

高等院校动画专业精品教程

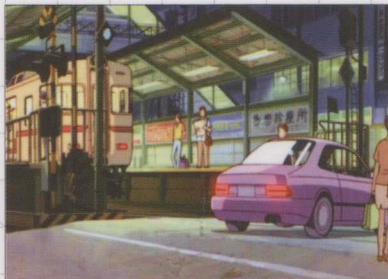
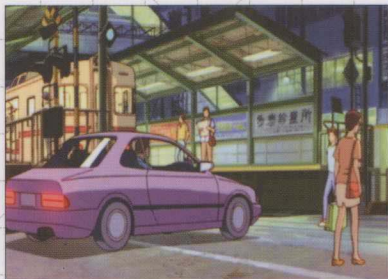
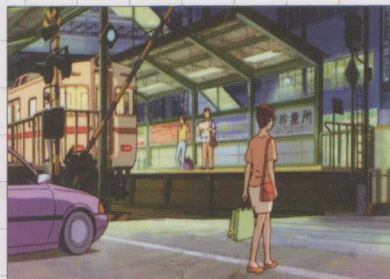
丛书主编 陈汗青 王 健



动画 运动规律

主编 冯 波

湖南师范大学出版社



高等院校动画专业精品教程

动画运动规律

主 编：冯 波

编 委：郝巍东 毛丽萍 阙 镭

陈向阳 高宇宏

湖南师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

动画运动规律/冯波主编. —长沙: 湖南师范大学出版社, 2008.8

ISBN 978-7-81081-943-5

I. 动… II. 冯… III. 动画—技法 (美术) IV. J218.7

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第132516号

动画运动规律

◇主 编: 冯 波

◇责任编辑: 胡晓军

◇责任校对: 蒋旭东 李永芳

◇出版发行: 湖南师范大学出版社

地址 / 长沙市岳麓山 邮编 / 410081

电话 / 0731.8853867 8872751 传真 / 0731.8872636

网址 / <http://press.hunnu.edu.cn>

◇经销: 湖南省新华书店

◇印刷: 湖南新华精品印务有限公司

◇开本: 787×1092 1/16

◇印张: 4.75

◇字数: 179千字

◇版次: 2008年8月第1版 2008年8月第1次印刷

◇书号: ISBN 978-7-81081-943-5

◇定价: 20.00元

丛书序言

动漫产业是21世纪最有潜力的朝阳产业。据2007年动漫产业分析报告显示,全世界数字内容产业产值近31万亿元,其年增长速度保持在40%以上。中国动漫产业的市场空间至少每年有1000亿元。动漫与衍生产品的巨大产值及其迅猛的发展速度已为世界瞩目。

动漫产业作为所有产业中增长最快的创意产业的重要组成部分,对提升国民经济的发展质量相当重要。现在世界创意经济每天创造220亿美元产值,美、日、韩已呈争先恐后之势。美国网络游戏业为该国最大的娱乐产业;日本动画业年产值在国民经济中位列第六,其产品出口额超过钢铁业,而中国国产动画年产量却仅为日本的1%左右。随着外国动画片潮水般的涌入国内,我国庞大的动漫市场已被外人虎视眈眈。不难发现,中国动画还处在一个缺环断链、尚未完全成熟的市场状态。不论是从价值观到艺术理念,还是从数字技术到形式内容,或者是从经营模式到市场运作等方面,我国动画明显滞后;尤其是动画人才培养结构的不合理、人才培养的周期滞后等问题,使我国动漫产业的合格人才缺口较大。而全球性的、超国界的文化力量亦在对人类社会行为、思想、价值判断发挥作用,人类从经济、技术、产品、艺术、生存与传播方式等方面进行文化的碰撞,这将深刻影响动漫的传达与表现,影响动画的认知模式,从而带来一系列新观念、新问题,诸如创意产业链与动漫文化、价值观、思维方式等,为我们重新审视动漫产业体系提供了更多的思考维度。

动漫产业的竞争,归根结底是人才的竞争。虽然中国动漫产业同国外比有差距,但其发展后劲足。我国高度重视动漫人才的培养,为贯彻落实《国务院办公厅转发财政部等部门关于推动我国动漫产业发展若干意见的通知》精神,教育部积极调整专业结构,扩大招生规模,建立动漫人才培养基地,提高动画专业教学质量,实施“动漫类专业教师培养和培训特别计划”,并启动了“原创动漫作品推广”和“动画专业标准化教程及教材开发”项目,推进高校与动漫企业联合教学等措施,刺激了我国动漫产业的兴起。发展动漫产业也将对建设我国社会主义先进文化、加强未成年人思想道德建设起着极为重要的推动作用。好的创意人才必须有扎实的人文底蕴作根基。中国深厚的文化底蕴和丰富的文化资源是发展动漫产业、形成中国特色的先天优势。我国动画的发展前景不可估量。

近几年来,国内已有447所大学设立动画专业,1230所大学开办与动画相关的课程,毕业大学生达6.4万人,在校学生46.6万,其高端人才,炙手可热。各种职业培训学校更如雨后春笋,总量不下几千家。国产动画在数量、质量、技术、播映效果、产业结构等方面都取得了显著成绩。在这种繁荣表象的掩盖下,某些学校的动画教育从教材体系、课程设置、师资力量到软硬件水平等都存在着不足,有的基础薄弱,“上马”仓促、“削足适履”;或是忽视动漫的交叉性、创造性、艺术性;或是对与现代科技密切相关的课程支撑短缺,对培养学生原创能力与综合素质的认识重视不够,其所谓动画教育多是对各种电脑软件的学习应用。这已与系统、科学的动画教育相去甚远。

动画专业主要着眼于培养动漫产业发展所需要的高素质人才,要求其既具有扎实的理论功底和良好的发展后劲,又具有较强的原创能力和专业技能,并具有较好的创新意识和实干精神;注重专业理论的系统化学习,提高学生的专业素质和实践能力,培养出一大批

高水平、高素质的创新人才。这就要求动画专业注重应用、注重实践、注重规范、注重国际交流，并与其他学科相互交融、协调发展；要求培养的人才具有更强的人文素质和宽广的国际视野。

湖南师范大学出版社一直对动画教育很关注，特别是对动画专业教材的编写，给予了相当的支持。经过充分酝酿和策划，确定了这套图文并茂教材，这是一项有利于促进高校动漫教育改革发展的重要措施。

本教材的编写人员都是具有丰富创作经验和教学经验的教师。该教材以大量生动的实例讲解了动画概况、动画造型、动画制作技法、动画运动规律、动画场景设计等动画制作的基本原理与方法，深入浅出，图文并茂，力图从不同的角度，引导学生在理解及掌握基本规范的基础上，充分发挥个体的潜在创造力。通过对这套教材的学习，学生可以从原理、思维、制作等层面上对动画艺术有一个全面、深入的了解，从而提高自身的艺术认知能力，加强专业修养以及升华其职业素质。

在本教材的编写过程中，长沙理工大学的王健老师一直在为教材的组织、整理工作尽心尽力，全体作者和出版社的编辑们都为本套教材付出了十分辛勤的劳动。在此一并表示感谢。

动画业是一个极具创造性的行业，如果没有好的想象力，没有热情和兴趣，没有创新意识的寸步难行的。那种老是踩着洋人脚印走的动漫产业，只能叫加工业。希望本套动画教材能给动画专业的学生一些帮助，能够激发他们的潜力和创新意识。因此充分汲取中华民族优秀文化和西方文化精华，深入进行动画教学改革，探讨动画人才的培养模式、教学体系和教材资源环境，形成自己的特色，是我们努力的目标。这是需要长期艰苦的学术劳动和创新才能完成的。精品教程的编写，将是我们追求高质量教材的尝试。在广大读者的关心、帮助下，本教程一定能不断改进，并在动画教育中起到积极的促进作用。

武汉理工大学艺术与设计学院院长
博士生导师

陈汗青

前 言

运动规律是一门动画专业的必修课。在众多的动画课程中，它可能是最不引人注目的。它没有引人入胜的技术性和高深莫名的理论性，多的是繁复的训练和试验。对于那些一门心思学习高深技术和幻想一步成为艺术家的学生来说，它可能是没有吸引力的。但是，对于所有的动画片，不管是哪一种技术手段的动画片，其基础都是建立在对运动的研究之上的。动画片的精髓或者说灵魂，就是运动。我们只有在枯燥、繁重的日复一日的练习和探索中，才能找到要表达的最根本的东西。我对想学习动画的学生和爱好者提供的一条建议是：练习、练习、试验、试验，以及寻求更多的变化！这才是通往成功之路，除此以外，别无他途。

本书提供了许多经典的例子，将有助于学生把握学习的目标。在此，谨对动画艺术的诸位前辈表示敬意。

冯 波
2008年8月

目录

1

第一章 动画中的运动

- 1.1 动画的原理/2
- 1.2 动画运动中的力学/5
- 1.3 动画运动形态的决定因素/7

11

第二章 运动原理

- 2.1 运动途径 /12
- 2.2 运动时间/12
- 2.3 运动速度/12
- 2.4 变形/15
- 2.5 曲线运动/16
- 2.6 追随运动/18
- 2.7 分层/19
- 2.8 循环/22

25

第三章 生命体的运动

- 3.1 形体与结构/26
- 3.2 人体的结构与运动/26
- 3.3 动物的结构与运动/28

33

第四章 物体的运动

4.1 自然现象的运动/34

4.2 人造物体的运动/41

43

第五章 角色的运动

5.1 动态线/44

5.2 动作的分解/46

5.3 角色的表演/49

5.4 动作的趣味性/55

59

第六章 空间透视与摄影机的运动

6.1 空间透视/60

6.2 摄影机的运动/64

67

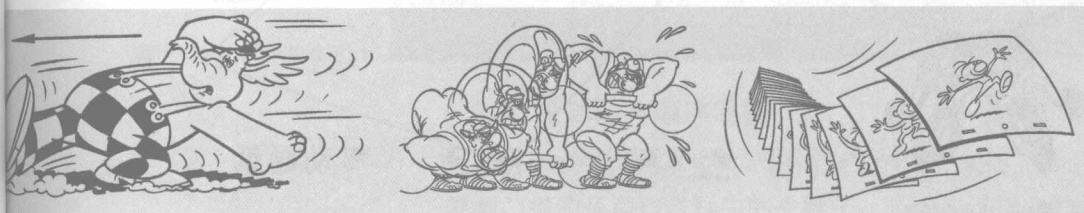
参考文献

参考文献/67

第一章 动画中的运动

【学习重点】

本章将简要介绍动画的基本原理和制作流程，并且初步了解动画中的运动，认识力的作用和反作用，为以后的学习打下基础。通过本章的学习，我们要学会主动地运用动画的思维来观察生活中的运动。



动画的灵魂是运动，而且是以一种更纯粹、更夸张的方式表现出来的运动。

动画是电影的分支，但是和实拍的电影又有一个重要的区别：电影是通过胶片把现实中的确实发生过的运动以连续画面的形式记录下来，而动画是不依赖任何现实运动的，动画中的运动完全是人所创造的。

1.1 动画的原理

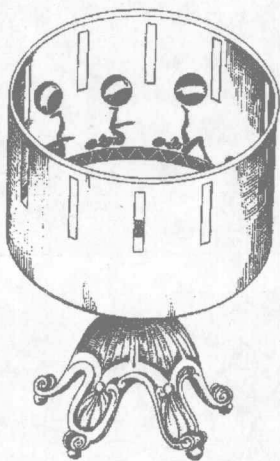
1.1.1 动画的基本原理

人类的视觉是由眼睛的视网膜扫描物体后，反射到大脑神经后形成的。对于静态的物体，我们可以清晰辨认。可是当物体开始运动、速度超过我们视力的反应速度时，我们的视觉中就会出现残留现象，这在科学上被称为视觉残留。

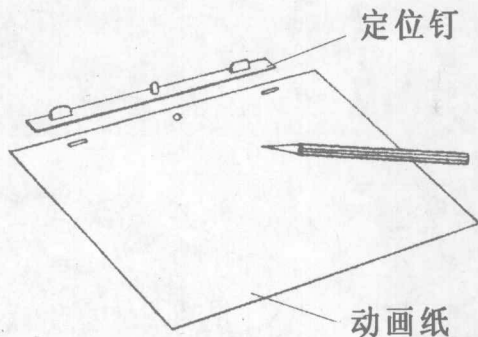
人们经过试验，发现对一系列动作连续的图像进行快速播放，上一个图像的残留消失，下一个图像又进入视觉，这样就会造成物体运动的错觉（见图1-1）。

人们于是就在纸上绘画形象、动作，在下一张纸上画下一个动作，再快速播放，在错觉的影响下，静止的图片变成了活动的影像，再及时地传递给观众，动画片就是这样被创造出来了。

动画片的制作技术现在已经达到了非常成熟的地步，有了标准化的制作工具。现在动画制作需要用到定位钉，把打好孔的动画纸套在上面，在透台上面透过前一张动画稿来画下一张动画稿，这样可以保证画稿的位置能够对上（见图1-2）。



▲ 图1-1 动画的萌芽
（选自《世界电影》）



▲ 图1-2 动画的制作工具

1.1.2 动画片的制作流程

与一般影视制作类似，动画制作流程大致分三个阶段：前期、中期和后期（见图1-3）。

前期：对于一部动画片来说，前期准备至关重要。这一阶段需要主创人员就故事、剧本、美术风格和场景、人物造型、音乐风格等一系列问题进行反复的探讨。首先要确立文学剧本，紧接着确立详尽的文字分镜头剧本、完整的音乐脚本和主题歌。然后，根据文学剧本的要求，由导演组织人员确立美术设计风格，设计主场景和人物造型。当美术设计风格和人物造型确立以后，再由导演将文字分镜头剧本形象化，绘制画面分镜头脚本。

中期：主要任务是具体绘制和检验等。也就是设计稿、原动画和背景的绘制、检查及校对等。中期是一部动画片制作的关键阶段，也是工作量最大和人员投入最多的环节。需要参与绘制的人员具有深厚的绘画功底和较高的艺术修养，以及较强的创造能力、责任心、耐心和毅力。

后期：是一部动画片的收尾阶段，此阶段工作质量的优劣直接关系到动画片的最终播放效果。主要是将中期完成的画稿进行上色、校色，进而与背景一同进行拍摄（胶片工艺）、扫描合成（电脑工艺）并最终剪辑、配音、配乐以及特效的制作与合成等，从而最终高质量地完成一部动画片。

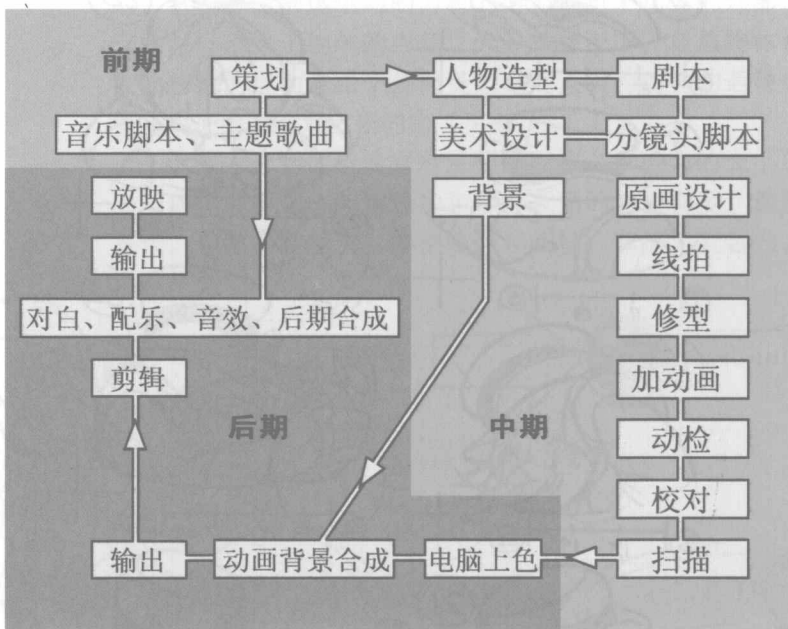


图1-3 动画片的制作流程

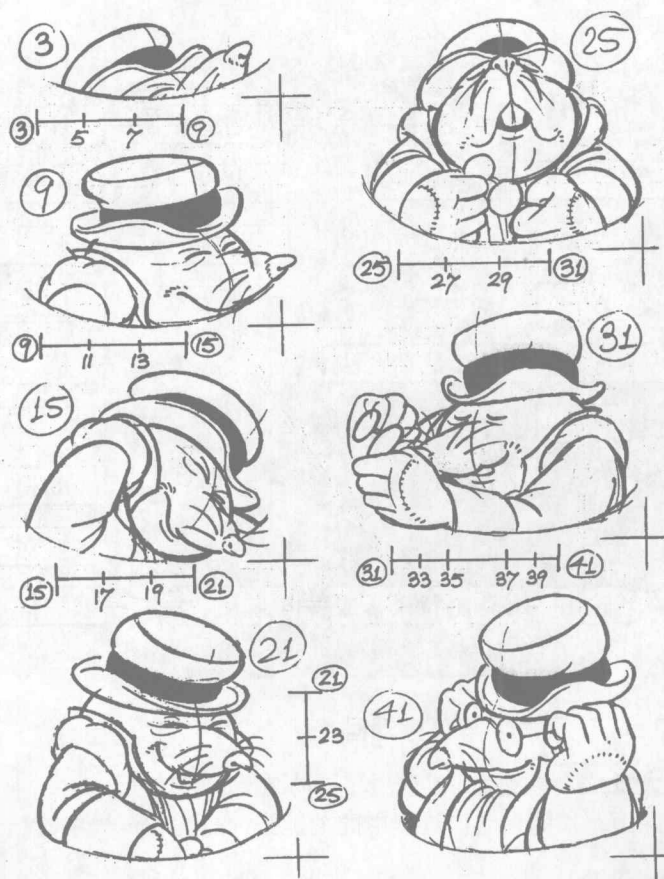
1.1.3 原动画与顺序动画

大多数的动画片都是采用“原动画”的方式制作。

原画，指的是动作过程中的关键张，是动作过程中的起止和转

折点。法国著名雕塑家罗丹曾经说过：“所谓运动，是从这一个姿态到另一个姿态的转变。”原画的工作就是要设计好关键张中的姿态，只画出那些能够最有力地展现动作的姿态，然后根据动作的变化，建立姿态间的逻辑关系以及动作的时间节奏；而“动画”这一工序，是把这些关键张按照动作节奏顺连起来。把这两道工序分开，可以为动作的设计者省去一部分“体力活”，以便把精力集中在改善小原画和加强对动作的控制上，这样的制作方式便于团体合作，并且能够保证动作的效果，是一种科学的分工方法。图1-4所示就是一套动作的原画，图旁呈I字形的是速度尺，画有圆圈的数字是原画张的编号，而不加圆圈的数字是动画张的编号。作原画除了画出关键张之外，还要在速度尺上以数字标出所有原画和动画张，速度尺上的动画张的位置代表的是运动的速度。

除了“原动画”的方式，还有一种“顺序动画”的制作方式。所谓顺序动画，顾名思义，就是动画师从场景的第一张画面开始，按照顺序逐帧绘制，直到场景的最后一张。动画作者在工作开始前，很少通盘考虑整个动作如何完成，一般是在绘制过程中凭着感觉把握运动方式和整体效果，因此制作的画面和动作具有自由和怪异的风格。这种动画制作方式比较适合于个人创作，许多动画艺术短片都是以这种方式完成的。



◀ 图1-4 原画（选自Timing for Animation）

1.2 动画运动中的力学

1.2.1 力的概念

牛顿关于运动的第一定律指出：任何物体，如果不受到任何力的作用，将保持静止或匀速运动状态；而一旦力施加于其上时，每种物体都有符合它自己特性的反应，这种反应是位置与时间的组合，这就是动画运动的基础。

1.2.2 力的作用与反作用

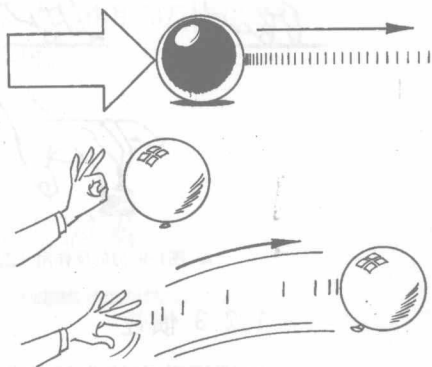
在地球上，地心引力（也就是重力）是所有物体受力的基础，是物体存在要受到的最基本的力。在地球上，几乎所有的运动都或多或少要克服重力的影响。重力的表现是物体的重量。物体的重量越大，改变它的运动状态时所需要的力也越大，在动画创作中，几乎在表现所有的运动的时候都要考虑重力的影响（见图1-5）。

任何物体，只有在某种力施加于它的时候才开始运动，这种促使物体运动的力有的时候来自于物体的外部，有的时候来自于物体的内部。大多数情况下，自然物体和人造物体的运动是由于外部受力，而人类和动物的运动大多是由于内部爆发出来的力（见图1-6）。

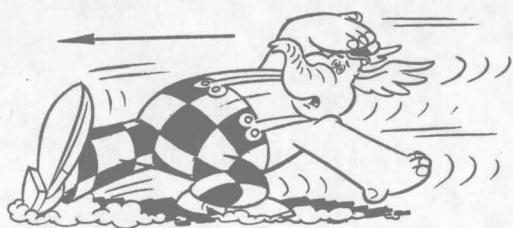
摩擦力对物体运动有着重要的影响。摩擦力的大小取决于物体的重量、接触面积和摩擦表面的光滑程度。重量越大，摩擦力就越大；摩擦表面越粗糙，摩擦力就越大。



▲ 图1-5 重力的表现（选自Timing for Animation）



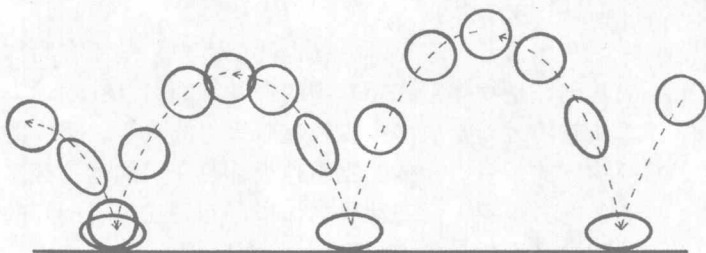
▲ 图1-6 力的作用促使物体运动
（选自Timing for Animation）



▲ 图1-7 摩擦力的表现 (选自Timing for Animation)

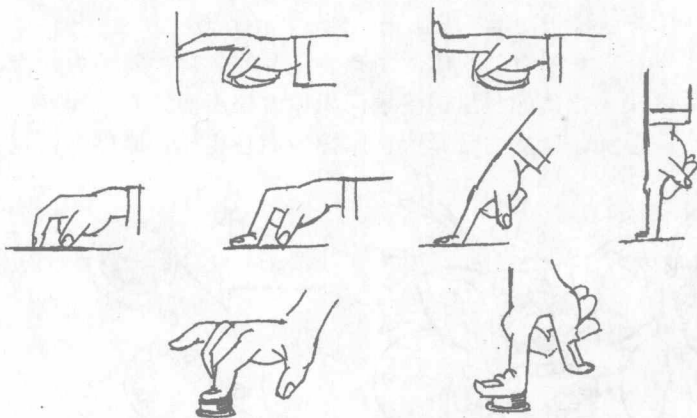
摩擦力越大，物体所受的阻力也就越大（见图1-7）。

在力的关系中，当一个力作用于一个物体时，该物体会对推动它的力产生一个相反的力，这就是反作用力。例如图1-8中的皮球，在皮球落地时对地面施加了力，同时地面对皮球又施加了反作用力，从而使皮球反弹起来。



▲ 图1-8 力的作用与反作用

要注意的是，作用于物体的力越大，反作用力也就越大，反作用力引起的反应也就越明显（图1-9）。

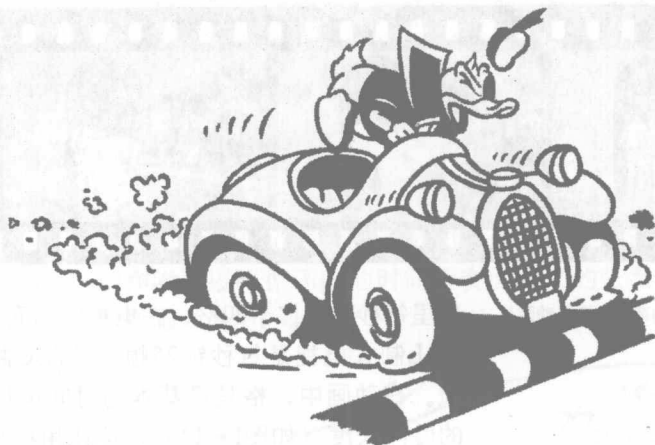


▲ 图1-9 力的反作用 (选自The Animator's Survival Kit)

1.2.3 惯性

牛顿运动定律告诉我们：物体有保持自己运动状态的性质。当一个物体要改变它的运动状态，无论是启动、停止或改变运动方向的时候，总是有继续保持它开始时的运动状态的趋向，这就是惯性。

例如刹车的时候,紧急制动使得汽车行驶动作停下来,车内的人却仍然保持继续向前运动的趋向,身体还在继续向前,产生前倾的现象。当汽车从静止的状态突然启动的时候,车内的人还保持着静止的状态,这时候身体会向后倾。这些现象都是惯性的作用。正确地理解惯性的作用,并且在动画中有意地夸张惯性,将会使我们表现出来的运动既令人信服又富含趣味(见图1-10)。



▲ 图1-10 惯性的表现

一辆汽车停下来要比一列火车停下来容易得多,这是因为惯性的大小是由物体的质量决定的,质量越大,惯性越大。

1.2.4 力的主观心理作用

在动画中,对于有生命的角色来说,运动除了受力的支配以外,其运动还要加上精神上的作用,他必须像是有意识的在活动。通过动作,应该表现出他经过思考后做出决定,然后根据自己的意愿及肌肉的作用来活动自己的身躯的过程。必须以这样的思路来设计人物和动物的动作,才能在动画中表现有生氣的活动。

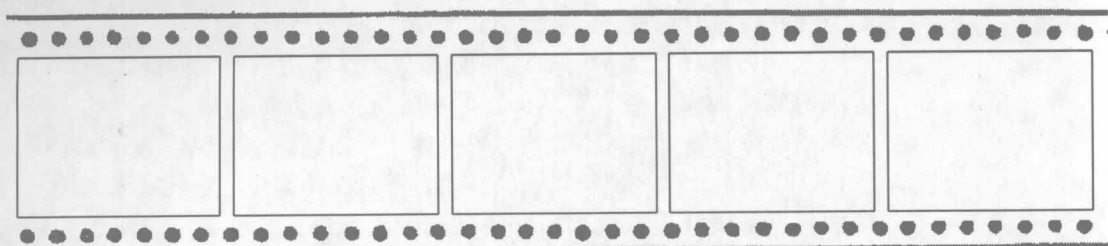
我们在制作动画的时候,有时还要对力的作用和反作用进行夸张,这主要是为了加强力的主观心理作用。

1.3

动画运动形态的决定因素

1.3.1 格

看过电影胶片的人都知道,电影胶片是由一格一格的连续画面组成的,同样,动画也是由一格格连续的画面组成的。通常电



▲ 图1-11 电影画格



▲ 图1-12 一拍二的范例（选自动画片《千与千寻》）

影里每秒钟是二十四格，在电视中画面单位被称为帧，PAL制式电视是每秒钟25帧，NTSC制式是每秒钟30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1-11），这比用秒来计量时间更为精确，因此动画中运动的时间长度通常是以格来计算的。在动画的制作过程中，需要把影片播放的时间换算成格的数量，比如将“角色用1秒的时间走了一步”换算成动画制作的单位就是“角色用二十四格走了一步”。

1.3.2 拍数

拍数是指动画中绘制的每张画面所拍摄的次数。在动画的制作中，并不是绘制出来的每一张画面都拍摄成一格，而是会根据实际需要决定该画面要拍摄为多少格。单张画面拍摄的次数，就叫“拍数”（如图1-12）。比如：一张画面拍摄一次，在胶片上就是一格，这种方式被称为“一拍一”；一张画面拍摄两次，在胶片上就是两格，这种方式被称为“一拍二”，依此类推。

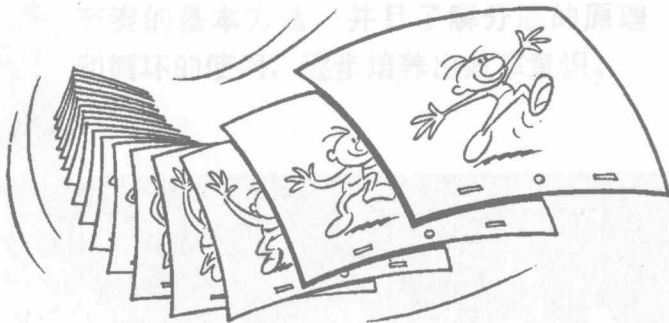
拍数越大，需要绘制的画稿就越少，比如说“一拍一”，一秒钟就要画24张，如果是“一拍二”的话，那么一秒钟只需要画12张。一般情况下，拍数越小，动作的细腻感和连贯程度就越好；而拍数越大，经济性和制作效率就越高。迪斯尼的很多大型制作是以“一拍一”的方式制作的，而大部分日本动画片是以“一拍二”的方式制作的。出于降低工作量及成本的目的，在很多电视系列片和低成本的商业片中，也会采用“一拍三”的方式来制作。由于人的肉眼视觉暂留所能达到的最大跨

度是1/8秒,超过这个限制,肉眼就会感觉到不顺连、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拍数极限。

当然,创作者安排具体的运动节奏时,也会根据时间节奏的需要,把某些画张增加或减少拍数。大多数动画片不会完全采用固定的拍数,例如:在需要停顿的时候采用“一拍八”或更多,在表现细腻动作的时候采用“一拍一”。对拍数的选择重点在于对运动节奏的理解和把握,有时候用“一拍三”也可以制作出快速运动的效果,中间用“短叠”的方式来使动作顺滑。

1.3.3 张数

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。创作者可以根据不同的时间节奏画不同的张数来表现运动形态(见图1-13)。



▲ 图1-13 动画的画稿(选自Timing for Animation)

1.3.4 距离

距离指的是运动所跨越的空间幅度,表现在动画中距离就是连续两张相邻画面之间位置移动的跨度。距离和运动的具体形态及时间节奏有密切关系。

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。