

安徽省高等学校“十一五”省级规划教材

21 世纪高等院校
美术专业新大纲教材

**21 SHI JI GAO DENG YUAN
XIAO MEI SHU ZHUAN YE
XIN DA GANG JIAO CAI**

编著 / 吴 振 王 雷

ARTIME 时代出版传媒股份有限公司
安徽美术出版社

动

画

运动 规律



21SHIJI
GAODENG
YUANXIAO
MEISHU
ZHUANYE
XINDAGANG
JIAOCAI

安徽省高等学校“十一五”省级规划教材
21世纪高等院校美术专业新大纲教材

动画运动规律

编著 吴振 王雷

DONGHUA
YUNDONG
GUILÜ



APCTIME

时代出版传媒股份有限公司
安徽美术出版社

安徽省高等学校“十一五”省级规划教材
21世纪高等院校美术专业新大纲教材编委会
(设计类)

主 任 牛 昕 巫 俊
副 主 任 武忠平 曾昭勇 黄 凯
委 员 (按姓氏笔画顺序排列)

王 峡	王玉红	冯 文
田恒权	刘 临	刘明来
刘晓雯	李龙生	李华旭
李四保	李永春	孙晓玲
邢 瑜	余 江	汪 耘
何健波	季益武	周宏生
易 忠	孟卫东	张 彪
张正保	张明明	杨自龙
杨晓军	杨晓芳	贾 否
钱 涛	徐 超	黄匡宪
黄朝晖	黄德俊	董可木
鲁 榕	谢涨涛	
策 划 郑 可	武忠平	

本册主编 贾 否
编 著 吴 振 王 雷
责任编辑 赵启芳 秦 超
装帧设计 武忠平 徐 伟

图书在版编目(CIP)数据

动画运动规律 / 吴振、王雷编著. —合肥:
安徽美术出版社, 2008. 10
21世纪高等院校美术专业新大纲教材
ISBN 978-7-5398-1792-7

I. 动… II. ①吴…②王… III. 动画—技法
(美术)—高等学校—教材 IV. J218.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第
026709号

安徽省高等学校“十一五”省级规划教材
21世纪高等院校美术专业新大纲教材

动画运动规律

编著: 吴振 王雷

安徽美术出版社出版

(合肥市政务文化新区圣泉路1118号

出版传媒广场14F 邮编: 230071)

安徽美术出版社网址: <http://www.ahmscbs.com>

全国新华书店经销

合肥市宏基印刷有限公司印刷

开本: 889 × 1194 1/16 印张: 6.5

2009年4月第1版

2009年4月第1次印刷

ISBN 978-7-5398-1792-7 定价: 40.00元

发现印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

敬告: 鉴于本书选用作品的部分作者地址不详, 无法支付稿酬, 敬请作者见书后与该部门联系: 合肥市跃进路1号 安徽省版权局 中国著作权使用报酬收转中心 安徽办事处

序

发展高等院校的人文学科教育，加快高等艺术教育的发展，这是推进素质教育、调整和改进高等教育的专业结构、促进高教事业发展的需要，也是促进高校学生的全面发展的需要。随着党中央国务院关于推进素质教育决定的实施，各地高等院校重视人文学科教育、重视艺术教育的风气正在形成。目前，全省已有30余所高校开设了美术、艺术设计等专业，还有若干民办高校已经或正在筹备开办这些专业，没有开办这些专业的高校，也大都建立了艺术教育中心或艺术教育教研室，对其他专业的在校学生进行人文和艺术教育。全省高等院校的艺术教育呈现出蓬勃发展的局面，形势非常喜人。

高等院校的艺术教育是推进素质教育的重要形式，也是提高当代大学生人文素养的重要手段。我们的高校毕业生不仅要有自己的专业知识和技能，要有良好的道德品质，而且要有一定的艺术和审美的素养，要有能够欣赏音乐的耳朵和感受形式美的眼睛，要有一定的艺术表现和创造能力，这才能真正成为全面发展的人，才能适应当今社会发展的需要，从而为社会多作贡献。

在高等院校进行艺术教育，不仅要抓好普通专业的大学生艺术教育，而且要办好艺术教育的专业。要通过加强学科建设，使我们已经或正在筹备开办的美术、艺术设计或其他专业的教育水平和教学质量得到提高，从而使质量水平的提高与总体上量的扩张同步发展。这就需要加强艺术教育的科研力量，促进学术交流，重视师资培训，抓好教材建设。其中，编写出版和推广使用高校通用的艺术教育专业教材，是提高艺术教育的水平和质量，加强学科建设的重要环节。

编写高等院校通用的艺术教育专业教材，是艺术教育的基础性工作，因而是一件大事。古人把著书立说视作“经国之大业，不朽之盛事”，这是很有道理的。为了做好这项工作，一要认真研究和把握教育部近年来颁发的有关学科的教学大纲和课程标准，在充分体现规范和标准要求的前提下，编出高校使用的教材，实现“一纲多本”；二是要切实面向教学实际，准确把握高校艺术教育专业相关学科的实际

状况，使编出的教材既能真正符合高校教学工作的实际需要，又能体现新的艺术教育科研成果和专业特色。只有在质量有保证，内容有特色，老师易教，学生易学的前提下，教材才能真正在高校推广开来。

由安徽美术出版社组织编写的这套教材，集中了全省以及外省、市有关高校一批专家学者、资深教师和艺术家的集体智慧，吸取了艺术教育科研工作的最新成果，也基本符合教育部颁发的教学大纲的基本精神和我国高校艺术教育的实际，适合各校艺术教育专业教学使用。这些专家呕心沥血，数易其稿，终成鸿篇，可喜可贺。我向同志们表示衷心的感谢。感谢他们为高等院校的艺术教育提供了优秀的通用教材，为高等艺术教育的学科建设奠定了坚实的基础，为进一步调整和改进高等艺术教育的专业结构提供了重要的条件。

当然，教材的建设和学科的发展一样，都不是一蹴而就的，而是需要一个过程，需要坚持数年的努力奋斗。目前推出的这套艺术教育类教材，包括美术教育和艺术设计两大类，与各地院校的专业设置是相配套的，在各高等院校推广使用过程中，肯定还需要不断吸收科研和教学的新成果，需要不断的修改和完善，使这套教材也能与时俱进，逐步成熟。我们设想，经过若干年的努力，一套更加完善成熟的艺术教育类高校教材必将形成，高等艺术教育学科建设也将得到进一步发展。

这套高等院校艺术教育教材已经编写完成，付梓在即，组织者、编写者和出版者要我说几句话，我乐见其成，写了自己的一些看法，和同志们交流。是为序。

徐根应

2006年12月



目录

概 述	1
-----------	---

第一节 动画的起源与特点	1
--------------------	---

第二节 动画运动的基本概念	2
---------------------	---

第一章 动画运动的原理	9
-------------------	---

第一节 动画运动原理概述	9
--------------------	---

第二节 压缩与拉伸	10
-----------------	----

第三节 预备动作	11
----------------	----

第四节 动作调度	13
----------------	----

第五节 顺序动画与原画	17
-------------------	----

第六节 追随动作与交搭动作	18
---------------------	----

第七节 慢入与慢出	19
-----------------	----

第八节 动作弧线	20
----------------	----

第九节 次要动作	20
----------------	----

第十节 时间掌握	22
----------------	----

第十一节 夸张	25
---------------	----

第十二节 立体造型	28
-----------------	----

第十三节 吸引力	28
----------------	----

第二章 人的对话和表情	34
-------------------	----

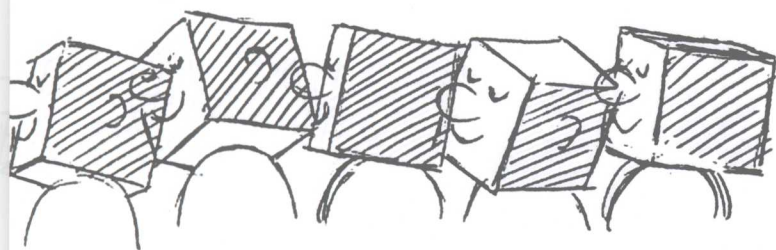
第一节 对白	34
--------------	----

第二节 表情	39
--------------	----

第三节 动画中的表演	42
------------------	----



第三章 人的基本动作	4 4
第一节 人的行走	4 4
第二节 人的跑步和跳跃	5 0
第三节 设计角色运动的练习方法	5 2
第四章 运动规律的应用——原画、动画的制作	6 4
第一节 原画设计	6 4
第二节 加动画	7 1
第五章 动物的运动	7 7
第一节 动物的运动概述	7 7
第二节 动物和人体的对照分析	7 8
第三节 四足动物的动作分析	8 0
第四节 鸟类的动作分析	8 1
第六章 动画中自然现象的运动规律	8 3
第一节 动画中自然现象的作用	8 3
第二节 动画中自然现象的运动规律	8 3
第七章 动画中超自然现象的运动规律	8 9
第一节 仙女飞行特效简介	8 9
第二节 仙女飞行特效的制作	8 9
第三节 电脑特效制作实例	9 3
参考文献	9 7
后记	9 8



人类自诞生起,就试图通过表现运动中凝结的一刻来表现“运动”。当人们发现人类视觉具有将运动片断融合起来这一功能后,电影动画也就随之孕育而生了,其中动画通过对时间、空间的完全掌控,为人类表现想像的世界提供了最大限度的可能性。(图1至图3)

动画中表现物体的运动,既以客观物体的运动规律为基础,又有它自身的特点,绝不是对现实生活的简单模仿。研究动画的运动,首先要弄清时间、空间、速度的概念及彼此间的相互关系,从而掌握规律,处理好动画片中动作的节奏。

第一节

动画的起源与特点

动画一词在英文中是“animation”,源自拉丁语“anima”,是“灵魂”的意思。动词“animate”则指“赋予生命”。早在17世纪,animate就出现在通行的词典中,原意是泛指经过某种技术手段的处理(例如影片的放映),把一些无生命的东西变成“有生命”的活动的东西。

人类自诞生之初,就不断表现他们周围的世界。在早期的艺术作品中,从古代洞窟壁画上的狩猎素描,到高度提炼的希腊雕塑,人类都试图通过

表现运动中瞬间的画面来表达“运动”。

公元前16世纪,埃及法老拉美西斯二世为女神Isis修建了一座神庙。神庙中有110根柱子,每根柱子上都有一幅自由女神画像,每张画像形态略有不同。当人们驾车从神庙前飞奔而过的时候,会感到画像动了起来。

艺术作为人们传达信息的媒介,伴随着整个人类的文明史。在人类历史上,建筑、绘画、雕塑等空间艺术和音乐、舞蹈、诗歌等时间艺术,都会从空间或时间的维度上进行表达。1911年,电影诞生十多年以后,意大利诗人和电影先驱里乔托·卡努杜,在论著中第一次宣称电影是一种艺术,从此,“第七艺术”成为“电影艺术”的同义语。

动画的发明先于实拍电影,在人们发现人类视觉能将运动片断融合起来这一现象后,就发明了动画。之后,人们将动画原理与摄影机这个记录现实中点的机器相结合,就产生了实拍电影。

动画不同于电影,具有假定性。动画制作不一定非要依赖摄影机这类记录机器,因此享有更大的自由度。动画不但具有传统艺术表现现实的功能,而且更有助于表现人类的想象力和创造力。它通过对时间、空间的完全掌控,为人类表现生命提供了最大限度的可能性。正因如此,动画被称为最有前途的艺术形式。

图1、图2 旧石器时代晚期,法国拉斯科洞窟内壁画的内容均为奔跑的动物形象。图3 3万5千年前,人类的祖先在岩洞的墙壁上绘制了八条腿的野猪形象,试图表达对运动的感受。



图1



图2



图3

任何艺术规律首先取决于它的媒介材料。动画由于其独特的形式可以被看作是一门“运动幻觉制造”的艺术。动画的运动来自于每一个画格与前后画格之间的差异。动画师逐格制作动画,这些有差异的画面在放映时,由于人的“似动”(指人们观看动画的心理反应)心理现象,就产生了连续的幻觉(图4、图5)。“动”作为动画的内容和目的,是动画的根本所在,是使动画有资格成为一门独立艺术的重要原因。动画的原理也就是动画中运动的原理。

实拍电影是用胶片直接拍摄物体的运动,而动画片中的活动形象则是通过对客观物体的运动进行观察、分析和研究,通过想象,用动画的表现手法(夸张、强调)一张张地画出来,逐格拍摄,然后连续播放,使之在银幕上活动起来(这里指传统二维动画)。

第二节

动画运动的基本概念

一、运动——时间和空间

动画是时空的艺术,从根本上说,动画影像的基本结构是运动着的一张张画面。动画创作不仅要求对动画的空间(画面)进行表现和操控,更需要在空间、时间的关系上来考虑影片的结构。动画运动离不开时间和空间这两个要素。

1. 时间

动画的时间特性在于分解和还原运动现象时的主观能动性,动画运动的时间是由动画艺术家规定的。动画艺术家通过对时间的控制与分配表现动作效果,将故事的总时间分割成段落时间、场幕时间、镜头时间、动作时间等单元时间。

段落时间:一部影院动画片的结构可以分为

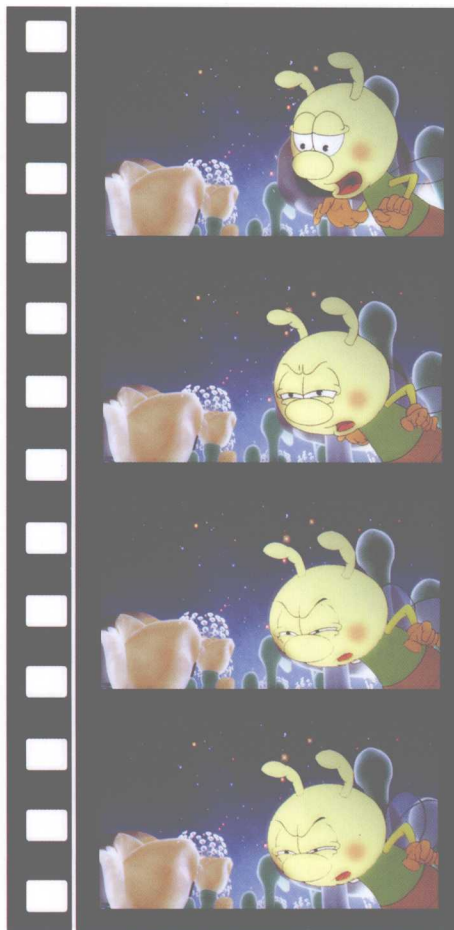


图 4

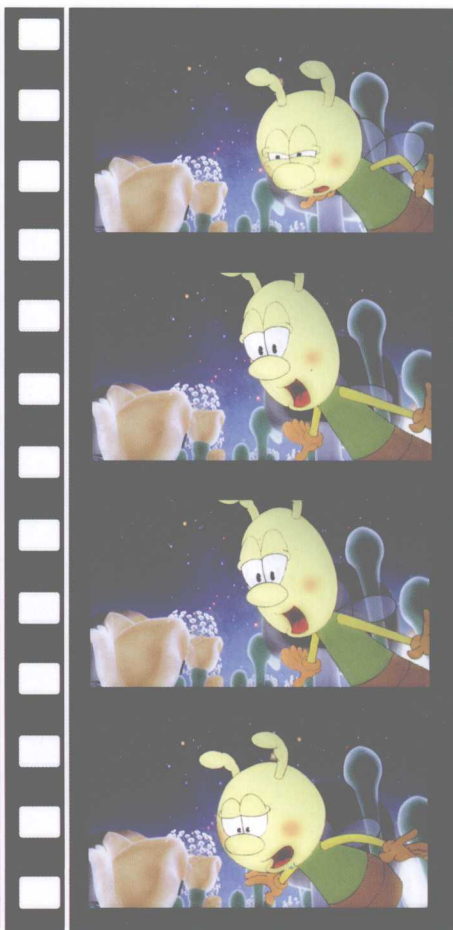


图 5

图4、图5 选自动画片《萤火虫》

动画师逐格制作动画,这些有差异的画面在放映时,由于人的“似动”心理现象,就产生了连续的幻觉。

开端、中段和结尾三大部分。一般说来,中段时间较长,开端与结尾较短;揭示矛盾纠葛发展过程的段落时间较长,而表现故事高潮、结局的段落时间较短。

场幕时间:在段落中,一个事件包含若干场面情节,有的是重点场面,有的是过场戏。各个场次的时间长短由影片所需表达的内容决定,此外还需考虑到影片节奏的需求。如果表达的内容较难,考虑到观众的接受能力,这场戏的时间就该长些。

镜头时间:镜头时间的分配首先是根据内容的需要,其次是根据视觉节奏感的表现。前者包括要表达内容的难易、景别等构图因素。一般而言,中景、全景、远景的镜头信息量较大,时间相对较长;近景、特写等镜头所包含信息量较少,可以快速切换。(图6、图7)

动作时间:一个镜头内部可能包含一个或几个动作,每个动作的完整过程被分解成若干瞬间后,以每个动作呈现时间的长短来表现动作起承转合变化的意蕴。

在动画中,动作是以秒为基本计时单位的。而最小的时间单位是“格”,一秒钟等于24格。动作所需的时间越长,其所占格数就越多;动作所需的时间越短,所占格数就越少。在日常生活中人们常常会用分钟或小时来表示时间的概念,如“请等我十分钟”,“我半小时后到”……而在动画中,一个镜头的长度短的不足一秒,长的也只有二十多秒,而动画师绘制动作时都是以秒数或格数来计算的。例如,走半步约为半秒(12格)。

在动画制作中,秒表是用来计算时间的主要工具。动画师构思好动作后,一边表演动作,一边用秒表计算时间。对于一些无法做出的动作,如孙悟空翻筋斗……可以通过手势比拟,根据经验默算,或者拍摄动作作为参考,确定所需时间。由时间就可以确定出两张原画之间需要多少张动画。

例如:两张原画之间需要 $1/2$ 秒,每秒钟是24格动画(动画电影常用这种形式),如果采用“一拍一”的方式,即每张画面拍一格,动画、原画的张数为: $24 \text{ 格} \times 1/2 \text{ 秒} = 12 \text{ 张}$ 。



图6



图7

如果采用“一拍二”的方式,即每张画面拍2格,即1秒钟12张动画,动画和原画的张数为: $12 \text{ 格} \times 1/2 \text{ 秒} = 6 \text{ 张}$ 。

一般来说,电视动画多采用“一拍二”的方式制作,但“一拍一”(一秒钟24张)拍摄的动作要比“一拍二”(一秒钟12张)显得细腻得多。

2. 空间

在动画片中,我们可以把空间理解为活动形象在画面中的活动范围和位置,但更主要的是指动作的幅度,也称为“距离”。即第一张原画到第二张原画,两张画表现的关键动态之间的距离。第一张原画到第二张原画的间距大,动作速度就快;第一张原画到第二张原画的间距小,动作速度就慢。

图6 SC-A为全景。

图7 镜头时间大于特写镜头SC-B。



图 8



图 9

动画设计人员在设计动作时往往把角色动作的幅度设计得比真人要夸张一些，使效果更加鲜明。此外，动画片中的活动形象做纵深运动时，与背景画面上用透视表现出来的纵深距离不一致。例如：表现一个人从画面纵深处迎面跑来，角色由小到大，如果按照画面透视及背景与人物的比例，应该跑十步，那么在动画片中只需跑五六步就可以了，角色在地平线较低的情况下更是如此。

二、动画中时间和空间的掌握

哑剧演员通常认为动作应该简单直截，而不应当画蛇添足。这种观点在 20 世纪 30 年代中期，当迪斯尼动画片开始获得成功时，就被引入动画制作中。

在现实生活中，我们会情不自禁地对一些物体的运动产生某种情感，例如鸟的飞翔，被风吹动的小草，从悬崖峭壁上飞溅下来的瀑布，暴雨前空中翻滚的乌云等。为什么不把这些运动带入我们

的镜头中呢？它们能产生强烈的节奏感，震撼人心。(图 8、图 9)

我们绘制动画时常会遇到这样的动作：角色用锤子用力敲打钉子。这时我们常会感到不知所措，不知如何把握好动作的节奏，合理控制时间。这关系到完成后的动作是否自然、生动。时间的控制，在理论上非常容易理解，但在实践中需要很多技巧才能处理好，这些技巧能创造节奏，使动画更有活力。这就需要我们首先理解电影银幕上“一秒钟”的含义。这将有助于我们在有限的时间内准确地把故事信息传递给观众。

我们必须以“秒”和“帧”为单位来分解动作，在电影中一秒钟为 24 帧，半秒钟为 12 帧， $1/3$ 秒为 8 帧，我们可以在心里默默地计算，并理解帧与帧、秒与秒以及画幅之间的关系。

画面中对对象的一次错误的移动，或是画幅间没有逻辑的顺序，都会打乱动画的节奏，使动作显得杂乱无章。反之，如果把握好节奏，则会使最简单的动作也富有内涵。(图 10)

动画师通过控制时间来掌握动作的节奏。动画的速度是由一系列瞬间变化的不同画面之间的距离分配和每张原画及动画拍摄格数来决定的，这种分配受分镜头所规定的总时间制约（即完成一个动作所规定的总时间）。一般而言，在规定时间内动作渐变的距离越大，每张动画拍摄的格数

图 8 从悬崖峭壁上飞溅下来的瀑布。

图 9 暴雨前空中翻滚的乌云。

图 10 在表现锤子敲打的动作时可以精心设计：预备动作稍微轻一点，是一个向上的弧线。而锤子落下时显得重一点，是一个向下的弧线。



图 10

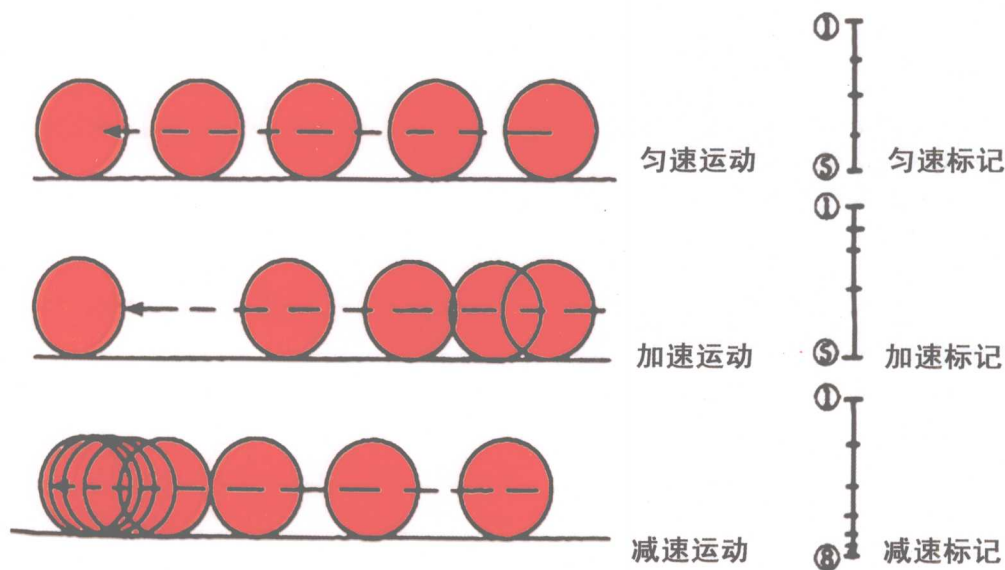


图 11

就越少，速度越快。

三、加速和减速

1. 速度

速度指物体在运动过程中的快慢，在物理学上，则是指路程与通过这段路程所用时间的比值。当通过的距离相同时，运动快的物体所用的时间越短，运动慢的物体所用的时间就越长。而在动画制作中，距离是指每格动画物体移动的位置差异，而时间则是指最终的动画格数。物体运动的速度越快，所拍摄的格数就越少；物体运动的速度越慢，所拍摄的格数就越多。

2. 匀速、加速和减速

按照物理学的解释，如果在任何相等的时间内，质点所通过的路程都是相等的，那么，质点的运动就是匀速运动；如果在任何相等的时间内，质点所通过的路程不是都相等的，那么，质点的运动就是非匀速运动。（在物理学的分析研究中，为了使理解简化，通常用一个点来代替一个物体，这个用来代替一个物体的点，称为质点。）非匀速运动又分为加速运动和减速运动。通常，速度由慢到快的运动称为加速运动，例如，表现一个物体做自由落体运动落到地面，由于重力和地球引力的作用，物体产生加速度运动。而速度由快到慢的运动称

减速运动。

在动画片中，一个动作由始至终保持一个速度，即运动物体在每一张画面之间的距离完全相等，称为“匀速运动”；如果运动物体在每张画面之间的距离是由小到大，那么拍出来在银幕上放映的效果将是由慢到快，称为“加速度”（即加速运动）；如果运动物体在每一张画面之间的距离是由大到小，那么拍出来在银幕上放映的效果将是由快到慢，称为“减速度”（即减速运动）。上面讲到的是物体本身的“加速”或“减速”，实际上，物体在运动过程中，除了主动力的变化外，还会受到各种外力的影响，如地心引力、空气和水的阻力以及地面的摩擦力等，这些因素都会造成物体在运动过程中速度的变化。（图 11）

在动画片中，不仅要注意较长时间运动中的速度变化，还必须研究在极短暂的时间内运动速度的变化。例如：一个猛力击拳的动作运动过程可能只有 6 格，时间只有 $1/4$ 秒，用肉眼来观察，很难看出在这一动作过程中速度有什么变化。但是，如果我们用胶片把它拍下来，通过逐格放映机放映，或用动画纸将这 6 格画面一张张地摹写下来，加以比较，就会发现它们之间的距离并不是相等的——往往开始时距离小，速度慢；而后面的距离大，速度快。

图 11 匀速、减速和加速运动图例。

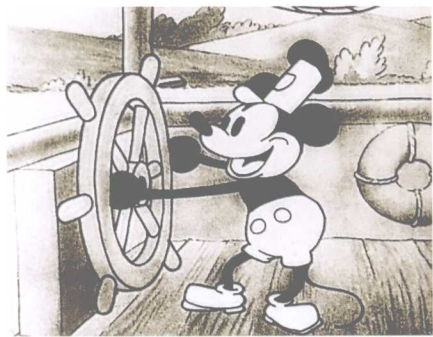


图 12



图 13

声动画片《蒸汽船威利》，观众被动画片中强烈的节奏感所震撼，人们发现动画和声音相结合可以产生节奏。随后，这种声音和画面的关系得到继续发展，产生了“米老鼠音乐”——一种声音和画面准确配合的音轨。其中重复的节拍就是产生循环动画的线索。(图12、图13)

由于动画片是一张张画出来，然后一格格拍出来的，因此我们必须观察、分析、研究动作过程中每一格画面（1/24秒）之间的距离（即速度）的变化，掌握它的规律，根据剧情规定、影片风格以及角色的年龄、性格、情绪等灵活运用，把它作为动画片的一种重要表现手段。

在动画片中，造成动作速度快慢的因素，除了时间和空间（即距离）之外，还有一个因素，就是两张原画之间所加中间画的数量。中间画的张数越多，速度越慢；中间画的张数越少，速度越快。即使在动作的时间长短相同，距离大小也相同的情况下，由于中间画的张数不一样，也能造成细微的快慢不同的效果。

四、循环动画

动画中物体的运动，有时是重复进行的。可以将动画中一段动作的结尾与开头巧妙、合理地衔接，只须画出完整的动作过程，按照画面编号重复拍摄，便可获得连续多次重复同一动作的效果。在动画制作中，循环动画是表现重复进行的一个动作或一组动作时所采用的方法。

1. 循环动画降低了工作量

传统动画逐帧绘制、逐格拍摄的工艺手段决定了动画制作要耗费巨大的精力。因此，动画师使用很多方法来减少工作量。使用循环动画来表现重复动作就是其中的一种。

一些早期的动画片动作较为简单，大量使用循环动画。1928年，沃尔特·迪斯尼制作了第一部有

动画片的图像和声音之间产生一种特别的联系——亲密的音画关系，一种具有创造力的伙伴关系。动画师们根据音轨，一帧一帧精确地设计画面，这种技术特性使音画关系显得尤为亲密。因此，动画片的制作和其他影视作品相比具有更强的节奏感。

使用循环动画技术可以大大降低制作成本，因此被较多地应用于电视动画中，但在同一部动画片中过多地运用这种表现手法也会影响影片的品质。众所周知，动画和电影相比，单位时间的信息量较小，而使用循环动画，信息量就更小。如果仅仅是为了走路，那使用循环动画就显得没有必要；如果想表现走路动作中复杂的东西，那循环动画就能产生不错的效果。

2. 循环动画的类型

循环动画可以是自然的循环，即绘制的画面按照1、2、3、4……的顺序排列，而随后的动作也按照1、2、3、4……的顺序排列，这种循环动画在表现车轮的转动时显得非常有用。当然也会遇到另外一种情况，即绘制的画面按1、2、3、4……的顺序排列，但随后的动作按相反顺序排列，最终又回到了开始位置——就像时钟的摆动。或者循环是随意的，1、4、3、1、2、4、3、1、2……例如一面在大风中随意飘动的旗子。使用循环动画技术，可以使动画师不需要付出额外的努力就在银幕上获得良好的效果。有的循环动画是由两张画面组成的，而有的循环动画则包含了大量复杂的动作。因此，可以把循环动画分为单循环和复合循环。

图12、图13 选自迪斯尼动画公司1928年出品的动画片《蒸汽船威利》。

图13 当米老鼠听着音乐敲打水壶和平底锅时，循环动作产生了。



图 14

(1) 单循环

单循环是指一个简单的动作从开始到结束，再从结束到开始的运动过程连接。(图 14)

另一个典型的例子就是人走路的循环动画，制作时需要逐格移动背景才能造成向前进的效果(具体参见第二章“人的基本动作”)。1986年加拿大动画大师莱恩·拉钦(Ryan Larkin)制作了影片《走》(Walking)，在研究走路力学的基础上设计了不同人物的走路循环动作。在角色走路的过程中，作者充分运用透视表现角色靠近摄影机时手臂的夸张效果。这部作品发挥出动画在表现力上的优势，获得多项国际大奖。图 15、图 16 为影片截图，分别从俯视、仰视角度表现了人的行走；而图 17 表现了走路时脚部的运动；图 18 则表现了年轻女郎走路时的动态，以 32 格双格拍摄的循环动作，展示了动画在表现难度极大的人体动作中能够达到的流畅程度。

(2) 复合循环

复合循环，指的是表现一组有变化的复杂动作的循环。为了使动作丰富，可以把多套单循环组合成一个大循环。例如表现大火燃烧，彩旗飘扬

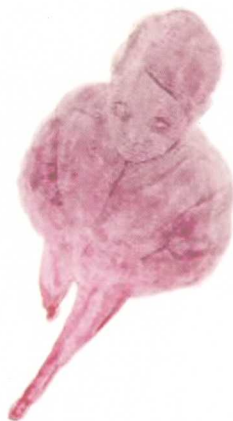


图 15



图 14 表现鸽子飞翔的动作。

图 15、图 16 1986 年加拿大动画大师莱恩·拉钦制作的影片《走》。

图 16



图 17

空间这两个要素。只有掌握好动画中的时间和空间，才能使动画产生好的效果。

思考与练习

1. 动画的本质是什么?
2. 绘制小车的加速、匀速、减速运动的过程动画。

等。(参见第六章)

图 17 1986 年加拿大动画大师莱恩·拉钦制作的影片《走》。

图 18 表现了年轻女郎走路时的动态。

动画是一门“运动幻觉制造”的艺术。正是这种“制造幻觉”的特性使得“运动”在动画中的地位显得尤为重要。动画运动绝不是对现实的简单模仿，它有其自身的特点。动画运动离不开时间和



图 18

第一章 动画运动的原理

第一节

动画运动原理概述

动画是关于想象力和创造力的媒介,具有假定性。动画没有绝对的规则,任何物理世界的规则在动画中都可以被打破。然而,动画中的运动也并非无规则可循,不同时代、不同背景的动画研究者们,通过对现实生活中物体运动的研究,不断总结动画制作的经验,建立了各自的动画运动规律体系。其中,影响最为广泛的是早期迪斯尼动画公司的动画师们总结出来的12条动画原理。

12条经典动画原理的诞生是动画这一新兴艺术形式发展的必然结果。当时,迪斯尼动画公司的动画艺术家们不满足于现状,希望创造出一种新的动画艺术形式,使运动看起来更加真实,更能表现出角色的性格。在没有任何现成理论作参考的情况下,动画师们通过大量的实践创立了12条动画原理并广泛地加以运用。这些原理在当时甚至成为动画师们讨论动画技巧所用的一种独特“语言”。例如:“你需要给这个拳击镜头添加预备动作(anticipate),让出拳显得更有力!”“为什么不让你画角色的礼服下摆的跟随动作(follow through)更加强烈呢?”

虽然这些原理并不是一成不变的规则,它的作用只是帮助动画师们更有效地学习如何制作动画。但迪斯尼公司提出的12条动画原理对动画的发展产生了深远的影响。

以约翰·拉塞特(J·Lasseter)为首的著名皮克萨动画公司(Pixar studio)的动画师们,将传统二维动画的黄金原理引入三维计算机动画领域,并制作了一系列优秀的动画短片和动画电影,均获得了极大的成功,成为CG动画发展史上的里程碑。

1987年,约翰·拉塞特在SIGGRAPH上的讲座



图 1-1

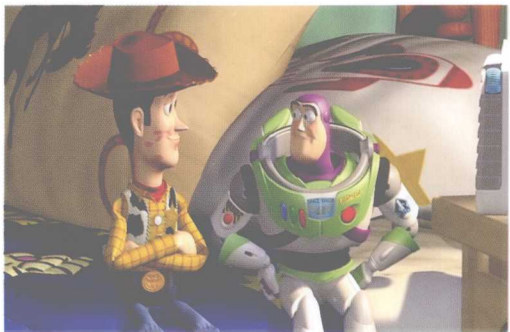


图 1-2

(“传统动画原理在3D电脑动画中的应用”——“Principles of Traditional Animation Applied to 3D Computer Animation”)中指出:皮克萨动画公司成功的关键因素之一,就是对经典动画原理的继承和发展。今天皮克萨动画公司在培训新员工时,仍然将60多年前的动画原理作为他们的必修课。

经典动画原理的影响甚至还延伸到动画以外的其他领域。如荷兰飞利浦研究中心的科学家Van Breemen提出将动画原理应用于机器人制造领域,使机器人更快地进入人类的生活。为此,他进行了一些实验。(图1-3至图1-5)

沃尔特·迪斯尼及其公司“黄金时代”大师们的12条动画基本原理是:

* 压缩与拉伸(Squash and Stretch)。

图1-1 选自皮克萨动画公司1986年制作的动画短片《小台灯》。

图1-2 选自皮克萨动画公司1995年制作的动画电影《玩具总动员》。



图 1-3



图 1-4

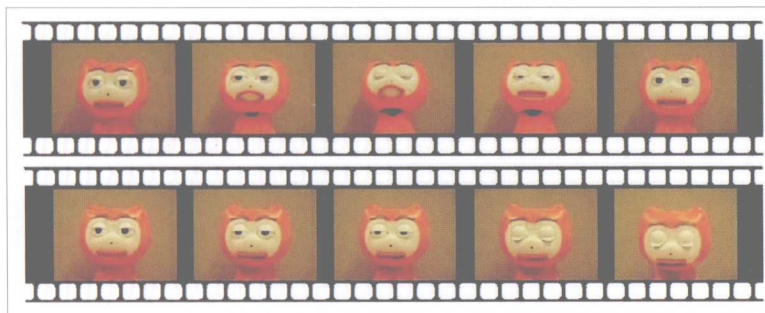


图 1-5

- * 预备动作 (Anticipation)。
- * 动作调度 (Staging)。
- * 顺序动画与原画 (Straight Ahead Action and Pose to Pose)。
- * 追随动作与交搭动作 (Follow Through and Overlapping Action)。
- * 慢入与慢出 (Slow in and Slow out)。
- * 动作弧线 (Arcs)。
- * 次要动作 (Secondary Action)。
- * 时间掌握 (Timing)。
- * 夸张 (Exaggeration)。
- * 立体造型 (Solid Drawing)。
- * 吸引力 (Appeal)。

图 1-3 没有运用动画原理的机器人转面。

图 1-4 运用了动画原理的机器人转面，动作更加自然，易被人接受。

图 1-5 在设计机器人睡眠动作时引入了预备动作。

图 1-6 给小球的弹跳动画加入压缩和拉伸原理。

如今，世界上大多数高级动画培训都把这些原理作为重要的内容。需要注意的是，这 12 条原理并不是放之四海而皆准的真理，部分内容也不适用于新出现的三维动画。为了适应动画的新发展，之后的动画艺术家也对这些原理进行了适当的补充。

第二节 压缩与拉伸

压缩与拉伸是关于平衡的原理，即当外力作用于物体时，物体的变形能够表示出力量的方向和大小。物体的变形程度由受力的情况而定，在动画制作中需要事先考虑确定变形的程度，让观众认同这种统一的假定性。

这条原理被广泛运用于角色动画中，从小球的弹跳到人的走路运动，以及面部表情和对白的绘制。我们先看一下小球弹跳动画（图 1-6a、图 1-6b）表现了红色小球落下和弹起的过程。在顶部小球之间靠得更近些，而在底部则相对较远。图 1-6b 运用了压缩与拉伸原理，即小球在落地瞬间进行压缩，在落地过程中进行拉伸；而图 1-6a 则没有运用。显然图 1-6b 更能体现出弹跳的力量感。

现实生活中也存在着物体的压缩和拉伸现象。但在动画制作中，我们往往需要夸大压缩、拉伸的程度。这是因为现实生活中（包括在实拍的电影里），物体以其表面的肌理、光影与环境的关系，

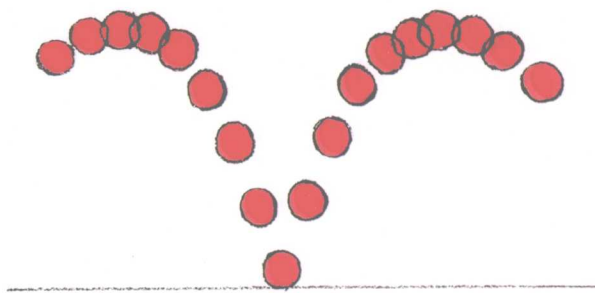


图 1-6a

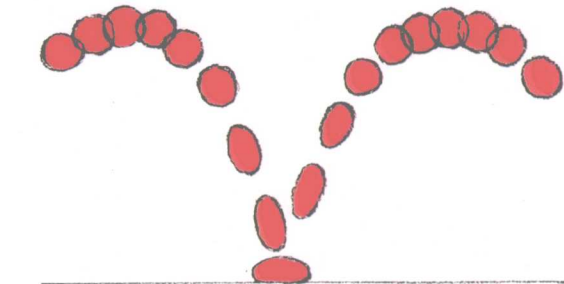


图 1-6b