更新，愿它能为读者开辟一个崭新的天地，成为读者的良师益友。

1997年10月

编者的话

计算机图形技术的研究与应用已成为当前热点之一。除计算机辅助设计等原有应用领域外, 计算机动画、平面设计、娱乐教育等也成为另一个广阔的应用领域。而且有迹象表明, 后者的发展势头超过了前者。其中, 尤其是三维电脑动画异军突起, 发展迅猛。

几年以前, 知道三维电脑动画的人还不多, 而今天已被社会各界人士普遍接受。第十一届亚运会吉祥物熊猫盼盼的电视形象, 至今还深深地留在人们的脑海中; 每天晚上的中央电视台的新闻联播的电脑动画片头, 紧紧地吸引着亿万观众; 电视台每天播出的电视广告中大量的三维动画镜头让观赏者惊叹不已。计算机动画已经从高雅殿堂里走出来, 正走向千家万户。

目前, 制作三维动画的计算机软硬件一般有图形工作站系统和个人微机系统两种。前者虽然价格昂贵, 但图形运算速度快, 画面质量高。后者通常以 PC586/686 为主机, 产生的画面质量虽然不及前者, 但入门容易, 价格便宜, 受到了广大动画爱好者的欢迎, 并很快得到普及与推广。其中, 最优秀的软件之一是 Autodesk 公司的三维动画软件 3DStudio。这个软件问世以来, 已经历了好几个版本, 而且功能越来越完备。最近该公司又在此基础上, 推出了 3D Studio MAX, 它有更多的优点, 在国内外引起了很大的反响。

3D Studio MAX (简称 3DS MAX) 集众家之长, 给用户以一个全新的感觉。它在保持前身 3D Studio 4.0 原有功能的基础上, 又增加了调整器、轨迹窗、网络支持、声音等许多功能, 并把原来的几个模块有机地融合在一起。它采用了喜闻乐见的图形用户界面形式, 使用户主要通过鼠标, 适当键入数据, 就能制作出精彩的动画画面。3DS MAX 运行在 Windows 95 / Windows NT 环境下, 配上 Intel 高性能奔腾处理器, 再加上三维图形卡, 其图形处理能力就可以与图形工作站相媲美。毋庸置疑, 无论对专业影视动画制作人员还是三维动画爱好者来讲, 3DS MAX 是他们学习动画的最好选择、制作动画的最好帮手。

本书是为了更好地学习和推广 3DS MAX 而编写的。利用本书, 你可以一边学习实际动画软件, 一边学习计算机动画的基本原理和方法。对于学习动画的新手来讲, 本书可以作为通俗易懂的入门教材。对于实际制作动画的朋友来讲, 本书是你的最佳参考书。它肯定为你提高制作水平和技巧带来不少的帮助。

实践证明, 学习一个新软件的最好方法是照着一本书, 一点一点学习, 一步一步操作。为此, 本书采用了结合实例的方法, 向你介绍每一章节的主要功能和基本操作, 讲述软件中有关的动画原理、概念与方法。出于对读者学习的方便考虑, 书中大量引用图例、图标、按钮以及中英文注释。每一章的结尾都附有思考题, 供你复习小结使用。如果这些问题差不多都清楚了, 你就可以放心地进行下一章的学习。

全书的内容共分五大部分, 即五篇。

第一篇为 3DS MAX 基础, 共三章。第一章讲述动画的基本原理以及传统动画与计算机动画的区别和联系, 着重讲述了三维动画的几个技术问题, 也简单地介绍了动画序列的记录方法。第二章介绍了 3DS MAX 的安装方法, 并且着重介绍了它的界面使用, 包括下拉式菜单、工具栏、命令面板、卷展栏、状态行和提示行、以及视口操作工具等。第三章介绍了 3DS MAX 最基本的使用方法, 比如物体的创建和变换, 并展示了一个简单三维动画的制作过程。

第二篇为 3DS MAX 的基本操作,共五章。第四章介绍了 3DS MAX 中选择物体的方法以及如何对选择物体进行平移、旋转、缩放等变换操作,此外还介绍了如何设定坐标系及坐标系的中心。第五章主要介绍了调整器堆栈的使用,包括堆栈的基本知识以及锥化、扭曲、弯曲、空间扭曲等调整功能以及如何调整多个物体等。第六章介绍了如何使用编辑网格调整器以及如何选择子物体。第七章介绍了三种复制物体的方法,即拷贝、实例拷贝及参考拷贝,并根据流向和调整器的作用介绍了这些方法以及它们之间的联系。第八章介绍了泛光灯、聚光灯、体灯光等灯光的使用,也介绍了标准雾、分层雾、体雾等场景环境的设置。

第三篇为 3DS MAX 造型,共四章。第九章介绍了如何创建一个二维形体并对它进行调整、编辑以及布尔运算,从而生成复杂的形状。第十章介绍了如何创建三维基本形体,如何利用路径与形状进行放样,如何利用多个横截面进行造型。第十一章介绍了放样物体的变形,包括缩放、扭曲、轴向、倒角、适配等五种变形方法。第十二章介绍了用 Morph 方法生成动画,用布尔操作生成组合物体。

第四篇为 3DS MAX 材质与贴图,共四章。第十三章介绍了材质编辑的基本概念与使用,包括如何获取材质与指定材质、设置标准材质的基本参数和扩展参数等。第十四章介绍了贴图坐标的概念与分类以及如何调整贴图坐标,也介绍了几种贴图方式的原理和使用方法。第十五章介绍了各种贴图类型,包括漫反射贴图、环境反射贴图、镜面反射贴图、光亮度贴图、自动反射贴图以及环境贴图等,同时还介绍了贴图层次的有关知识。第十六章介绍了复合材质与复合贴图的概念与类型,其中在复合材质中主要介绍了混合材质与多重材质,在复合贴图中介绍了梯度贴图与合成贴图。

第五篇为 3DS MAX 动画制作,共五章。第十七章通过一个简单动画的制作,介绍了轨迹窗的界面、功能及使用方法,以及对缩放动画、路径运动的控制。第十八章主要介绍了在制作动画时多个物体层次关系的建立过程,介绍了物体间如何连接为层次树,并介绍了如何实现正向运动。第十九章主要介绍了反向运动的概念,以及如何控制反向运动,并列举了利用反向运动制作动画的几个例子。第二十章介绍了功能曲线以及利用关键点信息控制动画的方法,并介绍了各种控制器的使用方法,包括 TCB 控制器、噪声控制器、变换控制器、列表控制器、路径控制器以及注视控制器等。第二十一章介绍了图像合成的概念,包括 Alpha 通道、MASK、过滤器等,并通过一个动画片断的组合过程介绍后处理模块的使用方法,其中包括如何设置图像层事件、时间范围以及制作特技效果等。

最后有两个附录。附录 A 说明了用户界面中各图标的功用,附录 B 列出了与 3DS MAX 使用有关的名词术语的中英文对照。

参加本书编写的有北方交通大学计算机系施寅(第一章)、尚红林(第十一、十二章、第十七~二十一章)、李向前(第二~八章)、刘颖滨(第十三~十六章)、胡凌(第九、十章),全书由施寅统稿。尽管我们进行了多次校核,但由于水平有限,实际经验也不多,书中难免有错误和不足之处,望读者批评指正并提出宝贵意见。

编 者

1997.8

目 录

第一篇 3DS MAX 基础

第一章 计算机动画技术概述	1
1.1 传统动画	1
1.2 计算机动画	4
1.3 计算机图形学与动画	6
1.4 三维动画技术	10
1.5 动画系列的记录	17
第二章 3DS MAX 操作界面	19
2.1 3DS MAX 的安装	19
2.2 3DS MAX 的界面	20
2.3 视口操作	23
第三章 制作简单的动画	28
3.1 物体的创建和修改	28
3.2 制作雪景与三维汉字	30
3.3 制作简单汉字动画	36

第二篇 3DS MAX 基本操作

第四章 物体的选择和变换	43
4.1 选择工具	43
4.2 其它选择方法	46
4.3 双功能选择工具	48
4.4 变换工具	50
4.5 坐标系的使用	52
4.6 使用坐标中心	55
4.7 缩放变换的使用	57
4.8 把变换设成动画	58
4.9 输入变换值	59
第五章 调整器堆栈的使用	61
5.1 基本知识	61

5.2 使用调整器	63
5.3 堆栈的编辑	67
5.4 空间扭曲体的使用	68
5.5 调整器堆栈的深入使用	70
5.6 同时调整多个物体	73
5.7 制作一个圆桌	78
第六章 编辑网格调整器和子物体选择	83
6.1 调整器分类和网格编辑调整器	83
6.2 编辑一个圆柱体	84
6.3 子物体动画	92
6.4 飞翔的飞机	94
第七章 拷贝、实例拷贝和参考拷贝	101
7.1 拷贝物体	101
7.2 深入分析拷贝、实例拷贝和参考拷贝	105
7.3 关于实例拷贝的练习	109
第八章 灯光使用和环境设置	111
8.1 泛光灯	111
8.2 聚光灯	114
8.3 标准雾	121
8.4 分层雾	124
8.5 体雾	128
8.6 体灯光	128
第三篇 3DS MAX 造型	
第九章 二维形体	133
9.1 创建形体	133
9.2 调整形体	135
9.3 编辑曲线	138
9.4 复杂二维形体操作	149
9.5 布尔操作	158
9.6 螺旋	160
第十章 三维造型体	163
10.1 三维物体	163
10.2 放样造型	165
10.3 使用多重曲线制作三维放样物体	175

第十一章 三维放样中的变形	183
11.1 缩放变形	183
11.2 扭曲变形	187
11.3 轴向倾斜变形	188
11.4 倒角变形	193
11.5 适配变形	196
第十二章 组合物体	203
12.1 变形(Morph)	203
12.2 布尔操作	211
第四篇 3DS MAX 材质与贴图	
第十三章 材质编辑	219
13.1 为场景中的物体设定材质	219
13.2 热材质与冷材质	222
13.3 获取材质	223
13.4 基本参数的设置	224
13.5 设置扩展参数	229
第十四章 贴图坐标	233
14.1 贴图坐标的设定	233
14.2 调整贴图映射坐标	234
14.3 子物体贴图	243
14.4 使用模糊和模糊偏移量	244
14.5 面贴图材质	245
第十五章 贴图类型	247
15.1 漫反射贴图和環境反射贴图	247
15.2 贴图层次	249
15.3 其它基本属性贴图	252
15.4 反射贴图	260
第十六章 复合材质与贴图	269
16.1 复合材质	269
16.2 多重 / 子物体材质	275
16.3 复合贴图	282
16.4 平面镜反射	288

第五篇 3DS MAX 动画制作

第十七章 轨迹窗	291
17.1 球的动画制作	291
17.2 轨迹窗的使用	293
17.3 功能曲线	295
17.4 加上声音	301
17.5 沿路径运动	303
第十八章 层次树与正向运动	307
18.1 不同类型的层次树	307
18.2 机械手的层次树	308
18.3 物体的连接	311
18.4 正向运动	315
18.5 乒乓问题	319
第十九章 使用反向运动	321
19.1 机械手的反向运动	321
19.2 反向运动动画	327
19.3 望远镜的模拟	329
19.4 活塞运动的模拟	332
19.5 终结器与优先值	335
第二十章 功能曲线和控制器	339
20.1 功能曲线	339
20.2 动画控制器	348
20.3 注视控制器	357
第二十一章 视频后期制作处理	363
21.1 静帧的合成	363
21.2 制作电影	374
21.3 与其它软件配合使用	384
附录 A 用户界面	387
附录 B 中英文对照	394

第一篇 3DS MAX 基础

计算机动画(Computer Animation),也叫电脑动画,是在常规动画的基础上,使用计算机图形技术而迅速发展起来的一门高新技术。它的出现不仅缩短了动画制作周期,而且产生了原有动画不能比拟的视觉效果。

第一章 计算机动画技术概述

计算机动画一般分为计算机辅助动画(即二维动画)与计算机生成动画(即三维动画)两类。本章在传统动画的基础上主要介绍三维动画的原理和方法。

由于本书是主要针对 3DS MAX 使用而编写的,所以在讲述原理和方法的同时不可避免地涉及该软件的一些概念和功能。

1.1 传统动画

1.1.1 动画的基本原理

1. 动画由来

动画的发明早于电影。第一个动画装置如图 1-1 所示。这是由一个英国人于 1820 年发明的。具体做法是利用一根绳子系在一个两侧都有画面的圆盘两缘,当圆盘绕绳子中心轴旋转时,可以同时看到融合在一起的两个画面。

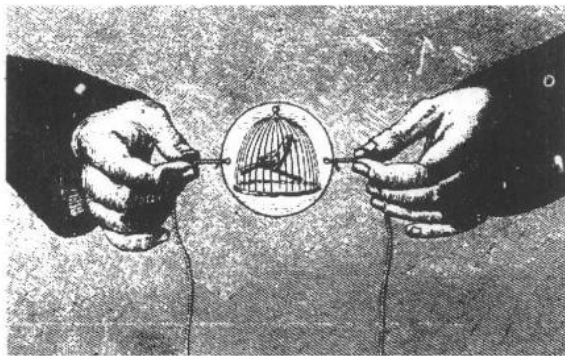


图 1-1 第一个动画装置

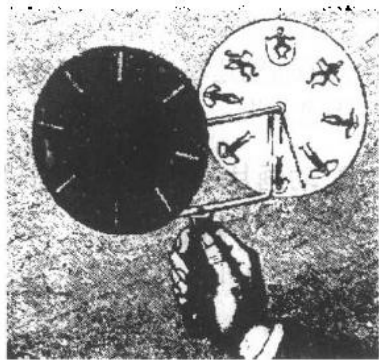


图 1-2 产生动画的设备

真正产生活动画面的第一个设备如图 1-2 所示。这个设备装有一个手把，用一根细轴从上部穿过，轴的两端各连着可以转动的轮子。一个轮子上面画着一个个的小画面，每一个画面就是一帧；另一个轮子上有许多狭缝。为了观察动画，观察者位于圆片的正面通过正在旋转轮子的狭缝进行观看。狭缝的作用原理如同后来发明的放映机的快门，观察一帧仅几分之一秒，而不是总是看到一帧画面。

电影动画卡通片最早出现于 1908 年。通过多年的革新，发展到使用透明的赛璐璐底片制作分层单元动画。后来，又把背景画与动画主体分开，在工艺上又明显地分为描线与上色两道主要工艺。

2. 动画的定义

动画在英文里是 Animation。世界上著名的动画艺术家英国人约翰·汉斯曾指出：“运动是动画的本质”。也有人说：“动画是运动的艺术”。总之运动与动画分不开。

下列两定义是公认的：

(1) 动画是一门通过连续多格的胶片拍摄一系列单个画面，从而产生运动视觉的技术，这种视觉是通过将胶片以一定的速率放映的形式而体现出来的。

(2) 动画是一种动态生成一系列相关画面的处理方法，每一帧与前一帧略有不同。

虽然这些定义很早就确定了，但到今天仍不失其正确性。不过，需要补充和修改的是：动画不单是记录在胶片上，而且还记录在磁带、磁盘、光盘等介质上；放映的方法不单使用灯光投影到屏幕上的方法，而且使用电视屏幕、图形显示器、投影仪等进行显示；动画中不单是实体在运动，而且颜色、纹理、灯光也可以不断改变。

3. 动画的原理

当我们在电影院里看电影或在家里看电视时，画面中人物的动作是流畅的、自然的和连续的。但当我们再仔细观看一段电影胶片时，看到的画面是一个一个相间排列的，只有以一定的速率投影在银幕上才产生运动的感觉。这种现象可以由视觉残留的原理来理解。

有一个实验表明，当两个相距一米远的小灯在黑暗的房间内，以 0.1 秒的时间交替点亮和熄灭时，观察者看到的是一个灯在两个位置之间跳来跳去，而看不到两个灯交替点亮和熄灭。这是由于一个灯点亮时在人的视觉中保留一段短暂的时间，可是还未消失时另一个灯又点亮，观察者在视觉上把这两个灯融合为一个灯，感觉到一个灯在跳动，这就是视觉残留的原理。大型文艺晚会的彩灯产生流水似的视觉效果也是利用了这一原理。

由于视觉残留的时间是短暂的，所以画面必须更新，也就是每秒显示的画面不可少于一定的数值。卡通动画的更新率一般为每秒 12 张，电影画面的更新率是每秒 24 格，而电视画面的传输速率为每秒 25 帧。低于上述数值，画面产生闪烁现象，这将对动画的欣赏产生不良效果。

1.1.2 动画片的传统生产方法

1. 动画片的生产过程

动画片的生产过程分为以下若干环节：

- (1) 剧本，动画片通常叙述一个故事，为了描述这个故事，需要拟定下列几个材料：即故事提要，文学剧本和分镜头剧本。分镜头剧本也叫做故事板。
- (2) 设计稿，对动画片中出现的各种角色的造型、动作、色彩、背景等作出设计，设

计者必须完成必要数量的手稿图工作。

- (3) 声音节拍, 即确定动作与对话、声音相配的一致性。
- (4) 关键帧, 这是那些位于动画系列中具有动作极限位置的重要画面, 通常由经验丰富的动画设计师完成。
- (5) 中间画, 它是那些位于两个关键帧之间的画面。通常由辅助的动画设计者及其助手完成。
- (6) 测试, 关键帧与中间画面的初稿通常是铅笔稿图, 为了初步测定动作的造型, 可将这些图输入动画测试台进行检测, 这一过程叫做铅笔稿测试。
- (7) 描线, 把铅笔稿图手工描在透明片上, 然后描线上墨。
- (8) 上色, 给各幅画面在透明片上涂上染料, 这个工作需要耐心和准确, 透明片要有良好的透明度。
- (9) 检查, 拍摄之前进行各种检查。
- (10) 拍摄, 这一工序在动画摄制台上完成, 动画摄影师把动画系列通过拍摄依次记录在胶片上。
- (11) 后期制作, 如编辑、剪接、对白、配音、字幕等。

2. 格、幅

动画片的最小长度单位是格。按每秒 24 格计算, 十分钟的动画片长度是 14400 格。在卡通片中, 常常两格拍摄同一幅画面(叫一拍二)或三格拍摄同一幅画面(叫一拍三)。这样, 同样长度的动画片所需的幅数减少为原来的 $1/2$ 或 $1/3$ 。但拍摄的总格数不变。

动画片中的每一幅画面通常由许多张透明片叠合而成的, 每一透明片上都有一些不同的动画对象或对象的不同动作部位。每一张透明片相当于 CAD 软件中的层的概念, 许多层合起来就成为一幅完整的画面。

3. 关键帧与中间画

关键帧往往表示动作的极限位置、一个角色的特征表达或其它重要内容。关键帧的选择与设计主要由经验丰富的动画师完成。图 1-3 表示了从故事板上选取的两个关键帧。

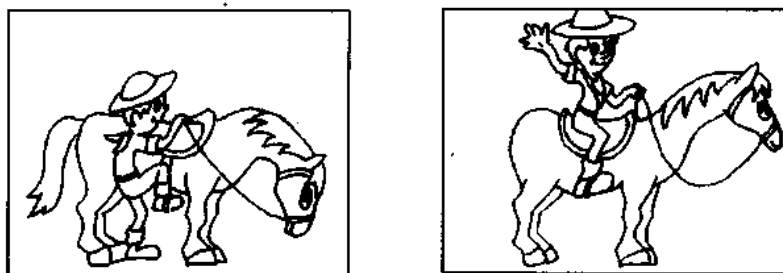


图 1-3 两个关键帧

从故事板上取下的关键帧一般动作间隔还偏大, 仍不容易画出中间的画面。为此, 在这些关键帧中还插入一些更详细的动作幅度更小的关键帧。图 1-4 所示是为图 1-3 中两个关键帧插入的更详细的关键帧, 它们也叫小原画。

一旦关键帧指定之后, 就可以画出中间画, 如图 1-5 所示。

顾名思义, 中间画就是位于关键帧之间的过渡画, 不止有一张, 可能有若干张, 有了它们, 动作就自然流畅了。大多数情况下, 画中间画是简单的、机械的、繁重的熟练工作。

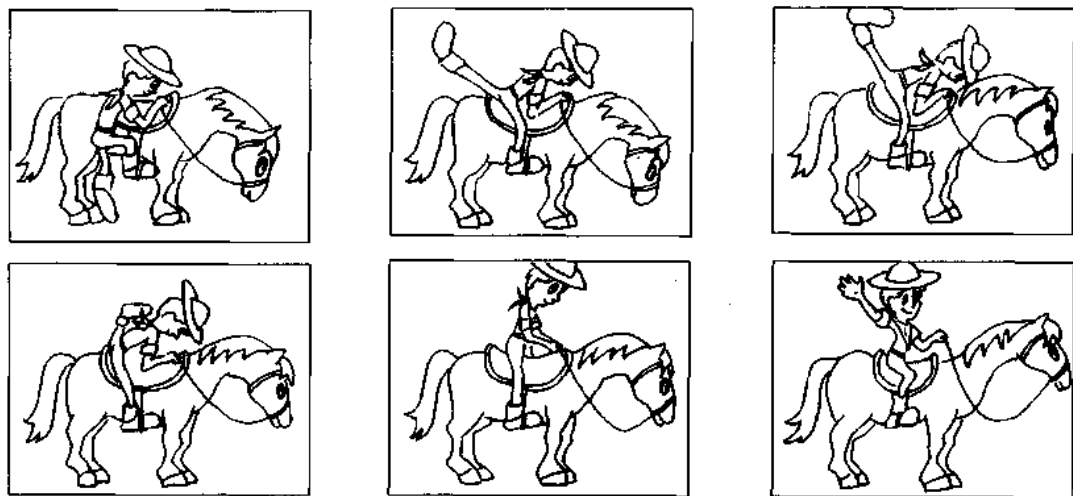


图 1-4 两个关键帧之前的小原画

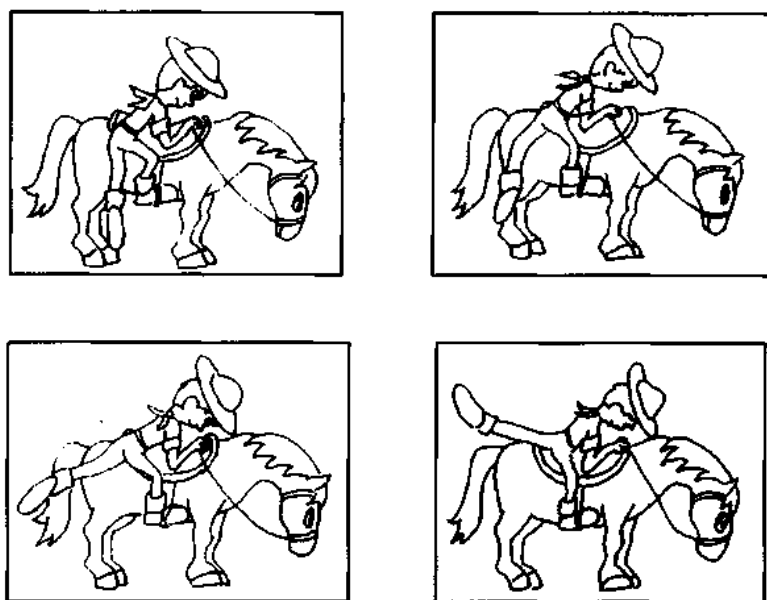


图 1-5 两个关键帧之间的四张中间画

1.2 计算机动画

计算机动画是使用计算机产生图像运动的技术。随着计算机图形技术的迅速发展, 计

算机在动画中的应用也不断扩大，计算机动画的内涵也在不断扩大。计算机动画发展到今天主要分为两个阶段（或分为两大类），这就是“二维动画”和“三维动画”。

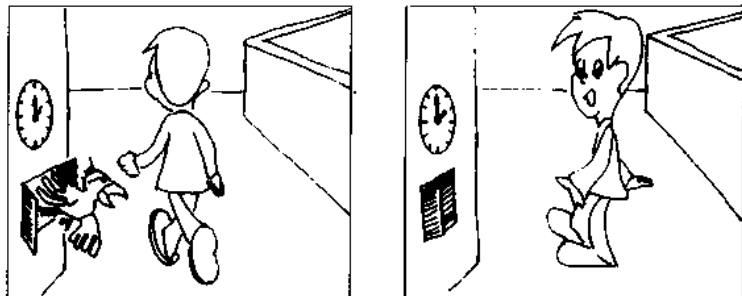


图 1-6 计算机无法生成中间画的两个关键帧

1.2.1 二维动画

在传统卡通动画中，很多重要劳动可以借助于计算机来完成。给出关键帧之间的插值规律，计算机就能进行中间画的计算。不过很多情况下比较困难。这就需要动画制作人员的人脑，帮助“电脑”进行计算。如图 1-6 所示的两个关键帧，若不给予帮助，计算机就无法生成中间画。在这两个关键帧中，隐含着很多的信息，不明显地提供这些信息，计算机就无法正确地计算以生成中间画。实际上，你希望计算机为你做点什么，首先应让计算机知道你的要求，这就是通常说的计算机辅助动画。

一个比较简捷可靠的办法是，将事先手工制作的全部画面逐帧输入计算机后，由计算机辅助完成描线上色的工作，然后用计算机控制完成胶片或录像带的记录工作。二维动画是对手工传统动画的一个改进，它与手工动画相比，有许多优越性。比如说容易上色、便于改动、管理方便等。但是，二维动画有它固有的缺点，这就是计算机只能起辅助作用，代替手工动画中一部分重复性强、劳动量大的那一部分工作，而代替不了最富于创造性的初始画面的生成工作。

二维动画的这些缺点，可以由三维动画来弥补。但二维动画的夸张、幽默以及表演手法多样性等特点，在某种程度上又弥补了三维动画的不足。二维动画这种艺术形式仍为广大观众尤其是广大青少年所喜爱。

1.2.2 三维动画

如果说二维动画对应于传统卡通动画的话，那么三维动画则对应于木偶动画。如同木偶动画中首先制作木偶、道具和景物一样，三维动画则首先创建角色、实物和景物的三维数据。接着，让这些角色和实物在三维空间里动起来。它们有的接近，有的远离；有的旋转，有的移动；有的变形，有的变色。再在电脑内部“架上”虚拟摄影机，调整好“镜头”，“打上”灯光，“贴上”材料，最后形成一系列栩栩如生的画面。

三维动画开创于本世纪 70 年代初期。而用三维动画技术产生的彩色逼真的动画片以后才逐渐多了起来，如好莱坞制作的“星球大战”、“特龙”等影片开始使用了电脑生成

的三维画面。近来的影片如“终结者（续集）”、“侏罗纪公园”、“勇敢者的游戏”、“龙卷风”、“玩具总动员”等都大量使用了三维动画的镜头。

三维动画系统是一个用于三维动画制作的由计算机硬件、软件组成的系统。它是在交互式计算机图形系统上配备相应的动画设备和动画软件而形成的。主机无疑是动画系统中最重要的部件，目前用作动画系统主机的仍是工作站和个人机两种。动画系统中的彩色图形显示器也是很重要的设备。评价显示器的性能有两个方面：分辨率和颜色种类。常常把这两个指标联写在一起，如 $768 \times 576 \times 256$ ，它表明显示器屏幕为 576 行，每行为 768 个像素点，能显示 256 种颜色。

除了一般图形系统常有的图形输入设备（如键盘、鼠标器、数字化仪或图形输入板、光笔、操纵杆、跟踪球）外，计算机三维动画系统还必须配备图形扫描仪等输入设备。计算机动画系统生成的动画系列必须输出到录像带或电影胶片上才能为广大观众所接受，为此还必须配备录像设备或胶片记录设备。

三维动画软件一般包括实物造型、运动控制、材质编辑、渲染着色和系列生成等五部分。同拍摄故事片需要物色演员、制作道具、选择外景类似，三维动画软件必须具有在计算机内部给这些虚拟演员（或叫做角色）、实物模型、周围环境进行造型的功能。用这些动画软件提供的运动控制功能，制作人员可以对控制对象（如角色、相机、灯光、颜色等）的动作在三维空间里进行有效的控制。利用材质编辑功能，操作人员可以对人物、实物、景物的表面性质及光学特性进行定义，从而在渲染着色过程中产生逼真的视觉效果。

1.2.3 逐帧动画与实时动画

根据实时特性，计算机动画还可分为实时动画和逐帧动画两种。电子游戏机的运动画面是一种实时动画。在操作游戏机时，人与机器之间的作用是完全实时的、快速的。实时动画一般不必记录在介质上，观看时可在显示器上直接实时显示出来。实时动画中，计算机对输入的数据进行快速处理，并在人们觉察不到的时间内将结果随即显示出来。这种响应时间约在 0.02 秒到 0.1 秒之间。实时动画的响应时间与许多因素有关，例如主机的速度，图形运算速度，场景的复杂程度，生成图像的大小等等。实时的、高分辨率的、高质量的三维动画将是明天的事。

虽然实时高质量的动画目前还达不到，但还是有一些办法和措施可达到实时动画的效果。例如可用降低分辨率、降低画面的逼真度来获得一定的实时效果。在屏幕上比较小的一个区域内实时显示不太复杂的动画还是做得到的，也可以事先将生成好的动画系列存储在磁盘介质上，然后在回播时也能达到实时显示的效果。

目前，三维动画一般采取逐帧生成画面的方法，有时生成一帧要几分钟、十几分钟乃至更长一点时间。制作者要求有一定的经验，因为任何非实时显示的画面给人们的节奏感将与实际播放时的感觉是迥然不同的。由于错觉而产生意料不到的视觉效果，只好回过头来重新调整时间分配和节奏变化，以获得满意的效果。

1.3 计算机图形学与动画

计算机图形学是一门研究如何利用计算机进行图形处理的学科，它的一个重要应用领

域是计算机动画。了解计算机图形学的基础知识对于学习计算机动画是十分重要的。

1.3.1 图形和图像

什么是图形,什么是图像,什么是图形处理,什么是图像处理,人们各自有不同的看法。为什么计算机图形技术的发展,尤其是计算机动画的发展,使图形和图像混淆起来呢,很多人对此又迷惑不解。

我们可以用画面两字来代替图形和图像。过去人们认为图形就是几何上使用的可以用数字方程描述的平面图,而图像是指实际拍摄、卫星遥感获得的图或印刷出来的画面等,图形处理是利用计算机将这些数据转换为图形并且显示出来,而图像处理则是利用计算机对图像进行变换、增强、滤波、细化、抽取特征等处理。原来计算机图形学与图像处理属于不同的领域,而现在可以完全处在同一个计算机环境下。利用计算机完全能够在光栅图形显示器上产生高度逼真的彩色立体图形,与实际拍摄的几乎没有差别。因而图形与图像两者的区别变得模糊了。

图形和图像的区别在于图片具体是计算机生成的还是实拍的以外,其区别还在于,图形一般是由矢量表示的文件生成的,而图像则是由点阵表示的文件生成的。图形图像可以相互转化。图形在光栅显示器上产生点阵图像,而图像则通过处理可以变为矢量表示的图形形式。

图像是由排成矩形点阵的像素组成的。记录图像的图形文件必须同时记录下各像素在点阵中的位置及像素的颜色值。由于我们按一定的顺序记录像素点,因此省去了位置而只记录其颜色值。图形文件的文件头通常记录有关图像整体的信息,如图像的尺寸、记录的长度、调色板等。文件头之后是图像的数据流。因此图形文件是文件头加数据流。

图形文件的格式随着图像的各种信息取舍与记录次序不同而异。有各种格式的图形文件,用于静态画面的有 TIFF、GIF、TGA、JPEG 等格式,用于活动图像的有 FLC、FLI、AVI、MPEG 等格式。记住你所用的动画系统使用的图形文件格式及其相互之间的转换,那是很有用的。

图形和图像之间有时也没有多大区别。例如图形扫描仪和图像扫描仪实际是指的同一设备,图形文件格式与图像文件格式讨论的内容也无差异。动画工作者感兴趣的是动画画面,究竟这些画面是图形还是图像那是没有多大关系的。

1.3.2 颜色模型

1. 光与颜色

在光的照射下,人们通过视觉器官感知周围物体的存在,每个物体在人们的视觉中反应出不同的颜色。如果你在伸手不见五指的夜晚,那么在你眼前是一片漆黑,什么也看不到。

光是什么?光是电磁辐射中人眼可以觉察到的那一部分。白色的太阳光是由各种波长的光混合而成的,这个事实可以用以下实验说明:阳光通过一个三棱镜后会变成红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七色光带。

我们看到一个物体是白色的,是因为这个物体的表面能把各种光都反射出来。如果我们在白天看到一个物体呈黑色,那是因为这个物体把所有的光都吸收了。颜色是人眼的一