



教育部 文化部
高等学校动漫类规划教材

数字动画合成

> 艾胜英 何清超 编



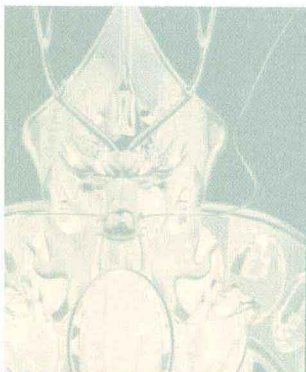
高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



教育部 文化部
高等学校动漫类规划教材

数字动画合成

SHUZI DONGHUA HECHENG



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是教育部、文化部高等学校动漫类规划教材中的一本。“数字动画合成”属于技术应用类课程，实践性很强。本书是针对此课程专为动画专业本科、专科学生和社会学习者编写的基础教材。本书全面、详细地介绍了动画合成的相关基础知识和操作技术，主要内容包括数字动画合成的基本思路、二维动画数字合成技术、三维动画数字合成技术以及定格动画中的数字抠像技术。

随书所附光盘包含大量实例和作品的源文件，是作者多年创作和教学经验的结晶，对初学者来说是非常难得的学习资料。

图书在版编目（C I P）数据

数字动画合成 / 艾胜英，何清超编. — 北京：高等教育出版社，2013.6
教育部 文化部高等学校动漫类规划教材
ISBN 978-7-04-032483-9

I. ①数… II. ①艾… ②何… III. ①数字技术—应用—动画片—制作—高等学校—教材 IV. ①J954-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第020001号

> 数字动画合成

艾胜英 何清超 编

策划编辑	李林	出版发行 / 高等教育出版社	咨询电话 / 400-810-0598
责任编辑	李林	社 址 / 北京市西城区德外大街 4 号	网 址 / http://www.hep.edu.cn
封面设计	张申申	邮政编码 / 100120	http://www.hep.com.cn
版式设计	张申申	印 刷 / 保定市中美美凯印刷有限公司	网上订购 / http://www.landaco.com
责任校对	胡晓琪	开 本 / 787mm×1092mm 1/16	http://www.landaco.com.cn
责任印制	韩刚	印 张 / 12.75	版 次 / 2013 年 6 月第 1 版
		字 数 / 230千字	印 次 / 2013 年 6 月第 1 次印刷
		购书热线 / 010-58581118	定 价 / 45.00 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 3 2 4 8 3 - 0 0

文化是一个民族的灵魂，而动漫这种特殊的文化载体，以其视听传播的直观性，更容易跨越文化、民族的边界而产生长远的影响。好的动漫作品、动漫形象，伴随一代又一代人的成长，历久而弥新。

进入新世纪以来，我国动漫、新媒体产业发展迅速，成为文化产业最重要的组成部分之一。国家“十二五”规划提出要推动文化产业成为国民经济支柱性产业，大力发展动漫等重要产业。动漫产业繁荣发展的根本是创新，而创新则要求我们建设一支适应时代要求、富有开拓精神、善于创新创造的文化人才队伍。

为了进一步推动我国动漫人才建设，教育部、文化部于2009年成立了高等学校动漫类教材建设专家委员会，旨在进一步加强高校动画、新媒体学科理论建设和人才培养，组织高水平教材的编写工作。本套系列教材即是过去两年来的重要工作成果之一。

今年是“十二五”规划的开局之年，也是我国文化改革发展加速推进的关键一年。这套教材在这个关键时期推出，将进一步规范和提高国内高等院校的动漫类专业教学水平，从而对我国动漫产业的人才培养和可持续发展产生积极深远的影响。

国以才兴，业以才立。中国动漫、新媒体产业的希望和未来在于人才，特别是全国高校动漫类专业学生身上。我们希望，这套教材能对你们的成长有所裨益，我们也期待，你们能够创作更多更好的优秀中国动漫作品。

是为序。

文化部党组副书记、副部长
扶持动漫产业发展部际联席会议成员、办公室主任

欧阳坚

2011年6月

“数字动画合成”属于技术应用类课程，实践性很强，教授对象为想制作出精致画面的动画专业的学生。如果只是动画爱好者泛泛了解动画制作过程，或者并不追求画面的精美，那么这门课程的价值便不太重要，毕竟动画的精髓还在于“动画（Animation）”本身（我们所说的原画）。只是在我国，动画又被称为“美术片”，可以看出我国的动画还是非常强调画面精美的。而这门课程正是教授如何提高画面质量技术的关键课程，在很多国外的专业院校中，这门课程也是动画专业学生的必修课程，甚者被开设成专业，可见此门课程的重要。

本书就是针对“数字动画合成”课程，专为动画专业本科、专科学生和社会学习者编写的基础教材。我从2004年开始从事动画合成工作，至今已经有近8年时间，从创作和指导学生学习中摸索出一些工作经验，本书中的实例大多来自这些经验。其中，二维动画数字合成章节的实例1、2来自我带队负责的中国传媒大学动画学院与惠普公司（HP）的联合项目，也是学生团队制作的HP虚拟偶像动画片的镜头；实例3为中国传媒大学动画学院06级学生高子晴的毕业创作《悬崖 cliff》中的镜头；实例4为中国传媒大学动画学院08级学生王旭龙在其联合作业《小魔盒的救赎》中的镜头；实例5为中国传媒大学动画学院07级学生李夏的毕业创作《灯塔》中的镜头；实例6为中国传媒大学动画学院与加拿大谢尔丹学院（Sheridan College）夏季学期的联合创作《The Turtle》中的镜头。三维动画数字合成中的实例都是来自我自己的创作作品，其中实例1的合成思路借鉴了Vray官网。定格动画中的数字抠像合成的实例素材来自于中国传媒大学动画学院08级学生刘思宇、刘羽婕等人的定格作业。在此，非常感谢以上学生和朋友的配合，为我提供了丰富可靠的素材与实例。

书中所涉及案例的源文件都可以在随书所附光盘中找到。这些素材都是作者多年创作和教学经验的结晶，对初学者来说是非常难得的学习资料。

由于本人的水平和工作经验有限，书中肯定有不足和欠缺的地方，请各位同仁专家指正。

作者

2012年3月

第1章

绪论

/001/

- 1.1 数字动画合成简介/004/
- 1.2 数字动画合成基础知识/010/
- 1.3 After Effects 的基础操作/016/

第2章

二维动画 数字合成

/023/

- 2.1 二维动画数字合成实例 1——基础合成/025/
- 2.2 二维动画数字合成实例 2——摄像机运动/050/
- 2.3 二维动画数字合成实例 3——3D 图层与摄像机运动/061/
- 2.4 二维动画数字合成实例 4——循环透视背景/073/
- 2.5 二维动画数字合成实例 5——模拟写实摄像机的运动效果/080/
- 2.6 二维动画数字合成实例 6——水中效果/087/

第3章

三维动画 数字合成

/105/

- 3.1 三维动画数字合成基础知识/108/
- 3.2 三维动画数字合成实例 1——通道之间的合成方法/115/
- 3.3 三维动画数字合成实例 2——利用通道对画面进行调整/120/
- 3.4 三维动画数字合成实例 3——深度通道的使用/133/
- 3.5 三维动画数字合成实例 4——实例应用/141/

第4章

定格动画中的 数字抠像技术

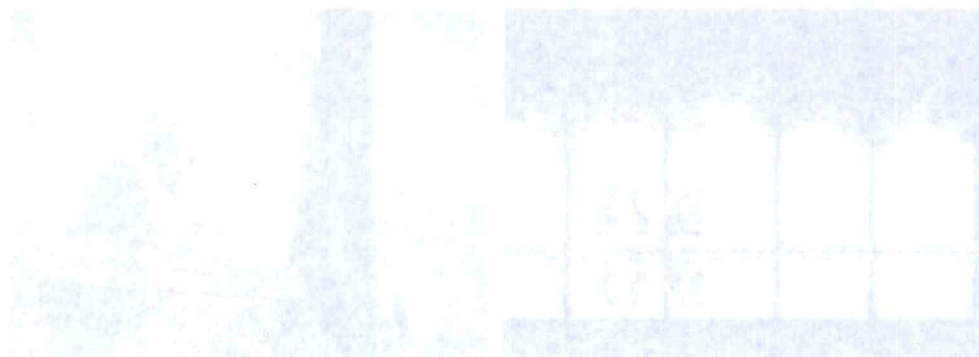
/171/

- 4.1 色彩抠像/174/
- 4.2 其他抠像技术/188/



动画数字合成技术是把各种不同来源的图像素材使用数字手段合并成一张完整图像的技术。本章着重介绍动画数字合成的相关基础知识和相关术语，使学习者对动画数字合成能够有一个基本的认识，为后面的课程学习奠定基础。

- > 1.1 数字动画合成简介
- > 1.2 数字动画合成基础知识
- > 1.3 After Effects 的基础操作



在《动画电影百年》(Cartoons:One hundred years of cinema animation)一书中,其序言这样描述动画这个很特别的发明与创造:“早于电影工业三年的动画于1892年发生在法国的巴黎,这位普罗米修斯(传说普罗米修斯先用泥捏了人类的相貌,然后给它们吹入生命)就是埃米尔·雷诺,当时似乎没有人认识到这一发明的意义……”雷诺的发明决定了动画存在的三个基本因素:技术装备、表现形式和实用性。这三方面的内容一直到今天仍然是动画概念里的基本元素,这些基本元素是决定动画存在与发展趋势的基因链。这三方面内容的有机联系构成了动画的生命系统和形态系统。

中国传媒大学教师贾否在《动画原理》一书中这样介绍了动画艺术与技术的关系:“动画艺术与技术共同构成动画的生命系统和结构,如果没有了技术,动画艺术的灵魂就没有了居所;反过来说如果丧失了作为动画灵魂的艺术性,动画的技术就仅仅只是一种工具。因此动画的艺术性与技术性是互为依存的关系,如果说前者决定其存在的方式,那么后者就是决定其存在的条件。”

动画制作的手段多种多样,表现手段、使用材料也不希望受限制,艺术家都喜欢尝试新的材料和手段,所以动画的制作工艺非常复杂多变,而作为将各种表现材料、表现素材整合在一起呈现出最终的画面效果的技术,就是本书要学习的动画数字合成技术。

现代的影视动画表现形式多种多样,展现出来的动画效果也千姿百态,像《父与女》《老人与海》《大闹天宫》《街头霸王》《魔兽世界》《超级无敌掌门狗》《咖啡猫》《空中大灌篮》《蜘蛛侠》《阿凡提》等,如图1.1~图1.10所示。这些影视动画都展现出不同于其他艺术的效果。

现在的影视动画制作技术发展迅速,二维动画数字合成与三维动画数字合成技术趋于成熟,通过这些数字合成技术,我们可以更好地提高动画的整体表现力,这是多么美妙的事情啊。

图 1.1

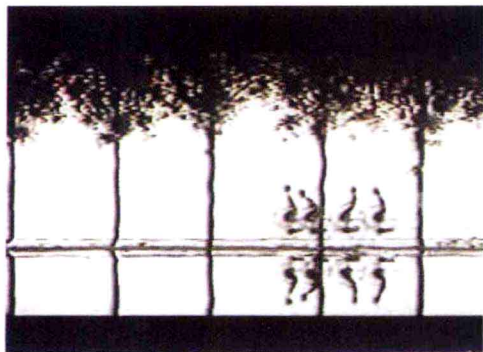


图 1.2



图 1.3



图 1.4



图 1.5



图 1.6



图 1.7



图 1.8

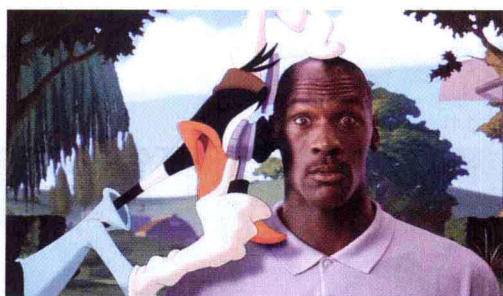


图 1.9



图 1.10



1.1 数字动画合成 简介

本书介绍的数字动画合成技术自然是从计算机技术应用之后开始的，简单地说，就是将动画层与背景层通过数字合成技术结合在一起，如图 1.11 所示。在赛璐珞（Cel，即赛璐珞片或赛璐珞片，是一种透明的塑料制品，有光泽，可以染成各种颜色）动画时代，并没有计算机技术，动画与背景的合成是在拍摄台拍摄时同时完成的，通过定位尺将动画层与背景层手工地固定在一起，所以在赛璐珞动画时代几乎没有合成这项工作，所谓的合成也主要指声画合成。但随着计算机技术以及影视、动画的发展与细化，很多赛璐珞动画时代的分工悄然发生了改变，比如已经不再使用笨重的拍摄台来制作拍摄动画了，声画合成作为剪辑的工作内容，数字合成部分也变得越来越重要，除了将动画层与背景层合在一起的工作之外，很多摄像机运动、摄像机镜头的特殊处理等效果都是在这个环节完成的。

图 1.11



一、赛璐珞动画阶段的合成过程与思路

二维动画的制作最开始是以赛璐珞为主。先在赛璐珞片上勾出形象，再进行平涂上色，就完成了一帧的画面。制作工艺比较简单。日本动画大师宫崎骏曾评价过这种动画工艺：“这种动画工艺非常适合于分工协作，赛璐珞片上的人物形象色彩既鲜艳又清晰，但同时缺少艺术感染力。一张很糟的画通过这种技术可以勉强过关，而一张很好的画通过这种工序后却往往失去了感染力。总的来说，这是一种取巧的技术，它将画面的偶然性全部抹杀并模式化。而这种模式化也使得大规模分工制作一部动画片变得可行。”由此可见，赛璐珞动画制作的技术使之成为大规模分工制作商业动画的主要制作手段。

虽然赛璐珞主要是针对着动画的大规模生产而使用的材料，但仍有一些艺术家通过对制作工艺的研究，创造出具有独特绘画风格的作品。德国动画家弗雷德里克·贝克（Frederic Back）使用彩色铅笔在亚光的赛璐珞片（Frosted Cels，一种半透明的磨砂纸，建筑师和工程师使用得非常多）上进行动画创作，之后在某些区域喷上一种喷剂，可以使这种半透明的赛璐珞片变得完全透明，于是底层的部分就会清晰地显示出来。贝克正是使用这种工艺制作出经典的动画影片《种树人》（《Man who planted trees》，如图 1.12 所示）和《摇椅》（《Crac！》）。遗憾的是，在贝克制作《种树人》时，曾有医生提醒他这种喷剂对人的视网膜有害，但贝克坚持使用这种喷剂完成了影片，最终他的一只眼睛因此而失明。

彩铅风格的经典动画《雪人》（如图 1.13 所示）是另外一个例子，这部影片的动画是绘制在纸上的，上色使用了蜡笔，背景使用了彩色铅笔，然后将动画从纸上剪下来，分层固定在透明的赛璐珞上面，如图 1.14 所示，手与身体是分层的，再进行合层拍摄，如图 1.15 所示。

了解这些传统动画制作的过程之后不难发现，对动画进行分层制作是动画工作中非常

图 1.12



图 1.13



重要的步骤，这样可以加快制作时间，而分层处理正是合成的基本思路。很多情况下，想要一种效果，可以使用分层的思路来解决。

二、纸上动画转为数字化阶段的数字合成（过渡阶段的数字合成）

随着计算机技术的兴起，二维动画逐渐从赛璐珞上转移到了纸上，上色也逐步从手工上色变成了计算机上色，在动画稿扫描进计算机之后，将需要露出背景的区域设为透明色，保存为 tiff、targa 等可以储存 Alpha 通道的格式，再将图像序列导入到合成软件中进行合成。如果《雪人》的制作时期有数字合成手段的话，那么把动画从纸上剪下来的工作就可以在扫描之后采用计算机批处理的手法来代替，可以大大缩短制作时间。

我们知道，赛璐珞动画的颜色相对鲜艳单一，这是赛璐珞材料本身的局限性。而纸面材料较赛璐珞而言成本更低，对各种颜色材料的接受能力也更强，想要呈现出丰富变化的画面并非难事，人们看到的大量艺术短片所呈现的铅笔淡彩风格、素描风格、色粉风格等各种风格的影片，大都是在纸面材料上完成的。

这个时期，不同的动画师所偏好的动画制作流程有较大的差异，这些差异的关键点在于何时将纸面的动画数字化（即何时将纸面动画扫描进计算机进行处理），大致可分为手工上色之后扫描和扫描之后再使用计算机上色两种，这种先后顺序，看着简单，但在整个制作流程上差别很大，可以呈现出截然不同的画面风格。很多艺术家正是利用这个阶段的大胆尝试，创作出大量具有艺术参考价值的影片。

著名动画家伊戈尔·科瓦廖夫（Igor Kovalyov）的动画《Milch》正是使用了数字技术

图 1.14

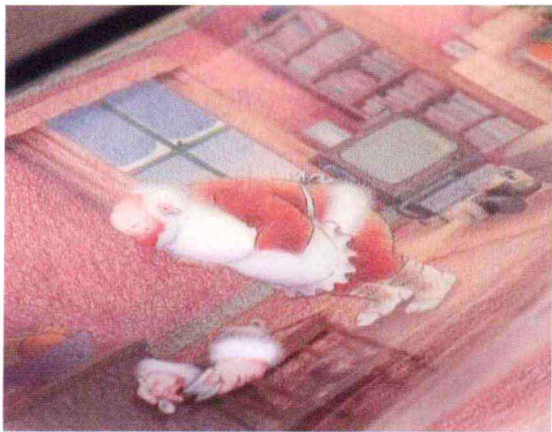
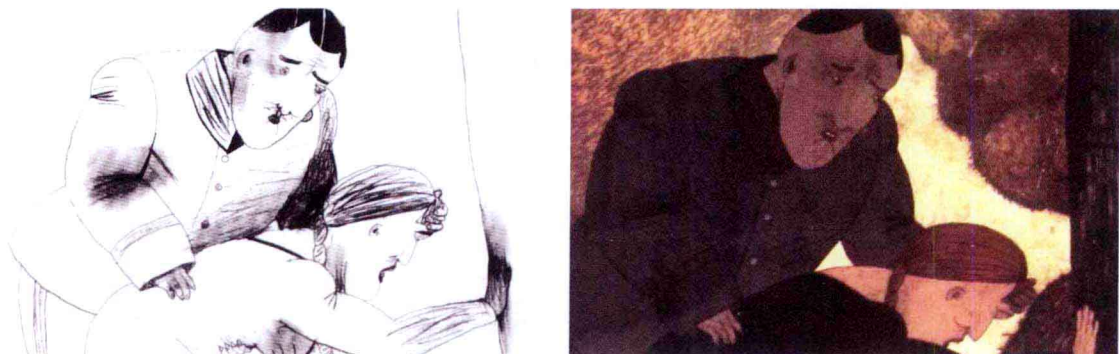


图 1.15



扫描上色，如图 1.16 所示。我们不难发现，虽然上色是在计算机中完成，但扫描之前的动画稿已经手工上过素描调子，这样上色之后仍然会保留着手绘的痕迹。手绘的偶然性至今仍对很多艺术家有着极大的吸引力。

图 1.16



前面已经提到，在这个阶段，传统的定格拍摄台逐渐淡出动画制作的舞台，数字合成也随之产生，除了包含将动画层与背景层合在一起的工作之外，还附加着制作摄像机镜头的种种效果与人物层、背景层之间的色相、饱和度、对比度等调整，使画面效果更加富有变化。因此，二维动画数字合成就变得越来越重要。

三、数字动画阶段的数字合成

随着计算机技术的普及，各种计算机软件的迅速发展，以及世界对环保问题日益重视，绿色经济的数字动画（无纸动画）逐步开始替代有纸动画。数字动画的全部制作过程都是在计算机中完成的，不需要任何纸张，而之前的动画工作台（透台）以及定位尺的功能都被计算机软件中的“洋葱皮功能”所替代，在各种计算机动画软件中，“洋葱皮功能”已经成为最基本必备的功能。

当绘制数字动画时，可以随时预览动画效果，而当动画完成后，又可以直接进入上色或合成阶段，从而节省了大量扫描所需要的时间。因此，数字动画的制作模式让小团队的生产变为可能，一部动画短片很可能由三五个人甚至是一个人单独完成，这在数字动画出现之前是很难想象的。

日本动画作家新海诚便是这一时期独立制作完成了《她和她的猫》，如图 1.17 所示。而另一部动画短片《文子的告白》由日本大学生五人小团队 Tete（Hiroyasu Ishida）制作，

如图 1.18 所示。

下面是一个典型的数字动画绘制过程。

(1) 首先使用 Flash 软件画草稿, 如图 1.19 所示。

(2) 随后在 Sai 里面清线修形, 如图 1.20 所示。

(3) 接着在 Retas 里上色, 最后在 After Effects 里合成。如图 1.21 所示。

在数字动画制作过程中, 数字合成显得愈加重要, 与传统动画的制作相比较, 数字合成呈现出前所未有的优势。

图 1.17



图 1.18



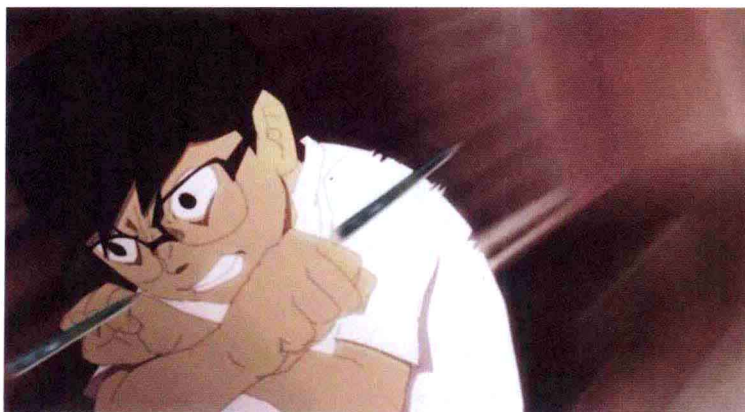
图 1.19



图 1.20



图 1.21



1. 无损合成

在赛璐珞动画时期，动画都是画在赛璐珞片上的，赛璐珞虽然是透明的，但毕竟有厚度，所以当几层赛璐珞叠加在一起时，底层的颜色就会显得发乌。这种问题在赛璐珞动画时代很难解决。然而数字合成就丝毫不会出现这种问题，动画层具有 Alpha 通道，通过黑白灰来表示透明区域，一般黑色区域为完全透明，白色为完全不透明，而灰色区域就是半透明，这样不管在合成时使用多少层，动画透明区域呈现出来的背景都没有任何的色彩损失。正因为如此，我们便可以通过多层素材来控制画面质量，提高画面的精美程度。

动画短片《红领巾侠》在上色时将固有色和阴影分开上色，如图 1.22 所示。让阴影正片叠底到固有色上，用来适应不同的环境。还可以在后期处理软件中使用渐变工具加上暗部的反光，如图 1.23 所示。

2. 便于修改

数字技术最大的优势就是复制与修改。当出现笔误或误操作之后，可以很方便地撤销操作，这样极大降低了制作时间和成本。

图 1.22



图 1.23



3. 更加灵活的摄像机效果

在传统的二维动画制作中，摄像机运动一直是非常困难的，绝大多数的摄像机运动效果都是通过对背景进行错层移动来实现的，效果比较简单，层也不能分得太多。而在进入数字合成时期，摄像机的运动就真正地被解放开来，很多比较复杂的摄像机运动效果都能实现。

4. 方便管理

在动画制作过程中，镜头数量会非常多，数字化制作使得这种制作过程可以通过计算机软件来管理，从而可以很方便地管理、监督、调用各个场或镜头的素材，目前已经有很多大型制作公司使用项目管理软件，比如北美诸多大型公司使用的 Short Gun 等软件。

5. 降低成本

数字制作使得动画制作更加环保，传统二维动画制作大多使用了海量的材料或纸张，材料的存放也是非常大的问题，如果项目巨大，甚至需要很大的房间或仓库来存放完成的资料和镜头素材；相应的人工成本也是非常巨大。数字制作手段的进步使得制作材料大大缩减，项目完成后的素材存放在硬盘中即可；人工成本也大幅降低，几个人甚至是一个便可以独自完成一部精美的动画短片。

1.2

> 数字动画合成 基础知识

一、2D、3D 与 2.5D

我们平时所说的二维（2D）动画，主要是由于三维（3D）动画技术的出现，从制作

技术层面上区分的。我们知道，二维就是横向与纵向，两个维度。三维增加了纵深的维度，可以呈现真正的立体效果。因此，二维动画泛指使用二维手段制作完成的影片；三维动画泛指使用三维技术手段制作完成的动画。现在业界还有一种 2.5D 动画的说法，这是一种以二维技术和效果为主，又利用了部分三维技术作为辅助来完成的动画影片，影片效果保持二维动画的视觉效果。由此我们通过名称便可以得知影片的制作技术。

注意：三维动画有时还指立体影片（Stereoscopic 3D），需要佩戴立体眼镜观看，虽然目前已有裸眼 3D 技术，但尚未普及。

二、素材来源

数字合成就是把各种不同来源的图像素材使用数字手段合并成一张完整的图像。在电视、电影等放映时，在一个时间段内（PAL 制式的电视是 25fps，电影是 24fps）观众看到的是一幅幅连续的静止图像。在影视制作中，不管是摄影师、三维艺术家还是画家，他们的所有任务都是为了制作一张张连续的静态图片。传统的制作方法严重地制约了电影和电视的表现力，而现代影视发展有着强烈突破时空限制和增强表现力的要求，需要把各类艺术家的精彩制作在导演的意图下天衣无缝地拼合在一起，这时就会用到数字合成技术。通俗地说，数字合成就是把在视觉上不可能看到的变为有可能看到的，数字合成真正体现了电影和电视作为综合艺术的特点。

要进行数字合成，没有素材是不行的。在合成中，常用的素材包括单帧图片、序列图片、影片文件和声音文件。一般声音文件都是取自音效库或者自己去录制。而图像文件的来源就比较多样了，一般有如下几种来源。

（1）摄像机拍摄。数码相机或数码摄像机摄取的图像只需要简单地用编码器（Encoder）传输到计算机中就可以了。图像信号一般是以红（R）、绿（G）和蓝（B）3 个通道存储，每个通道最多存储 8 位信息。

（2）2D 或 3D 软件生成的图像。使用 Photoshop、CorelDraw、Illustrator 等平面图形图像软件可以供我们绘制出漂亮的图片。而使用 MAYA、Softimage 和 3DS MAX 等三维软件可以创作出立体感、真实感很强的图像。

（3）用胶片扫描仪使电影胶片数字化。