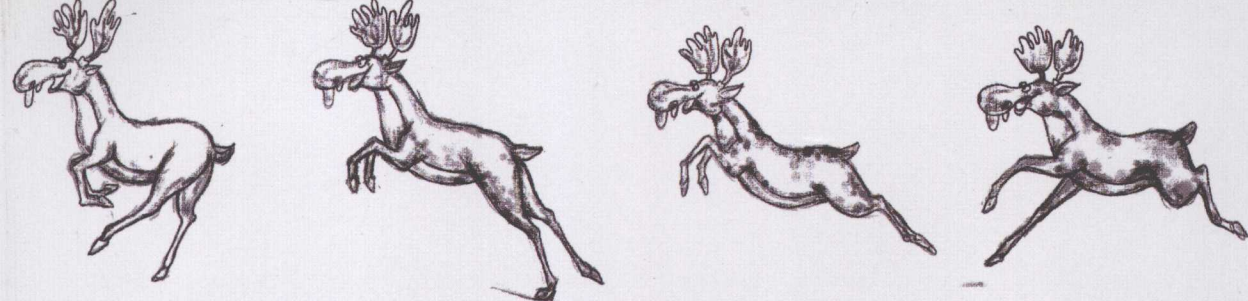


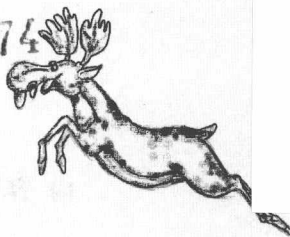
# 动画运动规律

THE PRINCIPLE AND CRAFT OF ANIMATED  
MOVEMENT

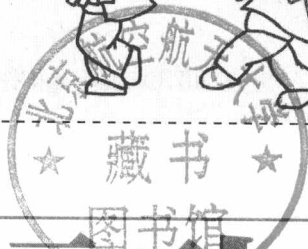
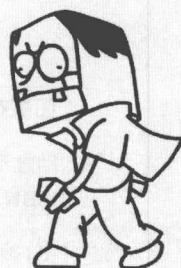
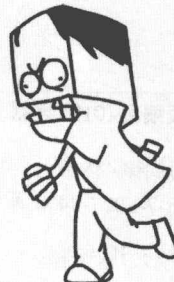
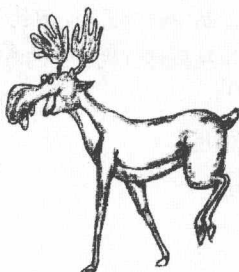
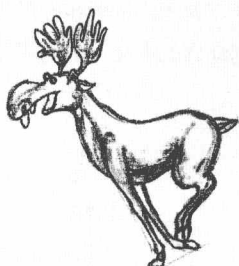
小入 车子 方建国◎编著



013928174



J218.7  
188



# 动画运动规律

THE PRINCIPLE AND CRAFT OF  
ANIMATED MOVEMENT

林小入 车子 方建国◎编著

海洋出版社



北航

C1637402

J218.7

188

## 内 容 简 介

《动画运动规律》是动画专业的基础课程,主要介绍动画原理和运动规律。全书共分成十章,其中第一章主要包括动画的基本原理与力的作用,剖析了动作的惯性;第二至第十章分别从人、动物、自然现象、特效及其画法,其中穿插大量的学生实例和绘制步骤解析图,在随书光盘中还有相应的学生作品视频。在每一章的后半部分,综合分析了优秀的学生作品和具有代表性的案例。大到动态的变化,小到四足动物的膝盖转折,作者都进行了细致深入的讲解。

本书适用于高等院校本科动画专业学生使用。

索取书中素材,请致函 [hyjccb@sina.com](mailto:hyjccb@sina.com)。

---

### 图书在版编目(CIP)数据

动画运动规律/林小人,车子,方建国编著. —北京:海洋出版社,2013.1

ISBN 978-7-5027-8474-4

I. ①动… II. ①林… ②车… ③方… III. ①动画—绘画技法—教材 IV. ①J218.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 320631 号

---

书 名: 动画运动规律  
编 著: 林小人、车子、方建国  
责任编辑: 张鹤凌  
责任校对: 肖新民  
责任印制: 赵麟苏  
排 版: 海洋计算机图书输出中心 晓阳  
出版发行: 海洋出版社  
地 址: 北京市海淀区大慧寺路 8 号 (716 室)  
100081  
技术支持: (010) 62100057

发 行 部: (010) 62174379 (传真) (010) 62132549  
(010) 68038093 (邮购) (010) 62100077  
网 址: [www.oceanpress.com.cn](http://www.oceanpress.com.cn)  
承 印: 北京画中国画印刷有限公司  
版 次: 2013 年 1 月第 1 版  
2013 年 1 月第 1 次印刷  
开 本: 787mm×1092mm 1/16  
印 张: 11  
字 数: 260 千字  
印 数: 1~4000 册  
定 价: 39.00 元 (含 1DVD)

本书如有印、装质量问题可与发行部调换

# 前言

---

动画是电影的另一种诠释，它的独特不仅在于对艺术的幻想，更是对运动原理的重现。当人们徜徉于动画所带来的奇妙世界时，充满幻想的视觉盛宴常常使我们惊叹不已。那么，动画中的虚拟角色都是本身具有生命的吗？答案是否定的。动画来源于一张张静态图片的连续播放，而贯穿于这些连续画面的，正是动画运动规律，这就是本书的核心内容。

《动画运动规律》是动画专业的基础课程，主要讲述动画原理和运动规律。也是原画、角色动画等诸多课程的基石。本书通过对动作的逐步分解，希望能够使读者掌握如何赋予动画生命。《动画运动规律》这门课程是综合和广泛的，必须通过繁复的练习和细致的创作体验才能真正掌握。

全书共分成十章，其中第一章主要包括动画的基本原理与力的作用，剖析了动作的惯性；第二至第十章分别从人、动物、自然现象、特效及其画法，其中穿插大量的学生实例和绘制步骤解析图。在每一章的后半部分，综合分析了优秀的学生作品和具有代表性的案例。大到动态的变化，小到四足动物的膝盖转折，书中都进行了细致深入的讲解。

本书是作者在浙江科技学院动画专业任教多年的教学与实践的经验总结，在讲解动画基础知识和表现技法的同时，本书更注重读者与动画原理的交互，使读者达到“知其然”又“知其所以然”的学习效果。书中范例大部分来源于浙江科技学院动画专业本科生的创作或习题。借助于学生范例的分析，读者对动画规律将会有更加透彻的理解。并且在每个章节，本书会提出学习中会遇到的问题，以及解决问题的技巧和小贴士，更加符合读者的专业需求。本书将范例分为步骤图和范例以及原创动画，分别穿插与书本和光盘之间，希望能够对读者理解有所帮助。

书中的理论，是作者在不断学习、尝试和总结前辈的经验下积累而来的。同时本书也参考了国内外多种相关资料。作者在撰写时更加注重动画的民族性与传统性。希望为民族动画的崛起贡献一份绵薄之力，并将传统动画加以学习与传播，在此也对老

一辈动画大师表示深深的敬意。同时也感谢为此书供稿的各位同学。希望这本书能为广大学习动画、从事动画事业的读者，做一个专业性的辅导、提高。本书是作者从事动画工作的经验总结，编撰时间有限，不足之处敬请谅解。

《动画运动规律》可作为高等院校动画专业教材以及相关培训教材，也可作为从事动画设计初、中级用户的参考用书。

林小入

2012年12月杭州

# 目 录

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| <b>第一章 动画基础</b>       | <b>1</b> |
| 第一节 动画片的制作流程          | 2        |
| 一、策划阶段                | 2        |
| 二、制作阶段                | 6        |
| 三、后期阶段                | 12       |
| 第二节 制作动画的基本设备和工具      | 12       |
| 一、灯箱——即拷贝台            | 13       |
| 二、定位尺                 | 13       |
| 三、定位圆盘                | 14       |
| 四、铅笔和彩色铅笔             | 14       |
| 五、安全框                 | 14       |
| 六、打孔机                 | 16       |
| 七、手绘板                 | 16       |
| 第三节 动画运动规律的基本概念       | 16       |
| 一、轨目的认识及使用            | 16       |
| 二、动画的标示               | 18       |
| 三、钟摆原理                | 18       |
| 四、时间                  | 18       |
| 五、空间                  | 19       |
| 六、动画速度                | 19       |
| 七、动画的时间、距离、张数、速度之间的关系 | 22       |
| 八、动画的节奏               | 23       |
| 九、拍摄格数与时间快慢           | 23       |
| 第四节 动作设计              | 26       |
| 一、动作分析的过程             | 26       |
| 二、动作的预备、缓冲与追随动作       | 27       |
| 三、形体动态线               | 29       |
| 四、动作的重复与循环            | 30       |
| 第五节 动画绘制的基本技法         | 31       |
| 第六节 动画运动的三大基本形式       | 38       |
| 一、惯性运动                | 38       |
| 二、弹性运动                | 39       |
| 三、曲线运动                | 39       |

## 第二章 人的运动 45

|               |    |
|---------------|----|
| 第一节 人的运动系统    | 46 |
| 一、骨骼          | 46 |
| 二、肌肉          | 46 |
| 三、神经          | 48 |
| 第二节 人对骨骼关节的控制 | 49 |
| 第三节 人的重心和惯性   | 51 |
| 一、重心          | 51 |
| 二、惯性          | 54 |
| 第四节 人的基本动作    | 57 |
| 一、表情和口型       | 57 |
| 二、人物走路        | 60 |
| 三、跑步          | 65 |

## 第三章 四足动物 67

|               |    |
|---------------|----|
| 第一节 四足动物的基本特征 | 68 |
| 一、四足动物的结构     | 68 |
| 二、四足动物的不同特征   | 69 |
| 第二节 四足动物的行走规律 | 70 |
| 一、蹄类动物行走      | 70 |
| 二、爪类动物行走      | 73 |
| 第三节 四足动物的跑步规律 | 75 |
| 一、蹄类动物的跑步     | 75 |
| 二、爪类动物的跑步     | 77 |
| 第四节 跖行类动物运动   | 78 |

## 第四章 两栖类 81

|                |    |
|----------------|----|
| 第一节 有尾类两栖动物    | 82 |
| 一、有尾类两栖动物的特征   | 82 |
| 二、有尾类两栖动物的运动规律 | 83 |
| 第二节 无尾类两栖动物    | 84 |

|                |    |
|----------------|----|
| 一、无尾类两栖动物的特征   | 84 |
| 二、无尾类两栖动物的生长过程 | 84 |

## 第五章 爬行类 87

|            |    |
|------------|----|
| 第一节 龟      | 88 |
| 一、龟的结构     | 88 |
| 二、龟的运动规律   | 89 |
| 第二节 蛇和蜥蜴   | 89 |
| 一、蜥蜴       | 89 |
| 二、蛇        | 91 |
| 第三节 鳄鱼     | 93 |
| 一、鳄鱼的特点与结构 | 93 |
| 二、鳄鱼走路和游泳  | 94 |

## 第六章 昆虫 95

|              |     |
|--------------|-----|
| 第一节 虫的基本结构   | 96  |
| 一、头          | 96  |
| 二、胸足         | 98  |
| 三、腹部         | 100 |
| 第二节 昆虫的飞行    | 100 |
| 第三节 昆虫的爬行和跳跃 | 103 |
| 一、爬行         | 103 |
| 二、跳跃         | 104 |

## 第七章 鱼类 105

|            |     |
|------------|-----|
| 第一节 鱼的三种体轴 | 106 |
| 第二节 鱼的基本体型 | 107 |
| 一、纺锤形      | 107 |
| 二、侧扁形      | 108 |
| 三、平扁形      | 108 |
| 四、棍棒形      | 108 |
| 五、特殊体形     | 109 |
| 第三节 鱼鳍     | 111 |

|     |            |     |
|-----|------------|-----|
| 第四节 | 鱼类的运动      | 112 |
| 一、  | 纺锤形鱼类的游泳规律 | 112 |
| 二、  | 平扁形鱼类的游泳规律 | 114 |
| 三、  | 侧扁形鱼类的游泳规律 | 114 |
| 四、  | 棍棒形鱼类的运动规律 | 115 |
| 五、  | 金鱼游泳       | 115 |
| 六、  | 海豚的游泳和跳跃   | 116 |

## 第八章 鸟类 117

|     |           |     |
|-----|-----------|-----|
| 第一节 | 鸟类结构      | 118 |
| 一、  | 鸟类的身体结构简述 | 118 |
| 二、  | 内部结构详解    | 119 |
| 第二节 | 鸟的分类      | 123 |
| 一、  | 按照翅膀形状分类  | 123 |
| 二、  | 按照禽类习性分类  | 126 |
| 三、  | 鸟类的滑翔     | 130 |

## 第九章 自然现象 131

|     |         |     |
|-----|---------|-----|
| 第一节 | 自然现象的概述 | 132 |
| 一、  | 物理现象    | 132 |
| 二、  | 化学现象    | 132 |
| 三、  | 生物现象    | 132 |
| 第二节 | 风       | 132 |
| 一、  | 运动线     | 133 |
| 二、  | 曲线的表现方式 | 135 |
| 三、  | 流线型的辅助线 | 137 |
| 第三节 | 火       | 138 |
| 一、  | 小火苗     | 138 |
| 二、  | 火束      | 140 |
| 三、  | 篝火或者烈火  | 141 |
| 第四节 | 水       | 142 |
| 一、  | 水滴      | 142 |
| 二、  | 水花      | 142 |
| 三、  | 水圈      | 143 |

|       |     |
|-------|-----|
| 四、涟漪  | 145 |
| 五、水纹  | 146 |
| 六、瀑布  | 147 |
| 七、波浪  | 148 |
| 八、雨   | 149 |
| 九、雪花  | 151 |
| 十、云雾  | 153 |
| 第五节 烟 | 154 |

## 第十章 爆炸 159

|        |     |
|--------|-----|
| 第一节 爆炸 | 160 |
| 一、炮弹爆炸 | 160 |
| 二、爆竹爆炸 | 161 |
| 第二节 雷电 | 162 |

## 参考书目 165

## 第一章

# 动画基础

---

### 【学习目的】

掌握基础的二维动画原理，并将相关原理灵活应用在二、三维动画中

### 【学习要点】

因果关系（强调动画制作中哪个物体先动，哪个物体后动）

速度在动画中的体现

物体的曲线运动

中间画的加法

### 【学习难点】

加中间画技法

动画的时间、速度、力量的把握

## 第一节 动画片的制作流程

### 一、策划阶段

#### 1. 前期研讨

制作一部动画片之前，制片人召集编剧、导演、美术设计、原画设计、作曲、市场营销等人员对故事题材、时代背景、内容大纲、影片风格、工作分配、经费预算进行研讨，对动画市场进行调研，做好前期准备工作。

#### 2. 编剧

文字剧本包括完整的故事情节、角色的对白及对动态的描述。剧本要为故事设计出故事背景，为每个角色设计不同的个性特点。文字剧本完成后经过制片人和导演的认可，还要给全体工作人员每人一份以供参考。

#### 3. 故事板 (Storyboard) (图 1-1)

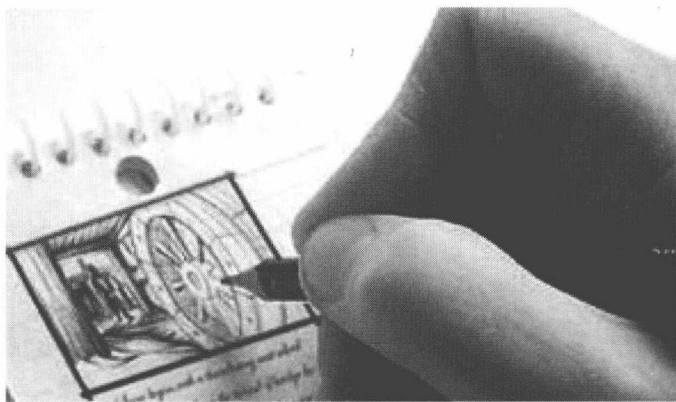
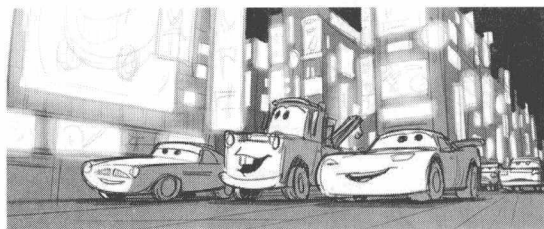


图 1-1 绘制镜头

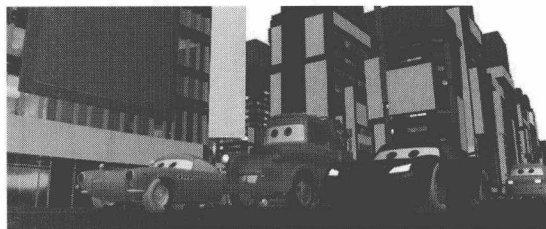
图 1-2 是《赛车总动员》(Cars, 2006) 故事板，我们从中能看到最终精美画面的第一步。通过故事板的展现，完成了从剧本中生硬、枯燥的文字到直观、简洁的画面的转换，使人们对于故事面貌有了初步的认识。

导演要根据剧本的故事内容绘制出类似连环画的故事草图，即故事板，也被业内人称为“分镜头本”、“分镜头台本”。故事板由若干片段组成，每一片段包括一系列场景。图 1-3

是画家泰德·布恩斯安纳基德 (Ted Boonthanakit) 的手绘分镜头。场景又可以分为一系列的画面镜头。这些镜头构成了一部动画片的整体结构。与故事板上各个分镜头相配的是对动作、对白、摄影、画面连接等的说明, 图 1-4 即为《花木兰》的分镜头台本。



(a)



(b)

图 1-2 《赛车总动员》故事板

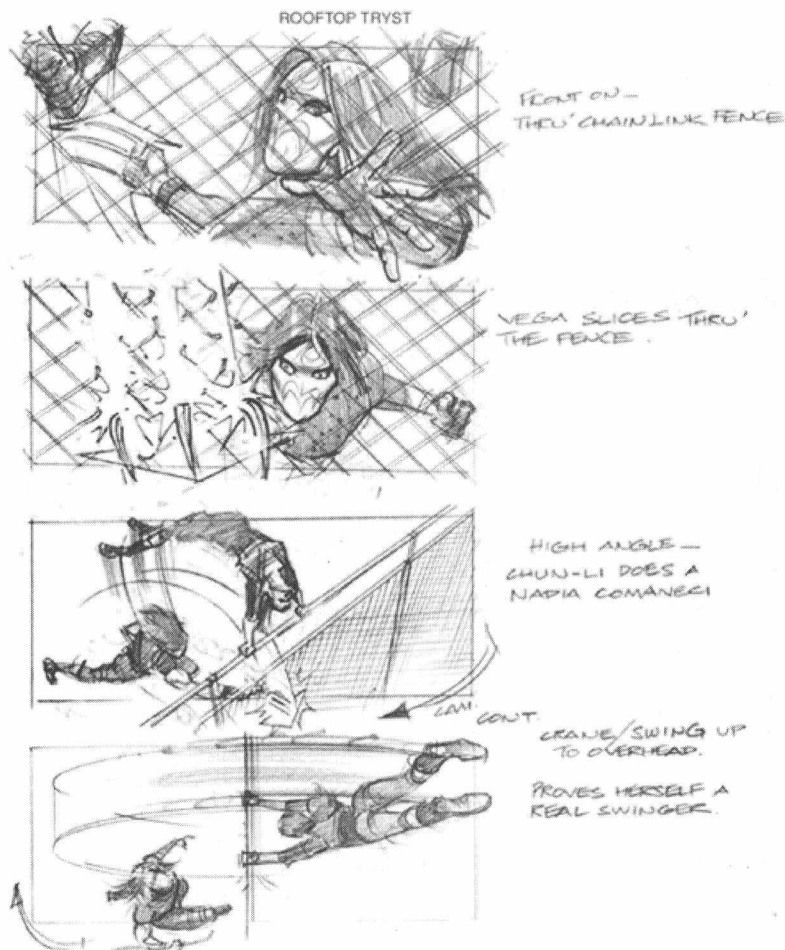
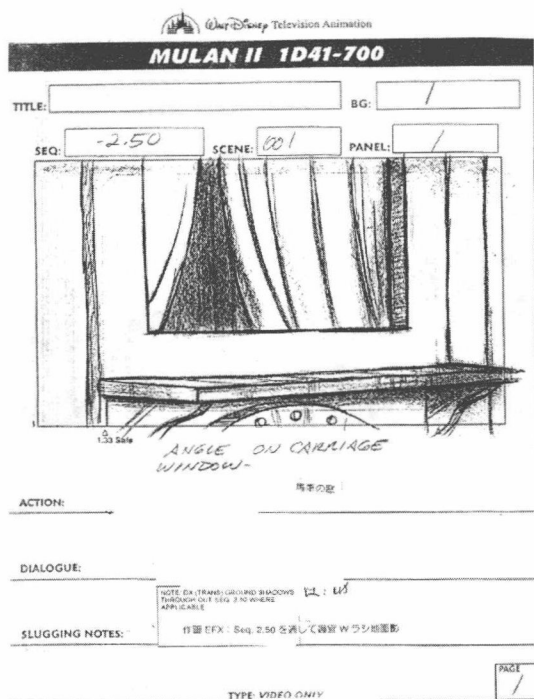
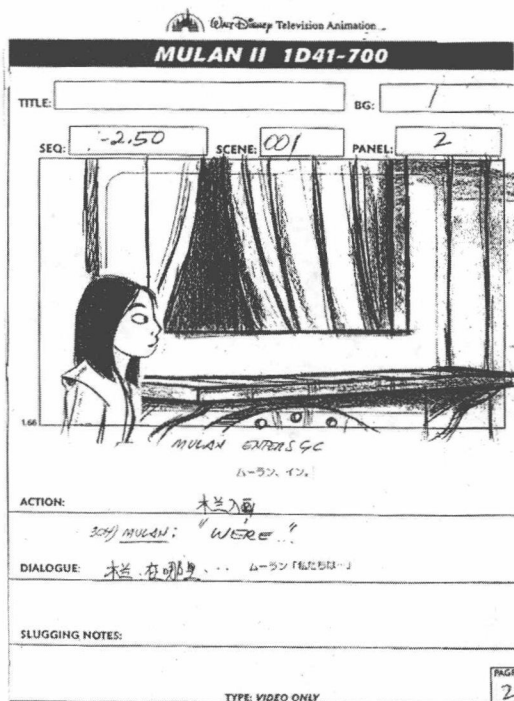


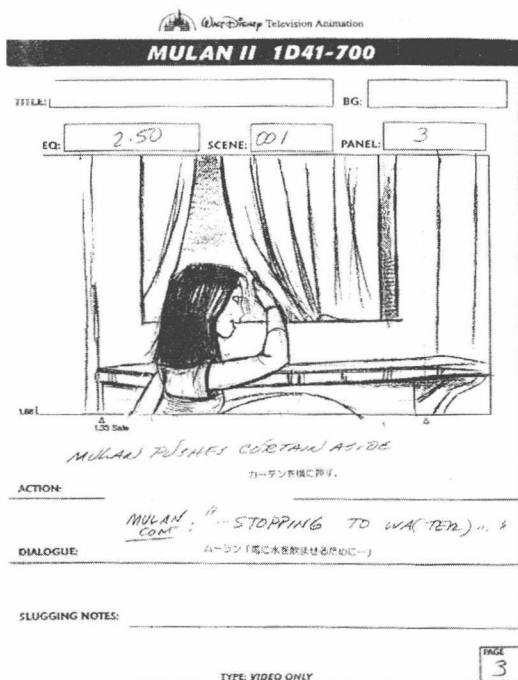
图 1-3 泰德·布恩斯安纳基德的手绘分镜头



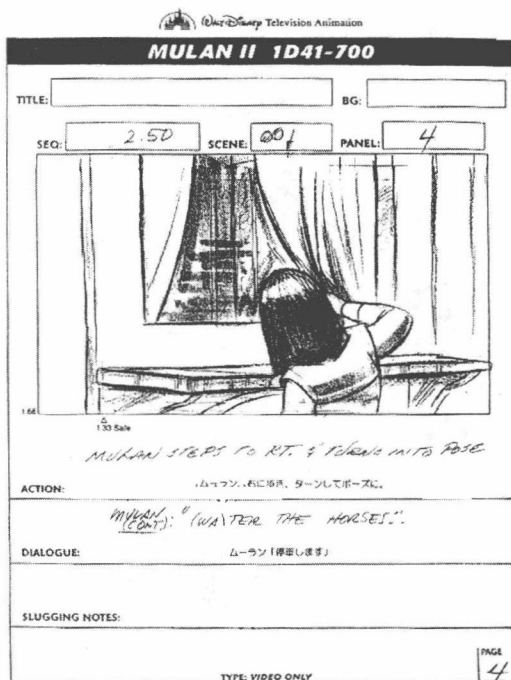
(a)



(b)



(c)



(d)

图 1-4 《花木兰》的分镜头台本

#### 4. 摄制表

摄制表又称摄影表，如图 1-5 所示。这是导演为控制、协调整部影片制作所编制的进度规划表；图 1-6 中，动画制作人员正在填写摄影表。

动画片集数

浙江科技学院动画摄影表

动画片中分  
层名称

动画的时间  
指示

动态提示

对白(后期)

| 片名 | 集号 | 片长 | 原画 | 页数 |
|----|----|----|----|----|
|    |    |    |    |    |

| ACTION | DIAL |    | A | B | C | D | E | F | G | H | I | 拍摄要求<br>CAMERANOTES |
|--------|------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------------|
|        |      | 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 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |
|        |      | 35 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |
|        |      | 36 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |
|        |      | 37 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |
|        |      | 38 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |
|        |      | 39 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |
|        |      | 40 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |
|        |      | 41 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |
|        |      | 42 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |
|        |      | 43 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |
|        |      | 44 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |
|        |      | 45 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |
|        |      | 46 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |
|        |      | 47 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |
|        |      | 48 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |

以秒为单位

以帧/格为  
单位

拍摄要求

图 1-5 摄影表

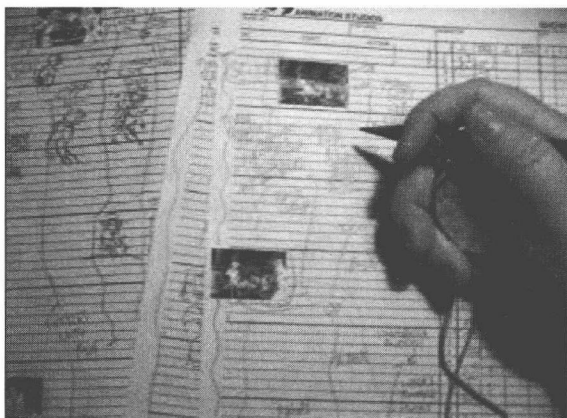


图 1-6 填写摄影表

摄影表的格式大同小异，在动画生产中，时间上以每秒 24 格（也有每秒 25 格）或 16 格 1 英尺为多，也就是 2 秒等于 3 英尺为计算方式。

## 方案

原画号码外应加一个圈,以示与动画的区别。

表的最上端用于填写影片大致情形,如片集、卡号顺序、背景层(缩写:BG)、前层(缩写:OL)和中层(缩写:UL)的编号,下面一长空白栏,记录注意事项,如特殊表演要求和镜头运用,最左边直行为动作栏,指示动作要点动作栏的右边,数行以A、B、C作为标示的为标尺的为层次栏,记录原动画和背景层次和张数,此栏内容由原动画设计人员填写,动作栏和层次栏当中是对白栏,是依据时间填入对白,方便原动画配合口型画法的位置。摄影表在每秒24格或每英尺16格处上加上一粗线,方便原动画掌握表演速度和时间长度,但在动作及背景栏右边还有一两小栏,以累计的方式标示,其目的是方便背景和动作拉速长度使用的(最后速度栏的右边,也就是表格最后一栏为摄影栏,记录各种推、拉、淡入、淡出等摄影及特效指示)。

简要地说,摄影表主要有以下几项功用。

- (1) 计算动作所需的总的秒数。
- (2) 分别确定每个关键动态之间实际所需加动画的张数。
- (3) 顺着次序对每张原画进行编号。

### 5. 音乐、对白与音响效果

音乐、对白与音响效果的设计与制作一般在编写故事板的同时进行。作曲家可以根据剧本内容确定音乐的风格基调,在创作过程中不断调整配合;对白可以先录制好,然后根据演员的口型进行人物的表情设计。

## 二、制作阶段

### 1. 设计稿

图1-7是《大闹天宫》(1965)的角色设定。设计工作是在故事板的基础上,确定背景、前景及道具的形式和造型,完成场景环境和背景图的设计、制作。对人物(图1-8)或其他角色(图1-9)进行造型设计,并绘制出每个造型的几个不同角度的标准画面,以供其他动画人员参考。

### 2. 背景设计

动画背景给动画角色提供一个表演的空间。背景设计人员要根据分镜头台本的要求进行设计,在所设计的背景设计稿上要注明背景与人物动作相连接的人与景的结合方式并标明各种处理手段。背景色彩稿是绘制背景人员在背景设计稿的基础上画成的色彩稿(图1-10)。



图 1-7 《大闹天宫》的人物设定

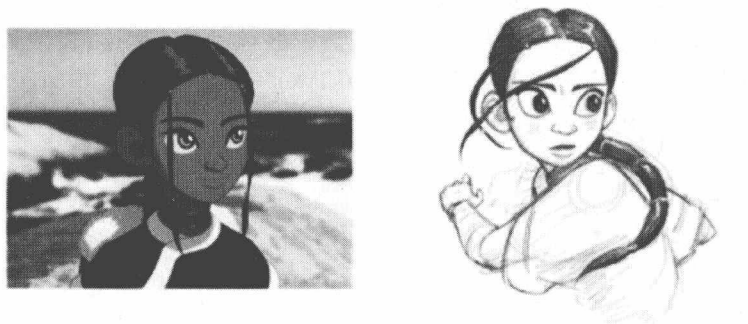


图 1-8 《最后的风之子》(The Last Airbender, 2010) 人物设定——卡塔拉

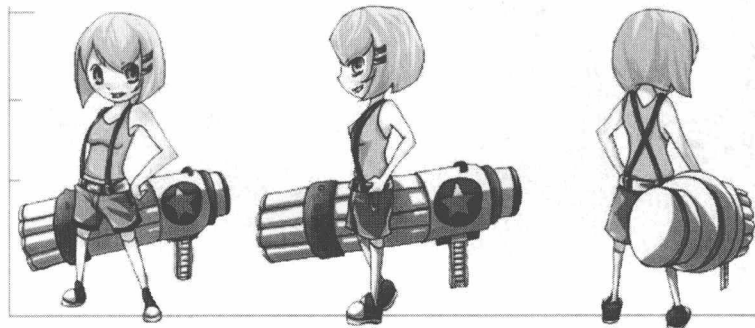


图 1-9 人物设定三视图 (浙江科技学院动画 092 王超丽习作)