

动画原理

ANIMATION PRINCIPLES

高等院校设计学精品课程规划教材

何 凡 主编

动画原理

ANIMATION PRINCIPLES

高等院校设计学精品课程规划教材

主 编：何 凡

副主编：周安涛
袁 梦
许文俊
张学衡
白 琼



江苏凤凰美术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

动画原理 / 何凡主编. — 南京: 江苏凤凰美术出版社,

2015.6

ISBN 978-7-5344-9143-6

I. ①动… II. ①何… III. ①动画—技法 (美术)

IV. ①J218.7

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第108583号

责任编辑 方立松

韩 冰

装帧设计 曲闵民

责任监印 朱晓燕

出版发行 凤凰出版传媒股份有限公司

江苏凤凰美术出版社 (南京市中央路165号 邮编: 210009)

出版社网址 <http://www.jsmscbs.com.cn>

经 销 凤凰出版传媒股份有限公司

制 版 江苏凤凰制版有限公司

印 刷 南京玉河印刷厂

开 本 787 mm × 1092 mm 1/16

印 张 9.375

版 次 2015年6月第1版 2015年6月第1次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5344-9143-6

定 价 38.00元

营销部电话 025-68155677 68155670 营销部地址 南京市中央路165号
江苏凤凰美术出版社图书凡印装错误可向承印厂调换

概述

《动画原理》包含了三大基本内容，即动画的视觉原理、动画的运动原理和动画的表现原理。这三大基本原理无论是对于手绘动画还是电脑动画，都具有非常重要的指导意义。因此，《动画原理》是动画专业的一门重要的基础课。在专业理论的前导课程《动画概论》中，我们对动画的一些基本概念进行了学习。但是由于没有制作作业的配合，我们的认识还仅仅停留在对一般概念的认识层面上。动画是一门强调实践能力的学科，动画理论也是在经验事实的基础上总结构建起来的，因此，在动画理论的学习过程中要配合大量的案例教学来加深认识。这些案例凝结着前人的宝贵经验和智慧，能使我们在今后的制作实践中少走弯路、少犯错误。

动画是一门视觉艺术，并且是一种动态的视觉艺术。动画的视觉原理一方面是从动态视觉规律出发，对动画现象和动画规律进行分析、总结，并应用视觉规律对动画进行创作；另一方面也从视觉原理出发，来探讨动画的技术手段或设备对动画现象和动画规律的影响。

动体为何而动以及如何动，这是动画创作中的两大基本命题。动画的运动原理要解答的是为何而动的问题。对于无生命的物体而言，其运动是受到了外力的作用，因此，首先要正确地理解力的作用以及物体的受力状态。这是运动的基本逻辑，也是情节发生的基础。而

对于有生命的物体而言，为何而动是由行为动机和本能来决定的，体现出角色的内心情感、性格特征以及心理活动，这是剧作的核心也是重要的表演依据。

动画的表现原理要回答的是如何动的问题。动画是一种假定性的艺术，因此，动画的运动不是对现实运动进行再现或摹仿，而是通过提炼、组织、美化等艺术处理来表现运动或对运动创美，从而构成动画特有的艺术形式、表现语言和审美特征。在这方面贡献最大的是美国迪斯尼动画公司，其总结出的12金牌定律一直是动画学习的经典教程。

动画具有独特的审美和艺术表现力，这种属性是由动画原理决定的。动画是一种充满想象力的艺术。动画的表现超越了自然，但它却以令人信服的方式运动着。动画角色虽然是无生命的，但却呈现着旺盛的生命力。在动画虚幻的世界中，却凝结着人的情感。动画形象独特的趣味性、表演性、艺术性，影响着一代又一代的人们。动画的神奇魅力一方面来自于动画师生动的绘画造型，另一方面来自于动画师对动画原理的正确运用。二者缺一不可，共同筑起了动画这座艺术大厦。动画理论在与时俱进，不断地发展。动画的表现形式千变万化、推陈出新。动画的设计与制作也在不断地试错、反复修正的过程中探索着最佳解决方案。因此，我们对于动画原理的学习，不是仅仅学会套用基本原理，而是在掌握其基本原理的基础上，努力对动画的表现语言进行创新。更为重要的是，通过对动画原理的学习，建立

起动画思维，提高审美意识。作为动画师要具有良好的综合素质，就必须努力学习各种知识来充实自己。动画的设计不仅需要夸张处理来集中体现动体的运动速度变化、节奏感及形式特征，而且需要在突出角色的行为特征、强调角色的性格特点上，学习表演知识、懂得表演规律、融入表演技巧。这样，才能设计出具有鲜明艺术个性的动画作品来。因此，在某种程度上讲，动画师的基本功、人文素养和艺术修为决定了一部作品的优劣程度。

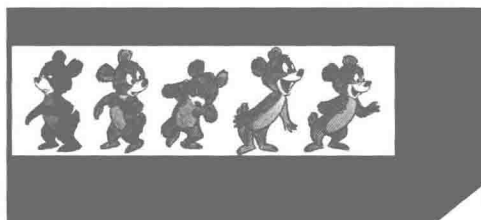
最后，以二维手绘动画为例全面介绍动画的制作流程和基本制作方法。现代手绘动画制作与电脑结合得越来越紧密，因此，在教学过程中我们也与电脑应用技术结合，为大家介绍电脑基本制作知识。

《动画原理》这门课程的讲解要通过大量的制作案例来进行，其中以动态表现的实例居多。三个原理相互关联，特别是在具体的案例教学中很难将它们独立分开。因此，在理清基本概念的基础上，为了给大家创造一个良好的学习条件，本书制作了大量的视频演示资料。大家可以登录江苏凤凰美术出版社官网（www.jsmscbs.com.cn）下载观摩。

作为动画的基本原理，任何形式的动画都离不开它。与手绘动画相比，二维电脑动画、三维电脑动画只是制作工具不同，其核心都是对动画原理的应用。因此，大家要重视对动画原理的学习。

编 者

2015年3月



概述

第1章 ■ 动画的视觉原理

1.1 基本视觉原理 2

1.1.1. 人眼的视觉暂留 4

1.1.2. 三个时间区域的分析 6

1.2 拍摄规律 7

1.2.1. 拍摄方式 7

1.2.2. 拍摄方式的选择 9

1.3 动画的基本概念 9

1.3.1. 动画画面 10

1.3.2. 关键帧与中间画 11

1.3.3. 动画——小原画连接与插帧连接 12

1.3.4. 表演与镜头表现 15

课后训练 18

拓展阅读 18

第2章 ■ 动画的运动原理

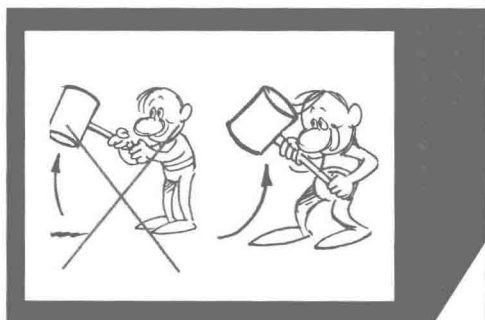
2.1 动画的基本要素 20

2.1.1. 动画时间 21

2.1.2. 动画距离 22

2.1.3. 动画表现速度 23

2.1.4 动画三要素的关系 24



2.2 运动表现 25

2.2.1. 动画速度调整 25

2.2.2. 运动节奏 26

2.2.3. 运动关系的相对性 29

2.3 停格规律 31

2.3.1. 停格的意义 31

2.3.2. 动作中的停顿 32

2.3.3. 缓冲动作的停格 33

课后训练 34

拓展阅读 34

第3章 ■ 力的作用与表现

3.1 力的作用 36

3.1.1. 力的三要素 37

3.1.2. 力的形式 39

3.1.3. 作用力与反作用力 43

3.2 力的表现 44

3.2.1. 力的作用表现 44

3.2.2. 力的传递表现 45

3.2.3. 发力感表现 49

课后训练 52

拓展阅读 52



第4章 ■ 动画的基本运动形式与表现

4.1 曲线运动 54

4.1.1. 弧形曲线运动 55

4.1.2. 波形曲线运动 56

4.1.3. S形曲线运动 57

4.2 弹性运动 60

4.2.1. 弹跳运动 61

4.2.2. 振颤运动 62

4.3 惯性运动 63

4.3.1. 动作缓冲 63

4.3.2. 惯性的表现 64

4.4 循环运动 65

4.4.1. 往复运动 65

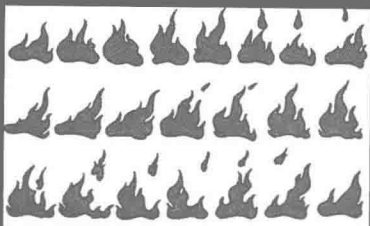
4.4.2. 旋转运动 66

4.4.3. 循环动作 67

案例点评 70

课后训练 70

拓展阅读 70



第5章 ■ 运动变形与运动夸张

5.1 运动变形的特点 72

5.1.1. 变形动画 73

5.1.2. 表情动画 74

5.1.3. 口型动画 77



5.1.4. 挤压与拉伸 80

5.2 运动夸张技巧 83

5.2.1. 运动夸张 84

5.2.2. 弧形运动 87

5.2.3. 时间分配 88

课后训练 89

拓展阅读 89

第6章 ■ 动画的基本表现原理

6.1 运动表现原理 92

6.1.1. 运动跟随和动作交搭 93

6.1.2. 运动空间感的表现 99

6.1.3. 视觉表现力 100

6.2 动作表现规律 103

6.2.1. 动作预期 103

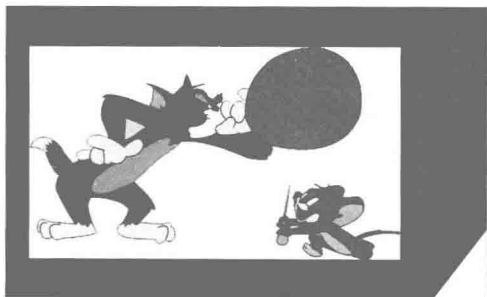
6.2.2. 二级动作 105

6.2.3. 慢进与慢出 107

案例点评 109

课后训练 109

拓展阅读 109



第7章 ■ 动作表现与动作设计

7.1 动作表现 112

7.1.1. 动作类型 113

7.1.2. 动作表情 114

7.1.3. 动作的强调 114

7.2 动作设计 114

7.2.1. 动作设计步骤 115

7.2.2. 动作设计要点 116

7.3 动作设计流程 117

7.3.1. 动作分析 117

7.3.2. 制作原画 117

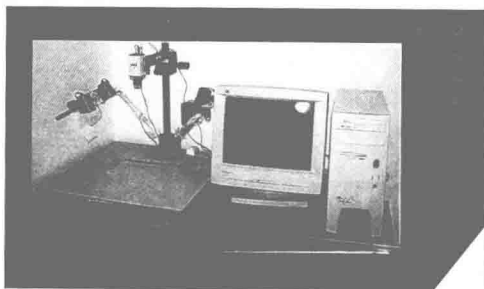
7.3.3. 时间分配 117

7.3.4. 动画连接 118

案例点评 119

课后训练 119

拓展阅读 119



第8章 ■ 手绘动画的制作流程

8.1 画面的构成 122

8.1.1. 镜头表现 122

8.1.2. 镜头画面的构成要素 124

8.1.3. 动体的制作 125

8.1.4. 场景的制作 125

8.2 手绘动画的制作流程 126

8.2.1. 动画前期制作 127

8.2.2. 动画中期制作 127

8.2.3. 动画后期制作 128

8.3 动检仪的使用 128

8.3.1. 动检仪的作用 129

8.3.2. 转换输出格式 129

8.4 中期制作环节中的重要操作 129

8.4.1. 分层制作 130

8.4.2. 逐帧合成 131

8.5 填写摄影表 131

8.5.1. 摄影表的作用 132

8.5.2. 摄影表的读识 132

8.5.3. 摄影表填写实例 133

课后训练 136

拓展阅读 136

参考文献

第1章 动画的视觉原理

■ 学习目标

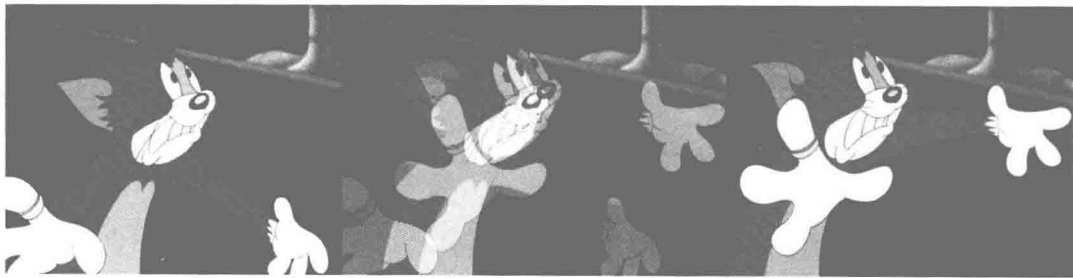
1. 掌握动画的基本视觉规律。
2. 理解动画画面的构成要素。

■ 重难点

1. 理解与掌握动画的三个播放速度是本章学习的重点。
2. 建立起镜头的基本观念并具备对镜头的判断能力是本章学习的难点。

■ 训练要求

1. 通过拉片训练建立起对镜头的划分能力。
2. 通过拉片训练培养对动画画面构成要素的判断能力。



动画的视觉原理是动画制作的基础,正确地运用视觉原理是动画设计、制作的前提和保证。如果违反了基本的视觉原理,就不能正确地表现动画的运动特征,或者不能保证观看的清晰度。因此,动画的视觉规律是动画制作的先决条件。

我们看到的动画片中的活动形象,不像其他影片那样用胶片直接拍摄客观物体的运动,而是动画师通过对客观物体运动的观察、分析、研究,用动画片的表现手法一张张地画出来,然后一格格地拍出来连续放映,使之在银幕上活动起来的。因此,动画片表现物体的运动是一种由静态画面转为动态表现的过程,其中的关键所在就是这种转换规律,也就是动画的视觉原理。

动画是由许多帧静止的画面组成,并且以一定的速度连续播放的。我们在银幕上看到的影像,是由于人眼的视觉暂留现象而产生错觉,误以为看到了活动的物体。为了得到高质量的活动画面,就要求每个画面之间都要有细微的改变,而这种改变是严格按照运动次序来确定的。因此,在动画画面的绘制过程中要严格按照运动次序来制作。在播放这些画面的时候还要求有一定的播放速度,这样才能满足人眼视觉暂留的要求,这个条件是靠播放设备来保证的。因此,动画的发展是在视觉原理的基础上,由绘制水平的提高与设备的进步来共同推动的。在视觉原理的基础之上,通过表现方法的创新又出现了粘土、模型、纸偶、木偶等“偶动画”。

动画的最初形态是简单的手绘画面,经拍摄成像后按照一定的速度播放。

动画最初的功能也仅仅是一种娱乐游戏。电影艺术的成熟带动了动画的发展,拷贝台的使用特别是定位钉的使用提高了动画绘制的效率和质量。赛洛洛透明基材的发明使得动画可以方便地将动体与场景分开绘制并且合成拍摄,使动画可以制作更为复杂的画面,其表现内容和表现力大大增强。这样,传统动画的制作流程得以确定,动画进入了大规模工业化生产的时代。同时,动画告别了最初的娱乐形式,进入了动画电影艺术的探索时期。随着动画电影技术与艺术的发展,商业性动画片的时代开始了。20世纪末,电脑技术的突飞猛进给动画又一次插上了翅膀,动画数码化时代的到来,使传统动画的制作手段被现代的扫描仪、手写板或者电脑技术取代。但是传统动画的制作原理却一直沿用至今,因此,对这些基本原理的学习是我们掌握动画技术的基础,也是动画艺术创新的起点。

1.1 基本视觉原理

动画电影是发端于一种叫“魔术画片”的游戏。这种游戏使用两张叠在一起的画面经过高速翻转后,在观看者的眼中产生了影像组合,进而表演出小鸟入笼、秃头长发、战马备鞍等有趣的组合影像,如图1-1所示。这就是动画的最初雏形,它包含着两个要素:一是画面关系,二是翻转速度。这种视觉现象引起了科学家的关注,经过对其形成机理的研究与探索,人们发现了视觉暂留原理。而技术发明家对它的关注,使这种游戏装置逐渐器械化、设备化。1834年发明了迴转式画筒

(西洋镜), 如图1-2所示。随后又出现了幻透镜, 这种器械使画面数量增加了, 并且能够被更换, 动画的动态效果以及表现内容更加丰富, 如图1-3所示。此时出现了专门绘制画面的画师(最早的动画师)。但是迴转式画筒只能供一人观看, 并且局限于一个循环动作的表现。1892年幻灯机出现, 与迴转画盘结合诞生了实用镜, 如图1-4所示。这种设备解决了单人观看的问题, 是屏幕动画的前身。随后, 照相术的成熟对画面的处理产生了变革性作用, 动画电影不再使用手工绘制的画面而采用实拍的照片, 出现了最早的实拍电影。随着人们对实拍影像热情的高涨, 比

实拍电影出现早得多的动画片受到了冷落, 动画电影逐渐让位于实拍电影。实拍电影的出现也使电影的生产出现了拍摄与放映两大制作环节。氯化银溶液的发明使照相曝光时间大大缩短, 连续的动态拍摄成为可能。随着胶片基材赛洛洛的出现(如图1-5所示)以及连续摄影机的发明, 解决了动态连续拍摄的技术问题。加之放映设备的改进(如图1-6所示)以及播放速度的定制, 电影制作技术逐渐走向成熟, 以至于电影的放映脱离了电影的制作系统, 成为一个独立的展示环节, 而电影的制作则更侧重于对艺术创作质量的追求。

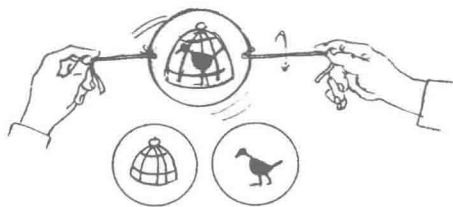


图1-1 魔术画片



图1-2 迴转式画筒



图1-3 幻透镜

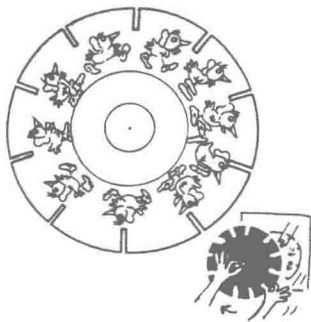


图1-4 实用镜



图1-5 电影胶片

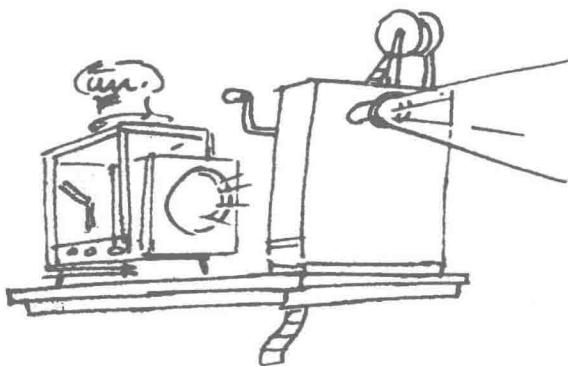


图1-6 连续放映机

随着实拍电影制作技术的日臻完善,动画制作也得到了长足的发展。设备的不断完善与发展,使动画的制作逐渐形成了流程作业。实拍电影制作技术的成熟也大大拓宽了动画的表现形式,出现了剪纸动画、折纸动画、布艺动画、黏土动画、装置动画等“偶动画”。随着电脑时代的到来,传统手绘动画又与电脑、数码相机、扫描仪、压感笔等现代化设备结合,淘汰了赛洛洛动画基材。利用电脑来分层、着色、合成,并可以与大量的电脑特效合成,大大提高了手绘动画的制作质量和生产效率,使传统手绘动画发展成为今天的现代手绘动画。

1.1.1. 人眼的视觉暂留

动画的视觉规律首先由人眼的生理特点所决定。人眼在观察景物时,光经过

瞳孔和晶体在视网膜上产生了成像效应,视网膜上的神经细胞将成像信号再传入人的大脑神经,人们就看到了视觉影像。当光的作用结束后,视觉影像并不会立即消失,而仍保留一段短暂的时间,这种残留的视觉影像被称为“后像”。视觉的这一现象则被称为“视觉暂留”。这是由视神经的反应速度所造成的,比利时科学家J.A.普拉托于1829年奠定了这一理论。经许多科学家研究证实,视觉暂留时间约为0.033秒到0.2秒。对于不同频率的光以及对视神经刺激程度的不同,视觉暂留时间稍有变化,并且因人而异,人眼的视觉暂留时间也略有差别。

综合考虑电影设备的技术指标及人眼视觉暂留时间的差别,1932年电影放映机的播放速度被统一定制为每秒钟24格(实拍摄影机的拍摄速度也是24格/s)。按这

样的播放速度来计算,每帧画面的停留时间应该为 0.042s ,这个时间小于人眼的视觉暂留时间。根据视觉暂留原理,如果这些画面是按照动作次序排列的,我们就能看到连续、流畅的动态影像。在这样的成像条件下,实拍电影不仅表现出了动态效果,而且具有了真实感。比如我们在电影或电视中看到的体育比赛基本上与我们实际看到的情况一样。电影放映机的播放速度定制的另一意义在于:播放影片时每幅画面之间都有一个黑色的隔条,如图1-5所示,虽然是转动播放,但是在这样的播放速度下,我们是看不到这个黑色隔条的。这是由于黑色隔条的停留时间远远小于视觉暂留时间,就像我们看高速旋转的自行车辐条一样,因此,它不对我们的眼睛产生影像。这样,电影放映机的播放速度便被固定了下来。

由于电影机播放速度的定制,动画电影也要与实拍电影统一,因此动画电影的播放速度也是 24格/s 。动画就是利用人眼的视觉暂留原理将静态的序列画面变成连续、流畅的动态影像。具体地讲,动画的制作方法就是将绘制好的画面依次拍摄到感光胶片上,然后由电影放映机播放,如图1-7所示。电影放映机的播放速度是 24格/s ,也就是说第一帧画面在人眼中还没有消失,第二帧画面已经进入人的视野了。这样,静态的两个连续画面与人眼的视觉暂留融合在一起,就形成连续、流畅的动态图像了。这就是动画产生视觉动感的基本过程,它必须要满足两个基本条件:(1)画面的播放速度要满足视觉暂留的要求;(2)画面的排列次序要符合物象的运动时序。这样,眼睛观看到的虽

然是一幅幅静止的画面,并未看到形像的活动,但是画面的次序将所画物体的运动时序逐一呈现,让人依次看到,由于画面的更新时间小于视觉暂留,这样便在观看者大脑中产生了动的景象。经过大脑的联想产生了运动幻觉,这是大脑对生活经验中积累的物体运动印象的条件反射。

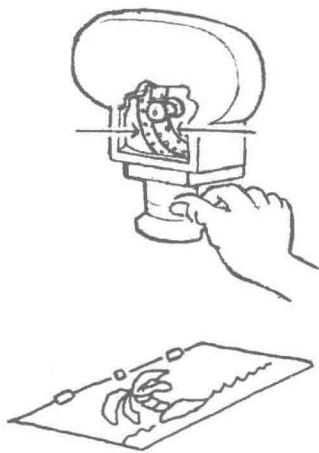


图1-7 拍摄画面

然而,动画片不同于实拍电影,是一种假定艺术,因此,真实感不是动画片的主要表现目的。虽然电影放映机的播放速度是固定的,但是对于动画来说,可以通过不同的拍摄方法来调整播放速度。对于手绘动画有三种拍摄方法:

(1)一拍一就是将24张不同造型的次序画面按每一张画面拍摄一格的方法来拍摄。用每秒24格的速度来播放,每幅画面的停留时间为 0.042s 。

(2)一拍二则是将12张不同造型的次序画面按每一张画面拍摄两格的方法来拍摄。用每秒24格的速度来播放,每幅画