

---

# 第15章 Particle Flow 粒子流系统


---

15.1 粒子流功能简介

15.2 粒子流基础知识

15.3 入门实例——心心相印

15.4 动作手册



## 15.1 粒子流功能简介

### 15.1.1 概述

Particle Flow [粒子流] 系统是 3ds Max 的一个全新的事件驱动型粒子系统，用于创建各种复杂的粒子动画。它可以自定义粒子的行为，测试粒子的属性，并根据测试结果将其发送给不同的事件。在 Particle View [粒子视图] 中可以可视化地创建和编辑事件，而每个事件都可以为粒子指定不同的属性和行为。粒子流系统基本上像是一段能够产生粒子的程序，这段程序可以影响粒子的运动、改变粒子的属性、测试粒子与场景中其他对象的相互作用，并且可以定义每个时间点上粒子的状态和行为。由于 Particle Flow [粒子流] 系统的功能非常强大，基本上原有的各种粒子系统都可以被取代，而且它能和 Maxscript 脚本语言紧密结合，能够实现各种复杂的效果。

### 15.1.2 相关术语解释

在学习之前需要先了解一下粒子系统中经常涉及到的几个概念，本小节对粒子系统中常用的几个术语作了简单的介绍。这部分的内容对后面的学习会很有帮助，在本章后面的小节中会对其中重要的部分（例如粒子流的动作）作更详细的讲解，此部分的术语解释或许会比较抽象，可以配合后面粒子流的基础知识来理解。

**Particle System [粒子系统]**：粒子系统是一个相对独立的系统集合，它包含了全部的发射装置，定义了场景中的粒子行为规则。粒子系统主要用来创建雨、雪、爆炸、灰尘、泡沫、火花、气流等。它还可以将任何造型作为粒子，用来表现成群的蚂蚁、热带鱼、吹散的蒲公英等动画效果。粒子系统主要用于表现动态的效果，与时间、速度的关系非常紧密，一般用于动画制作。

**Event-driven [事件驱动]**：在 3ds Max 中提供了两种类型的粒子系统，它们分别是 Event-driven [事件驱动] 粒子系统和 Non-event-driven [非事件驱动] 粒子系统。事件驱动型粒子系统也就是本章所讲的 Particle Flow [粒子流] 系统，它可以自定义粒子的行为，设置寿命、碰撞、速度等测试条件，并根据测试的结果产生相应的行为，设置具有较强的灵活性和可控性，适合制作较复杂的粒子动画，如爆炸随时间生成了碎片、火焰和烟雾等；非事件驱动型粒子系统主要指随时间生成的粒子动画系统，设置起来相对简单而快捷，适合于制作简单的粒子动画，例如喷泉、雨雪、灰尘等。

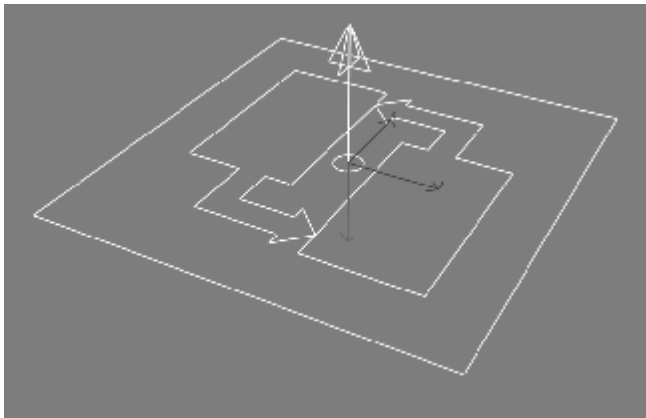
**Particle Flow [粒子流]**：一种事件驱动型的粒子系统。粒子流包含一个特定的发射器，每个粒子系统可以由多个不同的粒子流组成，而这些粒子流都拥有各自不同的发射器。

粒子流使用 Particle View [粒子视图] 对话框来设置事件驱动模型，以便实现粒子属性和行为方面的设置更改。Particle Flow [粒子流] 会随着事件的发生而不断地计算列表中的每个操作，并相应地更新粒子系统。

**Particle View [粒子视图]**：用于创建、修改粒子流系统的主用户界面。

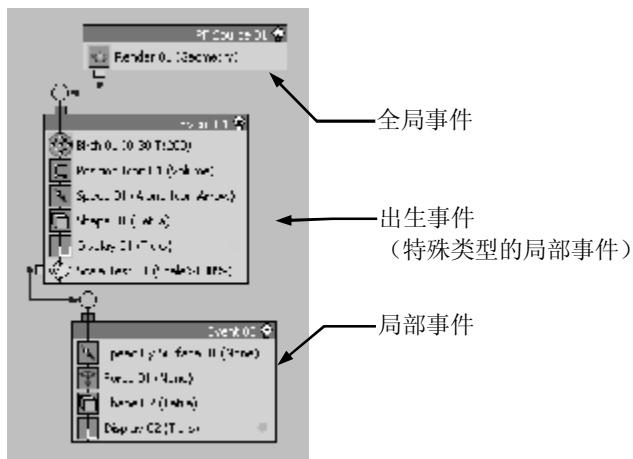
注：Particle View [粒子视图] 窗口的具体介绍请参见本教材“15.2.2.1 Particle View [粒子视图] 窗口”。

**PF Source [粒子流源]**：每个 Flow [流] 在视口中所显示的图标，是默认的发射器。Source [源] 图标如下图所示。



**Emitter [发射器]**：用来发射粒子的对象。粒子是在发射器位置上出生的对象或第一个进入场景的对象。默认情况下，粒子流使用 PF Source [粒子流源] 图标作为发射器，但也可以选择场景中的其他对象作为发射器。

**Event [事件]**：定义粒子的状态，事件也是组成流的基本单位，不同的事件可以互相连接起来组成流。Events [事件] 可分为 Global [全局] 事件和 Local [局部] 事件。事件由多个 Actions [动作] 组成。



**Actions [动作]**：是粒子系统中最小的组成单位，也是粒子系统的核心部分，每个动作都有很多粒子控制的基本设置。粒子流中有很多种动作，在本章“15.2.3 粒子流的动作”小节中列出了所有动作及其主要功能；在“15.4 动作手册”一节中则对每一个动作的功用和参数

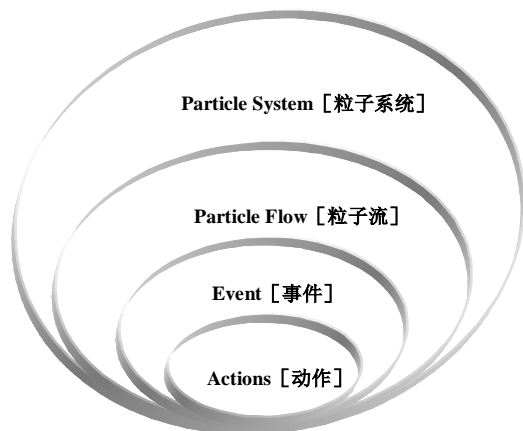
作了详细介绍。

Actions [动作] 分为 Operators [操作符] 和 Tests [测试] 两种类型。

**Operators [操作符]**：也称“操作”，用于描述粒子的速度、方向、形状、外观等属性。可将 Operators [操作符] 拖动到某个事件中以便为特定期限内的粒子赋予某种特性。

**Tests [测试]**：可确定粒子是否满足一个或多个测试条件，若粒子满足条件，测试值为真时，将符合条件的粒子发送到下一事件；若粒子不满足条件，测试值为假时，不满足条件的粒子会仍然停留在原事件中，反复接受操作和测试的影响。

结合上述，Particle Flow [粒子流] 的工作方式可以理解为：首先选择一些 Actions [动作]，这些动作用来定义某一粒子的特殊状态，可以把一组动作组合成 Event [事件]，然后使用 Tests [测试] 将粒子从一个事件发送到下一个事件。这样连续的一连串事件则组成了 Particle Flow [粒子流]。它们之间的关系如下图所示，其中事件驱动型的 Particle Flow [粒子流] 属于 Particle System [粒子系统] 中的一种，而 Particle Flow [粒子流] 由一连串的 Event [事件] 组成，每一个 Event [事件] 是由一个或多个 Actions [动作] 组成的。



### 15.1.3 粒子的生命周期

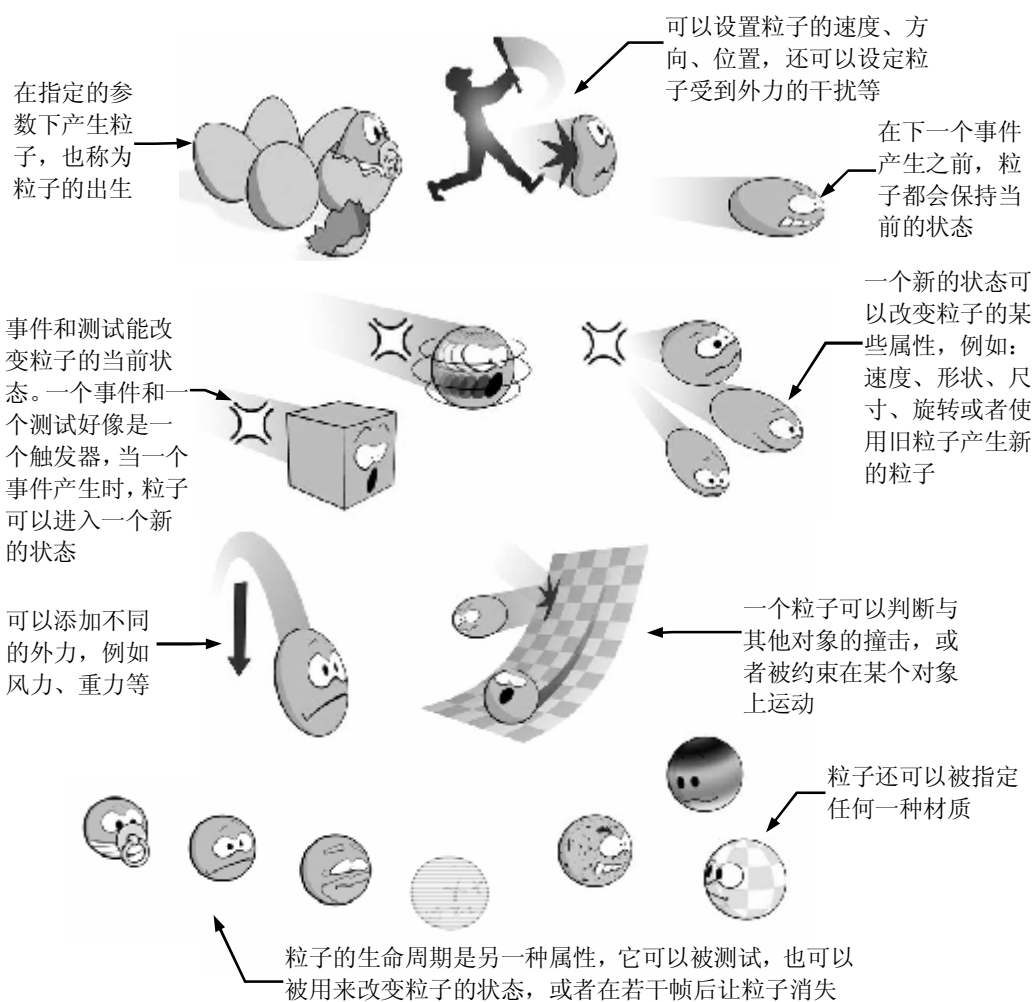
粒子系统就像一段能够产生粒子生命的程序。这段程序能够影响粒子的运动，改变粒子的属性，测试粒子与场景中其他对象的相互作用，并且可以定义每个时间点上粒子的状态和行为。粒子的生命周期被用来描述粒子从产生到消亡之间产生的变化，期间粒子所受的外力和各种触发器可以决定粒子在下一个时刻的状态，通过观察粒子的生命周期更有利于我们理解粒子的工作方式。

以下是关于粒子生命周期的基本流程。

- (1) 粒子基于特殊的设置来创建，但是它不得不由某些事件来引导和指挥。
- (2) 动作被添加到粒子的某个位置，使粒子加速，向目标方向运动。这一系列动作是由力

来控制的。

- (3) 粒子将一直保持某一状态，直到一个事件产生。
- (4) 事件和测试能改变粒子的当前状态，它们像是一个触发器。当一个事件产生时，一个决定就不得不作出，粒子就可以进入一个新的状态。
- (5) 一个新的状态可以改变粒子的某些属性，比如：速度、形状、尺寸、旋转，或者使旧粒子产生新的粒子。
- (6) 这种力可以是各种力，比如风力、重力等。
- (7) 一个粒子可以被测试与其他对象撞击，或者被约束在某个对象上运动。
- (8) 粒子的生命周期是另一种属性，它可以被测试，也可以被用来改变粒子的状态，或者在若干帧后使粒子消失。
- (9) 粒子还可以被指定任何一种材质。

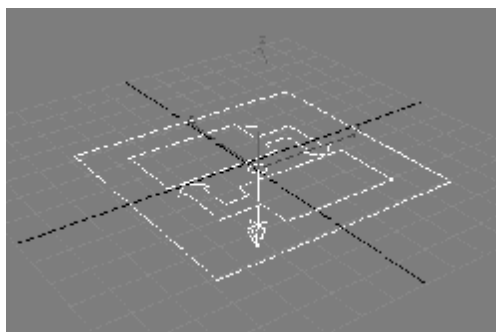


## 15.2 粒子流基础知识

### 15.2.1 粒子流的基本参数

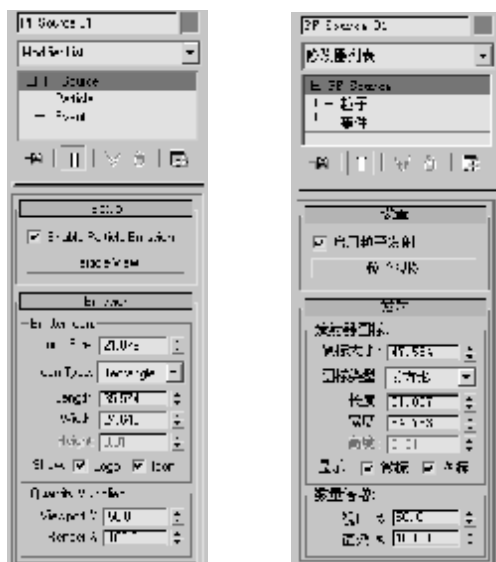
Particle Flow [粒子流] 主要由发射器图标和 Particle View [粒子视图] 面板组成。一个基本的 Particle Flow [粒子流] 可以通过菜单命令 Create > Particles > Particle Flow Source [创建 > 粒子 > 粒子流源] 来建立，或者从创建面板的粒子系统中建立，如右图所示。

建立 Particle Flow [粒子流] 后视图中会显示一个代表粒子流的图标，即 Source [源] 图标，如下图所示。



该图标代表 Particle Flow [粒子流] 系统的一个流，默认情况下，它显示为带有中心徽标的矩形，但也可以通过设置来改变其外形，如果删掉该图标，那么相应的粒子流也会被删除。不过删除图标后，这个图标所代表的粒子流的相关事件仍然存在，只是流中的全局事件会转化为孤立的局部事件，要彻底删除还需要在 Particle View [粒子视图] 中进行删除。

点击图标后，在修改面板可以看到一些相关的参数设置，如下图所示。



## 1. Setup [设置] 卷展栏

**Enable Particle Emission [启用粒子发射]**：该选项可以打开或关闭粒子系统。

**Particle View [粒子视图]**：单击此按钮可以打开 Particle View [粒子视图] 窗口。

## 2. Emission [发射] 卷展栏

**Emitter Icon [发射器图标] 组**

**Logo Size [徽标大小]**：设置视图中源图标中心的徽标大小。

**Icon Type [图标类型]**：选择源图标的几何体类型，可选项包括 Rectangle [长方形]、Box [长方体]、Circle [圆形]、Sphere [球体]。当选择 Box [长方体] 时，视图中看起来仍显示为矩形，此时可以增加 Height [高度] 设置。

注：只有当源图标作为例子发射器时，此选择才起作用。

**Length/Diameter [长度/直径]**：此选项可设置长方形和长方体图标类型的长度，或者设置圆形和球体图标类型的直径。

**Width [宽度]**：设置长方形或长方体图标类型的宽度。

**Height [高度]**：仅适用于长方体类型图标，可设置其高度。

**Show Logo/Icon [显示徽标/图标]**：显示或关闭徽标/图标。

**Quantity Multiplier [数量倍增] 组**

**Viewport% [视口%]**：设置系统在视口内生成的粒子总数的百分比，默认为 50%。

**Render% [渲染%]**：设置系统中在渲染时生成的粒子总数的百分比，默认为 100%。



## 3. Selection [选择] 卷展栏

**Particle [粒子]**：进入粒子层级，可通过单击或拖动一个区域来选择粒子。

**Event [事件]**：进入事件层级，可在列表中按事件选择粒子。

**Select by Particle ID [按粒子 ID 选择] 组**：由于每个粒子都有唯一的 ID 号，第一个粒子 ID 为 1，后面依次递增。此组选项可按 ID 号选择粒子。

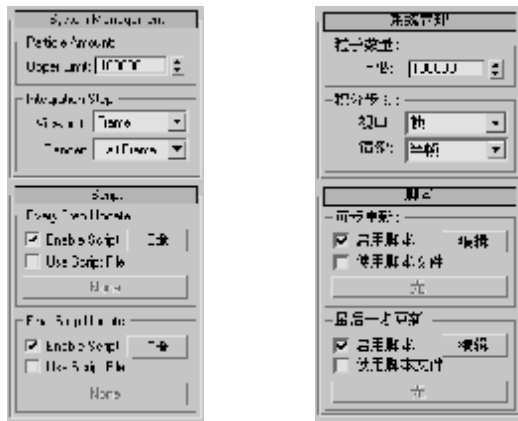
**ID**：在输入框中输入要选择粒子的 ID 号，每次只能输一个数字。

**Add [添加]**：输入 ID 号后可单击此按钮将粒子添加到选择集中，添加粒子并不会取消其他粒子的选择。

**Clear Selection [清除选定内容]**：勾选此项后，点击 Add [添加] 按钮会取消之前选定的粒子。

**Get From Event Level [从事件级别获取]**：单击后可将事件级别中的选定粒子转换到粒子级别。

**Select by Event [按事件选择]**：在列表中显示了粒子流中的所有事件，高亮显示的事件可在视图中被选择。



#### 4. System Management [系统管理] 卷展栏

**Particle Amount [粒子数量] 组**：设置粒子数量的上限。

**Upper Limit [上限]**：设置粒子可以包含的粒子最大数目。范围为 1~10 000 000。对于单个事件，粒子流最多只能向渲染器发送 5,000,000 个粒子。

**Integration Step [积分步长] 组**：该组选项可设置视口和渲染的积分步长，较小的积分步长可以提高精度，但同时也要花费较多的时间用于计算。

**Viewport [视口]**：设置在视口中播放动画的积分步长。默认为帧，范围为 1/8 帧~1 帧。

**Render [渲染]**：设置渲染时积分步长。默认为半帧，范围为 1Tick~1 帧。

注：1 秒=4800Tick，若按每秒 30 帧（NTSC）的速率播放时，1 帧=160Tick。

#### 5. Script [脚本] 卷展栏

脚本卷展栏可以将脚本应用于每个积分步长，也可以查看每帧最后一个积分步长处粒子系统。使用 Every Step Update [每步更新] 脚本来建立依赖于历史记录的属性；使用 Final Step Update [最后一步更新] 脚本来建立独立于历史记录的属性。

**Every Step Update [每步更新] 组**：该组脚本在每个积分步长末尾或计算完粒子系统中所有动作后执行。每步更新对于依赖于历史记录的属性（例如速度）很重要，因为这会影响到结果位置是否正确。

**Enable Script [启用脚本]**：勾选后，可在每个积分步长末尾执行内存中的脚本。默认脚本可修改粒子的速度和方向，从而使粒子跟随波形路径。

**Edit [编辑]**：点击该按钮可打开脚本文本编辑器窗口，可修改脚本。

**Use Script File [使用脚本文件]**：启用后，可点击下面的 None [无] 按钮加载脚本，默认路径为：3dsmax\scripts\particleflow\example-everystepupdate.ms

**Final Step Update [最后一步更新] 组**：该脚本在完成每帧的最后一个积分步长后执行，最好使用最后一步更新脚本来修改独立于历史记录的属性。

**Enable Script [启用脚本]**：勾选后，可在最后的积分步长末尾执行内存中的脚本。默认脚本可修改粒子的速度和方向，从而使粒子跟随波形路径。

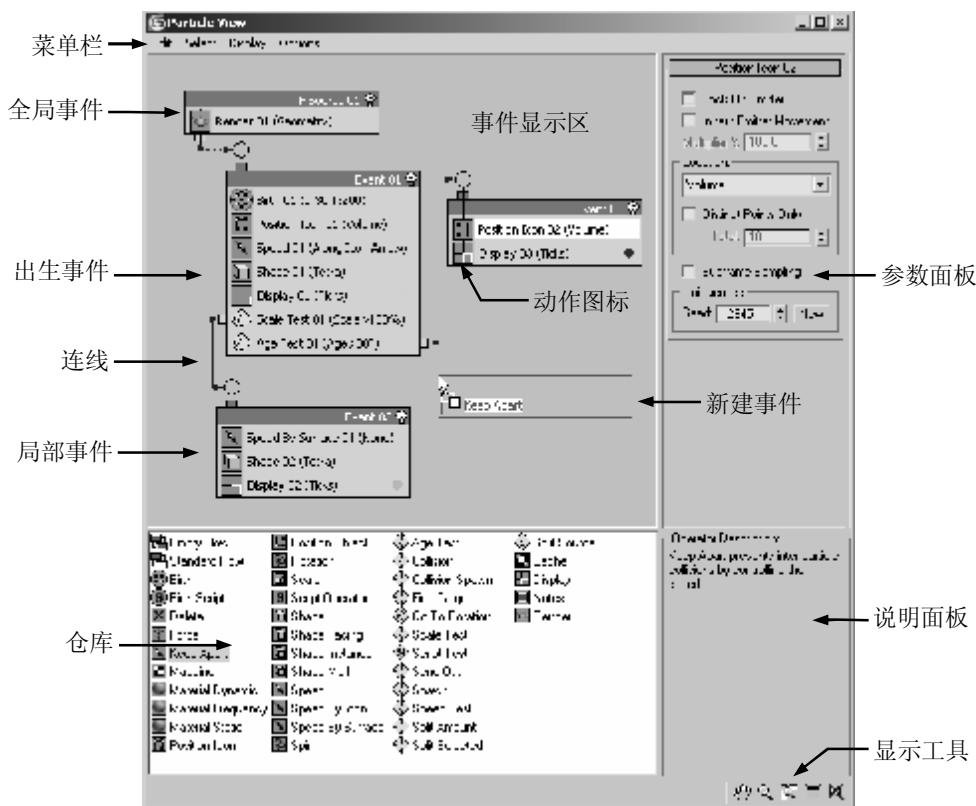
**Edit [编辑]**：点击按钮可打开脚本文本编辑器窗口，可修改脚本。

**Use Script File [使用脚本文件]**：启用后，可点击下面的 None [无] 按钮加载脚本，默认路径为：3dsmax\scripts\particleflow\example-finalstepupdate.ms

## 15.2.2 Particle View [粒子视图]

### 15.2.2.1 Particle View [粒子视图] 窗口

Particle View [粒子视图] 窗口是创建和修改粒子流的主用户界面，是 Events [事件] 和 Flows [流] 的编辑环境，创建了 PF Source [粒子流源] 后，在修改命令面板中点击 **Particle View** 按钮（或按快捷键“6”）即可打开粒子视图窗口，如下图所示。



**菜单栏：**提供了一些基本操作功能，其中大部分命令都可以在交互操作和鼠标右键快捷菜单中找到。

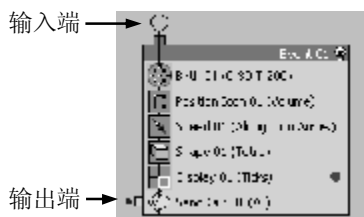
**全局事件：**粒子流中的第一个事件，这个事件中包含的任何操作都可影响整个粒子系统。默认情况下，全局事件包含一个 **Render** [渲染] 操作符，该操作符指定了系统中所有粒子的渲染属性。

**出生事件：**粒子流中的第二个事件。出生事件属于特殊类型的局部事件，它包含定义粒子系统初始属性的 **Birth Operators** [出生操作符] 和其他几个操作符。

**局部事件：**出生事件和其他后续的事件统称为局部事件，局部事件中的动作只影响当前处于事件中的粒子。

**连线：**通过连线可将上一事件的测试输出端与下一事件输入端建立连接。

注：每个新建的事件都有一个输入端，每一个 **Test** [测试] 动作都有一个输出端。











**参数面板：**当选择了事件中的某个动作，会在参数面板中显示出动作的选项和参数，并可对其进行调节。


**仓库：**仓库窗口中列出了所有可用的动作，可从中选择一个动作并拖曳至想要插入到事件中的位置。蓝色的线表示插入在当前位置，红色的线表示替换当前的动作。也可将动作拖曳到空白区来创建一个新事件，然后可以在参数面板中调节其参数。

**说明面板：**为仓库中高亮显示的动作项目显示简短的说明。

**显示工具：**右下角的显示工具可以平移和缩放事件显示窗口。

关于事件的操作：

- ✓ 点击事件名称旁边的小灯泡 ，可以激活或关闭整个事件；
- ✓ 单击每个动作的图标 ，可控制该动作的启用或禁用，关闭的动作表现为灰色，但仍可编辑其参数；
- ✓ 建立连线时，将鼠标放在测试输出端的蓝色原点上，当光标变为  形状时拖动鼠标放置下一个事件顶端的圆圈上直至光标变为  形状时松开鼠标；
- ✓ 若要使测试结果始终为“真”，单击测试图标的左侧，当光标变为  形状时单击，这时测试图标变为绿色灯泡 ；
- ✓ 若要使测试结果始终为“假”，单击测试图标的右侧，当光标变为  形状时单击，这时测试图标变为红色灯泡 ；
- ✓ 要还原测试功能可再次单击灯泡图标；

Y 测试输出端可放置在测试动作的左边或右边，若要改变输出端口方向，将鼠标放置输出端口位置，当光标变为形状时，可拖动连线到另一端时放开鼠标。