

艺术院校动画基础系列教材

动画运动规律

孙 聪 编著

清华大学出版社



中国美术学院美术考级教材

动画运动规律

张勇 主编

浙江人民美术出版社



 艺术院校动画基础系列教材

动画运动规律

孙 聪 编著

清华大学出版社

版权所有，翻印必究。举报电话：010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

动画运动规律/孙聪编著. —北京：清华大学出版社，2005.7

(艺术院校动画基础系列教材)

ISBN 7-302-11048-4

I. 动… II. 孙… 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(2005)第 052514 号

出版者：清华大学出版社

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

社总机：010-62770175

地址：北京清华大学学研大厦

邮编：100084

客户服务：010-62776969

组稿编辑：甘莉

文稿编辑：徐静

装帧设计：张劲菁 吴冠英 凡一

印装者：北京嘉实印刷有限公司

发行者：新华书店总店北京发行所

开本：190×260 印张：11.25 字数：194千字

版次：2005年7月第1版 2005年7月第1次印刷

书号：ISBN 7-302-11048-4/J.65

印数：1~5000

定价：48.00元

目 录

前言 /1

第一章 运动规律的基本原理 /3

- 1.1 决定动画运动形态的基本元素 /5
- 1.2 加减速速度与力的原理 /9
- 1.3 动作基础 /19
- 1.4 曲线运动与追随重叠运动 /31
- 1.5 夸张与变形 /45
- 1.6 空间透视与摄影机的移动 /53

第二章 人物的基本运动规律 /61

- 2.1 动态线 /63
- 2.2 行走 /67
- 2.3 跑步 /71
- 2.4 动作的预备、反应 /75
- 2.5 对白 /83
- 2.6 表演 /91

第三章 动物的基本运动规律 /95

- 3.1 鸟类 /97
- 3.2 鱼类 /111
- 3.3 兽类 /123

第四章 自然现象的基本运动规律 /135

- 4.1 风 /137
- 4.2 火 /141
- 4.3 水 /147
- 4.4 雨、雪 /155
- 4.5 雷电 /159
- 4.6 云雾 /163
- 4.7 爆炸 /169

后记: /173

前 言

动画，是一门运动的艺术。它的所有内容、审美，都表现在屏幕播放的即时声画运动当中。动画的运动，不是客观实体的运动，而是完全虚拟的“幻觉”，是人为创造出来的运动。动画的创作者必须熟练掌握创造运动的各种技巧和规律，才能更好地发挥动画艺术的表现力。

作为这种“创造运动的艺术形式”的基础入门，本书将向读者讲述动画运动的基本表现技巧和基本运动规律，使初学者通过学习动画运动的基本原理和基础技巧，逐步培养创造运动、表现运动的思维，从而使设计构思到艺术实现的途径更加通畅。

说到动画，人们就会联想到一张张动态连续的画面。是的，动画的运动就是由这样一张张的画面连续而成的。需要认清的是，未经连续放映的任何画面，都只是单帧的画张而非动画。只有将脑海中的运动，通过单帧的制作，实现为屏幕播放的声画运动形式，才算真正完成了动画。这种从运动入手进行构思，到逐帧画面完成，再连续成运动的过程，就是动画的运动思维的过程。动画制作的初学者，必须逐步培养这样的意识，形成这样的思维，才能真正找到学习动画运动规律的方向，也才能把握动画表现的真谛。

动画是一门实践的艺术，仅有一些知识是远远不够的，学习者必须在此基础上进行充分的实践练习，将所学知识在操作中消化吸收、加以应用，才算基本掌握了动画的运动规律；只有掌握了动画运动的基本规律，才能更自由、更得心应手地进行动画创作。

本书是笔者在北京电影学院动画专业任教十余年的教学经验的凝聚。本人在教授基础知识和专业技巧的同时，注重能力和观念的培养，让学习者达到既“知其然”又“知其所以然”

的学习效果。书中的“动物篇”和“自然现象篇”，参考了动画前辈邬强和钱运达老师为北京电影学院动画专业编写的《动画运动规律课程教案》，经作者同意加以引用。同时，此书的编写还得到了钱老的亲自指导，使得老一辈动画家的宝贵经验得到传承，在此表示深深的感谢！同时感谢促成此书的各位师长、领导及好友。书中部分范例取自北京电影学院动画专业2001级本科生的优秀作业。希望这本书能以充实的内容和严谨的结构，为广大学习动画、从事动画的爱好者，做一个专业性的辅导。

孙 聪

2004年8月

第一章

运动规律的基本原理

- 1.1 决定动画运动形态的基本元素
- 1.2 加减速度与力的原理
- 1.3 动作基础
- 1.4 曲线运动与追随重叠运动
- 1.5 夸张与变形
- 1.6 空间透视与摄影机的移动

1.1 决定动画运动形态的基本元素

动画是一门以屏幕播放作为传媒方式的艺术。动画的运动建立在每秒钟连续播放二十四格（电视25帧）画面的基础之上。动画所表现出来的运动形态是以动作的连贯性和时间、速度的节奏快慢为特性的。所以，要表现动画的运动，就得首先对影响动画运动形态的几项因素，以及它们之间的相互关系，有充分的理解和把握。

那么，影响动画运动形态的因素有哪些呢？它们之间是怎样的关系，相互间又是如何作用，来决定着动画动作的连贯性和速度节奏的快慢的呢？所有这些，都是由动画“逐格拍摄、连续放映”的特性来决定的。影响动画运动状态的，一方面是画面形象，一方面是时间节奏。也就是说，一张一张地拍摄画面，然后通过连续放映使之运动起来。正是这一特性导致了如下因素可以左右动画运动的状态。

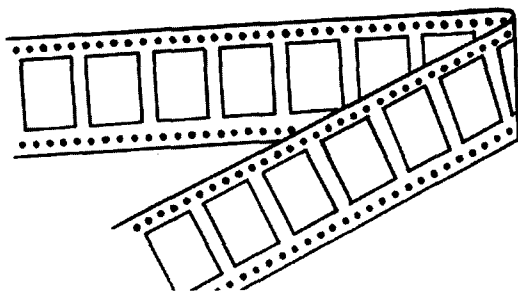
1. 格

格，是电影胶片上的一帧帧画面，也是组成动画的一帧帧连续的画面。通常电影里每秒钟是二十四格，在电视中是每秒钟25帧。在动画中，格是最基本的时间单位，代表 $1/24$ 秒的时间长度（如图1-1）。

动画中运动的时间长度通常是精确到以格来计算的。比如“角色用三十六格的时间完成了一套动作”换算成一般的时间单位就是“角色用1秒半的时间做了一套动作”。通常运动的时间长度不能凑巧到秒或半秒，而是更精确一些，所以用“格”来计算时间更为到位。

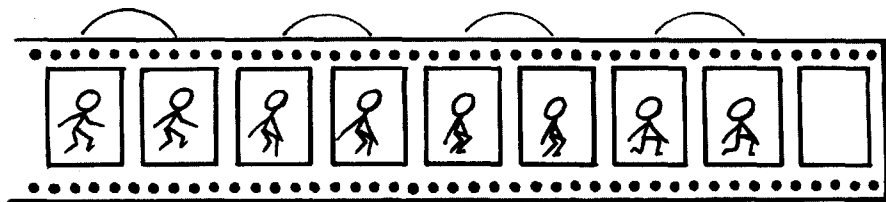
2. 拍数

拍数指动画中绘制的每张画面所拍摄的格数。在动画的制作中，并不是绘制出来的每一张画面就拍摄在每秒24帧的每一格里，会根据实际需要决定该画面要拍摄多少格。单帧画面拍摄的格数，就叫“拍数”（如图1-2）。



一秒钟的影片是24帧画面

图1-1 胶片连续的画面



胶片上连续运动的角色（每2格是一样的动作，拍数为一拍二）

图1-2 拍数

迪斯尼的很多大型制作是以一格一帧画面的方式逐帧拍摄出来的，称做：“一拍一”。而大部分动画片是每格画面拍摄两帧，也就是每秒钟12格画面逐帧拍摄的，称做“一拍二”。在很多电视系列片和低成本的商业片制作中，会采用一张画面拍摄三帧的逐帧拍摄方法来降低工作量及成本，称做“一拍三”。因为人的肉眼视觉暂留所能做的最大的跨度就是1/8秒，超过这个幅度，肉眼就能感觉到不顺连、有间歇，所以。“一拍三”是一般动画制作中表现连续动作所能采用的最大逐帧拍摄极限。

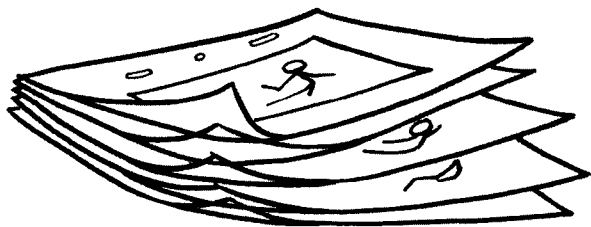
创作者安排具体的运动节奏时，也会根据不同时间节奏的需要，把某些画张增加或减少拍数。比如：把某些需要停顿的画张一拍八或更多；把某些需要密集拍摄的画张一拍一。拍数的调整可以使动画运动的时间、速度、节奏发生变化。

3. 张数

指的是动画中所绘制的动画画面的数量。通俗地说,就是画了多少张连贯的画面来表现运动、动作。创作者根据不同的时间节奏画不同的张数来表现运动形态(如图1-3)。

4. 距离

广义的距离指的是运动所跨越的空间幅度;狭义地讲,距离是指动画中连续两张相邻画面之间位置移动的跨度。前后连续的两张画面所描绘的对象距离跨幅的大小,与对象运动形态及时间节奏有密切关系(如图1-4)。



一张张的动画画稿

图1-3 张数

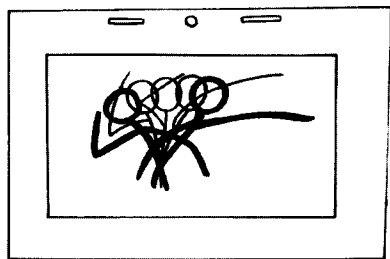


图1-4 动作之间的间隔距离

以上这几项影响动画运动形态的因素,哪一项都不能孤立地来看。动画运动的时间节奏是由各项因素之间的相互关系及相互作用整合出来的结果。动画运动的形态随着这几项因素之间关系的改变而改变。

总结起来,它们是这样影响动画的时间速度的:

① 在画面间的距离相同、拍数相同的情况下,所画的张数越少,该运动所用的格数也就越少,速度也就越快。

② 在画面间的距离相同、所画的张数也相同的情况下,拍数越少,该运动所用的格数也就越少,速度也就越快。

③ 在拍数相同、所画的张数也相同的情况下,该运动的总体格数也就被确定下来,这时候画面间所跨越的距离越大,速度也就越快。

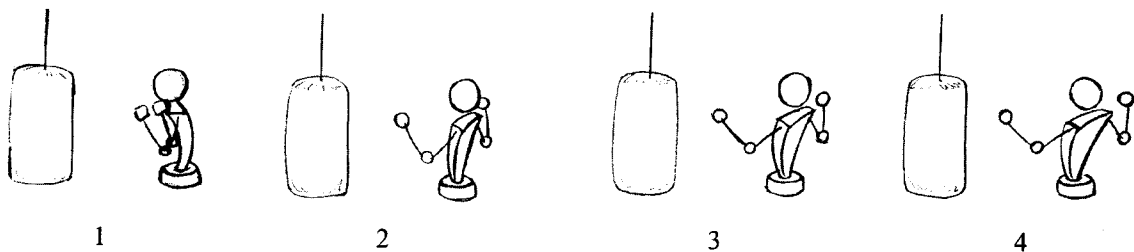
掌握了影响动画运动时间速度的各因素之间的关系,我们在创作中就能根据实际情况来决定采用何种办法来调节、操控动画的时间节奏,有效地把握运动的形态特征。

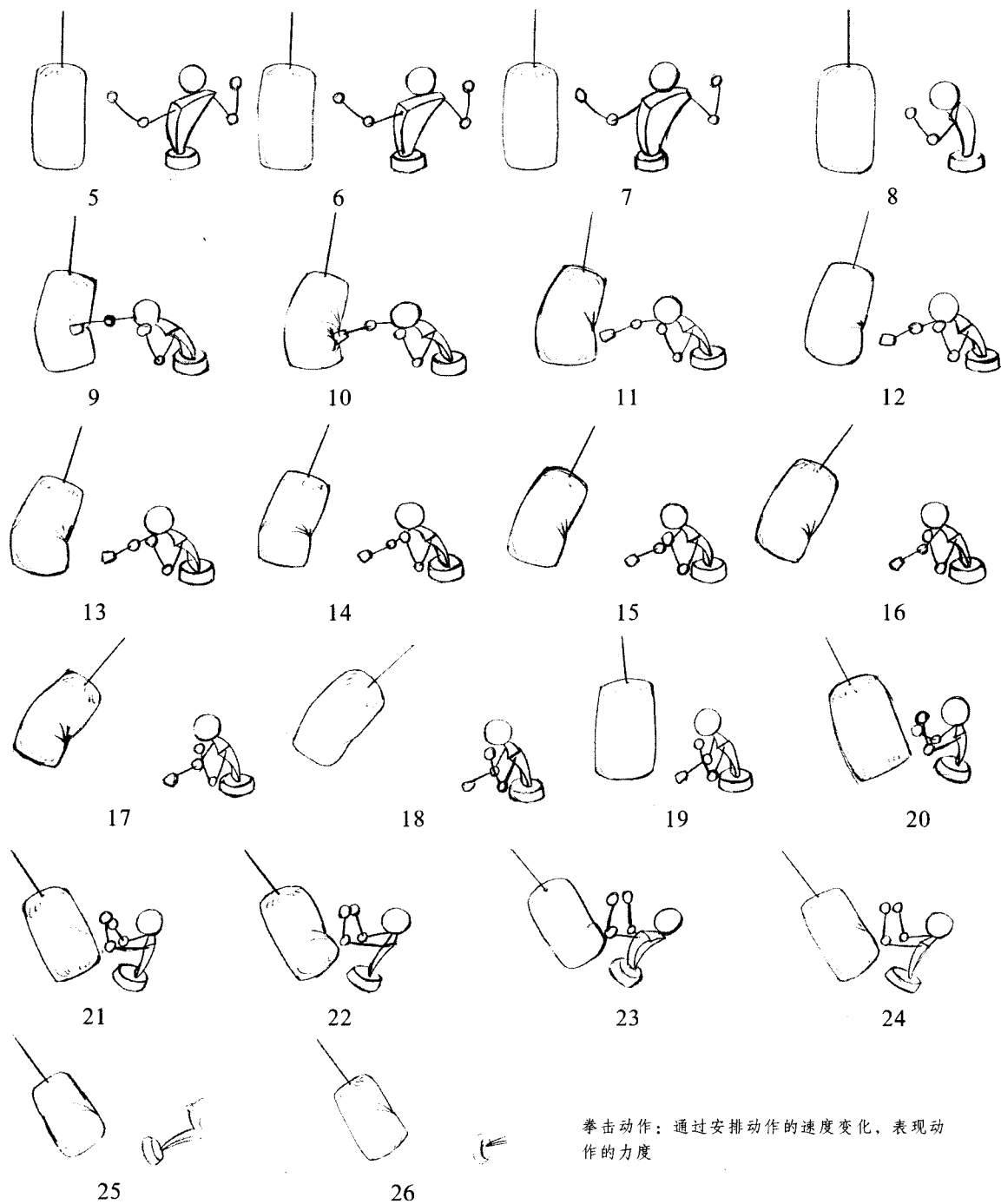
作业练习

尝试做小球移动的动画,用不同的方法(按照上面所讲的知识)变化小球移动的速度,连续起来,就会看到不同的速度效果。

1.2 加减速度与力的原理

在动画创作中,若仅仅简单地把若干连续的画面按照一定的拍数、张数、格数、距离安排顺连出来,还不能算是真正的动画。因为这样做出来的运动是僵死的、呆板的、没有生气的。在我们的自然生活中,更多的情形是按照力的原理来运动的。所有的物体,包括生命体和非生命体,都要受到各种各样力的作用。由于有力的存在,物体的运动不可能是简单的匀速运动,而是无时无刻不在进行力的转换,也就是无时无刻不在速度的变化过程中。动画的运动也要根据这样的规律来表现物体内在的力,这样才能创造出生动的运动,也才能在虚拟中创造出生命活力(如图1-5)。





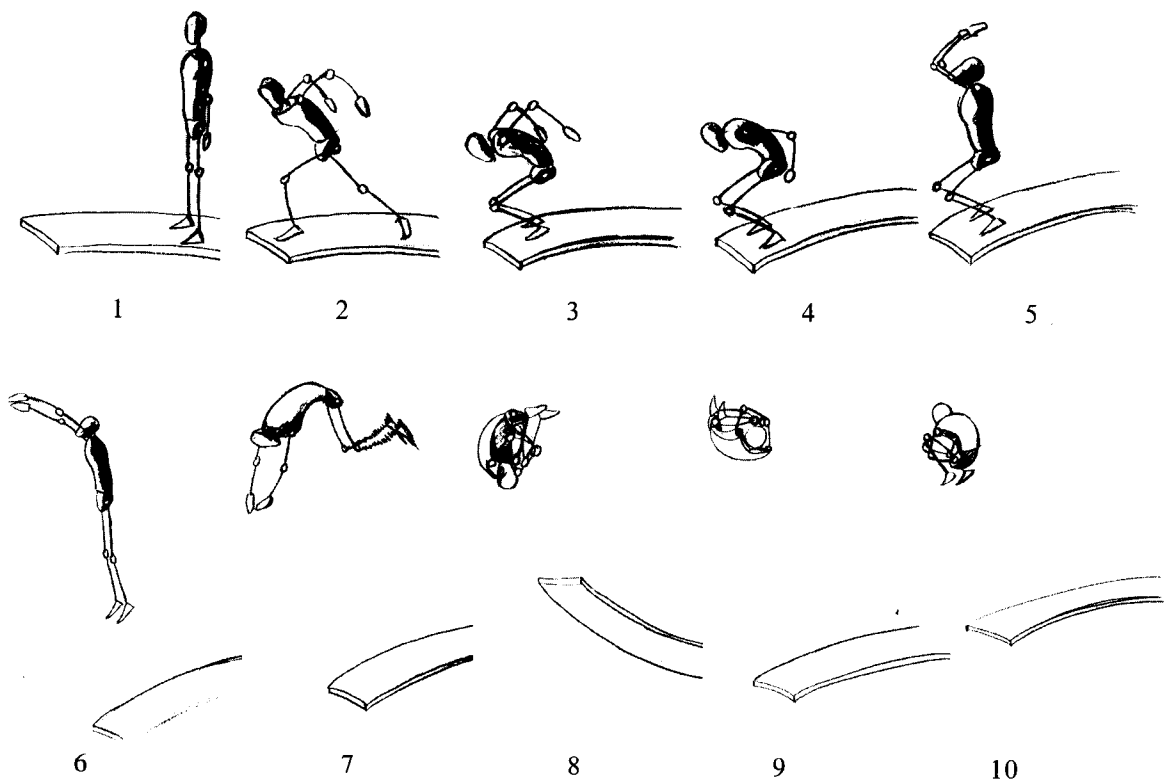
拳击动作：通过安排动作的速度变化，表现动作的力度

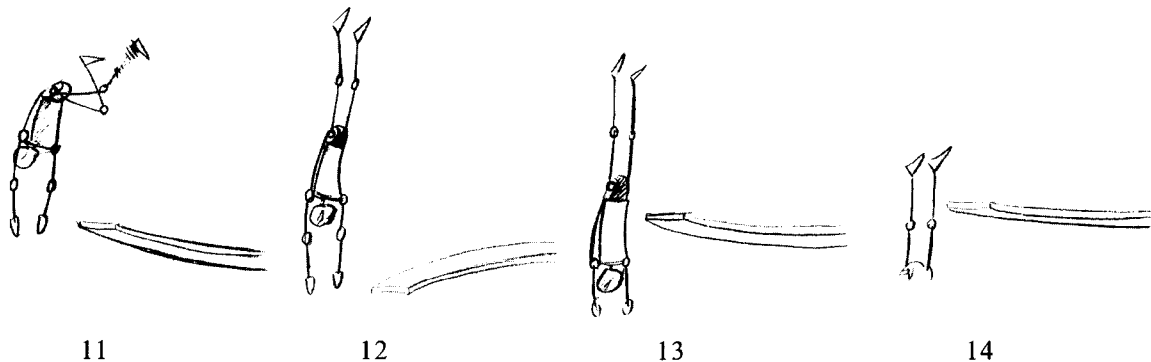
图 1-5 加减速度表现力 (学生习作)

速度变化的基本原理就是力的运动的基本原理，牛顿运动定律揭示了这一原理。

1.2.1 牛顿运动定律——力的概念

我们生活在地球上，所有物体受力的基础是地心引力，也就是重力。每一个物体都有它的重量，只有在有力加于它时，才开始运动。牛顿运动定律的第一条：任何物体，如果不受到任何力的作用，将保持静止或匀速直线运动不变。这条定律我们应该这样理解：纯粹的静止和纯粹的匀速直线运动是不存在的，因为在地球上，各种各样的力互相作用，重力，是物体存在要受到的最基本的力。没有物体可以不受重力的影响，也就不可能有物体像牛顿定律里提及的那样不受任何力的作用。从纯粹的理论角度，牛顿第一定律阐述了物体受力的内在关系。在动画创作中，我们运用加减速度的方法来表现时间速度的变化，从而体现物体内在的力的关系（如图1-6）。





一组跳水动作：客观所受的重力、弹力与角色的主观意愿相结合，用加速度的方法表现出来

图 1-6 力的相互作用（学生习作）

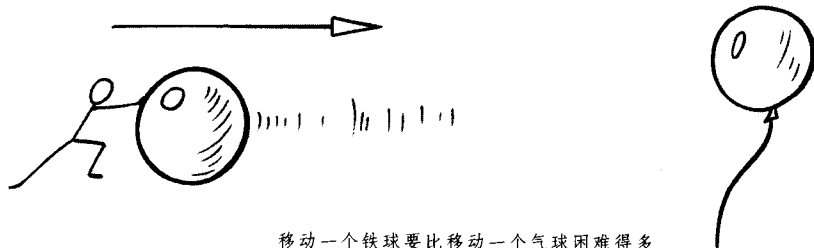
对于无生命的物体来说，运动所受的力主要是外界加于它的力，可能是自然界的力、可能是人为的力，也可能是各种力相互作用的结果。对于有生命的物体来说，除了外部力量，自身的肌肉收缩也同样可以产生动作运动。不过更重要的是在动画中通过动作运动，体现主体的内在意志、情绪、本能，通过对运动的时间节奏的安排，也就是加速度的安排来表现这些力的关系。

1.2.2 力的作用

要想表现力，先要对各种力的内在关系有所了解。在力的关系中，作用于物体的力越大，反作用力也就越大。下面就几种日常生活中常见的力的关系做一下分析。

A. 重力的作用

重力，来源于地心引力，表现为物体的重量。物体的重量越大，改变它的运动状态时所需要的力也越大。要移动一件静止着的重物和要停止一个运动中的重物都不是很容易的（如图 1-7~1-9）。



移动一个铁球要比移动一个气球困难得多

图 1-7 铁球和气球