

高等院校图形图像及多媒体专业教材



数字影视 后期合成与特技特效

—— combustion 3 教程

姜浩 张洋 编著



清华大学出版社

高等院校图形图像及多媒体专业教材

数字影视

后期合成与特技特效

—— combustion 3 教程

姜浩 张洋 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书是《高等院校图形图像及多媒体专业教材》丛书中的一本。

本书结合数字影视技术的基础理论,详细讲解了数字影视合成与特技特效制作的应用技术,主要的实践环境采用 discreet 最新版本的数字影视合成与特技特效制作软件 combustion 3。全书共分 18 章,每一章中既有数字影视制作的相关基础知识介绍,也有供读者实践的数字影视合成与特技特效制作范例的讲解。本书的配套光盘包括了书中所涉及的所有素材。

本书是一本面向初级和中级读者编写的、注重理论与实际相结合的教材。希望本书的出版,能够帮助正在从事数字影视后期工作或打算进入数字影视后期制作领域的朋友们,了解和掌握数字影视制作的相关基本知识,熟悉 combustion 软件的各种应用。本书不但可以作为大学本科相关专业的教材,各培训机构也可用本教材的部分内容作为培训教材,结合 discreet 培训管理中心的授权认证组织教学、培训和认证考试。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

数字影视后期合成与特技特效——combustion 3 教程/姜浩,张洋编著. —北京:清华大学出版社, 2004.9

(高等院校图形图像及多媒体专业教材)

ISBN 7-302-09249-4

I. 数… II. ①姜… ②张… III. 电影美术—图像处理—应用软件, combustion 3—高等学校—教材
IV. ①J903-39 ②TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 084137 号

出版者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社总机:010-62770175 客户服务:010-62776969

组稿编辑:柴文强

文稿编辑:咏 鹏

印装者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×230 印张:28.5 字数:583 千字

版 次:2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-09249-4/TP·6490

印 数:1~3000

定 价:35.00 元(含光盘)

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或(010)62795704

我们所处的时代是视觉传媒大发展的时代。最近几十年里，在很多国家——其中最典型的是中国和美国，最重要的大众媒体一直是电视和电影，而电影和电视节目的制作则是很多人非常感兴趣的工作。

以前，由于设备昂贵和操作复杂，制作影视节目仅仅是少数专业人员所能完成的工作。计算机技术的发展，促使了基于计算机的数字影视制作系统的产生和普及。而随着数字非线性编辑系统在电影和电视制作领域的广泛使用，对影视画面合成与特技特效制作质量的要求也越来越高。

自从 discreet 公司发布了全新的合成特效软件 combustion 开始，它就与其他相继推出的数字合成软件一起，成为影视制作领域发展过程中的一个里程碑式的标志，宣告了基于 PC 平台的高质量数字合成时代的正式来临。从功能上看，这些软件实际上是根据具体应用和市场需求对数字后期制作系统进行了细分，把数字后期合成与特效制作系统从数字非线性编辑系统中分离了出来，在保证不压缩和高画面质量的前提下，实现不依赖于视频输入输出硬件（当然也完全能够支持主流的高质量视频输入输出硬件）的独立制作工作，使之成为能够灵活进行影视合成与特效制作的一个新的创作工具。

combustion 是一个可以运行在 Windows 和 Mac 环境下的数字影视合成与特效制作软件。它包含了一系列强有力的工具，可以用来进行数字视频音频采集输出、图形和字幕设计、矢量动画、数字影视合成及非线性编辑。combustion 和 3ds max 可以无缝地结合在一起，完成复杂的特效镜头与三维空间合成。利用 combustion 这一工具，用户能够在真正的三维环境内交互地完成运动跟踪、设置关键帧、校正颜色、场景背景同步和渲染等工作，它可以帮助影视制作人员大大提高工作效率，并将主要注意力集中在设计和创作上。

本教材试图帮助相关专业的学生和社会上爱好数字影视制作的读者，在尝试用数字影视制作工具制作影视节目、实现影视特技的实践过程中，深入领会必要的专业理论知识，形成比较规范的专业知识结构。书中主要结合数字图像处理 and 数字视频处理等方面的基础理论，讲解数字影视制作的实际应用。在内容上，希望能够既防止单纯叙述系

统功能的实现步骤、罗列电脑软件操作指令，又避免传统理论教材令人头疼的脱离实际的问题。在书中有不少专门的学习范例。希望读者能够参照范例反复进行练习，在理解基础理论的同时，掌握数字影视合成的实际应用技能。

本书中每章之后都提供一定数量的思考题，一方面考查读者对相关知识的掌握情况，另一方面也希望能引导读者在学习和实践的过程中多进行积极的思考，培养独立解决问题的能力。

本书配套的光盘中包含与教材内容相一致的标准清晰度数字视频素材、静态图像素材、图像序列素材和教学范例工作区文件等，供读者学习时使用和参考，希望这些资料能帮助大家更好地掌握书中介绍的知识。

以作者的经验，建议大专院校教授本课，采用 48~64 学时。

在本书中，我们针对初学者在学习和实践过程中可能出现的问题作了重点讲述，并澄清了很多其他书籍和文章中完全错误或有严重偏差的概念。例如，combustion 原始文档中所使用的 footage 一词在影视后期制作中应专指“素材或影视片断”，如果望词生义地将它理解为“脚本”（脚本一词在英文中只对应 script，从来不会联系上 footage），将与广告、动画制作、电视剧、专题片和电影摄制中的“分镜头脚本”或计算机编程的“脚本语言”的概念完全混淆，希望初学者注意区分。

本书为作者承担的广电总局科研项目成果之一，本书是在 discreet 公司的帮助和支持下完成的。

在编写本书的过程中，得到了北京广播学院科学艺术系主任廖祥忠先生的大力支持，在此表示致谢。同时，也向 discreet 公司的姜中强先生和范兰亭女士表示感谢。另外，还要感谢为本书的编写提供了很多帮助的北京广播学院科学艺术系的曹云生先生。

对于本书中存在的不足之处，欢迎读者朋友们指正。如果大家有兴趣针对书中提出的见解与我们进行讨论，可以通过电子邮件进行联系，我们的电子邮箱是：
scienceart@bbi.edu.cn。

编 者

2004 年 4 月于北京广播学院科学艺术系

第 1 章 combustion 3 介绍	1
1.1 合成的概念.....	2
1.1.1 数字媒体文件.....	2
1.1.2 数字合成.....	5
1.2 数字影视合成软件 combustion 介绍.....	9
1.3 使用 combustion 进行影视制作所需的硬件系统.....	18
1.4 制作流程——从拍摄到输出.....	20
1.5 combustion 工作的软件环境设置与准备.....	21
1.5.1 操作系统环境的设置.....	21
1.5.2 combustion 软件工作环境参数的设置.....	24
1.6 本章小结.....	27
思考题.....	28
第 2 章 熟悉 combustion 工作的软件环境	29
2.1 combustion 的 Workspace 文件.....	30
2.2 combustion 使用的媒体素材类型.....	32
2.3 combustion 的界面.....	34
2.4 combustion 的 Workspace 面板.....	38
2.5 范例：通过浏览一个完成的节目熟悉 combustion.....	39
2.5.1 运行 combustion 软件.....	40
2.5.2 打开 Workspace 文件.....	41
2.5.3 浏览工作项目中制作的节目.....	42
2.6 本章小结.....	47
思考题.....	48

第 3 章 二维合成与动画	49
3.1 combustion 中的工作区、合成节目和素材的参数设定.....	50
3.2 范例：二维合成节目的制作.....	56
3.3 本章小结.....	70
思考题.....	70
第 4 章 三维空间中的合成	71
4.1 三维合成及其 Workspace 面板.....	72
4.2 combustion 的三维合成参数面板.....	72
4.3 三维合成模式下的 Toolbar 面板及透视视图.....	77
4.4 范例：用 combustion 制作三维合成节目.....	79
4.5 本章小结.....	88
思考题.....	89
第 5 章 色彩校正	90
5.1 色彩校正的基本概念.....	91
5.2 范例：色彩校正.....	98
5.3 本章小结.....	108
思考题.....	108
第 6 章 色键抠像合成	109
6.1 色键抠像的基本概念.....	110
6.2 色键抠像的多种模式.....	112
6.3 色键抠像的工作界面.....	115
6.4 范例：色键抠像合成.....	117
6.5 本章小结.....	129
思考题.....	130
第 7 章 差别抠像	131
7.1 键控抠像工具.....	132
7.2 差别抠像的基本原理.....	134
7.3 范例：差别抠像合成.....	136
7.4 本章小结.....	147

思考题	148
第 8 章 Alpha 通道与蒙版	149
8.1 Alpha 通道及其应用	150
8.2 蒙版和模版图层	151
8.3 范例：应用 Alpha 通道进行合成	152
8.4 范例：蒙版合成与模版图层	163
8.5 本章小结	176
思考题	176
第 9 章 遮罩与透明	177
9.1 使用遮罩实现透明	178
9.2 范例：使用 Mask 结合色键实现透明	185
9.3 本章小结	201
思考题	202
第 10 章 动态跟踪	203
10.1 跟踪的基本概念和应用方法	204
10.2 跟踪的高级技术	207
10.3 范例：多点动态跟踪	209
10.4 本章小结	221
思考题	222
第 11 章 画面的稳定	223
11.1 画面稳定的基本概念和应用方法	224
11.2 范例：画面一点稳定技术	227
11.3 范例：画面两点稳定技术	243
11.4 本章小结	251
思考题	252
第 12 章 摄像机、灯和文字	253
12.1 combustion 中的摄像机	254
12.2 combustion 中的灯	257
12.3 范例：用 combustion 的灯实现光线跟踪阴影	261

12.4 本章小结	273
思考题	274
第 13 章 数字电影工具	275
13.1 combustion 中的电影工具	276
13.2 范例：彩色图像位深度的转换	281
13.3 本章小结	298
思考题	299
第 14 章 非线性编辑	300
14.1 什么是非线性编辑	301
14.2 非线性编辑模块介绍	301
14.3 范例：用 Edit 进行非线性编辑	312
14.4 本章小结	320
思考题	320
第 15 章 粒子系统	322
15.1 combustion 中的粒子系统	323
15.2 范例：结合跟踪制作粒子特效	329
15.3 本章小结	344
思考题	344
第 16 章 3ds max 的 combustion 贴图	346
16.1 combustion 与 3ds max 的结合	347
16.2 3ds max 中的 combustion 贴图	348
16.3 本章小结	364
思考题	365
第 17 章 3ds max 的特殊通道和 combustion 的三维特效	366
17.1 特殊通道及其应用	367
17.2 范例：rpf 特殊通道的应用及三维特效	371
17.3 本章小结	393
思考题	393

第 18 章 性能优化与输入输出	394
18.1 设置使用缓存提高工作效率	395
18.2 提高制作效率的显示设置	399
18.3 使用 OpenGL 加速	404
18.4 使用 DV 采集数字视频素材	408
18.5 渲染和网络渲染	416
18.6 本章小结	421
思考题	422
附录 A combustion 3 教学考试大纲及样题	423
附录 B combustion 3 快捷键	436
附录 C combustion 3 中英文词汇表	441

第

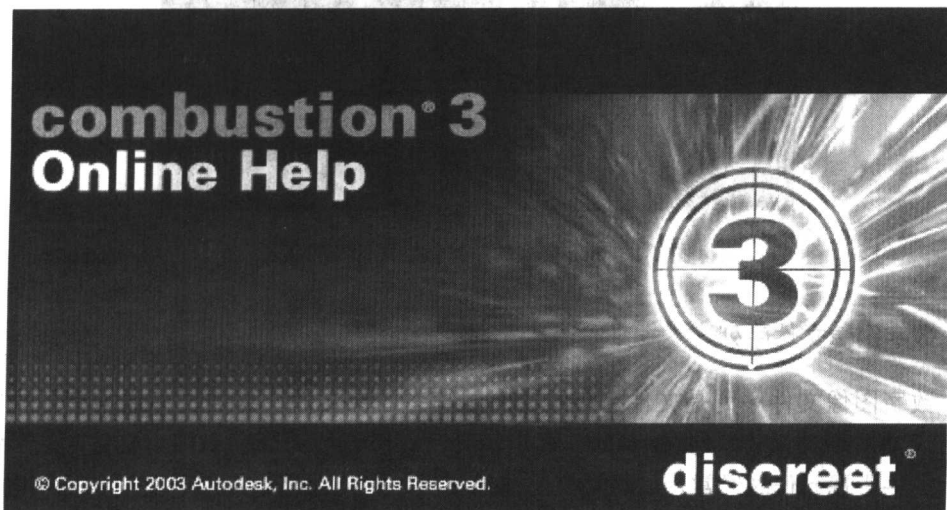
1

章

combustion 3 介绍

信息技术发展至今，借助合适的软件，已经能够在常见的个人电脑平台上完成高质量的数字影视后期合成与特技制作工作。

combustion 是一种易学易用、功能强大的数字影视合成与特技特效软件，它提供在 PC 上实现制作者设想的比较完整的解决方案。本章首先阐述数字影视合成的概念，然后对最新版本 combustion 软件的特点和应用范围作一个全面的介绍；接着我们将了解 combustion 工作的硬件和软件环境要求，并学习 combustion 正常运行所需的环境参数的设置方法。为了保证 combustion 软件在中文 Windows 操作系统下用户界面上的文字能正常显示，将把操作系统中的默认设置更改为适合 combustion 软件工作的设置。在第一次使用 combustion 软件之前，还要设置该软件自身的预置工作参数，确保有一个优化了的数字影视制作的工作环境。



1.1 合成的概念

当电脑的性能提高到一定的程度，人们便尝试在电脑上进行影视节目的剪辑，即所谓的非线性编辑。随着计算机整体性能的进一步提升，人们已经能在 PC 上处理高质量、大数据量的数字媒体文件，完成复杂的数字影视合成工作。

1.1.1 数字媒体文件

combustion 软件是一种使用数字媒体文件进行合成与特技特效制作的创作工具。这里的数字媒体除了包括数字音频（combustion 软件对数字音频文件有一定程度的支持）以外，主要指视觉媒体文件，即数字图像文件、数字图像文件序列和数字视频文件。

数字图像文件

数字图像文件就是我们在电脑中经常使用的彩色静态图像文件。数字图像文件有许多种类，其中大多数类型的数字图像文件是兼容性很好的通用文件格式，能被各种电脑硬件平台和应用软件支持，如图 1-1 所示。作为一种通用的数字影视制作工具，combustion 软件能读写包括 jpg, tif, tga, bmp 等用途广泛的数字图像文件格式。此外，它还支持 Photoshop 软件特有的带有多个图层信息的 psd 文件格式，新的便携网络图形图像 png 标准文件格式，以及 discreet 自己开发的包含信息最丰富的 rla 和 rpf 图像文件格式。

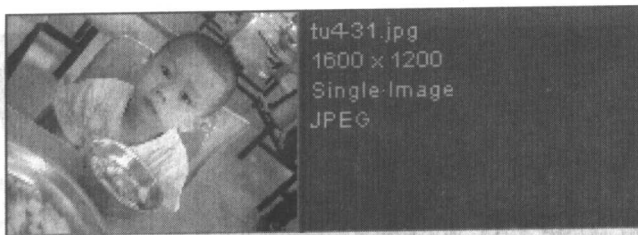


图 1-1 jpeg 格式的单帧数字图像文件素材

数字图像文件序列

数字图像文件序列是文件名连续的一组静态图像文件，这类文件通常有相同的扩展名（文件格式相同），文件名的前缀也相同，并以连续的数字串作为文件名的后缀。进行数字影视制作时经常使用这类文件作为素材，它能保存记录用于电视节目和电影的高质量的活动图像画面，但通常不包括声音。数字图像文件序列的兼容性一般比较好。

与视频文件相比，它的另一个好处是可以自由定义其播放速度。例如，下列文件序列：

```
plane000.png  
plane001.png  
plane002.png  
plane003.png  
...  
plane124.png
```

数字图像序列文件一般可以通过视频硬件采集捕捉并保存得到，或者从数字视频文件等格式转换而来，也可以由二维和三维动画软件渲染输出得到，如图 1-2 所示。



图 1-2 采集得到的活动数字图像文件序列素材

数字视频文件

数字视频文件中，常用的有 avi 格式和 mov 格式。PC 平台上常见的 avi 格式视频

除了包含动态画面，也能同时记录音频，如图 1-3 所示。

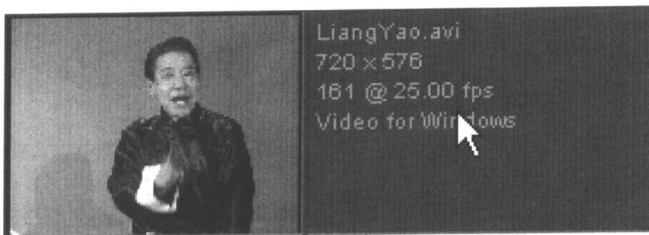


图 1-3 avi 格式的数字视频文件

avi 格式的文件虽然都有相同的文件扩展名——avi，但往往可以采用不同的硬件或软件编码压缩方式记录和保存（mov 格式的情况也与此类似），其中在 PC 平台上常见的 avi 格式视频的软件编码方式有以下几种：

- **Cinepak Codec by Radius**——来自第三方软件商的 Cinepak 编码和解码器。这是一种很早就被广泛使用的编码和解码器。通常被用于存储多媒体光盘中用到的数字视频，支持 24 位真彩色，兼容性非常好，在 PC 和 MAC 上都能支持，能用于保存各种分辨率的数字影片。
- **Microsoft Video 1**——微软公司提供的 Video 1 编码和解码器。支持 256 色的位深度，画面质量不太理想，现在已经很少被使用。
- **Intel Indeo(R) Video R3.2**——英特尔公司提供的 3.2 版本的 Indeo(R) Video 编码和解码器。
- **Indeo Video 5.1**——英特尔公司提供的 5.1 版本的 Indeo(R) Video 编码和解码器。处理得到的画面质量比较好，速度也非常快，但兼容性不太好，只能支持一些非常典型的画面分辨率，例如 640×480，无法编码画面尺寸比较特殊的画面。
- **Non-Compress**——不压缩的数字视频格式，画面质量最好，兼容性也最好，但占用的磁盘存储空间也最多，一般无法在电脑上实现实时流畅播放。

在使用 combustion 软件进行数字影视制作时，完成一个节目的制作后，通常要把做好的内容渲染保存为一个视频文件，例如 avi 格式的影片。如果在输出保存时选择了一种软件编码方式（例如在电脑上常用的 Cinepak Codec by Radius 编码方式）对活动画面进行压缩，以后在同一台电脑或其他的电脑中播放该文件的时候，操作系统会自动寻找该编码方式对应的软件解码器，对该文件进行解码和播放。如果在保存视频文件的时候选择比较特殊的编码器（例如在网上比较流行的 divx 编码方式），但在播放该文件的另一台电脑中没有安装对应版本的解码软件模块，将无法实现正常的播放。

除了软件编码解码模块之外，安装了数字视频采集卡的系统中，通常会增加一些

硬件编码解码器。例如加拿大 Matrox 公司生产的 Digisuite 板卡系列中部分硬件支持的 Motion-JPEG 压缩编码格式。以这种格式压缩保存的数字视频文件,在通用的 PC 中是无法正常播放的,需要有对应的 Digisuite 板卡支持,或使用相应的解码软件把 Motion-JPEG 格式转换成其他 PC 支持的文件类型。

1.1.2 数字合成

数字合成指的是用计算机图形、数字图像处理和数字视频处理的方法,将多种不同来源的数字媒体文件融合在一起,得到动态画面的过程,如图 1-4 所示。



图 1-4 把不同来源的图像合成得到的画面(图片来自影片《哈里·波特》)

影视制作的所有节目最终展示的时候,都是在一个限定范围的矩形区域中显示画面,例如电视机的屏幕和电影院的银幕。大多数情况下,在同一时间屏幕或银幕上只显示一个来源的图像,像摄像机拍摄的镜头画面等。如果希望多种不同来源的图像同时显示在画面中,就需要使用数字合成,把不同来源的素材有机地融合在一起,达到丰富影片内容及活跃画面表现等特定目的和要求。

在合成时,根据不同图层的位置关系和叠加顺序不同,把它们分别称为:

- Background (背景画面),又称之为 Superimposed (被叠加画面),是放在多层图像最下方的图层画面。
- Foreground (前景画面),有时被称为 Superimposing (叠加层画面),放置在其他图层之上,部分遮挡下面的图层。
- 中间层画面,当总的层数多于两层时,介于前景和背景画面之间的图层为中间层画面,根据位置的不同,它们也有前后不同的叠加关系。越靠上的图层

一般越优先。

数字合成特技的种类可以粗略地分成以下四大类。

- 改变叠加层画面的尺寸和形状进行叠加。
- 改变叠加层画面的透明度、亮度和色彩进行叠加。
- 使用控制通道或图层，改变叠加层画面特定区域的透明度、亮度和色彩进行叠加。
- 键控抠像合成。

下面对这几种合成方法进行具体的说明。

1. 改变叠加层画面的尺寸和形状进行叠加

最简单的合成为两层画面的合成。如果前景画面与背景画面大小尺寸相同，或比背景画面大，将只能看到前景画面。这时，可以改变前景画面的尺寸大小和形状，使它在电影和电视显示区域中只占据一部分，这样其他部分可以显示出背景画面。如果多层画面叠加，道理与此相同，如图 1-5 所示。

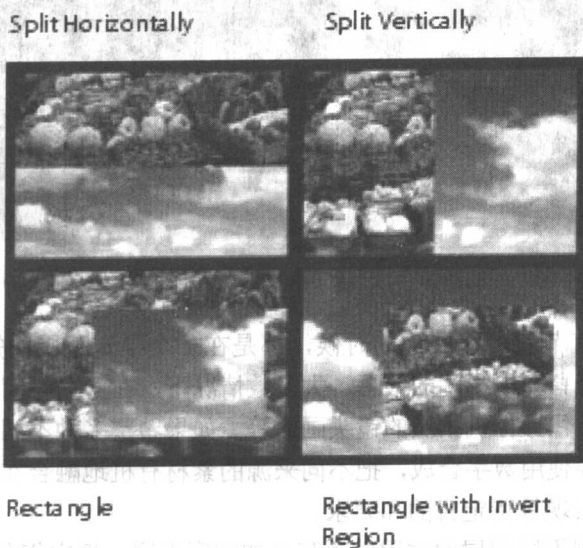


图 1-5 用基本几何变换实现的多层叠加

2. 改变叠加层画面的透明度、亮度和色彩进行叠加

如果叠加层画面与背景画面大小尺寸相同，或比背景画面大，也可以调整前景画面的透明度，以便在显示区域中同时显示多层画面的内容，如图 1-6 所示。

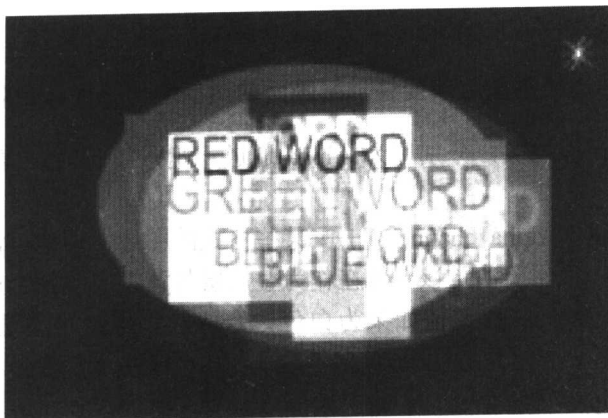


图 1-6 用不同合成模式实现的多层叠加

如果叠加层画面中每个像素的亮度和色彩用 F 表示；背景层画面中每个像素的亮度和色彩用 B 表示；合成结果画面中每个像素的亮度和色彩用 C 表示；用 T 表示叠加层画面的透明度（0 为完全透明，1 为完全不透明），则基本透明度方式合成可用下式表示：

$$C = T \times F + (1 - T) \times B$$

这种类型的合成模式有很多，在数字图像合成的应用中，常见的有以下方法：

- Normal
- Dissolve
- Multiply
- Screen
- Overlay
- Soft Light
- Hard Light
- Color Dodge
- Color Burn
- Darken
- Lighten
- Difference
- Exclusion
- Hue
- Saturation
- Color

