

# 粒子特效

在一些游戏中，会有很绚丽的特效，比如爆炸、水花、火焰等。这些特效如果要通过编程实现，将会是一个很复杂和繁琐的工作。为了简化这些特效的开发步骤，Unity 为开发者提供了粒子系统这一工具，以便开发者对特效进行开发。

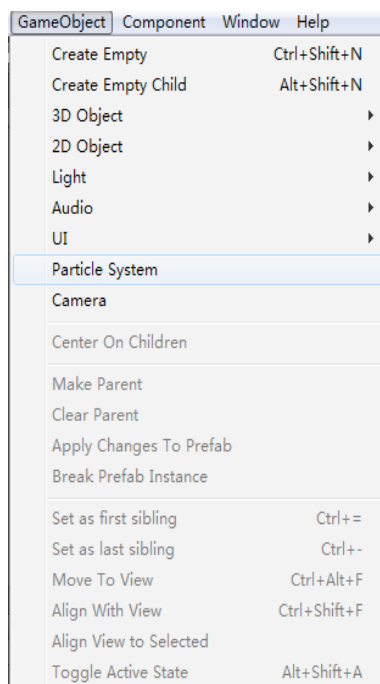
粒子系统不是一种简单的静态系统，其中的粒子会随着时间的不断地变形和运动，同时自动生成新的粒子，销毁旧的粒子。基于这一原理就可以表现出类似烟、雨、水、雾、火焰和流星等现象的粒子，这些特效能够极大地提高游戏的可观赏性。

## 1.粒子系统的简介

粒子系统在 Unity 开发平台下可以很方便的使用，很多绚丽的特效都可以通过调整粒子系统的各个参数来实现。接下来将对粒子系统的创建和使用方法进行介绍。

### 1.1 基础粒子系统

在菜单栏中单击 **GameObject** 选项，此时会弹出创建游戏对象列表，选择 **Particle System** 选项即可完成粒子系统的创建，如下图所示。

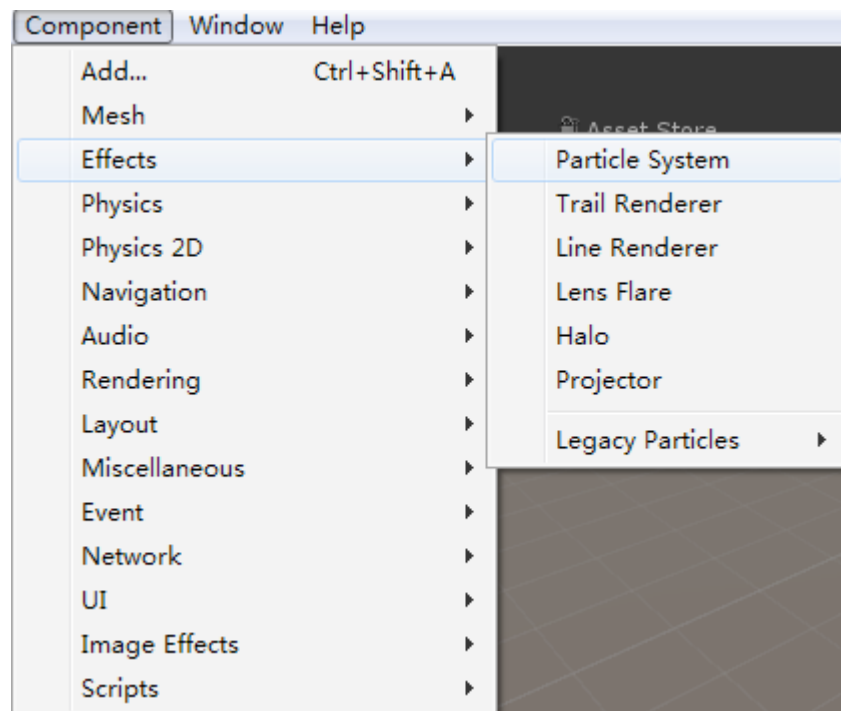


粒子系统的创建

## 1.2 组件粒子系统

粒子系统在 Unity 中不仅可以作为一种游戏对象，还可以充当一种组件（Component）附加在其他游戏对象上。例如，燃烧的火堆，这种效果就可以通过在火堆模型上附加一个粒子系统来实现。接下来将讲解粒子系统作为一种组件的创建方法。

(1) 导入树桩模型“Wood.Fbx”和纹理图文件“Wood.png”和“dimian.png”，导入完毕后给树桩模型添加纹理图。如下图所示。



为对象添加粒子系统

## 2.粒子系统的特性

粒子系统是一种相对较为复杂的游戏对象，其包含了众多的属性和参数。一般情况下，只需要调节粒子系统中 4 个默认勾选的属性即可，分别是粒子系统总体（Particle System 或者附加粒子系统的对象的名称）、喷射（Emission）、形态（Emission）和渲染器（Render）。接下来是对粒子系统的各个属性进行详细的介绍。

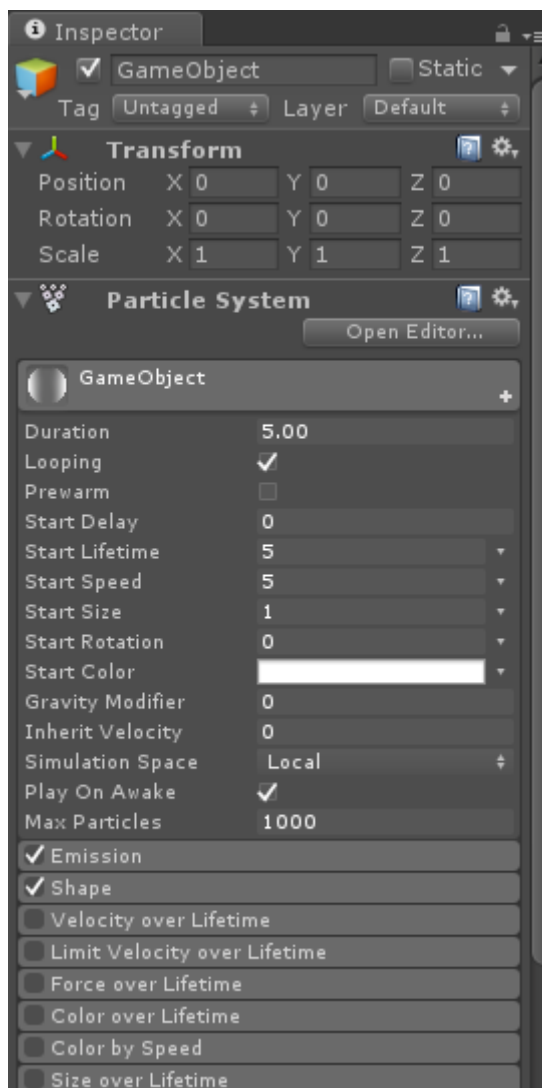
### 2.1 粒子系统主体

在对象列表中（Hierarchy）选中粒子系统对象或者附加有粒子系统的游戏对象，会发现粒子系统开始动了起来，在属性查看器面板中会出现粒子系统的各个参数设置面板。粒子系

统参数的第 1 部分的名称是 **Particle System** 或者附加粒子系统的对象的名称，这部分内容中包含了粒子系统的主要属性。其包含的参数和属性面板如下图所示。

粒子系统主要参数

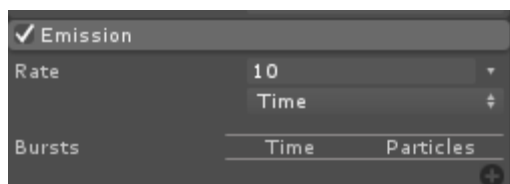
属性名	含义
Duration（持续时间）	粒子的喷射周期
Looping（循环）	是否循环喷射
Prewarm（延迟）	预热（Looping 状态下预产生下一周期粒子）
Start Delay（启动延迟）	粒子喷射延迟（Prewarm 状态下无法延迟）
Start Lifetime（生命周期)	粒子的生命周期
Start Speed（速度）	粒子的喷射速度
Start Size（尺寸）	粒子的大小
Start Rotation（自转）	粒子的旋转角
Start Color（颜色）	粒子颜色
Gravity Modifier（重力改性剂）	相对于物理管理器中重力加速度的重力浓度（缩放比）
Inherit Velocity（继承速度）	新生粒子的继承速度
Simulation Space（模拟空间）	粒子系统的模拟空间
Play On Awake（唤醒时播放）	创建时自动播放
Max Particles（最大颗粒）	一个周期内发射的粒子数，多于此数停止发射



粒子系统属性面板

## 2.2 喷射（Emission）

喷射中包含频率（Rate）和爆发（Bursts）两个主要属性，这两个属性决定了粒子系统的喷射特性，其属性面板如图所示。



喷射（Emission）属性面板

频率属性（Rate）就是粒子系统的喷射频率。其中有两个参数，第 1 个参数是喷射次数或个数，第 2 个参数可以选择以时间为标准定义每秒的喷射次数，也可以选择以距离为标准

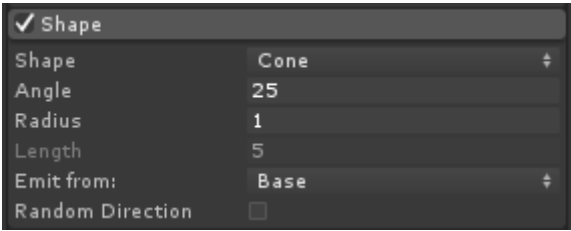
定义每个单位长度里喷射的粒子个数。

爆发属性（Bursts）就是在某个特定时间内喷射一定数量的粒子，使用这个属性可以轻松实现爆炸特效。单击该属性右下角“+”可以添加一个预设参数，其中的 Time 参数为粒子的喷射时间，“Particles”参数为瞬间喷射的粒子数目。

说明：Bursts 属性只有在频率（Rate）属性以时间为基准时才有效。

2.3 形态（Shape）

形态属性决定了粒子系统的喷射形式，如图所示。



形态（Shape）属性

粒子系统的形态既可以是系统自带的球体状、立方体或者半球体，也可以由开发者自行设定。这样就给了开发者一个灵活的开发环境。

形态属性决定了粒子系统喷射的范围。可供选择的形式有球体（Sphere）、半球体（HemiSphere）、圆锥体（Cone）、盒子（Box）、网格（Mesh）、环型（Circle）和边线（Edge）。每种属性中都包含有各自的参数。相关参数如表所示。

喷射相关属性

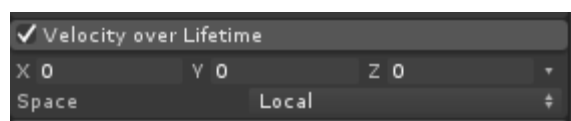
（喷射类型）属性名	含义
（Sphere）Radius	球体半径
（Sphere）Emit from Shell	是否从球体表面发射粒子
（Sphere）Random Direction	粒子发射方向是否随机
（HemiSphere）Radius	半球的半径
（HemiSphere）Emit From Shell	是否从半球体表面发射粒子
（HemiSphere）Random Direction	粒子发射方向是否随机
（Cone）Angle	圆锥体斜面倾斜角度
（Cone）Radius	圆锥体下表面半径
（Cone）Length	圆柱体高度（当 Emit from 为 Volume Shell 或 Volume 时

	可用)
(Cone) Emit From	发射方式 (详见说明)
(Cone) Random Direction	粒子发射方向是否随机
(Box) Box x	立方体 X 轴长度
(Box) Box y	立方体 y 轴长度
(Box) Box z	立方体 Z 轴长度
(Box) Random Direction	粒子发射方向是否随机
(Mesh) Vertex	粒子从网格顶点发射
(Mesh) Edge	粒子从网格边线发射
(Mesh) Triangle	粒子从网格三角面发射
(Mesh) Mesh	粒子的发射网格
(Circle) Radius	环形半径
(Circle) Arc	环形弧度
(Circle) Emit from Edge	是否从环形边线发射粒子
(Circle) Random Direction	粒子发射方向是否随机
(Edge) Radius	边线长度
(Edge) Random Direction	粒子发射方向是否随机

说明: Cone 属性中的 Emit from 中包含有 4 个参数 “Base” “BaseShell” “Volume” 和 “VolumeShell”。“Base” 含义是粒子从圆锥体底面发射, “BaseShell” 含义是粒子从圆锥体底面边线发射, “Volume” 含义为粒子从圆锥体内部空间发射, “VolumeShell” 含义为粒子从圆锥体内部表面上发射 (不含底面)。

## 2.4 生命周期内的速度偏移 (Velocity over Lifetime)

生命周期速度偏移决定了粒子在生命周期内的速度偏移量, 如图所示。



生命周期内的速度属性

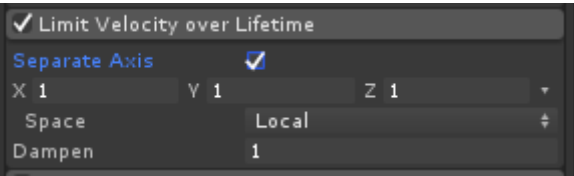
通过应用此属性并对其中参数进行修改，可以使粒子在粒子系统自身或者世界坐标轴的 x 轴、y 轴、z 轴拥有一个速度，从而实现粒子系统的速度偏移。

A.x、y、z 三个参数分别为粒子系统在 x 轴、y 轴、z 轴方向的速度。

B.Space 属性中有两个可供选择参数，为 Local 和 World。其中 Local 为粒子系统自身坐标轴，World 为世界坐标轴。

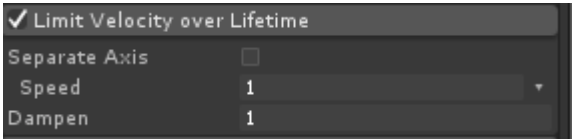
2.5 生命周期内的限制速度（Limit Velocity over Lifetime）

生命周期内限制速度的作用是对粒子系统发射的粒子进行限速，速度超过给定的最大上限时粒子的速度就会逐渐减小到给定的上限速度。如图所示。



生命周期内的限制速度属性（勾选分离轴时）

A. 分离轴（Separate Axis）的含义是限制速度是否区分不同轴向。当勾选此属性时，可以在下行的 x、y、z 轴设置各自的轴向限制速度；不勾选时将会出现上限速度（Speed）属性将 x、y、z 轴向和空间坐标系（Space）属性替代。如图所示。



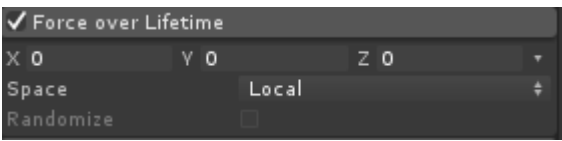
生命周期内的限制速度属性（不勾选分离轴时）

- B. 空间坐标系（Space）的含义是当勾选分离轴时，在此处选择轴向。有两个可供选项，分别是自身轴（Local）和世界轴（World）。
- C. 上限速度（Speed）的含义是当取消勾选分离轴时用来设置整体限制速度。
- D. 阻尼（Dampen）的含义是当粒子速度超过上限时对粒子的减速程度，取值在 0~1 之间。

2.6 生命周期内的受力偏移（Force over Lifetime）

生命周期内的受力偏移的含义是粒子系统在生命周期内因受力而产生偏移。比如一个烟雾粒子系统受风或地心引力的作用力而产生偏移。此属性中包含 x、y、z 轴向的设置参数，

空间坐标系（Space）选择和随机数生成器（Randomize）。如图所示。



生命周期内的受力偏移属性

- A. x、y、z 参数分别为粒子系统在不同轴向的受力大小。
- B. 空间坐标系（Space）为离子受力应用的坐标轴。有两个可供选项，分别为自身轴（Local）和世界轴（World）。
- C. 随机数生成器（Randomize）的含义是当勾选此项时，粒子将受到随机产生的力的影响，包括力的大小和方向。

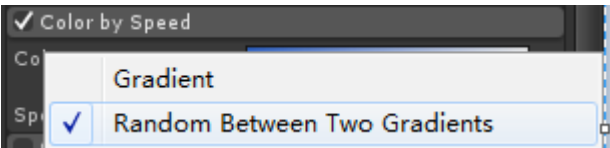
2.7 生命周期内的颜色（Color over Lifetime）

生命周期内的颜色决定了粒子在生命周期内的颜色变化。当勾选此项时，此处设置的颜色与粒子系统主体中的 Start Color 处设置的顏色重叠，可以尝试分别设置观看效果，也可以两者综合使用。如果分别查看效果时，将另一处设置为白色既可单独设置进行观察。如图所示。



生命周期内的颜色属性

可以单击颜色（Color）右键的倒三角，在下拉列表中选择颜色梯度变化（Gradient）或者两个梯度变化之间随机颜色（Random Between Two Gradients）， 如图所示。



颜色梯度方式

2.8 颜色随速度变化（Color by Speed）

颜色随速度变化可以使粒子的颜色随着粒子的速度发生变化。此处设置的顏色与粒子系统主体中的 Start Color 处的顏色和生命周期内的颜色（Color over Lifetime）重叠。设置观察方法前文已有讲解，这里不再赘述。如图所示。





颜色随速度变化属性

可以单击颜色右侧倒三角，设置颜色梯度变化，变化方式有两种(桶生命周期内的颜色)。

A.速度范围（Speed Range）是决定发生颜色变化的速度范围，取值范围为 0~1。.

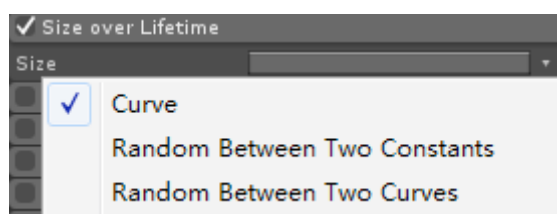
## 2.9 生命周期内的大小（Size over Lifetime）

生命周期内的大小决定了粒子在生命周期内的大小变化。此处粒子的大小是粒子系统主体的 Start Size 处设置的大小的倍数，取值范围为 0~1。如图所示。



生命周期内的大小属性

粒子大小（Size）控制粒子大小的参数，默认给出的大小变化方式是曲线（Curve）变化方式，此外还有两常量间随机（Random Between two Constants）变化方式和两曲线间随机（Random Between Two Curves）变化方式。如图所示。



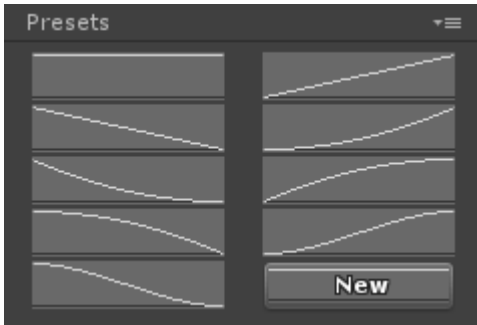
生命周期内的大小变化方式

当选择生命周期内大小的曲线变化方式时，在粒子系统属性查看器的底端可以看见粒子系统的曲线设置界面，在这里 Unity 默认提供了一些曲线的变化方式模块，如图所示。



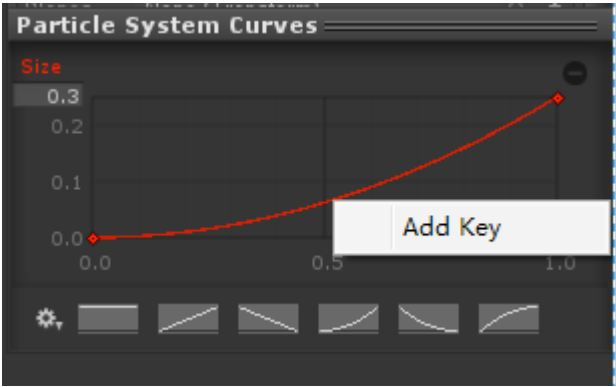
曲线变化方式模块

开发着可以选择默认提供的变化方式也可以单击此界面左下角的设置按钮，打开添加变化模式界面自行添加变化曲线， 如图所示。



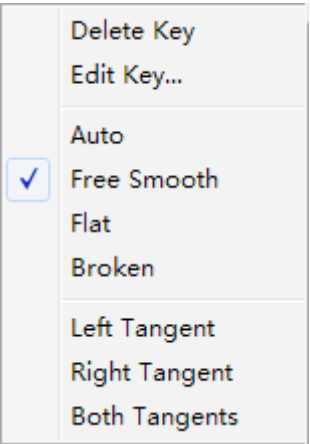
添加曲线变化方式模块

在曲线中，横轴代表粒子的发射时间，其中的数值代表粒子生命周期（Start Lifetime）的笔直；纵轴为粒子大小，其中数值代表与粒子舍懂的大小（Start Size）的比值。可以通过在曲线中单击鼠标右键添加点，如图所示。



在曲线上添加点

选中曲线中的任意点按住鼠标拖动可以调整曲线中点的位置，从而实现对曲线的调整，同时选中点时单击鼠标右键会弹出点的属性列表。属性列表如图所示，各个属性的含义如表所示。



曲线上点的属性

粒子大小曲线上点的相关属性

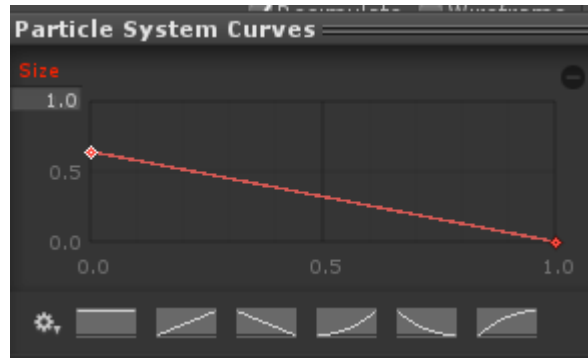
属性名	含义
Delete key	删除点
Auto	自动调整（包括切线和圆滑程度）
Free Smooth	自由圆滑（可调整该点单项切线）
Flat	使切线平直（Free Smooth 下可用）
Broken	断开切线（点的左右两侧切线均可调整）
（Left Tangent） Free	左侧切线自由调整
（Left Tangent） Linear	线性化左侧切线（勾选时左侧切线不可调整）
（Left Tangent） Constant	点化左侧切线（勾选时点左侧与起始点 y 轴相同）
（Right Tangent） Free	右侧切线自由调整
（Right Tangent） Linear	线性化右侧切线（勾选时右侧切线不可调整）
（Right Tangent） Constant	点化右侧切线（勾选时点右侧与终止点 y 轴相同）
（Both Tangent） Free	两侧切线自由调整
（Both Tangent） Linear	线性化两侧切线
（Both Tangent） Constant	点化两侧切线

当选择两常量间随机的变化方式时，之前选择曲线处会出现输入粒子大小值得选项，输入的值是与粒子设定的大小（Start Size）的比值，粒子的大小会在这两个值之间随机取值。如图所示。



粒子的两常量间随机变化方式

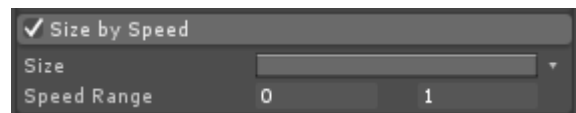
当选择两曲线间随机的变化方式时，在粒子系统属性查看器底端会出现两曲线的设置界面，在设置界面中可以选择调整任一曲线，调整方法同粒子的曲线变化方式，在这里不再赘述。调整完毕后粒子大小会在两曲线的纵轴间随机取值，并随横轴变化粒子大小的取值范围。如图所示。



粒子的两曲线间随机变化方式

## 2.10 大小随速度变化（Size by Speed）

大小随速度变化属性根据粒子的速度重新定义了粒子的大小，包含粒子的大小（Size）和速度范围（Speed Range）两个属性。如图所示。



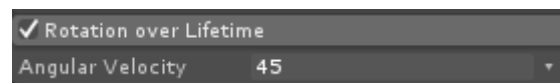
粒子大小随速度变化属性

A.粒子的大小（Size）包含 3 种变化方式，分别是曲线（Curve）变化方式、两常量间随机（Random Between two Constants）变化方式和两曲线间随机（Random Between Two Curves）变化方式，这 3 种变化方式在前面已有介绍，在这里不再赘述。

B.粒子的速度范围（Speed Range）中包含两个参数，左侧参数为最小速度，右侧为最大速度。参数值是粒子设定速度（Start Speed）的倍数，最小速度不得大于最大速度。

## 2.11 生命周期内的转速（Rotation over Lifetime）

生命周期内的转速属性使粒子在自身的生命周期内发生旋转，在此属性中可以调整粒子旋转时的角速度（Angular Velocity）。如图所示。



生命周期内的转速属性

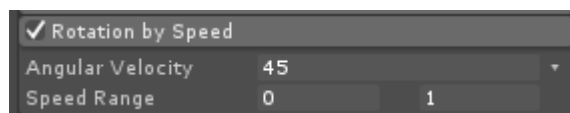
A.角速度（Angular Velocity）包含了 4 种选择方式，包括固定值（Constant）、曲线变化（Curve）、两固定值间随机变化（Random Between two Constants）和两曲线间随机变化（Random Between Two Curves）。

B.当选择固定值（Constant）时，在参数中输入一个数值，粒子会按照这个数值在生命

周期内旋转。其他 3 种方式前文已有介绍，在这里不再赘述。

## 2.12 角速度随速度变化（Rotation by Speed）

角速度随速度变化属性根据速度重新定义了粒子的角速度，包含角速度（Angular Velocity）和速度范围（Speed Range）两个属性。如图所示。



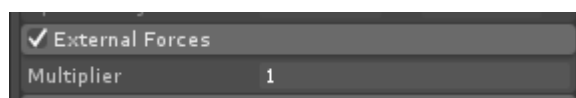
角速度随速度变化属性

A.角速度（Angular Velocity）包含 4 种选择方式，包括固定值（Constant）、曲线变化（Curve）、两固定值间随机变化（Random Between two Constants）和两曲线间随机变化（Random Between Two Curves）。4 种方式前文已有介绍，在这里不再赘述。

B.速度范围（Speed Range）同前文中介绍，这里不再赘述。

## 2.13 外部作用力（External Forces）

外部作用力属性重新定义了粒子系统的风域属性，其中的倍增（Multiplier）参数为风域的倍增系数，如图所示。

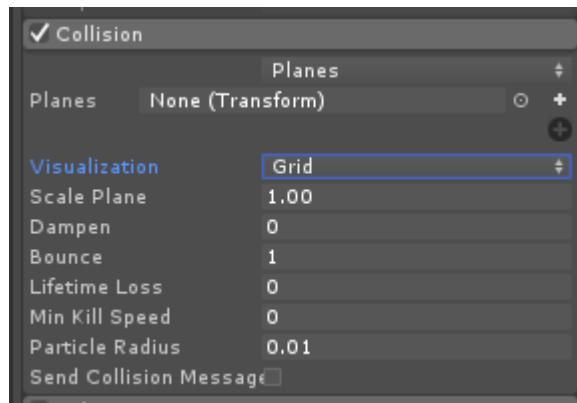


外部作用力属性

## 2.14 碰撞（Collision）

碰撞（Collision）属性可以为粒子系统中的每一个粒子添加碰撞效果，这种碰撞检测的效率非常高。有两种碰撞形式可供选择，指定平面碰撞（Planes）和世界范围（World）碰撞。

当选择指定平面碰撞（Planes）时，开发者可以指定一个或者多个物体与粒子系统发生碰撞，指定的物体可以是任意对象。如图所示。



平面碰撞属性界面

A.碰撞平面（Planes）可以指定与粒子系统发生碰撞的物体。单击右键白色“+”可以创建一个空对象并且将碰撞平面挂载到碰撞平面属性中，白色“+”号下方的黑色“+”号可以增加碰撞平面对象，使用此项功能可以指定多个平面与粒子系统发生碰撞检测。

B.显示方式（Visualization）是一个可展开列表，其中包含网格显示方式（Grid）和立体显示方式（Solid）。

C.显示平面比例大小比例（Scale Plane）决定可视化平面的大小尺寸，参数是与粒子系统范围的比值。

D.阻尼系数（Dampen）决定粒子经过一次碰撞后的速度损失比例，取值范围是 0~1。

E.弹跳系数（Bounce）决定粒子经过一次碰撞后再次弹起时的速度比例，取值范围是 0~2。

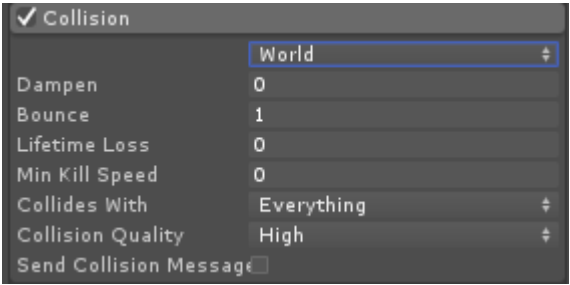
F.生命周期损失（Lifetime Loss）决定粒子经过碰撞后生命周期的损失比例，取值范围是 0~1。

G.最小清除速度（Min Kill Speed）的含义是当粒子的速度减小为此速度或者小于此速度时将此粒子清除。取值越大粒子消失的越快。

H.粒子系统半径（Particle Radius）的含义是粒子系统与碰撞平面发生碰撞后的有效距离，主要是为了避免粒子系统与碰撞平面的裁剪问题。

I.发生碰撞信息（Send Collision Messenger）的含义是当勾选此选项时，粒子系统与碰撞平面发生的碰撞检测可以被脚本中的 OnParticleCollision 方法检测到。

当选择世界范围（World）碰撞时，不需要开发者指定与粒子系统发生碰撞的物体，粒子会与场景中所有的游戏对象发生碰撞。如图所示。



世界范围碰撞属性界面

J.其中阻尼系数（Dampen）、弹跳系数（Bounce）、生命周期损失（Lifetime Loss）、最小清除速度（Min Kill Speed）和发生碰撞信息（Send Collision Messenger）与指定平面碰撞（Planes）时含义相同，在这里不再赘述。

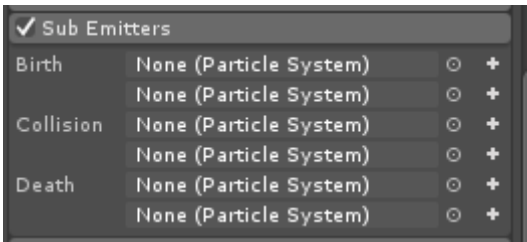
K.可碰撞物体（Collides With）决定可以与粒子系统发生碰撞的层，在可展开列表中选择需要与粒子系统发生碰撞的层。

L.碰撞检测质量（Collision Quality）决定物体与粒子系统发生碰撞的概率大小，在可展开列表中包括高质量（High）、中等质量（Medium）和低质量（Low）。质量越高则发生碰撞的概率越大。

M.立体像素尺寸（Voxel Size）的含义是碰撞检测中立体像素的大小，只有当碰撞检测质量（Collision Quality）为中等质量（Medium）和低质量（Low）时可用。

2.15 子发射系统（Sub Emitters）

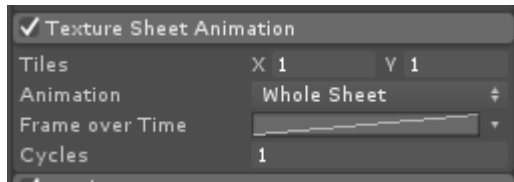
子发射系统（Sub Emitters）属性可以在粒子系统生成粒子（Birth）、粒子发生碰撞（Collision）和粒子消失（Death）时调用其他粒子系统。如图所示。



子发射系统属性

2.16 纹理层动画（Texture Sheet Animation）

纹理层动画（Texture Sheet Animation）可以将粒子在生命周期内的纹理图动态化。如图所示。

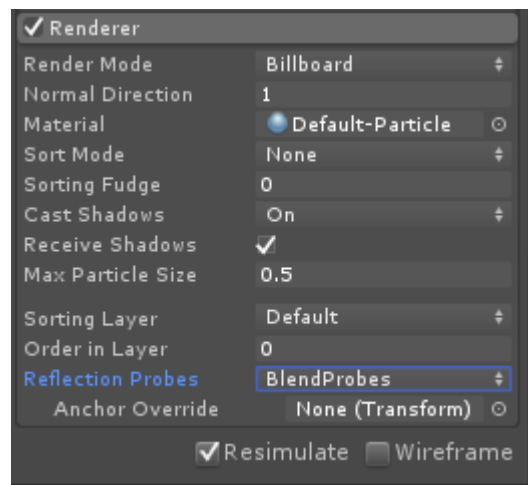


纹理层动画属性

- A.平铺尺寸（Tiles）定义纹理图的平铺，分别是 x 和 y 两个平铺参数。
- B.动画（Animation）为纹理图指定动画类型，可展开列表中包含整个网格（Whole Sheet）和单行（Single Row）两种方式。
- C.随机性（Random Row）的含义是当勾选时第一行随机，仅动画（Animation）选择单行（Single Row）方式时可用。
- D.时间帧（Frame over Time）决定动画的改变方式，在可展开列表中包含 4 中选择方式，包括固定值（Constant）、曲线变化（Curve）、两固定值间随机变化（Random Between two Constants）和两曲线间随机变化（Random Between Two Curves）。
- E.周期（Cycles）决定动画的播放周期，周期越小速度越快。

## 2.17 渲染器（Renderer）

渲染器（Renderer）属性定义了粒子系统中粒子的渲染特性，灵活运用此属性可以更加灵活地使用粒子系统。如图所示。



渲染器属性

- A.渲染模式（Render Mode）决定粒子渲染的方式。可展开列表中包含 5 种渲染方式，分别为面板渲染（Billboard）、拉伸面板渲染（Stretched Billboard）、水平面板渲染（Horizontal



Billboard）、垂直面板渲染（Vertical Billboard）和网格渲染（Mesh）。

B.摄像机缩放比（Camera Scale）决定摄像机的运动对粒子拉伸的影响程度，仅当渲染模式（Render Mode）为拉伸面板渲染（Stretched Billboard）时可用。

C.速度缩放比（Speed Scale）的含义是根据粒子运动的速度决定粒子长度的缩放比例，仅当渲染模式（Render Mode）为拉伸面板渲染（Stretched Billboard）时可用。

D.长度缩放比（Length Scale）的含义是根据粒子运动的长度决定粒子宽度的缩放比例，仅当渲染模式（Render Mode）为拉伸面板渲染（Stretched Billboard）时可用。

E.网格类型（Mesh）决定粒子的网格类型，可供选择的类型包括 Unity 中内置的几种基础的物体类型，如球体（Sphere）和胶囊（Capsule）以及开发者自行添加的带有网格渲染模式的游戏对象等。仅当渲染模式（Render Mode）为网格渲染（Mesh）时可用。

F.法线方向（Normal Direction）决定粒子光照贴图法线的方向，取值范围为 0~1。当取值为 0 时朝向屏幕中心，当取值为 1 时朝向摄像机，当渲染模式为网格渲染（Mesh）时不可用。

G.材质（Material）属性决定粒子的材质。

H.排序模式（Sort Mode）的含义是粒子产生不同优先级的依据。可展开列表其中包括 4 种方式，包括空（none）、依照距离（By Distance）、最新生置首（Youngest First）和生成时间最久置首（Oldest First）。

I.矫正排列系数（Sorting Fudge）决定粒子的排序偏差，较低的系数值会增加粒子系统的渲染覆盖其他游戏对象的相对概率。

J.投射阴影（Cast Shadows）决定粒子系统对其他不透明材质投射阴影的方式（只能是不透明的材质）。可展开列表其中包括 4 种可选方式，包括关闭（Off）、打开（On）、两侧阴影（Two Sided）和仅投影（Shadows Only）。

K.接受阴影（Receive Shadows）决定粒子系统是否接受投影，只有不透明的材质才能投射阴影。

L.最大粒子尺寸（Max Particle Size）决定粒子的最大尺寸（不用考虑其他位置设置的大小），即视口中的最大尺寸。

M.分层排序（Sorting Layer）决定粒子系统中不同层的显示顺序，可在可展开列表中添加排序层。

N.层顺序（Order in Layer）决定每个排序层的渲染顺序。

O.反射（Reflection Probes）决定粒子的反射形式。可展开列表其中包括 4 种方式，分别

是关闭（Off）、混合勘探（Blend Probes）、混合探测和天空盒（Blend Probes And Sky Box）和简单形式（Simple）。

P.锚点覆盖（Anchor Override）重新定义了粒子反射探测的锚点，可用其他游戏对象的锚点替代。仅当反射探测打开时可用。

### 3.粒子系统的综合使用

在生活中会有这样的情况，某些物体从高处坠入水中或者在水面移动时会在水面上激起水花和波纹。比如，一艘赛艇在水面上游动，赛艇在移动时会在水面激起水花并且留下花纹。本节将会通过案例“用粒子系统实现真实水花”来介绍这一效果的开发过程。