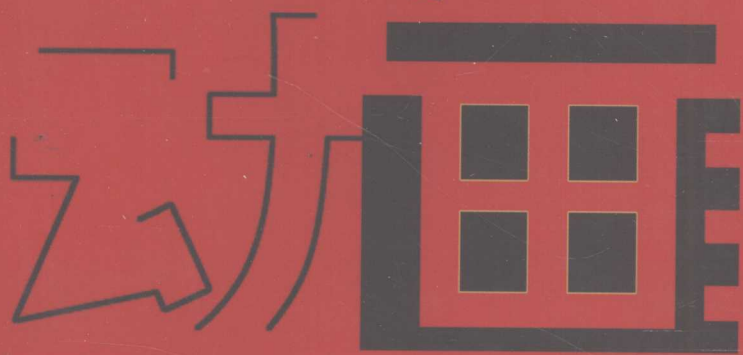


新世纪全国高等教育
影视**动画**艺术丛书



影视动画后期

乔斌 蒲纯 谢琦琦 编著



视美动画教学研究基地专用教材
重庆动画产业人才培养基地专用教材

西南师范大学出版社

新世纪全国高等教育
影视动漫艺术丛书



影视动画后期

乔斌 蒲纯 谢琦琦 编著



西南师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

影视动画后期/乔斌, 蒲纯, 谢琦琦编著. —重庆: 西南师范大学出版社, 2008.3

(新世纪全国高等教育影视动漫艺术丛书)

ISBN 978-7-5621-4074-0

I. 影… II. ①乔…②蒲…③谢 III. 动画片—制作
IV. J954

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第017310号

丛书策划: 周安平 王正端

新世纪全国高等教育影视动漫艺术丛书

主 编: 周琮凯

影视动画后期 乔斌 蒲纯 谢琦琦 编著

责任编辑: 胡秀英

整体设计: 周琮凯 王正端

出版发行: 西南师范大学出版社

地址: 重庆市北碚区天生路 1 号 邮编: 400715

<http://www.xscbs.com.cn>

E-mail: xscbs@swu.edu.cn

电话: (023)68860895

传真: (023)68208984

经 销: 新华书店

制 版: 重庆海阔特数码分色彩印有限公司

印 刷: 重庆康豪彩印有限公司

开 本: 889mm×1194mm 1/16

印 张: 8.5

字 数: 272千字

版 次: 2008年3月 第1版

印 次: 2008年3月 第1次印刷

ISBN 978-7-5621-4074-0

定 价: 39.00元

本书部分作品因无法联系作者, 客观上不能按照法律规定解决版权问题, 我社已将该部分作品的稿酬转存于重庆市版权保护中心, 请未收到稿酬的作者与其联系。

重庆市版权保护中心地址: 重庆江北区杨河一村78号10楼(400020)

电话(传真): (023)67708230

出版、发行高校艺术设计专业教材敬请垂询艺术设计事业部。

本书如有印装质量问题, 请与我社读者服务部联系更换。

读者服务部电话: (023)68252471

市场营销部电话: (023)68868624 68253705

艺术设计事业部电话: (023)68254107

序



动画是一门集艺术与技术于一体的学科。动画是当代文化的集合点——它包括了文学、电影、美术、音乐、传播等多个学科门类的内容。动画是当代文化一种特殊而典型的语言形式——我们生活中的大部分时尚形式似乎都与动画相关。动画又是一个产业——已成为世界创意产业中非常重要的组成部分。总之，动画不仅仅是一种艺术形式，更是一个庞大而复杂的系统性学科。所以，动画教育和人才培养是一个极具难度的课题。它不仅包含了庞杂的学术内容，又是一个复杂的系统工程，其中包含了复杂的工作流程，使教师在讲学过程中，既要面对美术方面的问题，又要面对影视的问题，还要面对软件使用等技术问题……从另一方面看，学生的作业练习也很难实施，动画作业不像广告、油画，可以由一个人在一两天或一周内做一方案。一个创作性动画作业可能会历时一个月甚至更长时间，因为它复杂的制作程序必须花很多时间去完成其每一个步骤，然后我们的课时又是有限的。此外，动画创作还涉及团队合作，从编剧到动画，到技术制作，可能跨越几个专业或几个部门，没有团队的协作很难完成一部动画片。所以还涉及团队合作精神和工程规划设计流程管理等。怎么去实施这些内容的教学呢？这是个难题，是一个许多人正在努力研究的问题，要想编撰一套完整的、完美的，甚至真正对当今动画事业发展和动画教育有贡献价值的教材，实在是一件不容易的事情。但不论怎样，这个责任是每一个业内人士和相关高校的教师责无旁贷的。我们有必要，也必须不懈努力地去完成它。

四川美术学院于1996年创建了动画专业，历时十余年，也经历不少曲折，如何培养出具有实作能力，能够服务于产业的人才，如何通过高校实力和科研人才推动我国动画产业的发展，一直是我们不断探究的问题。但动画学科和产业在中国都是刚刚起步，现成的试验平台和相关经验也很少，使我们面临的难度也比许多学科大得多。

动画教育应有什么样的模式和学科建设方式呢？我们在重庆广电集团的支持下启动了产、学、研相结合的教学模式，组建了视美动画教学实作基地，以课目项目化的方式实施教学改革，使同学能够在具体的电视动画的制作过程中去学习，我们每年可以生产三千七百多分钟的电视动画片，也使学生的作品能每天在电视台播出，通过收视率评价引入了社会评估，使教学对接行业标准，适应社会需求，一方面通过引入的项目和实战平台促进教学，另一方面以高校的学科、人才资源支持产业发展。

特别值得一提的是，这套丛书的编写是集合了多个高校的专家作者共同研讨、论证而完成的，并在重庆市科委的支持下建构了重庆高校动漫联盟，促成了高校之间的沟通、交流，共同高举产、学、研大旗推进教育改革。在编撰这套丛书的过程中，我最大的感受是参与这套丛书的各个高校都有自己的教学特色和独特的优势，来自不同高校的专家作者提出了许多独特见解。如果这套教材有幸能获得广大读者的认可，即应归功于这次合作。中国动画事业的发展，需要相关高校联合起来，实现信息互通、资源共享、整合力量，才能提升我们的教学实力，为中国动画事业的发展培养优秀的人才。在此感谢参与该套丛书的各高校领导和学科带头人的支持与指导。

在这儿，应特别感谢重庆市科学技术委员会。重庆市科委为我们搭建了一个让大家聚在一起的平台——重庆动画产业人才培养基地，这套丛书即是在这一平台中产生的，该基地也使这套教材有了检验的场所。

当然更应该感谢西南师范大学出版社将这套教材推介给全国广大的读者和同行。在整个编撰过程，他们的许多建议和努力促进了该教材的完善，尤其是西南师范大学出版社社长周安平教授、责任编辑王正端先生，不仅直接给予了该教材的具体指导，并为这套教材的出版做了大量繁琐的事务工作，在此深表感谢。

丛书主编

周琼凯 副教授 四川美术学院影视动画学院副院长

特邀专家顾问 (排名不分先后)

罗力 四川美术学院副院长 / 四川美术学院影视动画学院院长 / 教授
 郝大鹏 四川美术学院副院长 / 四川美术学院设计艺术学院院长 / 教授
 周旭 重庆市科学技术委员会主任
 潘复生 重庆市科学技术委员会常务副主任
 董小玉 西南大学新闻传媒学院常务副院长 / 教授
 王东亚 重庆市科学技术委员会高新技术发展及产业化处处长
 陈锋 重庆市科学技术委员会社会发展处副处长
 周西庭 重庆重视传媒有限责任公司总经理

学术指导委员会成员 (排名不分先后)

周晓波 副教授 四川美术学院影视动画学院常务副院长
 陈昌柱 教授 四川音乐学院美术学院动画系主任
 夏光富 教授 重庆邮电学院传媒艺术学院院长
 罗江孜 副教授 重庆工商大学设计艺术学院基础教研室主任
 罗瑶 副教授 江西理工大学应用科学学院艺术设计教研室
 游踪 工程师 重庆大学数字艺术研发中心副主任
 彭一虹 教授 重庆长江师范学院美术学院院长

编委会成员 (排名不分先后)

刘兴 总经理 重庆视美动画艺术有限责任公司
 许世虎 教授 重庆大学艺术学院院长
 陈航 教授 西南大学美术学院院长
 曾强 副教授 重庆交通大学人文学院设计艺术系系主任
 邓旭 教授 重庆师范大学美术学院院长
 胡虹 副教授 重庆工商大学设计艺术学院院长
 柳小成 副教授 重庆长江师范学院美术学院副院长
 崔毅 教授 重庆三峡学院美术学院院长
 陈克 教授 河南师范大学美术学院院长
 王天祥 副教授 重庆文理学院美术系系主任
 苏大椿 副教授 重庆正大软件职业技术学院数字艺术系主任
 陈丹 高级工程师 重庆工商职业学院传媒艺术系系主任

参编单位 (排名不分先后)

四川美术学院影视动画学院
 重庆视美动画艺术有限责任公司
 西南大学新闻传媒学院
 西南大学美术学院
 重庆大学艺术学院
 重庆邮电大学传媒艺术学院
 重庆交通大学人文学院设计艺术系
 重庆师范大学美术学院
 重庆工商大学设计艺术学院
 重庆教育学院
 重庆长江师范学院美术学院
 重庆文理学院美术学院
 重庆三峡学院美术学院
 河南师范大学美术学院
 重庆工商职业学院
 重庆正大软件职业技术学院

重庆市科技计划项目资助教材

在今天，媒体已经成为最具话语权的宣传工具与最具影响力的娱乐手段，它正越来越广泛地介入与影响每一个人的生活，各种光怪陆离的活动影像已经成为大众文化消费中不可或缺的、最主要的组成部分。近20年来，电脑数字技术全面的进入影视与各种媒体制作领域，不仅使原有的电影、电视媒体从技术设备到制作方式上出现了革命性的变革，同时建构起如互联网络这样新兴的媒体平台，催生出互动性更强、形式更加复杂多样的网络多媒体、单机与网络游戏、家庭娱乐、手机动画等新的媒体娱乐形式。

个人电脑（Personal Computer）与相应的Windows平台上越来越多的新兴媒体创作工具正逐步成为这些新媒体形式的主要创作工具，原有的专业垄断正逐步被打破。媒体制作与发布正向着越来越平民化与多样化的趋势快速发展，相应的创作人员结构也从原有的少数专业人员迅速扩大，更多的动画专业创作者与动画爱好者都能够使用自己的PC来独立创作与发布自己的动画与多媒体作品。

伴随着各种媒体形式的出现，观众对各种媒体作品的认识程度与审美层次已提升，动态媒体作品的需求早就已经突破了传统形式的电影、电视节目的样式，大众需要更多有内涵的，更加丰富的，形式手法更加生动、艺术风格更加多样的动态媒体作品来满足自身的精神文化消费。在这样的技术前提与文化娱乐需求的刺激下，作为各种新兴的娱乐与互动媒体的图像基础——动画艺术又重新焕发了青春，获得了更加广阔的发展平台，得到了多样性的应用。

我们认为，计算机多媒体制作技术作为媒体与动画创作的新兴数字工具，其突出的技术进步与功能主要表现在以下的几个方面：

1. 外部图像、运动与声音信息的获取与音画信息的数字化。
2. 数字化图像的生成与动态处理。
3. 各种图像、运动与声音信息的合成与输出。
4. 数字化信息互动。

前三个方面的功能都可以基本归纳和囊括到平面图像处理软硬件、三维动画软件和辅助性硬件（如三维扫描仪、动态捕捉设备、摄像机控制设备等），以及影视动画后期合成与剪辑软硬件等几个具体的数字多媒体创作工具类型中。相应地，随之出现了影视媒体产业的各种分工（如三维动画工程师、三维艺术家、后期合成工程师、视觉效果总监等职位）与标准化的创作生产流程。在本套丛书的《二维动画流程》一书中，我们曾经提到，动画创作大致可以划分为前制作业、中期素材准备与后制作业三个大的创作流程与阶段。在本书中我们要集中讨论动画创作的后制作业阶段的问题，也就是我们所提出的影视动画后期制作的问题。

现有的许多后期制作的书籍和资料，大多集中在某个具体效果的制作和某个具体软件学习的技术性问题的讨论层面上，而对影视动画后期制作的内涵、技术原理和工程规划、艺术原则涉及甚少，相对来说有些片面和狭隘实用主义。针对这个情况，本书力使读者在了解和掌握常用软件的使用上，更注重对影视动画后期制作的原理、原则以及整个工程规划与创作流程有一个整体、深入的讲解。此外，本书作为艺术类高校动画专业教材，在结合动画专业的特色上介绍影视后期制作理论的基础，还将以精彩的动画创作实例的详细讲解与艺术处理原则的深入分析来讲述动画后期制作的各个方面的问题。

前言





第一章 概述 1

- 1.1 后期制作的内涵与概况 1
- 1.2 数字合成技术概貌 4
 - 1.2.1 数字合成技术的基本概念 4
 - 1.2.2 数字合成技术的技术背景 5
- 1.3 数字合成原理 6
 - 1.3.1 图像的数字表示 6
 - 1.3.2 图像的操作 9
- 1.4 后期制作基本工作流程 25

第二章 影视动画后期合成实例 27

- 2.1 实例一：Combution 简单工作流程 27
 - 2.1.1 基本功能介绍 28
 - 2.1.2 素材导入 29
 - 2.1.3 设置时间条 31
 - 2.1.4 调整时间分布 33
 - 2.1.5 摄像机 35
 - 2.1.6 预览 39
 - 2.1.7 渲染输出 39
 - 2.1.8 实例一小结 40
- 2.2 实例二：使用Fusion 合成二维动画 41
 - 2.2.1 项目概况 41
 - 2.2.2 新建项目 41
 - 2.2.3 素材导入 42
 - 2.2.4 画面尺寸调整 43
 - 2.2.5 素材合成 44
 - 2.2.6 动画设置与颜色校正 46
 - 2.2.7 渲染输出 50
 - 2.2.8 实例二小结 52
- 2.3 实例三：3D 合成 53
 - 2.3.1 新建项目 53
 - 2.3.2 素材导入 53
 - 2.3.3 搭建3D 合成场景 54
 - 2.3.4 调整3D 场景与角色、摄像机的位置关系 56
 - 2.3.5 抠像 56
 - 2.3.6 设置层的显示顺序 59
 - 2.3.7 设置循环播放 60
 - 2.3.8 设置摄像机动画 60
 - 2.3.9 调整阴影 62
 - 2.3.10 简单灯光特效的使用 63
 - 2.3.11 实例三小结 64
- 2.4 实例四：多光源动画与字幕文本 65
 - 2.4.1 项目概述 65

2.4.2 导入包含多个图层的素材	65
2.4.3 建立新的平面颜色层	65
2.4.4 设置层混合模式	66
2.4.5 调整素材的时间分布	67
2.4.6 设置位移关键帧动画	67
2.4.7 设置多点灯光动画	70
2.4.8 添加滤镜效果	72
2.4.9 添加文本动画	74
2.4.10 实例四小结	76
2.5 实例五：粒子与跟踪	77
2.5.1 项目概述	77
2.5.2 粒子的添加与简单调整	77
2.5.3 位移跟踪 (TRACKER)	80
2.5.4 实例五小结	84
2.6 实例六：光效的制作	85
2.6.1 项目概述	85
2.6.2 镜头光晕的制作	85
2.6.3 容积光效果的制作	87
2.6.4 实例六小结	90
2.7 实例七：三维动画后期合成	91
2.7.1 项目概述	91
2.7.2 设置环境雾与深度模糊效果	92
2.7.3 设置遮罩	93
2.7.4 创建粒子效果	93
2.7.5 将摄像机合成到粒子空间中	98
2.7.6 将粒子效果与图像素材合成	100
2.7.7 为整个场景添加背景	101
2.7.8 整体效果调整	102
2.7.9 实例七小结	103

第三章 后期制作的艺术原则 105

3.1 后期合成原则	105
3.1.1 画面的真实感合成原则	105
3.1.2 后期合成的艺术创作原则	107
3.2 后期剪辑原则	108
3.2.1 影片剪辑基础	108
3.2.2 分镜头叙事	108
3.2.3 结构性剪辑	109
3.2.4 理性蒙太奇	109
3.2.5 影像剪辑的基本原则	110
3.2.6 音响剪辑的基本原则	111

附录一：后期制作常用命令功能词汇汇编	113
--------------------	-----

附录二：后期词汇详解	118
------------	-----

附录三：数字后期软件、插件一览表	124
------------------	-----

后记	126
----	-----



第一章 概述

1.1 后期制作的内涵与概况

动态的媒体节目的创作是一个相当复杂的系统工程。由于多媒体作品本身的多样化,从耗资巨大的大制作电影到个人制作的DV作品和各种动画作品,可以说有天壤之别。虽然这些作品与媒体节目的创作意图、制作预算、创作周期都有很大区别,但其制作过程有相当的共同之处,一般来说,影视动画的制作可以分为前制作业(策划)、中期素材准备(拍摄、绘制)和后制作业三个大的阶段。前制作业阶段是计划和准备阶段。对于电影来说,这个过程多从电影剧本开始,然后是制订预算、筹集资金、选定拍摄地点、挑选演员、组成摄制组等一系列复杂过程。而对于动画媒体的创作者来说,有相当的类似之处:在完成了动画创作的前期设计工作(包括前期的脚本、分镜、人设等)和中期素材准备工作(原画、中间画、填色和背景的绘制等等)以后,就到了后制作业阶段。



图 1-1-1 传统电影剪辑设备

早期的电影制作在这个阶段的主要工作是剪辑,把拍摄阶段得到的众多素材剪辑成完整的影片。一般在电影的摄制过程中,实际拍摄的素材是最终剪辑完成的影片长度的数倍,甚至数十倍。剪辑师要从大量的素材中挑出满意的素材,并把它们按前期阶段的设定和电影的语法组织在一起。后期创作还包括声音的制作与合成。只有到这个阶段——当多余的素材已经去掉,镜头已经有机地组接在一起,画面和声音已经同步时才可以看到影片的真正面貌。因为影片的大量信息和含义,并不是包含在某一个镜头的画面之中,而是包含在画面的组接方式中,包含在画面与声音的关系中。毫不夸张地说,影视艺术在很大程度上正是表现在后期制作之中的。

传统的电影剪辑是真正的剪接：拍摄的底片经过冲洗而制作成为一套工作样片，剪辑师利用这套样片进行剪辑。剪辑师从大量的拍摄素材样片中挑选需要的镜头，用剪刀将胶片剪开，再使用赛璐珞胶水把它们粘在一起，然后在剪辑台上观看剪辑的效果。这个反复剪开、粘贴的过程不断地重复，直到最终得到满意的效果。这个过程到现在仍然很常见，虽然看起来很原始，但这种剪接却是真正非线性的。剪辑师们无须从头到尾按照顺序工作，他可以随时将样片从中间剪开，插入一个镜头，或者剪掉一些镜头。这种方式是非常原始的，它没有任何的光学处理技巧，同时剪刀加浆糊式的手工操作的效率也很低。



图 1-1-2 传统的电视编辑设备

传统的电视编辑则是在编辑机上进行的，编辑设备主要由一台放像机和一台录像机组成。剪辑师通常通过放像机选择一段合适的素材，把它记录到录像机的磁带上，再寻找下一个镜头。此外，高级的编辑机还有很强的特技功能，可以制作各种叠画和划像，可以调整画面颜色，也可以制作字幕等。由于磁带汇录的画面是顺序的，无法在已有的画面之间插入一个镜头，也无法删除一个镜头，除非把这之后的画面全部重新录制一遍，所以这种编辑叫做线性编辑。它虽然在效果的加工与制作上面有了很大进步，但是对于影视剪辑这个需要反复调整与推敲的工作来说，在效率上相对原始的电影剪辑反而是一种倒退。

这两种传统的剪辑手段虽然各有特点，但是局限性也很突出，大大降低了剪辑人员的创造力和工作效率，使宝贵的时间大量地浪费在烦琐的操作过程中。如今，基于计算机的数字非线性编辑技术使剪辑手段得到很大的发展。这种技术的核心在于，它将所有的素材通过采集转换为数字化的文件并列在计算机的硬盘中，利用软件所提供的非线性模式进行剪辑。而且它通过硬件的支持可以随时对剪辑的结果进行回放，大大地提高了效率。同时，通过软件和硬件的扩展，它可自由地创作出各种复杂的特技效果。数字非线性编辑不仅综合了传统电影和电视编辑的优势，而且使编辑技术有了进一步的发展，是影视剪辑技术的革命性进步。从 20 世纪 80 年代开始，数字非线性编辑在动态媒体的制作中逐步取代了传统方式，成为后期制作的标准方法。

在数字非线性编辑功能发展的同时，后期制作又肩负起了一个更加重要的职责：特技镜头的制作。特技镜头指无法直接拍摄得到而需要通过特殊的手段制作完成的镜头。比如拍摄对象或环境在现在的现实生活中根本不存在，如恐龙、外星人，或者拍摄的对象和环境虽然在实际生活中存在，但无法同时出现在同一个画面中，如影片的主角从巨大的瀑布上跳水逃生。要解决前一个问题，早期的影视特技采用了特殊化妆 (special make-up)、模型 (miniature)、爆破效果 (pyrotechnic)、运动控制技术、绘景等传统手段来造成“无中生有”的虚拟的真实效果 (图 1-1-3、图 1-1-4)。

如今，后期制作更多地加入了计算机三维模型与动画技术，通过计算机软件里的虚



图 1-1-3 《MATRIX》特殊化妆 (special make-up)



图 1-1-4 《MATRIX》模型 (miniature), 爆破效果 (pyrotechnic)。

拟三维模型、材质光影表现和动画效果来创造一个个活生生的虚拟形象，结合外部的三维扫描仪、表情与动态捕捉设备可以高效率地完成许多以前的传统特技制作所无法达到的效果。(图 1-1-5、图 1-1-6)

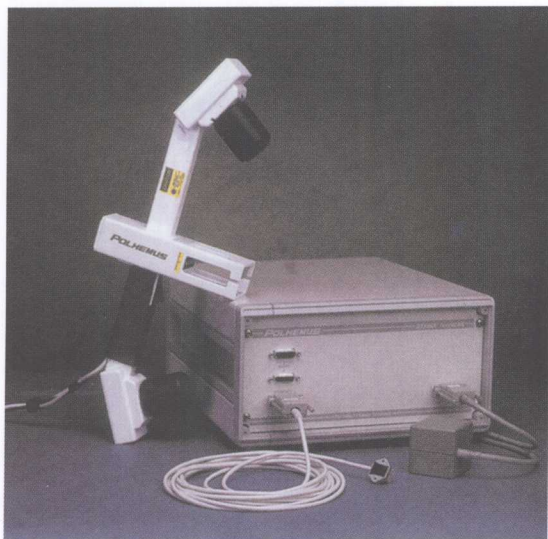


图 1-1-5 三维扫描仪



图 1-1-6 动态捕捉设备

但是通过这样的一些手段也只是解决了问题的一部分，也就是模仿出了对象或者制作出了环境，这自然地引出了另外一个难题：如何把这些创作出来的图像有机地合并在一个画面里？这当然就要依赖本书所要重点讲述的影视后期的合成知识。简单地说，合成就是将分别拍摄和制作出来的影像素材合并在一个镜头内，并且对镜头内部各个部分的效果、色彩、动态作出相应的调整，使之无缝地结合在一起，达到最大的艺术合力和视觉效果。

通过上面的介绍，我们可以大致总结出影视后期制作的概貌：

发展到现代，后制作业阶段的工作可以大致划分为剪辑和合成两个具有不同创作重点、任务和范围的板块。

剪辑是指按照前制作业阶段的分镜设定和视听语法的原则，从众多的素材中剪接出最符合需要的镜头和声音，并按照一定的顺序连接起来形成完整的影片。剪辑主要分为图像剪辑和声音剪辑两个部分。它的工作结果是要有机地解构镜头，成为完整的影视作品。镜头是剪辑的基本元素，镜头的选择、长短和镜头之间的并列关系是剪辑工作的核心。

合成是指利用拍摄、制作的动画片断等所得到的图像素材，通过各种特技制作工具

将多个图像后期合成，有机地合并为一个完整的镜头，并且调整各个素材之间的效果、色彩、动态关系。它的工作对象是各种“半成品”的图像素材，素材之间在画面效果和动态关系上的协调与组合是后期合成的工作核心。

1.2 数字合成技术概貌

在数字影视技术应用越来越广泛的今天，大家对电脑三维动画都较为熟悉。其实数字合成技术在影视制作中扮演的角色毫不逊色于电脑三维动画技术。可以毫不夸张地说，数字合成技术是现代影视制作中应用最为广泛的一门数字技术。正是因为其应用太过广泛，在各种影视作品中经常能够看到，大多数观众反而对其习以为常，没有去进行深入的思考；即使人们注意到一些非常精彩的电脑特技镜头，但吸引我们大部分注意力的，往往是镜头中的电脑三维动画技术部分，却忽略其中高水平的数字合成技术。在人们看到《侏罗纪公园》、《星战前传》、《骇客帝国》、《精灵鼠小弟》等数字电影大片时，一般都会对其中电脑特技的精彩镜头叹为观止，而很少有人能考虑电脑三维所做出的恐龙、外星人以及小老鼠“斯图尔特”等是怎样合成到真实的场景中进行表演的。而数字合成技术正是解决这一问题的有力工具。

此外，还有很多人容易忽略的较为隐性的特技，如由漫画改编而成的电影《SIN CITY》，其中特有的像黑白漫画一样的特殊画面效果，要达到这样的特殊效果依赖三维动画是很难的，只有后期合成能够从容地解决这样的问题。（图 1-2-1）

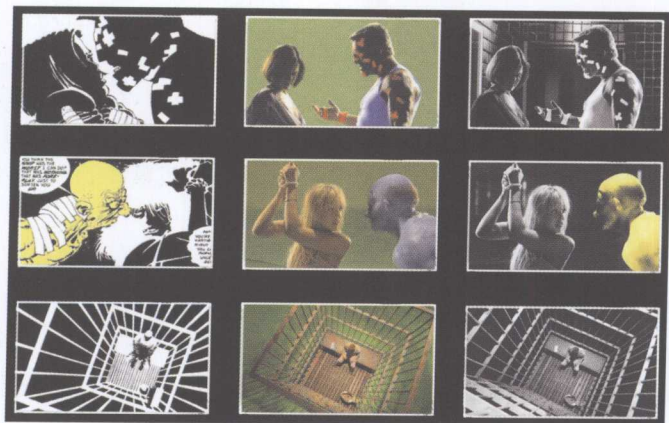


图 1-2-1 电影《SIN CITY》

虽然这些都是好莱坞大片中的例子，无论其制作所用的硬件（主要是图形工作站）、软件，还是制作人员的经验水平，恐怕都与我们现有的条件相去甚远。但是殊途同归，合成的基本概念、思想、方法、手段与我们常用的工具是基本一致的；合成的经验、艺术素养及制作水平也是一个由浅入深、由低到高的循序渐进的过程。我们完全有可能通过现有的、各种较为方便的数字合成工具的使用和训练，逐渐掌握数字合成技术的本质和精髓，进而成为经验丰富、技术高超的数字合成艺术家，随心所欲地做出各种各样精美的电脑动画特技镜头。

1.2.1 数字合成技术的基本概念

早期的影视合成技术主要是根据光学合成的原理在胶片、磁带的拍摄过程以及胶片的洗印过程中实现的，工艺虽然较为落后，但能够做出一定的特技效果。如“抠像”、“叠画”等合成的方法与手段，都在早期的影视制作中得到了较为广泛的应用。在集传统电影特技之大成的里程碑式的电影《星球大战》的一、二、三中，我们就可以看到传统合成技术的成功运用，如图 1-2-2 所示。



图 1-2-2 《星球大战》

而数字合成技术，相对于传统合成技术而言，主要是运用先进的计算机图像学的原理和方法，将多种源素材采集到计算机里面（源素材数字化），并用计算机将其混合成单一复合图像，然后输出到光碟、磁带或胶片上。在计算机进入图像领域之前的很长时间，合成技术在影视制作中就已经得到较为广泛的应用，其合成效果也达到了很高的水平，这一点从《星球大战》中那些令人眼花缭乱的特技镜头中就可以得到充分的证明。而随着计算机处理速度的提高以及计算机图像理论的发展，数字合成技术得到了日益广泛的运用。影视艺术的工作者们在使用计算机进行合成操作的过程中强烈地感受到数字合成技术极大的便利性、高效率 and 手段的多样性——合成作品的效果比传统合成技术更为精美，更加不可思议，这成为推动数字合成技术发展的巨大动力。在数字合成技术的发展过程中，又有一大批计算机技术方面的专家以极大的热情投入到这一领域中，在技术的发展以及技术与艺术的结合方面作出了卓越的成绩。在前辈们天才的思想和不懈努力下，我们今天非常幸运地拥有各种强大的数字合成工具，这些工具均包括硬件和软件两个方面。以下将进行进一步讨论。

1.2.2 数字合成技术的技术背景

如今我们所拥有的各种功能强大的数字合成工具包括硬件和软件两个方面。而在硬件方面，高性能合成软件对硬件性能要求很高，因此大多是运行在高性能的图形工作站上，SGI 的 Oynx、Octane 等是高端的数字合成硬件的主力。



图 1-2-3 SGI 的 Oynx、Octane 工作站

在这些高性能图形工作站上有很多专业的数字合成软件，其功能都非常强大，其中具有代表性的是加拿大 Discreet Logic 公司的产品。Autodesk 公司的子公司 Discreet Logic 公司是一家著名的专门开发和生产影视后期数字非线性编辑，以及特技效果制作系统的专业公司。它提供了一整套全范围的影视后期数字制作工具，包括了从后期数字制作开始到制作完成的整个过程。它的产品 Flint、Flame、Inferno、Fire、Smoke 曾多次获得各种奖项，是被世界公认的最优秀的制作系统，在美国好莱坞已经成为特技电影制作的工业标准。（图 1-2-4）

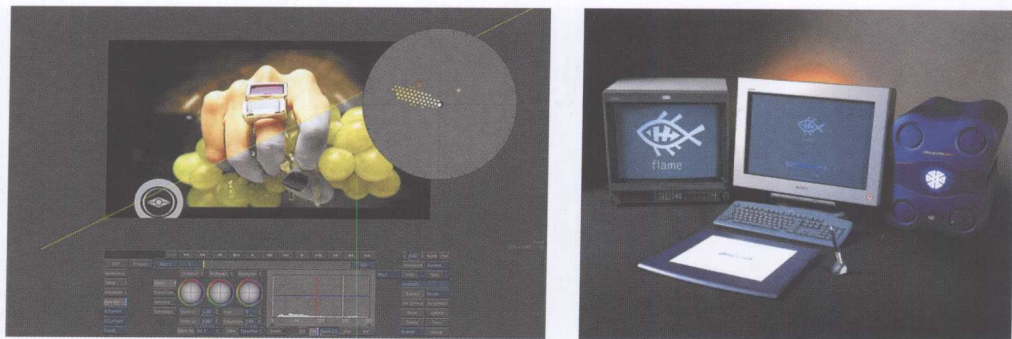


图 1-2-4 Discreet Logic 公司的 Inferno、Flame

随着 PC 机性能的日益提高以及普及性的增强，很多基于 PC 硬件平台与 Windows 操作平台的数字合成软件也日益成熟，并在越来越广泛的运用中得到很大的发展。这些工具在合成效果、操作界面、运算速度等各个方面都达到了相当不错的水平，较之于图形工作站上的专用合成软件也毫不逊色。如今 PC 平台上较为流行的数字合成软件有 Combustion、Aftereffect、Fusion、5D Cyborg 等，这些软件的功能都非常强大，而且在此基础上又有各自擅长的功能，用以处理各种不同的合成特技镜头。有了这么多强有力的工具，我们就可以比较方便地做出非常精彩的合成特技镜头，实现所要表现的艺术效果。在以后的章节我们会详细讨论基于 PC 操作平台的合成软件的使用。

1.3 数字合成原理

那么究竟什么是数字合成？它的工作原理是怎么样的？

合成，可以这样来定义：通过各种操作把两个以上的源图像合并为一个单独的图像。这里同时包含着这样的过程：要通过各种操作使源图像适合于合成，要通过各种手段使多个源图像合并到一起。这个过程既包含着软件的技术操作，又服从于艺术方面的判断，因此一个优秀的后期合成艺术家应该在软件技术和艺术审美两个方面都具有出色的能力。下面我们首先给大家介绍一下数字图像的工作原理。在这个部分我们不具体介绍某个软件的具体操作方法，而主要介绍后期合成工具所共有的功能和其工作原理。对原理的理解在很大程度上有助于大家进行后期制作的学习和图像的操作，在懂得后期的工作原理之后，不论大家选择学习何种后期合成工具都会事半功倍。

1.3.1 图像的数字表示

图像是合成处理的基本元素。在现实生活中，它可以指事物投射到人眼中的影像，也用来指照片等影像的载体，其基本特点是立体的现实世界投射到一个二维的平面上的结果。

我们用于数字合成的图像，一般有三种来源：利用摄像机实际拍摄得到的画面；人工绘制的画面，包括用传统的纸笔画出的画面，或用 Photoshop 或 Painter 之类的绘图软件绘制的数字画面；由计算机自动生成的画面 (Computer Generated Images, 缩写为 CGI)。CGI 和人工绘制的数字画面，本身就保存在计算机中，无需数字化，而其他的图像来源都必须经过数字化才能为计算机所识别，并用于数字合成。这种数字化一般有两种方式：

1. 扫描

扫描是利用我们常见的平板扫描仪扫描照片、绘画等，或利用专门的胶片扫描仪将电影胶片扫描到计算机中。

2. 视频采集

视频采集是利用专门的视频采集卡，将摄像机拍摄的视频信号转换为数字信号，以数字化的视频文件的形式输入并储存到计算机中。

在传统的摄影技术中，外部世界的影像通过胶片上的感光乳剂的微粒曝光来进行记录。而在计算机的图像统计和表示方式中，则是利用像素所组成的矩阵显示——众多数值的像素排列在一起就逼真地模拟出了人眼所观察到的图像。（图 1-3-1）



图 1-3-1 当把画面放大后看到的像素的效果

当像素被表现得足够细，超过了人眼的分辨能力，我们就不会再看到单独的像素，而只会看到整体的图像。画面的分辨率是数字图像质量的重要指标。图像划分越细，像素数量越多，画面质量当然越高，但数据量越大，处理时需要的计算量也越大。所以分辨率并非越高越好，而应该根据实际用途的需要来选择。在影视领域，我们常看到如图 1-3-2 所示的分辨率。

视频制式	帧尺寸
NTSC	640x480
NTSC DV	640x480
PAL	768x576
PAL DV	720x576
EDTV	1280x720
HDTV	1920x1280
FILM FULL APERTURE (2K)	2048X1556
CINEMASCOPE (ANAMORPHIC)	1828X1556
ACADEMY APERTURE (CINEON FULL)	3656x2664
ACADEMY APERTURE (CINEON HALF)	1828x1332

图 1-3-2

当我们把图像划分为像素后，接踵而来的问题就是如何表示像素的色彩。从颜色学的原理可以知道，人们能感受到的色彩，基本上可以用红(R)、绿(G)、蓝(B)三种色彩按照一定比例混合而得。因此可以采用 RGB 色彩系统来表示颜色：以红、绿、蓝作为基本颜色，即三原色；把每一种颜色用三个数字来表示，分别表示红、绿、蓝三原色在其中的强度；255 表示某种原色在其中达到的最大强度，而 0 表示该原色在其中完全没有；从 0 到 255 之间的值表示达到的强度数值。计算机把这个数取为 255，是因为它刚好是 8 位二进制数（即一个字节）所能表示的最大整数。这样每种原色用 8 位二进制数来记录，而每个像素就需要 24 位（即三个字节）。这时，我们的图像就被称为 8 位颜色深度图像（有时称为 24 位颜色深度）。在 8 位颜色深度下，每种原色有 256 级强度，总共可以表示 $256 \times 256 \times 256 = 16777216$ 种，即愈一千六百万种颜色。通常情况下，这么多颜色已经够用

了，可以非常逼真地表现出自然界丰富的色彩。但在高档的印刷或大屏幕的电影制作中，这么多级的色彩变化还不够细腻，同时还有一个更严重的问题：由于各种数学运算得到的结果经常需要取整，会导致损失一部分精度，所以对图像的操作越多，画面色彩层次的损失就越大，很多画面色彩的细腻变化就会丢失。这时可以采用更大的色彩深度，比如 10 位、12 位甚至 16 位。RGB 颜色系统在视频、计算机和电影领域应用广泛，因为它和电脑显示器、电影胶片记录颜色的方式很相似。但这并不是唯一的颜色系统，实际上，它与人对色彩的感受有很大的距离。为了更好地表达人对色彩的感受，人们设计了 HLS 颜色系统，它用色相(Hue)、亮度(Lightness)和色饱和度(Saturation)来表示一种颜色。其中色相按环状排列，按角度从 0 到 360 记录，亮度和色饱和度按百分比记录，这样对校色特别有效。例如改变画面的色饱和度，可以在不改变画面色相的情况下，使颜色更加浓烈或淡雅。也有被称为 HSV(Value，即强度)或 HSB(Brightness，亮度)的色彩系统，但基本和 HLS 是一样的。在印刷行业，人们一般使用 CMYK 颜色系统，因为这种方式更适应分色印刷技术的要求。不同的色彩系统之间存在着相互转换的公式，所以用 RGB 系统记录的图像，也可以采用 HLS 的方式来校色。颜色在 HLS 与各种 RGB 色彩系统中的表示如图 1-3-3 所示。

颜色	颜色值(RGB, 小数记录)			颜色值(RGB, 8位颜色深度)			颜色值(HLS)		
	R	G	B	R	G	B	H	L	S
	1	0	0	255	0	0	0	0.5	1
	0	1	0	0	255	0	120	0.5	1
	0	0	1	0	0	255	240	0.5	1
	1	1	1	255	255	255	0	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	0	255	255	0	60	0.5	1
	1	0	1	255	0	255	300	0.5	1
	0	1	1	0	255	255	180	0.5	1
	0.5	0.5	0.5	128	128	128	0	0.5	0
	0.88	0.49	0.16	225	124	40	27	0.52	0.82
	0.12	0.49	0.73	30	124	187	204	0.42	0.84
	0.88	0.49	0.16	76	131	96	142	0.4	0.42

图 1-3-3 RGB 与 HLS 色彩系统

我们把图像中某一种原色的值称为一个通道(Channel)，因此有红通道、绿通道、蓝通道。有时图像不仅记录了颜色信息，同时还记录了其他信息。这些信息也以通道的形式出现，记录的方法与颜色通道相同。其中最常见的是 Alpha 通道，它记录了画面的透明度信息。一般以 1 表示画面的完全不透明部分，而 0 表示完全透明部分，中间值表示各种程度的半透明部分。这种信息在合成时是极其重要的，当前景和背景合成时，常根据前景的 Alpha 通道来确定哪些像素保留为前景内容，哪些像素变为背景内容，哪些像素由两者按比例混合而得。Alpha 通道有时被简称为通道，也被称为遮罩(Mask)或挡板(Matte)。许多图像格式可以保存 Alpha 通道，这样如果画面的颜色深度仍是 8 位，每个像素就需要 4 个字节，共 32 位数据来表示。当然我们用摄影机拍摄到的画面本身不会带有 Alpha 通道的信息，但可以通过各种手段来提取出通道，这些技术在后面的小节会有详细的讨论。而由三维软件生成的画面，就常常带有 Alpha 通道，所以十分便于合成。另一种常见的通道用于记录像素的深度，即离摄像机的距离，称为 Z 深度通道(Z Depth Channel)。这个通道通常也是由三维软件生成画面时产生的。它可以用于深度合成，即深度小的像素遮盖深度大的像素，也可以用来模拟景深虚化和雾化的效果。除了这两种通道，还可以有其他特殊的通道，记录与像素相关的其他信息。例如我们将要重点介绍的 Fusion，就是利用各种附加通道来实现与三维软件密切协作的功能。

因为数字图像、视频的数据量很大，所以人们经常采用各种压缩技术，以便于存储和传输。但一般的压缩技术都会造成画面质量的下降，而各种合成操作也会或多或少地降低图像的质量。所以为了确保最终合成画面的质量，应尽量使用不压缩的画面作为合成的原始素材。关于压缩的问题，在本书附录中会有更详细的介绍。

1.3.2 图像的操作

1. 校色 (IMAGE UPGRADE)

对图像中各个像素的颜色进行矫正或者作出主观的色彩调整, 这种操作我们称为校色。校色是数字合成最基本也是最重要的功能之一。在后期合成中常常需要对参与合成的各个图像素材进行校色, 以便保持其色调的统一, 营造画面的气氛。很多时候即使没有特技镜头, 不需要合成, 为了使画面色彩更加漂亮, 氛围更加突出, 也会对拍摄下来的镜头进行校色。校色在现在的影视媒体的创作中已经非常普遍, 不只是电影, 就连很多制作稍微考究的电视剧都会依据导演的意图对影片的整体色调进行调整和控制, 以便加强影片的主题感受和情节氛围的表达。(图 1-3-4)

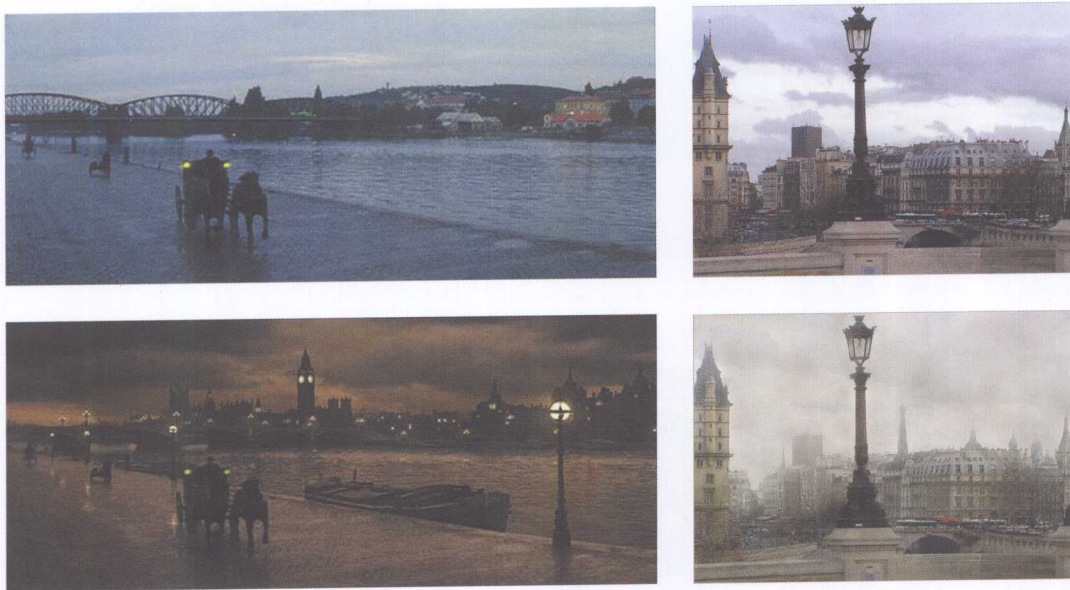


图 1-3-4 校色营造图像的氛围

在这一部分我们将首先介绍色彩矫正的图像学原理, 这将对大家更好地理解后期软件的工作原理起到重要的作用。

我们用曲线的方式来表示校色对图像的影响。其中 X 轴表示校色前的像素值, Y 轴表示校色后的像素值。没有经过校色的图像, X 值和 Y 值始终相等。(图 1-3-5)

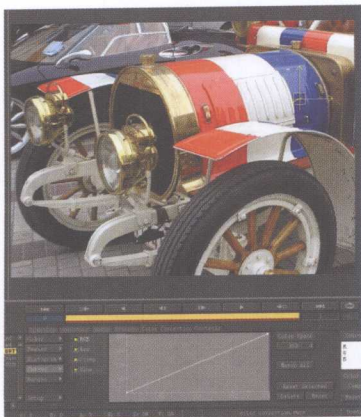


图 1-3-5 原始图像及校色曲线