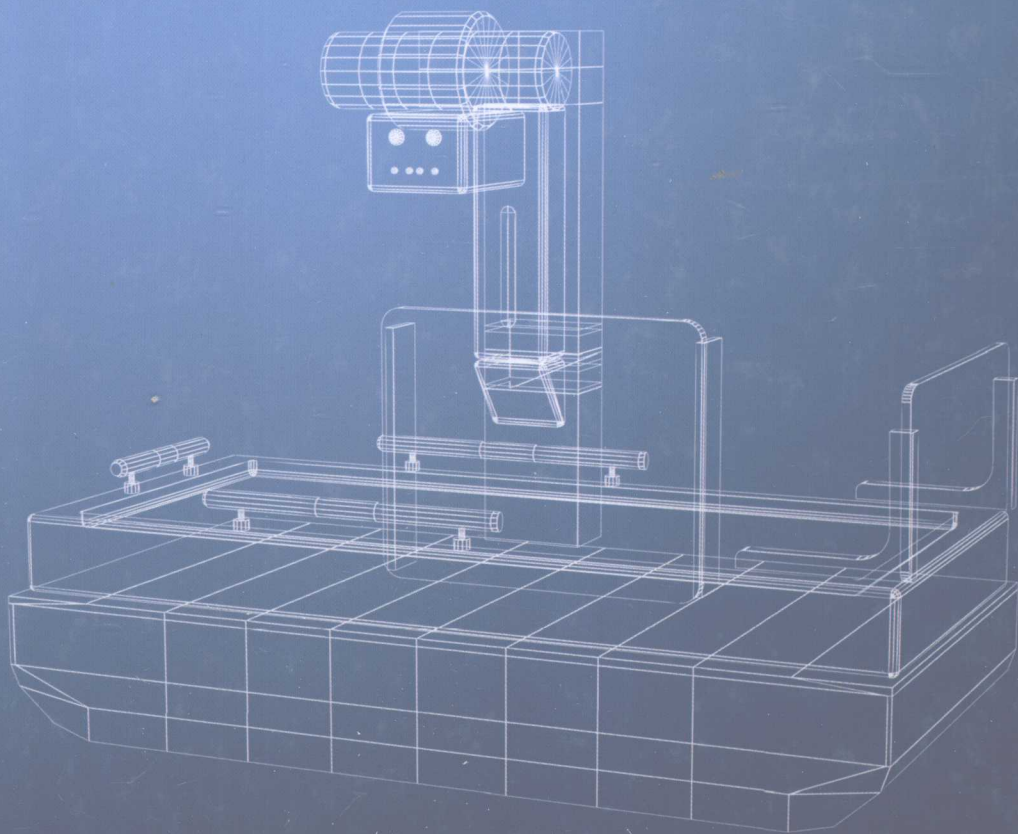




普通高等教育“十一五”国家级规划教材

动画技术基础

张 骏 主 编



高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

动画技术基础

张 骏 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

全书以动画技术为主线，循序渐进、由浅入深地介绍了有关动画的定义和历史、常见动画技术、动画人才培养、动画剧本和动画片的艺术风格、动画角色及场景设计、动画分镜头脚本绘制、动画的运动规律、二维动画的流程与制作、实物立体动画、网络动画、计算机三维动画等诸方面所涉及的基本知识，同时在部分章节后还设置了思考和实践题。

本书可作为应用性、技能型人才培养的各类教育“动画技术基础”课程的教学用书，也可供各类培训、计算机从业人员和爱好者参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

动画技术基础 / 张骏主编. —北京：高等教育出版社，2009.7
ISBN 978-7-04-025586-7

I. 动… II. 张… 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 090027 号

策划编辑	冯 英	责任编辑	严 亮	封面设计	张志奇
版式设计	马敬茹	责任校对	王效珍	责任印制	尤 静

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	咨询电话	400 - 810 - 0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010 - 58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京铭成印刷有限公司		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2009 年 7 月第 1 版
印 张	15.75	印 次	2009 年 7 月第 1 次印刷
字 数	380 000	定 价	36.60 元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 25586-00

前

言

PREFACE

动画是最能体现艺术与技术完美结合的视觉艺术。学习动画创作不仅要具备良好的艺术修养和感悟力,亦需要对动画技术有一定的了解和掌握。本书将循序渐进、由浅入深地为大家介绍有关动画的定义和历史、常见动画技术、动画人才培养、动画剧本和动画片的艺术风格、动画角色及场景设计、动画分镜头脚本、动画的运动规律、二维动画的流程与制作、实物立体动画、网络动画、计算机三维动画等诸方面所涉及的基本知识。在部分章节后还设置了思考题。

本书主要是想通过这样的脉络来进行编写:即前三章主要是有关动画的概论性内容;从第四章至第七章,主要讲述动画创作的前期准备工作;从第八章开始,对动画具体制作的类型作详尽地介绍。采取这样的编写思路目的是为了有利于学生既领会必要的动画理论要点,又能掌握动画创作的实践技能。希望通过对本书的系统学习,使学生能够在接受动画创作任务之初,就能迅速决定运用何种技术手段来服务于内容的要求。同时对运用此种技术手段的优势和局限有较为充分的认识。

本书的教学实施安排应不少于 32 课时。编者建议课堂授课分为以下几个环节进行:教师面授、佳片赏析、实践操作、软件演示等。实践操作的环节可以有角色、场景设定和分镜头脚本绘制,软件演示只要将动画制作软件的主界面作简要介绍即可。

本书由张骏主编。参加本书第一章编写的是张骏、李浩和张洁,第二章编写由集体共同完成,第三、四章编写的是张骏和李浩,第五章编写的是林翠石、李浩和陈纪宇,第六、十一章编写的是黄墨樵,第七章编写的是李舸,第八章编写的是张瑗,第九章编写的是李蔚然,第十章编写的是刘轶卓。

由于编者才疏学浅,故书中出现错误或遗漏在所难免,希望得到广大读者批评指正,以便再版之际及时得到更正。

张骏

于中国传媒大学动画学院

二〇〇九年五月

目

录

CONTENTS

第一章 动画的定义和历史 1

- 1.1 动画的定义 2
 - 1.1.1 影院动画 2
 - 1.1.2 电视动画 3
 - 1.1.3 实验动画 4
 - 1.1.4 新媒体动画 5
- 1.2 动画和电影技术发明的先驱 6
 - 1.2.1 投影技术的发明 6
 - 1.2.2 图画运动技术的发明 7
 - 1.2.3 摄影技术的发明 13
- 思考与实践 15

第二章 常见动画技术简介 16

- 2.1 二维手绘动画 17
- 2.2 针幕动画 18
- 2.3 影像转描 (Rotoscope) 动画 19
- 2.4 实物动画 19
- 2.5 剪纸动画 20
- 2.6 绘制及刮刻胶片动画 21
- 2.7 电脑动画 22
- 2.8 实拍抽帧动画 24
- 2.9 实验性动画 25
- 思考与实践 26

第三章 动画人才培养 27

- 3.1 美术基础 28
 - 3.1.1 素描 28
 - 3.1.2 速写 29

- 3.1.3 色彩 30
- 3.1.4 漫画 31
- 3.1.5 连环画 31
- 3.2 视听语言 33
- 3.3 综合素质 33
- 思考与实践 34

第四章 动画剧本和动画片的艺术风格 35

- 4.1 动画片剧本的意义 36
- 4.2 动画剧作与实拍故事片剧作的不同点 36
- 4.3 动画剧本创作的思维 37
 - 4.3.1 合理的剧本结构 37
 - 4.3.2 引人入胜的情节 38
 - 4.3.3 丰富的细节 38
 - 4.3.4 情理之中、意料之外的结局 39
- 4.4 动画片的艺术风格 44
 - 4.4.1 从剧作方式上来分 44
 - 4.4.2 从美术风格上来分 48
- 思考与实践 51

第五章 动画角色与场景设计 53

- 5.1 动画角色的设计 54
 - 5.1.1 角色头部的设计 54
 - 5.1.2 角色表情的设计 63
 - 5.1.3 角色身体的设计 64
 - 5.1.4 角色服装的设计 73
 - 5.1.5 动物角色的形象设计 75



5.1.6 物品角色的形象设计	77
5.1.7 优秀动画角色设计欣赏	77
5.2 动画的场景设计	87
5.2.1 场景设计的基本原则	88
5.2.2 场景透视规律和基本方法	89
5.2.3 道具设计	94
5.2.4 优秀场景设计赏析	98
思考与实践	100

第六章 动画分镜头脚本绘制 102

6.1 分镜头脚本概述	103
6.1.1 分镜头脚本的历史	103
6.1.2 分镜头脚本的定义	103
6.2 分镜头脚本设计的要点与 准则	104
6.2.1 分镜头脚本中的屏幕宽 高比	104
6.2.2 分镜头脚本中的镜头设计	105
6.2.3 分镜头脚本的画面设置	110
6.2.4 分镜头脚本的常见格式	112
6.3 优秀分镜头脚本欣赏	114
思考与实践	119

第七章 动画的运动规律 120

7.1 动画的基本原则	121
7.1.1 动画关键帧中体现的表情、 情感和反应	121
7.1.2 身体的姿势	122
7.1.3 从一幅画画出不同姿势	123
7.1.4 夸张	124
7.2 动画部分	124
7.2.1 预备动作	125
7.2.2 惯性	125
7.2.3 关键帧和加动画	126
7.2.4 弧形原则	127
7.2.5 时间掌握	128

7.2.6 流畅	128
7.2.7 人物角色的行走	130
7.2.8 人物角色的奔跑	130
7.2.9 四腿动物的行走	131
7.2.10 鸟类的飞行	132
7.2.11 安排好一系列动作	133
7.2.12 打破常规	133
7.3 动画中的反应	134
7.3.1 动画中的反应类型	134
7.3.2 速度线和其他表现技法	135
7.4 动画中的运动规律	137
7.4.1 四足动物的运动规律	137
7.4.2 人行走的运动规律	138
7.4.3 火焰的运动规律	139
7.4.4 水的运动规律	140
7.4.5 云彩的运动规律	140
7.4.6 旗帜的运动	141
思考与实践	142

第八章 二维动画的流程与 制作 143

8.1 二维动画制作工具	144
8.1.1 笔与墨	144
8.1.2 透写台	145
8.1.3 尺	146
8.1.4 打孔机和定位尺	146
8.2 前期策划阶段	147
8.3 中期制作阶段	149
8.4 后期合成阶段	152
思考与实践	154

第九章 实物立体动画 155

9.1 创作实物立体动画的必备 条件	156
9.1.1 摄影机	156
9.1.2 灯光	157



9.2 简单黏土动画	159
9.3 实物动画	160
9.4 置换动画	162
9.5 模型的制作	163
9.5.1 原则	163
9.5.2 浮雕偶动画的制作	168
9.6 场景设计和制作	170
9.6.1 计划	170
9.6.2 户外地形场景	171
9.6.3 复杂场景	171
9.6.4 精巧的小道具	172
9.6.5 特殊效果	174
9.7 动画与表演	177
9.7.1 摆设动作	177
9.7.2 可信的动作	178
9.7.3 表情	178
9.7.4 对口型	179
思考与实践	181

第十章 网络动画 182

10.1 网络动画概况	183
10.2 Flash 与网络动画	184
10.2.1 Flash 溯源	184
10.2.2 Flash 动画	185
10.2.3 Flash 动画的特征	186
10.2.4 Flash 文化	187
10.3 Flash 在中国	188
10.4 Flash 的发展	188
10.5 Flash 动画设计	190
10.5.1 Flash MX 2004 动画的 制作方式	190
10.5.2 Flash MX 2004 概述	190
10.5.3 Flash MX 2004 基本的 操作方法和工作环境的	

组织安排	192
10.6 Flash 动画制作实例	198
10.6.1 图形渐变及变形	198
10.6.2 扫描线效果	200
10.6.3 流星效果	203
思考与实践	209

第十一章 计算机三维动画 210

11.1 计算机三维动画概述	211
11.1.1 计算机三维动画的发展	211
11.1.2 计算机三维动画的定义	214
11.1.3 计算机三维动画中的艺术 审美特性	214
11.1.4 创作计算机三维动画的 基本流程	214
11.1.5 计算机三维动画在创意和 制作中必须遵循的审美要求 和设计原则	219
11.2 计算机三维动画技术介绍	219
11.2.1 3ds max	219
11.2.2 Maya	222
11.2.3 Softimage XSI	225
11.2.4 LightWave 3D	228
11.2.5 Cinema 4D	229
11.2.6 Z Brush	231
11.2.7 BodyPaint 3D	232
11.2.8 MotionBuilder	233
11.3 创作三维动画相关设备	235
11.3.1 图形工作站	235
11.3.2 渲染农场	236
11.3.3 3D 扫描仪	237
11.3.4 动作捕捉仪	238
思考与实践	240



历史就像一面镜子，我们可以从中看到过去的痕迹，反射出未来的方向。

本章需要重点了解动画制作和传播的基本概念、发展历程、影响动画发展方向以及在发展史上具有坐标意义的关键性事件和人物。对于这些动画先驱和艺术家的事迹无需机械记忆，重要的是在于要学习他们不惧困难、忍受孤独与寂寞，历经挫折仍坚持理想、不言放弃的精神，这才是本章最想传递给同学们的信息。



1.1 动画的定义

动画是用造型艺术的手段来制作的影视作品，它逐格拍摄、逐帧处理，它能使没有生命的物品运动起来。

动画的传播平台目前主要有电影院、电视台、网络、手机等，新的传播平台还将会被创造出来。动画片大致分为商业片和实验片两种。商业片一般会很重视票房和收视率，而实验片则更多的是动画工作者独特的思想表达或对动画技术的创新性探索。大部分的动画片受众是青少年，也有不少是老少咸宜的，小部分是专供成人观看的。动画片的功能可以是娱乐型的、教育型的或是探索型的。在 21 世纪这个读图时代中，由于动画的形象生动夸张、色彩斑斓绚丽，越来越受到大众、特别是青少年的欢迎。

1.1.1 影院动画

影院动画（也称剧场版动画）是指在电影院放映的长篇动画片。在选题上基本上偏文学性，整个动画的结构大多数符合“开始—发展—高潮—结束”的套路，片子的长度也和常规电影相仿，多为 90 分钟左右。

影院动画由于播放场地的特殊性，即观众被强制集中到一个环境中观看作品，所以影院动画的剧情结构必须严谨和浓缩。同时，观众注意力的集中，在剧情安排上要注意张弛有度，否则会让观众产生疲劳感。

影院动画的另外一个重要特点是制作精良。因为它是在宽大的幕布上播放，所以画面影像要求很高的质量。动作的流畅要求至少要保证每秒 24 帧，同时音响效果等工艺也来不得丝毫马虎。所以，动辄三四年的长生产周期，高资金、高人力资源的投入，也带来了大的投资风险。

如我国在 1999 年拍摄的影院动画《宝莲灯》（图 1-1），它改编于神话故事《沉香救母》，是



图 1-1



上海美术电影制片厂在《金猴降妖》之后 13 年推出的又一部动画长片巨作。该片总投资达人民币 1 200 万元,制作历时四年,前后共有超过 300 位工作人员参加制作。全片人物近 50 个,总共绘制逾 150 000 幅动画画面、2 000 余幅背景,镜头 2 000 多个。该片由国家一级动画设计师、导演常光希执导,著名电影导演吴贻舫担任艺术指导,著名作曲家金复载担任音乐总监。该影片投放市场后成功地收回了成本。

新世纪以来制作的许多动画片都采用了最新的 3D 动画技术,以达到一种卡通和现实的最佳平衡。有的影片仅仅渲染一张静帧就要 10 多个小时,整个动画的制作周期可见一斑(图 1-2)。



图 1-2

1.1.2 电视动画

相对于影院动画,电视动画的制作要求就没有那么严格了。有一段时间美国动画处于全行业的不景气,投资巨大、风险高的影院动画被冷落。当动画从业者一筹莫展时,一个惊喜的现象出现了:由于电视的迅速普及,电视台需要大量的娱乐节目来填充。因此许多动画公司将尘封在仓库中的作品拿出来重新加工拼接卖给电视台。在这一过程中,他们发现了电视动画的特点:由于电视屏幕分辨率较低,色彩表现能力相对较弱,所以制作工艺远不像影院动画要求那么高,我们不难发现电视动画可以有很多手段来降低成本。比如日本动画大师手冢治虫最擅长的“三帧动画”,即眨眼三帧、口动三帧的模式,这种静态对话场面的使用大大节省了资金。或者一拍三,即每秒拍摄 8 幅画面,每幅画面拍摄三次,减少了动画的帧数,这样也能降低制作成本。所以,在很多日本电视动画里,制作人员都在努力回避用动画直接刻画动作,他们要么是用静止的画面配以音乐和声音(如《灌篮高手》等不少运动类作品都能看出这些特点),要么就是同样的动作画面频繁使用。如果画面实在缺乏动感的话,配音演员就可以用那迷人的声音来吸引观众的注意,在他们充满个性的演绎中,观众就会忽略掉那只是微微移动了镜头的静止帧。当然,这些技法在《新世纪福音战士》等作品中运用得相对频繁,但也恰恰是这种做法使作品拥有很高的关注度。相同的办法还包括移动镜头、放慢速度、长背景、延长画面模糊与渐变时间等技术的运用。总之,努力降低原画动画的数量是传统手绘动画制作主要控制成本的办法。

我们以《名侦探柯南》为例,图 1-3 是剧场版中的形象,从用色到笔法都十分用心,背景



夕阳西下也经过了精心描绘。图 1-4 是电视版中的形象，我们不难发现相对于影院版，明显有简略的感觉。但是，紧张精彩的剧情、优秀的配音转移了大家的注意力，提高了带入感，从而克服了制作上的不足。



图 1-3



图 1-4

在剧作上，电视动画系列片和影院动画片也有所不同。一个故事常常被拆成 26 集或 52 集，以满足电视台日常节目播出的需要。加上每集必需的片头和片尾，动画角色和主题曲会反复地呈现在观众的面前，这样给动画的衍生产品以很大的商业发展空间。当然有的电视动画系列片每集的故事是相对独立的，观众可以不必连续观看，成功的例子如《马丁的早晨》等。在镜头的运用上，电视动画系列片更多地采用近景和特写，因为电视机的视面积比电影的要小得多。

1.1.3 实验动画

严格的说，任何动画形式都是从实验动画开始的。实验动画（Experimental Animation）是上世纪 20 年代初兴起的一种艺术形式。最早的实践者们是一群热衷于“达达主义”的艺术家，他们称实验动画为“原创美术的电影”。之后，由于受到“康定斯基点、线、面”理论的影响及对绘画与音乐的相互关系的透彻分析，抽象绘画被搬上了银幕。这种运用纯粹的点、线、面抽象符号，通过舞蹈式的运动来诠释音乐的影片，也被称作“视觉音乐”。随着电影技术手段的不断提高，实验动画的吸引力遍及全球。各地艺术家想尽各种手法，尝试各种新奇的艺术风格，把动画带出已被人所熟悉的迪斯尼模式之外，其创作手法包括手绘（绘画）、泥塑、木偶、胶片直接刻画、实拍逐格处理、拼贴、剪纸、针幕动画、玻璃油彩动画、沙动画和数码技术等。在现代艺术领域中，实验动画已成为一种连接各类艺术包括美术、音乐、舞蹈、戏剧、文学、设计、建筑、电影等的最直接、最成熟的语言。实验动画目前在北美、欧洲、大洋洲等地区较为流行，在美国大约有上千个实验动画艺术家。

这里我们着重介绍一下实验动画的圣地——加拿大国家电影局（National Film Board of Canada, NFB）（图 1-5）。加拿大国家电影局是加拿大官方组织，成立于 1939 年 5 月。艺术家诺尔曼·麦克拉伦（Norman McLaren）于 1941 年在 NFB 创建了专门的动画部门（图 1-6 为麦克拉伦的动画作品）。对于那些充



图 1-5



满创意而为资金发愁的创作者，NFB 会提供支持：一方面，为他们提供专业训练课程，让其亲身实习动画的制作过程；另一方面会组成一个技术支援小组，协助他们完成创作。建立于 1996 年 4 月的专案简称 PAFPS (Programme to Assist Films in the Private Sector)，多半以另类、实验性强的动画片创作为主要扶持对象。其动画片的一大主要特征是题材多来源于各国民间传说和少数民族的神话故事。例如印度导演佩特尔 (Ishu Patel) 极具佛教色彩的《景深深》(Perspectrum, 1975)、《来世》(Afterlife, 1978) 和《天堂》(Paradise, 1984)，荷兰导演荷德曼 (Co Hoedeman) 根据爱斯基摩传说改编的动画系列片《猫头鹰与旅鼠》(The Owl and the Lemming: An Eskimo Legend, 1971)《猫头鹰与大乌鸦》(The Owl and the Raven: An Eskimo Legend, 1973)。

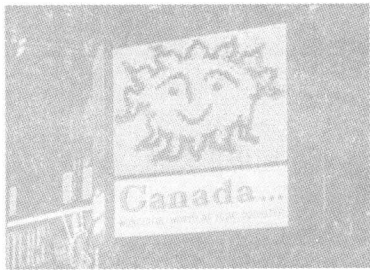


图 1-6

NFB 的管理者并没有狭隘地只坚持“弘扬加拿大民族文化”的指导思想，而是本着包容一切的态度允许各种文化、宗教背景的艺术家发挥自己的特长，讲述自己的故事。

1.1.4 新媒体动画

新媒体动画主要指的是以网络 and 手机为媒体的两种类型的动画，前者主要是使用美国 Macromedia 公司于 1999 年 6 月推出的网页动画设计软件 Flash 来进行制作。Flash 是一种交互式动画设计工具，用它可以将音乐、声效、动画以及富有新意的界面融合在一起，制作出高品质的网页动态效果。由于它做出的动画有着矢量动画体积小、能随意放大缩小的特点，同时它上手较快，一台计算机、一定的计算机美术知识就能进行动画的制作，在一定程度上降低了动画行业的准入门槛，所以 Flash 动画在网上迅速地流行起来 (图 1-7)。

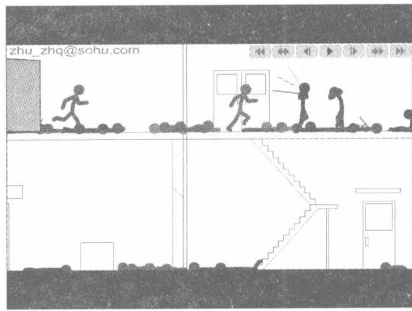


图 1-7



随着手机等个人便携媒体终端的发展,动画的制作方式与风格也因之产生变化,以适应手机或者便携媒体的播放。比如,在 Sony 公司出品的 PSP 便携式游戏机上出现了数字漫画这一形式,它将原有的漫画扫描、分层、加以有限的运动,配上音效和一些后期效果,使其具有很强的感官冲击力,很受欢迎(图 1-8)。



图 1-8

此外,动画还运用于建筑、机械、军事、气象等多个领域,电视栏目制作、多媒体电子出版物、电子课件等中也常有动画出现。

1.2 动画和电影技术发明的先驱

动画的发明早于电影,它主要包括投影技术的发明、图画运动技术的发明和摄影技术的发明三个部分。

1.2.1 投影技术的发明

说起近代动画的先驱者,不得不首先提到 17 世纪的耶稣会教士阿塔纳斯·珂雪(Athanasius Kircher)。1640 年,珂雪发明了“魔术幻灯”(The Magic Lantern),如图 1-9 所示。这可以说是动画,也是所有电影的开始。所谓魔术幻灯是个铁箱,里面放一支蜡烛,铁箱的两边各开一个小洞,洞上覆盖透镜。将一片绘有图案的玻璃放在透镜后面,经由灯光通过玻璃和透镜,图案便可以投射在墙上。

魔术幻灯经过不断改良,17 世纪末,钟安斯·桑(Johannes Zahn)扩大了装置,把许多玻璃画片放在旋转盘上,在墙上出现了一种运动的幻象,如图 1-10 所示。1799 年,罗贝尔松(Robertson)发明了一种新型的魔术幻灯(Fantascope)。18 世纪末 19 世纪初,魔术幻灯在法国风行起来。音乐厅、杂耍戏院、综艺场中,魔术幻灯表演成为大家爱看的娱乐节目。1839 年,希尔德(Henry Langdon Childe)的魔术幻灯已有淡入淡出的效果。1870 年,亨利·R·埃尔(Henry R. Heyl)发明可以投射彩色照片的幻灯机(Phasmatrope)。1870 年,巴黎的蒙玛特高地的黑猫咖啡馆由 Tenot 和 Carand'Ache 组织的歌舞表演中投影的效果已经相当不错了。

古代中国也有类似的对“光”、“影”的探索。宋代(公元 10 世纪)民间出现一种可以令影像活动起来的装置——走马灯,也叫马骑灯。走马灯点燃之后,上升的气流驱动纸灯旋转,灯



屏上即出现人马追逐、物换景移的连续画面，还可以演绎简单的故事情节。还有就是我们所熟知的民间艺术瑰宝——皮影戏（图 1-11）。关于皮影的起源众说纷纭：一说西汉文帝刘恒时，宫女为逗太子玩乐，用梧桐叶剪成人形，在窗口玩弄而得灵感，有陕西歌谣唱道“汉妃抱娃窗前耍，巧剪桐叶照窗纱，文帝治国安天下，礼乐传入百姓家”；又传说在汉武帝刘彻时，“因爱妃李夫人过早去世，帝思念不已，时有齐人少翁言能至其神，于是乃夜张灯烛、设帷帐，陈酒肉，帝居他帐遥望。见有好女如夫人之貌，还醒坐而步，仿佛是夫人之像”。之后经唐、宋发展，皮影已经相当普遍，到元朝，蒙古人更是把皮影作为军队的康乐活动，由于成吉思汗的远征，皮影戏流传到了波斯、阿拉伯、土耳其等地。皮影戏是一种由幕后投射光源的影子戏，与魔术幻灯系列发明从幕前投射光源的方法、技术虽然有别，却反映出东西方不同国度对操纵光影有着相同的痴迷。印度尼西亚的皮影戏也久负盛名。皮影戏在 17 世纪，被引入到欧洲，1776 年，法国的赛拉凡（Séraphin）在凡尔赛宫表演皮影戏，曾经风靡一时，其影像的清晰度和精致感，不亚于同时期的魔术幻灯。

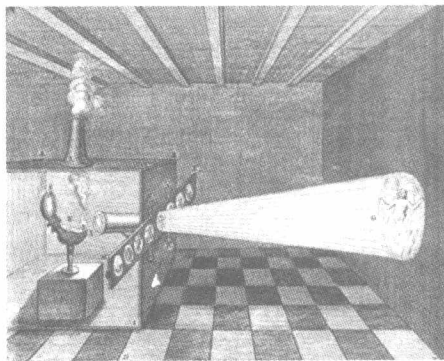


图 1-9

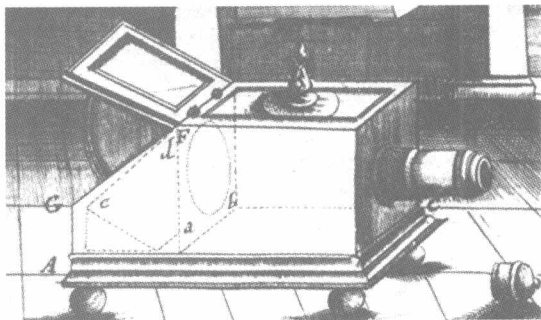


图 1-10

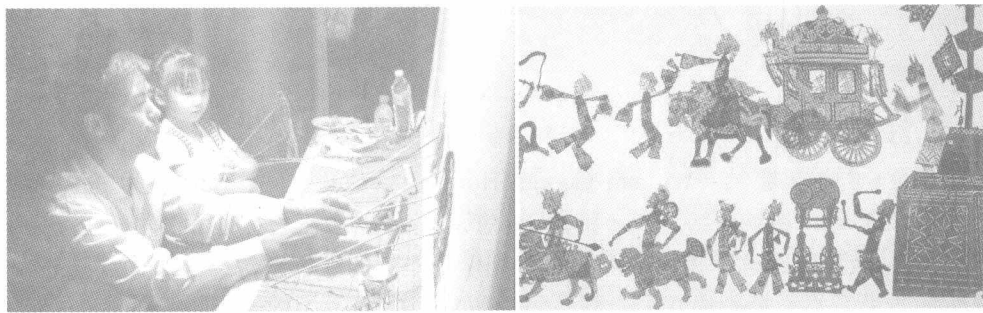


图 1-11

1.2.2 图画运动技术的发明

1676 年，英国的牛顿发明了一张转盘：转盘上有多组颜色，但当转盘飞快地旋转时，转盘上的颜色只剩下颜色的合成，即白色。



1824 年, 英国的彼得·马克·罗杰 (Peter Mark Roget) 出版了一本名叫《移动物体的视觉暂留现象》的书。书中提到这样的观点: 图形对眼睛的刺激形成最初印象, 能在视网膜上停留一小段时间。当多个刺激图形以相当快的速度连续显现时, 在视网膜上形成的刺激信号便会重叠起来, 图形就成为连续运动的了。视觉暂留现象是电影也是动画发明的根本原理所在。这本书加之照相技术和光学技术的发展引发了一阵实验热, 带来了各种装置的发明。

这些发明中最早恐怕也是最简单的装置是 1826 年由约翰·艾尔顿·帕里斯 (John Ayrton Paris) 发明的魔术扇 (Thaumatrope): 一张圆盘卡片, 一面画着小鸟, 一面画着鸟笼。开始拉紧卡片两头的绳子, 然后放开绳子, 卡片就快速旋转起来, 这样, 小鸟看起来就像是在笼子里一样 (图 1-12)。

1833 年, 约瑟夫·柏拉图 (Joseph Plateau), 一位来自比利时的物理学家, 发明了纸盘看片机也称“诡盘” (Phénakistiscope), 即两张转盘固定在一个把手上 (更像小孩子玩的小风车), 可以自由旋转。在其中一个转盘的周边画上一系列连续的分解动作, 另一个转盘上相应的裁出细长的孔。对着镜子举起转盘旋转, 观众就可以从镜中看到, 透过小孔的连续画面——飞奔的骏马, 跳跃的杂技演员等 (图 1-13)。

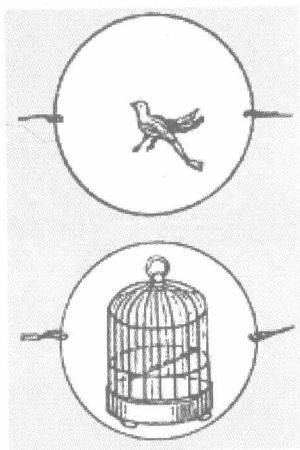


图 1-12

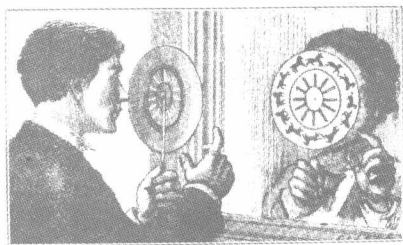


图 1-13

英国的威廉·乔治·霍纳 (William George Horner) 可以说是第一个尝试为多位观众制作动画画面的人。1835 年, 霍纳在约瑟夫·柏拉图的纸盘看片机基础上发明了“西洋镜” (回转式画筒)。它有一个呈鼓状的圆桶, 桶内铺满一组事先排好序号的连续图像, 按照循环顺序转动图片就会产生动画效果。为了多样化起见, 观看者可以更换圆筒内侧的图画, 但是画面仍然是局限的而且是重复的, 比如一只小狗跳跃铁环, 或者一个小丑的鼻子来回的变长然后缩短。西洋镜隐约包含了电影机的雏形在内。起初, 霍纳称这种机器为 Daedatulum, 但是后来法国发明家皮埃尔·德斯维涅 (Pierre Desvignes) 将它改名为西洋镜 zoetrope (词根 zoo 表示动物生活, trope 表示转动的事物) (图 1-14)。

西洋镜非常容易制作, 可以调节旋转速度, 形成快速或慢速的动画效果。与其他电影设备的原理类似, 西洋镜同样利用了人眼的视觉暂留特性, 就是说, 人眼所看到的物体会有十分之一秒左右的保存时间, 因此当新的图片以小于十分之一秒的时间出现时, 人眼会误以为图片是



连续的，最终形成了动画效果。西洋镜利用了所谓的动景运动现象，也就是似动现象，又称 ϕ 现象（phi-phenomenon），是指当两个刺激物按一定空间间隔和时间间隔相继呈现时，人看到原来两个静止的物体的连续运动的现象。

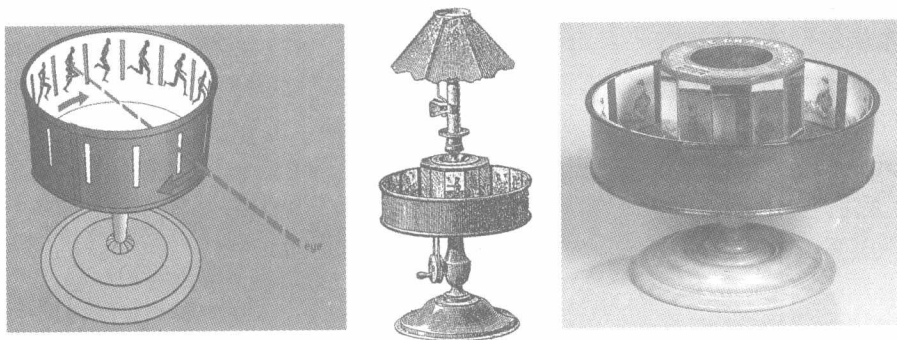


图 1-14

1874 年，法国天文学家儒勒·让桑（Jules Janssen）发明了轮转摄影机（Revolver photographique）并于翌年用这种摄影机在日本拍摄太阳图谱。

埃米尔·雷诺（图 1-15）（Emile Reynaud, 1844—1918）是一个富于幻想的法国人，他让动画电影的进程有了两个大的飞跃。其中之一是他在 1877 年发明的“光学实用镜”（Praxinoscope），这是一种在西洋镜基础上的改良装置。据世界电影史料记载，法国电影史学界把 1877 年 8 月 30 日定为动画的誕生日，它是光学家兼画家埃米尔·雷诺发明“光学实用镜”获得专利的日子，他绘制的《喂小鸡》等 20 多个小节目是最早的动画片。其中之二是埃米尔·雷诺用了接下来的 15 年时间改进他的装置，直至他找到一种方法将光学实用镜创造出的幻影和投影的图像结合起来。当时他把这种放映方式称作是“实用镜影院”，使用灯光、镜子将有限的图像投射到一个大背景上，舞台看上去就像是个玩具剧院。之后，雷诺又不断地改进这个设备，最后创造出“光学剧场”



图 1-15

（Théâtre optique）。1892 年 10 月 28 日，首部“影片”在巴黎格雷万蜡像馆（Musée Grévin）上映。这个精巧的装置可以将“运动的图像”和背景投射到同一个大屏幕上。这种被称为“光学剧场”的放映，并不仅仅局限于通过实用镜看到的几个短暂、重复的动作，而是持续了长达 15 分钟、包含了 500 多张画面画在胶片上的“动画片”。虽然这个装置是需要手动摇杆的（对于放映人来讲完全是体力劳动），但是它预见了未来很多应用在电影方面的装备，比如用来转动轮子上的图片并使其固定的胶卷轴和链轮眼。有趣的是，当时雷诺采用了直接在胶片上手绘的方法而不是照片，之后的动画片——从菲力克斯猫、米老鼠到辛普森家族——都继承了这一方法，就这点而言，埃米尔·雷诺可以说是动画的始祖。

雷诺的“电影”通常都是些简单的故事，里面有些爱情和争斗的情节，如在《更衣室旁》（1894—1895）中，海滩上一位年轻漂亮的女士，进了小棚子换泳衣，没注意到一个好色之徒



正在门外偷窥。后来这个家伙被她的丈夫教训了一番。此外，他的作品还有《一杯可口的啤酒》(1889—1891)、《丑角和他的狗》(1890—1891)、《可怜的小丑皮埃罗》(1892)、《炉边偶梦》(1894—1895)、《威廉·退尔》、《富梯与巧克力》、《第一支雪茄》(1896—1897)等。观众们显然对此类动画很喜欢。介于工程师和视觉诗人之间的雷诺创作的作品是惟一的，没有拷贝。三年之后，卢米埃尔兄弟(Les frères Lumière)发明了电影，渐渐的，公众更倾向于纪录在胶片上的运动的艺术而不再去雷诺的视觉剧场。埃米尔·雷诺灰心之极，把他的大部分动画投向塞纳河，只有两部被保存了下来，现在我们把它转成了胶片，它们就是《可怜的小丑皮埃罗》(Pauvre Pierrot, 12 分钟)和《更衣室旁》(Autour d'une cabine, 15 分钟)(图 1-16)。

另一位天才名叫爱德华·穆布里奇(Eadweard Muybridge)，英裔美国人。1872 年，他开始将拍摄到的图片置于标有精准刻度的底板上，并对人和动物的动作进行一系列的研究，每隔数秒拍摄一张照片，这样就记录下了人们肉眼所看不见的东西，即物理运动时真实而复杂的机械过程。1880 年，穆布里奇做成功了一个有史以来最复杂且最有成效的实验：他把 24 个照相机架在跑道沿线，并用一系列设在地面上的警报拉发丝网(trip-wire)连接各个快门，让马在跑道上奔驰，利用马蹄踢断跑道上丝网的一刹那工夫，拍摄了马奔跑的姿态。穆布里奇的照片，包括马、狗、裸体的人等，都成为后辈动画家们必不可少的参考资料(图 1-17)。1882 年法国的埃迪安·儒勒·马雷(Etienne-Jules Marey)发明了“摄影枪”(Fusil photographique)，它可以抓拍小鸟飞翔的连续画面。1888—1900 年，马雷发明了能使用胶卷的连续摄影的照相机(Chrono-photography)。1891 年德门尼(Demeny)发明了活动投影仪(Phonoscope)，他用 12 张同一人头在说话的胶片连续放映，使人头似乎是在说同一句话，以便让耳朵失聪的人能够看得懂。1890 年美国的托马斯·爱迪生(Thomas Edison)(图 1-18)发明了活动影像摄影机，又在 1894 年发明了一种投币式的一个人观看的活动影像窥镜(Kinetoscope)，它可以放映各种极简短的杂技、芭蕾舞、拳击比赛、滑稽喜剧，还有劲歌热舞(当然那时候还没有声音)。1895 年电影发明中一个关键的问题获得了突破，伍德维尔·莱瑟姆(Woodville Latham)发明了放映机上的胶片间歇运动控制装置，解决了拍摄和放映时胶片“一停一走”的连续运动中发生画面跳动的现象，而解决这一问题的灵感是来自缝纫机相关部件的间歇运动机构(图 1-19)。

1895 年，在埃米尔·雷诺将他的“光学剧场”公诸于世的第三年，就有一对法国兄弟，奥古斯特·卢米埃尔和路易·卢米埃尔(Auguste and Louis Lumière)，第一次向世界展示了他们的最新发明，也就是我们现在所说的真正意义上的电影。卢米埃尔兄弟在爱迪生等人的发明基础



图 1-16