

普通高等教育面向21世纪 动漫系列教材

新编动画 运动规律教程

主 编 房晓溪
副主编 李克明

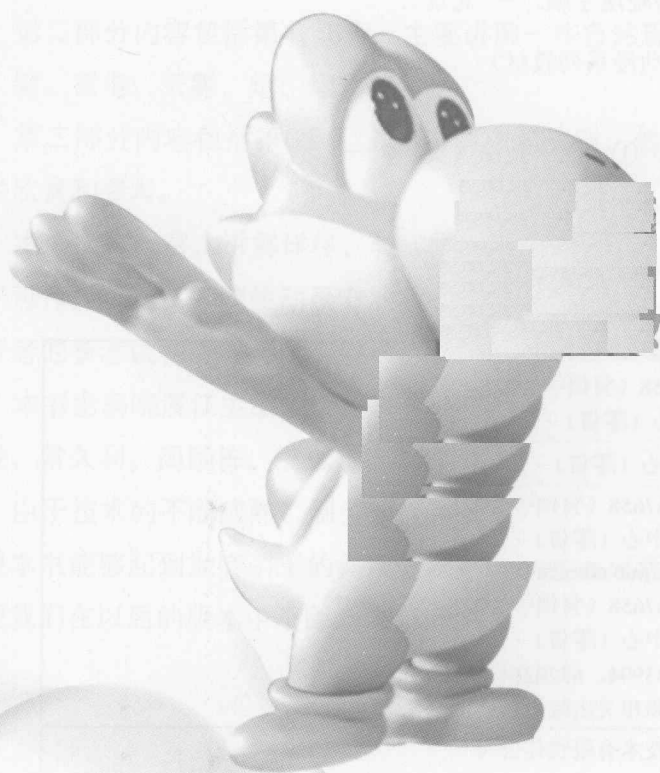


中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育面向21世纪 动漫系列教材

新编动画 运动规律教程

主 编 房晓溪
副主编 李克明



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

这是一本介绍动画运动规律的专业教材。本书主要从以下几个方面介绍动画运动规律：运动规律的基本知识，如动画空间、速度、时间、距离等；运动力学；人物、兽类、飞禽类、爬行动物等的运动规律；风、火、水、雨、雪、雷电、云雾、烟、爆炸等自然现象的运动规律。最后通过一些案例来演示动画实际运动绘制的效果。

本书内容简炼、实例丰富。作者结合基础操作知识以及实际经典动画的运动设计图，给读者呈现了详细的设计参考。本书适合作为动画院校及相关院校动画专业的教材，也可以作为对动画有兴趣人员的自学参考书。

图书在版编目（C I P）数据

新编动画运动规律教程 / 房晓溪主编. — 北京：
中国水利水电出版社，2010.7
（普通高等教育面向21世纪动漫系列教材）
ISBN 978-7-5084-7545-5

I. ①新… II. ①房… III. ①动画—技法（美术）—
高等学校—教材 IV. ①J218.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第127842号

书 名	普通高等教育面向21世纪动漫系列教材 新编动画运动规律教程
作 者	主 编 房晓溪 副主编 李克明
出版发行	中国水利水电出版社 （北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038） 网址：www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话：（010）68367658（营销中心）
经 售	北京科水图书销售中心（零售） 电话：（010）88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京英宇世纪信息技术有限责任公司
印 刷	北京市地矿印刷厂
规 格	210mm×285mm 16开本 5.75印张 166千字
版 次	2010年7月第1版 2010年7月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	22.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

对运动规律的研究是每一个动画创作者的必备修养。本书详细讲解各类常见的运动规律,通过对这些运动规律的分析,读者可以从中了解和掌握最基本的原理,然后总结出运动规律的观察和分析方法。在此基础上不断总结创作经验、总结新的规律以便适应创作的需要。

本书分三个部分:

第一部分内容包括第1~3章,主要讲解运动规律的基础知识、运动力学以及角色的运动规律。

第二部分内容包括第4、5章,主要讲解一些自然现象的运动规律,如:风、火、水、雨、雪、雷电、云雾、烟、爆炸等。

第三部分内容包括第6章,主要讲解动画法则,然后给出一些经典的角色运动规律图例供欣赏和参考。

本书内容丰富,讲解详尽,与实际生活中所见的非自然和自然现象联系紧密,通俗易懂。可作为普通高等院校动画专业教材,也可作为动漫设计、制作等相关专业及广大动画爱好者的参考读物。

本书由房晓溪任主编,李克明任副主编,参加编写的人员还有刘齐稳、卢娜、张烨、王俊、常久利、周国栋、王瑶、庄艳明、纪赫男、方鑫海、宋忠良等人。

由于技术的不断成熟,制作工具也会不断发展进步,制作手段不断完善与成熟,我们希望本书能够起到抛砖引玉的作用。欢迎广大读者与我们联系,提出宝贵的意见和建议,以便我们在以后的版本中不断改进。

作者

2010年6月

目 录

前言

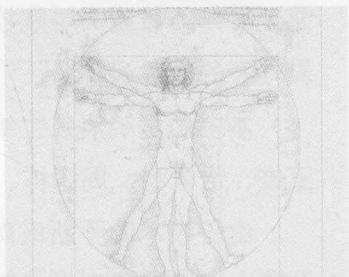
第1章 运动规律的概念 1

1.1 动画时间设定	2
1.2 动画空间	2
1.3 动画速度	3
1.4 动画的时间、距离、张数和速度 之间的关系	6
1.5 动画节奏	7
本章小结	8
思考与练习	8



第2章 运动力学 9

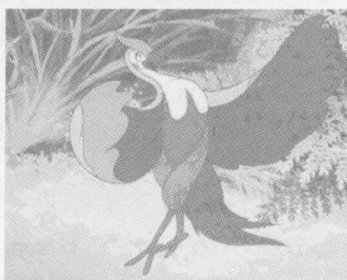
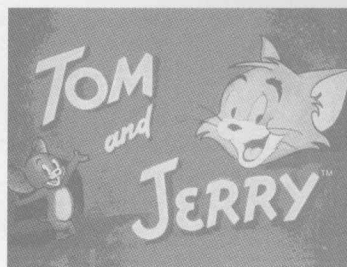
2.1 惯性运动	10
2.1.1 关于力的概述	10
2.1.2 惯性	11
2.2 弹性运动	12
2.3 曲线运动	14
2.3.1 弧形运动	15
2.3.2 波形运动	17
2.3.3 S形运动	17
本章小结	18
思考与练习	18



第3章 角色运动规律 19

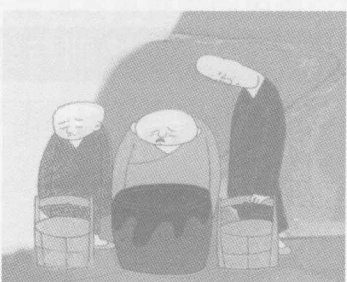
3.1 人物	20
3.1.1 行走	20

3.1.2	跑步·····	21
3.1.3	人的跳跃运动 ·····	23
3.2	兽类 ·····	23
3.2.1	爪类动物·····	23
3.2.2	蹄类·····	28
3.3	飞禽类动物 ·····	30
3.3.1	禽类动物行走的动作规律 ·····	30
3.3.2	鸟类的飞行运动规律 ·····	31
3.4	爬行动物、鱼类、昆虫 ·····	32
3.4.1	爬行动物 ·····	32
3.4.2	鱼类 ·····	33
3.4.3	昆虫 ·····	34
	本章小结·····	36
	思考与练习·····	36



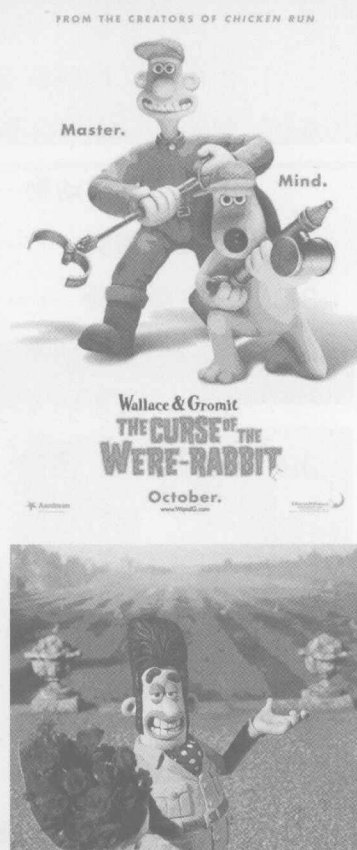
第4章 自然现象的运动规律 (一) ····· 37

4.1	风 ·····	38
4.1.1	风的不同运动状态 ·····	38
4.1.2	风的运动线表现 ·····	39
4.2	火 ·····	40
4.2.1	火焰的基本运动状态 ·····	40
4.2.2	火的具体表现方法 ·····	41
4.3	水 ·····	45
4.3.1	关于水的概述·····	45
4.3.2	水的表现方法·····	45
4.4	雨 ·····	53
4.4.1	关于雨的概述·····	53
4.4.2	雨的表现方法 ·····	54
	本章小结·····	56
	思考与练习·····	56



第5章 自然现象的运动规律 (二) 57

5.1 雪	58
5.1.1 关于雪的概述	58
5.1.2 雪的表现方法	58
5.2 雷电	60
5.2.1 关于雷电的概述	60
5.3 云雾	62
5.3.1 关于云雾的概述	62
5.3.2 云雾的表现方法	62
5.4 烟	64
5.4.1 关于烟的概述	64
5.4.2 烟的表现方法	65
5.5 爆炸	68
5.5.1 关于爆炸的概述	68
5.5.2 爆炸的表现方法	69
本章小结	72
思考与练习	72



第6章 动画法则与经典动作欣赏 73

6.1 动画与动画法则	74
6.2 经典实例欣赏	77



第1章

运动规律的概念

时间—速度—距离—张数间的相互关系，决定了运动动作的节奏。

动画时间的掌握是动画创作的重要组成部分，它赋予了动作以“意义”。

动作不难完成，我们只要将同一物象画出两个不同的位置，并在两者之间插入若干张相关联的中间画，其结果就会在银幕上产生动作。但这还不能算是动画，更难称为动画艺术，因其没有通过动作活动体现出角色内在的情感、意志、本能等精神世界。

只有熟练掌握时间、速度、距离与张数的设定，才能够设计出节奏明确而具有活力的动作。用其动作来表现、刻画角色内在的精神和情感世界，完成动画艺术设计任务。

※ 专业指导

速度是单位时间内，运动物体位移的变化量，其大小等于物体在单位时间内通过的路程（无往返的直线运动）。

速度是矢量，有大小，也有方向。速度的大小在数值上等于单位时间内物体位移的大小，速度的方向就是物体运动的方向。

距离是指在空间上的相隔。

※ 本章学习重点

- ◆ 动态设计中动作与节奏、时间与速度的掌握
- ◆ 动画空间

※ 关键词

- ◆ 时间
- ◆ 距离
- ◆ 张数
- ◆ 速度
- ◆ 节奏

1.1 动画时间设定

动画是在时间的流动中演绎的，动画时间是动画片创作中的重要因素。运动是动画中最基本和最重要的部分，而运动最重要的是节奏与时间。

时间控制是动作真实性的灵魂，过长或过短的动作会折损动画的真实性。动画时间的掌握一般包括两个方面：微观动画时间和宏观动画时间。

(1) 微观动画时间。微观动画时间，即动画师对每一个动作不同阶段张数的精确确定。

(2) 宏观动画时间。宏观动画时间，即动画导演对动画片的摄影表（律表）的规划。

动画片中，一个CUT（镜头）或一个动作的时间长度，通常以秒或帧，格为测算单位，运动的影像是由成千上万张静止的画面组成的。“1帧/1格”即其中的一幅画面，1秒一般分为24帧/格。帧数（格数）的多少与画面的流畅度成正比。在具体的实践中，完成同样的动作，动画片所占胶片的长度比故事片、记录片要略短一些。因此，在确定动画片中某一动作所需的时间，通常要用秒表根据真人表演测得的时间或记录片上所摄的长度，缩短一些才能得到理想的效果。

通常所说的动画时间是指微观动画时间，即动画片中完成一个动作所需的时间长度，表现为此动作所占胶片的长度（片格的多少）。一般来讲，动画时间控制动画的速度，动作时间的长短和所占片格的数量成正比。时间越长，片格的数量就多，速度就慢；时间越短，片格数量就少，速度就快。

专业指导

什么是Frame?

Frame即格数，用来表示胶片上的每一个单独画面，每一尺胶片包含16个片格（Frame），放映机运动的速度为每秒24格画面，动画时间的掌握由此固定的播放速度来计算。

什么是CUT?

CUT即镜头。一个连续无间断的画面称为1个CUT，其时间长度不一。如果画面切换，则是换了一个CUT。当一个画面结束时转移至下一个画面，这是剪切胶片的的结果，因此称为CUT。

1.2 动画空间

夸张变形是动画、电影艺术的灵魂，是区别与传统电影的本质特征。为了达到夸张的目的，就必须对动画人物的动作进行变形处理，从而要求动画人物的动作幅度必须夸张，这便涉及到动画空间。广义的动画空间是指动画片小人物在画面上的活动范围和位置，如图1-1所示。狭义的动画空间是指

一个具体动作的幅度,即一个完整动作从开始到结束之间的距离,如图1-2所示。



图 1-1



图 1-2

为了取得鲜明、诙谐的视觉效果,动画师在设计动作时,往往把动作幅度夸张到极致,以营造出有节奏感的画面,最大限度地拓展观众的视觉空间和心理空间。

图1-1中兔子拱手和暴跳如雷的夸张的动作幅度,以及图1-2中人物摆手的作用范围,都是其演出的动作空间,动画空间的大小决定人物动作幅度的大小,两者成正比关系。

1.3 动画速度

动画片中动画时间影响着运动速度。运动的形态在动画片中以位置的变化和形态的变化来呈现,而这些变化取决于动画时间的合理分配。例如快与慢、加速与减速、延时与停格等动画速度,都是根据剧情的需要通过时间配合和距离分布来实现的。

物理意义上的速度是指物体在运动过程中的快慢。在通过相同的距离中,物体运动得越快,所用的时间越短;物体运动得越慢,所用的时间就越长。体现在动画片中,动画人物运动的速度越快,所拍摄的格数就越少;动画人物运动的速度越慢,所拍摄的格数就越多。

1.3.1 动画的匀速运动、加速运动和减速运动

匀速运动是指动画片中动画人物的一个完整动作。在两个原画之间,每一张中割画面之间的距离完全相等,银幕效果则是均匀移动的视觉感受。

加速运动是指动画片中动画人物的一个完整动作,在两个原画之间,每一张中割画面之间的距离由小到大。银幕效果则是由慢到快的视觉感受,通常用来表现力量、快捷的戏剧效果。对于加速运动等快动作而言,预示性的准备动作非常重要,有利于观众对快速动作的心理预知和视觉理解,避免动作快得让观众的眼睛跟不上。

减速运动是指动画片中动画人物的一个完整动作,在两个原画之间,每一张中割画面之间的距离

由大到小，银幕效果则是由快到慢的视觉感受，通常用来表现舒展、抒情的戏剧场面。一般来说，非常慢的动作在动画设计中应尽量避免，因为中间画距离太近，如果画得不精准，或者间隔距离计算得不准确，动作就会出现抖动的跳帧现象。

专业指导

在物理学中，匀速运动是指速度不变的运动。速度不变即是指速度的大小和方向均不改变。

1.3.2 决定动作速度快慢的主要因素

决定动作速度的快慢有3个主要因素：时间、空间、两张原画之间所加中间画的数量。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。中间画的张数越多，速度越慢；中间画的张数越少，速度越快。如图1-3所示。

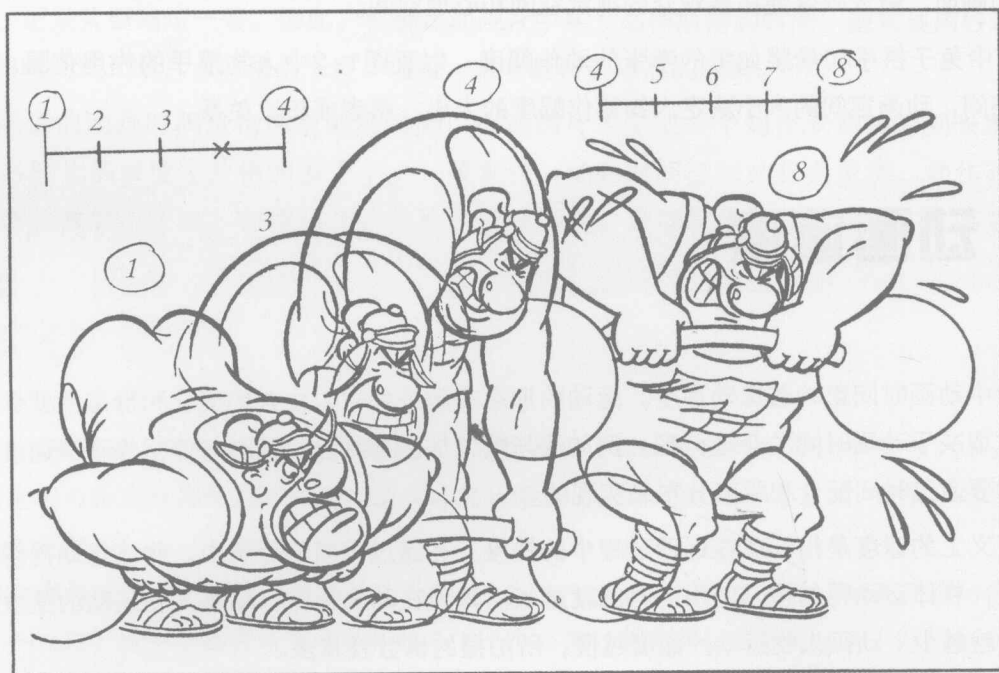


图 1-3

动画速度确定后，就可以设计动画时间，然后根据设定的时间长度决定插入的张数。

图1-3是一个快速提起杠铃的动作设计，动画速度设定为1~3慢，3~4由慢变快，4~8设为匀速运动。

如图1-4所示，飞出去的铁饼为减速运动。

如图1-5所示，向下用力打的棍子为加速运动。

如图1-6所示，平行运动的鼓锤基本上呈匀速运动。

如图1-7所示，球的运动速度和位置变化。

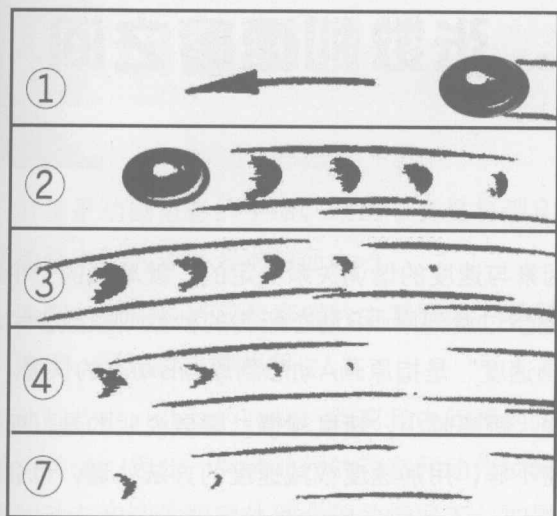


图 1-4

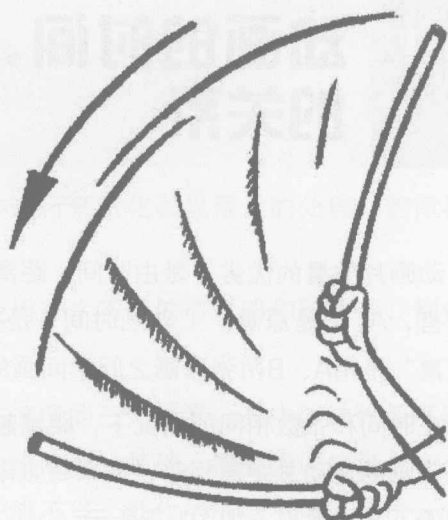


图 1-5

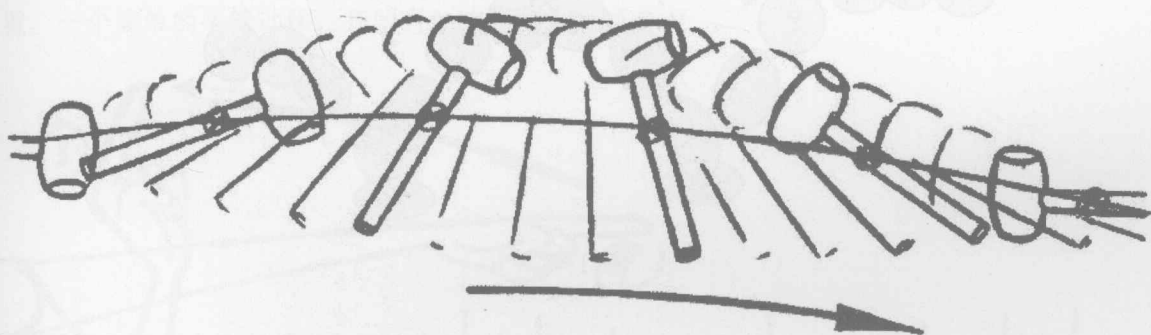


图 1-6

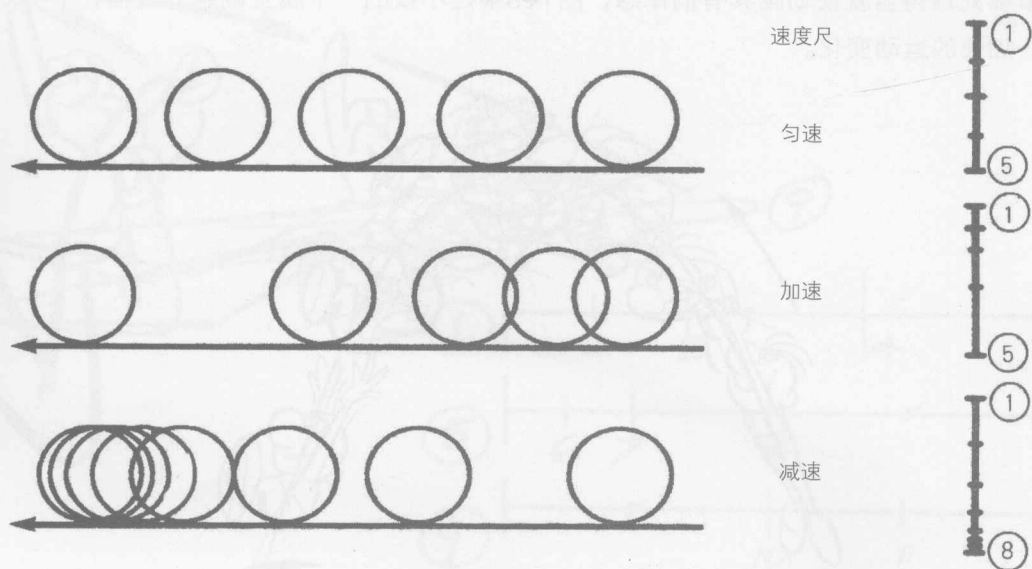


图 1-7

1.4 动画的时间、距离、张数和速度之间的关系

动画片质量的优劣，是由时间、距离、张数三个因素与速度的谐调关系决定的。就单独的一个动作而言，A、B是原画。“动画时间”是指原画A动态逐步过渡到原画B动态所需的秒数或帧数。“动画距离”是指A、B两张原画之间中间画的数量。“动画速度”是指原画A动态到原画B动态的快慢。

在时间和张数相同的情况下，距离越大，速度越快；距离越小，速度越慢。需要说明的是，即使两组动画的运动总距离相等，如果每张动画之间的距离不等，用加速度或减速度的方法处理，也会造成快慢不同的效果。如图1-8所示。

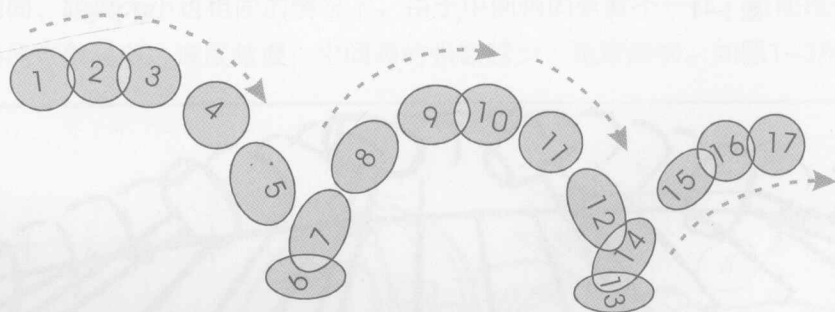


图 1-8

球体运动速度的快慢决定动画时间的长短，而时间的长短决定圆球张数的多少。而在时间长度相等的情况下，圆球张数的多少也能决定其速度的快慢。张数多，速度快；张数少速度慢。三者相辅相成，互为作用。

动画节奏处理得当就使动画具有韵律感，图1-9中是小孩的一个腾空翻越的过程，节奏表现为加速—减速—加速的运动变化。

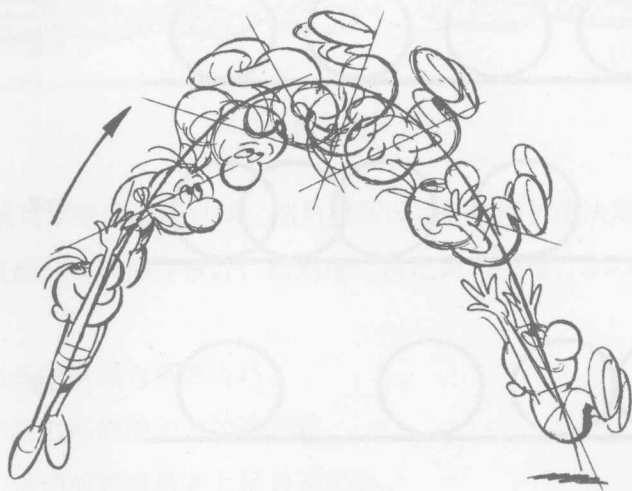


图 1-9

1.5 动画节奏

节奏是动画电影的生命，动画节奏是将现实生活中的动作进行夸张化和极限化的处理，韵律和节奏是动画电影的重要艺术特征之一。

速度的变化是造成节奏感的主要原因，不同速度的交替使用产生不同的节奏感和韵律感，例如匀速、快速、慢速以及停格等。

动画片中，动画的时间、距离和中间画的张数是决定动作速度的三大因素，其中以动作幅度的影响最为关键。因此，关键动作的动态和动作的幅度往往构成动作节奏的基础。需要强调的是，在关键动作的动态和动作幅度处理合理的情况下，如果时间和张数安排不当，动作的节奏不但不到位，背离物体的运动规律，还会在视觉上产生不舒服的感觉，影响观众的心理感受。

如图1-10所示，是用力地一指的动作。原画5为准备动作，6~9手很快伸出，9~12手回到最后的位置。一个简单的手臂动作，开始时加速，结束时减速。

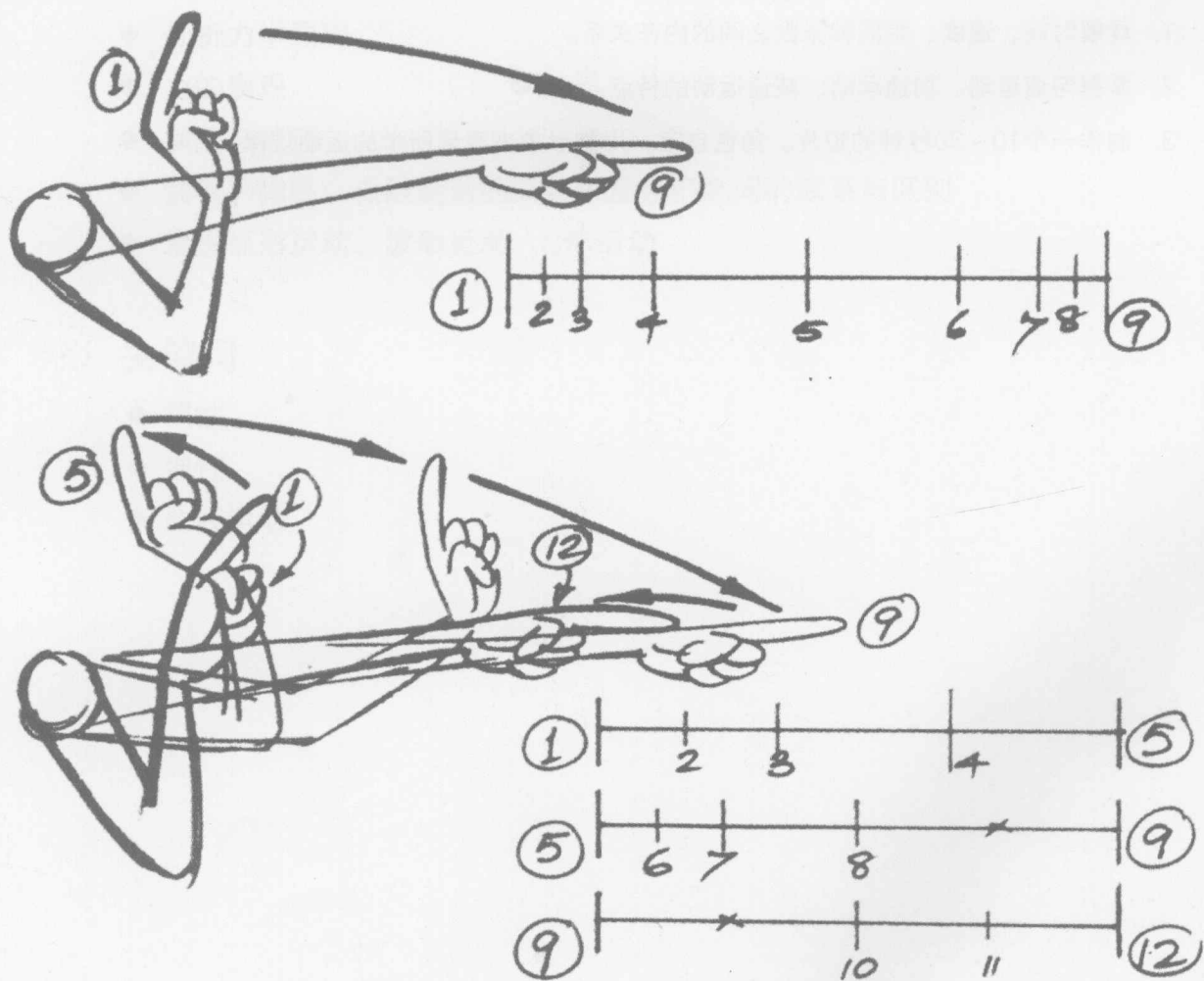


图 1-10

本章小结

本章我们学习了运动规律课程中的一些基本概念。通过一些实例的分析详细地解析了各概念的基本含义,并且生动地讲述了各概念之间的联系,希望大家在学习过程中认真学习和体会运动规律的概念。

本章重点掌握动画运动的几大规律以及动画运动规律对形象表演艺术语言的作用,从实际练习与创作实践中体验和进一步认识动画运动的规律,使所学的动画设计知识得到更好地运用与开发。

思考与练习

1. 理解时间、速度、距离和张数之间的内在关系。
2. 掌握匀速运动、加速运动、减速运动的特点。
3. 制作一个10~30秒钟的短片。角色自定,用其形象来表现所学的运动规律。

第2章

运动力学

动画片根据力学原理，把作用力和反作用力、加速度与减速度等物理现象具体运用到动作设计中去，并且加以充分地发挥，使画出来的动作产生特殊的效果，这就形成了动画动作本身的特性。

※ 本章学习重点

- ◆ 分析力学原理
- ◆ 力的表现
- ◆ 加速与减速
- ◆ 惯性、弹性、曲线运动的概念以及它们之间的联系与区别
- ◆ 掌握弧形运动、波形运动、S形运动

※ 关键词

- ◆ 惯性
- ◆ 弹性
- ◆ 曲线运动

2.1 惯性运动

2.1.1 关于力的概述

力的表现是什么？

(1) 力通过活动关节传送。

(2) 力通过有关节的肢体传送。

牛顿关于运动的第一定律是什么？

牛顿关于运动的第一定律：一个物体，如果不受任何力的作用，它将保持静止状态或匀速直线运动状态。

物体重量越大，移动它需要的力也越大。一个重的物体比较轻的物体有更大的惯性和动能。

一个重的物体，例如炮弹，在静止时需要很大的力去推动它。当炮弹发射时，炸药的力量作用于炮筒中的炮弹，炸药爆炸的力量很大，有足够的力量使炮弹加速到相当快的速度。一个较小的力，对于移动炮弹可能根本没有效果，然而，不断地施加不算太强的力，也会逐渐使炮弹滚动，最后也会使它相当快地滚动起来。

一旦炮弹滚动了，它将继续保持运动，直到另一个力去阻止它。假如它遇到一个障碍物，它会（取决于速度情况）被阻止，或撞碎障碍，或继续前进。假如它在粗糙的表面上滚动，它会很快地停止；假如它在光滑的桌面上滚动，因摩擦力较小，要滚动相当长的时间才会停止。当然，类似的例子还有我们打保龄球时保龄球的运动过程，如图2-1所示。

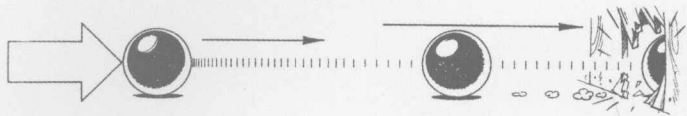


图 2-1

轻的物体阻力很小，当力作用于它们时，情况会大不一样。比如推动一只玩具气球，只需很小力，手指轻轻一弹已足够使它加速移动。当它移动时，因动能很小，空气的摩擦力使它很快减速，所以它不会移动太远。如图2-2所示。

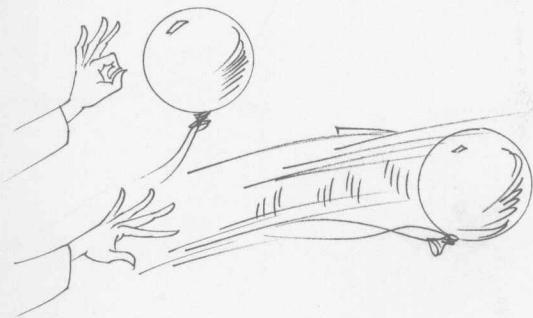


图 2-2