

# ANIMATION

Principles of Motion in Animation

主编: 王守平  
副主编: 任戡  
编著: 李良策  
李波  
石献琮  
何壮

运动的视听规律  
运动规律的基本概念  
动画的物理基础  
动画运动的前期准备  
解剖学和姿势  
动态分析研究价值  
对造型的感知  
动画运动制作的一般流程  
一个动作的基本组成  
让运动生动起来  
四足动物的运动

## 动画 运动规律

术出版社





# 动画运动规律

主 编：王守平

副主编：任 骥 李 波 石献琮

编 著：李良箫 石献琮 何 壮

辽宁美术出版社

总 主 编 范文南  
总 策 划 范文南  
副总主编 洪小冬  
总 编 审 苍晓东 方 伟 光 辉 李 彤  
王 申 关 立

图书在版编目 ( C I P ) 数据

动画运动规律 / 李良箫, 石献琮, 何壮编著. — 沈阳: 辽宁美术出版社, 2013.7  
ISBN 978-7-5314-5507-3

I. ①动… II. ①李… ②石… ③何… III. ①动画—  
绘画技法 IV. ①J218.7

中国版本图书馆CIP数据核字 (2013) 第138203号

出版发行 辽宁美术出版社

经 销 全国新华书店

地址 沈阳市和平区民族北街29号 邮编: 110001

E-mail: lnmscbs@163.com

http: //www.lnmscbs.com

电话 024-23404603

封面设计 林 枫

版式设计 彭伟哲 林 枫 王 楠 李良箫

印刷

沈阳市博益印刷有限公司

责任编辑 王 楠

技术编辑 鲁 浪

责任校对 李 昂

版次 2013年8月第1版 2013年8月第1次印刷

开本 889mm×1194mm 1/16

印张 7.5

字数 230千字

书号 ISBN 978-7-5314-5507-3

定价 54.00元

图书如有印装质量问题请与出版部联系调换

出版部电话 024-23835227

# 目录

contents

序

前言

## 第一章 运动的基本概念

009

第一节 运动的视听规律 / 010

第二节 运动规律的基本概念 / 011

## 第二章 动画原理

015

第一节 动画的物理基础 / 016

第二节 动画运动的前期准备 / 022

## 第三章 姿势

043

第一节 解剖学和姿势 / 044

第二节 动态分析研究价值 / 049

第三节 对造型的感知 / 051

## 第四章 动画运动基本规律

059

第一节 动画运动制作的一般流程 / 060

第二节 一个动作的基本组成 / 065

第三节 让运动生动起来 / 074

## — 第五章 动画基础动作解析

**085**

第一节 走 / 087

第二节 跑 / 089

第三节 四足动物的运动 / 091

第四节 观察与研究 / 094

## — 第六章 《DAWN》作品解析

**103**

创作思路 / 104

动画设定 / 105

分工 / 106

运动解析 / 111

景深制作技巧 / 117

镜头运动时渲染景深变化 / 117

批渲染之前注意事项 / 117

Maya结合Nuke渲染运动模糊 / 117

合成、剪辑、音乐、音效 / 118

后记



# 动画运动规律

主 编：王守平

副主编：任 骥 李 波 石献琮

编 著：李良箫 石献琮 何 壮

辽宁美术出版社

总 主 编 范文南  
总 策 划 范文南  
副总主编 洪小冬  
总 编 审 苍晓东 方 伟 光 辉 李 彤  
王 申 关 立

图书在版编目 ( C I P ) 数据

动画运动规律 / 李良箫, 石献琮, 何壮编著. — 沈阳: 辽宁美术出版社, 2013.7  
ISBN 978-7-5314-5507-3

I. ①动… II. ①李… ②石… ③何… III. ①动画—  
绘画技法 IV. ①J218.7

中国版本图书馆CIP数据核字 (2013) 第138203号

出版发行 辽宁美术出版社

经 销 全国新华书店

地址 沈阳市和平区民族北街29号 邮编: 110001

E-mail: lnmscbs@163.com

http: //www.lnmscbs.com

电话 024-23404603

封面设计 林 枫

版式设计 彭伟哲 林 枫 王 楠 李良箫

印刷

沈阳市博益印刷有限公司

责任编辑 王 楠

技术编辑 鲁 浪

责任校对 李 昂

版次 2013年8月第1版 2013年8月第1次印刷

开本 889mm×1194mm 1/16

印张 7.5

字数 230千字

书号 ISBN 978-7-5314-5507-3

定价 54.00元

图书如有印装质量问题请与出版部联系调换

出版部电话 024-23835227

## 序 >>

动画艺术的历史已逾百年，从早期的光影投射、逐帧定格、二维手绘到数字三维动画，再到与真人实拍影像以及其他相关艺术门类的互动与融合，在技术、样态和形式上经历了无数种变化和推进，时至今日，动画已经成为整合最多艺术类型、展示最高技术成就、涵盖最纷繁媒介形态的影像艺术。在横向坐标系里，欧洲的独立实验动画，经典迪士尼动画，20世纪七八十年代日本动画黄金时代，都是动画艺术史上一座座让人仰止的高峰。中国动画从诞生之初就有着很高的起点，以万氏兄弟为代表的一批早期动画大师不仅仅创作出一系列诸如《大闹画室》、《铁扇公主》等优秀动画作品，更为重要的是，他们为中国动画注入和塑造了独特而迷人的中国气质，经过新中国成立之后以及七八十年代的发展，“中国学派”蜚声海内外，也成了世界动画艺术史上一颗璀璨的明珠。

中国动画人才的培养大概分为三个阶段，第一个阶段是在20世纪50年代初，苏州美术学校开办动画科，后并入北京电影学院。第二阶段是20世纪60年代初期，上海电影专科学校设立动画专科，招收了两届学员，很多学生成为上海美术电影制片厂的中坚创作力量。第三个阶段是20世纪70年代末，北京电影学院开设大学程度的动画专业，上海美术电影制片厂与上海华山中学合作，开设了中等程度的动画职业班，同时在厂内开设动画训练班和动画设计训练班，培养了大批优秀的动画人才。目前，国内已经有150多所院校成立了大专以上学历动画院、系及相关专业。

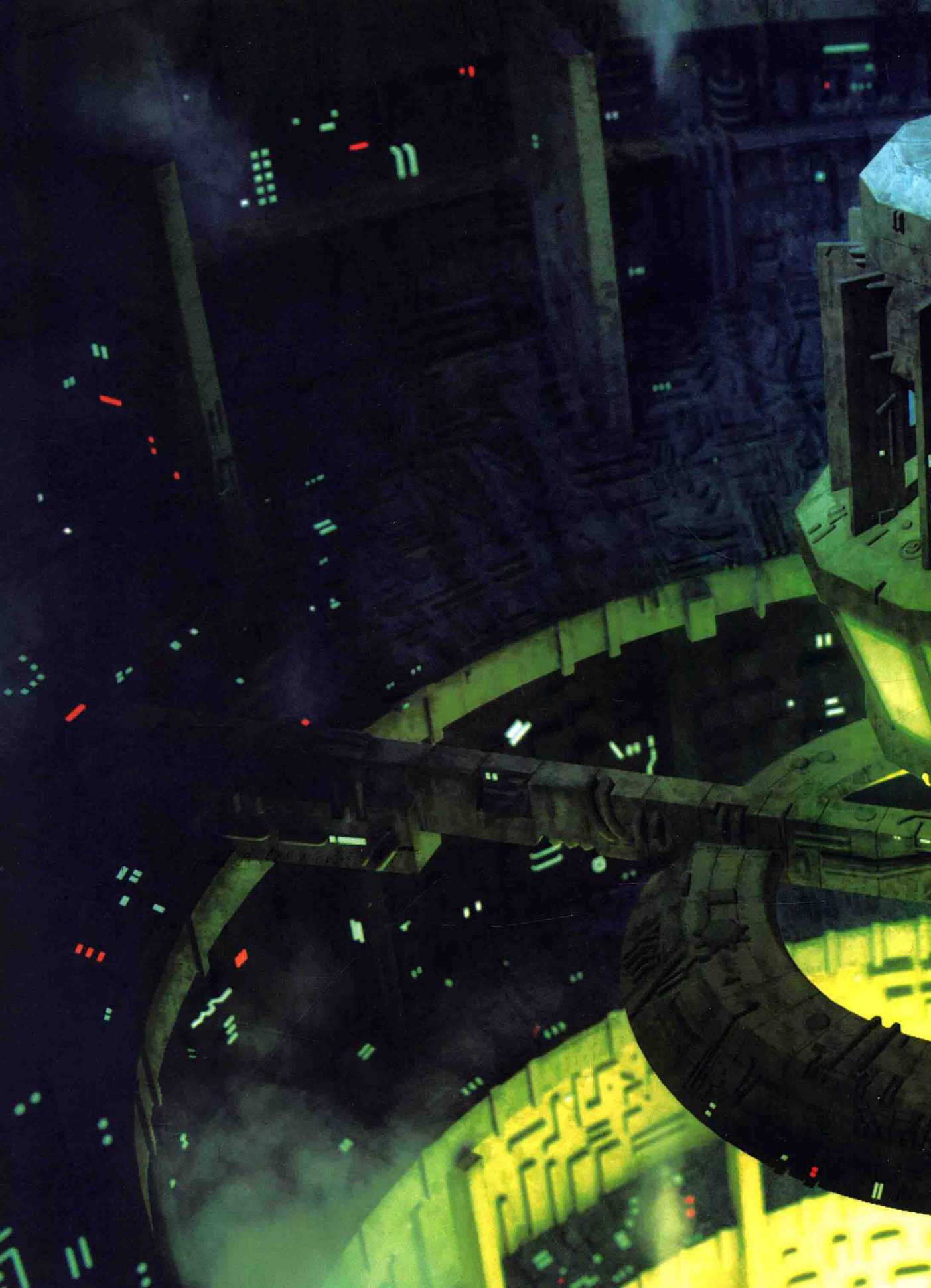
辽宁美术出版社与大连工业大学艺术设计学院自2011年6月开始合作进行“大耳娃智趣学习宝典”项目的开发。在该项目中，大连工业大学艺术学院承担了部分模块的制作开发，该数字出版物于2012年1月推出，受到广大媒体的关注，中央电视台《新闻联播》、《新闻直播间》，北京电视台《晚间新闻》，辽宁卫视《辽宁新闻》都进行了深入专题报道。此外，《中国图书商报》、《辽宁日报》、《辽沈晚报》和凤凰网、人民网、新浪、搜狐以及中国新闻网、中国台湾网等200余家网站都从各种角度进行了大篇幅的报道。国家新闻出版广电总局（原新闻出版总署）的有关领导和一些幼教专家学者也对该产品给予了高度评价。经过近三年的合作，我们通过该项目的实践形成了一个动画、数字出版物的制作团队。该套动画系列教材是对该项目中的一些经验和成果的总结，并结合多年的教学经验形成的一套动画系列教材。

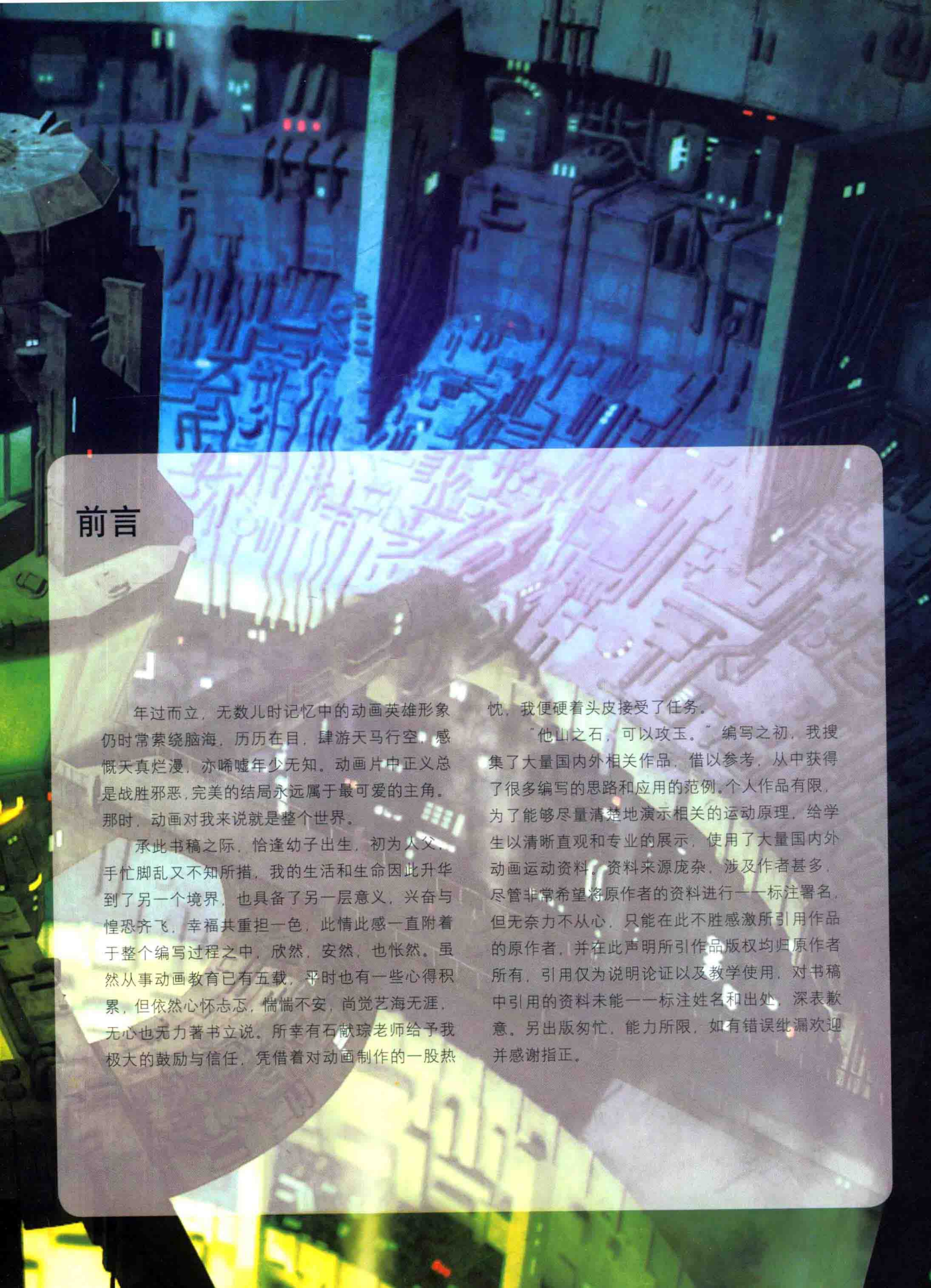
本套教材由具有多年教学经验的老师撰写，在知识点上注重动画的时代性和当下性。根据这些专业老师的教学经验和行业实践经验，加以总结提炼。本套教材注重从具有动画普遍意义和核心原理的角度入手，注重教材中知识结构的基础性和长远性。同时，总结各位老师多年在各自专业方向的教学和实践积累的经验，形成了本套教材的特点。在动画基础理论方面，结合中国国情和国外先进的理念，相对以往的动画教材具有明显的时代性。在涉及软件方面的动画知识时，尽可能从软件原理来讲解三维和二维动画，最大限度地消除软件更新所带来的知识陈旧的问题，使本套教材更具有生命力。

本套教材是由大连工业大学艺术设计学院数字媒体艺术系的专业老师为骨干和主体撰写的，他们有着过硬的专业素养，鲜活的教学经验，丰富的市场实践，敏锐的时代嗅觉，更为重要的是，他们有着对教育事业、对动画艺术的满腔热忱，“高峰远水，逾行逾明”，希望本套教材的出版能为大连工业大学艺术设计学院的动画人才培养作出贡献，能为中国动画人才的培养作出贡献，能为世界动画人才的培养作出贡献。

大连工业大学艺术设计学院院长 王守平







## 前言

年过而立，无数儿时记忆中的动画英雄形象仍时常萦绕脑海，历历在目，肆游天马行空，感慨天真烂漫，亦唏嘘年少无知。动画片中正义总是战胜邪恶，完美的结局永远属于最可爱的主角。那时，动画对我来说就是整个世界。

承此书稿之际，恰逢幼子出生，初为人父，手忙脚乱又不知所措，我的生活和生命因此升华到了另一个境界，也具备了另一层意义，兴奋与惶恐齐飞，幸福共重担一色，此情此感一直附着于整个编写过程之中，欣然，安然，也怅然。虽然从事动画教育已有五载，平时也有一些心得积累，但依然心怀忐忑，惴惴不安，尚觉艺海无涯，无心也无力著书立说。所幸有石献琮老师给予我极大的鼓励与信任，凭借着对动画制作的一股热

忱，我便硬着头皮接受了任务。

“他山之石，可以攻玉。”编写之初，我搜集了大量国内外相关作品，借以参考，从中获得了很多编写的思路 and 应用的范例。个人作品有限，为了能够尽量清楚地演示相关的运动原理，给学生以清晰直观和专业的展示，使用了大量国内外动画运动资料，资料来源庞杂，涉及作者甚多，尽管非常希望将原作者的资料进行一一标注署名，但无奈力不从心，只能在此不胜感激所引用作品的原作者，并在此声明所引作品版权均归原作者所有，引用仅为说明论证以及教学使用，对书稿中引用的资料未能一一标注姓名和出处，深表歉意。另出版匆忙，能力所限，如有错误纰漏欢迎并感谢指正。

# 目录 contents

序

前言

## 第一章 运动的基本概念

009

第一节 运动的视听规律 / 010

第二节 运动规律的基本概念 / 011

## 第二章 动画原理

015

第一节 动画的物理基础 / 016

第二节 动画运动的前期准备 / 022

## 第三章 姿势

043

第一节 解剖学和姿势 / 044

第二节 动态分析研究价值 / 049

第三节 对造型的感知 / 051

## 第四章 动画运动基本规律

059

第一节 动画运动制作的一般流程 / 060

第二节 一个动作的基本组成 / 065

第三节 让运动生动起来 / 074

## — 第五章 动画基础动作解析

**085**

- 第一节 走 / 087
- 第二节 跑 / 089
- 第三节 四足动物的运动 / 091
- 第四节 观察与研究 / 094

## — 第六章 《DAWN》作品解析

**103**

- 创作思路 / 104
- 动画设定 / 105
- 分工 / 106
- 运动解析 / 111
- 景深制作技巧 / 117
- 镜头运动时渲染景深变化 / 117
- 批渲染之前注意事项 / 117
- Maya结合Nuke渲染运动模糊 / 117
- 合成、剪辑、音乐、音效 / 118

后记



# 运动的基本概念

## 第一章

### 一、本章重点

动画的运动是衡量一部动画影片是否受欢迎的基本标准之一，也是“动画”二字的生动体现。本章主要讲述运动的基本概念和规律，解释在动画运动制作中的时间概念和空间概念。由物理中的速度概念过渡到在动画中的速度概念，同时引用控制方法。通过本章学习需要掌握动画帧的时间意义；动画运动与三维动画中运动速度控制的区别；整体速度的方向与时间控制等。通过本章学习，要能够掌握动画中简单的线性运动的基本控制方法。



## 第一节 运动的视听规律



任天堂游戏人物

运动是我们身边司空见惯和习以为常的一种现象。通过物理知识的学习和生活经验的积累，我们对运动的一些基本规律都能够有所了解。这些都属于经验性的感觉以及物理属性。我们在动画片中要表现的是运动呈现的视觉部分，如果想让我们所创造出来的动画影像栩栩如生、真实可信，那就必须要遵从一些自然规律（仅仅是自然规律么？），这其中虽不是高深的科技知识，但也都是动画前辈们总结出来的宝贵经验。



动漫游戏人物

### 视觉残留

视觉残留又称作“余晖效应”，是光对视网膜所产生的视觉刺激在光停止作用后，仍保留一段时间的现象。这样的现象存在是由视神经的反应速度造成的，其停留时值是 $\frac{1}{24}$ 秒，这也是电影、动画等影像艺术形成和传播的根本依据。我们在制作动画的运动过程中就是依据视觉残留的基本规律来控制运动时间、速度的。



视觉残留模拟效果

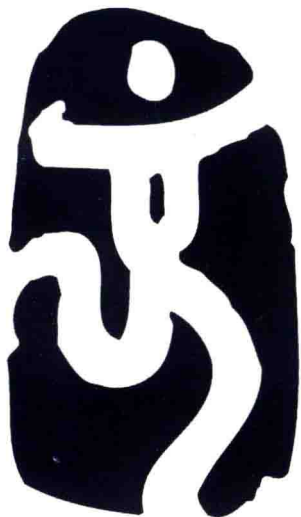
依据视觉残留原理，把照相机进行改进就产生了摄像机。早期的摄像机由于技术及生产工艺的原因，拍摄的时候是16格/秒，而播放的时候是24格/秒，由于有效帧没有变化，而播放速度加快，所以我们看到的老电影资料都好像是加快了播放速度，很有喜剧感。

对于初学动画者来说，尤其要注意的是，在制作动画的时候无论采用何种方式表现，都要保证每秒钟播放的动画片为24张图片——即24帧，也称24格。对于初接触动画的同学，容易混淆的概念莫过于“1拍1”与“1拍2”了。其中“1拍1”是指每秒有效帧为24帧，而“1拍2”每秒有效帧为12帧，实际上就是一张画拍两次，使其占两帧，每秒12帧乘2，这样制作的好处是可以节约大量成本。对于传统的逐帧动画制作来说，工作量可以减半，相当于每两帧一个画面。然而“1拍2”并不是最节约的模式，根据表现场景的不同，每秒钟的有效帧还可以发生变化。动画生产大国日本在电视上播放的动画甚至可以精简到每秒7个有效帧。

视觉残留现象不仅是控制时间及制作成本的重要依据，在动画的运动上，由于视觉体验的影响不同，帧率相同而有效帧不同，也可以影响运动的速度。

又回到“1拍1”与“1拍2”的问题，相对于“1拍1”，“1拍2”虽然提高了制作效率，不可避免动画播放质量是有损失的。我们可以保证动画的时长，但在缺帧的情况下视觉上的流畅度“1拍2”比“1拍1”要下降一些。这种视觉效果的下落如果要是对于真实视觉题材的描写是不被接受的，但对于动画片的观赏，由于表现的区别以及工作效率的提高等综合考虑，在业内是可以接受的。这种精简过渡帧的方法所带来的视觉效果就是场景中活动的元素运动速度视觉上加快。在经典运动规律中很重要的一条就是动画角色的运动要比实际拍摄的角色运动速度加快才不会导致动画效果拖沓冗长。关于这一条，动画的运动速度要加快还是与视觉体验有关，实拍的画面首先是真实性，这就保证了真实世界的许多细节。在现阶段视频技术的发展，即使是通过设备录制、保存、转播，这种真实的视觉细节也被保留得非常完好。因此基于真实性的观赏不会有很大损失。而动画的表现是在现实基础上的发展，由于人工局限性，使得画面细节会损失很多。这样在可观察的内容减少的情况下，增加画面速度才能使观者将注意力不断集中在荧屏。而速度加快本身在欣赏中就富有趣味性。

视觉残留现象不但可以指导我们控制动画的规格，还可以影响动画的效果。除了速度以外还有其他很多方面，相关的视觉残留测试有很多，但目前应用于动画表现的极为稀少，多见于实验性作品。



视觉残留小实验：盯着本图看15~30秒，然后看白墙，再眨几下眼睛，看看会发生什么

### 思考与练习：

1. 同样的时间，同样的位移可得出同样的速度，为什么过渡帧的不同会影响速度的变化？
2. 搜集视觉残留的试验案例。

## 第二节 运动规律的基本概念

运动实际就是物体间相对的运动状态，能够准确形容这个状态的词就是“速度”。通常生活中所指的速度一般理解为方向一定。而不管是物理中的定义还是动画中的表现，速度除了要考虑大小外，方向也是同等重要的因素。动画运动规律就是研究不同运动方式即不同速度的表现方法。基本的物理概念是掌握动画运动的重要前提。

### 一、时间

时间就如同呼吸一样始终伴随着我们，当我们认真地思考时间，它又是那么神秘与不可捉摸。生活中我们只能找到具体的办法去形容它、度量它。从自然界的季节交替、昼夜变化，倒计时工具的发明与应用，都把时间这个抽象的概念具象化，我们虽无法理解时间但可以在有限的范围计算时间。

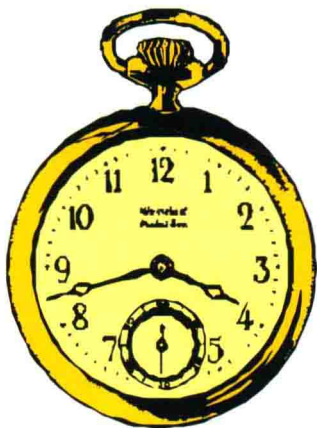


动画长度最基本的单位——“帧”就是时间的长度单位，即 $\frac{1}{24}$ 秒。动画片的制作过程中，时间的控制是整个动画片最为重要的环节。时间可以决定一部动画的成本、节奏、内容，甚至是质量优劣。



对于时间的把控分为整体和局部。整体的时间是动画片控制成本、定义类型的主要方面。我们可以采用影视作品最常用的分镜头方式来控制整体时间。利用分镜头控制时间，一般会精确到“秒”。在制作动画分镜时，可以采用动态分镜头的形式把动画片的具体时间准确展现，必要时可以结合实际拍摄来补充动画制作困难的镜头来配合预演。

局部的时间控制是动画节奏、运动规律运用的重要前提。时间是运动的必要条件，也是运动的主要控制因素，没有时间也就没有运动或者说速度都为“零”。由于动画工序的确定，我们在制作具体动画角色的运动时，时间已经基本决定了。如果简单地理解为我们只要控制运动的距离就控制了运动，那就错了。在实际制作的时候，如果是a点到b点的简单二维平面运动可以这样来理解。但是无论是二维动画还是三维动画一般都要以三维空间来考虑。尤其是在二维动画制作中，垂直于屏幕的轴向是需要运动中充分考虑的，三维动画在基础制作时已



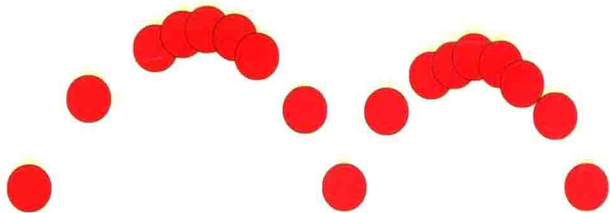
经在一个虚拟的空间，相对于二维动画运动反而要容易控制。

制作动画的运动时，具体、精确的时间控制非常重要。这里不得不提的就是利用工具测量是必要的，也是有效的。比如秒表就是动画师非常得力的工具。虽然在制作之初，每个镜头的时间已经确定了，分镜头工作完成之后，镜头的角度、景别也确定了。但是在实际制作过程中，如果效果不甚理想仍可进行调整。所以具体的情节、具体的镜头运动的方式是之前确定的，但是如何表现就要看动画师了。即使动画运动也是真实运动的夸张表现，是基于真实运动的，我们在表现动画运动时首先要保证真实可信，这就需要参考生活中的运动。秒表为我们测量运动的时间提供了精确保障，现在的动画师更可以把真实的运动通过摄像机拍摄下来，这样同时提供了图像依据。

## 二、空间

空间在现实生活中最容易被我们理解。我们可以用数学计算的方式将空间标度得十分准确。相对于时间，空间概念更容易被理解。这是因为当我们计算空间的时候往往是把时间割裂出去考虑，而现实生活中时间和空间是不可分割的。

在动画中的空间根据工作环节的不同概念也不相同，比如在前期策划空间可能是一张地图。在之后的创作中，空间又变成了场景设计。在运动规律中所指的空间，就一定要跟运动相挂钩，可以简单理解为活动的范围。



我们在具体动画的制作过程中，时间是事先规划好的，动画运动的展现就在一定的空间表现，真实有趣的运动是好的动画片的保证，好的动画师会很好地把握运动的规律。对于二维动画师来讲，如果按“1拍1”计算，一共运动6格的画面时间是一定的。镜头不运动的情况下，动画师