



普通高等教育艺术设计类专业“十二五”规划教材
计算机软件系列教材

胡 靓 姜 莉 刘贝利 主编

动画原理及 运动规律



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

普通高等教育艺术设计类专业“十二五”规划系列教材
计算机软件系列教材

动画原理及运动规律

主 编 胡 靓 姜 莉 刘贝利
副主编 陈 苗 刘冠南
参 编 崔宏伟 骆 哲 徐长雨



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书稿从动画原理入手,简要介绍了动画的概念、起源及发展,分别阐述了人物、动物、自然现象的运动规律及相关动画的制作方法和制作流程。

全书共分八章,内容包括概述、动画中的原画与动画、动画中的基本常识、运动规律的基本概念、任务的运动规律、动物的运动规律、自然现象的运动规律和优秀学生作业点评。

图书在版编目(CIP)数据

动画原理及运动规律/胡 靓 姜 莉 刘贝利 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2013.8
ISBN 978-7-5609-9123-8

I. 动… II. ①胡… ②姜… ③刘… III. 动画-绘画技法-高等学校-教材 IV. J218.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 123706 号

动画原理及运动规律

胡 靓 姜 莉 刘贝利 主编

策划编辑:谢燕群 范 莹

责任编辑:江 津

责任校对:周 娟

封面设计:刘 卉

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:武汉金睿泰广告有限公司

印 刷:湖北新华印务有限公司

开 本:889mm×1194mm 1/16

印 张:7

字 数:193千字

版 次:2013年8月第1版第1次印刷

定 价:29.80元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前言

QIANYAN

人总是生活在现实之中，但又希望幻化出奇迹。正因为有梦想，才诞生了动画。渐渐地，动画又成为一些人追求的梦想。

动画就是让“静止”的画动起来，让一个个不动的形象在瞬息的翻动之间，利用人的视觉暂留现象，造成仿佛“动”起来的幻觉。动画本身就是一个互相依存的整体，环环相扣，一环也不能缺。动画的发明和起源早在远古时期就已经出现。远古洞穴中的野兽、埃及神庙的女神、古希腊陶罐上的瓶画，都足以说明人类早就开始记录运动画面。1824年，马克·罗杰特的视觉暂留现象作为动画原理的心理依据，在走马灯、皮影戏、透明薄膜的实用镜中被应用，持续地开发着人们对动画的好奇。1896年，爱迪生发明了摄影机，历史在这里翻开新的一页。随着科技的发展，沃尔特·迪斯尼带着所有人的梦想，成就了迪斯尼王国，创造出一系列的经典动画形象，米老鼠、唐老鸭、白雪公主和小矮人、汤姆和杰瑞……它们成为人们记忆中最为炫目的光环，伴随着我们的成长。

随着图像技术的发展，CG时代的来临，动画行业又会有着新的机遇与挑战。作为动画人，我们肩负着历史的使命和不可推卸的责任，那就是培育新一代的动画人才，我们应竭尽全力地引导他们进入动画的殿堂。

桌上摆着一本由理查德·威廉姆斯（《谁陷害了兔子罗杰》的导演）所撰写的动画基础教程，我相信每个从事动画专业的人都看过这本书。它告诉我们一个道理，只有活到老、学到老，才能真正做到与时俱进。

千里之行，始于足下，我们承前启后，已经走出了自己的动画之路。所谓行百里者半九十，我们知晓前面的路还很长，或许比我们现在还要艰苦。但我们坚信，只要有信心，只要有梦想，动画人一定会乐在其中。

本书从动画原理入手，简要阐述了动画的概念、起源及发展，全面细致地讲解了动画的制作流程，并加以图示说明。

本书在编写过程中重点说明了原画与动画的区别，并系统地说明了原画动作设计的方法、思路及注意事项。这样，对于运动规律的掌握就起到了很好的铺垫作用。知识点环环相扣，每一个环节都配以图片说明，直观而生动。

本书的建议课时数为 54 至 80 学时，其各章节课时安排如下。

	内 容	课时	理论教学	课内实训	课外作业
第1章	概述	8	8		
第2章	动画中的原画与动画	12	8	4	8
第3章	动画中的基本常识	12	8	4	8
第4章	运动规律的基本概念	12	8	4	4
第5章	人物的运动规律	8	4	4	4
第6章	动物的运动规律	8	4	4	4
第7章	自然现象的运动规律	4	2	2	4
第8章	优秀学生作业点评	4	4		4

本书得到了各级领导及教师的大力支持，梁晓、詹瞻参与了部分编写工作，在此对他们表示衷心的感谢！同时，也希望得到广大师生和读者给我们的宝贵意见，使教材更加完善。

编者
2013年8月

目 录

MULU

001	第1章 概述
013	第2章 动画中的原画与动画
023	第3章 动画中的基本常识
039	第4章 运动规律的基本概念
053	第5章 人物的运动规律
069	第6章 动物的运动规律
085	第7章 自然现象的运动规律
095	第8章 优秀学生作业点评
107	参考文献

第1章

概述

动画是一门综合性的艺术，是集文学、绘画、音乐、表演、摄影、剪辑、特效等各种艺术手段和艺术表现形式融会贯通后的一种提炼和创新，它所涉及的知识面非常广。要做好一名动画人，就必须先搞清楚动画片的来龙去脉。本章将重点介绍动画的概念、动画的产生和发展、制作动画片的基本流程，以便对动画有个最基本的认识。“万丈高楼平地起”，只有了解了基础知识，才能窥见“动画”的门径，才能够在以后的学习过程中更好地领会和掌握动画的操作技巧和绘画技巧。

1.1 动画的基本原理

1. 动画的概念

对“动画”这个概念的理解需要借助英文单词 animate。英文词典解释 animate 是“赋予生命”的意思。而汉字“动画”显然不能替代“赋予生命”这个概念。有一位外国学者甚至说动画家是另一个宇宙的上帝，这个上帝行使人类意志和思想的权利。当然这个说法有点过激，但能说明动画这门艺术确实是富有神奇力量的艺术。

动画艺术的精神领袖诺曼·麦克拉伦的见解“动画不是为了表现活动的图画，而是创造运动的艺术”既区别了动画与普通电影，同时也让动画这个概念从图形学范畴独立出来。汉字“动画”的字面意义似乎误导了人们对动画的认识，导致我国目前不少主流动画表现出没有价值的混乱现象。

诺曼从本体美学角度考察动画艺术的特征，他得出的经典理论是：“动画是创造运动的艺术，一系列画与画的渐变关系比每一幅图画本身更重要。”

从而得出：动画本身就是通过一系列的图画进行有思想的艺术再创造的过程。

2. 动画的产生

伦敦大学的皮特·马克·罗葛特于 1824 年在物理实验中发现，运动变化过程中的图形在视网膜上可以保留不到 1 秒的片刻记忆，如果速度够快，观看者就能够从一系列静止图形的变化过程中获得动态的幻觉，由此引发了对古代分解运动图形图式技艺的研究。这就是现在所说的“视觉暂留现象”。

我们的视觉器官在看到物像消失后的短暂时间内，仍可将相关的视觉影像保留约 0.1 秒。因此，如果两个视觉影像之间的间隔不超过 0.1 秒，那么前一个视觉影像尚未消失而后一个视觉影像已经产生，并与前一视觉影像连接在一起，这就是视觉暂留现象。

“视觉暂留”这一原理成为后来发明同步放映系统和活动摄影机的科学依据，科学家用这个原理验证了每秒钟运行 24 格画面的速度能够正确还原人类对运动的视觉感知。

意大利电影评论家、第一本权威动画历史著作《卡通：一百年以来的动画电影》的作者吉安那尔伯托·本达兹郑重强调：“动画电影的诞生早于实拍电影，并且实拍电影的机械放映系统是在雷诺先生发明的动画光学影戏装置系统的基础上进一步发展。动画赋予生命这一工艺的复杂性、艺术家头脑所支配的双手制作动画影像需要耗费很多时间和精力，导致动画艺术在与电影机械复制现实的竞赛中

落伍，并且被电影工业的高大阴影笼罩达 10 年之久。”

3. 动画的发展及衍生

动画的发展一共经历了五个时期，分别为起源与发明（1824—1895）、探索与研究（1895—1930）、挑战与发展（1930—1942）、自由与创新（1942—1980）、技术与科技（1980 至今）。

1) 起源与发明（1824—1895）

可以说光学和生物学在 19 世纪末的发明和发现激活了动画这种艺术形式的基因链，解释了人类古代图形的绘制。“视觉暂留现象”是科学界的一件大事，推动着动画技术装置的研发和艺术潜能的发掘。不得不提的是皮特·马克·罗葛特的视觉影像，约翰·A. 帕瑞斯的幻盘，约瑟夫·普拉托的诡盘，埃米尔·雷诺的光学影戏。

2) 探索与研究（1895—1930）

诞生于 1895 年的活动摄影机和同步放映系统是基于动画分解与还原运动现象的各种试验成果，然而这套系统并不适合动画创作的技术需求，之后便研发出了逐格拍摄技术。这个发明从根本上克服了动画原始形态的局限性。这个阶段的动画在技术方面完成了两个重大突破，其一是逐格拍摄技术的研发与应用，其二是制作工艺与放映机制的关系创建。科尔坚持动画本体语言的探索，用线条和形状的变化传递意义；温瑟·麦凯用动画语言讲故事，拉近了艺术与现实的关系；布莱克顿电影特效的技术影像沿用至今。

3) 挑战与发展（1930—1942）

这一时期是美国动画历史上第一个黄金时期，迪斯尼是这段历史的核心人物。这个历史性突破的重点是多层拍摄装置的研究，剧情的突现。迪斯尼将动画艺术带领成为动画产业，形成当时最有效的动画制作系统，这个系统便是动画产业的初始阶段。这个阶段奠定了动画产业发展的基本条件，大型影院动画因此逐渐发展起来。

4) 自由与创新（1942—1980）

1943 年，动画行业开始跌入低谷，主要是迪斯尼的成就令很多动画公司和艺术家望而却步，因此就试图寻求新的表现方式，而迪斯尼本人则开始策划主题公园并谋划新的市场策略，从而忽视动画片的生产与制作。开放的思想观念，百花齐放，如加拿大动画、捷克斯洛伐克动画、日本动画都开始发展。

5) 技术与科技（1980 至今）

计算机技术与数字信息时代利用动画工艺技术原理研发各种各样的图形图像制作软件，这个时期动画领域的革新标志是遍布全球放映用计算机生成的虚拟动画，并且作为先进的工具广泛应用于网络语境下的多媒体传播领域。“CG”这个概念已经被广为传播，并随处运用于电影特效中。

未来，动画产业或许有更日新月异的变化，这就留给大家去想象。

1.2 动画制作的基本流程

1.2.1 动画的前期制作

动画的前期制作是创作的开始阶段，这一阶段的工作主要是落实导演的意图和设想，包括资源开发、故事创意、素材收集、技术测试等环节，这些工作分别落实到故事脚本、文字分镜头剧本、画面

分镜头设计、效果实验及素材库建制等具体项目的资源开发上。

1. 资源开发

资源开发是动画创作的第一步。资源的优势决定作品的特色及质量，这一环节最重要的就是故事脚本的创作和形象素材的收集。

2. 故事脚本

故事脚本也称文学剧本，它是按照电影蒙太奇思维模式来构想和写作剧本。

“剧本、剧本，一剧之本。”最早提出这个概念的是清初“风流戏王”李渔。这里“一剧之本”中的“本”，指的是根本、根源，具有主要、中心的含义。剧本包括主题思想、内容形式、角色定位、矛盾冲突、戏剧结构和起承转合。所以，剧本在动画创作中具有极强的重要性。很多人往往忽视剧本，却重视画面效果及特效表现，殊不知这是本末倒置的做法。下面是宫崎骏《千与千寻》的故事脚本。

“油汤屋前门的桥”日/夜

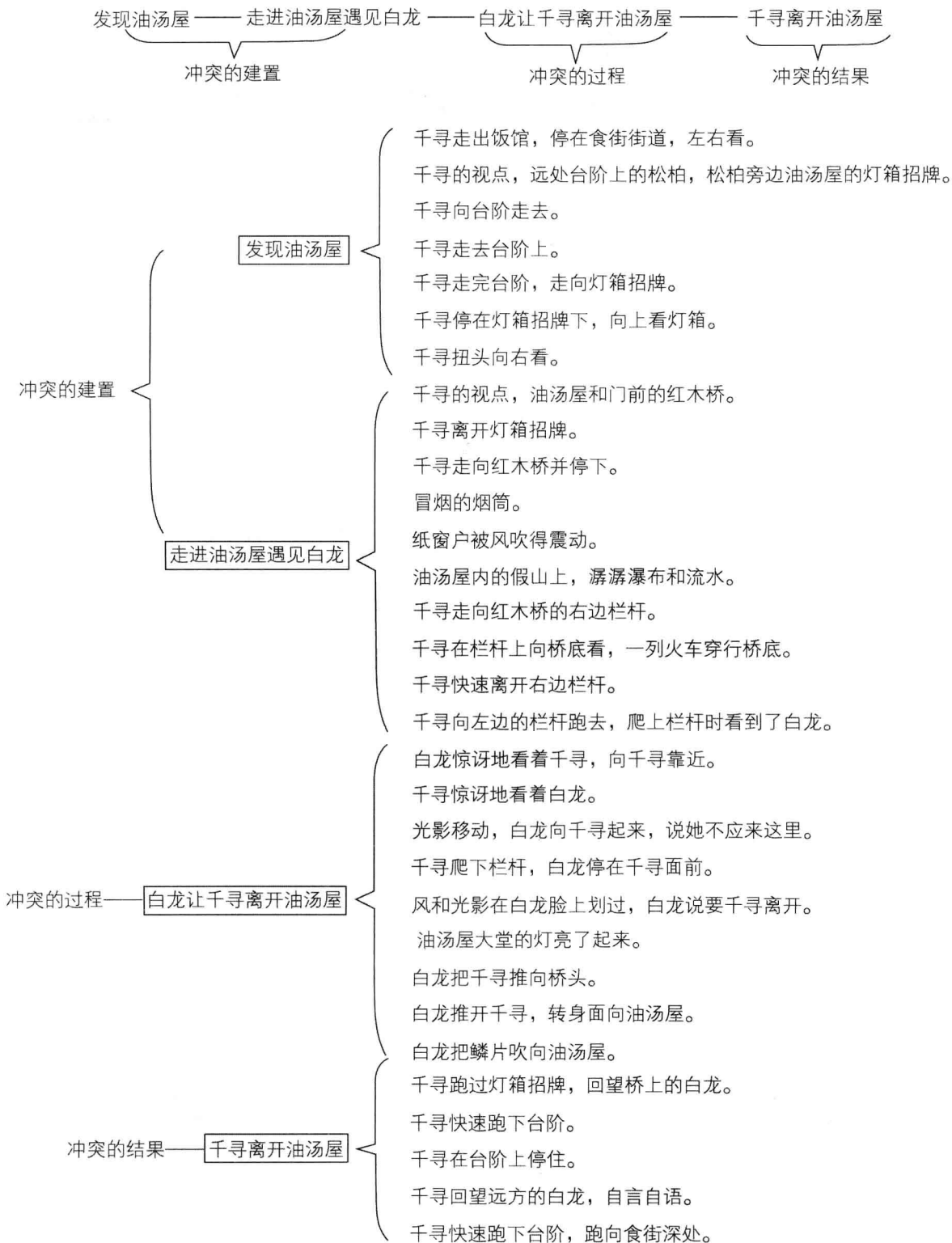
千寻在与饭馆相临街道上看见了远处台阶上的雄伟的“油汤屋”（洗浴中心）。千寻顺着台阶走上去，一条通向“油汤屋”大门的红色木桥摆在眼前，“油汤屋”烧水的烟筒冒着浓烟。惊奇的千寻走上木桥。“油汤屋”正门上写着一个“风”字，桥下有火车穿过。千寻一回头，一个白衣少年突然出现在她面前，白衣少年说千寻不应该来这里，天黑前要离开，说话间，天迅速变黑，油屋的灯亮了起来。白衣少年向油屋施魔法，千寻来不及问那人是谁，就按那人的指示向河边跑去。

“油汤屋前门的桥”日/夜

3. 文字分镜头剧本

文字分镜头剧本是在剧本的基础上进行大致的分镜，要求做到简单、明了、准确。文字分镜是画面分镜创作的依据，需要考虑每个镜头间的组织关系或设计镜头的具体位置和运动。“突出主题、突出人物”是文字分镜的首要任务，通常应该在画面分镜头剧本之前写好，没有经验的动画导演可以先画分镜头故事草图，然后依据草图提炼出文字分镜头剧本。下面是宫崎骏《千与千寻》的文字分镜头剧本。

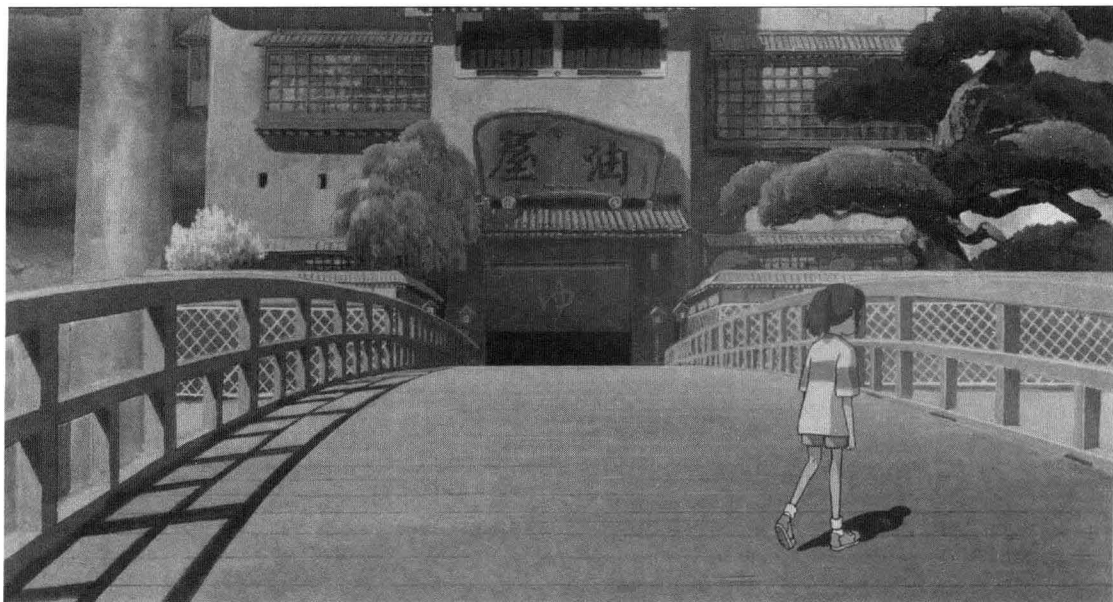
场景中冲突的三个阶段：



4. 画面分镜头设计

画面分镜头设计是用画面配文字表现的分镜头剧本，它是动画片描述故事的预期方式——未来影

片的雏形。画面分镜头是前期制作的一项重要工作，它往往是由导演亲自设计的，包括镜头的数量、镜头时间、镜头角度、大小和运动、镜头蒙太奇处理，等等。有时为了更好地展现构思及设想的画面体现，还需要绘制详细的色调气氛分镜画面样稿。画面分镜头设计需要注意镜头蒙太奇的运用、轴线原则和五种镜头（反打镜头、主镜头、切入镜头、切出镜头、反应镜头）、画面构图、镜头衔接的节奏、运动镜头的流畅性、音乐或作曲风格的要求。宫崎骏《千与千寻》的画面分镜头，如图1-1所示。



(a)



(b)

图1-1 画面分镜头设计



(c)



(d)

续图1-1

1.2.2 动画的中期制作

动画的前期制作完成后,接下来是动画的设计与制作环节。设计与制作是一个整体的两部分,它是动画作品效果把握与实施的环节。设计工作包括标准造型设计、动画场景设计、镜头画面设计(影像构成设计)、视觉动态设计与时间分配、原画动作设计、加中间动画、背景绘制、描线与上色等。

1. 标准造型设计

这个阶段就是要根据剧本定位设计具体的角色造型,但其过程需要经过多次、反复探索和修改,这相当于是一个创造和挑选演员的过程。角色造型包括基本造型和附加资料(显示性格特点的动作草图),具体含有立体模型、转面图、结构图、比例图、服饰道具分解图等,例如巫师和厨师人物的角色形象,如图1-2所示。



(a)



(b)

图1-2 巫师和厨师人物的角色形象

2. 动画场景设计

动画场景设计的用途是帮助导演、原画师、背景画家认识与理解表现情节发生的氛围。场景设计包括色彩气氛图、平面坐标图、立体鸟瞰图、景物结构分解图等。其主要功能是提供镜头调度、画面构图、景物透视关系、光影变化,以及角色动作调度等空间想象的依据,如图1-3所示。

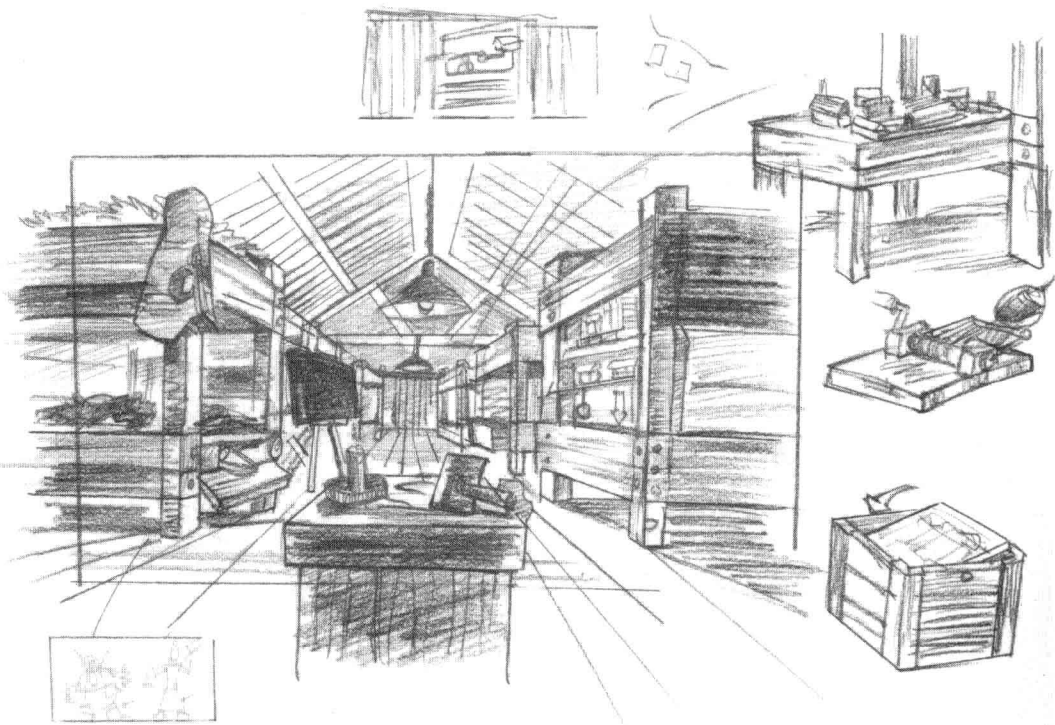


图1-3 场景设计图

3. 镜头画面设计

镜头画面设计又称设计稿,它是对分镜头画面的放大与完善。它的用途相当于“施工设计”,因为这个设计关系到影片的后续工作和最终效果,即后面每一个技术操作所要求的数据与尺度尽在其中。镜头画面设计稿要明确标出画面规格、画面结构、背景层次、远近关系、人景关系交叉线、角色动作起止位置、运动轨迹与方向,以及镜头变化的各种技术要求和操作说明,如图1-4所示。

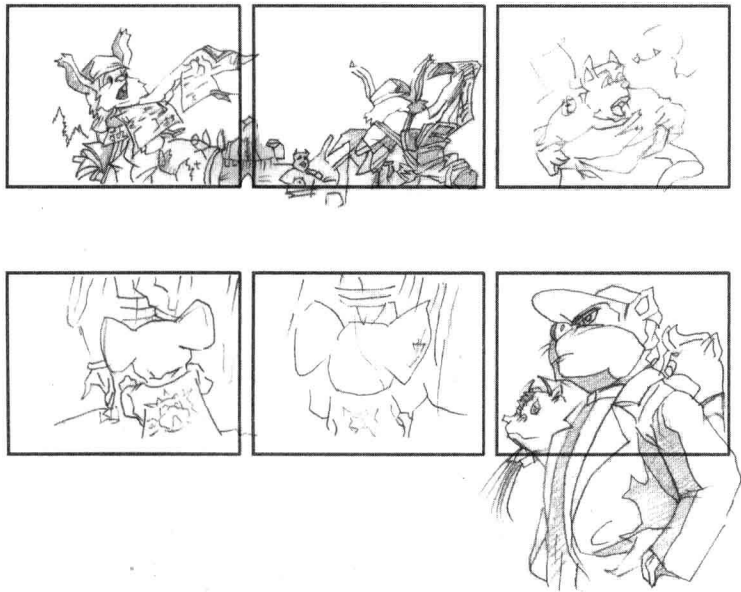


图1-4 镜头画面设计

4. 视觉动态设计与时间分配

导演拿到镜头画面设计稿后结合画面分镜头设计进行画面层次布局、时间分配及动作提示等。导演通过填写摄影表来反映动画影像变化的结构层次和动态机制。摄影表上能体现导演的意图、思路、动作节奏及视觉变化。空白摄影表如图 1-5 所示。

影片名 MAIN TITLE					
卷号	片名	幕号	场号	长度	画面
SHOW NO.	TITLE	ACT NO.	SCENE	SECONDS FRAMES	REV ANIM
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					

图1-5 空白摄影表

5. 原画动作设计

原画也称为关键动画，准确地讲，它能够体现一个动作过程特征的那些关键瞬间。关键动画的作用是决定动作变化是否能准确表达意思。狮子的原画动作设计如图 1-6 所示。



图1-6 狮子的原画动作设计

6. 加中间动画

加中间动画只是将原画设计的关键动作之间的空缺翔实地绘制出来，但它并不是简单地绘制，而是需要遵循动画运动规律进行绘制，否则会导致动画中的动作僵硬、不准确。这个过程需要足够的熟练技巧，加中间动画如图1-7所示。

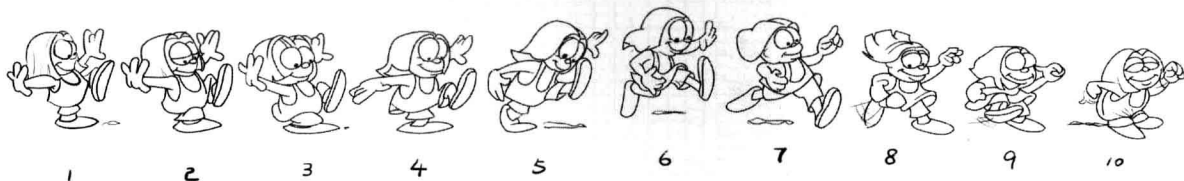


图1-7 加中间动画

7. 背景绘制

动画背景与风景绘画不一样，它更注重空间环境的连贯性。背景往往是表现画面气氛的主体，对于一个镜头来说，把握背景是非常重要的。背景设计必须符合色调、光线、景物的统一。由于光线强度的不同，人物在着色时也必须要有区别。在后期合成中，要把背景和人物合成起来，并进行必要的调整。

8. 描线与上色

描线与上色是对活动角色的形象进行包装。相对于传统手工上色，计算机描线与上色具有方便快捷、容易修改并且质量上乘等优点，给传统工艺的二维动画制作带来了极大方便。

1.2.3 动画的后期制作

后期制作是实现动画最终效果的技术处理阶段。在这个阶段，动画片才开始有了自己的模样。前面所有的工作都是为实现最终的效果服务的，所以后期的剪辑、特效、配音、合成等都是“赋予”生命的过程。把没有生命的影像画面变成能够承载生命意义的动画，是一件非常有意义的工作。动画的后期制作主要包括以下几项内容。

1. 校对与拍摄

为了保证拍摄工作顺利进行，校对人员需要认真负责地检查拍摄前每一个镜头的内容配制和相关说明材料，包括检查背景、动画、前景、摄影表等元件的内在联系与外在配套关系。

2. 剪辑

动画片和电影一样，其制作都要从剪辑样片开始，完成样片剪辑之后才正式配套底片，最后才能印正片拷贝。相对于电影剪辑来说，动画剪辑要简单些，往往只需要去掉多余的画格、按照顺序将镜头串联起来并适当修剪就可以了。

3. 录音与声画合成

动画片的录音和电影的录音基本相同。录音包括录对白、录音效、录音乐；声画合成包括声音混录和声画合成两个阶段。

4. 印正片

正片就是正式放映用的、含有光学声带的胶片。正片是由工作样片与磁声带组合在一起，进行声画对应同步之后经过精密仪器处理产生的。这个工作相当于剪辑软件的最后渲染与输出。

动画的流程图如图 1-8 所示。