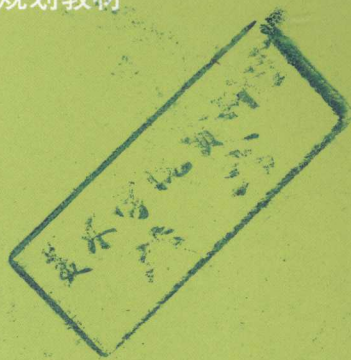


教育部高等学校广播影视类专业教学指导委员会“十一五”规划教材
总主编 王建国 孙立军

动画运动规律

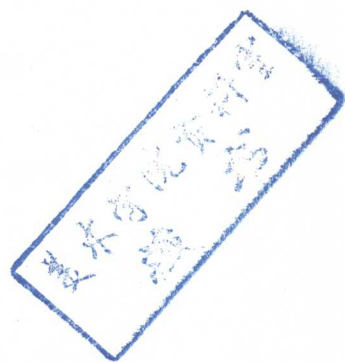
张庆春 编著



上海交通大学出版社

教育部高等学校广播影视类专业教学指导委员会“十一五”规划教材

02390



动画运动规律

DONGHUA YUNDONG GUILV

张庆春 编著

上海交通大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

动画运动规律/张庆春,何劲勇编著.-上海:上海交通大学出版社,2009

(教育部高等学校广播影视类专业教学指导委员会
“十一五”规划教材)

ISBN 978-7-313-05520-0

I. 动… II. ①张…②何… III. 动画-技法(美术)-高等学校:技术学校-教材 IV. J218.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第190658号

动画运动规律

张庆春 编著

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路951号 邮政编码:200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

上海锦佳装璜印刷发展公司印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:7.75 字数:187千字

2009年1月第1版 2009年1月第1次印刷

印数:1~3550

ISBN 978-7-313-05520-0/J·217 定价:42.00元

版权所有 侵权必究

教育部高等学校广播影视类专业教学指导委员会 “十一五”规划教材编审委员会

顾问名单

金德龙 国家广播电影电视总局副总编辑、宣传管理司司长
余培侠 中央电视台青少节目中心主任、中国动画学会会长
张松林 中国动画学会原副会长、秘书长
贡建英 中国动画学会副会长兼秘书长
曲建方 国际动画协会会员、中国电视艺术家协会卡通艺术委员会副主任
曹小卉 北京电影学院动画学院原副院长
蔡志军 中央电视台动画创作部主任
赵 欣 中央电视台动画创作部制片

成员名单

王建国	陈 龙	陈信凌	毕一鸣	布和温都苏
董广安	高晓虹	蒋贻杰	梁小庆	刘民朝
王诗文	谢晓晶	张瑞麟	郭卫东	孙立军
李 霞	覃晓燕			

序

PROLOG

21世纪,人类社会进入了信息时代与知识经济时代。在这个飞速发展的时代里,经济全球化与文化多元化已经成为不可阻挡的历史潮流。随之而来的是跨文化传播在全球的迅速兴起,而影视艺术作为当今世界影响力最大的艺术创造和文化传播方式之一,在跨文化传播中具有最广泛的观众群和覆盖面。

随着广播影视事业在全国的迅速发展和产业属性的显现,对广播影视人才的需求也越来越大,近年来,我国广播影视类专业高等教育取得了长足的发展,为广播影视系统输送了大量的人才。随着广播影视行业的迅猛发展,社会对广播影视类人才提出了更高的要求。进一步深化人才培养模式、课程体系和教学内容的改革,提高办学质量,培养更多的适应新世纪需要的具有创新能力的广播影视高素质人才,是广播影视教育的当务之急。

作为广播影视教育的重要环节,教材建设肩负着重要的使命,新的形势要求教材建设适应新的教学要求。本教材应针对高等学校学生自身特点,按照国家高等教育的特点和人才培养目标,以素质教育、创新教育为基础,以学生能力培养、技能实训为本位,使职业资格认证培训内容和教材内容有机衔接,全面构建适应21世纪人才培养需求的高等学校广播影视类专业教材体系。广播影视类专业教学指导委员会组织编写的“十一五”规划教材,主要包括影视动画、影视广告、新闻采编与制作、主持与播音、电视节目制作、摄影摄像技术等专业系列教材,本系列教材的出版,必将对高等学校广播影视类专业的人才培养和教育教学改革工作起到积极的推动作用。

本系列教材的出版,得到了教育部高等教育司领导、国家广播电影电视总局人事教育司领导及行业专家的大力支持,得到了国内众多同类院校的大力协助,在此对他们表示衷心的感谢!同时,我们也希望广大师生和读者给我们提出宝贵意见,使教材更加完善。

高等学校广播影视类专业“十一五”规划教材编写委员会

王建国 教授

内容简介

本书是由国内动画业内专家指导编写的关于动画运动规律的教材。

全书共分为四部分, 主要包括一般运动规律、人物运动规律、动物运动规律及自然现象运动规律, 教程内容能使读者较为全面地了解并掌握生活及自然的各种运动规律。

本书既可作为各大院校的动漫教材, 又可作为动画从业人员及爱好者的学习指导用书, 具有较高的参考价值。

课程与课时安排

章节	内容	课时	理论教学	课内实训
第一部分	一般运动规律	28	12	16
第二部分	人物常规运动规律	44	16	28
第三部分	动物常规运动规律	44	16	28
第四部分	自然现象的运动规律	28	12	26

目录

CONTENTS

001 第一部分 一般运动规律

003 第一章 弹性运动

008 第二章 惯性运动

012 第三章 曲线运动

021 第二部分 人物常规运动规律

023 第四章 人的结构与运动

027 第五章 人的走路动作

036 第六章 人物的跑步动作

040 第七章 人物的跳跃动作

043 第三部分 动物常规运动规律

045 第八章 兽类

065 第九章 禽类

072 第十章 鱼类

078 第十一章 昆虫类

082 第十二章 两栖类

083 第十三章 爬行类

085 第四部分 自然现象的运动规律

087 第十四章 风

090 第十五章 云、雾

092 第十六章 雷电

095 第十七章 雨

097 第十八章 雪

099 第十九章 水

107 第二十章 火

109 第二十一章 爆炸

112 第二十二章 烟、汽、灰尘

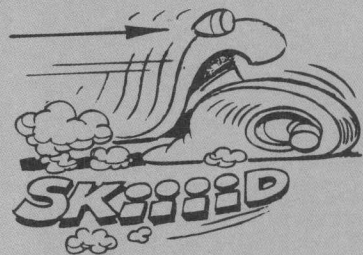
116 后记

第一部分 一般运动规律

事物的一般运动规律是从物体的运动中发现、理解、提炼和总结出来的。动画运动规律有其自身的夸张性,动画运动的实质不是去夸张物体的重量,而是去夸张自然界中任何物体在力的作用下所呈现的趋向和特征。

在动画运动规律学中不论是有生命的角色还是无生命的物体,它们的夸张都是根据力学原理在动画家大脑中的反映。

动画的一般运动规律主要分为弹性、惯性、曲线三大运动规律。



第一章 弹性运动

学习目标：学习弹跳运动的规律，并注意其中的弹性变形在动画片中的夸张处理。

学习重点：弹性运动中，掌握不同材质的物体夸张变形的形态以及细节上的创新表现。

学习方法：在生活中体会弹性的存在方式，用不同质量的物体实践弹性的变形程度。

第一节 弹性运动

物理学家告诉我们：物体在受到力的作用时，它的形态或体积会发生改变。在物体发生变形时，会产生弹力；当形变消失时，弹力也随之消失。我们把这种运动由物体受外力而产生变形的运动称为弹性运动。

物理学已证明了任何物体在受到任意小的力的作用时，它的形态或体积会发生改变，这种改变在物理学上称为形变。不发生形变的物体是不存在的，只是物体质地不同和所受到力的大小不同，形变也不一样。

皮球为什么会从地面上弹起来？

这是因为物体在受到力的作用时，它的形态和体积会发生改变。这种改变，在物理学中称为“形变”。物体在发生形变时，会产生弹力；形变消失时，弹力也随之消失。

皮球落在地面上，由于自身的重力与地面的反作用力，使皮球发生形变，产生弹力，因此皮球就从地面上弹了起来。皮球运动到一定高度，由于地心引力，皮球落回地面，再发生形变，又弹了起来。

皮球受力后会发生形变，产生弹力，那么其他物体受力后，是否也会发生形变，产生弹力呢？答案是肯定的。任何物体在受到任意小的力的作用时，都会发生形变，不发生形变的物体是不存在的。

以皮球落地时的弹跳为例，由于自身的重力与地面的反作用力，使皮球在落地时产生弹跳运动。皮球是橡皮质地，里面又充足了气，在运动中突然受阻之后，所产生的弹力大，跳得高，并且可以连续弹跳多次才会停止。

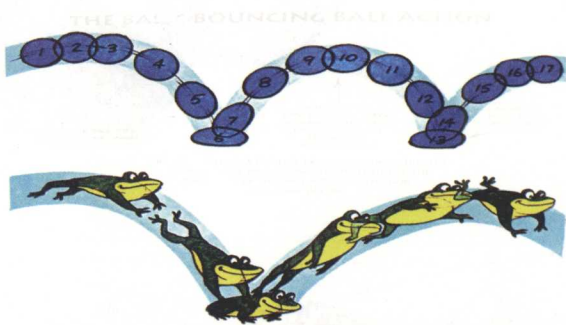


图1-1 皮球落地时的弹跳动作

图例解析：

1. 皮球会沿着一条清晰的路线轨迹运动。研究球在沿着这条路线运动时之间的距离，注意皮球在上下弹跳时的动作类似。

2. 注意箭头所指4和5之间，当皮球落下时，速度是增加的。在绘制两张画时，要注意距离要相距较

远些。

3. 注意图中5、7、12、14，当球落下和上升时，球的“拉长”状态。

4. 依图中箭头所指球10，当球在最高点时，运动

会慢了下来，绘制时距离要靠近一些，并且球会重新回到最自然且正常的形状。

5. 依图中箭头所指球13和6，当球被撞击时，它会反冲并且会被压扁。

第二节 弹性变形

皮球受到地面的撞击，在弹跳过程中就会改变原有的形态，这就叫做弹性变形。

有的形态，产生压扁、拉长等变形状态。

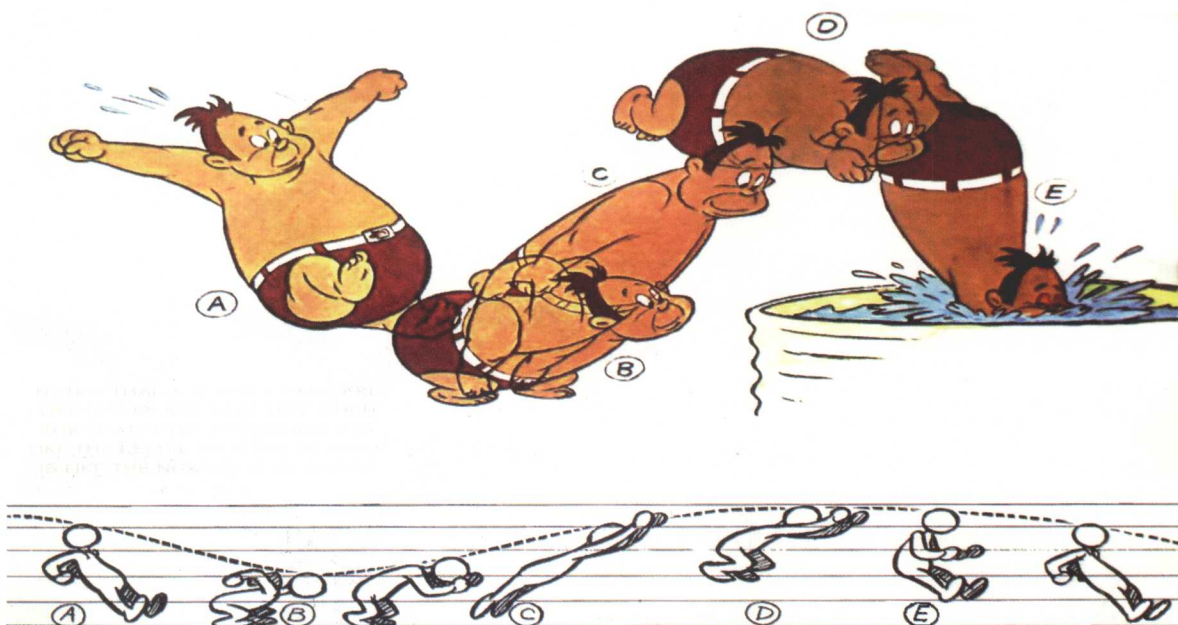


图1-2 人的弹性跳跃运动

图例解析：

在图1-2中，我们要注意A、C、E是这个角色运动拉长时的动作，类似（图1-1）中的5、7、12和

14，皮球落地时的动作拉长；B就类似（图1-1）中6和13，球的压扁状态；D则类似（图1-1）中2、10、17，皮球的空中状态。

第三节 弹性变形中的细节完善

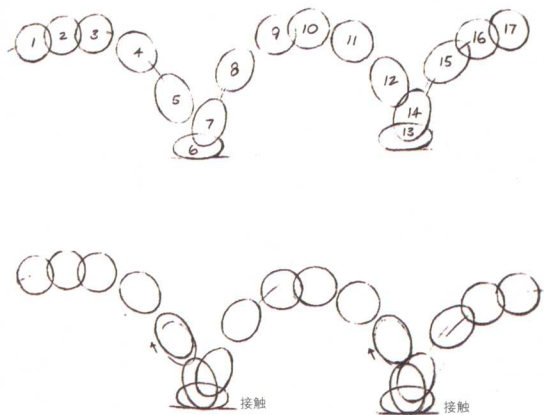


图1-3 球体基础运动上的变化

图例解析:

在图1-3中,为了使运动更富有活力和变化,在原有的球体弹跳运动过程中,又加入了一个球刚刚碰到地面的接触原画,让前面一张画往前让一些空间,之后再让球进行压扁。这使球体运动在原有的运动中有了更多的细节变化,使整体动作变得更为生动与灵活。

再次弹起时,就不能这样再画一张接触地面的图,否则动作会有黏在地面上的感觉(图1-4)。



图1-4 细节处理

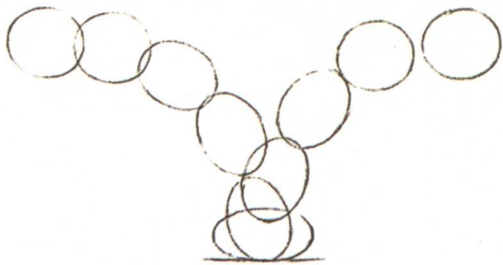


图1-5 完善之后的球体弹跳运动

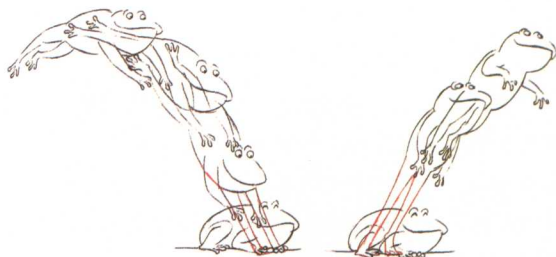


图1-6 细节变化在青蛙的跳跃中的应用

图例解析:

图1-5为完善之后的球体弹跳运动,将这些完善后的细节变化运动付之于实际应用之中,如图1-6青蛙的弹跳,先让青蛙接触地面然后蹲下,它继续起跳时让它的双脚继续接触地面,这样会赋予动作新的特点。

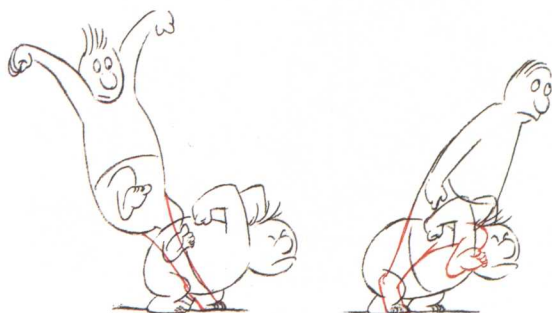


图1-7 在人的起跳动作中的弹性细节处理



图1-8 人的弹性跳跃中的细节处理

图例解析:

同样，将弹性细节处理也可用于人的起跳动作（图1-7）。在图1-8中，把动作的动态做了一些修缮，改变了一些细节部分，让跳跃的大动作里加入更多的小动作，进一步分解了动作，令整体动作生动、自然。

第四节 弹性变形状态

变形是根据力学原理进行艺术夸张的一种手段。既然物理学已经证明任何物体都会发生形变，那么在动画片中，对于形变不明显的物体，我们也可以根据剧情或影片风格的需要，运用夸张变形的手法，表现其弹性运动。

由于物体质地、重量和受力的大小不同，弹性变形所产生的弹跳力及变形幅度也就会有差异。有的物体形变比较明显，产生的弹力较大；有的物体形变不明显，产生的弹力较小，不容易为肉眼所察觉（图1-9）。

由于重量和材质的不同，物体与地面接触时反应是不同的（图1-10、1-11）。

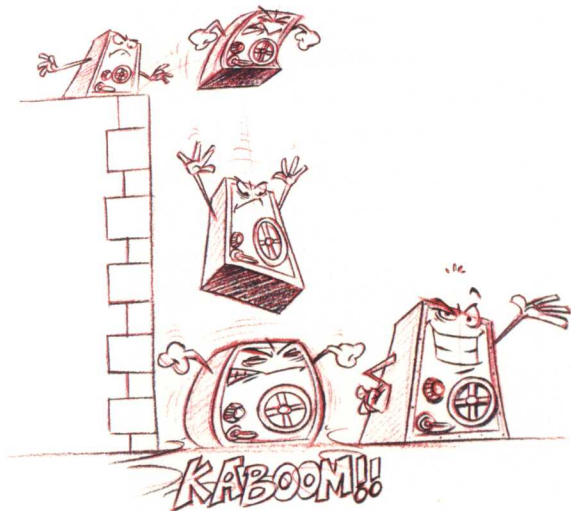


图1-10 运动中不同的变形状态

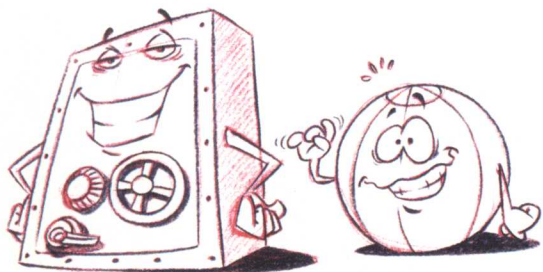


图1-9 不同的物体材质

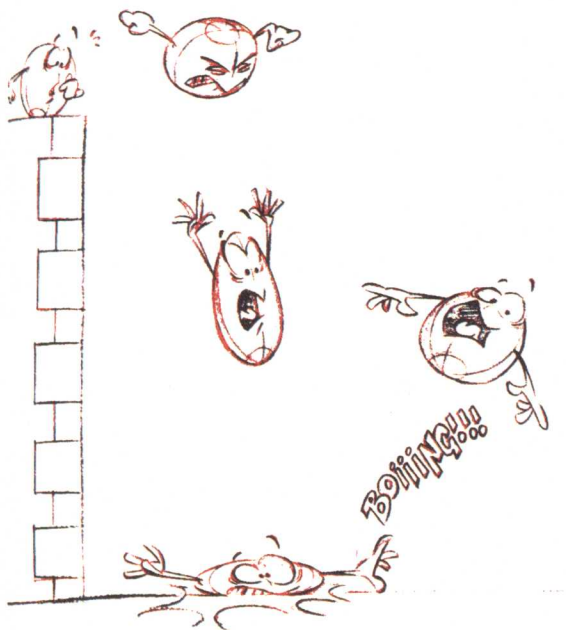


图1-11 运动中不同的变形状态

其他物体，如木块、纸团、人或动物等也能产生弹性变形，因为这类物体的弹力小，变形幅度不明显。如果想让人产生弹性变形，就要对动作姿态进行变形夸张，并且掌握好动作的速度与节奏，这样会使动作效果更加明显和强烈。

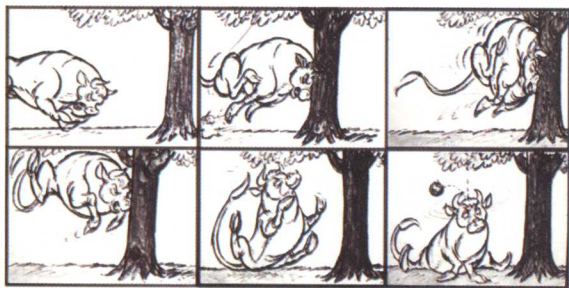


图1-12 牛撞击大树时的弹性变形状态

图例解析：

图1-12中，野牛撞击大树，身体前倾。因身体壮

大用力过猛，整个身形发生了弹性变形，全身压扁蜷缩，尾巴也随之有曲线运动。

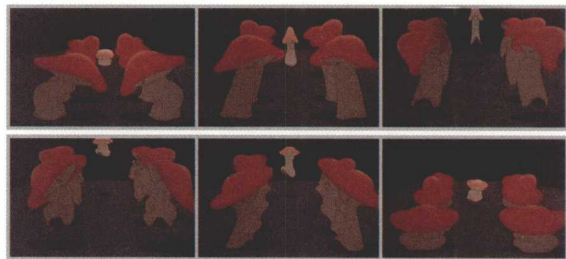


图1-13 蘑菇跳 选自1940年迪斯尼公司的动画片《幻想曲》

图例解析：

图1-13选自《幻想曲》中蘑菇精灵在舞蹈的一段，全长30秒，动作柔软、生动，弹性极强。1940年的迪斯尼已经充分掌握了动画的规律，发挥了动画的这一特性，总结出了一套经典的运动规律，至今还具有经典性。

迪斯尼的动画制作以一拍一为多，动作夸张、柔美，极具感染力。这里选取的是动作幅度较为突出夸张的动态画幅。蘑菇在预备起跳时，弹性运动艺术完美呈现，让我们看到了迪斯尼动画家们丰富的想象力。

作业练习：

弹性动画练习。

要求：①以简单的物体进行弹性运动，根据物体的质量、运动的方式结合弹性运动规律进行相应的夸张变形，使之运动生动、灵活、节奏感强。②要有立体的造型。③要有夸张、拟人的运动风格。④绘制设计稿、规格框。⑤绘制原画关键张，填写摄影表、速度表。⑥动检修缮。

第二章 惯性运动

学习目标：掌握惯性的运动规律。

学习重点：运用夸张变形的手法来表现物体的惯性运动。

学习方法：要经常注意观察、研究、分析惯性在物体运动中的作用，掌握它的规律，作为我们设计动作的依据。

第一节 惯性运动

一、什么是惯性

任何物体都具有一种企图保持它原来的静止状态或匀速直线运动状态的性质。这种性质就叫惯性。

二、什么是惯性定律

一切物体，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，直到有外力迫使它改变这种状态为止。这就是通常所说的惯性定律，也是牛顿第一定律。所以一个物体从静止状态开始运动，或者运动着的物体突然终止，这时便会产生惯性。物体的惯性的大小是由物体的质量决定的，物体的质量越大，它的惯性就越大；物体的质量越小，它的惯性就越小。

图例解析：

通过图1-14的实例，我们可以看出：一个做匀速直线运动的木块直立在小车上，小车沿着桌面运动，当前进运动着的木块突然被阻终止运动，由于木块的底部和车面之间有摩擦力，也随之停止，但上面那块小木块由于惯性作用，还要保持原来的运动状态，所以木块倒向了前方。

惯性定律指的是一切物体在没有受到外力作用（或受到外力作用，但外力的合力为零）时，由于物体具有惯性，总保持静止状态或匀速直线运动状态的一种运动规律。它的实质揭示了力和运动的关系：力不是维持物体运动速度（状态）的原因，而是改变物体运动速度（状态）的原因。

三、惯性的表现

首先，一切物体都有惯性。在日常生活中，表现物体惯性的现象是经常可以遇到的。例如站在汽车里的乘客，当汽车突然向前开动时，身体会向后倾倒，这是因为汽车已经开始前进，而乘客由于惯性还要保持静止状态；当行驶中的汽车突然停止时，乘客的身

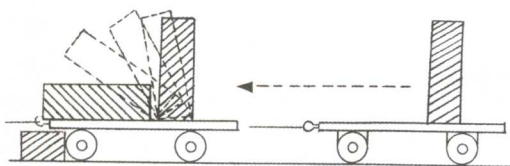


图1-14 前进中的小木块

体又会向前倾倒，这是由于汽车已经停止前进，而乘客由于惯性还要保持原来速度前进。

其次，当物体受到力的作用时，看是否容易改变原来的运动状态。有的物体运动状态容易改变，有的则不容易改变。运动状态容易改变的物体，保持原来运动状态的能力小，我们说它的惯性小；运动状态不容易改变的物体，保持原来运动状态的能力大，我们说它的惯性大。

惯性的大小是由物体的质量决定的。例如一辆40吨的大型平板车的质量比一辆小汽车的质量要大得多，它的惯性也就比小汽车的惯性大得多，因此大型平板车起步很慢，小汽车起步很快；大型平板车的运动状态不容易改变，小汽车的运动状态则容易改变得多（图1-15）。

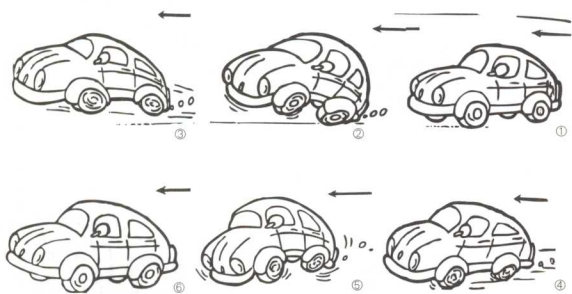


图1-15 小汽车的惯性运动状态

汽车刹车时，只须刹住一对后轮就可以了；火车却不行，它的每个轮子都装有刹车装置，这是因为火车的惯性比汽车的惯性大，因此要改变它原来的运动状态也就困难得多。人们骑自行车时，如果带有较重的货物，起动、转弯和停车都比不带货物车时困难，这也是由于惯性大小不同的原因。

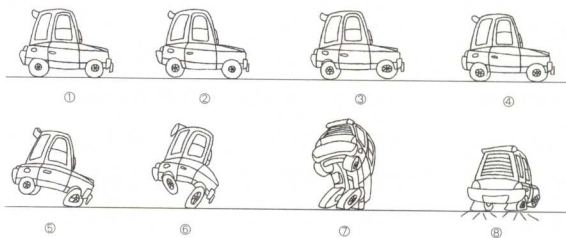


图1-16 “突然刹车”的惯性运动

图例解析：

图1-16中，汽车在平稳地行驶，因突然的刹车导致前轮压扁，后轮翘起，整个车身发生较大翻转，这是因为惯性较大所产生的强烈效果。

第二节 惯性变形

一、什么是惯性变形

动态变形是根据力学原理进行艺术夸张的一种手段。动画片中，把生活里的各种物理现象加以夸大和

强调，用形象化的手法将它展示在人们面前。惯性运动中，根据力学惯性的原理，夸张形象动态的某些部分叫做惯性变形。



图1-17 惯性变形运动

图例解析:

图1-17中疾驰的汽车突然刹车,由于轮胎与地面产生了摩擦力,将汽车的预备动作给予夸张的处理,使车身变成圆拱形;车身后座向下压扁挤缩。在行驶过程中车身又极速拉长,车轮则变成倾斜的椭圆形。在刹那间撞击墙面时,车身由于惯性作用继续向前行进,在受到阻力时朝前撞击,车身压扁,车轮挤压,发生变形状态,这就是在动画动作中运用惯性变形造成急刹车时的强烈效果。



图1-18 惯性变形运动

图例解析:

图1-18中是一组惯性变形较为强烈的动作设计。动作中,角色由平稳地行驶①变化到急速的刹车④;由于惯性原理,角色身体向后倾斜,头发也进行了相应地跟随动作;之后角色改变行进方向,进入快速转弯⑥。在这个惯性变形运动图例中角色的形象进行了极限的夸张变形处理,令整体的动作生动、活泼,制造出强烈的动作效果;之后,动画师沿袭了迪斯尼经典的动作原理规律,对动作进行了缓冲处理⑤,使动作趋于缓和,更好地恢复常态到原画③。由此,很好地传达了动作主题。

二、惯性变形中的细节表现



图1-19 汽车突然刹车的局部状态



图1-20 汽车突然刹车的局部状态

图例解析:

图1-19中,汽车突然刹车,由于惯性的原因,车子和轴继续向前,轮胎和毂则由于地面摩擦力被挤压变形。图1-20中,旋转着的车轮,由于摩擦力,卷起了灰尘与泥土。

所以在表现惯性运动过程中,动画师要画出车子向后倾斜,轮胎压扁,并且与地面的接触越大越好,