

第一章 传统动画

所谓传统动画就是大家较熟悉的在计算机动画出现之前的手工制作的动画片之类的统称为传统动画。在介绍计算机动画之前，本章和第二章详细的介绍了传统动画的制作原理及过程。

1.1 什么是动画

动画有几种不同的定义方式。世界上最著名的动画艺术家之一 John Halas 曾经说过“动画的本质是运动”。一个与此类似的说法把动画定义为“运动中的艺术”。一些更精确的定义如下：

1. 动画是一种创造出运动幻觉的技术，它把一系列独立画面连续拍摄到胶片上，通过以一定速度（一般是 24 帧/秒）放映胶片来产生运动的幻觉；

2. 动画是一个过程，它动态地产生一组物体的一系列画面，每一个画面都与其前面的一个不同。

尽管这些定义描述的是 90 年前动画诞生时的基本原理，然而今天在许多场合它们仍然是有效的。传统动画一般是基于每一幅画面技术，计算机动画基本上是用类似的方法来实现的。然而在实时动画中这些定义（尤其是第一个）是不准确

的。例如，计算机游戏与传统动画有很大不同。此外，动画不仅仅限于表现运动，它还可表现非运动过程。如：

1. 变形过程，一个物体变形成为另一个物体；
2. 颜色改变，如一个人激动时脸变红；
3. 光线强度变化，如太阳在山后逐渐隐落。

传统动画主要是二维的，每一幅画面都完全由手工绘制在平面上，这种动画制作复杂并需要许多人协调合作才能进行。

1.2 传统动画片的制作过程

动画制作无论花费的时间还是金钱都是十分昂贵的。在大型动画生产中，动画制作人员集体合作效率是很重要的。一部长篇动画的生产需要许多人员：导演、制片人、动画设计人员和动画辅助制作人员。动画辅助制作人员是专门进行中间画面添加工作的，即动画设计人员画出一个动作的两个极端画面，动画辅助制作人员画出它中间的画面。画面整理人员，他们把动画设计人员画出的草图进行整理，描线人员负责对整理后画面上的人物进行描线，着色人员把描线后的图着色。对于长篇动画由于制作周期较长，还需专职调色人员调色，以保证动画片中某一角色所着颜色前后保持一致。此外还有特技人员、编辑人员、摄影人员以及生产人员和行政人员。无论要生产的动画是30秒长的电视广告还是长篇动画故事片，其制作过程都要遵循一定的结构程序，只有坚持按程序运作，一切才能顺利进行，若忽略这些准则，无论具体制作人员的各自水平如何，都会造成时间和金钱上的巨大浪费。

1. 剧本。任何影片生产的第一步都是创作剧本，但动画片的剧本与真人表演的故事片剧本有极大的不同。在一般影片中对话对演员的表演是很重要的，而在动画影片剧本中则应尽可能避免复杂的对话。在这里最重要的是用画面表现视觉动作，最好的动画是通过滑稽的动作取得的，其中没有对话，而是由视觉创作激发人们的想象。

2. 故事板。根据剧本，导演制作一个故事板，即用一系列绘出的草图来把剧本描述的动画表现出来。有了这样的故事板、剧作者、导演、制片人及动画绘制人员才可以看到并理解全剧的内容。

3. 声音记录。在剧本和故事板确定之后，要进行对话或关键音乐录音。由于动画完全依赖于画面和声音的密切配合，动画人员在开始绘图前必须得到最终的音响录音，没有它，动画人员就不能把动作进行准确的时间分解。

4. 历程分解。在录音完成后，编辑人员把它精确地安排在影片工作长度上并把记录的声音分解。一般分解是根据音响而不是拼读进行，然后把声音与胶片上每一幅画面位置确定下来。例如，一个角色在影片时间 1 秒后开始说话（设 35mm 胶片以 24 帧/秒放映），编辑人员在第 25 幅画面上标注说话开始，然后标明说话持续多久要占的胶片长度。全部历程分解要转换到一种条表上，它把每一幅画面位置与声音对应供观察使用。

5. 造形设计。对影片中出现的所有人物或角色进行造形设计。当这些造形被通过之后，每个人物都以几个角度画在一张纸上，叫作标准页，以供其他动画人员参考。除了角色造型设计，最好把影片中所有主要场面的背景也画出来。

6. 动画设计。动画人员画出一些关键画面，通常是一个

动画人员负责一固定的人物角色。

7. 中间画面绘制。中间画面就是位于两个关键画面之间的那些画面。动画辅助人员根据关键画面来绘出所需的中间画面。

8. Leica 卷片。动画人员在导演监督下，利用条线表和故事板来进行制作完整影片的 Leica 卷片。它实际上是一个胶片故事板，可以放映。这里动画人员要仔细按动画最终需要的尺寸画出各场景，而不像前面提到的故事板，那里只是画些草图。此外，动画人员要以设计人员创造出的风格画出人物角色的性格，并且用若干幅画面描绘在某场景的动作。在影片所有场景都以这种方式完成后，导演利用条表上的时间分配把每个场景拍摄到胶片上，然后导演观看完成的 Leica 卷片来获得影片的大致效果如何。此时导演仍可在其它昂贵的动画工作之前对影片的视觉内容进行修改。事实上，观看 Leica 卷片对导演来讲是对影片修改的最后机会，晚于此，则会造成时间和金钱的浪费。

9. 试验线稿。在导演和制片人通过 Leica 卷片后，动画人员就完全专心在影片上，开始画每个场景的试验线稿。试验线稿就是用铅笔和纸画出的动画画面，根据条表说明按准确的时间分配把场景拍摄到胶片上。有时对某一特定场景，如果试验线稿给出的动作效果不好，则需要改动，甚至多次。但要注意，任何大的改动都有可能对生产成本造成严重影响。

10. 整理。在大型长篇动画生产中，一般要有专职整理人员来对画面上的图进行整理，以保持所绘的内容在图形外观上一致。因为当许多人员绘制同一人物角色时不可避免地造成角色外观的差别，所以这一步是很重要的。在全部整理完

成后，最好回到试验线稿画面上，检查是否有别的错误产生。

11. 描线与着色。在整理后的试验线稿被最后通过后，用复印机把每个画面转换到很薄的塑料薄膜上，把画面上的人物着上颜色。着色需专职人员在每幅画面的薄膜反面用不透明颜色进行，这样能避免颜色把线条抹掉并给出均匀光滑的颜色。这一工作需要十分细心、准确。

12. 背景。在对动画画面进行描线着色的同时，另一些人绘制背景。背景就是在运动的人物角色后面或前面静止不动的景物。每个背景绘制人员必须保证与原始设计风格一致来绘制背景。

13. 检查。随着动画画面膜片和背景一个场景一个场景地完成，它们被送到检查人员那里，确认所有画面都绘制、描线、着色正确，准备送到摄影人员那里拍摄。

14. 最终拍摄。当检查者对每个场景所有工作都满意后，便把它们送到摄影人员那里对完成的场景进行拍摄。它是动画片制作艺术劳动中的最后一步。

15. 样片。在最终拍摄进行之后，曝光的胶片被送到洗印室冲洗，然后作为样片送回进行放映，观看样片寻找错误，如果有，则要指出并改正，重新拍摄；如果没有，则导演把样片剪下来，替代现有的试验线稿编在最终胶片上。

16. 配音复制。如果导演对目前的胶片满意，编辑人员和导演开始选择音响效果配合影片的动作。在所有音响效果选定之后并能很好地与动作同步，编辑和导演进行声音复制。在这里声音、人物对话、音乐和音响都混在一个通道上，并记录在胶片上。

1.3 传统动画制作所用工具

1.3.1 多层平台与拍摄面

拍摄在动画片制作过程中是很重要的。移动可以通过在拍摄面上把一些膜片移位而模拟出来。这个过程是在多层平台上进行的，如图 1.1 所示。多层平台是一 3.5 米高的机器，摄影机置于其正顶端，动画面板有一块玻璃基板，在摄影机镜头下不同高度上置放若干玻璃板。在模拟摄影机运动时，应注意不同层上景物的移动速度与景物到镜头的距离成反比。

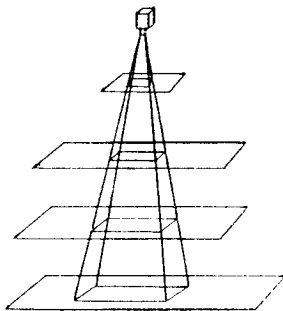


图 1.1

1.3.2 条线表，程序表，样本表和曝光表

在动画生产中要用到大量的纸表。除了已经介绍过的故事板外，还要用到四种重要的信息表：

1. 条线表。它带有动画序列的梗概提要，由于这些提要标明每个动作画几帧，对话时嘴部的动作和时间分配，用来指导制作的各阶段。

2. 程序表。它列出每个镜头的长度、位置、负责人和其它一些数据。

3. 样本表。在它上面画出原始人物角色的几个典型姿

势。

4. 曝光表。它对摄影来说是最详细的表，每一帧在该表上都有一行，镜头移动，变焦以及曝光次数都逐帧写在上面，它是动画人员和摄影师的基本工具。

1.3.3 其它

铅笔、橡皮、纸和带有定位孔的塑料薄膜等材料在传统动画生产中是必不可少的，绘画工作是在工作台上进行的。一个典型的工作台如图 1.2 所示。在动画中大部分工作都是在前后连续相接画面上画出微小变化的动作，这需要同时观察它们之间的相互位置关系，所以在工作台中置放一个光源，从画稿后面照射以观看画稿。工作台上的面板可以调整倾斜角度，面板上带有定位钮，其形状与塑料薄膜的定位孔相匹配，这样薄膜就能固定在面板上。当电源开关接通时，光源的透射就能使人清楚地观察各画面叠加起来后的相互位置关系。较为复杂的工作台还能使画面旋转。由于在计算机动画制作中只需提供纸上的画稿，所以塑料薄膜，颜色及工作台等都可省去，因而在此不作详细介绍。

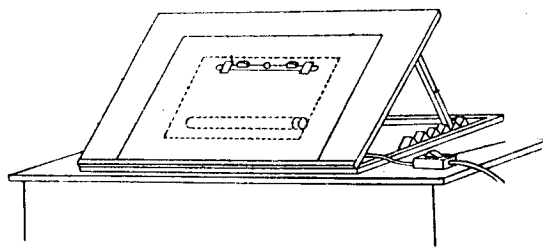


图 1.2

值得一提的是，在传统动画制作中，一个画面一般分成6层，用于分解动作。这样一部一个半小时的动画片，则需用 $6 \times 24 \times 60 \times 90 = 777\ 600$ 幅薄膜！对如此巨大数量的薄膜着色所用颜色量也是很大的。故计算机动画可以大大减少传统动画制作中材料消耗的成本。

在手工绘制动画中，为了减少绘画工作量，在一些周期性动作中，如走步，一般只画出一歩的各个画面，然后用它们周期性重复一步一步接下去，产生较长的走步序列画面。其他一些准周期性运动过程，如流水，也采用这种方法达到节省工作量的目的。

1.4 一些特殊拍摄效果和技巧

在传统动画中要运用一些特殊的拍摄效果，有些实现起来很困难，有时也很贵。但它们用计算机可容易地模拟出来，这里列出几个最重要的技术。

1. 横摇——横摇就是摄影机水平地从一点移动到另一点的效果。

2. 竖摇——竖摇就是摄影机垂直地从一点移动到另一点的效果。

3. 变焦——变焦可使物体呈现放大或缩小的效果。在二维动画中，摄影机移向或移离物体就能得到变焦的效果。在三维场合下，由于透视作用，这种移动摄影机的技术几乎是不可能的。然而若使用极好的镜头是可以获得三维效果的，变焦是连续的。

4. 扭转——扭转就是转动摄影机得到的效果。

5. 淡入——淡入就是景物逐渐呈现出来的效果。它用在

某一景物的开始。

6. 淡出——淡出就是景物逐渐变暗至黑；它用在某一景物之终。

7. 溶暗——溶暗是在相同长度胶片里，一个景物淡出，其下一个景物淡入。溶暗常用在不同景物之间的转换。

8. 卷切——卷切是一个景物滑进，覆盖前一景物，图 1.3 给出几种不同的卷切方式。

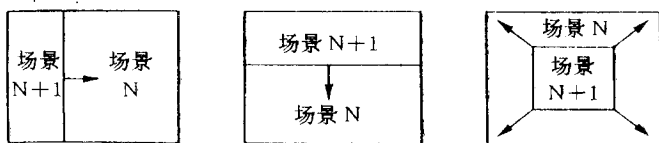


图 1.3

对于其它特殊效果，诸如叠加或多画面效果，在传统动画里要使用一种光印机 (Optical Printer)。这是一个电影摄影机，它聚焦在一个没有镜头的胶片投影仪的门上，把一段影片复制到另一段上，图 1.4 为一简单的光印机原理图。光印机可以有多种用途：

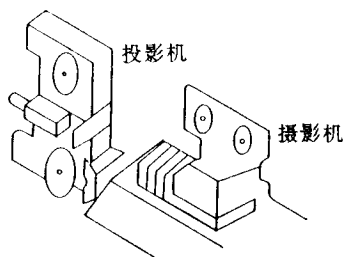


图 1.4

1. 制作正拷贝或负拷贝；
2. 从一种规格转换到另一种规格(16mm 到 35mm)；
3. 改变表演动作的速度；
4. 改善胶片的质量；
5. 重复印制几个周期的重复运动；
6. 叠加字幕；
7. 产生淡入、淡出的效果。

在动画中，根据表现动作的需要，有时要对画面进行不同的安排，这有三种方式：单幅重复、双幅重复和三幅重复。单幅重复就是手工画的一幅图在最终拍摄胶片上只占一幅画面；双幅重复是手工画的一幅图在胶片上连续占两幅画面；三幅重复则是连续占三幅画面。它们的具体应用将在后面适当的例子中说明。

1.5 动画的应用范围

动画广泛应用于许多领域。

1. 电视。电视对动画的发展是一强有力的推动。电视利用动画表现栏目标题等，但它主要的用途是儿童动画片以及商业广告。

2. 电影。动画作为一种电影技术，在这一行业中一直起着重要的作用。完整的动画片仍在电影制片厂制作，但它也常用来制作标题以及制片厂全称标记。

3. 教育与科研。动画可广泛用于教育目的。利用运动的视觉效果可以很容易地向学生解释一些基本概念。动画对科研也有极大帮助，它可模拟许多场合，如流体等。

4. 工业。可用来进行建筑物浏览预视，也可用于汽车、飞

机和工业其它领域事故分析。

5. 医学。可用于心脏、血管和身体各关节的手术模拟演示中。

6. 多媒体计算机游戏。

相信随着计算机动画技术的发展，动画还可应用到更多的新领域中。

第二章 传统动画中的一些固定表现手法

在长期实践中，传统动画对某些物体的运动形成固定的表现手法，这些固定表现手法形成传统动画的艺术特点，我们在计算机二维和三维动画制作中都要遵循这些固定表现手法。所以本章要详细介绍传统动画中的一些固定表现手法，为下面各章讲的计算机动画作好准备工作。在早期计算机动画中，虽然有可靠的、用户界面友好的关键帧系统，但其生成的计算机动画效果却很差，原因是不熟悉传统动画在过去 60 多年中逐渐形成的一些固定表现手法。了解手工动画的表现手法对于制作出良好的计算机动画是极其重要的。此外，在计算机动画领域中现在主要是靠计算机工作者开发计算机动画制作技术，而靠动画艺术家来做这项工作是不可能的，所以计算机人员了解传统动画表现手法对设计计算机动画系统也是很重要的。应该指出，动画是一种艺术创作劳动，动画艺术家在创作过程中的艺术想象力是无限的，在过去动画创作实践中积累了大量的艺术表现手法，将来还会诞生新的表现手法，我们在这里不能穷尽过去所有的方法，而只能介绍一些基本的固定表现手法。

2.1 压扁与伸长

压扁与伸长是动画中最重要的一个表现手法。一个物体运动时，其刚性通过运动表现出来。在现实生活中只有刚性很强的物体如金属物体在运动中保持自己的形状，但生物肉体，无论多么瘦，在运动过程中总能显现出形状的变化。例如，在一条胳膊弯曲时，二头肌就隆起；脸部在吃东西、笑或谈话时，面颊、嘴唇、眼睛等形状都改变。压扁是一般形状趋于展平，这是由于外部压力或物体自身重量造成的，而伸长则是在非常伸展的条件下呈现出相同的形状。

对于压扁伸长最重要的准则是无论一物体怎样被压扁或伸长，它的体积保持不变。如果一个物体被压下，但它的两侧不伸长，看起来像抖动。如果两侧伸长但两边不挤压，看起来尤如生长似的。如装有半袋面粉的袋子，在放在地面时它展成自己最宽松的形狀，当把它抻起来时，它呈现出自己最长的形状，但它的体积保持不变。下面通过绘制一球弹跳过程来看怎样表现压扁伸长效果。球首先从某一高度落下，由于球的初速度和下降的动量，球运动越来越快，冲落地面，落在地面的球要画成扁平状，这样给出一个反弹的感觉，反弹前后球要拉长，使得动作突出，效果更好。球冲落地面后又反弹空中，随着球弹到最高处时运动逐渐变慢，在这一点球重新变回自己正常的形状（圆形），过该点后，由于球加速度作用，它又开始形变，重复上述弹跳动作。见图 2.1。

压扁伸长效应也可确定制作物体材料的刚性如何。如果一个物体压扁伸长效应很明显，我们感觉物体尤如用软的，柔韧的材料制成。反之，则刚性强。当一个物体由不同材料制

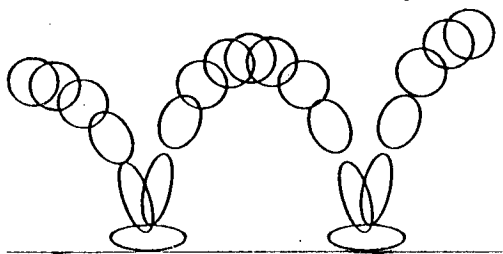


图 2.1

成时，该效应对软的部分大一些，硬的部分小一些。

在面部动画中压扁伸长效应是很重要的。它不仅表现出肌肉的活动性，而且还表现出脸部不同部位之间的关系。当大笑时，嘴的两角弯到面颊部，面颊部肌肉又推上使眼睛眯起来，把眼眉向下带。当面部呈现吃惊表情时，嘴张开，面颊下拉，张大的眼睛把眼眉向上推，把前额弄皱。

压扁伸长效应的另一个用处是帮助消除一种搅动效果，这发生在运动很快时物体在序列画面上位置相互分开的情况下。当动作慢到一定程度，物体的位置相互重叠，眼睛看起

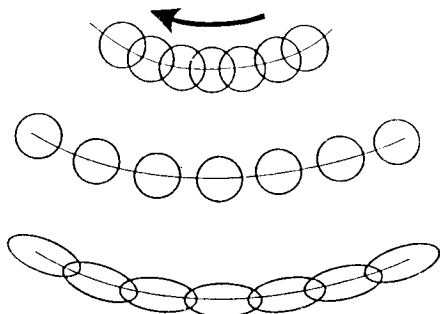


图 2.2

来运动是平滑的。然而当运动速度增加，物体位置之间距离增加，当它大到一定距离，物体不再重叠，我们看到的是物体分离的图象。运动模糊是解决这个问题的最好办法，但在二维上我们难以应用，压扁伸长是一个替代方法。把物体伸长直至它们相互重叠，这样我们又看到平滑的运动过程。见图 2.2。

2.2 运动时间分配

在一部影片中，艺术构思必须立刻传达给观众，没有机会返回，不像读书那样可以翻回到某一处重读。要想“读”懂动画的艺术构思，它依赖于两个因素：①良好的展现和设计，使每个场景都以最清楚和有效的方式表现。②良好的运动时间分配。运动时间分配，即一个动作的速度，是一个很重要的原则，因为它能给运动赋予含义。把时间进行恰当的分配对于清楚表达艺术构思是至关重要的。对于观众来讲要有足够的时间来观看一个动作的预备、动作本身和对动作的反应。若在三者中任何一个上面花费过多的时间，观众的注意力就会减弱。如果时间太短，运动在观众注意到它之前就已结束，则浪费了艺术构思。运动越快，越要保证观众能跟上运动的变化。动画中运动不能太快以至于观众不能看懂并了解它的含义。要想做到正确的时间分配需要知道观众大脑怎样工作的知识。他们反应的快慢如何？需要多长时间他们能接受动画要表达的一个构思？多久他们开始厌烦？还应注意不同的观众反应速度不一样。例如面向儿童的教学片与对成人的娱乐片在时间分配方式上是不同的，儿童片需要更快。此外，动画应用较广，从娱乐到广告，从工业到教育，从短片到长片，

不同类型的动画需要以不同的方式进行时间分配。

动画中时间分配不像物体那样可以直接把握。它只存在于影片放映时，就像音乐曲调存在于演奏时一样。乐曲容易通过听觉来欣赏，而用语言解释则较困难。在动画中时间分配也是这样，用语言困难地解释它远不如在屏幕上看来得简单。

系统地阐述时间分配是困难的。有些东西在一个环境或一种情绪下起作用，在另一个环境或另一心境下则不起作用。真正用来评价时间分配正确与否的准则是如果它在屏幕上有效地展现出来，则是对的，否则是不对的。尽管如此，动画艺术家们在长期的艺术创作实践中，积累了大量有关时间分配的经验，以供我们为获得某些效果参考。动画的时间分配来自于对自然界中运动规律的观察与询问。运动意味着什么？它表现了什么？怎样把这些运动在动画中简化或夸张用来表达思想、感情和戏剧效果？

这里主要讲的是所谓“古典”动画中用的时间分配，要想覆盖所有类型动画的时间分配方法是不可能的。

时间分配是动画的一个组成部分。它赋予运动以含义。运动可以通过把一个物体画在两个不同位置上，在其间添加一些中间画面就可获得，在屏幕上的效果是一运动，但这不是动画。在自然界中，物体并不只是运动。牛顿运动第一定律说物体如果没有外力作用在其上面它就不会运动。所以在动画中运动本身是第二位的。第一重要的是动作如何表现引起运动的原因。对于无生命物体这些原因可以是自然力，主要是重力；对有生命的人物角色来说，这些外力能引起运动，加上肌肉的收缩，但是更重要的是有相应的意愿、心境、直觉等等。