

 北京电影学院  
BEIJING FILM ACADEMY

中国电影美术教育教学丛书

# 电影视觉特效的数字制作

Digital Production of Visual Effects in Film

王鸿海 李金辉 著

 中国电影出版社

# 电影视觉特效的数字制作

Digital Production of Visual Effects in Film

王鸿海 李金辉 著



CFP 中国电影出版社

### 图书在版编目 (CIP) 数据

电影视觉特效的数字制作 / 王鸿海, 李金辉著.  
—北京: 中国电影出版社, 2014. 7  
(中国电影美术教育教学丛书)  
ISBN 978 - 7 - 106 - 03950 - 9

I. ①电… II. ①王…②李… III. ①数字技术—应  
用—电影特技—制作 IV. ①J916 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 136861 号

## 电影视觉特效的数字制作

王鸿海 李金辉 著

---

出版发行 中国电影出版社 (北京北三环东路 22 号) 邮编 100029  
电话: 64296664 (总编室) 64216278 (发行部)  
64296742 (读者服务部) Email: cfpvgh@126.com

经 销 新华书店  
印 刷 中国电影出版社印刷厂  
版 次 2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月北京第 1 次印刷  
规 格 开本/787×1000 毫米 1/16  
印张/24.5 插页/2 字数/430 千字

---

书 号 ISBN 978 - 7 - 106 - 03950 - 9/J · 1543  
定 价 99.00 元

# 序

中国电影已经进入到一个全面数字化时代，无论是从前期策划筹备期的数字化，到中期摄制拍摄期的数字化，再到后期合成制作期的数字化，甚至到院线放映期的数字化。其全面综合数字化的制作体系已经彻底改变了中国电影创作以及观赏的传统模式。

在全面数字化的中国电影产业环境下，几十年来，北京电影学院美术系在特技特效的理论研究和专业教学研究上都取得了诸多成果，且形成了自己的实践教学体系。

北京电影学院电影特技特效实验室成立10年以来，对电影数字化制作生产体系和电影电视特效创作与教学进行了一系列较为全面的研究。近几年来，在我与特技特效教研室的教师们的共同努力下，主持并参与了多部电影和电视剧的视觉特效创作与制作。将电影电视视觉特效的实战任务同实践教学紧密结合，不仅提高了老师和学生们的实战经验，又为老师和学生们积累了理论与实践相结合的大量素材，老师和学生们撰写了几十余篇论文，并在专业权威性刊物上发表。现在我同李金辉老师将多年来的创作和教学经验梳理后，撰写了《电影视觉特效的数字制作》一书，仅供参考。

《电影视觉特效的数字制作》这本书囊括了电影数字制作的基础理论和数字化视觉特效的软件介绍，以及数字软件NUKE的具体使用方法等诸多方面的内容，适合电影视觉特效的爱好者和专业层面的电影视觉特效制作者学习与参考。

在这本书里，着重通过近5年来中国电影和电视剧中比较典型的作品，如《孔子》《幸存日》等诸多影片视觉特效真实案例的详细分析，为读者逐步讲解电影的视觉特效镜头是怎样完成的。

在全球数字化产业时代，我们该如何发展我们自己的电影工业，在技术与艺术两个方面都要兼顾，都要深入研究，只有在艺术与技术两条路上兼容并顾，方可立足于本民族电影工业，与此同时放眼世界电影工业，做到循序渐进地将中国电影推向世界，让中国电影走出去。

北京电影学院  
王鸿海教授、副校长

# 目 录

## 第一章 电影视觉特效数字合成软件 / 1

### 1.1 软件概述 / 2

#### 1.1.1 Nuke 软件介绍 / 2

#### 1.1.2 Adobe After Effects 软件介绍 / 4

#### 1.1.3 其他软件介绍 / 6

### 1.2 影视合成软件对比 / 6

#### 1.2.1 节点式软件 / 6

#### 1.2.2 层级式软件 / 7

### 1.3 Nuke 软件特色 / 8

#### 1.3.1 Nuke6.2 的新特性 / 8

#### 1.3.2 软件特色 / 9

#### 1.3.3 工作流程 / 10

### 1.4 系统需求 / 11

#### 1.4.1 Windows 和 Linux 平台 / 11

#### 1.4.2 Mac OSX 平台 / 11

### 本章总结 / 12

### 本章作业 / 12

## 第二章 合成软件的抠像技术简介 / 13

### 2.1 Nuke6.1v1 界面布局 / 14

#### 2.1.1 窗口布局 / 14

#### 2.1.2 主菜单 / 16

#### 2.1.3 基本设置 / 18

## 2.2 素材类型 / 20

### 2.2.1 标清素材 / 20

### 2.2.2 高清素材 / 20

## 2.3 胶片拍摄 / 22

### 2.3.1 胶片类型 / 22

### 2.3.2 胶片播放 / 23

## 2.4 数字拍摄 / 25

### 2.4.1 摄影机的选择 / 25

### 2.4.2 R3D / 25

### 2.4.3 其他数字摄像机介绍 / 26

## 2.5 抠像原理 / 28

### 2.5.1 抠像定义 / 28

### 2.5.2 抠像类别 / 29

### 2.5.3 影视中蓝绿背景的应用 / 29

## 2.6 基本合成 / 34

### 2.6.1 素材导入 / 34

### 2.6.2 节点连接 / 36

### 2.6.3 合成 / 38

### 2.6.4 渲染输出 / 41

## 本章总结 / 43

## 本章作业 / 43

# 第三章 电影特效素材拍摄概述 / 44

## 3.1 基础抠像介绍 / 45

### 3.1.1 Nuke 中的抠像模块 / 45

### 3.1.2 Keylight 抠像模块 / 45

### 3.1.3 Primatte 抠像模块 / 54

### 3.1.4 Primatte 抠像技术 / 59

### 3.1.5 Keyer 抠像模块 / 63

### 3.1.6 Difference 抠像模块 / 69

### 3.1.7 HueKeyer 抠像模块 / 73

|       |                           |
|-------|---------------------------|
| 3.1.8 | Ultimatte 抠像模块 / 78       |
| 3.1.9 | IBK 抠像模块 / 81             |
| 3.2   | Nuke 抠像功能解析 / 87          |
| 3.2.1 | 使用 Keylight 抠取人物 / 87     |
| 3.2.2 | 绿色背景抠像的综合应用技术 / 93        |
| 3.2.3 | 特写镜头运动模糊抠像 / 106          |
| 3.2.4 | 如何处理多块蓝、绿背景拼接中的接缝 / 114   |
| 3.3   | 特效素材的拍摄方法 / 121           |
| 3.3.1 | 拍摄前的准备工作以及注意事项 / 121      |
| 3.3.2 | 拍摄水、火、爆破以及烟雾等素材 / 121     |
| 3.4   | 拍摄车戏 / 123                |
|       | 本章总结 / 124                |
|       | 本章作业 / 124                |
| 第四章   | 电影视觉特效素材的 Roto 技术 / 125   |
| 4.1   | 什么是 Roto / 126            |
| 4.2   | Roto 的应用 / 127            |
| 4.2.1 | 蓝绿背景色彩不均匀无法抠像 / 127       |
| 4.2.2 | 前景素材超出蓝绿背景 / 127          |
| 4.2.3 | 非蓝绿背景镜头 / 128             |
| 4.3   | Roto 技巧简述 / 128           |
| 4.3.1 | 精简的关键帧 / 129              |
| 4.3.2 | 合理的加点和分解元素 / 129          |
| 4.3.3 | 运动模糊 / 129                |
| 4.4   | Nuke 中 Roto 基础 / 130      |
| 4.4.1 | Roto 基础入门 / 130           |
| 4.5   | Nuke 中 Roto 节点的参数详解 / 137 |
| 4.5.1 | Bezier 节点 / 137           |
| 4.5.2 | Roto 节点参数详解 / 142         |
| 4.5.3 | Rotopaint 节点参数详解 / 150    |
| 4.6   | Nuke 中 Roto 的实际案例分析 / 151 |

- 4.6.1 电影《幸存日》人物的 Roto / 151
- 4.6.2 运动缓慢人物的 Roto / 154
- 4.6.3 电视剧《孔子》的 Roto / 162
- 4.7 其他软件中关于 Roto 的技巧模块 / 165
  - 4.7.1 Silhouette 软件中 Roto 的使用 / 165
  - 4.7.2 AE 软件中 Roto 的使用 / 175
- 本章总结 / 178
- 本章作业 / 178

## 第五章 电影视觉特效素材的画面修正技术 / 180

- 5.1 什么是威亚 / 181
  - 5.1.1 威亚的定义 / 181
  - 5.1.2 前期威亚技术与后期擦威工艺的相互影响 / 182
- 5.2 威亚拍摄类型 / 183
  - 5.2.1 演员 / 184
  - 5.2.2 道具 / 185
  - 5.2.3 其他类型 / 186
- 5.3 Nuke 中擦威亚的技术模块概述 / 186
  - 5.3.1 直接替换背景擦威法 / 186
  - 5.3.2 运用单片跟踪法 / 192
  - 5.3.3 拾取镜头内部画面替换法 / 197
  - 5.3.4 逐帧擦除法 / 201
  - 5.3.5 插件擦除法 / 207
- 5.4 其他软件的擦威亚技术 / 212
  - 5.4.1 Silhouette / 212
  - 5.4.2 Adobe Photoshop / 219
  - 5.4.3 Digital Fusion / 224
  - 5.4.4 After Effects / 229
- 5.5 擦威亚综合案例解析 / 235
- 5.6 现代电影及电视画面修正的原因和操作 / 240
  - 5.6.1 导致画面修正的拍摄原因 / 240

5.6.2 旧影像画面的修复 / 241

5.6.3 画面修正技巧解析 / 241

本章总结 / 244

本章作业 / 245

## 第六章 电影特效合成的调色研究 / 246

6.1 色彩调整原理 / 247

6.1.1 调色的功能 / 247

6.1.2 认识色彩 / 248

6.2 调色的方法和类型 / 261

6.2.1 色彩调整的方法 / 261

6.2.2 色彩调整的类型 / 265

6.3 单层色彩的调整 / 266

6.3.1 Nuke 调色系统概述 / 266

6.3.2 Grade 调色 / 266

6.3.3 Colorcorrect 调色 / 273

6.3.4 Huecorrect 调色 / 279

6.3.5 Multiply 调色 / 289

6.4 多层色彩的匹配 / 292

6.4.1 多层色彩匹配的目的 / 292

6.4.2 多层色彩匹配的应用范围 / 292

6.4.3 多层色彩匹配的工作流程 / 293

6.4.4 多层色彩匹配的调色原则 / 293

6.4.5 多层调色案例详解 / 293

本章总结 / 314

本章作业 / 315

## 第七章 电影特效合成中的运动跟踪与画面稳定研究 / 316

7.1 追踪原理 / 317

7.1.1 什么是追踪 / 317

7.1.2 追踪的作用 / 317

7.1.3 追踪和稳定 / 317

7.2 运动追踪案例详解 / 322

7.3 稳定追踪详解 / 330

本章总结 / 337

本章作业 / 337

第八章 电影特效合成中的三维空间合成研究 / 338

8.1 三维空间的合成概述 / 339

8.1.1 三维合成空间的功能 / 339

8.1.2 三维空间合成的类别及合成思路 / 340

8.2 三维视窗详解 / 341

8.2.1 如何进入三维视窗 / 341

8.2.2 三维视窗的操作 / 341

8.2.3 三维视窗参数面板详解 / 342

8.3 三维空间的创建 / 345

8.3.1 三维合成空间中的基本元素 / 345

8.3.2 三维合成空间的创建步骤 / 346

8.4 三维物体详解 / 353

8.4.1 Card 详解 / 353

8.4.2 其他三维物体的使用 / 365

8.5 摄影机的使用 / 365

8.5.1 摄影机的功能 / 365

8.5.2 摄影机的创建 / 365

8.5.3 摄影机的调节 / 366

8.5.4 摄影机的动画 / 367

8.5.5 摄影机的影像投射 / 367

8.6 《孔子春秋》三维空间合成 / 371

8.6.1 《孔子春秋》合成案例 / 371

本章总结 / 376

本章作业 / 376

**第九章 电影特效合成中的管理 / 377**

**9.1 特效公司的后期制作 / 378**

9.1.1 特效公司工作流程 / 378

9.1.2 特效公司部门介绍 / 378

**9.2 特效公司的合成部门 / 380**

9.2.1 合成部门与其他部门间的合作关系 / 380

9.2.2 特效公司的工作单 / 381

**本章总结 / 381**

**本章作业 / 381**

## 第一章

# 电影视觉特效数字合成软件

### ■本章内容

电影视觉特效已经成为当今大型电影的必备元素之一，电影《阿凡达》革新了人类绵亘了近一个世纪的观影方式，不禁让人惊叹其合成的逼真与强大！当制作复杂的合成图像时，需要应用正确的制作工具，以便完成工作中的特殊要求。Nuke 曾应用在 Digital Domain 公司所制作的很多电影和商业片中。本章主要讲述 Nuke 软件的发展和應用，让读者对 Nuke 有一个初步的认识。

### ■本章重点

- 了解目前主流的后期制作软件
- Nuke 软件发展史
- Nuke 软件特色和系统要求

### ■本章学习目标

- 熟悉掌握 Nuke 发展史
- 熟悉掌握软件特色
- 熟悉掌握系统要求

### ■教学环境要求：多媒体教室

## 1.1 软件概述

### 1.1.1 Nuke 软件介绍

Nuke 是一款高端影视合成软件，是好莱坞一线特效公司首选的后期合成工具，如 ILM、DD、Weta Digital、Framestore 等公司。Nuke 最初是 Digital Domain 公司研发的内部合成工具，因成功为电影《泰坦尼克号》进行特效合成而获得奥斯卡大奖并风靡全世界。经过十多年的历练，Nuke 不仅成为电影业内公认的高端、高效合成特效软件，更为电影特效制作提供了一个强大的工作平台。目前已经应用制作的电影有《泰坦尼克号》《真实的谎言》《后天》《父辈的旗帜》《澳大利亚》《第九区》《金刚》《变形金刚》《星际旅行》《守望者》《阿凡达》等好莱坞大片以及众多商业广告，如图 1-1 至图 1-4 所示。Nuke 是继 SHAKE 之后，公认的最强大的合成软件，它拥有速度快，成本低，可拓展性好，稳定性高等特点。



图 1-1 电影《阿凡达》剧照



图 1-2 电影《父辈的旗帜》剧照



图 1-3 电影《泰坦尼克号》剧照



图 1-4 电影《后天》剧照

Nuke 软件的开发前前后后经历了近二十个年头。1994 年，Digital Domain 公司自行开发了专业视觉特效合成软件——Nuke。2003 年，Digital Domain 公司开始对外发售 Nuke 4。2007 年 3 月，Digital Domain 公司把 Nuke 卖给了世界插件巨头——The Foundry 公司。The Foundry 公司成立于 1996 年，是一家位于伦敦的软件开发商，专注于影视方面的视觉特效技术。The Foundry 公司收购 Nuke 后，在短短四年间，将 Nuke 从 4.6 版本升级到现在的 6.2 版本。2008 年 2 月 22 日，The Foundry 公司发布了 Nuke 5.0v1 版本，成为 Nuke 发展史上里程碑式的代表。该版本的代码几乎全部重新编写，并重新设计了时尚专业的界面，在保留原有版本专业性的同时，大幅度提高了软件的易用性，使 Nuke 真正达到了雅俗共赏的境界。2008 年 9 月，The Foundry 公司发布了 Nuke 5.1v2 版本，从此 Nuke 全面迈进了 64 位时代。2010 年 1

月 20 日, The Foundry 公司发布了 Nuke 6.0v1 版本, 其中增加了内置 Keylight 抠像插件、RotoPaint 画笔工具和 3D 跟踪等功能。不同版本的 Nuke 操作界面如图 1-5 所示。

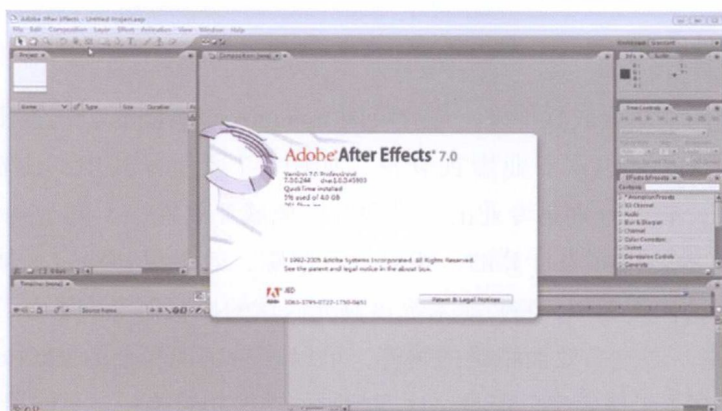


图 1-5 不同版本 Nuke 操作界面

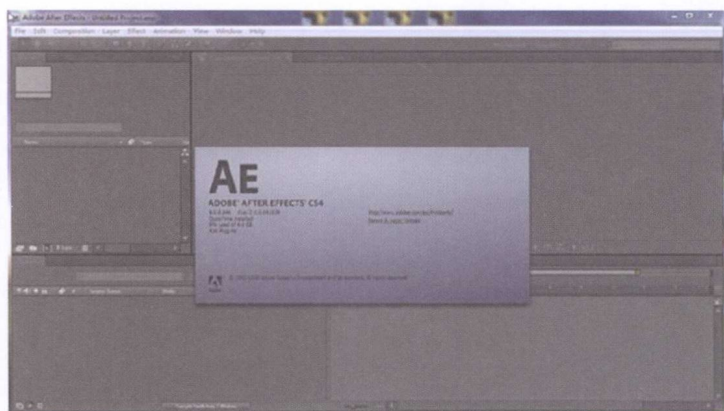
### 1.1.2 Adobe After Effects 软件介绍

Adobe 公司是一家开发平面处理软件的专业公司, 开发了广泛应用于图像领域的 Photoshop 等知名软件。Adobe After Effects (缩写 AE) 是 Adobe 公司推出的一款基于 PC 平台和 MAC 平台的专业影视编辑软件, 广泛应用于影视后期制作、广告制作、电视栏目包装以及多媒体动画制作等方面。

AE 是一款通用的后期软件, 也是目前为止使用最广泛的后期合成软件, 它可以和大多数的 3D 软件进行配合操作。由于 AE 对硬件性能要求并不高, 使它非常适合在制作电视栏目包装时使用。另外, AE 装载有复杂函数, 能够为影片、播放影像、多媒体演示和 Web 产生非常复杂而流畅的 2D、3D 效果, 可以说是一个能产生复杂、有趣和特殊效果的影像编辑系统。不同版本 After Effects 操作界面如图 1-6 所示。



After Effects 7.0 版本界面



After Effects CS4 版本界面

图 1-6 不同版本 After Effects 操作界面

1993 年 1 月, Adobe 公司推出了 After Effects 1.0 版本, 从此几乎每年都会发布不断改进的 AE 新版本出来。尤其从 2006 年 1 月发布的 Adobe After Effects 7.0 版本开始, AE 进行了全新流线型工作界面的设计, 包括可以随意组合和泊靠的界面元素, 以及能够进行跨图层地控制帧的新曲线编辑器。新版本很好地帮助用户高效、精确地创建无数种引人注目的动态图形和视觉效果。2011 年 4 月, 最新发布的 After Effects CS5 版本中内置了 Keylight 等插件。AE 通过与其他 Adobe 软件的紧密集成、高度灵活的 2D、3D 合成技术, 以及数百种预设的效果和动画, 不断地为电影、视频、DVD 和 Flash 作品制作出令人耳目一新的效果。

### 1.1.3 其他软件介绍

除上述介绍的常用合成软件外,还有英国 Imagineer Systems 公司推出的 Mokey、Mocha、Monet、Motor 四款专业影视软件,如图 1-7 所示。其中,比较常用的有 Mokey 和 Mocha,它们分别是专业的二维跟踪、擦威亚软件。不同于其他软件,它们的二维跟踪技术是以面来计算的,相对于点跟踪,效果更加稳定、精确。另外,Monet 和 Mokey 的操作类似,特点是对亮度高光区域的提取和遮挡能力。Motor 主要以处理 Roto 为主,通过高效而精确的解算,可以轻易实现复杂的 Rotoscope 项目的处理,大大地提高了工作效率。但是,这四款软件功能相对单一,只能用来进行简单的背景合成,使用起来有一定局限性。

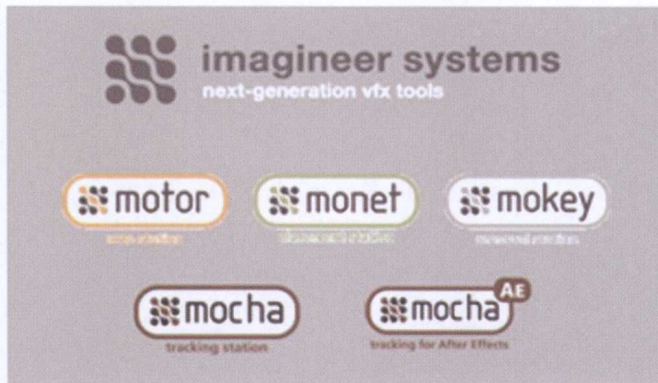


图 1-7 Imagineer Systems 公司的 Mokey、Mocha、Monet、Motor 四款专业影视软件

## 1.2 影视合成软件对比

影视合成软件可分为节点式和层级式两大类。

### 1.2.1 节点式软件

节点式软件是在节点视图区域以流水线的方式对素材进行处理加工,每添加一个素材或一个工具都会在流水线上形成一个节点,从而形成一串串的可自我排列形状的结构。节点式软件把对素材的任何操作,按照先后顺序,以清晰的线性结构展现在制作者面前,既可以方便调整顺序,也对制作效果的调试非常有利。这种方便纵观全