

火星时代教育

# 虚幻物理引擎

— 虚幻 4 高级程序开发 —



 火星时代教育



# 物理引擎

# 物理引擎

物理引擎通过为刚性物体赋予真实的物理属性的方式来计算**运动、旋转和碰撞反映**。

游戏引擎中的物理引擎的主要目的是为了解决物体在空间的状态信息。

常规的物理引擎遵循物理定律，按照给定的算法，进行模拟物理运动。所以在没有多元因素影响的情况下，物理引擎的计算结果是一致的。这和现实世界基本一致。

# 虚幻中的物理引擎

虚幻使用的PhysX3.3的物理引擎驱动物理仿真以及碰撞计算。

物理引擎模拟物理计算，增加游戏的代入感，使得玩家与场景之间能够进行基于物理的交互（撞击，发力等）

物理引擎本身处理了物体之间的交互关系。

所有物理运动（坠落或受力的物理形体）以及碰撞（物理形体的相互作用）都由 PhysX 管理。在游戏中模拟物理将有助于提高每个场景的沉浸感，因为它能帮助玩家相信自己正在与场景互动，而场景会以这样或那样的方式作出反应。



# 物理交互

# 交互方式

**碰撞响应** 和 **追踪响应（射线）** 构成了虚幻引擎4在运行时处理碰撞和光线投射的基础。

虚幻中的**碰撞交互方式**分为三种：忽视，重叠，阻挡

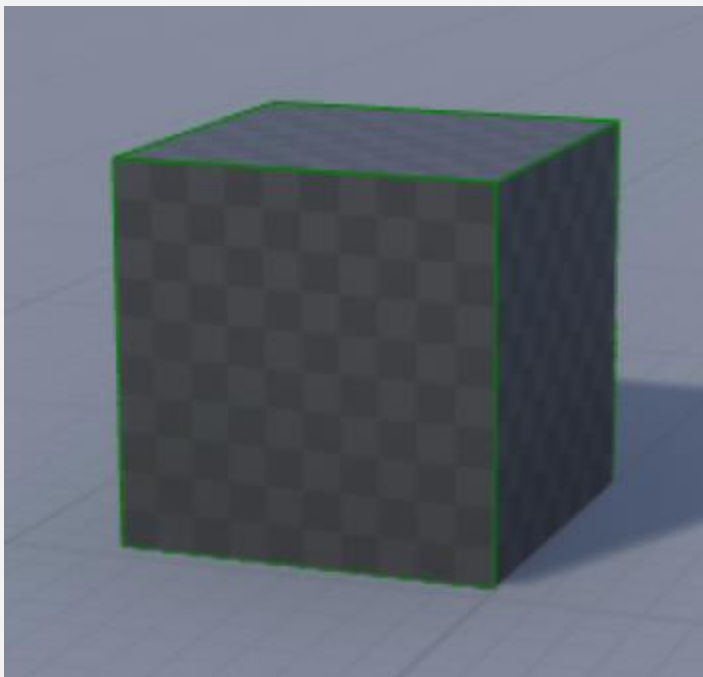
忽视：物体和物体之间不产生任何物理结果，这使得物理引擎将两种物体不作为检查范本。

重叠：物体和物体本身可以互相穿透，并产生事件通知。物理引擎时刻会关注物体之间的位置关系。

阻挡：物体和物体之间不可以互相穿透将产生阻挡效果。

## 产生物理交互的必备条件

在虚幻引擎中，能够被物理引擎计算的物体必须具备刚体（包裹外壳）。如果希望加入物理引擎运动，还需要开启物理模拟

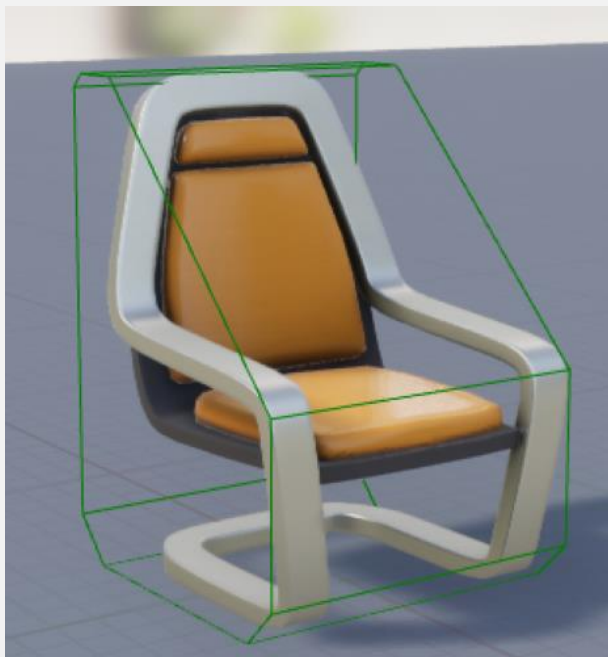




# 物理碰撞

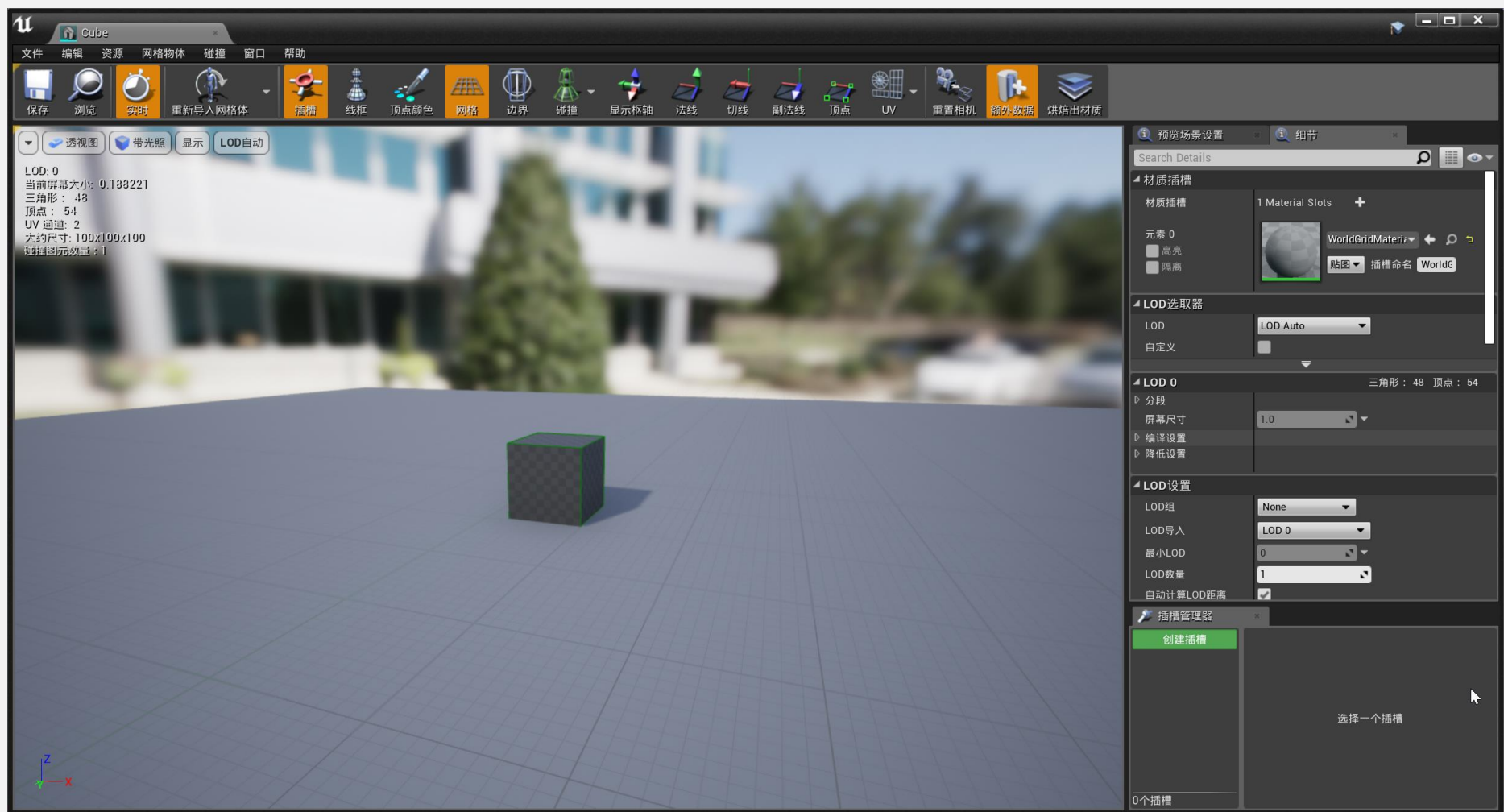


## 虚幻中的物理碰撞

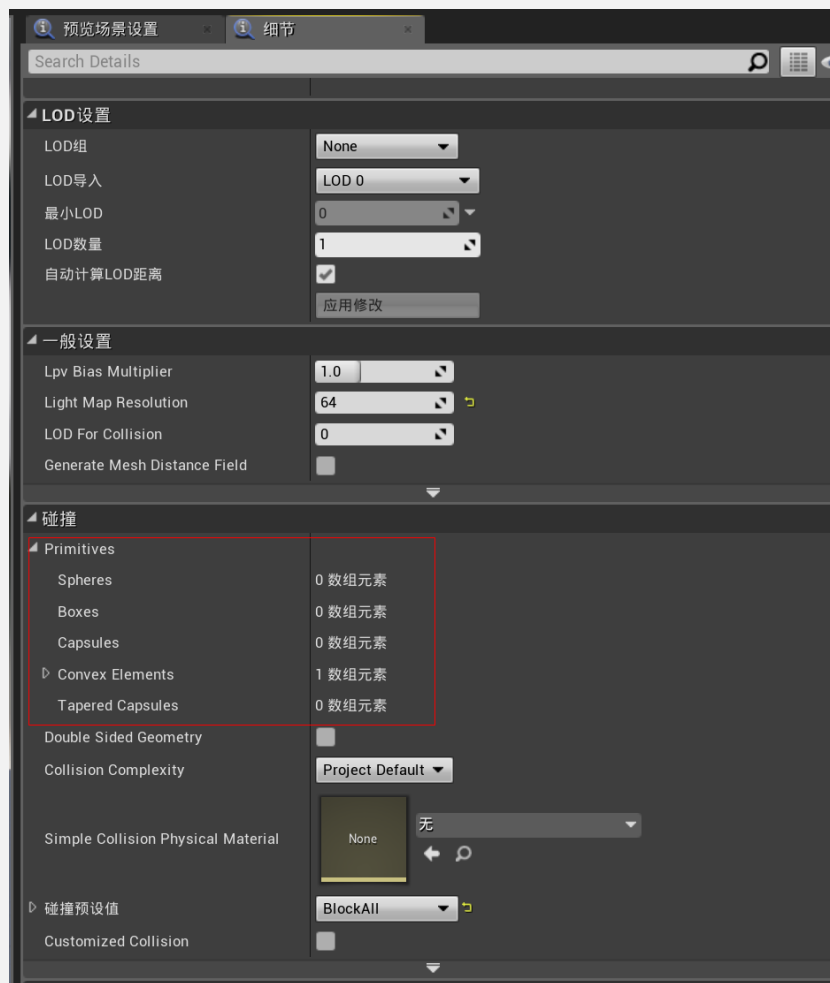


在虚幻引擎中，物理碰撞添加的途经有两种，第一种是静态网格编辑器中，第二种是物理资源编辑器中（为骨骼Mesh使用）

# 静态网格编辑器



# 静态网格碰撞



静态网格的添加的碰撞形式分为两种，简单碰撞和复杂碰撞。

**简单碰撞** 是基础，如方块、球体、胶囊体和凸包。**复杂碰撞** 是给定对象的三角网格图。虚幻引擎 4 默认在 Physx 中创建简单和复杂两种形态，然后再基于用户需要（复杂查询 vs 简单查询）使用相应形态。

左图中的红色区域可以检查物体的简单碰撞数据是否添加

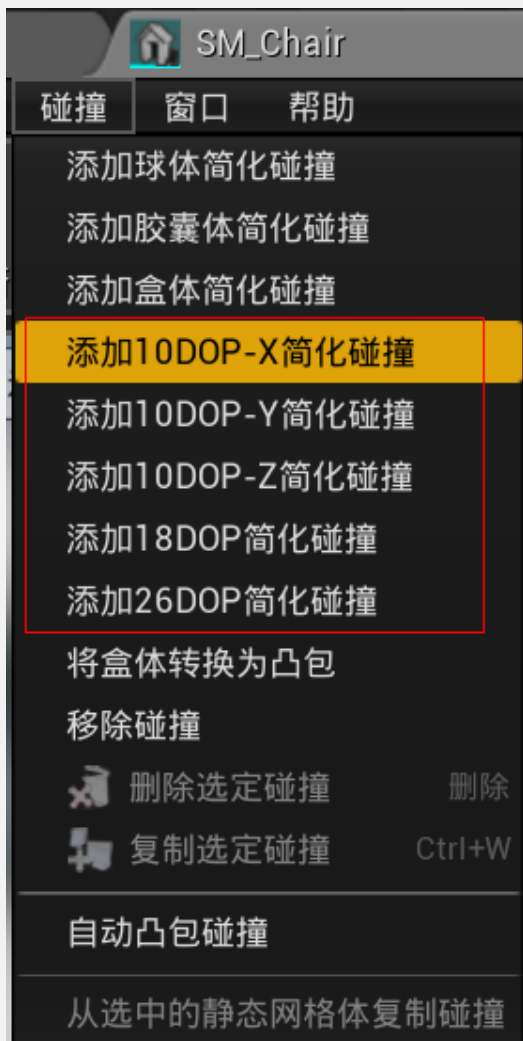
## 添加简单形状碰撞



打开静态网格编辑器，在碰撞下拉菜单中找到形状添加，虚幻提供三种简单的形状碰撞器，球体，胶囊体，盒体。

虚幻允许一个物体具备多个碰撞器。

## 添加K-DOP简单凸包碰撞



K-DOP 是包围体的一种，是 K 离散导向多面体（K discrete oriented polytope）的缩写（K 是轴对齐平面的数字）。它抓取轴对齐的平面，将其尽力推向离网格体最近的位置。

- 10 - 方块有 4 条边形成斜角 - 可选择 X、Y 或 Z 轴对齐的边。
- 18 - 方块中所有边均形成斜角。
- 26 - 方块中所有边和角均形成斜角。

## 添加自动凸包碰撞

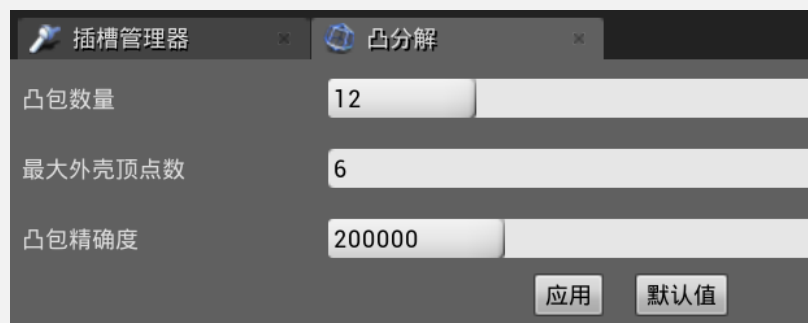


自动凸包包裹也属于简单碰撞包裹，通过程序进行计算获得包裹数据信息。需要调整凸包顶点最大数量

凸包数量：决定了包裹物体需要使用的凸包个数，越多越精确，消耗也越大

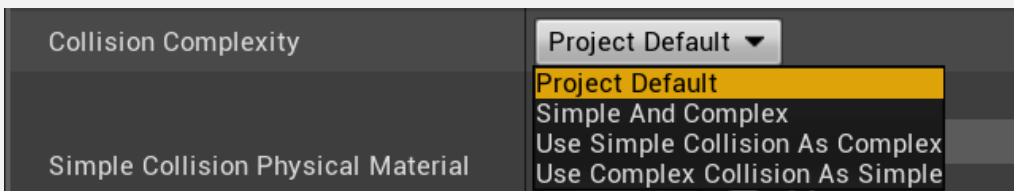
最大外壳顶点数：每个凸包最大允许使用多少个顶点

凸包精确度：使用多少模型面做计算参考，数量越大精度越大



## 添加复杂碰撞

在静态网格的细节面板设置中，可以开启复杂碰撞



- Default 此设置“默认”使简单碰撞请求使用简单碰撞，复杂请求使用复杂碰撞。引擎默认使用的是SAC模式。
- Simple And Complex 创建简单和复杂的形状。简单形状用于常规场景查询和碰撞测试。复杂形状（逐多边形）用于复杂场景查询。
- UseSimpleAsComplex 如请求复杂查询，引擎仍将查询简单形态，无视三角网格图。这有助于节约内存，因为我们不需要烘焙三角网格图。如果碰撞几何体更简单，则可增强性能。
- UseComplexAsSimple 如请求简单查询，引擎将查询复杂形态，无视简单碰撞。该设置可将三角网格图用作物理模拟碰撞。注意：**如果您使用的是 UseComplexAsSimple，则无法模拟物理**；但可将其和其他模拟（简单）物体进行碰撞。

## 简单碰撞VS复杂碰撞

虚幻中提供简单碰撞和复杂碰撞的原因：简单碰撞可以解决大部分场景中的物体碰撞交互关系。因为基于简单碰撞检测可以使得物理引擎性能得到优化。而我们制作游戏时经常会遇到这样的问题，例如玩家进行瞄准时，场景是建筑物是存在缝隙并且是非常不规则的。那么如果模型我们使用了简单碰撞包裹，那么将会出射击发射不精准的问题，此时我们可以专门为子弹或是射线开启复杂碰撞，从而达到精准检测的目的！

注意简单碰撞需要进行添加碰撞包裹，而复杂碰撞直接使用的模型三角面进行计算（消耗大）。





# 碰撞设置

# 碰撞预设

虚幻引擎中加入了多种碰撞预设，帮助我们快速确定场景中**物体的物理碰撞关系**！  
我们可以使用碰撞预设解决大部分碰撞关系问题。

Preset

您可以修改您的任何项目概述文件。请注意，如果您修改概述文件，那么它可以改变碰撞行为。所以您在修改当前正在使用的碰撞预设时，请谨慎。

名称	碰撞	对象类型
NoCollision	没有碰撞	WorldStatic
BlockAll	已启用碰撞(查询和物理)	WorldStatic
OverlapAll	仅查询(无物理碰撞)	WorldStatic
BlockAllDynamic	已启用碰撞(查询和物理)	WorldDynamic
OverlapAllDynamic	仅查询(无物理碰撞)	WorldDynamic
IgnoreOnlyPawn	仅查询(无物理碰撞)	WorldDynamic
OverlapOnlyPawn	仅查询(无物理碰撞)	WorldDynamic
Pawn	已启用碰撞(查询和物理)	Pawn
Spectator	仅查询(无物理碰撞)	Pawn
CharacterMesh	仅查询(无物理碰撞)	Pawn
PhysicsActor	已启用碰撞(查询和物理)	PhysicsBody
Destructible	已启用碰撞(查询和物理)	Destructible
InvisibleWall	已启用碰撞(查询和物理)	WorldStatic
InvisibleWallDynamic	已启用碰撞(查询和物理)	WorldDynamic
Trigger	仅查询(无物理碰撞)	WorldDynamic
Ragdoll	已启用碰撞(查询和物理)	PhysicsBody
Vehicle	已启用碰撞(查询和物理)	Vehicle
UI	仅查询(无物理碰撞)	WorldDynamic

碰撞预设可以在项目设置的Collision中查找到。

# 物体类型

虚幻中使用物体类型来描述碰撞关系。虚幻只提供了少量的物体类型。我们可以在碰撞设置中进行添加。虚幻允许我们额外添加18中碰撞物体类型。



### 引擎 - Collision

设置并修改碰撞设置

这些设置被保存在 DefaultEngine.ini 中，它当前可写入。

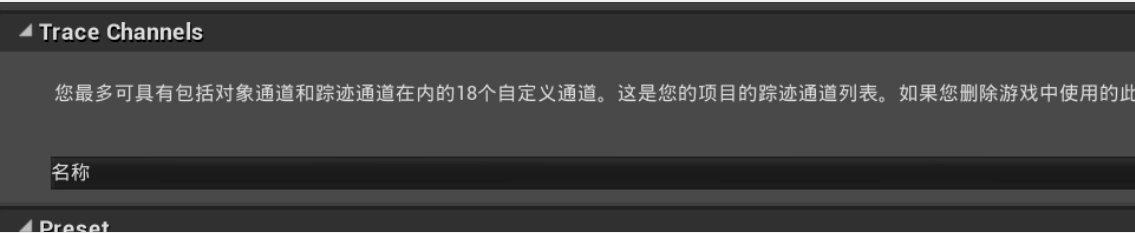
#### Object Channels

您最多可以具有包括对象和踪迹通道在内的18个自定义通道，这是您项目的对象类型列表。如果您删除游戏使用的对象类型，那么它将变为WorldStatic。

名称	默认反应
Ch1	区块
Ch2	区块

# 踪迹类型

踪迹类型用来响应和射线之间的交互关系。虚幻中默认提供两种踪迹类型。我们可以自定义添加更多踪迹类型，虚幻最多允许额外添加18个踪迹类型。



# 碰撞预设描述面板



在碰撞预设描述面板中我们可以调整物体之间的碰撞关系，包括当前预设提供的物体的对象类型，碰撞的方式，响应方式，踪迹类型

踪迹类型：当前物体与射线发生关系方式

对象类型：当前对象类型与其他对象类型发生的关系方式

## 已经启用碰撞

- No Collision 没有任何碰撞信息产生，并且没有物理碰撞结果
- Query Only 只会产生碰撞通知（堆叠通知），但没有物理效果
- Physics Only 只会产生物理效果，不产生碰撞通知（堆叠通知）
- Collision Enabled 即会产生碰撞通知，又会产生物理效果

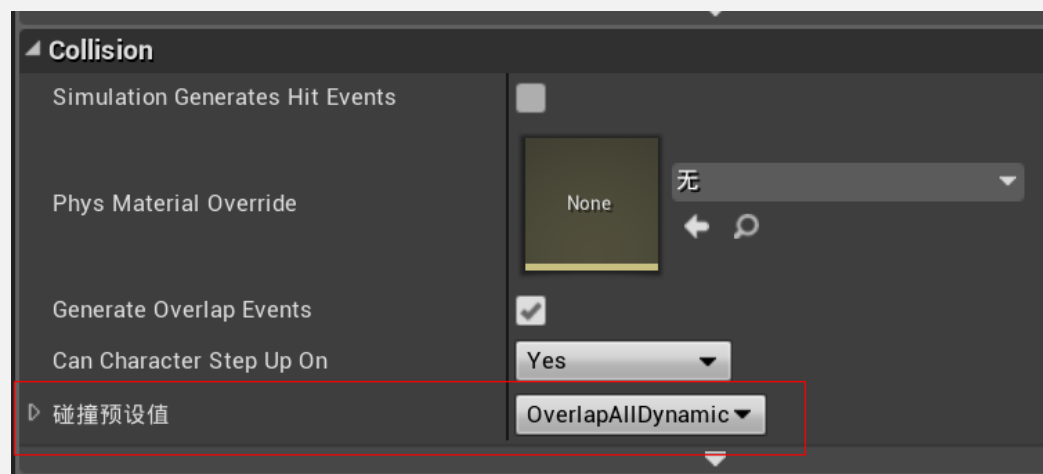
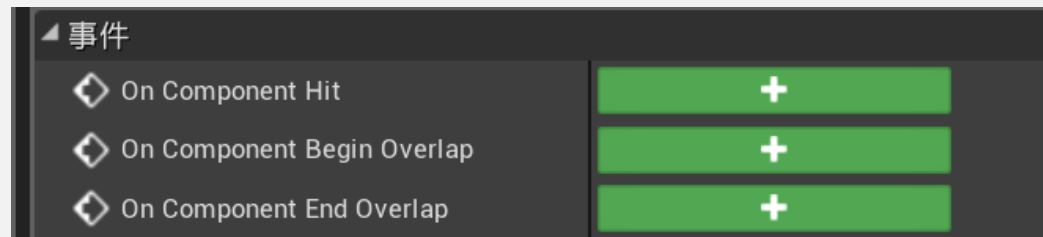
已启用碰撞	Collision Enabled (Query and PI▼)
对象类型	No Collision
描述	Query Only (No Physics Collision)
	Physics Only (No Query Collision)
	Collision Enabled (Query and Physics)



# 碰撞响应

# 碰撞响应事件

虚幻中的碰撞响应分为忽略，堆叠，阻挡。与之对应的事件我们均可以获得。常见的StaticMesh组件，Collision组件均具备通知事件。并且我们可以调整组件的碰撞预设，或是自定义碰撞预设。以达到响应碰撞的不同结果。

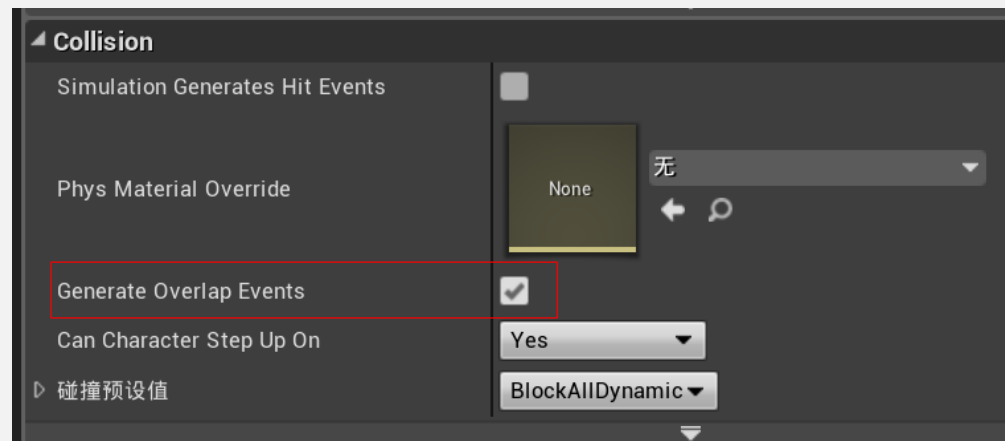




# 重叠事件

重叠事件分为进入堆叠和退出堆叠，在虚幻中，如果希望获得堆叠事件通知，需要满足以下条件。

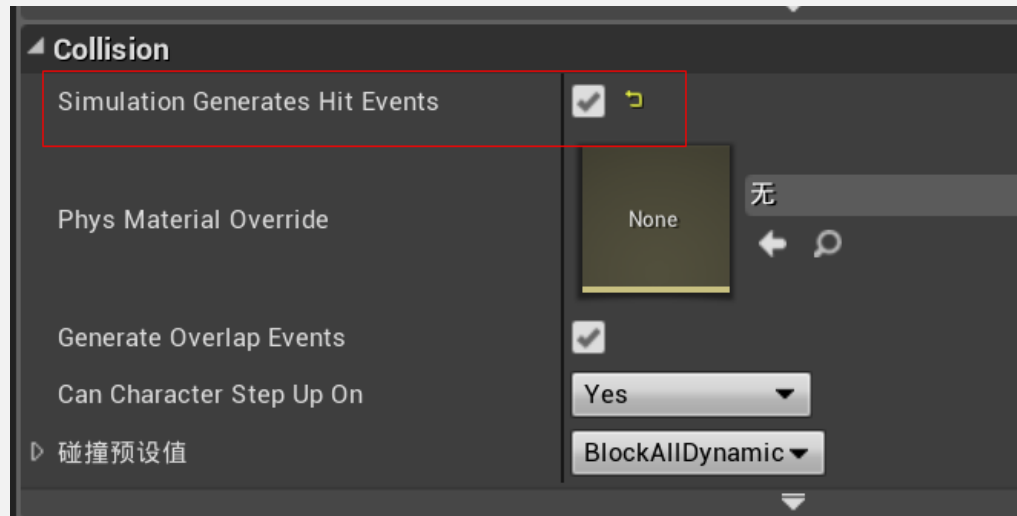
- **双方勾选**生成堆叠事件通知
- 物体有碰撞包裹
- 两个物体之中，**只要有一个**物体勾选碰撞结果为堆叠即可产生堆叠事件
- Collision Enable 必须设置为有**询问项**



# 撞击事件

撞击事件产生的必要条件

- 希望接收事件通知方勾选生成撞击事件（只要一方勾选即可）
- 双方有一方需要开启物理模拟
- 双方具备碰撞包裹
- 碰撞预设中物体的碰撞关系为区块
- 撞击事件产生不受Collision Enable是否开启询问影响





# 物理追踪

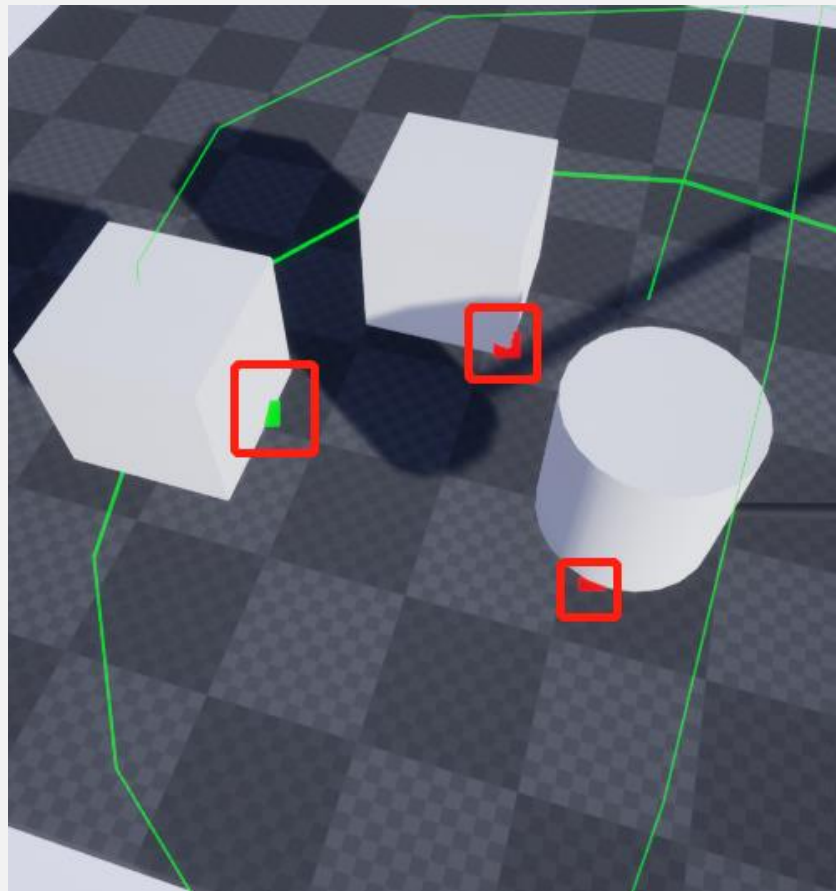
# 追踪方式

虚幻中的物理追踪是指**引擎运行状态下**，允许我们使用**线或是形状**与场景物体产生交互（单帧运算），并将交互结果进行反馈，以达到动态产生物理交互响应的目的。

- 线性的检测（射线检测）
- 形状检测（球，盒子，胶囊）

交互中，两个检测关系中，仅当是阻挡或是堆叠关系才会产生结果。

阻挡在调试中显示红色标记，堆叠显示绿色标记。

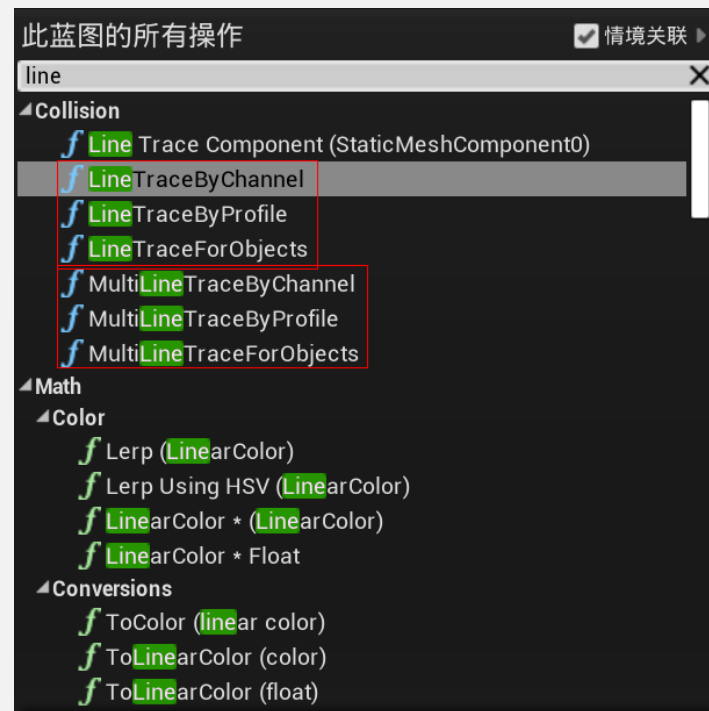


# 射线检测

射线检测分三种方式，一种是通道检测，一种是预设检测，一种是物体类型。检测的方式主要区别是用来筛选目标。

检测分为单检测（只能扫描到一个目标）和多个目标检测（返回多个目标）

**注意：**射线检测中，交互关系为阻挡或是堆叠均可以响应结果。但是阻挡会导致多目标检测无法继续向下检测。



# 通道射线检测

使用轨迹通道为主要检测判定依据，碰撞物体与该通道为**阻挡**，才能被收集。

**注意：在多目标检测中，当目标与检测层关系为堆叠时，也可以被检测（如果为阻挡，则无法向下继续检测）。只有多目标射线检测可以检测堆叠关系，其他均不可！**

如果想要被射线检测到，需要保证物体的碰撞设置中，与该射线通道的响应方式为阻挡。

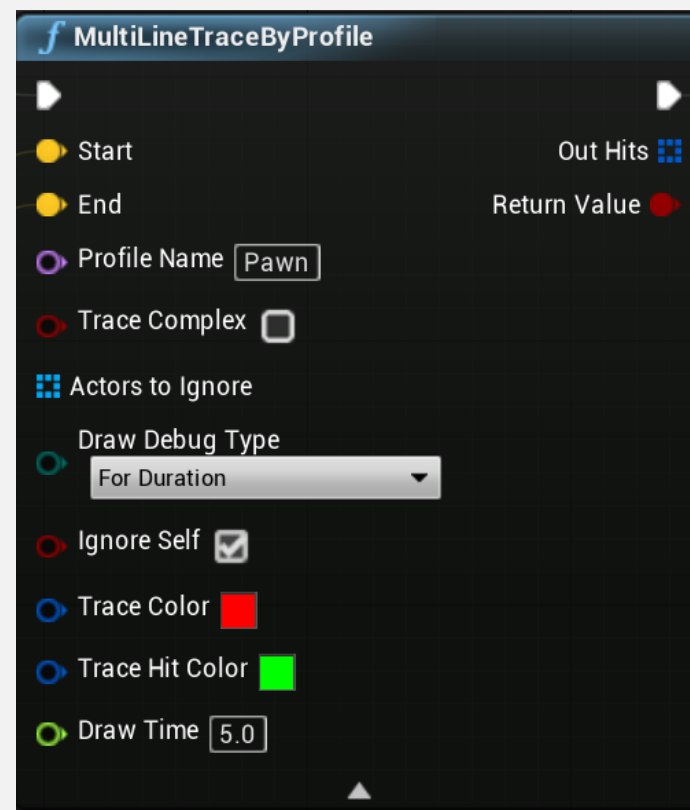


# 预设射线检测

使用预设关系进行碰撞检测，需要填入预设名称。

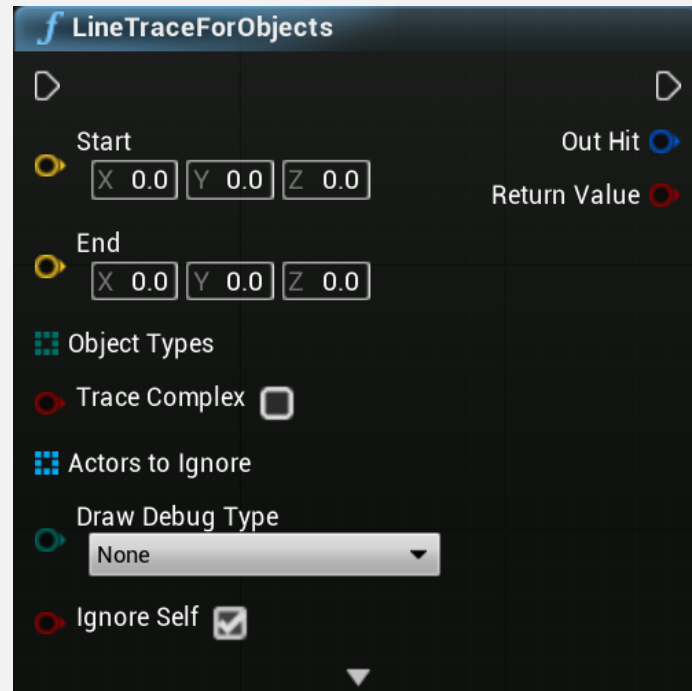
注意：射线使用预设如同物体之间预设关系一样，如果希望被射线检测到，需要保证射线预设**物体类型**，和**希望被检测到的物体类型之间的响应关系为阻挡或是堆叠**（注意预设设定需要双方预设关系中的物体响应方式均为区块或堆叠），方可被检测到。

有一方碰撞为堆叠，则检测继续向下，双方均为阻挡，则停止向下检测



## 物体类型射线检测

将希望被射线检测到的物体类型构建成为数组进行填入，并且只与类型匹配的物体产生交互关系。

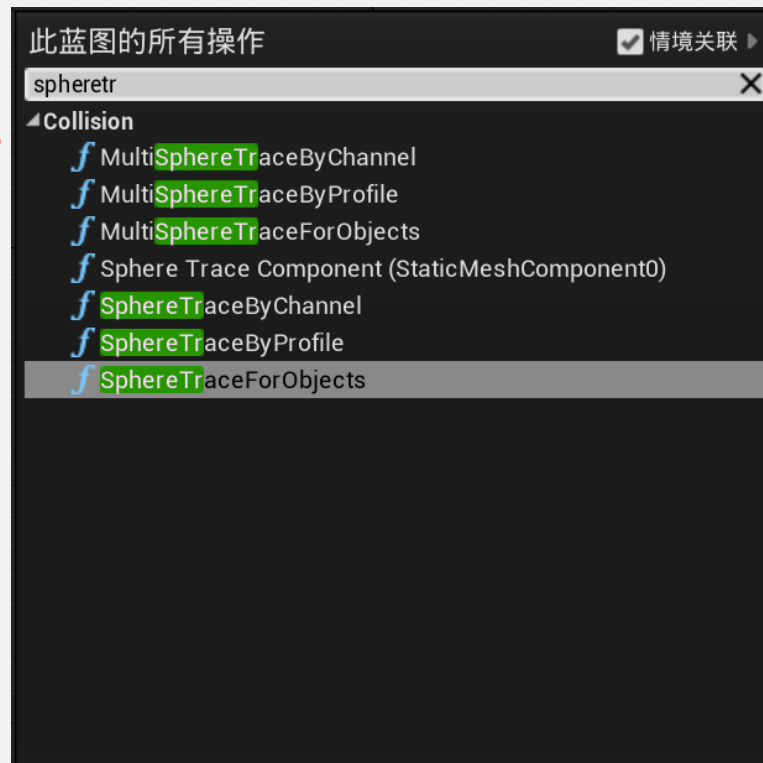




# 形状检测

形状检测方式与射线检测方式相同，会根据给定的形状进行检测设定。

检测方式分为三种：通道，预设，物体类型，基本与直线检测一样。注意，**响应层关系必须为阻挡，否则无法做出响应（多目标射线检测为特殊）**。



# 7 | 添加力

# 虚幻中的力

在虚幻中，力的作用方式分为两种：一种是冲力（impulse），一种是推进力（force），从作用结果上分为**冲量**和**角冲量**

区别：

**冲力：瞬间力，作用结束后直接施加给物体，修正物体在物理引擎中的运动表现。**

**推进力：单帧作用力，当前帧力效果施加后，如下一帧不存在推进力，则作用力无效果。推进力是持续增加力，随着时间推演作用力累加。像是火箭推进器。**

**只有开启了物理模拟的物体才能受到力的作用。**

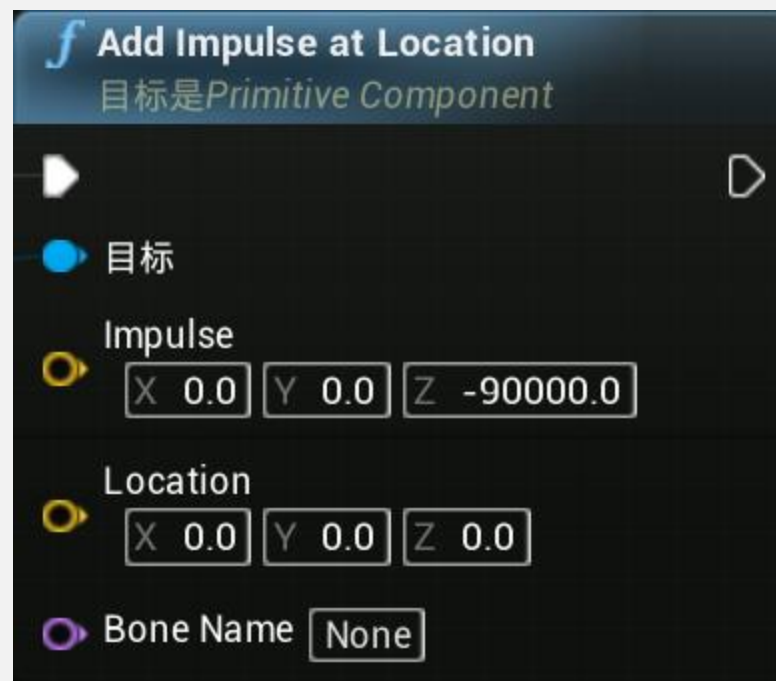
## 瞬间位移冲量

直接将冲力作用在物体质心，给定一个向量，描述方向和力的大小。



## 瞬间位移冲量

将从物体的质心到Location构建一个连接杆，然后在Location发力，作用效果如同是用杆撬动物体。



# 位移推进力

推进力需要持续发力，所以一般我们需要将力放到持续调用的逻辑节点中放能获得效果。推进力也分为直接发力质心和通过修改发力点构建作用力杠杆发力。

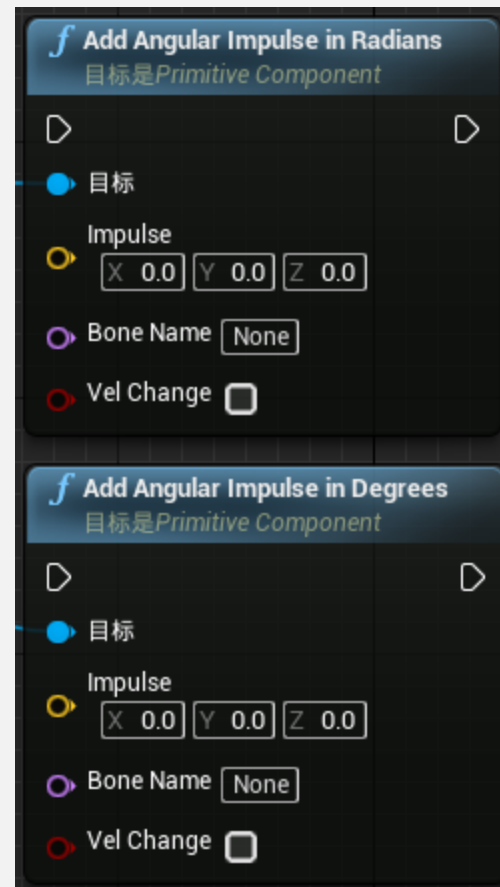


# 角冲量

瞬间作用于物体上，以围绕给定轴的量级进行运算，适用于瞬间作用于物体上产生旋转

Radians (弧度)

Degrees (角度)

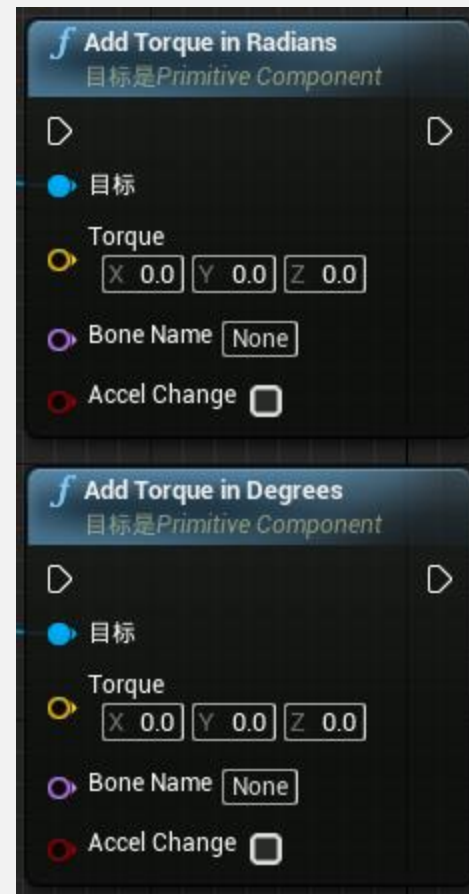


# 角扭矩

作用于物体上，以扭矩的方式进行计算，需要持续作用

Radians (弧度)

Degrees (角度)





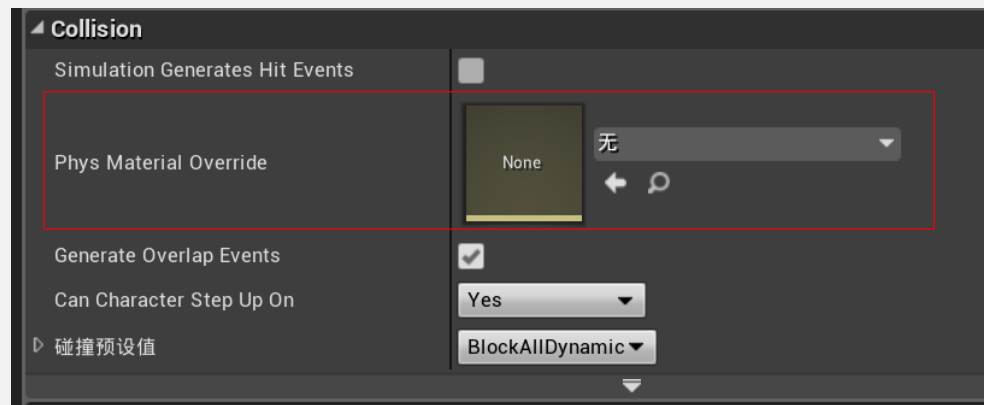


# 物理材质

# 物理材质

物理材质描绘了物体表面的物理特性，例如摩擦力，弹性，密度等信息。

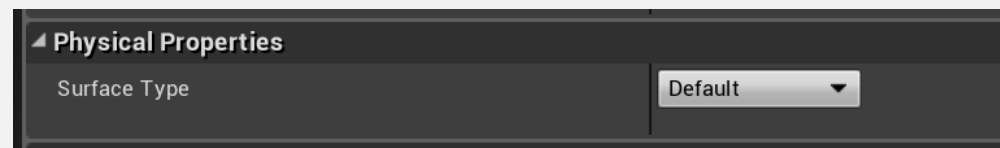
物理材质可以在物体的内容浏览器的物理中进行添加。在物体的碰撞设置中进行设置。



## 物理材质表面类型

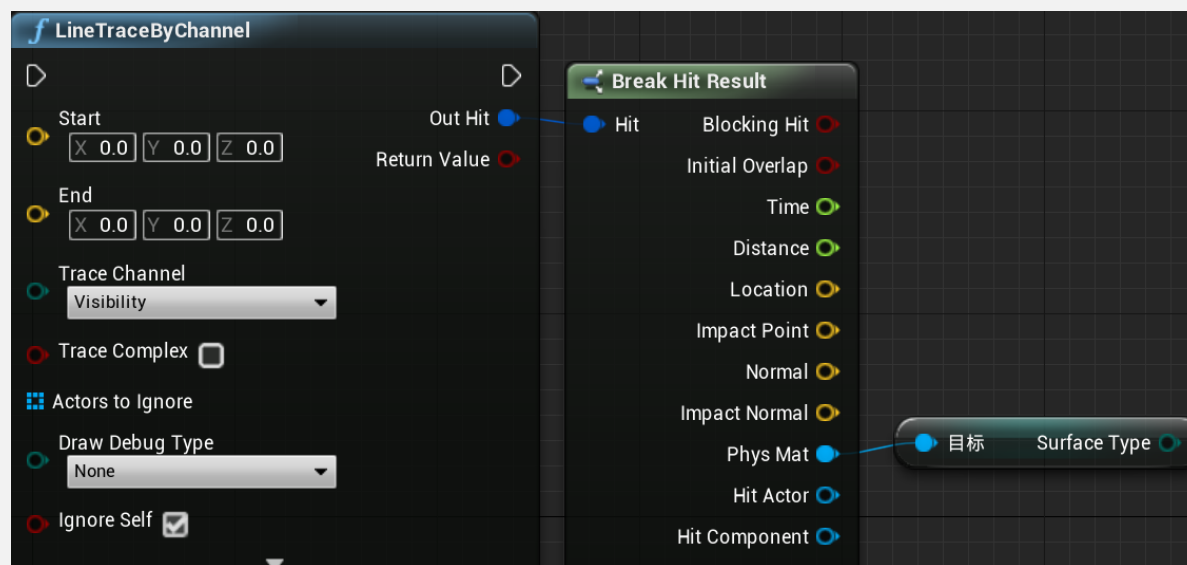
在物理材质中，我们可以设置物体的物理表面类型，用于区分物体的表面主动响应逻辑交互方式。例如，子弹打到木质的墙面和打到岩石发出的声音是不同的，我们可以通过使用物理材质表面类型来区分碰到的物体表面是什么。

在项目设置中，我们可以添加物理表面类型，虚幻允许我们添加最多62个自定义表面类型



## 检查物理材质表面类型

当物体产生交互，我们可以从碰撞结果中找到物理材质，从物理材质中找到材质表面类型。





# 物理约束



# 物理阻尼



# 感谢您的观看

THANKS FOR YOUR WATCHING

