



高等教育“十二五”规划教材·新媒体艺术类

ANIMATION
PRINCIPLES
AND RULES

动画原理与规律

● 张宇 张雷 赵馨 编著



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

高等教育“十二五”规划教材·新媒体艺术类

动画原理与规律

张宇 张雷 赵馨 编著

北京交通大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书是“高等教育‘十二五’规划教材·新媒体艺术类”教材之一,由教材和练习册组成,通过理论与实践相结合的方式内容进行组织。

教材中重点讲解以下内容:动画的产生原理,动画的表现及应用,动画的工具、材料及设备,动画的制作流程和运动规律,构成动画的基本元素,人物、动物、自然现象的运动规律,特殊运动的运动规律等。

练习册则通过10个具体实例进行绘制训练,主要练习包括:走步动作,跑步动作,沮丧动作,哭泣动作,转身动作,眼、鼻、耳动作,骆驼奔跑动作,老虎走步动作,马走步动作,飞鸟动作。

本书理论与实践并重,解决了教师与学生在动画学习过程中难以实习、实训的问题,适合用作高等院校动画、漫画、游戏及相关专业的教材,也可供对动画感兴趣者自学参考。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

动画原理与规律/张宇,张雷,赵馨编著. —北京:北京交通大学出版社,2012.10
(高等教育“十二五”规划教材·新媒体艺术类)

ISBN 978-7-5121-1244-5

I. ①动… II. ①张… ②张… ③赵… III. ①动画-绘画技法-高等学校-教材

IV. ①J218.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第 255162 号

责任编辑:陈跃琴 特邀编辑:王琰

出版发行:北京交通大学出版社
北京市海淀区高粱桥斜街44号

电话:010-51686414

邮编:100044

印刷者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经销:全国新华书店

开 本:185×230 印张:21.5 字数:297 千字

版 次:2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-1244-5/J·56

印 数:1 ~ 3000 册 定价:48.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。
投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

丛书编委会：

以下排名不分先后

中影集团数字制作基地技术培训分公司：

马哲, 李念芦, 周坤

中影集团数字制作基地后期分公司：

雷振宇, 盛勇, 徐欣, 许明均, 范伟, 刘丽

中影集团数字制作基地动画分公司：

徐易, 杨立贺, 王锡斌, 常蕴丰, 余波

Autodesk ADN主任：

程伟

中国职教学会：

刘琦, 李宁

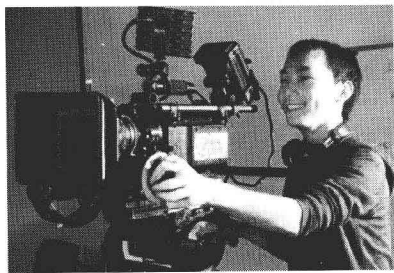
北京联合大学：

王辉

爱迪斯通：

宋子明

序



中影培训基地（原中影华龙数字艺术培训基地）是中国电影集团国家中影数字制作基地旗下最专业的影视人才培养机构。作为中影的人才储备与培养中心，我们依托中影基地技术分公司、影视后期分公司及影院动画分公司等强大制作实力和大量高端先进的软硬件设备，提供影视后期、影视动画、影视表演、影视化妆、影视编导、影视摄影、影视配音等方向的高端实用型人才职业技能培训，从而满足国家中影数字制作基地对具备影视艺术修养的实用型人才的需求，填补数字娱乐产业的巨大人才缺口。

中影培训基地自成立以来，一直致力于影视特效、后期制作和三维动画等产业方向行业精英的发掘与培养，每年我们为中影集团乃至整个影视产业培养和输送数以千计的专业人才，得到了广大用人单位的青睐，在影视业内建立了良好的口碑和信誉。在人才培养方面，我们始终坚持精品意识，秉承“着眼就业，着眼发展”的人才培养理念，用务实的态度、创新的精神，配合大量影视商业案例去挖掘和培养复合型人才。在课程设计方面遵循影视学习的科学规律，紧扣产业发展的潮流和趋势。经过多年的不懈探索，我们在电影拍摄、制作实践和人才培养方面积累了大量经验，对影视产业的人才培养形成了独特的见解和认识。基于这一前提，为了促进产业健康有序地发展，制定人才培养标准和规范的时机也已经成熟，为此我们特别精心编写了这一系列的教材，希望对影视爱好者和从业人员在当前影视制作技术的探索上有一定的借鉴和帮助。

中影培训基地的专业方向包括影视后期制作、影视动画、影视编导、影视摄影、影视特效、影视表演、影视化妆、影视配音、影视广告、影视制片等。

快来加入这个奇妙的视听世界，你就是下一个电影人！

动画原理与规律是动画专业的专业基础课，同时也是该专业的必修课。本书以教学大纲为基础，结合一线实际教学经验，根据课堂学生提问和教学反馈中的重点与难点，针对动画、游戏专业的课程内容而创作编写。

本书内容共分为11章，第1章讲解了动画产生的原理；第2章主要讲解了动画的表现及应用，以及各流派动画的成因及艺术特点；第3章讲解了动画的工具、材料及设备；第4章讲解了动画的制作流程；第5章讲解了动画运动规律；第6章讲解了构成动画的基本元素，第7~9章讲解了人物运动规律、动物运动规律和自然现象的运动规律；第10章和第11章分别讲解了动画运动的节奏和特殊运动规律。

本书通过理论与实践相结合的方式组织内容，理论方面讲解动画原理和绘制方法，实践方面通过10个具体实例进行训练，解决教师与学生在动画学习中难以实习、实训的问题，因而本书适于用作游戏、动画、互动媒体专业的大学本科教材、自考本科教材、高等职业学校教材、培训教材与中等职业学校教材，也适用于学生自学。

在教学方法上主要采取“实例教学为主，理论讲授为辅”的方法，重点强调学生手工绘画能力的培养，所以本书在写作上偏重于规律实践绘制部分，让学生通过本书的学习，能够尽快地掌握角色运动的绘制方法。

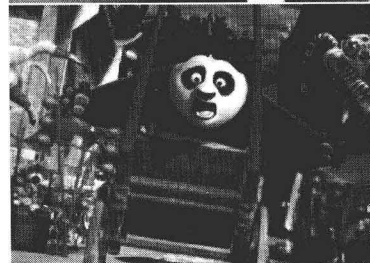
感谢其他作者为本书收集和查找资料，并撰写了相关内容，同时还要感谢北京交通大学出版社对本书的大力支持，以及编辑的辛勤工作。

在本课程的教学计划上，分为理论学时和实践学时，理论学时强调教师的讲解和演示，实践学时是让学生按照书中内容制作范例和完成作业，学时安排可参考表1。

表1 本教材各章内容的课时安排建议

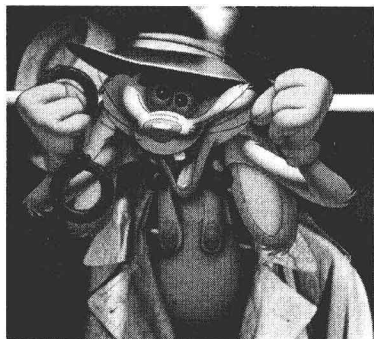
教学内容	理论学时	实践学时	教学内容	理论学时	实践学时
第1章	2	2	第7章	8	12
第2章	2	2	第8章	8	12
第3章	2	2	第9章	8	12
第4章	2	2	第10章	8	12
第5章	8	12	第11章	8	12
第6章	8	12			

第1章 动画史及动画基本原理	1
1.1 中国的动画电影	1
1.2 美国的动画电影	3
1.3 日本的动画电影	6
1.4 动画的基本原理	7
 第2章 动画的表现及应用	 10
2.1 动画的表现	10
2.2 动画在影视作品中的应用	11
 第3章 动画的工具、材料及设备	 14
3.1 动画的工具	14
3.2 动画材料及设备	16
 第4章 动画的制作流程	 18
4.1 动画的前期制作	18
4.2 动画的中期制作	21
4.3 动画的后期制作	23



目录

CONTENTS



第5章 动画运动规律 24

- 5.1 运动状态 24
- 5.2 表情动作 26

第6章 构成动画的基本元素 30

- 6.1 动画基本元素 30
- 6.2 动画摄影表 33

第7章 人物运动规律 37

- 7.1 走路的基本运动规律 37
- 7.2 奔跑的运动规律 42
- 7.3 跳跃的运动规律 48

第8章 动物运动规律 50

- 8.1 兽类动物 52
 - 8.1.1 走 53
 - 8.1.2 跑 56
 - 8.1.3 跳跃和扑击的动作 59
- 8.2 禽类动物 67
- 8.3 鱼类动物 72
- 8.4 昆虫类动物 75
- 8.5 其他动物 77

第9章 自然现象的运动规律 79

- 9.1 风..... 79
- 9.2 火..... 81
- 9.3 闪电..... 84
- 9.4 水..... 86
- 9.5 常见自然现象运动规律的一般表现方式..... 90

第10章 动画运动的节奏 94

- 10.1 匀速运动..... 94
- 10.2 变速运动..... 95

第11章 特殊运动规律 98

- 11.1 弹性运动..... 98
- 11.2 惯性运动..... 101
- 11.3 力的传递..... 103
- 11.4 预备动作..... 106



◇ 第1章 动画史及动画基本原理



1.1 中国的动画电影

中国最早从事动画艺术创作的是万氏三兄弟——万籁鸣、万古蟾和万超尘，如图1-1所示。在20世纪20年代，万籁鸣和万古蟾在上海商务印书馆工作，他们曾在一个两平方米的房间里探索摄制动画影片的方法，终于在1926年第一次成功地绘制出了一部约两三分钟的短片——《纸人捣乱记》。当时，他们还不知道动画的画面要先在赛璐璐上添加颜色，然后经过拍摄最终完成，他们直接画在白纸上，逐张地拍成影片，尽管如此，这样的拍摄还是非常难能可贵的。1935年，他们在明星影片公司摄制了我国的第一部有声动画片——《骆驼献舞》。另外，在抗日战争时期，他们还拍摄了宣传抗日的动画短片《马儿好》和《保家乡》等。



图1-1 万籁鸣、万古蟾和万超尘

1941年，由中国联合影业公司出资，新华影业公司出品，请万氏兄弟执导绘制了我国的第一部长达9分钟的动画片——《铁扇公主》，如图1-2所示，当时这部影片在国内外上映，均赢得了一定荣誉。

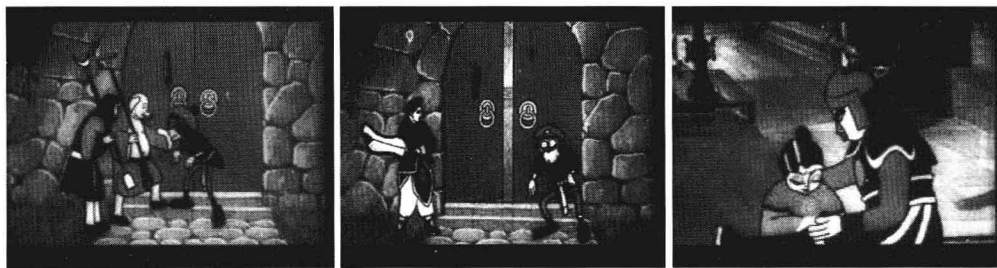


图1-2 长片动画《铁扇公主》，由万氏兄弟执导

万氏兄弟是我国动画事业的第一批开拓者，他们的动画片从一开始就注重民族风格，并提出了“中国的活动漫画应有中国的人物形象”。如果说他们早期的作品是偏重幽默、风趣的话，那么以后的作品则更加注重于主题思想的表达、人物形象的塑造、情节结构的完整、艺术风格的呈现和技巧的运用。

在抗日战争后期，由钱家骏、范敬祥、金右昌等人编导绘制，由中央电影摄影厂拍摄的动画片《农家兵》在重庆公映，影片描述了两个村庄团结抗日的故事，以现实生活为题材，主题鲜明，人物造型风格既具民族特色又与万氏兄弟的作品有所不同。钱家骏在培养动画人才方面所做出的贡献比他的影片更为突出，他先后在中华教育电影制片厂、国家社会教育影院、苏州美专、电影学院等动画班任教，培养了一批又一批动画创作人才。1945年冬，他在重庆主持并创立了我国的第一个动画研究机构——中国动画学会，由此“动画”一词开始在社会上广为传用。

1945年，东北解放区诞生，中国共产党非常重视电影事业的发展，在人力、物力和经验都很匮乏

乏的情况下，在东北兴山县东北电影制片厂成立了美术创作小组，该组成员不足10人，主要成员为著名漫画家朱丹和日本友人方明（持永只仁）。1947年，在全国解放前夕，由陈波编导，拍摄了新中国的第一部，也是我国电影史上的第一部木偶片——《皇帝梦》，影片主题鲜明，尖锐地指控了反动派的卖国独裁，以及发动内战的丑恶嘴脸。翌年，他们又摄制了另一部动画片——《瓮中捉鳖》，朱丹编剧，导演为方明。

1948年，香港的进步漫画家特伟同志来参加第一次文化会。之后，他加入了美术片组的工作，与此同时，部队美术工作者勒夕同志也加入进来。全国解放后，东影美术片组迁至上海，在上海吸收了部分美术工作者和从事过动画、木偶工作的艺术家超尘、虞哲光、章超群等同志，他们也加入美术片组。此后，该美术片组便发展成为了今天的上海美术电影集团。他们于1950年拍摄了《谢谢小花猫》，1951年拍摄了《小铁柱》，1952年拍摄了《小猫钓鱼》等黑白片，这些都是宣传儿童道德教育的童话片。

1951年，北京电影学院创办了动画专业，由钱家骏老师负责该专业的教学工作。1953年结业后，师生均被分配到上海美术电影制片厂，同年，勒夕导演成功地拍摄了我国的第一部彩色木偶片——《小小英雄》。

2006年，北京电影学院动画学院拍摄了第一部现实主义题材和第一部三维与二维合成技术的动画电影——《小兵张嘎》，这部动画电影使中国动画在动画的发展史上又迈进了一大步。

1.2 美国的动画电影

动画电影是一种媒介，它的特点是既夸张，又具有极强的娱乐性，因此，它成为了大众喜爱的一种艺术形式。时至今日，动画片已成为大众不可缺少的娱乐项目。在追求工作效率的美国，其动画电影的制作方式与工厂相同，制片人最关心的是如何降低制作成本，提高生产效率。

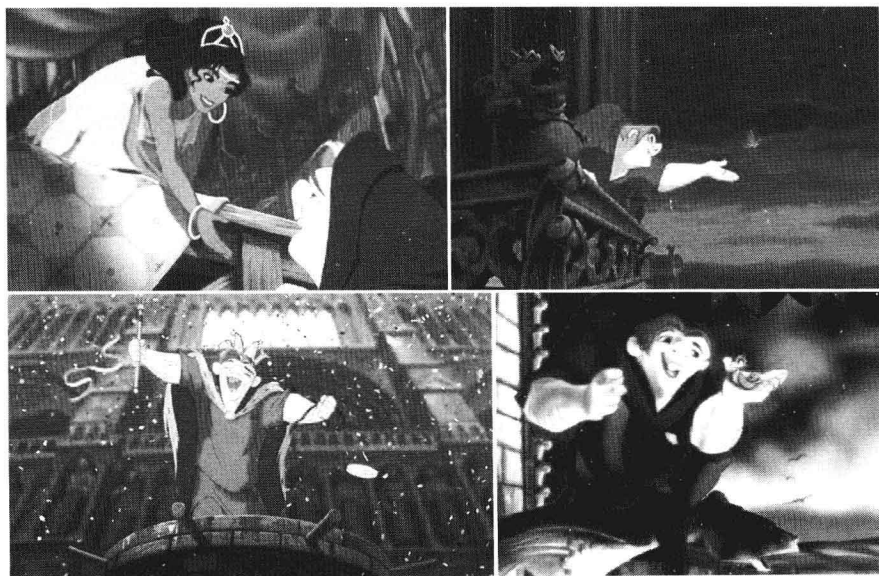
美国的动画历史可以说是丰富多彩，既有商业运作非常成功的制片厂，又有世界一流的动画大师沃尔特·迪斯尼（1901–1966）和新一代动画艺术家弗烈德·沃尔夫等人，同时也出现了以UPA学派为代表的实验动画。美国动画片的历史，其实就是美国商业动画片的历史，以商业动画为首的当然是迪斯尼，但在迪斯尼之前，不得不提及的是马克斯·佛莱兄弟，他们的成名作——《大力水手》，其故事情节通俗易懂，绘制技术也很纯熟。马克斯·佛莱兄弟的作品也曾在我国公映。

伴随着好莱坞电影科技的发展，迪斯尼不断吸纳人才，并投入了大量资金，耗时数年最终完成了世界动画电影史上的首部影片——《白雪公主》（1937年）。该片上映后，获得了空前的成功，这也使迪斯尼获得了第二次发展。同时也确立了美国动画在世界上的领先地位。

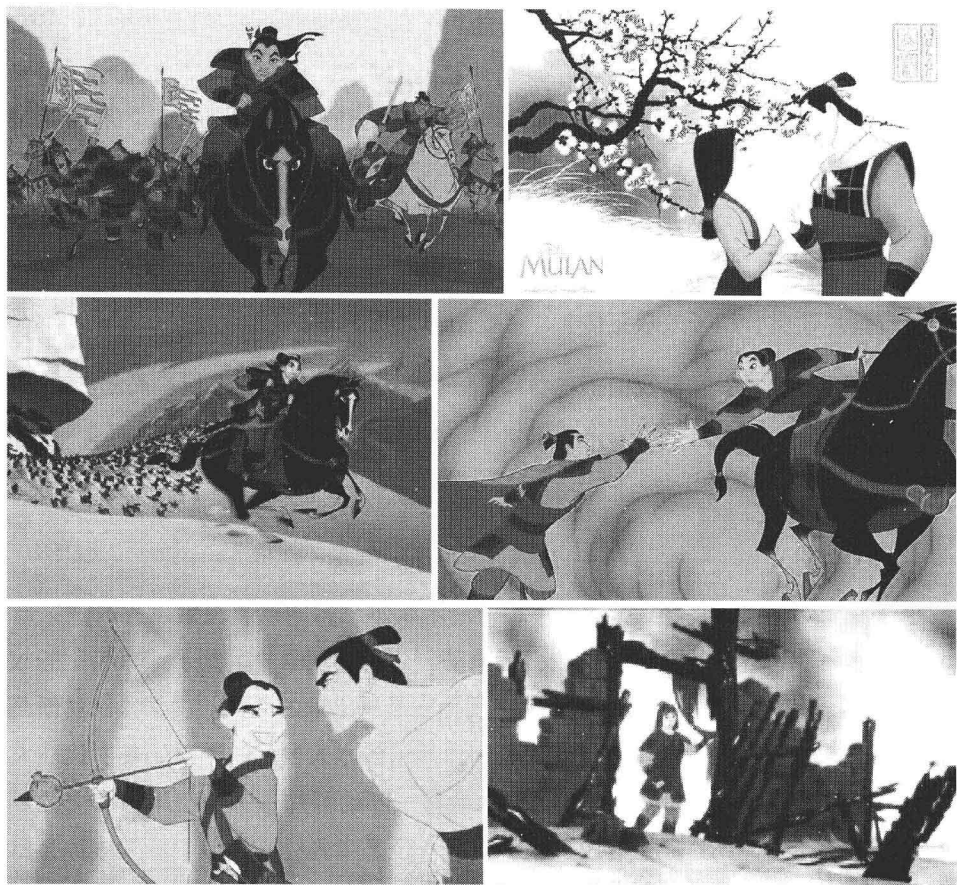
由于剧情片《白雪公主》在商业上的成功，迪斯尼本人组织团队于1940年又推出了第二部动画影片——《木偶奇遇记》，接着又制作出了著名的《幻想曲》，这部作品风格独特，采用了以名曲为主、用画面来表达音乐思想的方式，这在动画史上是一次非常大的突破。这部作品的出现，也确立了迪斯尼在动画艺术中不可撼动的地位。

进入20世纪60年代，迪斯尼开始调整制片计划，推出了《101忠狗》，在这部片子中，他第一次运用了复印机来对画物进行扫描，这也是他开始借助除摄影机以外的设备进行制作的作品。随后他又推出了《石中剑》和《欢乐满人间》。1966年12月，迪斯尼去世，这也给世界动画史造成了不小的损失，但他的作品却为世人留下了极其深刻的印象。

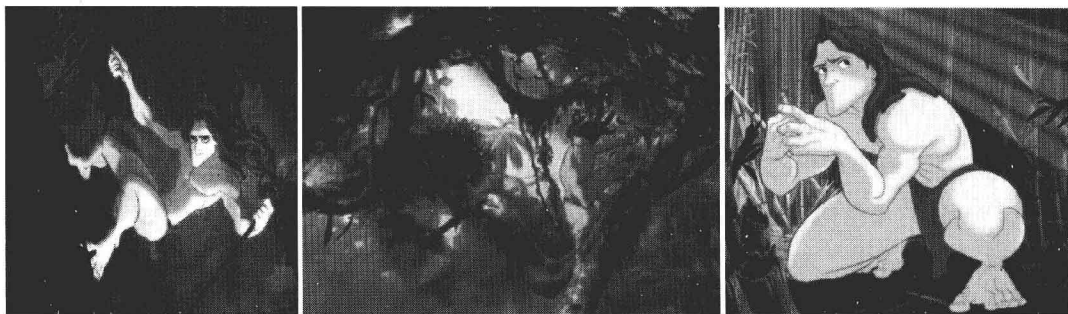
20世纪70年代，迪斯尼公司制作了《罗宾汉》和《救难小英雄》。进入20世纪90年代，他们又尝试了多种题材，并且开始以其他国家的名著或传说为蓝本进行动画片的创作，如《狮子王》、《风中奇缘》、《钟楼怪人》、《花木兰》和《人猿泰山》等，如图1-3所示。这些优秀作品的出现，再度证明了迪斯尼在全世界商业动画领域的领先地位。



(a) 《钟楼怪人》，1996年由迪斯尼公司出品，Gary Trousdale、Kirk Wise导演，91分钟



(b) 《花木兰》，1998年由迪斯尼公司出品，Tony Bancroft、Barry Cook导演，87分钟



(c) 《人猿泰山》，1999年由迪斯尼公司出品，克里斯·巴克、凯文·利马导演，88分钟

图1-3 20世纪90年代的迪斯尼动画作品

在美国动画界，还有另外一种动画，即实验动画，早期的实验动画是以UPA为主，到了20世纪80年代之后，美国的独立制作动画人发起了反商业动画的浪潮，发展出了与主流动画工业截然不同的制作路线和形式风格，这些作品有的是自然形成的，有的是即兴发挥的，其内容通常是对世俗的批判，但大多以短片形式出现，这些独立作品的出现，丰富了美国商业动画的内涵及表现形式。

后来，随着电脑技术的不断成熟和发展，又出现了电脑动画这种新的动画形式，既能够与真人配合进行拍摄，如《侏罗纪公园》、《阿甘正传》等就是这类动画片。随后又推出了全三维电脑动画长片，如《玩具总动员》、《蚁歌正传》、《昆虫总动员》等。

随着网络等高新科技的发展，我们不难看到，一个新的动画世界正在拔地而起。

1.3 日本的动画电影

电影最早是1895年在法国诞生，1896年起，卢米埃尔兄弟的电影在全世界放映，日本也不例外。隔年，法国动画片《凸坊新画》在日本引起轰动。为了使动画片区别于“写实”的故事片，新的名词“漫画映画（Cartoon film）”应运而生，因为它是画出来的动画。由于《凸坊新画》的大受欢迎，日本动画人开始了自己的创作，他们决心制作属于日本人自己的动画，其中代表人物为下川凹夫（1892–1973年），他于1917年完成了日本的第一部动画片——《芋川棕三玄关》，同年还有另外两人也制作了动画片，一位是北山清太郎，另一位是幸内纯一，他们三人被称为日本动画之父。

在20世纪20年代，日本为了推动教育计划，中小学在课程设置上也安排了电影课，东京还安排了“儿童动画节”，让全市的儿童都可以去电影院观看动画片。由于政府的介入，日本动画的产量日益剧增，这也刺激了动画工业。

日本动画进入有声时代的标志是政冈宪三摄制的《海之神兵》，同时也在日本大力推广了赛璐璐。1935年制作的《森林的妖精》被日本动画界称为日本动画史上空前的杰作。之后由于与美国的战争，导致《白雪公主》未能在日本放映，而中国的《铁扇公主》在日本放映了，这部动画长片在日本也引起了不小的轰动。

随着日本动画的发展，其技术也日益成熟，因此出现了各种动画制作技法，有的能够使投资成本大大降低，因为制作张数减少了（有的只有迪斯尼的二十分之一），因此我们通常看到的日本动

画都是比较生硬的，但故事情节和人物形象还是有很高的水准，就在这时，日本的动画风格开始逐渐形成，如大眼、大嘴、将高光和眼白加大，使片中的人物既活灵活现，又容易掌握。

基于上述原因，东映公司决定改编西欧传说《辛巴冒险记》，对于片中的武打动作，他们还专门请来了演员进行表演，片中运用了当时最先进的技术和设备，此片也获得了第一届国际动画电影节最高奖。

伴随着电视的发展，低成本、长篇系列动画渐有市场，同时，观众层也在不断扩大，这给动画业带来了商机。由此，日本动画开始从手工真正向工业化过渡，推动这个变化的人就是东映动画的社长大川博，如果没有他，日本的动画可能还停留在手工业阶段。

日本动画铁三角之一手冢治虫先生（1928 - 1989年）的作品在日本动画界具有影响的深远，也有人称其为日本动画之父，他的《铁臂阿童木》在我国引起广泛好评。其实，手冢治虫的作品还有很多，如《新宝岛》、《大教会》、《火星博士》、《狮王大帝》、《原子小金刚》和《少年侦探》等。

进入20世纪70年代，日本的另一大流派也在推动着新日本商业动画的发展，这就是与黑泽明并驾齐驱的动画大师——宫崎骏，他的作品均为大制作，其作品的主题使“动画主题”有了一个较大的发展，他所设定的故事不再是平时空，而是强调“画中有话”，用作品去呼唤人类对过去的记忆和认同，以及对未来的保护和探寻，如《魔女宅急便》、《天空之城》和《红猪》等。

日本动画界的另一项贡献是科幻动画。在20世纪70年代，日本开始进入富国之林，其中，科技力量功不可没，而动画业正是抓住了这一热点，大力发展了科幻动画。

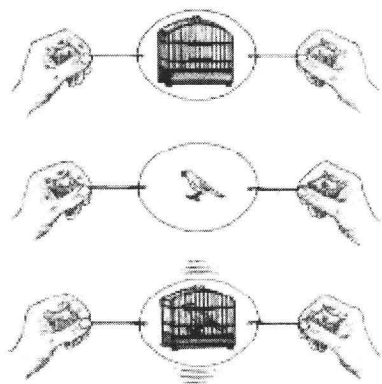
日本动画在日本人心中的地位是我们难以想像的，就连号称动画王国的美国也不敢小视，在1996年，日本电影、电视排名的前15位中，就有6位是动画作品，可见日本动画的市场是多么广阔。

1.4 动画的基本原理

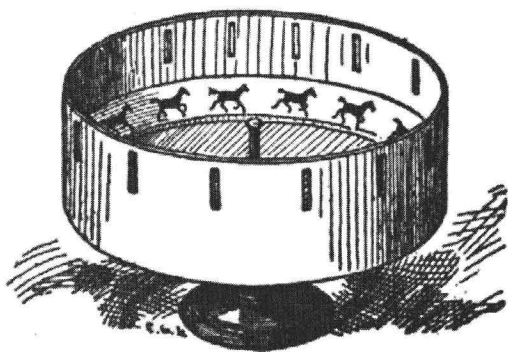
动画的诞生早于电影，在1824年，彼得·马克任伦敦大学生理学的主考官，在工作之余，他出版了《通过运动的物体可产生连续画面》一书，在书中，他解释道：“人眼的视网膜在物体被移动前可有1秒钟左右的停留。”如果这个形象的动作有足够的速度，那么观众观看静止的画面时仍会

有运动的感觉。这种现象引起了在那之后将近50年的不间断研究。

1825年,英国物理学家制造了西洋镜(转动圆盘,则画在圆盘上的图像看起来就像是在运动)。1832年,比利时科学家约塞佛发明了视觉玩具装置,由一个旋转轴和一个圆盘制成,在它的边缘画有连续运动状态的画面,当圆盘转动时,就产生了画面运动的错觉。1872年,法国人瑞·安得自制了一台设备——一个能转动的圆盒,它由能旋转的圆筒形盒子组成。当盒子旋转时,连续画面就会进入人的视线中。1877年,瑞·安得获得旋转盘的专利权,并在巴黎的世界展览会上获得荣誉提名。后来他有了一个小工作室,开始大量地制造这种仪器,来作为孩子们的玩具,在欧洲各地销售,这对当时的人们来说,既新鲜又神奇。这就是最早期的动画片的雏形,这一原理一直沿用至今,如图1-4所示。



幻盘



走马盘

图1-4 早期动画雏形

关于过去常说的“卡通”片,其实是英文的音译,即是“动画影片”。动画影片是用图画表现某些情节和某一形体运动过程的一种影片,采用逐格摄影的方法,把许多张有连贯性动作的图画衬以所需的背景,依次一张张地拍摄下来,连续放映时就在银幕上产生出了活动的影像。

由于科学技术的迅猛发展,计算机动画技术已在动画创作上得到广泛的应用,为动画的设计制作带来了很方便条件,为动画的发展也开拓了新的途径。另外,计算机动画在动画的表现手法上、技巧的运用上也更加多样化,做动画变得越来越简单。