

普通高等教育动画类专业“十三五”规划教材

动画运动规律(第二版)

余春娜 张乐鉴 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

动画运动规律是动画设计的基础理论,也是核心理论依据。学习动画运动规律是任何一个动画设计人员的必修课。

本书以美式动画核心设计步骤——“过渡帧”为核心入手。首先介绍了美式动画的工作方式和设计步骤,并将其与日本动画的工作方式进行比较,梳理出两者的设计思路。然后以美式动画的设计思路为主,辅以大量的案例,详细讲解了自然现象、人类、动物、昆虫、水生物、鸟类的动作设计思路。再借由这些现实中存在的元素,组合出一些常见的魔幻怪物,详细讲解了这类幻想生物的动作设计思路。最后通过案例分析,讲解镜头的动作设计思路。

本书希望能为读者建立起清晰、简单、实用的动画设计思路,并以这个设计思路为基础,帮助读者扩展思维,设计出更新颖独特的动作。

本书不仅适用于全国高等院校动画、游戏等相关专业的教师和学生,还适用于从事动漫游戏制作、影视制作以及要参加专业入学考试的人员。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

动画运动规律/余春娜,张乐鉴 编著. —2版. —北京:清华大学出版社,2018

(普通高等教育动画类专业“十三五”规划教材)

ISBN 978-7-302-48572-8

I. ①动… II. ①余… ②张… III. ①动画—绘画技法—高等学校—教材 IV. ①J218.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第249873号

责任编辑:李 磊

装帧设计:王 晨

责任校对:成凤进

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×250mm 印 张:9.25 字 数:197千字
(附小册子1本)

版 次:2013年6月第1版 2018年1月第2版 印 次:2018年1月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:49.80元

产品编号:075400-01

普通高等教育动画类专业“十三五”规划教材 专家委员会

主 编

余春娜
天津美术学院动画艺术系
主任、副教授

副主编

赵小强
孔 中
高 思

编委会成员

余春娜
高 思
杨 诺
陈 薇
白 洁
赵更生
刘晓宇
潘 登
王 宁
张乐鉴
张茫茫

鲁晓波	清华大学美术学院	院长
王亦飞	鲁迅美术学院影视动画学院	院长
周宗凯	四川美术学院影视动画学院	副院长
史 纲	西安美术学院影视动画学院	院长
韩 晖	中国美术学院动画艺术系	系主任
余春娜	天津美术学院动画艺术系	系主任
郭 宇	四川美术学院动画艺术系	系主任
邓 强	西安美术学院动画艺术系	系主任
陈赞蔚	广州美术学院动画艺术系	系主任
薛 峰	南京艺术学院动画艺术系	系主任
张茫茫	清华大学美术学院	教授
于 瑾	中国美术学院动画艺术系	教授
薛云祥	中央美术学院动画艺术系	教授
杨 博	西安美术学院动画艺术系	教授
段天然	中国人民大学艺术学院动画艺术系	教授
叶佑天	湖北美术学院动画艺术系	教授
陈 曦	北京电影学院动画学院	教授
薛燕平	中国传媒大学动画艺术系	教授
林智强	北京大呈印象文化发展有限公司	总经理
姜 伟	北京吾立方文化发展有限公司	总经理
赵小强	美盛文化创意股份有限公司	董事长
孔 中	北京酷米网络科技有限公司	创始人、董事长



丛书序

动画专业作为一个复合性、实践性、交叉性很强的专业，教材的质量在很大程度上影响着教学的质量。动画专业的教材建设是一项具体常规性的工作，是一个动态和持续的过程。配合“十三五”期间动画专业卓越人才培养计划的方案，结合实际优化课程体系、强化实践教学环节、实施动画人才培养模式创新，在深入调查研究的基础上根据学科创新、机制创新和教学模式创新的思维，在本套教材的编写过程中我们建立了极具针对性与系统性的学术体系。

动画艺术独特的表达方式正逐渐占领主流艺术表达的主体位置，成为艺术创作的重要组成部分，对艺术教育的发展起着举足轻重的作用。目前随着动画技术发展的日新月异，对动画教育提出了挑战，在面临教材内容的滞后、传统动画教学方式与社会上计算机培训机构思维方式趋同的情况下，如何打破这种教学理念上的瓶颈，建立真正的与美术院校动画人才培养目标相契合的动画教学模式，是我们所面临的新课题。在这种情况下，迫切需要进行能够适应动画专业发展自主教材的编写工作，以便引导和帮助学生提升实际分析解决问题的能力以及综合运用各模块的能力，高水平动画教材的出现无疑对增强学生的专业素养起到了非常重要的作用。目前全国出版的供高等院校动画专业使用的动画基础书籍比较少，大部分都是没有院校背景的业余培训部门出版的纯粹软件讲解，内容单一，导致教材带有很强的重命令的直接使用而不重命令与创作的逻辑关系的特点，缺乏与高等院校动画专业的联系与转换以及工具模块的针对性和理论上的系统性。针对这些情况我们将通过教材的编写力争解决这些问题。在深入实践的基础上进行各种层面有利于提升教材质量的资源整合，初步集成了动画专业优秀的教学资源、核心动画创作教程、最新计算机动画技术、实验动画观念、动画原创作品等，形成多层次、多功能、交互式的教、学、研资源服务体系，发展成为辅助教学的最有力手段。同时在视频教材的管理上针对动画制作软件发展速度快的特点保持及时更新和扩展，进一步增强了教材的针对性，突出创新性和实验性特点，加强了创意、实验与技术的整合协调，培养学生的创新能力、实践能力和应用能力。在专业教材建设中，根据人才培养目标和实际需要，不断改进教材内容和课程体系，实现人才培养的知识、能力和素质结构的落实，构建综合型、实践型、实验型、应用型教材体系。加强实践性教学环节规范化建设，形成完善的实践性课程教学体系和实践性课程教学模式，通过教材的编写促进实际教学中的核心课程建设。

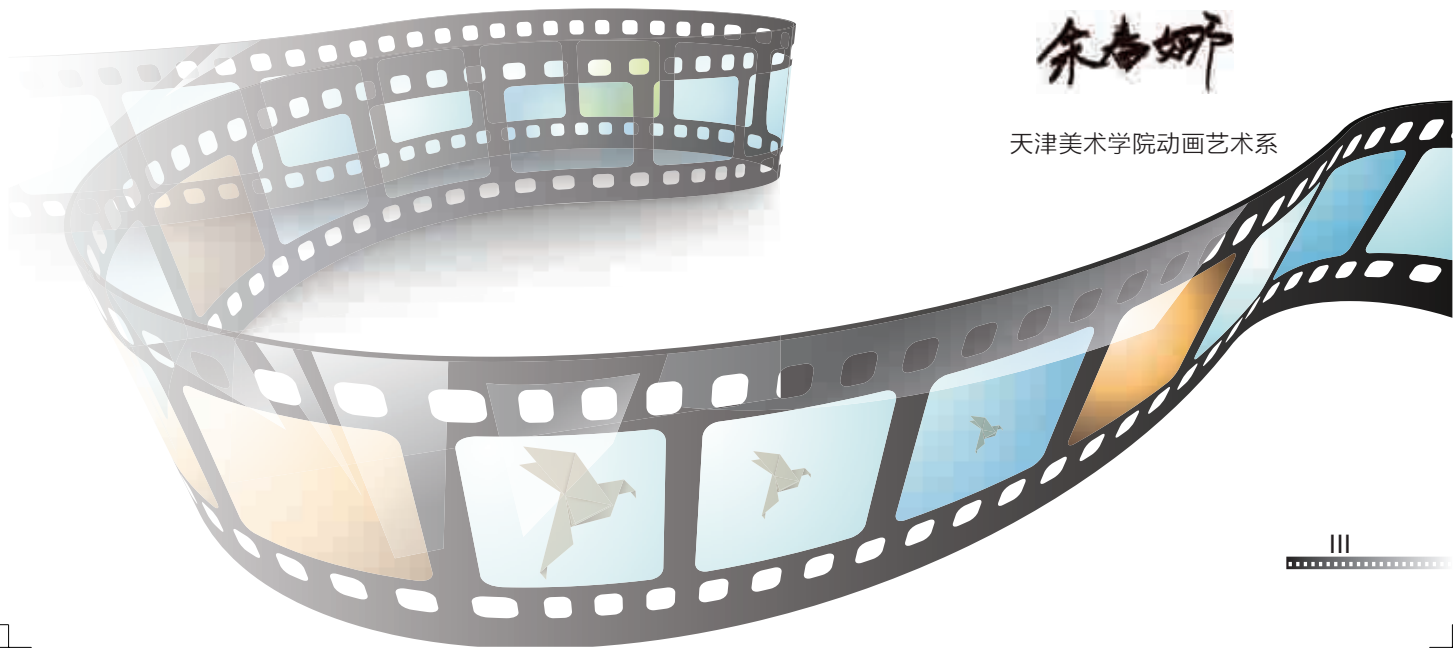
依照动画创作特性分成前中后期三个部分，按系统性观点实现教材之间的衔接关系，规范了整个教材编写的实施过程。整体思路明确，强调团队合作，分阶段按模块进行，在内容上注重在审美、观念、文化、心理和情感表达的同时能够把握文脉，关注精神，找到学生学习的兴趣点，帮助学生维持创作的激情，厘清进行动画创作的目的，通过动画系列教材的学习需要首先明白为什么要创作，才能使学生清楚创作什么，进而思考选择什么手段进行动画创作。提高理解力，去除创作中的盲目性、表面化，能够引发学生对作品意义的讨论和分析，加深学生对动画艺术创作的理解，为学生提供动画的创作方式和经验，开阔学生的视野和思维，为学生的创作提供多元思路，使学生明确创作意图，选择恰当的表达方式，创作出好的动画作品。通过这样一个关键过程使学生形成健康的心理、开朗的心胸、宽阔的视野、良好的知识架构、优良的创作技能。采用多种方式，引导学生在创作手法上实现手段的多样，实验性的探索，视觉语言纵深以及跨领域思考的提升，学生对动画创作问题关注度敏锐度的加强。在原有的基础上提



高辅导质量,进一步提高学生的创新实践能力和水平,强化学生的创新意识,结合动画艺术专业的教学特点,分步骤分层次对教学环节的各个部分有针对性地进行了合理规划和安排。在动画各项基础内容的编写过程中,在对之前教学效果分析的基础上,进一步整合资源,调整了模块,扩充了内容,分析了以往教学过程的问题,加大了教材中学生创作练习的力度,同时引入先进的创作理念,积极与一流动画创作团队进行交流与合作,通过有针对性的项目练习引导教学实践。积极探索动画教学新思路,面对动画艺术专业新的发展和挑战,与专家学者展开动画基础课程的研讨,重点讨论研究动画教学过程中的专业建设创新与实践。进一步突出动画专业的创新性和实验性特点,加强创意课程、实验课程与技术类课程的整合协调,培养学生的创新能力、实践能力和应用能力,进行了教材的改革与实验,目的使学生在熟悉具体的动画创作流程的基础上能够体验到在具体的动画制作中如何把控作品的风格节奏、成片质量等问题,从而切实提高学生实际分析问题与解决问题的能力。

在新媒体的语境下,我们更要与时俱进或者说在某种程度上高校动画的科研需要起到带动产业发展的作用,需要创新精神。本套教材的编写从创作实践经验出发,通过对产业的深入分析以及对动画业内动态发展趋势的研究,旨在推动动画表现形式的扩展,以此带动动画教学观念方面的创新,将成果应用到实际教学中,实现观念、技术与世界接轨,起到为学生打开全新的视野、开拓思维方式的作用,达到一种观念上的突破和创新,我们要实现中国现代动画人跨入当今世界先进的动画创作行列的目标,那么教育与科技必先行,因此希望通过这种研究方式,为中国动画的创作能够起到积极的推动作用。就目前教材呈现的观念和技术形态而言,解决的意义在于把最新的理念和技术应用到动画的创作中去,扩宽思路,为动画艺术的表现方式提供更多的空间,开拓一块崭新的领域,同时打破思维定式,提倡原创精神,起到引领示范作用,能够服务于动画的创作与专业的长足发展。另一方面根据本专业“十三五”规划的目标和要求,教材的内容对于卓越人才培养计划,本科教学质量与教学改革以及创新团队培养计划目标的完成都有积极的推动作用。

天津美术学院动画艺术系





前言

动画运动规律是动画中期制作的核心理论。动画中动作的真实感和表演的艺术感染力都基于运动规律的掌握。

国内对于美式和日式这两种截然不同的动画制作工艺在教学上混杂了起来。用日式动画的概念描述美式制作的理论，最终导致很多概念的丢失和混乱。例如，将美式动画的关键帧等同于日式动画里的原画。在不提极端帧概念的情况下，将美式过渡帧等同于日式的小原画。这是国内常年从事加工片所带来的后遗症。本书首先做的就是将美式、日式两种动画制作工艺清晰地梳理出来，并进行比较，然后以美式动画制作工艺为主，围绕“过渡帧”这个核心步骤展开教学。

本书从美式动画设计的核心方法入手。首先将事物运动的两个基本模块——移动和变形的制作方法讲解清楚。然后通过学习基本力学，理解掌握这两个模块的组合方式。这样就具备了学习运动规律的理论基础。接下来是点破美式动画设计的核心方法——拆解对象。无论多复杂的镜头或角色，只要将其拆解成极小的部分，那么工作的难度都不会变化，所变化的只是工作量。把握这个“拆解”的工作方法以后，再遇到任何动作设计的问题都能迎刃而解。

本书其余的内容是将自然界常见的自然现象以及生物昆虫的基本动作逐一进行案例分析。通过案例分析将一些设计经验和技巧传达给读者。例如，衔接动作的技巧，在动作中插入过渡帧形成预备、缓冲动作的技巧，拆解形体后每个部分动作时间的推理方法，以及复杂镜头的分解、设计方法。这些技巧是现在非常成熟的技巧，但经验终归是主观积累的产物，是财富也是障碍。读者在学习它们的同时，也要对其进行反思。

本书每个章节都对不同事物的结构做了详细的分析。这是动作设计的一个基本前提，也是工作的第一步。只有了解了当前角色的构成以及运动方式，才能对其动作进行设计。这对读者在解剖方面的知识储备要求很高。如果读者想将动作设计深入研究下去，就要先深入研究解剖。学习运动规律的另一个前提就是造型能力的训练。没有坚实的造型能力，无论是传统手绘动画、数字二维动画，还是偶类动画，甚至数字三维动画设计方面都不可能做出像样的作品。而且读者的造型能力也直接决定了运动规律的学习速度和理解深度。这个观点是笔者通过多年的教学经历，观察大量的学生得到的结论。所以希望读者在学习本书之前，先具备较强的造型



能力和丰富的解剖知识，那样会使你的学习事半功倍。

本书在绪论部分就强调了运动规律是一门同时包含科学与艺术创作的课程。任何天马行空的想象都不能离开力学和角色结构这些客观基础，不然就会出现重量感缺失、滑步等荒唐错误。同样有时我们需要折断角色身上的一些关节，让动作变得更柔软，表现力更强。这两者常常是矛盾的，但通过深入研究，你会渐渐发现两者其实是相互支撑、彼此印证的关系。

本书是一本基础的运动规律理论教材，也是一本基础的动画设计工具书。希望读者能通过本书掌握美式动画的核心设计方法和思路，为未来的深入学习和工作打下一个正确、坚实同时具备扩展性的基础。希望本书能使你感受到动画设计的乐趣。



本书由余春娜、张乐鉴编写，在成书的过程中，李兴、高思、王宁、杨宝容、杨诺、白洁、刘晓宇、马胜、赵更生、陈薇、张茫茫、赵晨、贾银龙等人也参与了本书的编写工作。由于作者编写水平有限，书中难免有疏漏和不足之处，恳请广大读者批评、指正。

本书提供了PPT课件和考试题库答案等立体化教学资源，扫一扫左侧的二维码，推送到邮箱后下载获取。

编 者



动画运动规律(第二版)

第1章

绪论

1.1 动态影像的形成原理	2
1.2 动态影像的播放速度	2
1.3 电视片和电影片每秒帧数的区别	2
1.4 动画制作中每秒帧数的区别	3
1.5 运动规律与动画制作的关系	3
1.6 运动规律的评价标准	3
1.7 运动规律的学习方法	4
1.8 锻炼动画设计能力的小游戏	4

第2章

基础的思维方式

2.1 核心设计思路	8
2.1.1 美式动画的制作流程	8
2.1.2 日式动画的制作流程	8
2.2 变形和移动	9
2.2.1 移动	9
2.2.2 变形	10
2.2.3 变形加移动	12
2.3 速度	13
2.4 空间	15

第3章

基础的研究方法

3.1 核心研究方法	18
3.2 基本力学分析	18
3.2.1 4种基本的力	18
3.2.2 不同材质的表现方式	21
3.2.3 滚动	22
3.3 重要的跟随动作	24

第4章

自然现象的 动作设计

4.1 风的运动设计	26
4.1.1 波浪运动	26
4.1.2 旗帜飘动	27
4.1.3 空旷环境下微风的表现方式	28
4.1.4 在循环动作中插入帧的方法	28
4.1.5 旋风	29
4.1.6 纸飘	29
4.2 火的运动设计	30
4.2.1 火苗	30
4.2.2 火堆	33
4.3 水的运动设计	35
4.3.1 水滴	35
4.3.2 水流	36
4.3.3 水滴落地	37
4.3.4 水纹	37
4.3.5 浪	38
4.4 雨雪的运动设计	39
4.4.1 雨	39
4.4.2 雪	41
4.5 烟云的运动设计	43
4.6 光的运动设计	43

第5章

鱼类的 动作设计

5.1 纺锤形鱼的运动设计	48
5.2 侧扁形鱼的运动设计	49
5.3 平扁形鱼的运动设计	50
5.4 棍棒形鱼的运动设计	51
5.5 蟹类的运动设计	51
5.6 章鱼的运动设计	53

第6章

鸟类的 动作设计

6.1 游禽的运动设计·····	56
6.2 陆禽的运动设计·····	57
6.3 飞禽的运动设计·····	59
6.3.1 飞翔·····	59
6.3.2 浮动·····	60
6.3.3 降落·····	61

第7章

人类的 动作设计

7.1 人类的行走动作设计·····	64
7.2 人类的跑步动作设计·····	71
7.3 人类的跳跃动作设计·····	73
7.4 人类的肢体语言设计·····	74
7.5 人类的表情动作设计·····	75
7.6 人类的口型动作设计·····	77

第8章

四足动物的 动作设计

8.1 爪类动物的动作设计·····	80
8.1.1 爪类动物的行走动作设计·····	80
8.1.2 爪类动物的慢跑动作设计·····	84
8.1.3 爪类动物的快跑动作设计·····	86
8.2 蹄类动物的动作设计·····	87
8.2.1 蹄类动物的行走动作设计·····	88
8.2.2 蹄类动物的慢跑动作设计·····	90
8.2.3 蹄类动物的快跑动作设计·····	91
8.3 灵长类动物的动作设计·····	92
8.3.1 灵长类动物的行走动作设计·····	92
8.3.2 灵长类动物的跑动作设计·····	93

第9章

昆虫的动作设计

9.1 六足昆虫的动作设计	96
9.2 八足昆虫的动作设计	97
9.3 多足昆虫的动作设计	98
9.4 节肢昆虫的动作设计	100
9.5 飞虫的动作设计	101

第10章

组合角色的动作设计

10.1 自然现象与人的组合	104
10.2 鱼类与人的组合	105
10.3 鸟类与人的组合	107
10.4 爪类动物与人的组合	109
10.5 昆虫与人的组合	110

第11章

基础镜头的动作设计

11.1 基础镜头分层方法	116
11.2 基础镜头的制作方法	118

第12章

动画运动
规律的深
层技巧
训练

12.1 动画的整体与细节	126
12.2 通过音乐去感受时间	129
12.3 情绪的表现与控制	130
12.4 想象力练习	133
12.5 酝酿与爆发	135



第1章

绪论



-  动态影像的形成原理
-  动态影像的播放速度
-  电视片和电影片每秒帧数的区别
-  动画制作中每秒帧数的区别
-  运动规律与动画制作的关系
-  运动规律的评价标准
-  运动规律的学习方法
-  锻炼动画设计能力的小游戏



初识动画制作

1.1 动态影像的形成原理

视觉暂留：光照到视网膜细胞的感光色素上，感光色素根据光照范围部分变为无色，同时另一部分感光色素从无色变有色的过程传出信号给神经，神经将信号传给大脑，在大脑中形成画面。但是感光色素恢复感光性能是需要一定时间的，这就形成了视觉暂停的机理。

基于视觉暂留的机理，在高速播放内容连续的影像时，就能让观众形成错觉，认为这是个动态影像。动画也是一样，只不过播放的内容是绘画而已。

1.2 动态影像的播放速度

究竟需要多快的速度播放画面，才能使画面变得流畅呢？我们不妨先来看看一直以来电影普遍使用的播放速度24帧/秒。虽然现在影像数字化后48帧/秒、60帧/秒甚至70帧/秒都可实现，但是为什么最初将电影拍摄定为24帧/秒呢？

《指环王》导演Peter Jackson曾说过：“在有声电影刚刚出现的时候，电影人选择24帧/秒的速率是为了符合技术上的要求”。24帧/秒是获得清晰音轨的最低速度，而那时35mm胶片十分昂贵，只能选择尽可能慢的帧速来保证制作成本。因此，人们就以24帧/秒的速度完成了大部分动画作品的制作。这并不是因为24帧/秒的速度能给人们带来最佳的视觉效果，而仅仅是因为那是1927年前后所能提供的可接受效果的最经济的选择。”也就是说，24帧/秒的速度是当时最廉价的选择。

1.3 电视片和电影片每秒帧数的区别

早期的电视为什么能达到30帧/秒呢？电视剧的制作成本不是更低吗？为什么每秒帧数反倒高于电影呢？这是因为电视使用的是电子拍摄技术，是用摄影机拍摄的。拍的



画面转成电子信号保存在磁带里。而电影拍摄使用的是胶片拍摄技术，是以胶片机逐帧曝光胶片的方式拍摄的。拍成一大卷胶片，保存在铁盒里。由于记录画面的方式完全不同，也就导致了两种影片在每秒帧数上的差别。

1.4 动画制作中每秒帧数的区别

早期动画是预先绘制好一张张静止的画面，最终用胶片机逐帧拍摄并记录在胶卷上来进行播放的。所以动画的制作也就沿用了电影的格式24帧/秒。但是传统手绘动画为了进一步降低成本，采用了每秒拍摄更少的画面。

正常的动画应该是每秒播放24张画面，然后将每张画面拍摄在1帧胶片上，俗称一拍一的制作方法。为了进一步减少画面可以每秒播放12张画面，将每张画面拍摄在2帧胶片上，俗称一拍二的制作方法。最少可以每秒播放8张画面，每张画面拍摄在3帧胶片上，俗称一拍三的制作方法。

现在数字化的动画制作方法已经没有必要使用这种减少成本的技巧了。

1.5 运动规律与动画制作的关系

动画制作中的时间是以帧数来计算的，即1秒等于24帧。距离是由每帧画面中形体之间的变化距离决定的。每一个动作应该用多少帧来完成？每张画面的形体应该画在画面的什么位置？应该是什么形状呢？这些问题都需要用运动规律的知识来解决。

1.6 运动规律的评价标准

大部分动画片中的运动和表演并不是完全复制现实中的状态的。动画能实现现实中无法做到的表演和运动，能创造现实中无法实现的画面，这正是动画最大的优势。但是运动规律始终要符合基本的力学原理，要符合角色的结构设计，所以运动规律是兼顾科学和艺术双重理论的。做到符合客观世界中的规律是最基本的要求，自由的艺术表演和想象力才是人们不断探索研究的根本。



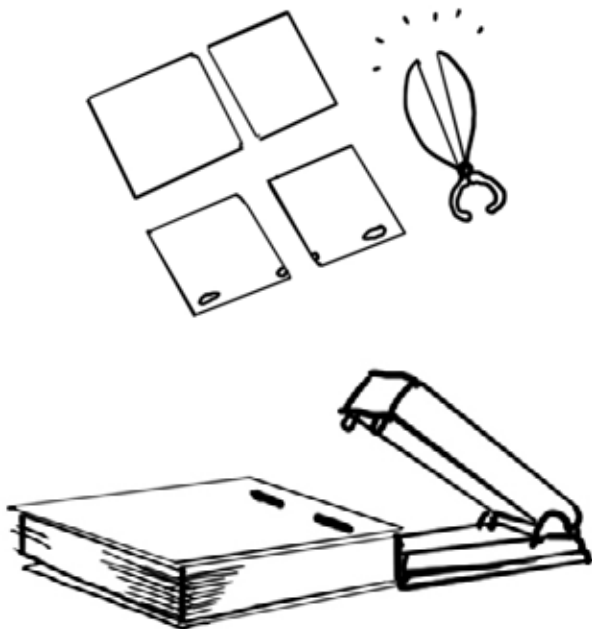
1.7 运动规律的学习方法

- **理解理论知识：**清楚每一帧图形应该画成什么形状，画在哪儿，每一个动作用多少帧。
- **掌握研究方法：**通过记录和观察现实生活中的事物，分析拆解原理来研究总结运动方式。
- **熟练制作技术：**掌握一种动画制作软件或传统手绘工艺，将所学的知识实践后进一步总结。
- **提高自评标准：**大量赏析优秀的动画影片，开阔自己的眼界。

1.8 锻炼动画设计能力的小游戏

在这里分享一个小游戏，供大家在枯燥无趣的时候玩，不但能够展现自己的才华，而且还可以解闷，最重要的是能全面提高自己的动画设计能力。

(1) 将任意纸张平均剪成豆腐块大小，每24张用订书机订成一份。



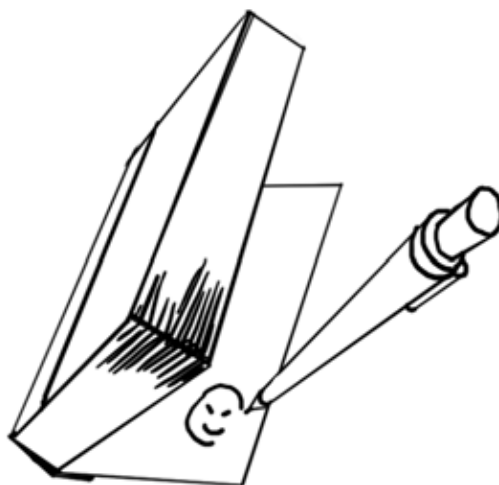
(2) 每5份粘成一本。



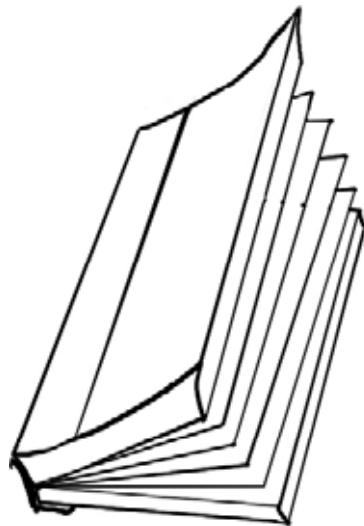
(3) 每张画面要参考上一张的形状来画。



(4) 画的时候记得从最后一页开始。



(5) 画完一本以后翻动给周围的朋友看。



(6) 切记找一个光线充足的地方。

