

全国普通高等院校艺术设计专业教材

# 动画运动规律

——原理 · 原画 · 原创

司徒宁 司徒忻 著

## 课题一 画出来的运动

动画是什么  
为什么会动  
动起来再说

## 课题二 动画运动的基础知识

动画时间  
动画空间  
动画速度  
节奏  
力的原理

## 课题三 动画运动的基本规律

追随运动  
起动与停顿  
夸张与变形

## 课题四 人的运动规律

跳跃  
表演  
对白

## 课题五 动物的运动规律

四足动物  
爬行动物  
禽鸟

## 课题六 镜头的运动

固定与运动  
升降  
综合



院图书馆

7  
北京师范大学出版社  
BJING NORMAL UNIVERSITY PRESS

全国普通高等院校艺术设计专业教材

# KEY FRAME 动画运动规律

—原理·原画·原创—

司徒宁 司徒忻 著

南京师范大学出版社  
NANJING NORMAL UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

动画运动规律——原理·原画·原创/司徒宁, 司徒忻著.— 南京:  
南京师范大学出版社, 2009.5

全国普通高等院校艺术设计教材

ISBN 978-7-81101-938-4/J·87

I. 动… II. ①司…②司… III. 动画—技法(美术)—高等学校—教材 IV. J218.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 067847 号

---

|          |                                                                 |
|----------|-----------------------------------------------------------------|
| 书 名      | 动画运动规律——原理·原画·原创                                                |
| 作 者      | 司徒宁 司徒忻                                                         |
| 责任编辑     | 徐 蕾 何黎娟                                                         |
| 出版发行     | 南京师范大学出版社                                                       |
| 地 址      | 江苏省南京市宁海路 122 号(邮编 210097)                                      |
| 电 话      | (025)83598078, 83598412, 83598887, 83598059(传真)                 |
| 网 址      | <a href="http://press.njnu.edu.cn">http://press.njnu.edu.cn</a> |
| E - mail | nspzbb@njnu.edu.cn                                              |
| 印 刷      | 江苏淮阴新华印刷厂                                                       |
| 开 本      | 850×1168 1/16                                                   |
| 印 张      | 10.5                                                            |
| 字 数      | 276 千                                                           |
| 版 次      | 2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷                               |
| 印 数      | 1-3 600 册                                                       |
| 书 号      | ISBN 978-7-81101-938-4/J·87                                     |
| 定 价      | 43.00 元                                                         |

出 版 人 闻玉银

---

南京师大版图书若有印装问题请与销售商调换  
版权所有 侵犯必究

动画是一门艺术——创造运动幻觉的艺术。

“动画运动规律”属动画教学的核心内容,它既是动画专业学生的必修课,也是动画人终身探索的问题。

我们所谓的“规律”,主要是指动画运动的“基本原理”和“基本技巧”,前辈们在近百年的动画创作中积累的经验。

动画中的规则不会一成不变,不同时期不同背景的动画人建立了各自的动画运动规律体系。其中,影响最为广泛的当属迪斯尼公司提出的12条动画原理(12 Principles of Animation),大半个世纪过去了,我们还在引用其中的许多规则和实例。

学习“动画运动规律”,教材的选择十分重要。搜索一下国内的图书市场,相关资料还真不少,但大多数为“例题式”的技法演示,鲜有理论分析,这种“知其然,不知其所以然”的教学模式,虽有助于制作技巧的入门,却可能阻碍原创思维的开发。当然,也有注重理论的好书,强调动画原理的阐释,主张思维方式的启迪,提出“授人以鱼不若授人以渔”。只是,一本“纯学术”的理论书,不一定适用于初来乍到的动画新人。

本教材是一本动画专业基础入门教材,面对学生,既要授“技”,也要授“理”;也是一本专业的工具书,面对动画人,既要有详实的图例,也要有思辨的论据。总之,我们当既“知其然”,亦“知其所以然”。我们的同行可以既有“鱼”,亦能“渔”——“鱼”属前人遗产,“渔”为自我练就。

相对而言,本书的最大特点是注重方法。

首先,注重对原创作品(运动部分)的解析,强调创作思维在学习过程中的应用。“动画运动规律”从来就不是一个单纯的技术问题,既然是“创造运动幻觉”,那一定属创作行为。从课题一的“动起来再说”到课题八“中外经典动画片动作赏析”,我们几乎一直在探讨原创,从原创的角度来理解动画原理,用原创的理念去分析动画设计(原画)。“动起来再说”是介绍中外动画大师的创作思想,我们不仅讲述他们的“第一次”,而且要尝试自己的“第一次”。可以设想,如果沿着大师的足迹前行,坚持不懈,所有的人都能够学有所成。本书用很大的篇幅对一些动画进行“赏析讲解”,观摩大师的创作,理解大师的意图,学习大师的态度。我们难得与前辈们当面对流,却完全可以和他们的原创作品“零距离”:看中外动画名片,选择经典镜头,分析其中的原画(关键帧)——这是教学的内容,亦属教学之方法。学习“规律”,就是学习前人的创作经验;运用“规律”,就要逐步创造自己的风格。

其次,强调基础技巧的培训方法。既注重整体入手的观念和程序,也分析过程中的思维方式和细节处理。提倡多看,多画,多动脑,少做一些“照葫芦画瓢”的练习。在传统的动画运动规律体系中,“镜头的运动”并不在列。然而,随着动画技术的不断改进,动画人在创作中越来越多地运用运动镜头,尤其是综合运动镜头——既快捷又多变,实属当代之节奏。为此,我们“与时俱进”,用整课题的篇幅来介绍这种“特殊”运动:从“固定”到“运动”,从“分类”到“综合”,用详实的案例进行分析和研究。作为今天的动画人,学习并掌握这些技法也是非常必要的。

虽然说,许多抽象的理论可以通过“赏析”变得具象,甚至回归“快乐”。但是,就其内涵而言,理论就是理论,不应当、也不可能变得太具象。为此,我们特别强调阐述的方法,简单的问题要写得简单明了,复杂的问题也要写得简单明了——要杜绝那种“简事繁说”、“繁事昏说”的恶劣文风。总之,本书用原创的理念阐述动画的运动规律:介绍基本原理和基础技巧,解析制作和创造的过程。

动画是一门实践性极强的艺术。仅有一些书本知识是远远不够的,还必须进行长期的实践训练——大量的知识只有在实践中消化吸收,正确的思维只能在实践中逐步形成。

司徒

2009年3月

# 目 录

## 前 言/001

### 课题一 画出来的运动/001

第一节 动画是什么 /002

第二节 为什么会动 /004

第三节 动起来再说 /008



### 课题二 动画运动的基础知识/013

第一节 动画时间 /014

第二节 动画空间 /015

第三节 动画速度 /015

第四节 速度与节奏 /018

第五节 力的原理 /020



### 课题三 动画运动的基本规律/023

第一节 惯性运动 /024

第二节 弹性运动 /025

第三节 曲线运动 /026

第四节 预备动作 /030

第五节 追随动作 /031

第六节 起动与停顿 /033

第七节 夸张与变形 /035



### 课题四 人的运动规律/037

第一节 行走 /038

第二节 跑步 /046

第三节 跳跃 /051

第四节 表演 /054

第五节 对白 /056

### 课题五 动物的运动规律/059

第一节 四足动物 /060

第二节 爬行动物 /068

第三节 禽鸟 /069

第四节 鱼 /074

第五节 昆虫 /077



### 课题六 自然现象的运动规律/079

第一节 风 /080

第二节 火 /085

第三节 水 /088

第四节 雨 /093

第五节 雪 /094

第六节 闪电 /096

第七节 云 /098

第八节 烟 /100

第九节 爆炸 /102



### 课题七 镜头的运动/105

第一节 固定与运动 /106

第二节 推、拉 /108

第三节 摇、移 /110

第四节 跟 /113

第五节 升降 /114

第六节 综合 /117



### 课题八 中外经典动画片动作赏析/121

第一节 中国经典动画片动作赏析 /122

第二节 外国经典动画片动作赏析 /130

第三节 外国经典动画片运动镜头赏析 /148

## 后 记/161

## 参考文献/162

# 1 课题一 画出来的运动

## [本课题学习重点]

掌握动画运动的原理, 理解“为什么会动”,  
尝试自行设计制作一个简单的动画动作

## [建议课时量]

4 课时

# 课题一 画出来的运动

## 第一节 | 动画是什么

动画是什么？这是一个很多人都会有的问题，尤其在信息技术高速发展的今天，不仅学生会问，就连教师也疑。

一直以来，都说动画(Animation 或者 Animated Film)与剧情片、纪录片、实验电影一样，属电影的一个类型(Mode)。100 多年过去了，后来的人多少对此有点想法：“是吗？”“有没有搞错？”

想想也是。电视动画、网络动画、游戏动画，还有 GIF 动画，也就是那种可以在手机视频上看到的动画(图 1-1-1 至图 1-1-8)，还有好多，都属于“电影的一个类型”？定义严格否？由此看来，问题还真是多。

随着科学技术的突飞猛进，我们正在逐步地从工业社会转向信息社会。许多发达国家的通信、计算机、有线电视以及电影等产业都以惊人的速度进行合作甚至兼并，所有的传播技术都将融汇成一种普通的计算机可读的数字形式，继续讨论电影、电视、网络、电话等各种媒介，把它们作为完全不同的实体来区别看待，已经不再具有任何实际的意义。由此看来，今天的动画属于什么“类型”已并不重要了，起码并不十分重要。

动画到底是什么？我们不妨听一听“圈内人”的议论：

动画“新兵”以为，动画是艺术——专业很热门，是可以施展才华和抱负的大艺术。

动画“老将”觉得，动画是工程——程序很严密，必须有许多人共同“玩命”的大工程。

动画“老总”认定，动画是产业——周期很漫长，在未来的 GDP 中占有重要地位的大产业。

有专家预测：在即将到来的信息时代，动画将是跨越通信、娱乐、教育等新兴媒体产业的重要组成部分，是一种最有前途的独立的表现方式和艺术手段。

不过，此时此刻，在阐述动画运动规律时，我们仍将沿用传统的电影语言，因为这是动画人唯一的通用语言；我们仍将电影动画作为主要的案例进行分析，因为无论在大银幕、荧光屏、显示器以及其他什么新媒体上，所有的动画都体现了一个共通的属性——“活动影像”。

其实,对于动画也有较为严谨的定义:

“动画不是‘会动的画’的艺术,而是‘画出来的运动’的艺术。”

这是大师诺曼·麦克拉伦(Norman McLaren)说的,虽然翻译成中国话后十分绕口,却也相当得“艺术”。

还有更为“科学”的定义:

“动画是逐格(帧)制作的、视听结合的、创造运动幻觉的一种媒介。”

好多专家在著作中都这么写。至于何谓“逐格(帧)制作”,何谓“运动幻觉”,我们将在下一节进行学习和研究。



图 1-1-1 电影动画《九色鹿》(中国)



图 1-1-5 游戏动画《魔兽争霸》(韩国)



图 1-1-2 电影动画《花木兰》(美国)



图 1-1-6 网络动画《大话三国》(中国)



图 1-1-3 电视动画《大山里的红小鬼》(中国)



图 1-1-7 网络动画《流氓兔》(韩国)

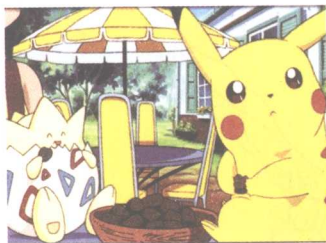


图 1-1-4 电视动画《数码宝贝》(日本)

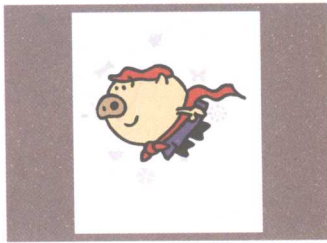


图 1-1-8 手机动画《超猪》(中国)

## 第二节 | 为什么会动

动画片是由动画师一张一张画出来的——地球人都知道。然而,也有搞不懂的人会问:这一张张原本不动的画面,咋就动起来了呢?

### 一、视觉暂留

“视觉暂留”(Persistence of Vision),也可说成“视觉残留”。

1824年,外国人皮特·马克·罗杰特(Peter Mark Roget)发现了著名的“视觉暂留”现象:人的视觉器官,在看到的物象消失之后,仍可暂时保留视觉印象。经科学家证实,视觉印象在人的眼中大约可保持0.1秒之久。因此,如果两个视觉印象之间的间隔不超过0.1秒,即在前一个视觉印象尚未消失时,后一个视觉印象已经产生,那么前后两个视觉印象融合在一起,就形成了“视觉暂留”。也就是说,如果将动画师绘制的一张张静止画面,以每张停留约0.1秒的速度连续呈现,我们看到的将是一组“画出来的运动”。

### 二、逐格拍摄

一般而言,电影动画的镜头是根据视觉暂留原理,运用“逐格拍摄”的方法制作出来的。所谓格,就是指电影胶片上一幅幅的画面(图1-2-1),每幅为一格。在动画中,格也是最基本的时间单位。电影摄影机连续拍摄的速度

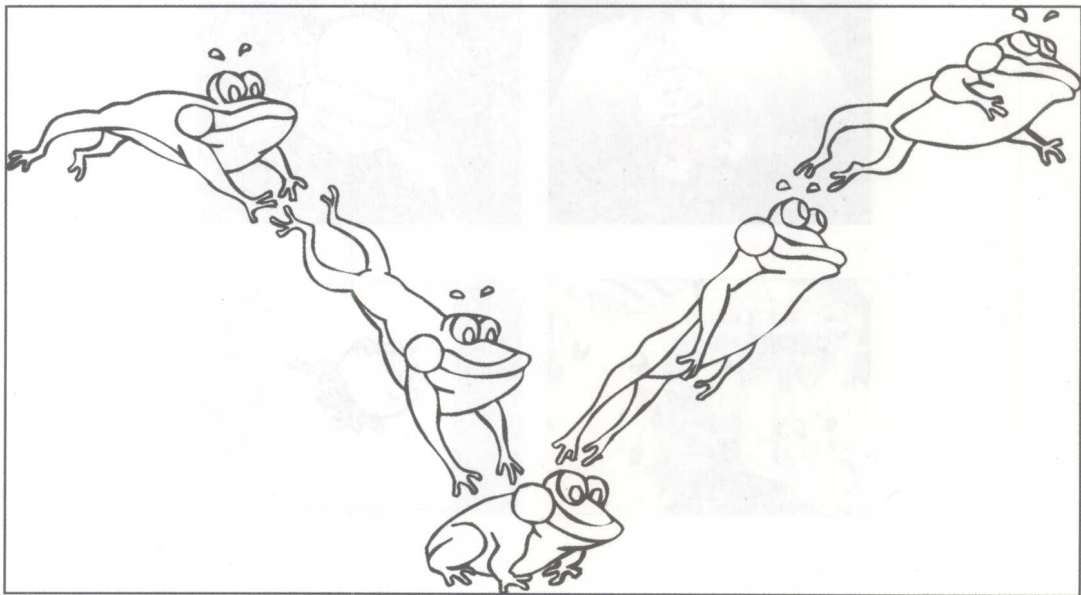
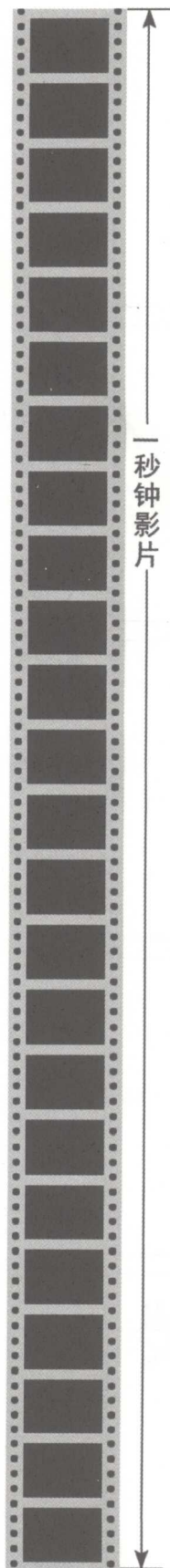


图 1-2-1



度是每秒 24 格,胶片在放映机中的运转速度也是每秒 24 格。为了加深印象,我们可以做两项实验:

### 1.关于电影创作的实验

如果有一只青蛙在你眼前蹦来跳去,你用摄影机作连续拍摄(每秒 24 格),再制作成一格一格的静止画面——电影胶片,最后用放映机作连续放映(每秒 24 格),因为“视觉暂留”,你从银幕上又会看到那只蹦来跳去的青蛙。明白否?电影就是这样“搞”出来的。

### 2.关于动画制作的实验

在纸上画几只青蛙,有起跳状,有腾空状,还有落下状。确切地说,图 1-2-2 是一张青蛙跳跃过程的构图。

依据构图,你可以设计绘制出 10 张画稿(图 1-2-3)。

用摄影机作逐格拍摄,也就是按图 1-2-3 中 1~10 的顺序,每张拍摄 1 格。这样,10 张画稿被“记录”在电影胶片上,每张占据一格。然后用放映机作连续放映(每秒 24 格),还是因为“视觉暂留”,你在银幕上又会看到那只画出来的青蛙,竟然也会蹦来跳去。

何如?这一张张原本不动的画面,就这样动起来了。

“逐格拍摄”是动画制作的重要特征,“一拍一、一拍二”是动画拍摄的主要手段。

所谓“一拍一”,其实也就是“逐格拍摄”。每张纸青蛙拍摄 1 次(1 格),10 张纸青蛙占据胶片 10 格。因为放映速度是每秒 24 格,所以跳得很快,不足半秒。

如果想要慢一点,可以“一拍二”,也就是每张纸青蛙拍摄 2 次(2 格),那么 10 张纸青蛙就占据胶片 20 格。因为放映速度是每秒 24 格,所以慢了许多——接近 1 秒。

要想更慢还可以用“一拍三”,甚至“一拍四”。不过,一旦超出了“视觉暂留”的时效,蛙跳的流畅度和真实感都可能削弱,所以最好慎用。

## 三、运动幻觉

我们都知道,动画是创造运动幻觉的一种媒介。

早在公元前 1600 年,埃及法老拉美西斯二世(Pharaoh Ramesses II)为伊希斯(Isis)女神建造了一座有 110 根柱子的神庙,柱子上画着女神连续变换的动作(图 1-2-4),当骑士和战车的驾驶者从这里经过时会看见:柱子上的伊希斯女神好像动了起来。或许,这就是人类最早创作的“运动幻觉”——“画出来的运动”。

近百年来,动画人一直把“视觉暂留”作为电影和动画的基本原理,据此,还创造出许多经典的动画大片。然而,也有心理学专家提出异议,认为人的“运动幻觉”与“视觉暂留”无关,因为他们有了新的发现。

图 1-2-2

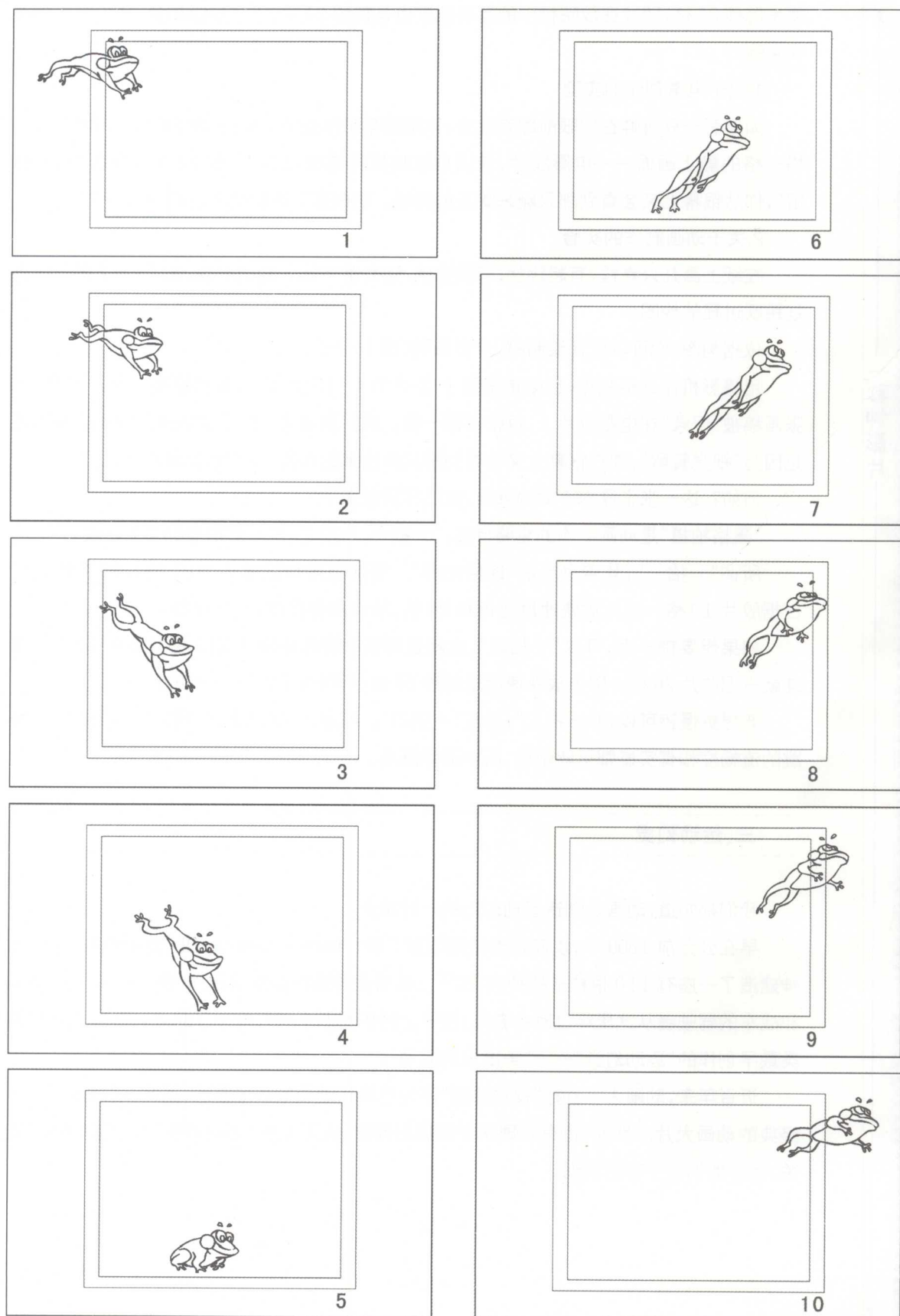


图 1-2-3



图 1-2-4 理查德·威廉姆斯(RICHARD WILLIAMS)绘制的女神连续变换动作示意图

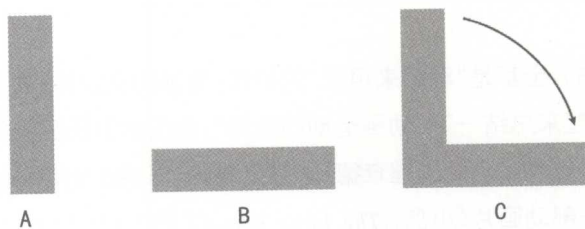


图 1-2-5

发现一：“闪光融合”现象。

人们会把依一定频率断续的光看成是连续的，如日常用的电每秒断续 50 次，但是由于频率一定，我们“看”到的光是连续的。光的这种能被感知为连续的最低断续频率叫做闪光融合临界频率(CFF)。据说，当今的电影(摄影和放映频率均为每秒 24 格)达到了闪光融合临界频率，足以产生连续的幻觉。而早期无声电影放映速度较慢(通常每秒 16 格或 20 格)，不能达到闪光融合临界频率，于是电影图像就有明显的闪烁。因此，早期电影俗称“闪烁”(Flickers)，在英文中至今仍有人称电影为 flick。

发现二：“似动”现象。

用投影仪在一定位置上投射出一个竖的矩形 A，然后消失，紧接着在另一位置上投射出一个横的矩形 B。结果在场的所有人都有同样的感觉——矩形 A 倒下成矩形 B 状，整个过程表现为 C 状(图 1-2-5)。这就是所谓的“似动”现象(Phi phenomenon)。发现似动现象的专家认为，知觉带有明显的主观性，它和刺激不完全对应，不完全符合，客观上是两个东西依次出现，主观上却是一个东西的位置变化。专家还发现，似动现象的存在是有一定条件的，如果每张图像停留的时间太长，观众就不会产生连续运动的幻觉。这个条件由于图像内容不同而有所差异，一般认为是在 0.1~0.2 秒之间。

总之，无论是 19 世纪提出的“视觉暂留”现象，还是随后发现的“闪光融合”以及“似动”现象，它们都从各自的角度验证了“逐格拍摄”的意义：“一拍一”、“一拍二”在实际运用中的稳定性，“一拍三”甚至“一拍四”在动画制作中的可行性及其不足。

我们知道，传统动画是以 Stop-motion 的方式制作的，也就是逐格制作后转存在胶片、录像带、数字文件中形成的。我们在电影、电视屏幕、电脑显示器上看到的动画，其实都是一系列差别微小的静止图像，因为它们快速而有序地呈现，所以我们看见的其实只是一系列“运动幻觉”——“画出来的运动”。

## 第三节 | 动起来再说

学习动画,切忌“纸上谈兵”,尤其是学习动画的运动规律,仅凭书本知识是没法掌握的,必须理论联系实际。在读书的同时,一定要进行实际的操作:先将“运动”画在纸上,再用计算机制作出来。就动画学习的方法而言,我们主张“动起来再说”。

### 一、大师的抉择

看一下我们的前辈,大凡有出息的,全都是“动起来再说”的好汉:美国的沃尔特·迪斯尼(Walt Disney)兄弟在制作出上百集的动画片之后,才想起来总结一下“动画运动的规律”;中国的万氏兄弟把《铁扇公主》做完了,还不曾读过《动画人生存手册》。就连那位大名鼎鼎的理查德·威廉姆斯(Richard Williams)——《原动画基础教程》的作者,他老人家在创作完成第一部动画片《小岛》(*The Little Island*)(图 1-3-1)时,也仅仅是个“学过一点点美术的小青年”。

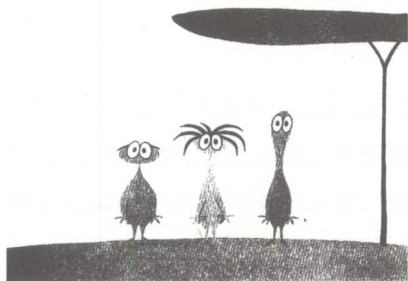


图 1-3-1

对于动画人来说,动画创作是一个快乐的过程。只是,当众多的过程积累成经验,而这些经验又上升为理论,再由我等将一系列理论编成一本本厚厚的教材时,您翻几页看看,别说是“快乐”了,想要完全读懂都难。如何是好?当然是“动起来再说”。许多理论只有在实际操作中才可能逐步的理解,有大师语录为证:“只有不断地实践,我们才能学有成就。”(Richard Williams)

### 二、动画的分工和流程

“动起来再说”——这是我们的创作理念。然而,就工作方法而言,我们反对“闭门造车”。在“开始启动”之际,有必要对电影动画的分工和流程做一个基本的调研,兵法云:“知彼知己,百战不殆。”

传统的电影动画是由一个制作团队协同完成的,其具体职能分工如下:

- (1) **原作**:负责创作故事(小说)。
- (2) **脚本**:负责将故事或小说按照剧本的模式表述,具体到人物的对话、场景的切换、时间的分割等要素。
- (3) **导演**:总指挥、总监督(动画片的灵魂)。
- (4) **作画监督**:负责动画片的整体作画风格。
- (5) **美术监督**:负责动画片静态背景绘制的设定。
- (6) **摄影监督**:负责将画面拍摄成底片。
- (7) **音响监督**:负责配音、效果音、配乐、剪辑。

(8)演出:负责绘制分镜头台本(通常由导演担当)。

(9)人物设定:负责动画角色的设计和绘制。

(10)道具设定:负责无生命物品的设计和绘制。

(11)构图:负责将分镜头台本画成设计稿。

(12)原画:依据设计稿绘制关键的画面。

(13)作监:负责原画的统一和修正。

(14)背景:负责绘制动画场景。

(15)动画:依据原画的设定绘制中间画。

(16)动检:负责动画画面质量的检查。

(17)描线:负责将动画线条影印至明胶片上。

(18)着色:负责在明胶片上涂色。

(19)总检:负责检查着色工作完成后的明胶片。

(20)拍摄:依据导演要求,将画好的明胶片与背景合成拍摄。

(21)编辑:负责将毛片剪接成标准版动画。

(22)配音:负责为动画角色配制声音。

再看一下电影动画的制作流程:任何一部动画片都要经过策划、设计、制作、合成、发片等诸多环节。即使是一个人的动画创作,也要遵循这一规则(图 1-3-2)。

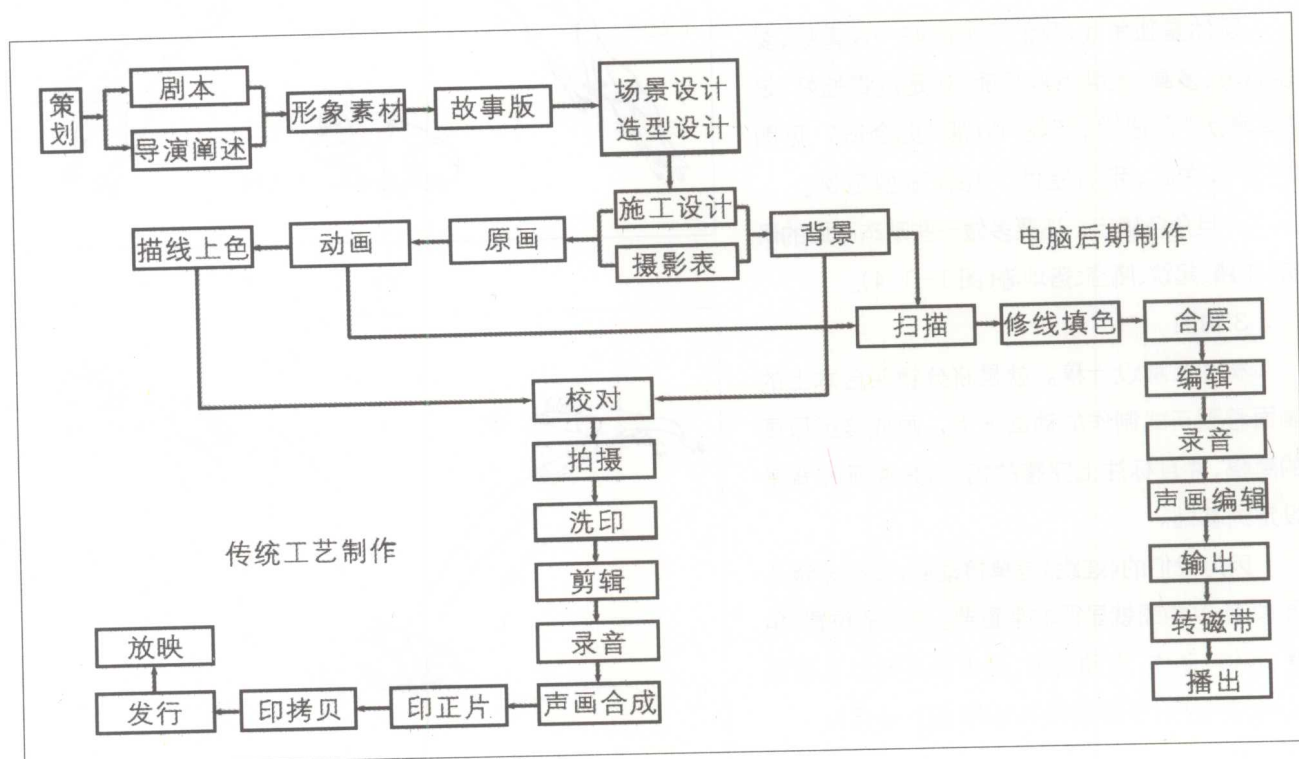


图 1-3-2

### 三、做自己的动画

了解了“动画是什么”，明白了“为什么会动”，我们有理由做一部自己的动画。

第一次尝试，最好选择“小制作”。无论是构想、设计还是流程，都要求尽可能“简”，因为我们的目的是“动起来再说”。

所谓“简”，是相对电影动画的制作而言，不存在统一的标准，因人而异，因作品而异。为此，我们还是以青蛙为例，分析一下动画创作的全过程：

#### 1. 构思

先考虑做什么。一般而言，不要选择自己根本无法完成的构想，因而，我们决定用一个既有感觉，也有能力完成的选题——蛙跳，再考虑怎么做。权衡自身实力，我们设定一个简单的形式——单镜头、独角戏。

#### 2. 造型

既然是独角戏，我们只需画好一只青蛙，要多思考、多画。是胖青蛙好呢，还是瘦青蛙好？是“写真版”合适呢，还是“QQ版”更合适？见图1-3-3，在此，我们提供了几种造型范例。

一旦角色确定，还要多做些动态画面的研究：下蹲、起跳、腾空、落地等（图1-3-4）。

#### 3. 构图

构图又称设计稿。就是将分镜头台本上的画面移到正式制作的动画纸上，画成接近原画的草稿，并且标注上完整的指示，是原画和背景设定的基础。

因为我们的《蛙跳》是单镜动画，没有分镜头台本，所以构图就显得非常重要。青蛙的位置、角度、表情、动作、运动轨道、进出场方向以及画面规格（安全框）等都要标示出来（图1-3-5）。

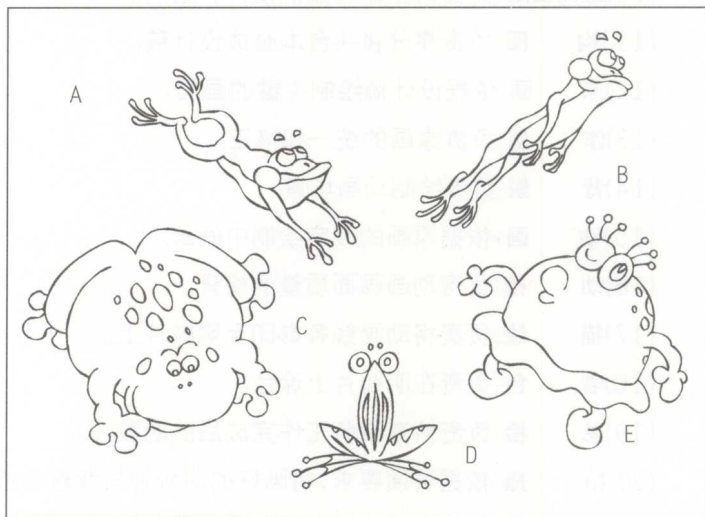


图 1-3-3

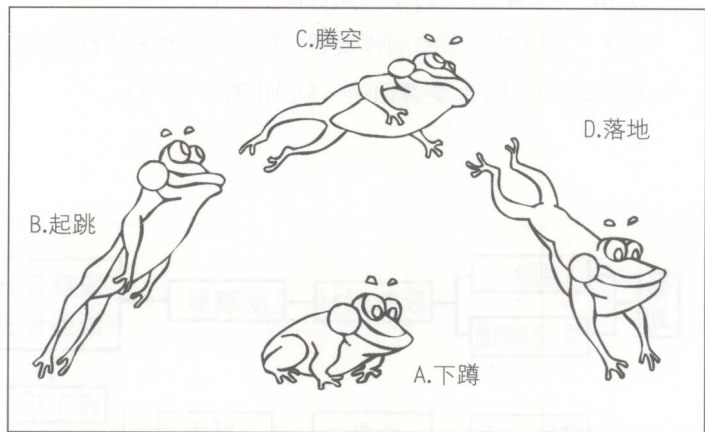


图 1-3-4

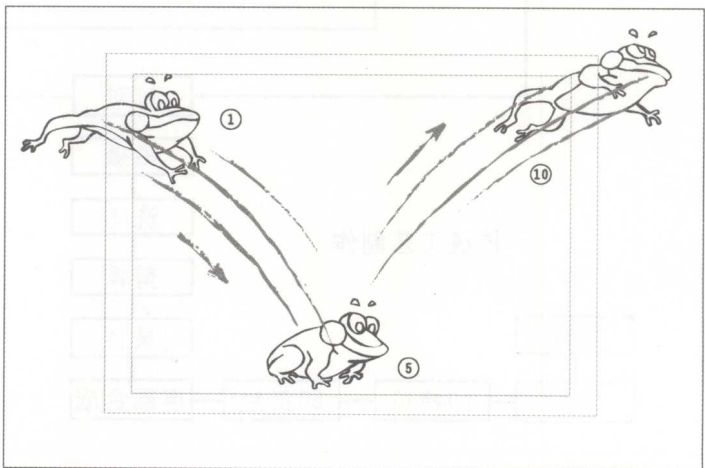


图 1-3-5

#### 4.原画和动画

在图 1-3-5 中,⑤是原画,因为它是一幅表现关键姿势的画面。

所谓关键姿势,就是最能代表动作特征的姿势。图 1-3-5 中的①、⑤和⑩这三幅画面能够明确地表达蛙跳动作的运动方向、运动距离和运动轨迹,它们是动作的基本骨架,也都是我们通常所说的原画。

要用画笔表现“蛙跳”的动作,实际上就是画出动作中一个个具体的姿势。如果我们从青蛙的第一个姿势画起,一张接一张地画,直至最后的一个姿势,就可以画出一个完整的动作。这种表现动画角色动作的方法在迪斯尼被称作“Straight Ahead Action”,即“直接动画法”。

如果我们只将动作中的一些重要的、关键的姿势画出来(如图 1-3-5 中的①、⑤和⑩),同样也可以表达出一个动作的概貌,这是表现“蛙跳”动作的另一种方法,在迪斯尼被称为“Pose To Pose”,即关键姿势衔接关键姿势——一种目前较为流行的绘制方法。

看来,绘制“蛙跳”的顺序最好是先画原画,再插动画。具体步骤为:

(1)设计绘制原画,见图 1-3-6 中的①、⑤和⑩。

(2)绘制小原画(Breakdown Drawing),也称中间画(Middle Position),见图 1-3-6 中的△3和△7。

(3)绘制动画,见图 1-3-6 中的 2、4、6、8、9。

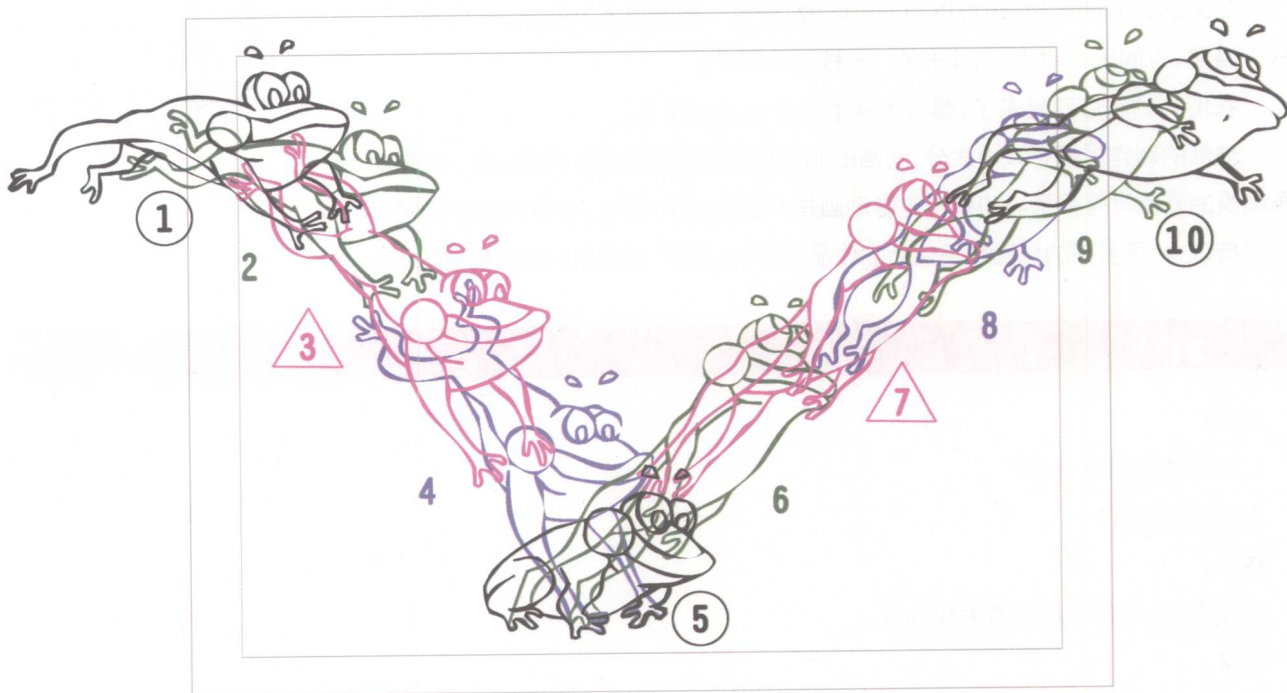


图 1-3-6

#### 5.摄影表

摄影表是把时间概念转化为可视图的表格,是角色动作节奏、时间安排、镜头运动的记录表。摄影表能清晰