

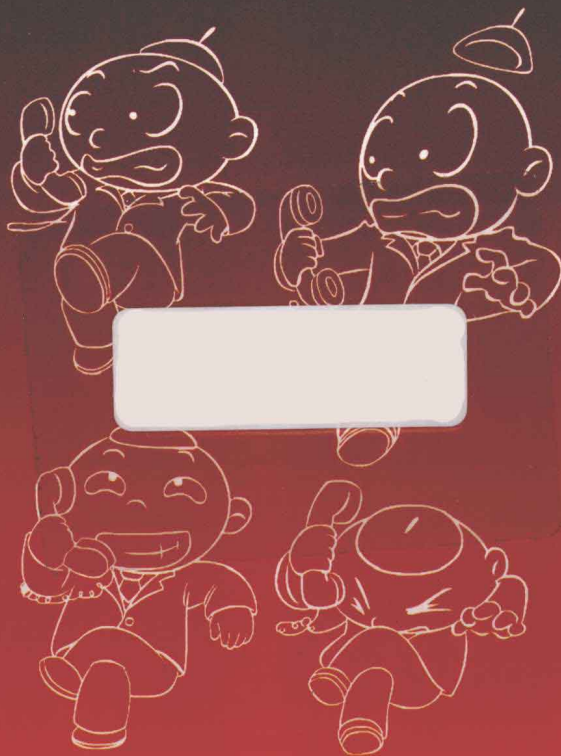


国家级职业教育规划教材 人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
全国职业院校动漫设计与制作专业教材

动画运动规律

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

姬申晓 编著



 中国劳动社会保障出版社

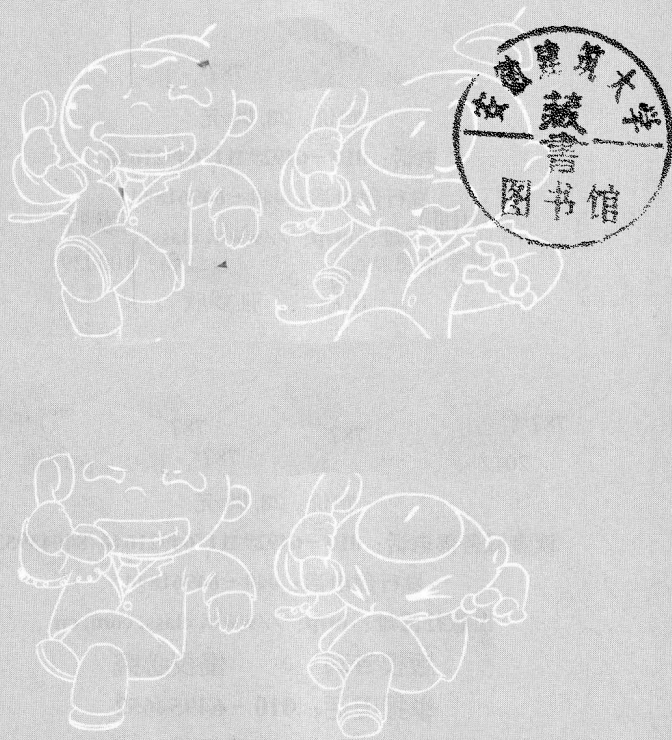


国家级职业教育规划教材 人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
全国职业院校动漫设计与制作专业教材

动画运动规律

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

姬申晓 编著



 中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

动画运动规律/姬申晓编著. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2012

ISBN 978-7-5045-9462-4

I. ①动… II. ①姬… III. ①动画-绘画技法-高等职业教育-教材 IV. ①J218.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 010494 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京世知印务有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 11.25 印张 244 千字

2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷

定价: 28.00 元

读者服务部电话: 010-64929211/64921644/84643933

发行部电话: 010-64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

如有印装差错, 请与本社联系调换: 010-80497374

前 言

为了满足职业院校动漫设计与制作专业教学改革的需要，人力资源和社会保障部教材办公室组织一批教学经验丰富、实践能力强的教师与行业、企业的专家，在充分调研、讨论专业设置和课程教学方案的基础上，编写了职业院校动漫设计与制作专业系列教材。

这套教材具有以下几个方面的特点：

第一，根据动漫制作企业的工作实际，以国家职业标准《动画绘制员》的相关要求为核心设计而成。整套教材的设计思路是，在学生掌握基本概念和动漫制作整个流程的基础上，重点培养动漫绘制、设计、后期制作等各环节的能力，以及三维动画制作基本能力，并进一步拓展学生的视野。

第二，为应对职业院校教学改革的需要，多数教材采用了任务驱动的编写思路，教材中每一单元的绘制、设计、后期制作等学习任务都是由企业专家提出，教学专家按照这些任务所涉及知识和技能的内在逻辑关系组织和选择教材内容，既缩短了教学工作与企业生产实际的距离，又方便了教学工作的开展。

第三，按照高等职业技术学院动漫设计与制作专业学生的学习特点，将与绘制、设计、后期制作等有关的知识和技能融入到学习任务实施之中，使学生在完成任务的过程中掌握相应的知识和技能，既降低了学习难度，又激发了学生的学习积极性。

第四，学习任务的完成过程都是结合具体图形、图像，按照实际操作步骤进行讲解，过程清晰、完整，便于学生理解与掌握。其他内容的讲解也尽量采用以图代文、以表代文的表达方式，有利于提高学生的学习兴趣。

在本套教材的编写过程中，得到了北京市人力资源和社会保障局职业技能开发研究室的大力支持，教材的主编、参编、主审等有关人员做了大量的工作，在此，我们表示衷心的感谢！同时，恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

人力资源和社会保障部教材办公室

2012 年 1 月

简 介

本书是职业院校动漫设计与制作专业的专业基础课教材。主要包括：动画运动基本运动规律、人物的运动规律、动物的运动规律、自然现象的运动规律等。

本书由浅入深结合大量清晰贴切的图片示例，总结归纳了在动画制作中一些物体的运动规律，研究了如何将现实中物体的运动规律与影视动画中物体的运动规律进行有机结合，以形成完美的特殊动画效果。课后的拓展知识经过了审慎的选择提炼，进一步拓宽学生的视野。

本书不仅是教师进行教学和备课的依据，是学生自学、预习的好助手，也是动画爱好者较为理想的参考资料。

本书由姬申晓编著。

目 录

前导知识——动画运动规律基础	(1)
第一章 动画运动基本运动规律	(7)
第一节 曲线运动规律	(7)
第二节 弹性运动规律	(16)
第三节 惯性运动规律	(23)
第二章 人物的运动规律	(29)
第一节 人物走路的运动规律	(29)
第二节 人物跑步的运动规律	(37)
第三节 人物跳跃的运动规律	(46)
第四节 人物转面的运动规律	(52)
第三章 动物的运动规律	(61)
第一节 四肢动物的运动规律	(61)
第二节 两栖类和爬行类动物的运动规律	(80)
第三节 鸟类的运动规律	(85)
第四节 鱼类的运动规律	(96)
第五节 昆虫的运动规律	(105)
第四章 自然现象的运动规律	(113)
第一节 火的运动规律	(113)
第二节 水的运动规律	(122)
第三节 风、雨、雪和闪电的运动规律	(141)
第四节 烟雾、爆炸的运动规律	(155)

前导知识

动画运动规律基础

动画片中的活动形象，不同于其他影片中客观物体的运动是直接用胶片拍摄出来的，而是通过动画师对客观物体运动进行细致的观察、分析与研究后，用动画片的表现手法（主要是夸张、强调的手法），一张张绘制出来，然后再一格一格地拍摄出来，最后连续放映，使之在银幕上活动起来的。因此，动画片表现物体的运动规律不是简单的模拟，而是既要以客观物体的运动规律为基础，又要有自己的特点。在动画片中常用的运动规律主要包括基本运动规律、人物运动规律、动物运动规律、自然现象运动规律等。

研究运动规律是做好动画片的一个重要前提，首先需要综合分析时间、速度、节奏等因素，找到它们彼此之间的相互关系。比如，要将图1动画场景中的各种运动表现清楚，必须明确人物走路的运动速度、时间及小汽车的运动速度和节奏等各方面因素（见图1）。

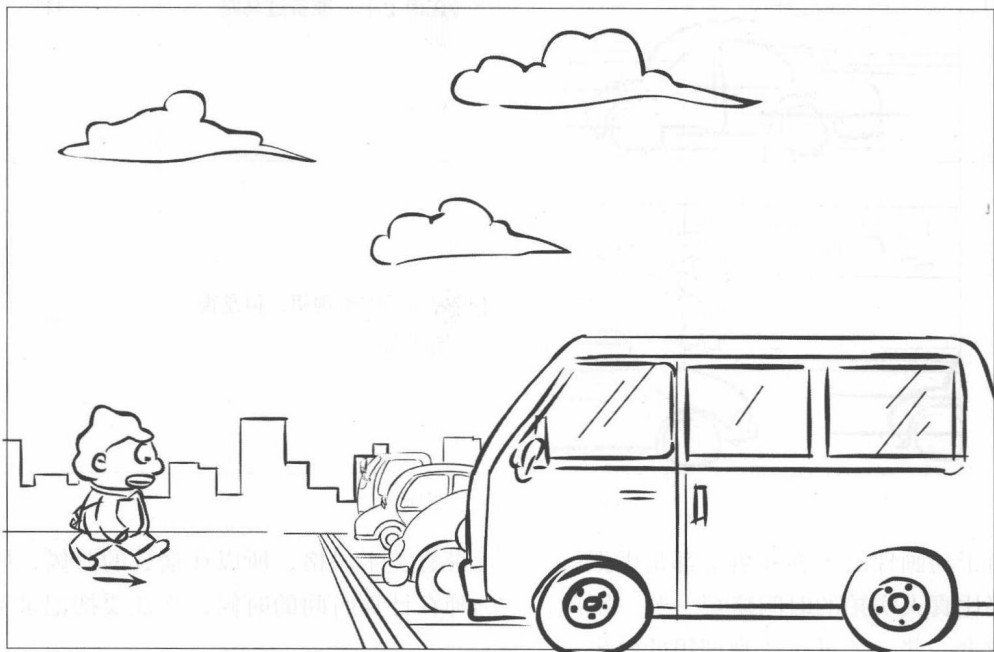


图1 动画场景图例一

一、时间

动画片中的时间是指运动的物体在完成某一段运动后所需要的时间长度。在动画制作中，时

间是以“秒”作为基本单位，每秒大约 24 帧。利用计算机制作的动画还可以设置为每秒 25 帧。

常规的动画显示时间有：人正常眨一次眼的时间约为 12 帧，正常喝一口水的时间约为 36 帧，正常走一步路的时间约为 12 帧等。

动画片中每个镜头的时间是由导演确定的，而表演所需的时间是由原画师设计，他们在工作时会联系整个情节的需要，结合运动的物体进行分析。首先是结合角色的性格、体型、剧情、环境等要素设计动作草图。设计完成后，结合草图上的动作，通过肢体动作表演或者在头脑中想象或模拟，获得表演所需的时间。如果有些动作原画师本人无法分析，也可以请人帮助表演然后再计算时间。

图 2 为某动画短片中的一个分镜头。在这个镜头中，人物大概走四到五步后站定，这一段时间大概需要 2.5 秒。然后人物左右观望，观众需要一段反应的时间来看清人物角色的动作，所以观望动作大概需要 1.5 秒的时间。经过分析，这个镜头总共需要约 4 秒。

镜号	内 容	细 节	时 间
sc-01		小胖在街上走，准备过马路	4秒
		小胖停下后左右观望，但是街上车流不断	

图 2 动画场景图例二

由于动画片的人物和场景都是虚拟的，并且带有美术风格，所以在播放的时候，同样的动作要比真人实拍的时间略短一些。因此，原画师在计算时间的时候，往往要把记录下来的时间减去一些，才可以达到理想的效果。

二、速度

动画片中的速度就是指在单位时间内运行的距离。在相同的时间内，运动距离越远速度就越快，运动距离越近速度就越慢。或者说，运行相同的距离，运动时间越短速度越快，运

动时间越长速度越慢。

在制作动画片的时候，速度快慢的提示主要体现在摄影表中，每一帧画面停顿时间越短，所需的格数越少，物体运动就显得快；每一帧画面停顿时间越长，所需的格数越多，物体运动就显得慢。通常个头小的物体运动速度较快；个头大的物体笨拙，运动速度缓慢。

在动画片中，运动的主要方式有匀速运动、加速运动和减速运动三种类型。

1. 匀速运动

在单位时间内物体的运动速度保持不变就称为匀速运动。匀速运动的动作在动画片中表现为物体在每一张画面之间的距离完全相同。

在现实生活中，绝对的匀速运动是很少见到的，但在动画片制作中，很多动作时间的差异可以忽略。如图3所示，动物侧面行走的动作就属于匀速运动。

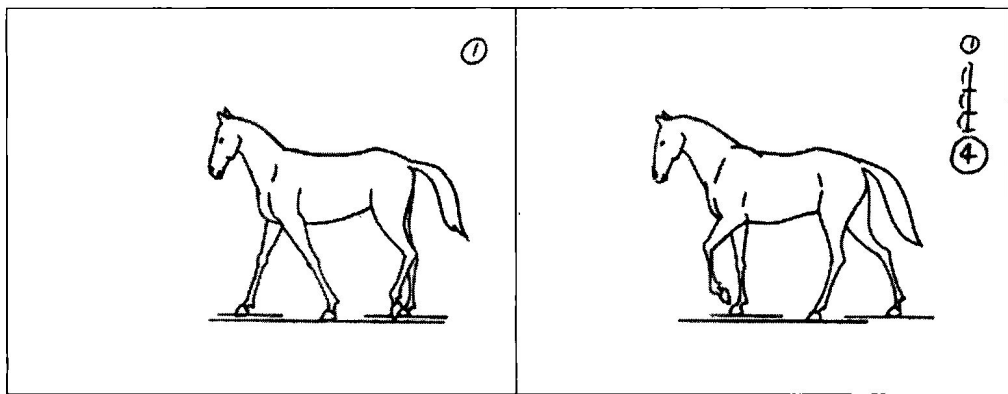


图3 匀速运动图例

2. 加速运动

物体由慢到快的运动就称为加速运动。加速运动的效果使得画面更有冲击力。如图4所示，在向外投掷物体时，手的运动为加速运动。

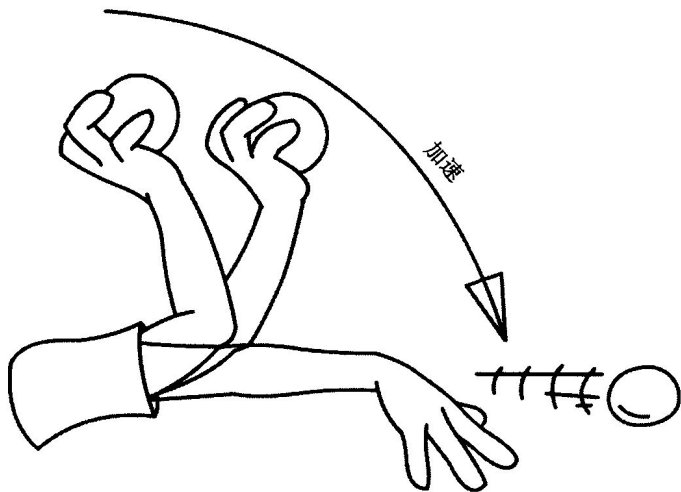


图4 加速运动图例

3. 减速运动

物体由快到慢的运动被称为减速运动。减速运动一般发生在两个动作之间。如果采用截图的方式分析减速运动,会发现所有画面间的距离是由大到小。如图5所示,人物向上举起木槌的动作就是减速运动,并且动作2会有短暂的停顿,这样人物可以保持平衡,其动作也会有节奏感。

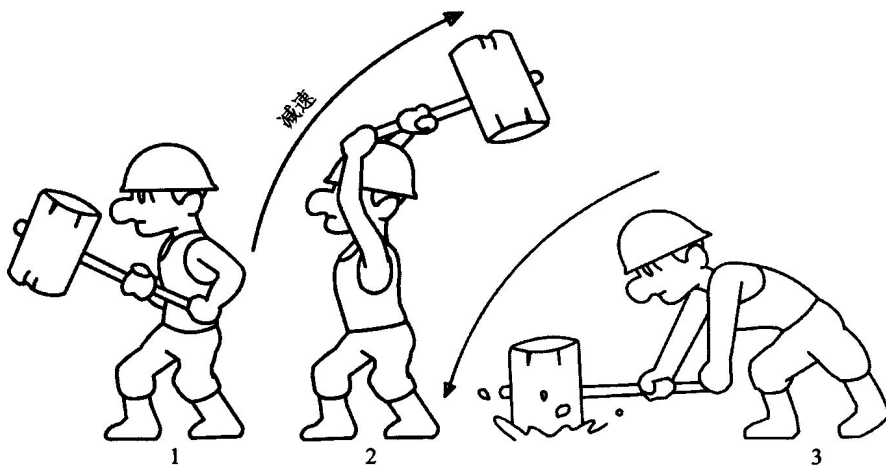


图5 减速运动图例

三、节奏

动画片中的节奏是指画面之间的距离、动作幅度的大小、动作力量的强弱、动作速度的快慢及动作间的转折停顿等方面的变化。除了这些具体动作的节奏外,在整个剧情描述及镜头编排切换上,都要有节奏的韵律变化。

如图6所示,在人物打拳的整个过程中,1到3的动作是人物向后抡起拳头的预备动作,为减速运动;4到6是主体的打拳动作,为加速运动;7到9是缓冲动作,为减速运动。

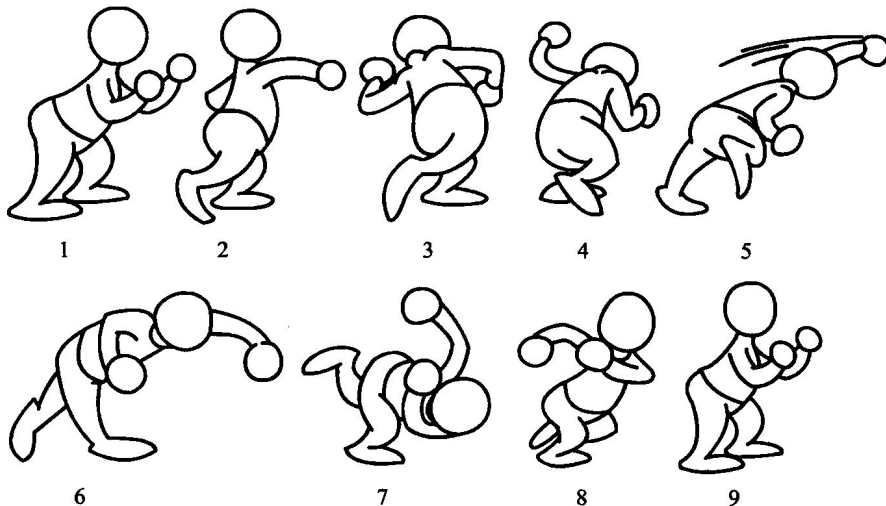


图6 节奏在打拳动作中的体现

1. 影响动画节奏的三个因素

掌握动画节奏的基本方法是正确处理动作间的距离、拍摄时间及动画帧的关系。这三个方面是组成动作节奏的综合因素，是相互关联的整体。

(1) 距离。距离是指动作幅度，也就是指两个关键帧动作之间的距离。距离越远，人或物体的速度就越快；距离越近，人或物体的速度就越慢。如图 7 所示，图中 2 到 3 之间的距离比 3 到 4 之间的距离要近，所以 3 到 4 的速度比 2 到 3 的运动速度快。

(2) 时间。时间是指动作秒数，也就是指两个关键帧动作在拍摄时需用的帧数。帧数越多，时间越长，动作的速度就越慢；帧数越少，时间越短，动作的速度就越快。如图 8 所示，3 的拍摄时间为 4 帧，其他的拍摄时间均为 2 帧，所以第 3 帧的时间最长，速度也就最慢。

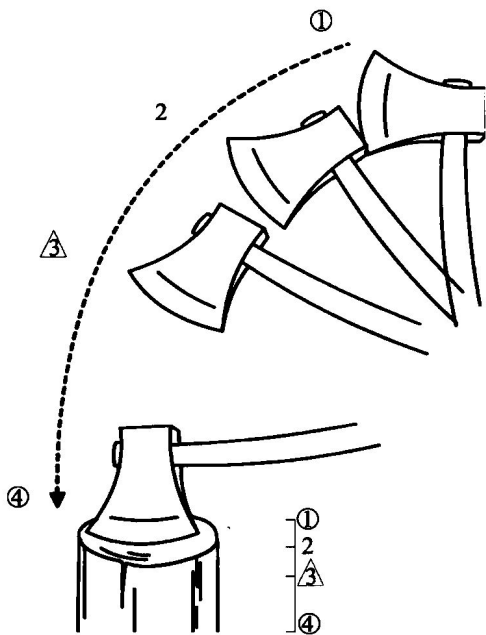


图 7 距离和速度的关系

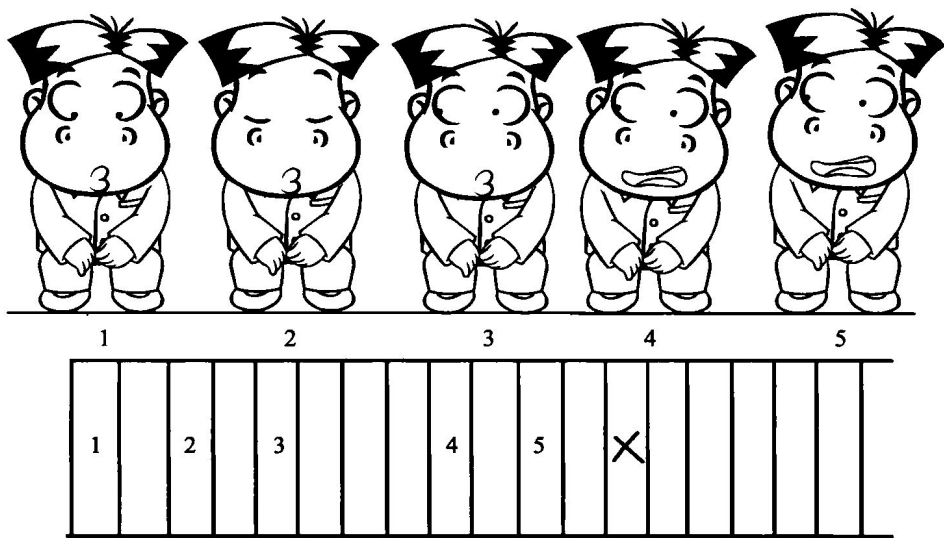


图 8 时间和速度的关系

(3) 帧数。帧数是指画面的数量，也就是在两个关键帧动作之间拥有动画数量的多少。过渡的画面越多，画面之间的距离就越近、越密集，动作的速度就越慢；过渡的画面越少，画面之间的距离就越远，动作的速度就越快。如图 9 所示，1 和 3 之间有一张动画，3 和 7 之间有三张动画，所以 1 到 3 比 3 到 7 之间的张数少，1 到 3 的速度就要快。

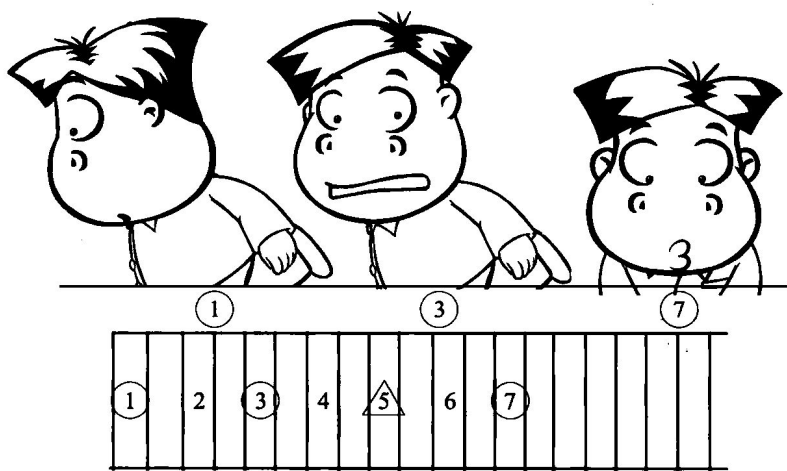


图9 帧数和速度的关系

2. 影响节奏的三种变化

形成节奏感的主要原因是“快”“慢”“停顿”这几种速度的交替使用，由此可产生许多种节奏，这样一来动作的节奏感也就赋予了韵律，给人以美的享受。对这几种速度的使用要注意下面的三个因素：

(1) 动与静。动与静是指运用动作节奏上的强烈反差，引起对某个角色的关注。在整体的连续镜头的处理上，往往是激烈的动作过后会突然出现异常的平静。在表现一个激烈动作时，往往用平静作为铺垫。

(2) 放与收。放与收是指运用动作幅度上的收缩与伸展来加强动作间的对比，这样既加强了主体动作的表现力度，又可以给人们留下深刻的印象。

(3) 急与缓。急与缓是指运用动作速度上的急剧与舒缓、快速与缓慢的交替，使节奏产生变化，使动作不显平淡，同时又富有层次及动感。

3. 动画设计对节奏的影响

虽然动画中的动作节奏是由时间、距离和帧数这三种因素结合成的，但是动作设计中的动态和动作幅度才是动作节奏的基础，关键动态的幅度和距离如果没有设计好，对时间和帧数再做任何调整都是无用的，不会制作出很好的最终效果。当然，如果动作设计得很好，但时间设计得不合理，致使节奏错误，也会影响观看效果。同时，准确掌握动作设计的时间节奏还不能脱离具体的剧情内容。节奏的设计是用以体现角色性格和烘托剧情的，所以在设计动作节奏的时候，一定要熟悉故事剧情和人物的性格特点，两者结合起来才能有很好的效果。

第一章

动画运动基本运动规律

所有的运动物体都有其运动轨迹，准确找到运动物体的运动轨迹线是进行动画设计的基本要求。另外，受到力的作用，物体的运动状态也会发生变化。因此，在进行动画创作之前，首先要掌握物体的一般运动规律。

第一节 曲线运动规律

曲线运动是动画设计中最常用的表现方法。曲线运动一般表现为曲线形的、柔和的、圆滑的、优美和谐的运动轨迹。如图 1—1—1 所示，风吹动旗帜时，旗帜呈现的波浪形摆动就是曲线运动。

在动画创作中，常见的曲线运动形式包括弧形曲线运动、波形曲线运动和 S 形曲线运动三种类型。

一、弧形曲线运动规律

1. 弧形曲线运动的类型

弧形曲线运动，顾名思义，就是运动轨迹呈现弧形。根据运动形式的不同，弧形曲线运动有多种类型。

例如，一个运动物体受到某个力的作用后呈弧形的抛物线式的运动，如图 1—1—2 所示的小球的轨迹就属于这种类型。

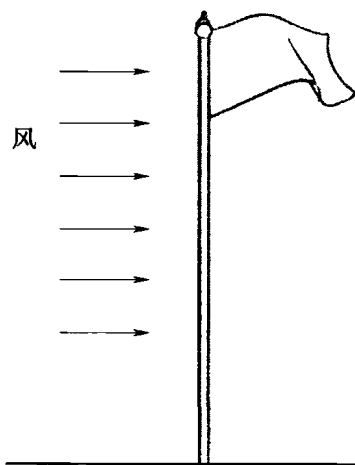


图 1—1—1 旗子飘动

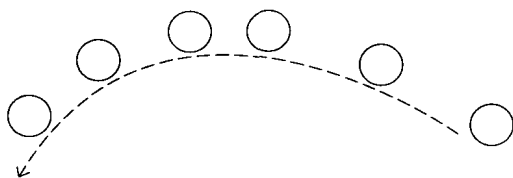


图 1—1—2 抛出去的球

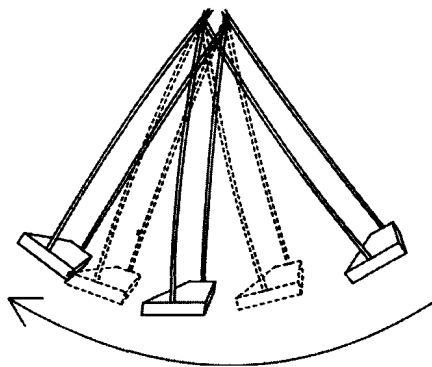


图 1—1—3 运动的秋千

将柔软的或有韧性的物体的一端固定在一个位置上，在受到力的作用后，它的运动轨迹线和运动过程会产生非直线的运动，通常将这种类型叫做钟摆式的弧形运动。如图 1—1—3 所示，晃动的秋千的运动轨迹线呈一条钟摆式的弧线。

另外，还有一种“抬手式”弧线运动也很常见，通常这种运动是依靠自身的力量产生的。如图 1—1—4、图 1—1—5 所示的手臂上扬和马蹄抬起，就是这种弧形曲线运动。

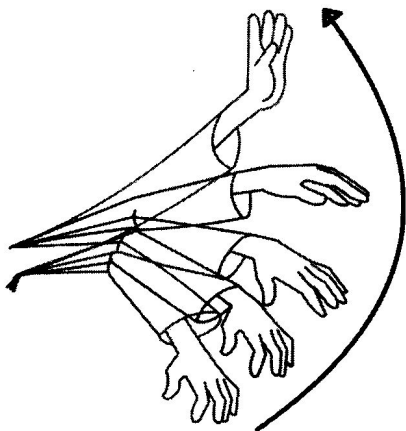


图 1—1—4 向上抬起的手臂

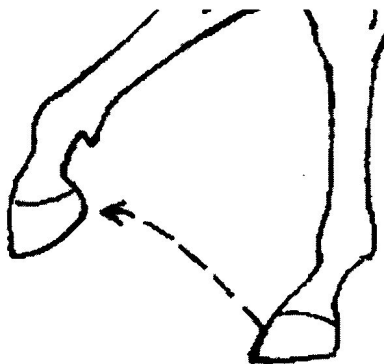


图 1—1—5 抬起的马蹄子

2. 弧形曲线运动规律

物体在做弧形曲线运动时，其运动轨迹线要呈弧形，其运动规律主要是掌握物体运动速度的变化。如图 1—1—6 所示，球被抛出去之后，在上升的过程中因为受到空气的阻力和地球的引力所以呈减速运动；而当球运动到一定高度再向下运动时则正好相反，呈加速运动。

钟摆式的弧形曲线运动也要考虑速度变化。如图 1—1—7 所示，在绳上吊着的球左右摆动，球的运动呈弧形运动，当向下运动时呈加速运动，当向上运动时呈减速运动。

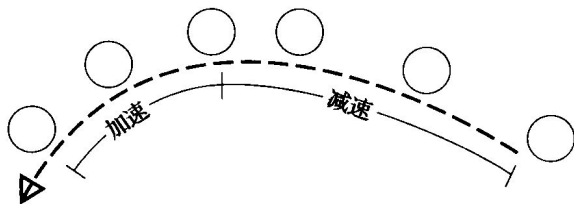


图 1—1—6 空中的球的运动规律

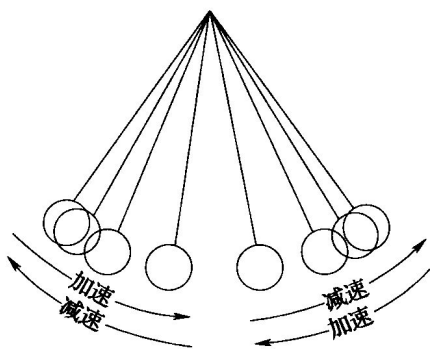


图 1—1—7 球摆动的运动规律

摆手式的弧形曲线运动要特别注意运动物体的追随运动。如图 1—1—8 所示，手掌摆动时，手指的最末端运动速度最慢。

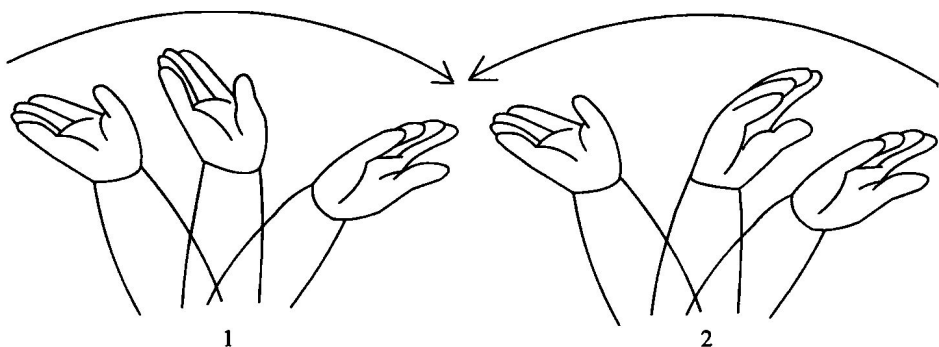


图 1—1—8 手摆动的运动规律

知识链接 力对运动的影响

运动物体在运动中所产生的形状和位置的变化都是受到力的作用而产生的，力的大小、方向、状态的不同都会使运动物体产生不同的运动状态。如图 1—1—9 所示，丝带受到不同程度的风力吹拂时会呈现出不同的运动状态。

在动画规律中所研究的力的类型包括两个方面，一是主动力和随动力，二是自身力和外界力。

主动力是决定运动物体主体动作的力；而随动力所引发的动作是跟随在主体动作之后的动作，属于从属动作，通常称这种动作为跟随动作。如图 1—1—10 所示，马的奔跑动作是由主动力决定的，而马尾巴一起一落则是由随动力决定的。

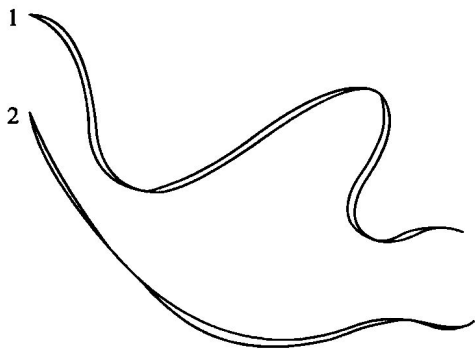


图 1—1—9 不同风力对丝带的吹拂

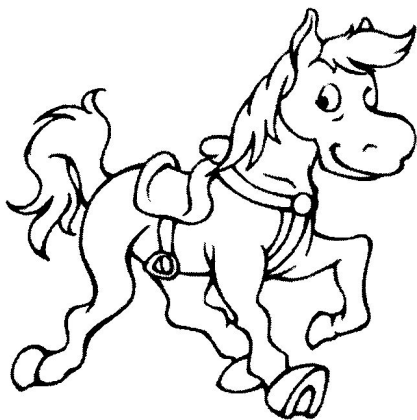


图 1—1—10 马奔跑

跟随动作也叫做滞留动作，常用于一些柔软或有关节物体的动作。如图 1—1—11 所示，左侧图中的大象鼻子摇动时整个鼻子同时运动，看起来比较僵硬；右侧图中大象的鼻子从根部开始摆动，然后顺序向鼻子中部运动，最后到鼻尖，这样大象的鼻子看起来才会自然。

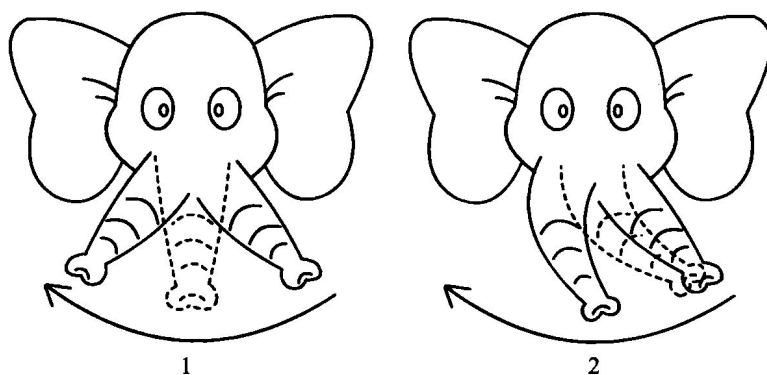


图 1—1—11 大象鼻子摆动时的跟随动作

有自主动力的物体依靠自身力做运动，在运动过程中能决定自主的运动轨迹，只在物体的末端产生滞留和跟随动作，本身具有较多的预备和缓冲动作。如图 1—1—12 所示，手向前指时，要有预备和缓冲动作，其中，第二张是预备动作，第四张是缓冲动作，所有的动作都是由手臂自身的力量所控制的。

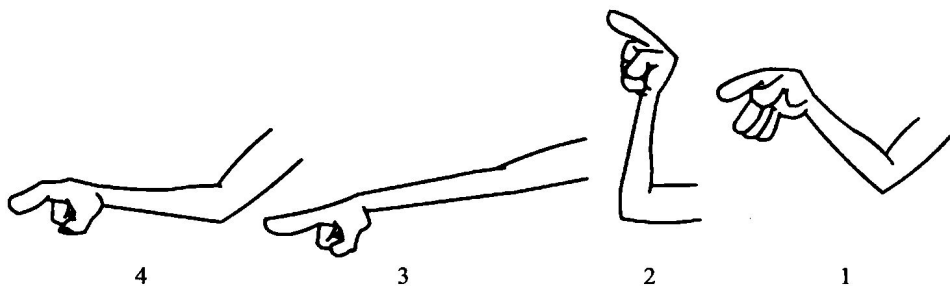


图 1—1—12 手向前指图例

没有自主动力、依靠外力作用才能产生动作的物体，其动作的运动轨迹取决于外力的大小、物体本身的重量、柔软度等，另外还要考虑反作用力对其的影响。如图 1—1—13 所示的窗帘被风吹过而产生的运动，窗帘中部最先运动，两端受反作用力的影响产生滞留。

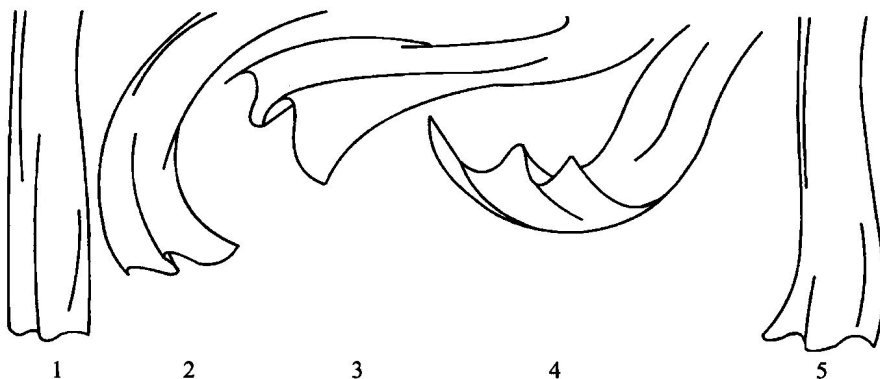


图 1—1—13 被风吹起的窗帘

所以，正确分析力的来源、类型可以有助于表现运动物体的质感及运动规律。

二、波形曲线运动规律

质地柔软的物体受到某种力的作用后，受力点会从受力物体的一端向另一端推移产生波浪形的运动状态，这种状态就叫做波形曲线运动。图 1—1—14 至图 1—1—16 中的斗篷、丝带以及浓烟的运动都是波形曲线运动。

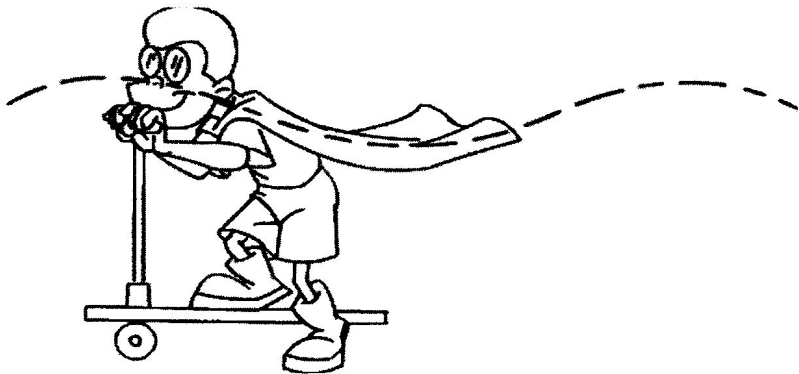


图 1—1—14 斗篷的波形曲线运动

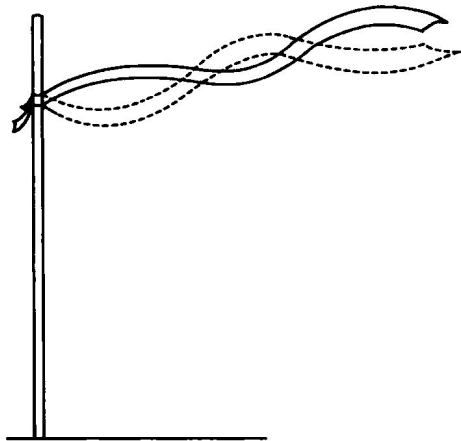


图 1—1—15 丝带的波形曲线运动

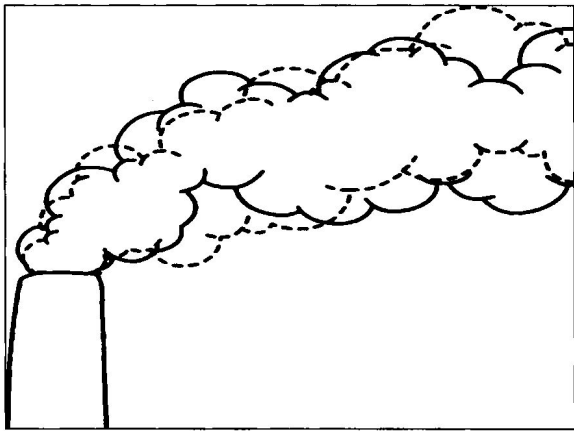


图 1—1—16 浓烟的波形曲线运动

以旗帜飘动为例，来说明波形曲线运动的形成原理，旗帜下面有一个物体向前滚动（也就是力的传递），决定了褶皱的位置，从而完成旗帜的飘动，如图 1—1—17 所示。

从中可以总结出波形曲线运动的运动规律：第一，产生波形运动的物体通常都是质地柔软有一定长度的物体；第二，能够使物体产生波形曲线运动的力通常是持续的、连绵不断的且不改变方向的。根据这个规律的特点，在制作波形曲线运动的动画时，通常使用循环动画的方式。