



SideFX®

# Houdini ™

## 基础教程

面向电影、电视与游戏开发的基础

版本 20.5

主编: 黄慎泽 王一夫

翻译: 张炜 花侯鹏 李国臻

校对: 张永杰 陈昱燕 许依然



---

# Houdini<sup>™</sup> 基础教程

面向电影、电视与游戏开发的基础

版本 20.5

ROBERT MAGEE

---

## HOUDINI FOUNDATIONS

作者: Robert Magee

研究: Michael Buckley, Marcia Utama

封面艺术: Attila Torok

特别致谢 : Kim Davidson、Richard Hamel、Chris Hebert、Cristin Barghiel 及所有让 Houdini 充满活力的 SideFX 团队成员

ISBN: 978-1-7753338-2-1

出版机构 : SideFX Software

地址 : 123 Front Street West, Suite 1401, Toronto, Ontario M5J 2M2

© SideFX Software

Written for the features found in Houdini 19.5  
Document Version 2.0 | December 2022

© 2022 | All rights reserved. SideFX, Houdini, Houdini Engine and the Houdini logo are trademarks of SideFX Software Inc. registered in the USA and other countries. Autodesk, Maya and 3DS Max are registered trademarks or trademarks of Autodesk, Inc., in the USA and other countries. Unreal Engine and its logo are Epic Games' trademarks or registered trademarks in the US and elsewhere. Unity is a registered trademark of Unity Technologies. Other product and company names mentioned may be trademarks of their respective companies.

**DISCLAIMER:** Every reasonable effort has been made to obtain permissions for all articles and data used in this book, and to make it as complete as possible. This book should be considered "as is" and neither SideFX, nor its employees, officers or directors shall be responsible or incidental for consequential damages resulting from the use of this material or liable for technical or editorial omissions made herein.

---

## 目录

<b>1   概览</b>	<b>1</b>
1.1 学习 Houdini	2
1.2 Houdini 工作区	4
1.3 窗口与桌面	6
1.4 节点与网络	8
1.5 参数、通道与属性	10
1.6 几何体选择	12
1.7 变换与编辑	14
1.8 建模工具	16
1.9 UV 与纹理	18
1.10 LookDev：着色器与材质	20
1.11 Solaris：布局	22
1.12 Solaris：相机与灯光	24
1.13 渲染	26
1.14 时间与动画	28
1.15 角色绑定与特效	30
1.16 动力学模拟	32
1.17 云特效与体积	34
1.18 地形与高度图	35
1.19 SideFX Labs	36
1.20 文件管理	38
1.21 表达式与脚本	40
1.22 任务	42
1.23 Houdini 数字资产：过程化工具构建	44
1.24 Houdini Engine	45
1.25 与其他应用共享	45
1.26 电影与电视流水线	46
1.27 动画与视觉特效	46
1.28 游戏开发与 VR 流水线	47
1.29 互动体验	47
1.30 产品与授权	48
1.31 对比图表	49
<b>2   建模、渲染与动画</b>	<b>51</b>
1. 探索Houdini UI	52
2. 创建足球模型	54
3. 为每个节点设置UVs	56
5. 布局：摄像机和灯光	58
6. 材质预览	60
7. 绑定足球模型	62
8. 设置弹跳球动画	66
9. 灯光、摄像机、动作！	69
10. 建立刚体模拟	71

---

<b>3   节点、网络与数字资产</b>	<b>75</b>
1. 创建一块砖块	76
2. 将砖块复制到点云	78
3. 为点上色并切换到茶壶	80
4. 使用贴图为点着色	82
5. 创建“砖化”数字资产	84
6. 测试数字资产	87
7. 动画化砖块	88
8. 在其他应用中加载 HDA	90
<b>4   破碎酒杯</b>	<b>91</b>
1. 模型酒杯	92
2. 模型子弹	94
3. 破碎酒杯	95
4. 设置 RBD 模拟	97
5. 为模拟添加流体	99
6. 缓存并重新定时模拟	100
7. 设置并渲染镜头	103
8. 分配材质并渲染序列	105
<b>5   破坏特效</b>	<b>107</b>
1. 模型炸弹	108
1. 模型导火索	110
2. 导火索动画	112
3. 创建动画摄像机	114
4. 创建烟尘轨迹	116
5. 创建粒子火花	118
6. 炸毁炸弹	120
7. 创建 PyroFX 爆炸	122
8. 将几何导出为 USD	124
9. 在 Solaris 中设置镜头	127
10. 渲染 PyroFX	130
<b>6   地形生成</b>	<b>133</b>
1. 使用高度图塑造地形	134
2. 添加并可视化遮罩层	136
3. 重映射并侵蚀地形	138
4. 在地形上散布点	139
5. 在 Unreal 中打开地形	140

---

---

<b>7   KineFX 绑定   毛绒小子</b>	<b>141</b>
1. 绘制骨骼	142
1. 捕捉几何体	144
2. 添加更多骨骼	145
3. 设置关节方向	147
4. 附加捕捉几何体	148
5. 绘制捕捉权重	150
6. 捕捉刚体几何体	152
7. 创建捕捉绑定数字资产	154
8. 创建动画绑定资产	156
9. 添加更多控制关节	157
10. 主要控制器	159
11. 腿部逆向运动学	162
12. 反向脚部设置	164
13. 提升腿部和脊柱控制	167
14. 眼部控制	169
15. 绑定动画	172
16. 添加并修饰毛发	175
17. 设置并渲染镜头	177
<b>8   面向 Unreal 的过程化资产</b>	<b>181</b>
1. 创建简单建筑	182
1. 将资产导入 Unreal	184
2. 复制到点	187
3. 再创建一个 Houdini 数字资产	189
4. 设置实例化	191
5. 使用几何体驱动资产	193
6. 将 RBD 模拟导入 Unreal	195
<b>9   利用 PDG 构建城市</b>	<b>197</b>
1. 创建城市网格	198
2. 生成并显示工作项	199
3. 添加属性	201
4. 为城市网格创建建筑	202
5. 合并建筑	204
6. 隔离单栋建筑	207
7. 楔形定位城市核心	208
8. 为街道创建几何体	210
9. 楔形生成四个城市地图	212
10. 渲染拼贴图	213
11. 扩大规模以生成更多内容	215

---

---

---



## HOUDINI 基础 概览

要为电影、电视、电子游戏和虚拟现实制作 3D 动画与视觉特效，您需要兼具技术与创意能力。Houdini 是将这些领域完美融合的工具，帮助您从概念阶段一路探索、创建并优化作品直至最终交付。

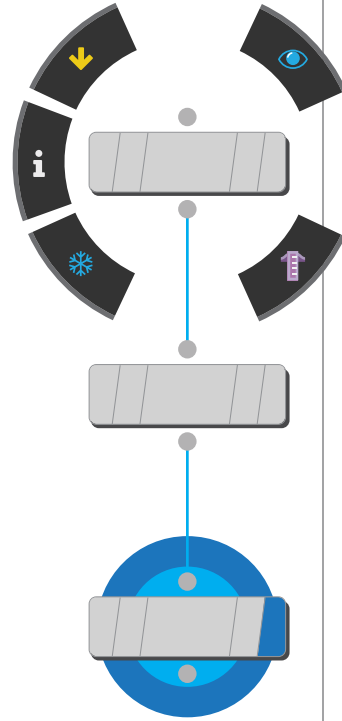
尽管 Houdini 拥有丰富的 CG 内容生成工具，其基于节点的程序化工作流才是其核心优势。这种方法让您更容易创建可定向的镜头、尝试多种迭代并按时完成项目。在学习 Houdini 时，理解如何使用这些节点与网络将对您的成功至关重要。

### 您将学习的内容

本概览章节提供有关 Houdini 的基本信息，帮助您熟悉重要概念与思路。即使目前您可能无法完全掌握所有术语，本章也将在后续基础教程中成为宝贵的参考。

- 已有 3D 软件经验？  
学习 Houdini 时，您可以将现有技能迁移过来。您将学习如何使用场景视图和工具架（Shelf）进行交互式镜头构建，然后学习如何使用节点与网络，充分利用 Houdini 的程序化特性。
- 初次接触 3D 与计算机图形？  
Houdini 也是一个优秀的入门工具。本套基础教程假定您具备一定通用知识，因此建议您先阅读相关 CG 概念。不久之后，您会发现 Houdini 还能帮助您深入理解其他 3D 软件的底层原理。

完成基础课程后，请访问 [SideFX.com](https://www.sidefx.com) 获取更多教程。在主菜单中，依次转到 Learn > Learning Paths，可查看由 SideFX 及 Houdini 社区成员创建的完整教程列表。随着您不断提升 Houdini 技能，前路充满可供探索的学习资源。



### 免费下载 Houdini

SideFX 为您提供了一个免费的学习版本，供您在学习课程时使用。Houdini 学习版 (Houdini Apprentice) 让您可以免费使用 Houdini 的所有功能，但存在一些限制，例如渲染尺寸受限、用户界面有标识以及渲染图像带水印。

您可以从 SideFX 网站下载 Houdini 学习版，该网站也提供会定期更新的最新版本：

[SideFX.com/download](https://www.sidefx.com/download)

### 独立动画师与游戏开发者

若您希望超越免费的学习版，Houdini Indie 能够移除学习版 (Apprentice) 中烦人的水印，提供高达 4Kx4K 的更高渲染分辨率，并允许 Houdini 在限定条件下的商业用途（年收入低于 10 万美元）。

这款专为独立创作者设计的版本，使 Houdini 成为开发个人项目与独立游戏的绝佳工具。

欲了解更多详情，请访问：

[SideFX.com/indie](https://www.sidefx.com/indie)



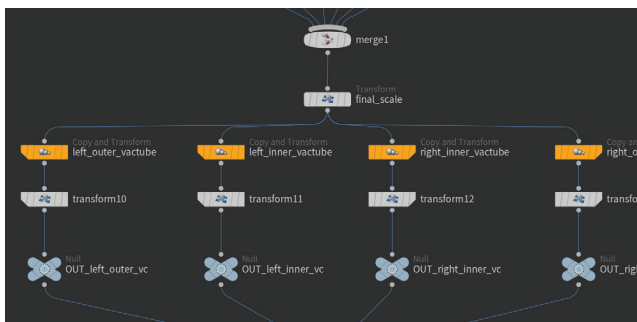
# 学习 Houdini

Houdini 是一款计算机图形学 (CG) 应用程序, 可用于建模、动画、渲染和模拟。在学习 Houdini 的过程中, 您将探索管理创意流程的新方法, 这一流程涉及对节点、网络和资产的交互式操控。

在 Houdini 中, 一切都是程序化的。这意味着建模、角色绑定、灯光、渲染和视觉特效都能受益于节点式工作流——艺术家可以搭建节点网络来管理完成创意任务所需的所有步骤。这些网络随后可以与其他网络“对话”, 从而创建出更加复杂的系统。

## 面向过程

Houdini 中, 你进行的每个操作都会被存储为一个节点。这些节点通过“连线”组成网络, 定义了一套“配方”, 可根据需要进行微调, 以生成可重复且可产生多种迭代结果的流程。节点还能以属性 (Attributes) 的形式将关键信息向下传递, 使 Houdini 拥有真正的程序化特质。



## VFX 著称

视觉特效艺术家历来倾向于使用 Houdini, 因为其程序化工作流非常适合处理粒子和动力学模拟。特效往往需要对镜头中的动作做出响应, 而程序化解决方案能够将这些响应“自动化”, 从而为工作室提供更高的生产效率和更精细的创作控制。



Houdini 还能处理大规模数据集, 这在多层次、多互动的特效 (如刚体破坏、流体、粒子等) 中至关重要。

## 程序化构建

在动态图形 (Motion Graphics) 项目中, 程序化方法同样能带来丰富的视觉效果。许多令人惊艳的动效, 都是通过对节点参数进行动画驱动, 并以意想不到的方式添加噪声来实现的。

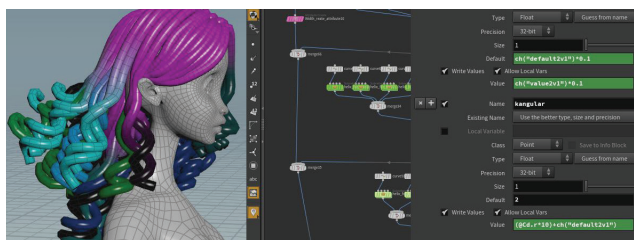


## 更广泛的 CG 流程

除了 VFX 和动态图形, Houdini 在从建模到渲染、角色绑定再到游戏开发的每个环节都配备了基础且强大的工具。其程序化工作流支持你创建各种 CG 内容, 并使你能探索多次迭代, 将修改深入整个项目流程中。



尽管节点是 Houdini 独特而强大的核心, 但你也可以使用视图窗口和工具架 (Shelf) 中的众多交互式工具, 在节点网络后台生成的同时进行直观操作。



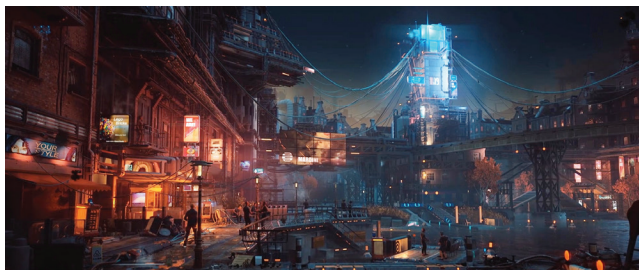
## 可定向结果

之所以能在项目后期进行深度修改，是因为对节点参数的更改会级联更新整个网络的结果。这种可定向性（Directability）贯穿创作始终，能让你在最后关头做出决策，而不会像传统 CG 流程那样代价高昂。

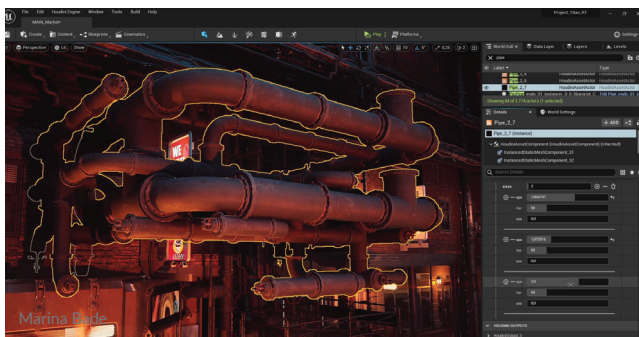


## 工具构建

节点化方法的另一个好处是，你可以轻松将节点网络封装成自定义节点，与同事共享而无需编写任何代码。Houdini 数字资产（Digital Assets）正是以这种方式快速创建的。

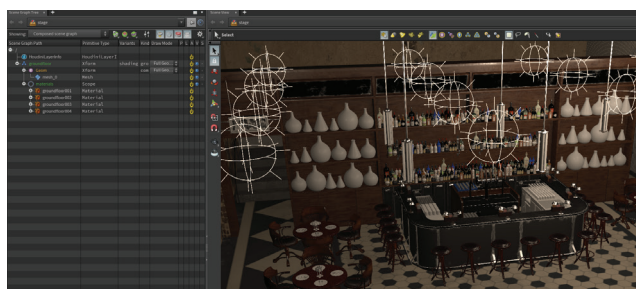


封装后的资产既可在 Houdini 中使用，也可通过 Houdini Engine 插件在 Maya、3ds Max、Unreal、Unity 等应用中调用，其程序化特性完全保留。



## 完全访问所有数据

在常规的动画或特效流程中，对象会不断累积信息，通常以点或面属性（如速度、捕捉权重、UV 坐标等）形式存储。其他 3D 软件往往将这些数据隐藏并在后台管理，而 Houdini 则提供了完整的数据操作工具，让你随时查看、编辑和管理这些属性，大大提升了灵活性和生产力。



## 思维革新

随着您对 Houdini 的运用日益精熟，您将发现处理镜头或游戏关卡的全新方式，这些方式将使您和您的团队效率倍增。

Houdini 赋予您构建工具的灵活性，让您能在项目的整个生命周期中获得有力支持。您将不再被动应对问题，而是能够预见难点痛点，并运用程序化工作流程来极大地提升工作效率。



既然您已选择学习 Houdini，您就将踏上探索这款多功能软件的旅程，它将重塑您应对未来项目的方式。关键在于拥抱这种全新的工作方式，并准备好以前所未有的深度，深掘计算机图形学的世界。



## 无需编写代码？

**绝对不需要！**得益于节点驱动的工作流，你通常能通过交互式操作实现其他 3D 软件中需要写脚本才能完成的效果。Houdini 对艺术家非常友好，开箱即可使用的工具就能做出惊人成果，而节点则让你随时返回并修改每一步，契合真实的创作流程。

如果你确实想编程，Houdini 在界面内提供多种语言支持：Wrangle 节点可用于编写 VEX 或 Python，PyQT 也被原生支持；你还可以使用其表达式语言 hscript，或将多种方式混合以满足特定需求。



# 1.2 Houdini 工作区

Houdini 的用户界面体验对于从其他 CG 应用程序转来的艺术家来说会感到熟悉亲切，最大的不同之处在于用于管理节点与网络的窗格。其工作区高度可配置，可以根据不同的工作方式进行设置。

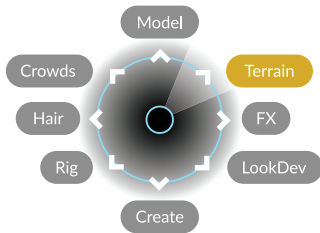
选择学习 Houdini 后，您会发现自己正在探索一个多功能的应用程序，它将重新定义您处理未来项目的方式。关键是要拥抱这种全新的工作方式，准备深入了解比以往更深层次的计算机图形 (CG) 过程，并确保每个镜头在技术层面上都能正常运行——无论是在场景视图中通过相机查看几何体，还是在网络视图中管理程序化节点与网络，都能提供丰富的创意决策途径。

## 径向菜单

在场景视图 (Scene View) 中，您可以通过按下 X、C 和 V 快捷键唤出径向菜单 (Radial Menus)，快速访问一系列工具：

- X (Snapping) : 对齐和吸附选项 X
- C (Main) : 常用建模、编辑工具 C
- V (Views) : 视图相关操作 V

学习如何使用径向菜单后，您可以通过快速的手势操作直接调用所需工具，无需停留在界面部件上。



您可以更改菜单栏顶部显示为“Main” (默认) 的[自定义]菜单。在 OS X 系统上，该菜单被称为 [Radial] 菜单。



## 工具架

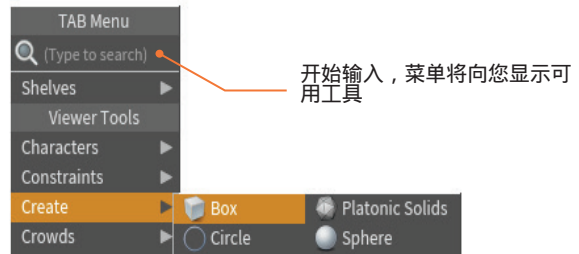
工作区顶部的工具架 (Shelves) 包含多个选项卡，每个选项卡上排列了用于创建和操作物体、几何体、摄像机、灯光和特效的工具。



使用工具架能够减少点击次数，并在后台自动生成节点网络，方便您在参数面板和网络面板中深入调整。对于刚接触 Houdini 的艺术家而言，工具架提供了极为重要的入门资源。

## Tab 菜单

在场景视图或网络视图中，通过按 Tab 键可以调出一份可用工具和节点列表。该菜单涵盖了您在工作中可能使用的所有工具与节点类型，便于快速查找和添加节点。



开始输入，菜单将向您显示可用工具

## 工具栏

位于界面顶部或侧边的工具栏 (Tool Bar) 提供常用的交互式工具，包括：

选择模式 (Selection Modes) - 聚焦场景对象、几何或动态对象

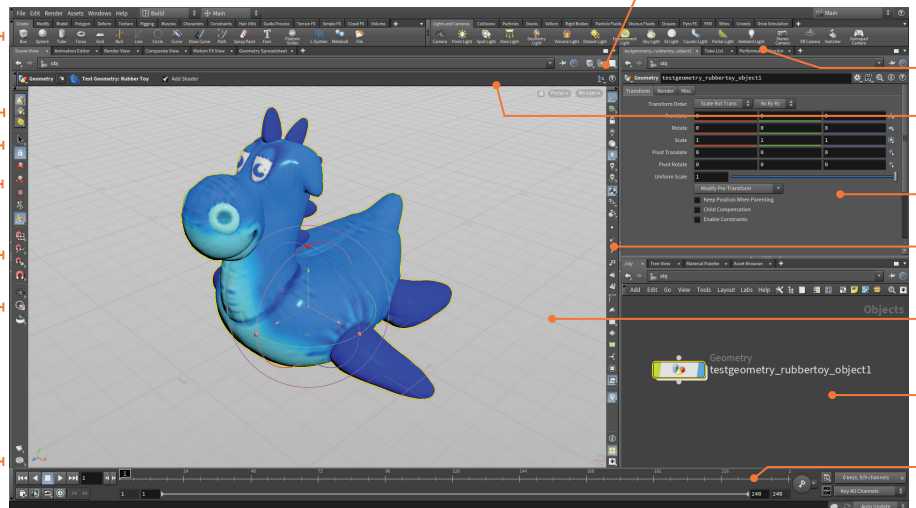
选择工具 (Select Tools) - 普通选择、框选等

变换工具 (Transform Tools) - 移动、旋转、缩放，以及用于节点级别控制的 Handle 工具

吸附工具 (Snapping Tools) - 网格、几何体、点的吸附开关

视图工具 (Viewing) - 在场景视图中使用翻转 (Tumble)、平移 (Pan)、推进 (Dolly) 或渲染区域 (Render Region) 功能；点击并按住可切换到 2D 平移与缩放

输出工具 (Output Tools) - 用于渲染或生成翻书 (Flipbook) 的快捷按钮。



## 3D 视图工具

以下是一些在查看视图时可用的热键组合。如果您已经处于视图工具中，则可以跳过空格键/Alt键的操作：

- 旋转视图 (Tumble) 空格键 或 Alt[Opt]键 + 鼠标左键 [LMB]
- 平移视图 (Pan) 空格键 或 Alt[Opt]键 + 鼠标中键 [MMB]
- 推拉视图 (Dolly) 空格键 或 Alt[Opt]键 + 鼠标右键 [RMB]

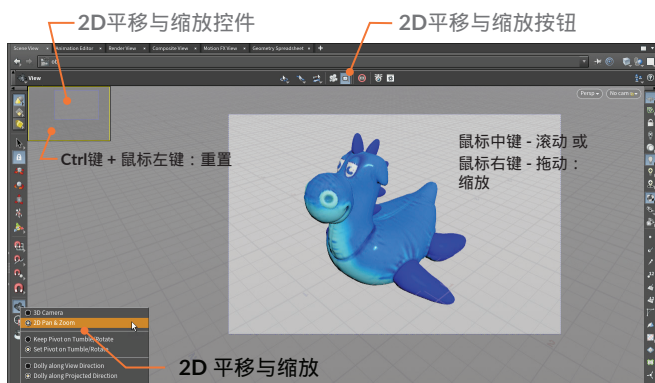
您可以在工具栏中找到视图工具 (View tool)。当您使用空格键或 Alt 键时，您会临时唤起视图工具。这在您正在视图中进行选择或操作，又需要快速改变观察视角时非常有用。

如果您希望专注于查看视图，您可以按 \*\*Esc (Escape) 键\*\* 切换到视图工具。以下是一些其他热键，可用于快速调整您的视图：

- 归位至默认构图平面 (Home Construction Plane) 空格键 + H
- 框显所有对象 (Frame All) 空格键 + A
- 框显选中对象 (Frame Selected / Home Selected) 空格键 + G

## 2D 平移与缩放工具

您可以点击操作控制栏 (Operation Control bar) 中的 2D 平移与缩放工具 (2D Pan and Zoom tool) 按钮来改变 2D 视图，而不会改变 3D 摄像机的位置。左上角的控件 (Widget) 让您可以点击进行平移和缩放操作，或者用 Ctrl 键 + 鼠标左键 (Ctrl+LMB) 点击来重置视图。这是一个用于处理锁定机位 (locked off cameras) 工作的绝佳工具。



视口显示菜单 (Viewport Display Menus) - 这些选项卡让您可以同时创建和组织多个窗格。

窗格选项卡 (Pane Tabs) - 这些选项卡让您可以同时创建和组织多个窗格。

操作控件栏 (Operation Controls) - 配合手柄工具使用此栏，可访问所选节点的参数。

参数面板 (Parameter Pane) - 此面板让您设置数值、添加表达式以及为选中的节点设置关键帧。

显示选项栏 (Display Options Bar) - 这些切换开关让您控制场景显示选项，例如法线、点编号或光照。

场景视图 (Scene View) - 在此区域可视化您的工作成果，并使用手柄在场景中交互式地操控对象。

网络面板 (Network Pane) - 查看和管理节点网络，以处理场景的底层结构。

播放栏 (Playbar) - 设置当前时间并编辑所选节点的关键帧。您也可以使用播放栏来复制和粘贴关键帧。

## 第一人称摄像机 (FIRST PERSON CAMERA)

在视图工具 (View tool) 中，您可以开启类似于电子游戏中使用的第一人称穿梭模式 (first person fly through mode)。

- 切换第一人称模式 开启/关闭 (Toggle First person On/Off) M
- 推拉前进/后退 (Dolly In/Out) W/S
- 平移 向右/向左 (Pan Right/Left) A/D
- 环视四周 (Look Around) 鼠标左键

## 视口显示菜单 (VIEWPORT DISPLAY MENUS)

通过场景视图右上角的菜单或 V 形径向菜单来更改对象的外观以及视图的组织方式。



着色菜单 (Shading Menu) - 提供如线框、平面着色、光滑着色或光滑线框着色等选项供选择。

对象显示菜单 (Object Display Menu) - 当您深入处理网络时，此菜单用于设置是隐藏对象、查看对象，还是以半透明方式显示几何体 (虚影显示)。

视图菜单 (Views Menu) - 此菜单让您能够将场景视图拆分为多种视图，例如透视图或正交视图。

## 显示选项栏

在场景视图的右侧，显示栏提供对视口显示选项的访问。以下是一些示例功能：

参考平面 / 正交网格 (Reference Plane/Ortho Grid) - 启用/禁用一个可用作参考和网格吸附的网格。

构造平面 (Construction Plane) - 启用/禁用一个用于定义放置对象或点位置的构造平面。

锁定摄像机 (Lock Camera) - 将当前摄像机锁定到视图，使得视图的更改会相应地修改摄像机的变换值。

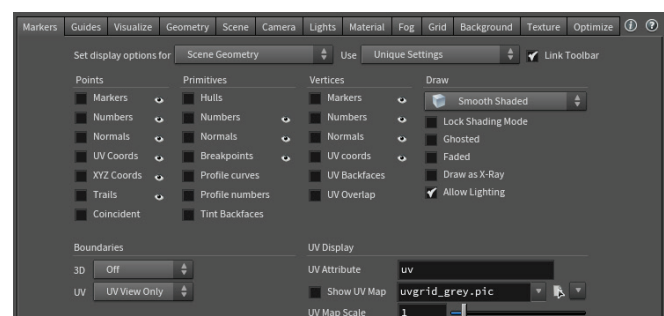
高质量带阴影光照 (High Quality Lighting with Shadows) - 设置视口渲染的最高质量。

显示图元法线 (Display Primitive Normals) - 显示场景中所有图元的法线，以确定其方向。

## 显示选项 (DISPLAY OPTIONS)

场景视图 (Scene) 和网络视图 (Network) 各自都有显示选项面板。您可以通过点击显示选项栏底部的图标，或使用以下快捷键来访问它：

### 显示选项 (Display Options) D



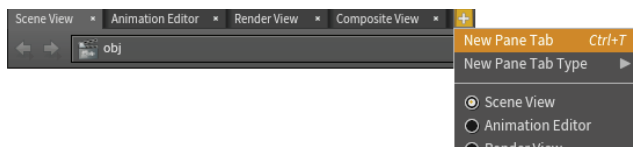


# 面板与桌面

Houdini 工作区由多个面板 (Panels) 组成, 每个面板提供独特方式来组织场景数据。您可以在 3D 视图中进行交互式操作, 也可以在电子表格视图中分析属性值。理解并灵活运用这些不同的 UI 元素有助于提高工作效率:

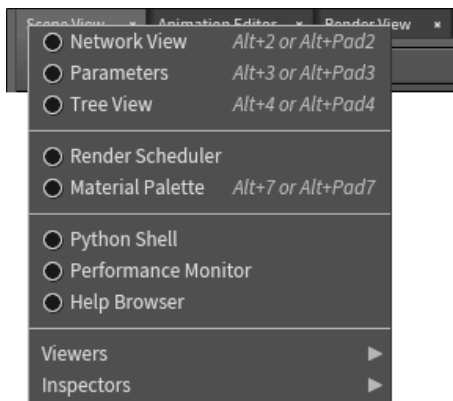
## 组织与折叠面板

通过点击面板或工具栏上的箭头, 可展开或折叠对应部分。整块面板可向左或向右折叠, 也可通过中心把手翻转面板位置。此功能可帮助您聚焦于特定面板, 只需一次鼠标点击便可隐藏其他面板。



## 面板类型

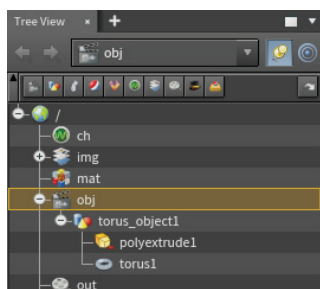
RMB-点击窗格选项卡以更改其类型。有多种窗格类型可供选择。以下是一些带有热键的示例, 其他类型也在此列出。请查阅相关文档以了解其他所有类型的详细信息。



**Network View [Alt-2]** - 这种视图让你可以看到节点和网络, 并连接、重新布线和重组它们以满足你的需求。

**Parameters [Alt-3]** - 设置参数值, 添加表达式并控制节点的属性。

**Tree View [Alt-4]** - 这是节点的层次结构视图。这可以是一个很好的方式来理解场景层次结构是如何工作的。



**Viewers > Scene View [Alt-1]** - 在3D空间中交互式工作。这种视图可以通过一个或多个视口进行设置。您可同时打开多个场景视图面板, 以便从不同角度查看场景。

**Composite View [Alt-0]** - 查看使用合成 [COP] 节点创建的图像和合成。

**Viewers > Motion FX View [Alt-^]** - 用于查看通过通道操作器 (CHOP) 节点创建的运动效果。

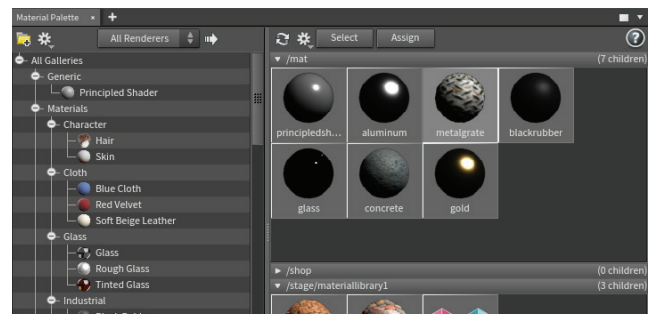
**Solaris > Scene Graph**- 当使用Solaris [LOP]节点工作时, 此面板显示USD 场景图。

**Solaris > Render Gallery** - 可保存测试渲染结果, 并在查看所有图像后回退到每个图像的原始设置。

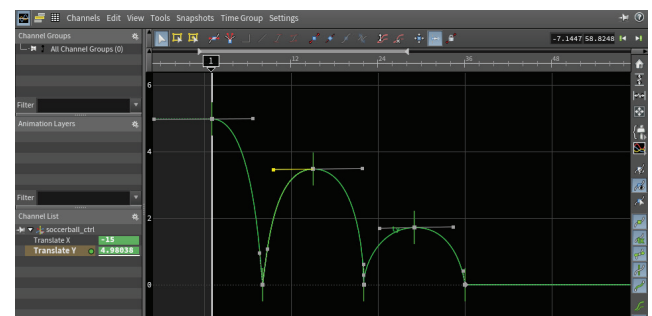
**Solaris > Light Linker** - 用于连接灯光与物体。

**Render Scheduler** - 显示已完成和进行中的渲染任务, 支持暂停和终止渲染进程。

**Material Palette [Alt-7]** - 显示场景中所有材质, 支持选择并将材质指定给物体和几何体。



**Animation > Animation Editor [Alt-6]**- 管理关键帧和动画曲线。该编辑器还具有表格和动作视图。



**Animation > Channel List** - 创建频道组并管理在Houdini 中进行动画时的局部通道。

**Animation > Autorigs**- 此面板为您提供使用模块构建自定义绑定的工具, 包括双足、四足和面部绑定。

**Animation > Character Picker** - 您可以使用此面板使选择角色绑定的各个部分更容易。

**Inspectors > Geometry Spreadsheet [Alt-8]**- 查看几何体上的属性值，如 UV、法线或自定义设置

**Inspectors > Data Tree**- 访问光照信息库、材质样式表和对象外观列表

**Mantra Rendering > Render View [Alt-9]** - 启动交互式 Mantra 渲染，可在场景更改时实时更新

**Mantra Rendering > Take List**- 管理并探索不同“Take”版本，通过修改特定参数对比创意方案

**TOPS > Task Graph Table - T**- 显示工作依赖图中所有工作项的元数据，或特定节点下的工作项

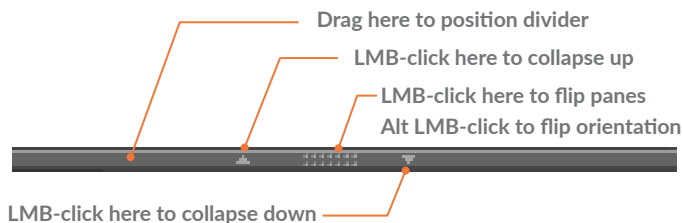
**Misc > Orbolt Asset Browser** - 访问 Orbolt.com 上的资源，需要登录 Orbolt 帐户

**Misc > Textport** - 输入命令行脚本

**Misc > Python Shell** -? 使用 Python 命令行交互

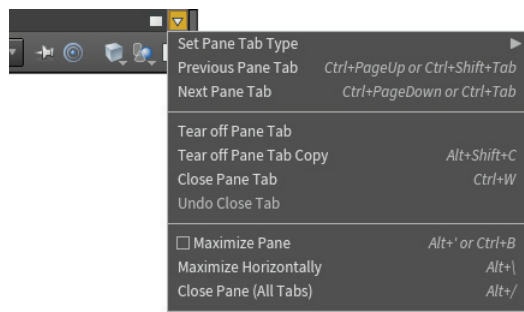
## 组织与折叠面板

通过点击面板或工具栏上的箭头，可展开或折叠对应部分。整块面板可向左或向右折叠，也可通过中心把手翻转面板位置。此功能可帮助您聚焦于特定面板，只需一次鼠标点击便可隐藏其他面板。



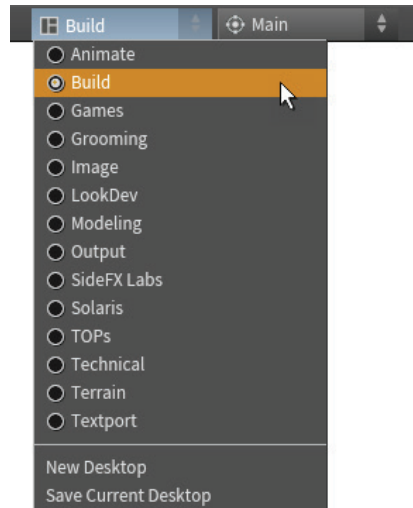
## 面板菜单

每个面板左上角均有一个按钮，用于最大化/最小化面板，以及一个箭头可打开面板菜单。面板菜单支持将面板拆分或复制、关闭面板，以及设置面板的 UI 选项。



## 桌面

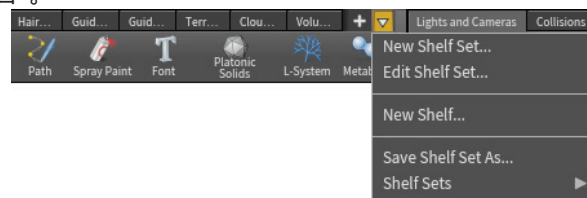
在您打开选项卡、添加分隔并组织面板布局后，即可创建自定义桌面 (Desktops)。要保存当前布局，请通过菜单 **Windows > Desktop** (在 macOS 上为 **Desktop** 菜单) 访问桌面管理器。在此可存取、保存或管理桌面布局。保存桌面时，将保留面板布局、径向菜单及可见的工具架集。



场景保存时会记录当前桌面信息，但若未显式保存当前布局，新布局更改将丢失，需手动保存或创建新桌面以保留修改。

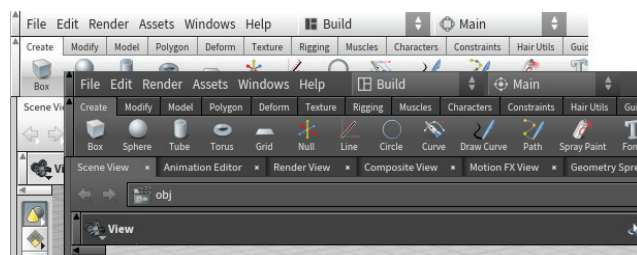
## 工具架集

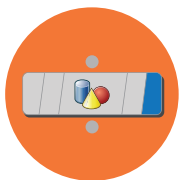
要管理工作区顶部的工具架集 (Shelf Sets)，可点击工具架旁的箭头图标打开菜单，从中选择或显示隐藏的工具架集。此功能可帮助您根据不同工作流程快速切换工具集合。



## 颜色设置

您可以通过为工作区选择配色方案来定制 Houdini 界面的外观。选择“编辑”>“颜色设置”以打开选项窗口，然后您可以从默认的 Houdini Dark 或 Houdini Light 中进行选择。单击“下载”按钮，以从 Houdini 社区创建的配色方案列表中进行选择。





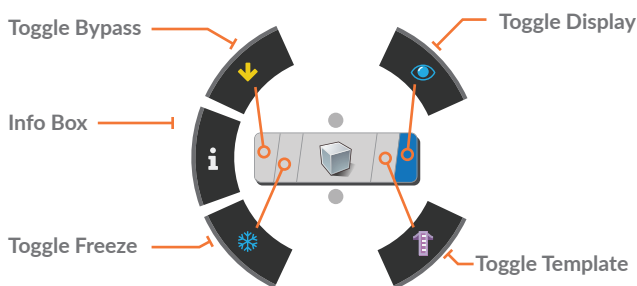
# 节点与网络

在 Houdini 中，所有操作都以节点 (Node) 的形式记录，并通过“连线”组成网络 (Network) 定义了一套可重复、可迭代的“配方”。掌握如何直接在节点与网络层面工作，是充分发挥程序化优势的关键。虽然“节点”听起来似乎很技术化，但它们对艺术家非常友好，也很易于上手。

在使用Houdini中的工具时，会创建节点并将它们与其他节点连接起来。由此生成的网络提供了您操作的历史记录，同时也提供了一种简单的方式来进行修改并完善您的作品。学会如何有效地操作节点网络是使用Houdini的一个重要环节。

## 节点标志 (Node Flags)

每个节点都带有一组状态标志，用于控制它在网络中的行为和可见性：



**Display Flag [R]** - 决定哪个节点的输出在场景视图中显示，以空心圆环表示。

**Render flag [T]** - 决定哪个节点用于最终渲染，以实心圆点表示；可 Ctrl-点击 Display 标志单独设置。

**Template Flag [E]** - 以灰色显示节点，用于参考或吸附；

**Freeze Flag** - 在该节点处缓存数据，忽略链条上游所有节点，便于加速反复调试；

**Bypass Flag [B]** - 直接跳过该节点，不参与网络运算；  
**Info Box**：显示节点信息、属性、错误提示等；

## 连接与断开节点

当您在场景视图中拖拽操作时，Houdini 会自动创建并连接节点；若需手动重排网络，可通过以下方法：

- 连接节点：** 从输出端 LMB 拖拽至输入端
- 批量连接：** 在多个节点上按 J 并拖拽
- 插入新节点：** 在连接线上 RMB 点击，或将节点 LMB 拖放到线上
- 断开连线：** 选中节点后轻晃 (Jiggle)，或按 Y 在连线上拖拽
- 移动节点：** LMB 拖拽
- 复制节点：** Alt + LMB 拖拽
- 引用复制：** Alt + Shift + Ctrl + LMB 拖拽

在网络中可添加“Dot”节点以理清复杂连线：

- 添加 Dot** Alt + LMB 拖拽连线
- 固定/取消固定 Dot** Alt + LMB 点击 Dot

## 节点库 (Node Galleries)

点库提供常用节点的快捷访问，按 Tab 键可调出完整节点列表；您也可通过 Windows > Gallery Manager 自定义库并将任意节点“保存到库”中，方便日常调用。

## 网络视图 (Network View)

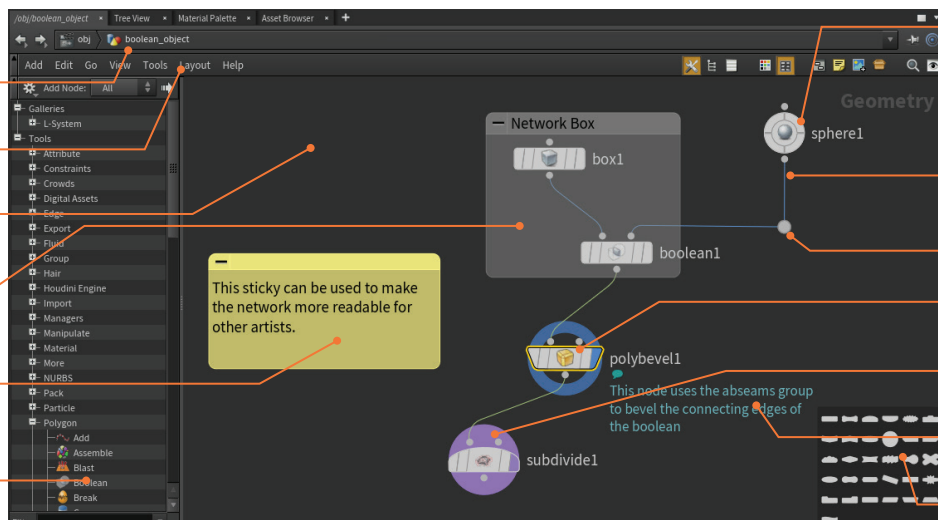
**Network Path**：显示当前所在网络层级，点击父级或容器节点可上下跳转；

**Pane 菜单**：用于拆分/合并面板、添加网格或背景图以辅助排版；

**Network Box**：折叠/展开；

**Sticky (便签)**：添加注释，方便团队协作；

**Node Gallery 面板**：可拖拽节点到网络，底部过滤器帮助快速查找；



## 网络类型 (Network Types)

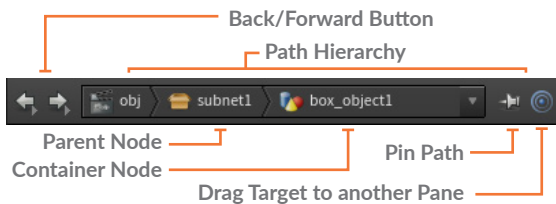
Houdini 中包含多种网络环境，各自处理不同任务，右上角标识网络类型：

▪ 场景对象	Objects	OBJ
▪ 几何体面板	Srface Operators	SOP
▪ 光照/ 布局	Lighting/Layout Operators	LOP
▪ 材质构建	VEX Builder	MAT
▪ 通道操作	Channel Operators	CHOP
▪ VEX 构建	VEX Builder	VOP
▪ 渲染输出	Render Operators	ROP
▪ 任务调度	Task Operators	TOP
▪ 动力学	Dynamic Operators	DOP
▪ 合成	Compositing Operators	COP/IMG

在使用Houdini的过程中，您将开始学习如何运用这种“秘密”语言来描述节点类型，以及这些类型如何在程序化工作中发挥作用。

## 网络路径 (Network Paths)

节点可嵌套为子网络，通过路径导航您可以：



- 击导航栏中的父容器或面包屑，快速上/ 下钻
- 使用 Pin Path 固定路径，防止随选区变更而跳转
- 将路径图标拖入已固定的面板以同步导航

## 导航网络 (Navigating Networks)

为了在不同网络类型之间切换，你可以采用多种方法。其中一些方法会在你使用场景视图中的对象时自然而然地出现。

- **选择模式**：在场景视图中选中不同类型组件时，网络视图自动切换到对应网络；
- **网络路径**：节点可嵌套为子网络
- **径向菜单 (按 N)**：可以让你向上、向下和切换到不同的网络类型。

### 快捷键：

- 进入子网络 (Dive in) I
- 返回父网络 (Jump up) U
- 在 OBJ/SOP 视图间切换 F8
- NN /NN• Q~Ü Alt + ← or Alt + →

**Quick Marks**- 该功能可让您快速设置并跳转至网络节点位置。这些标记可随时使用、覆盖或忽略，且不会随场景文件保存。

- 设置快速标记 Ctrl + 1, 2, 3, 4 or 5
- 返回到快速标记 1, 2, 3, 4 or 5
- 返回上一个视图

## 选择与视图快捷键

在网络面板中平移、缩放与选取节点的快捷键：

- 平移 MMB 或 Space + LMB
- 缩放 RMB b Space + RMB / nÜ• n
- 选择节点：LMB
- 追加选择：Shift + LMB
- 取消选择：Ctrl + LMB

**节点 (Node)**- 代表对网络最终输出有贡献的操作单元

**网络类型 Network Type** - 显示当前所处网络的类型标识

**连接器 Connector** - 可添加用于优化节点布局的可视化连接点

**圆点连接器 Dot** - 可添加用于优化节点布局的可视化连接点

**显示环 Display Ring** - 小圆圈标识当前在场景视图中显示的节点

**渲染环 Render Ring** - 大圆圈标记渲染节点 (即使其他节点正被显示)

**注释 Comments** - 可添加节点注释以便其他艺术家理解创作思路

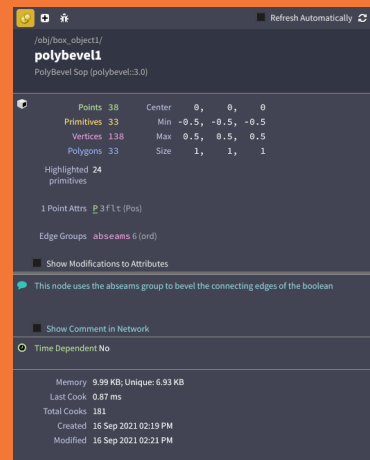
**调色板 Palettes** - 菜单按钮提供调色板功能，用于设置节点颜色和形状



## LEARN ABOUT YOUR NODE

Bring up the **Info Box** using either the **Radial Menu** or **MMB-press** on the node. This panel gives you info about the node's contents, groups, attributes and other important facts. This panel also highlights any errors that are interfering with your workflow.

This panel will close automatically but you can click on the **Pin** icon to keep it visible as you work. You can add comments and display them in the Network view using this panel.



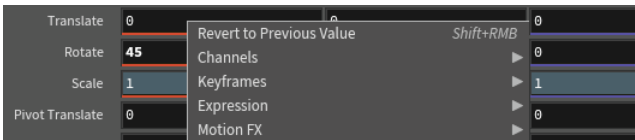


# 参数、通道与属性

Houdini中的所有节点都由参数、通道和属性驱动，以协助您实现所需的效果。Houdini中使用的术语可能与其他3D应用有所不同，因此花点时间从Houdini的角度理解这些术语是一个好主意。

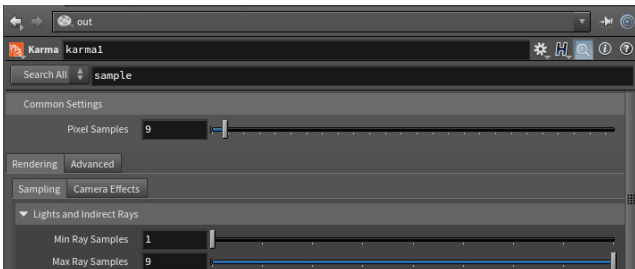
## 参数

参数是驱动 Houdini 中所有节点的数值、滑块、按钮和复选框。虽然在其他 3D 软件中，有时也将这些称为“属性”，但在 Houdini 中“属性”（Attribute）有着不同含义。您可在参数面板中直接输入数值，也可在视图窗口中通过操作把手（Handle）修改参数。右键单击任一参数，可调出菜单，用于复制、粘贴或恢复默认值等操作。



## 参数搜索

当节点包含大量参数时，可单击参数面板右上角的放大镜图标，调出过滤栏，按名称或数值快速筛选，甚至可通过表达式或原始数值查找。



## 通道 | 关键帧

在参数名称或数值字段上按住 Alt 键并左键单击，可为该参数设置关键帧。设置后，该参数字段会变色，并在动画编辑器中生成相应通道与关键帧。

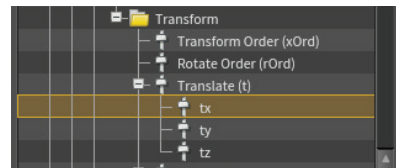
## 通道 | 表达式

除了直接输入数值外，您还可在参数中使用 hScript 或 Python 表达式。参数面板右上角的菜单可切换脚本语言，按 Ctrl + E 可打开表达式编辑器，辅以多种脚本工具。



## 引用场景数据

右键单击参数并选择 Reference > Scene Data，在弹出的窗口中选择场景中任一节点的输出作为通道引用，无需手动编写复杂表达式。



## 参数面板结构

**导航栏：**显示当前节点在场景层级中的位置，便于跨节点切换。

**节点类型与名称：**显示并可修改节点类型及其名称；单击图标可访问节点操作菜单。

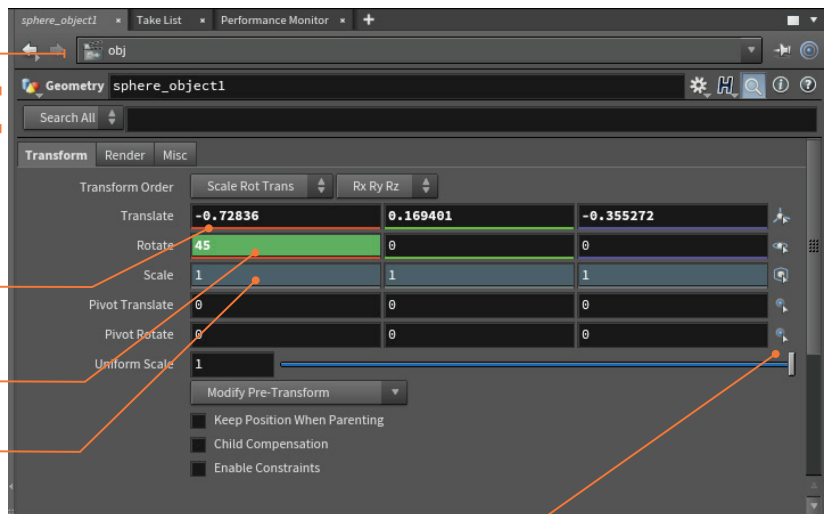
**搜索栏：**快速按名称或内容过滤参数。

**已修改参数：**与默认值不同的参数数值会加粗显示，所在标签页名称同样加粗。

**动画参数：**含关键帧的参数字段会以绿色高亮。

**锁定参数：**右键锁定后，该参数字段会以灰色显示，防止意外修改。

**匹配选择：**图标可将该参数值与场景中其他对象进行匹配。

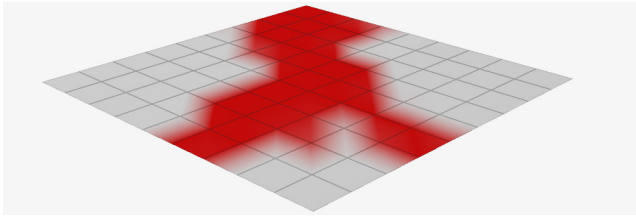


## 自定义参数 (Custom Parameters)

点击参数面板右上齿轮图标, 选择 Edit Parameter Interface, 即可为当前节点添加自定义参数, 并在节点网络中与其他参数建立关联。

## 属性 (Attributes)

属性允许您将数据附加到几何体上, 以驱动后续节点操作。例如, 燃料属性可驱动 PyroFX 仿真, UV 属性可用于贴图。属性可分为以下几类:

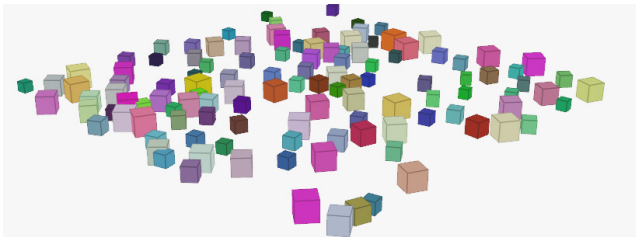


**类别 (Class):** Point (点)、Primitive (图元)、Detail (细节)、Vertex (顶点)

**类型 (Type):** 浮点数、整数、字符串等

## 属性随机化 (Attribute Randomize)

在网络中使用 Attribute Randomize 节点, 可创建新属性并立即随机化其数值; 例如可随机化盒子的颜色、旋转和缩放。



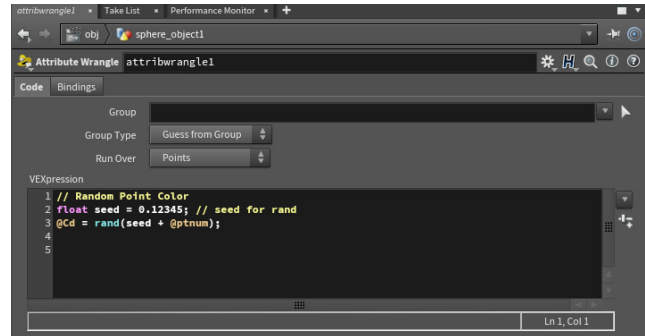
## 属性传递 (Attribute Transfer)

在节点链中, 属性会被附加到几何体上, 随后供其他节点使用。您可以通过属性传递功能将属性转移到其他几何体上。如图中所示, 球体正根据设定的阈值将颜色属性传递给立方体。



## 属性整理节点 (Attribute Wrangle)

Houdini 提供了多种用于创建和处理属性的节点。您也可以使用 Attribute Wrangle (属性整理) 节点, 通过脚本方式操作属性。对于许多技术指导 (Technical Directors) 来说, 这可能是最顺手的工作方式。



对于艺术工作者而言, 通过节点处理这类信息会更加便捷。Houdini 的核心优势很大程度上取决于属性的合理运用, 因此掌握属性相关知识是必经之路。

## 几何表格

通过几何表格, 您可以查看所有属性值——包括不可见的属性值

**导航栏 (Navigation Bar)**- 此栏显示当前节点在场景层级中的位置。

**节点名称 (Node Name)**- 显示当前选中的节点名称, 以及生成这些属性值的节点。

**属性分类按钮 (Attribute Class Buttons)**- 通过这些按钮筛选您要查看的属性类型。

**点编号 (Point Number)**- 此处显示几何体的点编号, 帮助您定位属性在模型上的具体位置。

**属性值 (Attribute Values)**- 显示当前节点网络链中该位置的属性值。

**筛选器 (Filter)**- 当参数较多时, 可在此输入参数名称进行筛选。

Node: attributes	Group:	View	Intrinsic:	Attributes:			
5329	P[x]	P[y]	P[z]	custom	v[x]	v[y]	v[z]
5330	0.218723	0.0206722	0.0375	0.816298	0.5013	-2.82461	-0.581617
5331	0.223434	0.00344996	0.0769753	0.49707	0.568743	-2.63877	-0.592857
5332	0.234992	0.0581722	0.0375	0.257857	0.562976	-2.8259	-0.540089
5333	0.262858	0.03207	0.0919361	0.712832	0.601334	-2.64274	-0.53761
5334	0.261589	0.1125	0.0375	0.86551	0.818694	-2.53111	-0.20071
5335	0.289717	0.1125	0.0834052	0.87321	0.845397	-2.4896	-0.170334
5336	0.3375	0.0375	0.115799	0.659754	0.640333	-2.5884	-0.369587
5337	0.3375	0.1125	0.100003	0.25833	0.891779	-2.43301	-0.0753031
5338	0.341473	0.204885	0.0421855	0.144889	0.934452	-2.31883	-0.00282227
5339	0.3375	0.169474	0.0825136	0.490767	0.934452	-2.31883	-0.00282227
5340	0.369121	0.226918	0.0203092	0.0298898	0.934452	-2.31883	-0.00282227
5341	0.443519	0.0160402	0.0375	0.20396	0.568284	-2.56199	-0.120951
5342	0.41495	0.042021	0.0930402	0.753424	0.765839	-2.53459	-0.142635
5343	0.4125	0.1125	0.0954015	0.19528	0.926129	-2.34464	-0.0161053
5344	0.408423	0.203871	0.0421855	0.197239	0.934452	-2.31883	-0.00282227
5345	0.4125	0.17145	0.0836806	0.150603	0.934452	-2.31883	-0.00282227
5346	0.380705	0.226918	0.0203092	0.760528	0.934452	-2.31883	-0.00282227
5347	0.45426	0.0535402	0.0375	0.89639	0.834279	-2.45458	-0.0683122
5348	0.451705	0.070835	0.0769204	0.405407	0.911747	-2.38925	-0.0390606
5349	0.460437	0.1125	0.0375	0.532263	0.934452	-2.31883	-0.00282227
5350	0.453485	0.1125	0.0788837	0.731012	0.934452	-2.31883	-0.00282227
5351	0.456177	0.162060	0.0375	0.455307	0.934452	-2.31883	-0.00282227

# 几何体选择



在 Houdini 中，几何体选择和操控是日常工作的重要组成部分。以下是在视图中高效选择对象与几何组件（点、边、图元、顶点）的方法：

## 选择工具 (Select Tool)

Select Tool 专注于框选与点选操作，本身不提供变换把手。

- 选择工具 (Select Tool) 按 S  
当使用移动或旋转等工具且安全选择 (功能开启时，您需要先调用选择工具进行选取。将安全选择切换至关闭状态即可实现自由选择。

- 在其他工具中临时切换： 按住 S
- 锁定当前选择 (Secure Selection)： ~

## 选择类型 (Selection Types)

在操作过程中，添加、减去 (或切换) 选择，以及全选或取消选择均有对应的快捷键。这些操作技巧在本工作流程中至关重要。

- 选择： 左键 (LMB)
- 加入选择： Shift + LMB
- 移除选择： Ctrl (Cmd) + LMB
- 切换选择： Ctrl (Cmd) + Shift + LMB
- 全选： A (对象级) / N (几何级)
- 全不选： N (对象级) / Shift + N (几何级)

## 选择技术 (Selection Techniques)

视图中提供四种框选方式，助您灵活访问几何：

- 框选 (Box Select)： F2
- 套索 (Lasso Select)： F3
- 画笔 (Brush Select)： F4
- 激光 (Laser Select)： F5

同时可开启选择过滤器，仅聚焦可见几何或整个组等

- 选择可见几何： Shift + V
- 仅选择完全包含的几何体： Shift + C
- 选择组或连接几何体： 9
- 选择完整几何体： 控制栏中选择
- 按法线选择： 控制栏中选择

## 选择模式与级别 (Selection Modes)

选择模式可让您访问对象和组件。您也可以通过工具栏按钮或快捷键，轻松在对象级别和几何体级别之间切换。

对象 (Objects) - 在对象网络层级中，您可以操作对象的变换参数。使用除视图工具外的任何工具时，以下快捷键可将您带回对象级别：

- 对象级 (Objects)： 1

几何体 (Geometry) - 当未使用视图工具时，您可以使用以下任意快捷键跳转至几何体层级，此时所选组件将可供选择。

- 点级 (Points)： 2
- 边级 (Edges)： 3
- 图元级 (Primitives/Faces)： 4
- 顶点级 (Vertices)： 5

## 微调模式 (Tweak Mode)

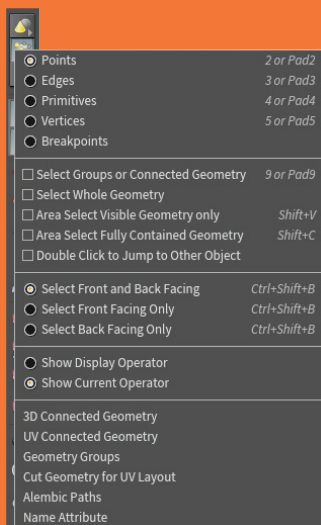
对于 Edit 节点，开启 Tweak 模式 后可同时激活多种组件类型的选择

## 选择模式菜单

选择模式菜单每个选择模式都配有可更改场景交互方式的选项。通过左键单击或右键单击模式图标即可访问这些选项。

在处理组件时，此菜单允许您选择显示“显示运算符”或“当前运算符”。当使用编辑节点时，这些相同选项也可在场景视图顶部找到。

在对象层级，此菜单功能有所不同：包含多种对象类型的筛选器，以及更便捷选择材质、约束和数字资产的选项。



## 选择选项 (SELECTION OPTIONS)

编辑 | 组件 (Edit | Components) - 您可从此按钮集合中选择需要操作的组件类型。当前已选择“边缘选择”模式。

选择工具 (Select Tool) - 该工具用于执行选择操作。快捷键：按 S 键快速调用。

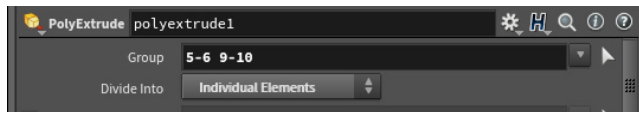
固定选择 (Secure Selection) - 启用后，使用其他工具时将锁定当前选择。如需临时调用选择工具，请长按 S 键。

选择类型 (Selection Types) - 通过顶部工具栏可切换选择方式，包括：框选 (Box)、套索 (Lasso)、画笔 (Brush)、激光 (Laser) 另提供多种筛选选项。

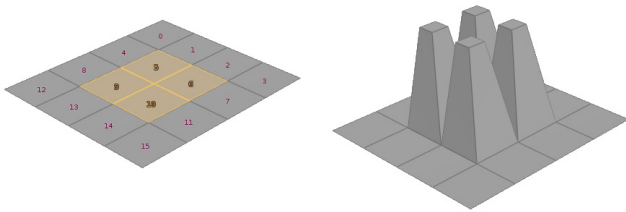
环状选择 (Edge Loop) - 双击边即可选择完整环；若需部分环，先选择一条边，按 A，再选择目标结束边。相同操作同样适用于点环和图元环

## 选择如何被工具使用

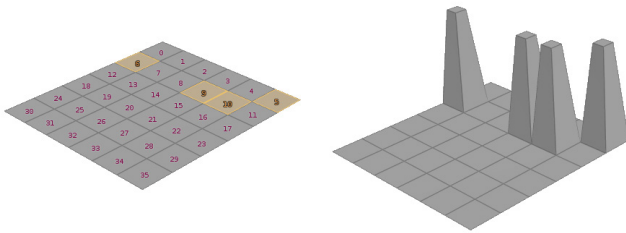
每当您在视图中做出选择并调用某工具时，Houdini 会自动创建对应节点，并将所选组件列表填入该节点的 Group 参数。



如图所示，图元5、6、9和10正被polyextrude节点调用。这些图元既在Group节点中被列出，又用于执行面挤出操作。



若上游几何拓扑发生变化，编号会随之改变，可能导致结果不符预期。



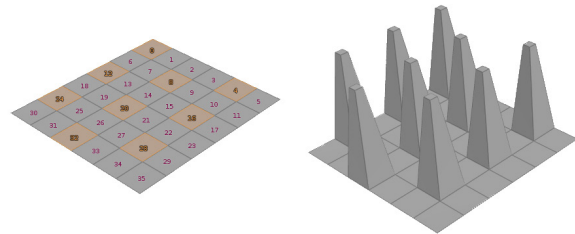
您可选中该节点，按 Enter 进入把手模式，再按 `（重选快捷键），更新选择列表。

## 空白操作与 Group 字段

将 Group 参数 留空即可令节点作用于所有输入几何；使用 Select All [N] 一般能确保字段保持空白，否则需手动清空。

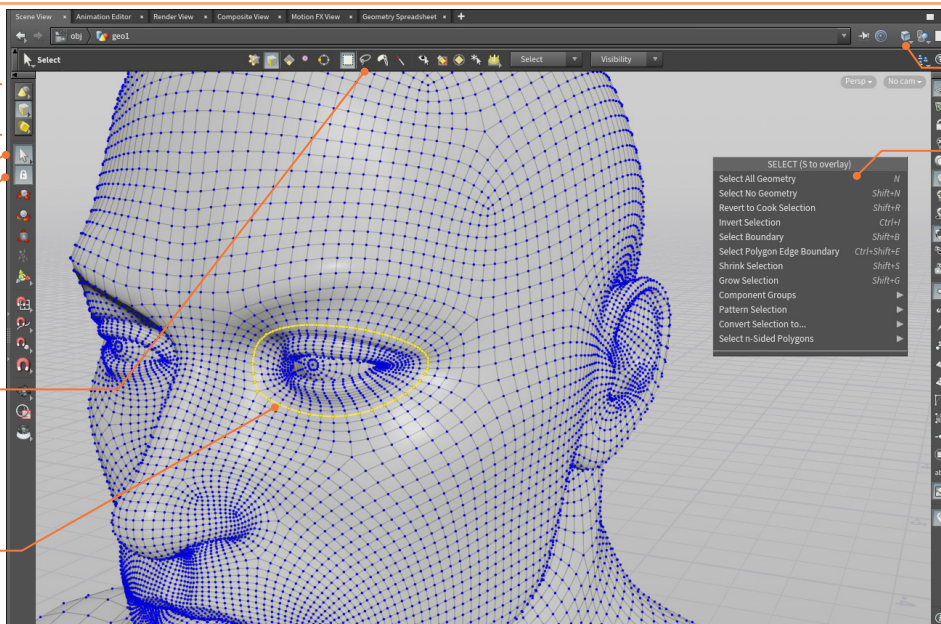
## Group 节点

借助 Group Create、Group by Range、Group Expression、Group Paint 等节点，您可交互或通过表达式定义命名组，并在任意节点的 Group 参数 中引用组名，无需手动输入编号。



以下提供四种组节点供您选用：

- **创建组(Group Create)**-支持通过交互式选择、边界框、面法线方向或边角度来定义组内成员
- **范围组(Group by Range)**-允许选择数值范围并应用简单模式来填充组成员
- **表达式组(Group Expression)**-通过VEX表达式编程方式精确定义组的成员资格
- **绘制组(Group Paint)**-提供交互式绘制界面，通过笔刷直观选择几何体入组



**着色选项(Shading Options)** - 此选项决定您在场景视图中看到的效果。当前使用的是平滑线框着色模式。

**右键菜单(RMB Menu)** - 当使用选择工具时，此菜单提供以下操作选项：反选(Inverted Selections) 边界选(Boundaries) 扩大/缩小选区(Growing and Shrinking Selection)

**显示过滤器(Display Filter)** - 该过滤器可隐藏非必要元素(如骨骼、空对象、灯光或摄像机)，让您专注于当前工作内容。

**显示选项(Display Options)** - 选择模式会显示边缘或顶点以辅助选取，但在使用其他工具时这些辅助元素将不可见。启用此选项可保持这些元素的可见性，即使未使用特定建模工具时也是如此。

# 变换与编辑



从基本的对象变换工具，到用于动画骨骼的姿势 (Pose) 工具，以及用于重塑几何体的 Edit 节点，Houdini 提供了多种可在视口中使用的交互式把手。在 Houdini 中，这些把手与您正在操作的节点紧密关联，能够让您直观地在场景中进行变换与编辑。

## 变换工具 (Transform Tools)

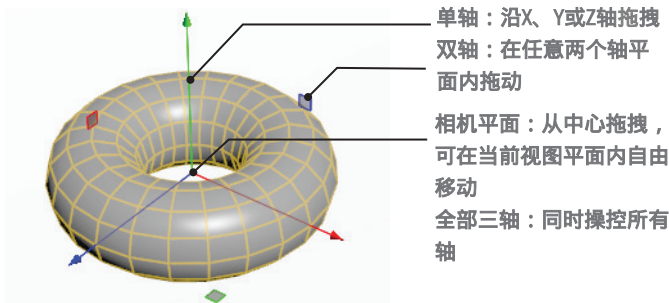
变换工具为您提供可操控对象或调整几何形态的操作手柄。当执行变换操作时，对象层级的参数将自动更新以反映您的修改。

- 移动 (Move) 快捷键 T
- 旋转 (Rotate) 快捷键 R
- 缩放 (Scale) 快捷键 E
- 姿势 (Pose) 快捷键 Ctrl + R
- 把手 (Handle) 按 Enter 切换到当前节点的专属把手

这些工具在激活时，会将相应的参数更新到节点级别，使您所做的变换准确反映在对象层级的参数面板中。按住 S 键，您还可以在变换过程中临时重新选择新的对象，再松开 S 继续进行变换。

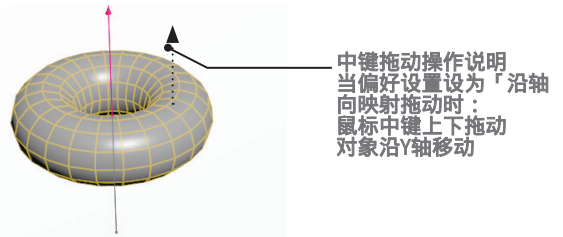
## 变换把手 (Transform Handles)

这些把手在不同工具下表现一致，让您灵活地对齐和调整对象位置、旋转和缩放。



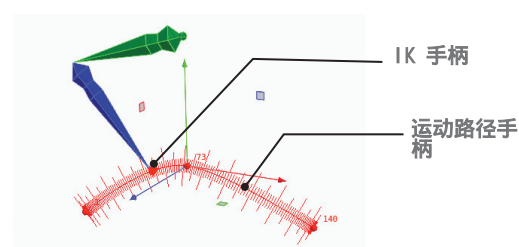
## 中键平移功能 (MMB TRANSLATION)

若您不希望直接点击操作手柄，可在空白处按住鼠标中键并拖动，即可沿构建平面移动对象。如需改为沿最近轴向平移，请前往：  
编辑 > 首选项 > 手柄 > 将平移手柄模式设置为「沿轴向映射拖动」。



## 姿势工具 (Pose Tool)

在动画制作时，姿势工具可让您直接操作骨骼，并在视口中显示运动路径把手 (Motion Path Handle)，帮助您可视化并编辑物体的运动轨迹。使用切线把手和关键帧点，即可在场景中对运动进行微调，快速实现精准的动画效果。



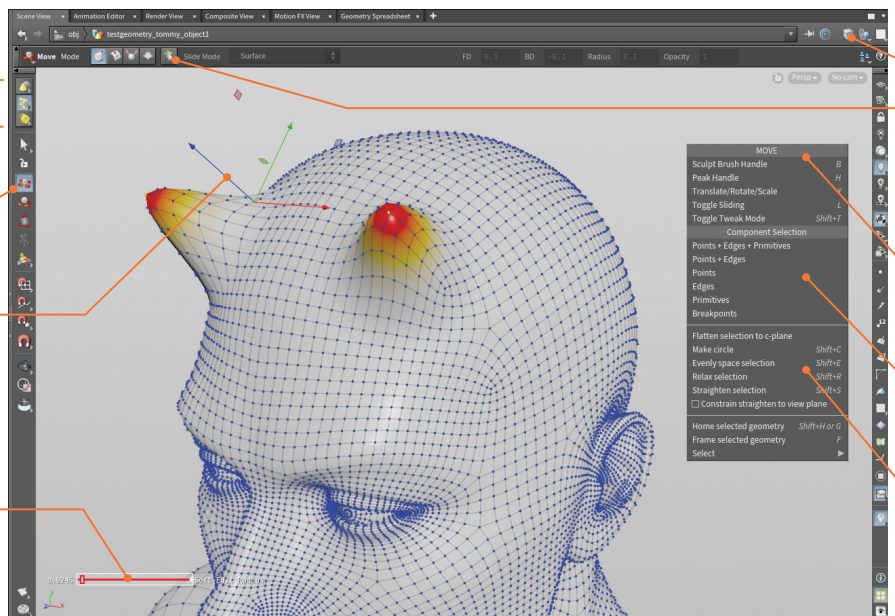
## 几何编辑指南

**编辑 | 组件 (Edit | Components)** - 通过此模式可选择点、边或多边形进行编辑。按住 Shift 键可追加选择。

**移动工具 (Move Tool)** - 该工具允许您使用场景视图手柄来平移所选内容。

**移动手柄 (Move Handle)** - 通过线条可沿单轴移动，或通过方形点沿双轴移动。右键点击手柄可访问其选项。

**软编辑半径 (Soft Edit Radius)** - 在表面上移动点时，可通过此半径值创建平滑衰减效果。该功能不适用于基本体或边缘。



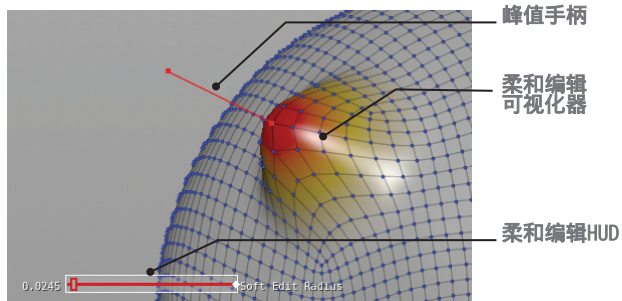
## Edit 节点 (Edit Node)

当您在视口中拖动几何组件时, Houdini 会自动在网络中插入一个 Edit 节点以接收您的操作。Edit 节点不仅支持基本的 T/R/E 变换, 还提供多种编辑模式:

- 编辑 (Edit) 快捷键 T/R/E
- 在表面滑动 (Slide on Surface) 快捷键 L
- 顶点提拉 (Peak) 快捷键 H
- 雕刻 (Sculpt) 快捷键 B

## 软衰减 (Soft Falloff)

在 Edit 或移动点时, 可启用 Soft Edit Radius (软编辑半径) 参数, 为变换添加过渡衰减效果。界面会同时显示可视化半径, 让您直观掌握影响范围, 创建更自然的变形。



## 编辑选项 (Edit Options)

在 Edit 模式下, 右键单击可调出以下常用选项:

- 将所选点或边转换成圆形 (Make Circle) Shift-C
- 均匀分布所选组件 (Evenly Space Selection) Shift-E
- 平滑所选点的分布 (Relax Selection) Shift-R
- 拉直所选边或点 (Straighten Selection) Shift-S

**着色选项 (Shading Options)**-该选项决定场景视图中的显示效果。当前示例使用的是“平滑线框着色”模式。

**宽松选择 (Sloppy Selection)**-若编辑节点启用宽松选择功能, 可同时激活三个组件按钮, 使所有组件均可被选中, 从而提升选择流程的流畅性。

**右键菜单 (RMB Menu)**-此菜单提供编辑工具选项 (如指定编辑类型), 相关信息亦可从场景视图顶部工具栏获取。

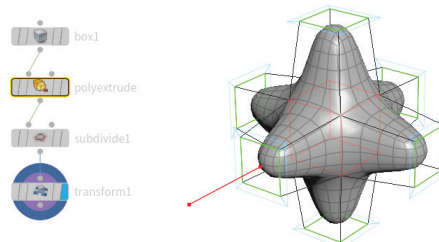
**组件选择 (Component Selection)**-通过此菜单可选择组件类型, 其选项与主工具栏一致。

**编辑选项 (Edit Options)**-支持对组件执行操作 (如生成圆形、拉直选区等)。

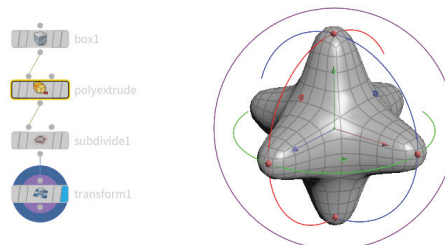
## 把手工具 (Handle Tool)

使用工具架 (Shelf) 工具后, 常会自动进入把手工具; 您也可以在网络中选中任意节点后, 按 Enter 键切换到该节点的把手模式。此时, Houdini 会:

**显示当前操作者 (Show Current Operator)**: 将所选节点显示为当前操作节点, 且可在遮罩层中查看网格线框, 通过把手调整中间结果;



**显示当前操作者 (Show Current Operator)**: 保持 Display 节点为当前可视节点, 所有把手操作作用于最终显示节点。



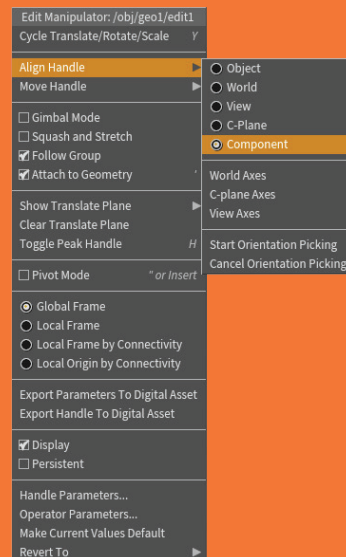
无论哪种模式, 都可在参数面板中继续更改节点参数, 而视口把手仍会实时响应显示节点的变换。

## 手柄选项

所有手柄均包含一个菜单, 右键点击手柄任意位置即可访问。

该菜单提供以下功能: 对齐手柄、从节点参数分离手柄、设置枢轴模式等。您可通过这些选项自定义手柄的工作方式。

此外, 您还可为手柄参数设置关键帧, 并将手柄所有部件提升为数字资产。通过提升参数, 手柄可在资产层级中被访问。



# 建模工具



Houdini有许多用于创建、塑形和变形几何体的工具，以实现理想的外观。以下只是你在Houdini的几何体(即SOP)环境中构建模型时经常会用到的众多工具中的一部分。

## 创建

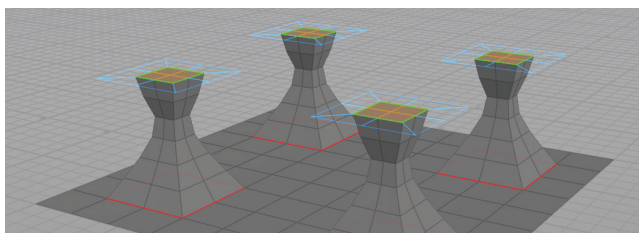
要开始创建几何体，你可以从一些基本形状入手，或者绘制一条曲线。在每种情况下，你都会得到一个对象，其内部有一个名为该工具名称的几何体标准操作节点(geometry/SOP node)。你可以在“创建”Create)工具栏或径向菜单中找到这些。

- **基本体(Primitives)** - Houdini包含盒子、球体、管道和圆环面等基本体形状，以及各种正多面体。
- **网格(Grid)** - 网格工具为各种模型提供了一个很好的起点。你可以在几何层面设置其形状和大小
- 👉 **曲线(Curve)** - 通过放置控制点绘制曲线，然后创建贝塞尔曲线、NURBS曲线或多边形曲线。

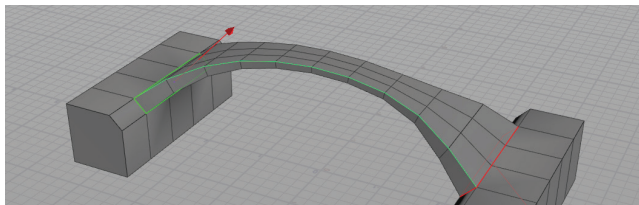
## 多边形建模

多边形是最受欢迎的几何类型之一，尤其是在电子游戏项目中，多边形是必不可少的。Houdini拥有一套全面的多边形建模工具，你可以使用这些工具来开发你的模型。

- 👉 **PolyDraw** - 此工具允许您在构造平面上交互式绘制多边形网格，或通过捕捉到现有几何体进行绘制。
- 👉 **PolyExtrude(多边形挤出)** - 对一个或多个多边形进行推拉操作以重塑几何体形状。通过控制挤出轮廓可获得各种各样的形状。



- 👉 **PolyBevel** - 对选定的边进行倒角，以创建斜角或圆角倒角。你通常可以使用来自前一个节点(如Polyextrude或布尔运算)的输出组来自动找到合适的边。
- 👉 **PolyBridge** - 连接两组多边形，并可控制桥接部分的形状。



- 👉 **PolySplit/Edge Loop/Knife(多边形分割/边循环/切割)** - 这些工具可让您分割多边形，为模型添加更多细节。
- ★ **PolyExpand 2D(二维多边形扩展)** - 选取位于二维平面上的曲线和边，并根据所需的偏移值创建几何体。
- 👉 **PolyReduce** - 通过减少多边形数量来创建不同的细节层次，同时保留四边形和UV。
- 👉 **PointWeld(点焊接)** - 交互式地将点组捕捉到另一个目标点并合并它们。

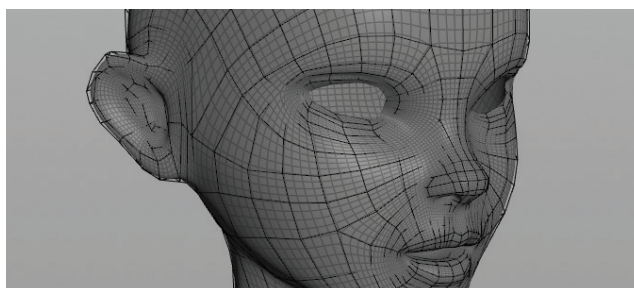
## 实用节点

由于Houdini的程序化特性，诸如复制、裁剪和镜像等建模操作会在你的网络中创建节点。这使得之后回溯并做出更改变得更加容易。

- 👉 **Clip(裁剪)** - 基于裁剪平面裁剪模型。您可以设置裁剪方向以及保留其中一半、另一半还是保留全部。
- 👉 **Mirror(镜像)** - 此工具基于一个裁剪平面翻转几何体。有一个在镜像后融合点的选项。
- 👉 **Copy and Transform(复制与变换)** - 此节点可让您根据变换值创建多个副本。
- 👉 **Blast(炸开)** - 此节点可让您从模型中删除多边形。您可以选择删除或保留选定的多边形。如果在选择点或多边形时按下Delete键，它们将被炸开。
- 👉 **Dissolve(溶解)** - 此工具可让您在不破坏周围几何体的情况下移除边。选择边后按Delete键将溶解该边。

## 细分曲面建模

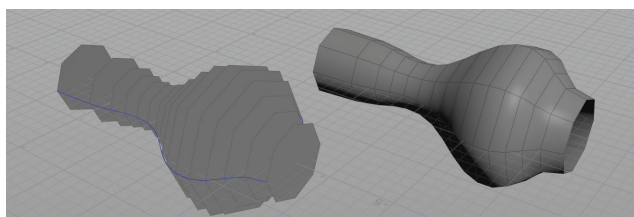
在Houdini中，你可以使用多边形进行建模，然后通过对象参数面板“渲染”选项卡中的选项，将其显示并渲染为细分曲面。你还可以在几何体层级创建一个“细分”节点，添加多边形，从而获得更精细的拓扑结构以供操作。



## 曲面工具

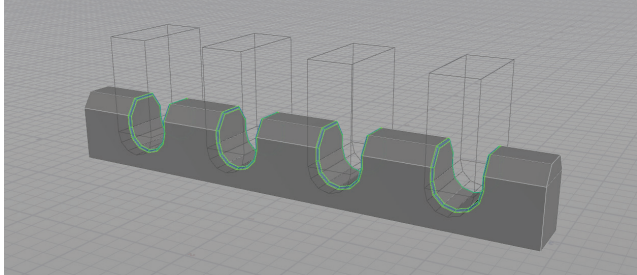
在Houdini中有一些工具可以使用轮廓曲线构建曲面。这些输入曲线可以是贝塞尔曲线、多边形曲线或NURBS曲线，也可以是它们的混合形式。

- 👉 **Revolve(旋转)** - 通过围绕轴旋转轮廓曲线来创建几何体。有一个手柄可用于调整结果。
- 👉 **Skin(蒙皮)** - 选取一系列轮廓曲线并将其转化为曲面。
- 👉 **Rails(导轨)** - 沿着两条或更多导轨曲线复制一条或多条轮廓曲线，然后对结果进行蒙皮操作以得到一个曲面。



## 布尔值

使用布尔工具对几何体进行差集、并集或交集运算。此节点可以处理非常复杂的拓扑结构，并可用于将一个表面分解，以便使用刚体动力学进行破坏模拟。与基于Voronoi的破碎节点相比，这样通常能产生更逼真的结果。

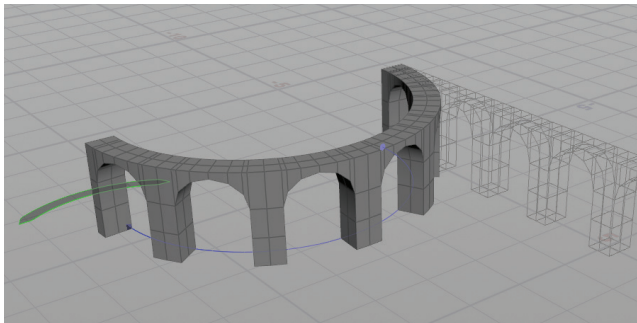


布尔工具可以创建输出组，您可以使用这些输出组为其他节点(如多边形倒角节点)提供数据。这样，当布尔运算结果输入到第二个节点时，对布尔运算所做的任何更新都能正确地更新。

## 变形工具

虽然你可以通过直接编辑点来塑造几何体，但有时你需要一种更通用的方法。以下节点提供了用程序方式塑造几何体的选项。

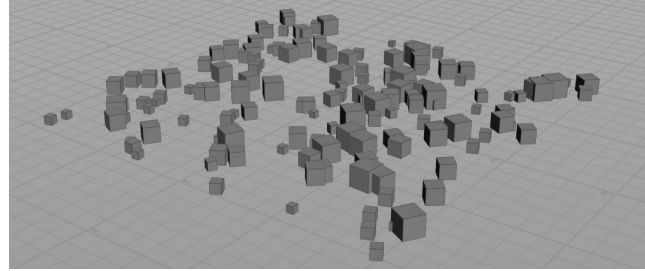
**Bend(弯曲)** - 此节点可让您设置捕捉范围和方向，然后对包含的几何体进行弯曲、扭曲、锥化和挤压。



- Lattice(晶格)** - 此功能会在你的几何体周围构建一个晶格，然后你可以通过编辑晶格框架上的点来重塑几何体的形状。你也可以使用自定义框架。
- Mountain(山脉)** - 应用噪波函数使表面变形以生成随机结果。使用此节点时，点实际上会发生移动。
- Ripple(涟漪)** - 此节点在几何体中创建涟漪形状。
- Waves(波浪)** - 此节点添加噪声函数，以创建随时间变化的波浪图案。非常适合创建逼真的海洋效果。

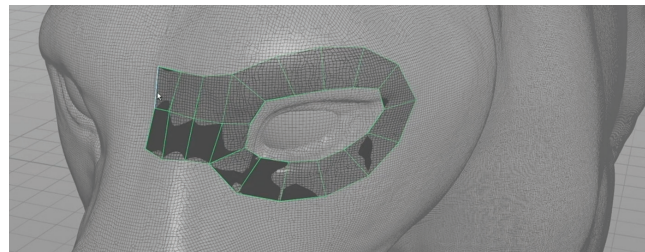
## 复制点到+散射与对齐

典型的Houdini工作流程是在一个表面上散射并对齐点，然后将对象复制到这些点上。接着，可以应用于缩放和旋转对象的属性，以创建更自然的效果。这通常用于创建带有树木和岩石的景观。



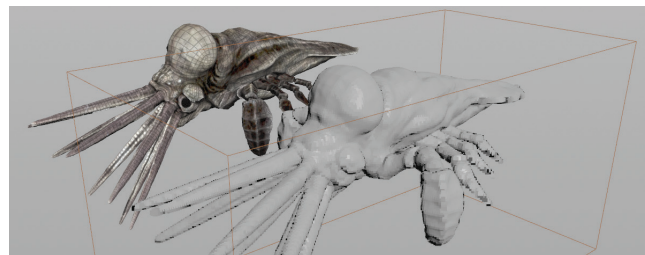
## 拓扑构建

Houdini有一个拓扑构建(Topobuild)节点，它允许你将多边形直接绘制到高分辨率的几何体上，这些几何体可以是扫描得到的，也可以是在诸如Pixologic的Z-Brush等应用程序中创建的。然后，你可以为动画创建更简洁的拓扑结构，并将原始模型的细节烘焙到法线贴图中。



## 体积

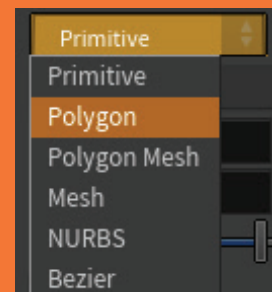
体数据可让您在空间中存储体素(即三维像素)的值。这些数据常用于在使用动态工具时支持碰撞检测，或用于创建云。它们还可用于建模，将多个形状合并为单个体数据，然后再将其转换回表面。



## 几何类型

Houdini支持多种不同的几何类型，包括基本体、多边形、NURBS和贝塞尔曲线。你可以在它们之间相互转换，并且可以将多种几何类型合并到单个对象中。

多边形模型可以设置为使用皮克斯(PIXAR)的OpenSubdiv标准以细分曲面的形式显示和渲染。细分曲面和NURBS(非均匀有理B样条曲线)在Karma和Mantra渲染器中都能呈现出完美的平滑效果，而无需依赖任何细分设置。



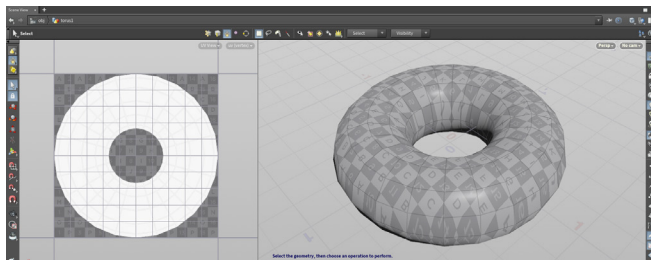


## UV与纹理

为了使二维地图能正确贴合到三维物体上，需要使用UV坐标来定义几何体的平面视图。在Houdini中首次创建几何体时，它不会有任何UV坐标。即使是基本物体也没有任何内置的UV坐标。这意味着你需要使用一个或多个SOP节点在几何体层级添加UV坐标。

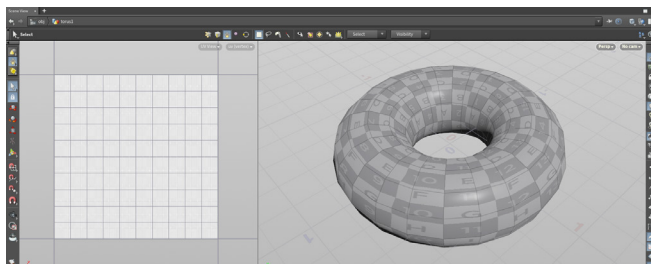
### UV纹理显示

由于Houdini中的几何体默认没有设置UV纹理属性，因此你需要使用UV工具添加这些属性。设置好UV后，你会在几何体上看到一个纹理网格，因为“显示UV纹理(Show UV Texture)”选项在“显示选项(Display Options)”栏中处于开启状态。如果你不想看到UV纹理，可以将其关闭，或者将其更改为颜色纹理。



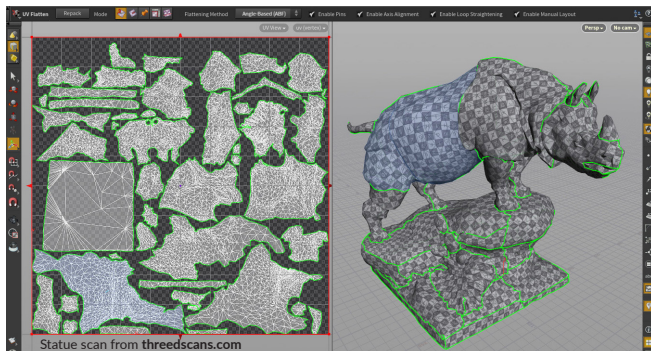
### UV投影

该节点允许您使用多种投影技术之一来指定UV。选择投影类型后，您可以初始化投影以匹配对象。这可能会反转UV，您需要将X轴旋转值设为-90而非90。上方您可以看到正交投影，下方则是环形投影。



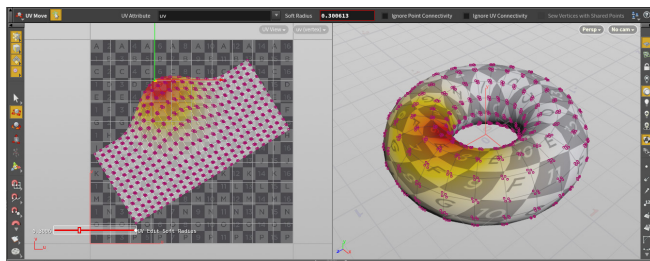
### UV展开

UV展开功能会根据使用选定边或边组创建的预定义边界对几何体进行展开。然后，你可以通过在UV视图中固定点并调整岛屿来微调结果，以获得所需的外观。



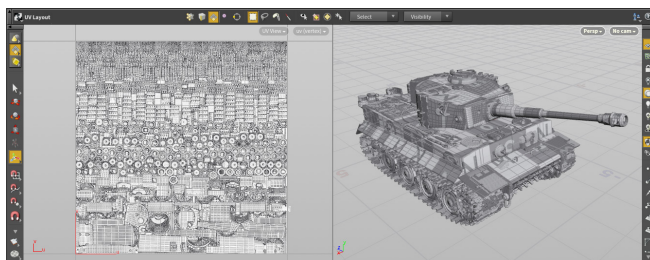
### UV编辑与扭曲

要编辑单个顶点或顶点组，你将使用UV编辑(UVedit)或UV变换(UVtransform)节点。UV编辑节点允许你使用单个节点执行多种编辑操作，而UV变换节点则每个节点仅允许一种编辑操作，这能提供更程序化的结果。你可以从UV视口菜单中选择“显示>UV扭曲”，查看是否编辑过度。



### UV布局

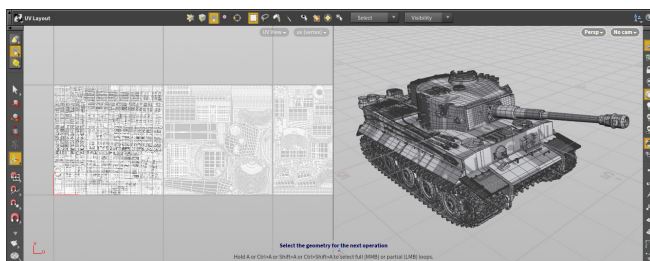
UV展开布局能让你创建UV岛，并尽可能高效地将它们排列在UV空间中。这使你能够最大限度地利用纹理在几何体上的使用程度，这在渲染和游戏玩法的优化方面都非常重要。



你可以使用区域手柄将UV布局放置到UV空间的特定部分。随后的布局可以使用“在空洞中排列岛屿(Pack Islands in Cavities)”选项，围绕该布局进行操作。

### UDIMS

除了使用单个UV瓦片外，你还可以使用UDIM将UV分布在多个瓦片上。这种技术使你能够创建更详细的纹理贴图，因为你的UV岛不会排列得过于紧密。然后，编号正确的纹理贴图将被指定到相应的瓦片上。



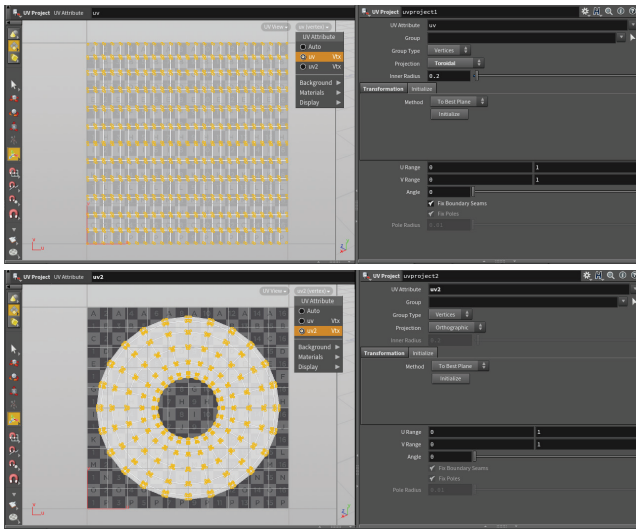
## UV属性

早些时候，你学习了如何将携带重要信息的属性赋予几何体，并沿流程传递下去。UV是顶点属性，它能让你将纹理贴图包裹在模型上，并且也会沿节点网络传递。

这些属性会在UV视口中可视化显示，并可在几何体电子表格中进行分析。这些属性可与各种SOP节点协同工作，其中包括属性处理节点，该节点可让资深技术总监通过脚本管理UV。

## UV集

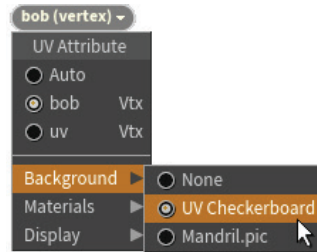
你可以在同一几何体上创建多个UV集。使用UV节点时，可以设置UV属性。默认情况下，该属性为uv，你也可以创建一个uv2来创建第二组UV。在VOP中指定纹理时，会用到这些不同的UV集，以便不同的纹理贴图使用不同的UV属性



在此处展示的两张图像中，第一张使用了环形投影，并指定给了一个uv UV属性，而第二张使用了平面投影，并指定给了一个uv2UV属性。这些UV属性可以有任意名称，例如，可以是bob而不是uv2。

## UV视口菜单

UV视口菜单可让您根据UV属性显示UV。您还可以使用此菜单确定背景图像，该图像可以是默认的UV网格，也可以是从指定材质中提取的纹理贴图。

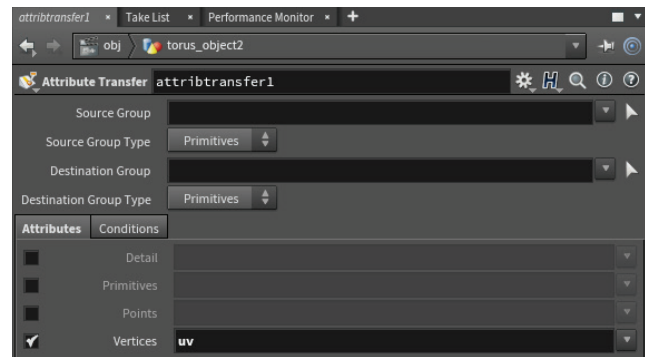


此菜单还有用于显示UV重叠(UV Overlap,)、UV背面(UV Backfaces)和UV扭曲(UV Distortion)的显示选项。在评估UV时，这些选项有助于判断是否需要进一步调整。

## 属性转移

可以用于管理属性的标准操作流程(SOP)节点之一是“属性传递”，它能让你从一个几何图形中获取UV属性，并根据与另一个几何图形的距离进行传递。

当模型的拓扑结构发生变化，但你想保留为原始模型创建UV时所做的部分工作时，这会很有用。

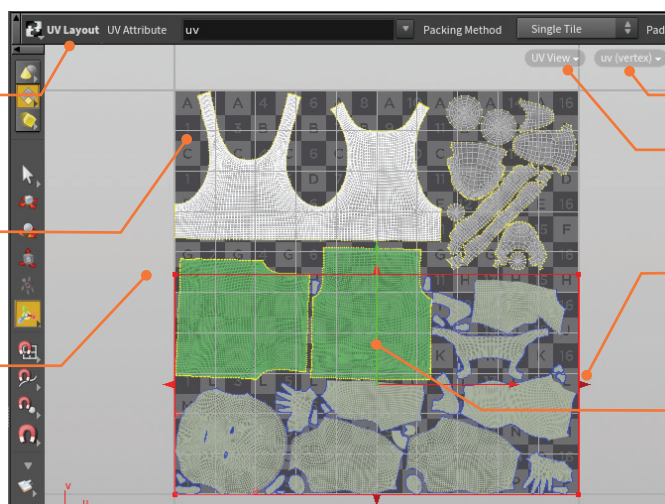


## 场景视图|UV坐标

当前工具-在“场景视图”顶部，当“手柄”工具处于活动状态时，你会看到选定的节点。

背景-主图块的背景可以使用UV菜单中的选项进行设置。

主图块外部-位于主图块外部区域的多边形会与主图块上的相同区域重叠，因为除非你使用覆盖多个图块的UDIMS，否则纹理会重复。



UV菜单 - 当您处于UV视图中时，此菜单为您提供许多处理UV的不同选项。

视图菜单 - 使用此菜单选择此视口的UV视图。

布局手柄 - 此手柄是UV布局节点的一部分，可让您将UV聚焦到图块的特定部分。

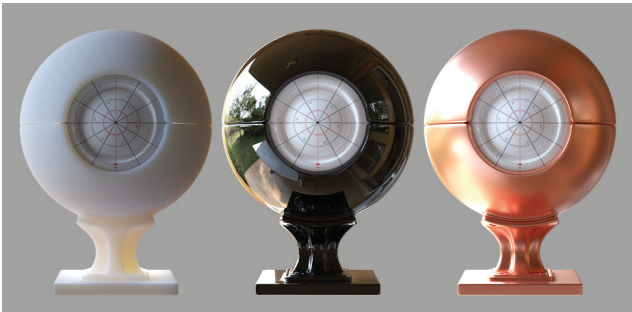
环绕排列 - UV布局将围绕任何已经设置过UV的现有几何体来排列你的UV。

# 外观开发：着色器与材质



要在场景中渲染对象，你必须为几何体指定材质(也称为着色器)。在Houdini中，这些材质和着色器是在mat/vex构建器网络中创建的。在定义镜头外观时，使用节点构建材质的能力是一个强大的工具。

Houdini将不同类型的节点组织成网络类型，对于材质，你将使用“/mat”网络类型。在这里，你可以为卡玛(Karma)和曼陀罗(Mantra)设置VEX运算符，或者为卡玛设置材质X(Material X)。材质X是一种开放标准，起源于卢卡斯影业(Lucasfilm®)，用于在应用程序和渲染器之间传输外观开发内容。



## 材质调色板

你可以使用材质面板添加基于VEX的材质，然后通过点击并拖动将其指定给对象。此面板有一个工作区，用于管理场景中的材质，这些材质被组织成代表不同子网络(如材质库LOPS)的选项卡。使用Tab键可将Material X着色器添加到材质网络中。添加完成后，它们将显示在材质面板中。

## 在LOPS中指定材质

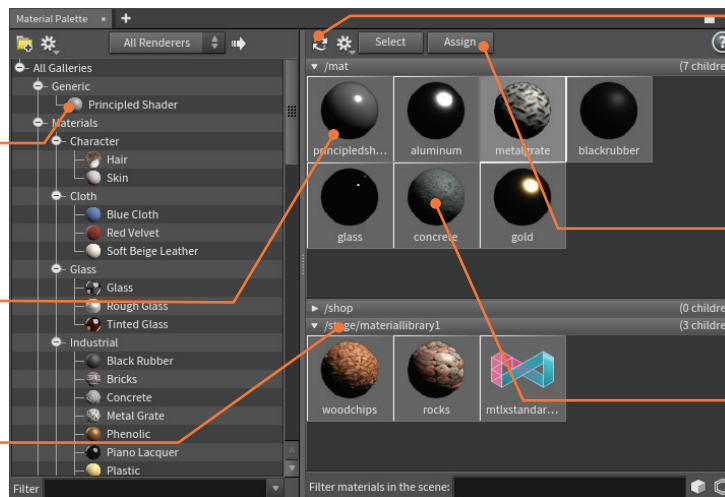
要在Solaris LOP环境中指定材质，首先创建一个包含/mat网络的材质库LOP。你可以使用此节点指定材质，也可以在后续流程中使用“指定材质LOP”。材质面板允许你从材质库中拖曳材质到库中，或者在LOPS中，你可以使用箭头按钮访问场景图中的材质列表。

### 材质调色板

资源库中的材质 - 此处列出的材质会以资源库文件的形式保存到磁盘。您可以将这些材质拖到右侧的场景区域，或拖到视口中的对象上。

场景中的材质 - 在这里你可以找到属于场景文件的材质。通过从这里拖曳到视口，这些材质可以指定给对象。

材质库LOP - 在LOP环境中设置的材质可以放入材质库中-您可以从资源库中将材质拖放到此处。



更新材质图标 - 若要更新所有材质图标，您可以点击此按钮，或右键点击材质逐一进行更新。

指定材质 - 如果你在场景中选择了一个对象，然后在材质面板中选择一种材质，就可以使用此按钮来指定该材质。

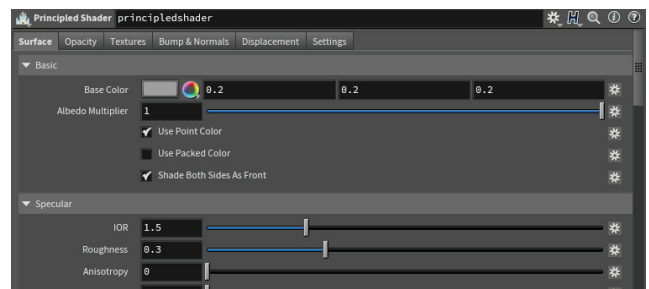
双击进行编辑 - 如果你双击这些材质中的任何一个，你将跳转到节点视图，在那里你可以在/mat层级进行编辑。

## 有原则的着色器

在材质调色板中，你会找到原则性着色器，这是一种基于布伦特·伯利(Brent Burley)的迪士尼“原则性”双向反射分布函数(BRDF)的材质。此着色器是“原则性的”而非基于物理的，以便艺术家更易于使用。

原则性着色器(Principled Shader)已预先构建，具备直接为基础颜色、凹凸、法线、置换等参数指定纹理的能力。你指定的纹理贴图将显示在视口中，并且无需额外操作就能实现多种多样的外观效果。

你可以通过将其他VOP添加到该材质中来扩展它，但并非在所有情况下都有必要这样做。在资源库中找到的许多材质都是这个着色器的变体。



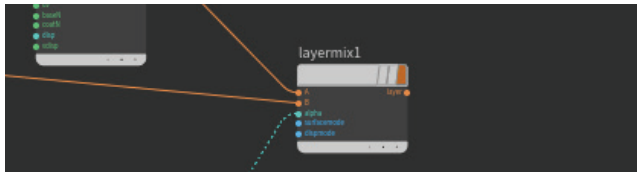
## 基于原则的着色器核心

原则性着色器核心节点位于原则性着色器内部，包含着色模型的主要功能，但没有内置所有纹理功能。

要使用此节点从头开始构建一个强大的着色器，您需要使用Houdini的着色器构建工具添加VOP节点。您可以通过在节点视图中将节点连接在一起，或者使用Shader FX菜单添加节点来实现这一点。

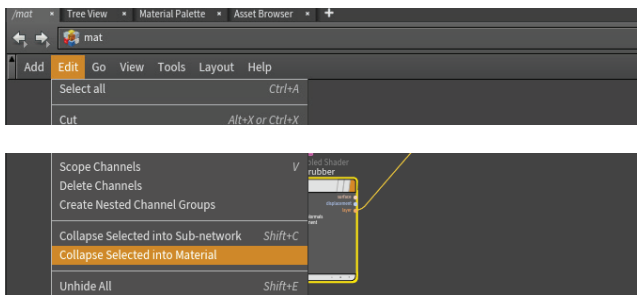
## 分层材质

你可以对材质进行分层，为物体打造独特外观。使用“层混合”节点，你可以将两种不同的材质融合为一种外观。例如通过这种技术，可以将有光泽的金属材质和无光泽的锈迹材质进行分层。然后，你可以对Alpha通道进行纹理处理，还可以选择混合表面、置换或两者皆选。



## 材质构建器

如果你想将分层节点转换为新材质，可以选中它们，然后选择“编辑(Edit)”>“将所选内容折叠为材质(Collapse Selected into Material)”。这样会将这些节点置于材质构建器中，你可以继续对其进行调整。在此层级，有输出节点和收集节点，以确保网络高效运行。

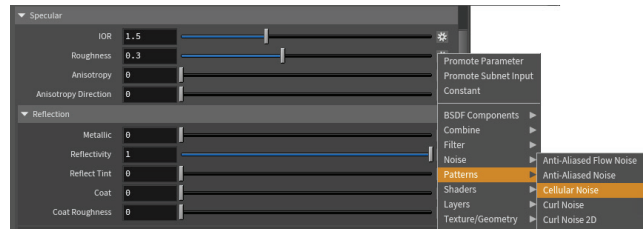


## 材料作为数字资产

你可以将材质保存为Houdini数字资产，从而使其效率更高。在“资产属性”窗格中，你可以转到“保存”选项卡，然后选择“保存缓存代码”，这样当你使用Mantra进行渲染时，材质就会预先编译。你还可以将纹理贴图加载到数字资产中，然后从资产文件内部引用它们。将材质转换为HDA可以更便于与团队共享。

## 着色器特效菜单

在使用材质VOP时，您可以在“网络”视图添加节点并将它们连接在一起，或者您可以通过单击每个参数最右侧的图标来使用“Shader FX”菜单。此菜单使您能够专注于要处理的参数，并在相应上下文中创建节点。



在“参数”窗格中，通过查看最右侧的图标，您可以了解每个参数的连接类型：

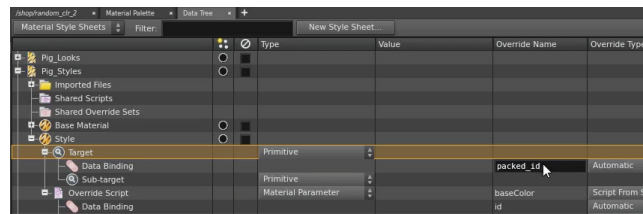
- 无连接
- 参数节点
- 与其他节点相连
- 隐藏连接



## 程序材质分配

在处理包含大量数据的实际生产工作时，通常需要采用程序化的方法来指定材质。借助Solaris和Karma，您可以使用诸如“指定材质LOP(Assign Material LOP)”或“材质变体LOP(Material Variati on LOP)”等节点来实现这一点。

如果您使用的是Mantra，可以通过“数据树(Data Tree)”面板将材质指定给对象，该面板可让您访问材质样式表。样式表允许您使用规则将材质和纹理指定给大量对象。

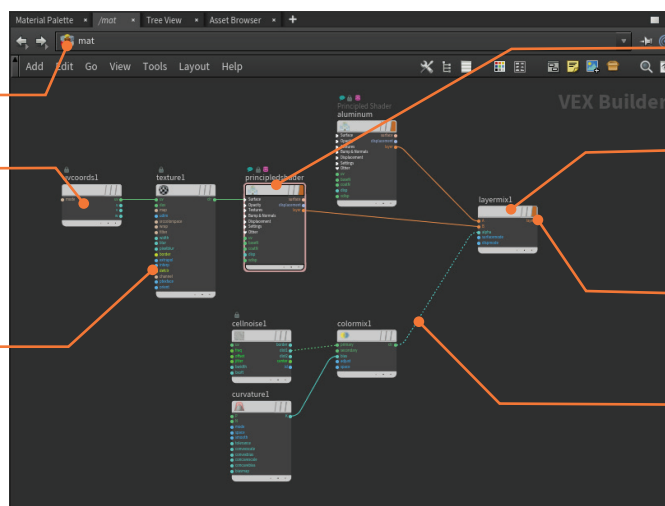


## 着色器构建

节点路径 - 这将确认您当前的路径，并帮助您在材质网络中导航进出。

VOP节点 - 在材质环境中，你可以从材质节点入手，然后接入VOP节点来定制材质的纹理。完成后，你可以选择将所有这些内容折叠回一个材质构建器节点。

节点连接器 - 您可以使用“着色器特效”菜单在此区域添加节点，通过中键点击圆点即可访问该菜单。右键点击圆点可打开完整的节点菜单。



原则性材质 - 这是一种典型的材质，可以单独指定，也可以输入到图层混合中。

层混合 - 材质上的层输出可以输入到此混合节点中。你可以将其指定给你的几何体。

材质标志 - 如果你希望层混合在材质调色板中显示，那么勾选此标志。

Alpha - 在此，层混合节点的Alpha由VOP节点提供，为两种分层材质创建Alpha遮罩。

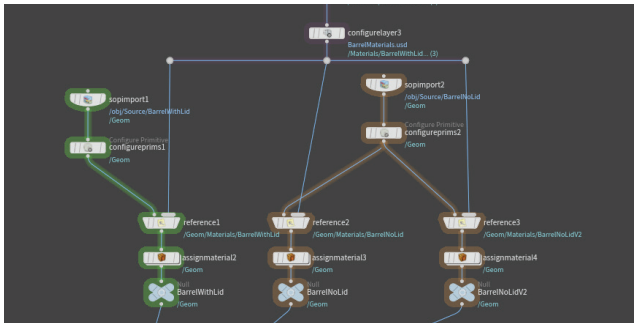


# Solaris: 布局

Solaris是Houdini中专注于外观开发、布局和环境照明的环境，其核心是USD。引入到此环境中的对象和几何体将转换为USD格式，并且你可以使用专门的节点来定位对象、实例化几何体以及管理镜头布局。

## SOLARIS: LOPS(布局操作节点网络)

Solaris环境可以在/stage网络中找到，也可以通过创建LOP网络来获取。在这里，你可以放置用于导入几何体、指定材质以及添加灯光和相机的节点。这些节点使你能够使用共享资源和程序性编辑节点创建序列和镜头，从而为每个镜头定制设置。



从本质上讲，Solaris环境会将所有内容转换为USD(通用场景描述),这是皮克斯发起的一项开源项目。

Solaris/LOPS环境允许您原生使用USD,并通程序性节点来管理USD概念,如引用、负载、层级、集合、变体和细节层次



LOP网络随后可以使用Karma或其他与Hydra兼容的渲染器进行渲染。Hydra是一种技术,可让您将USD渲染到视口以进行交互式浏览,或渲染到磁盘以进行最终渲染。

## 场景导入：从对象到LOPS

对于习惯在Houdini的对象层级进行布局和环境照明工作的艺术家来说,场景导入LOP(Scene Import LOP)节点能让你轻松地导入几何体、灯光和相机到LOP中进行渲染。如果你的目标是创建一个可控的USD场景图,那么你可能需要采用另一种方法,但对于快速访问Karma和其他渲染器而言,场景导入”节点就很好用。

## 为USD准备资产

另一种方法是使用组件构建器LOP网络或USD导出SOP来配置道具。这将在逐个道具的基础上设置几何图形和材质,然后导出为USD格式,以便在布局阶段使用。



对于某些属性,你将使用变体来创建不同的变化形式,以便在布局时进行选择。有一些LOP节点可以让你设置这个USD概念。

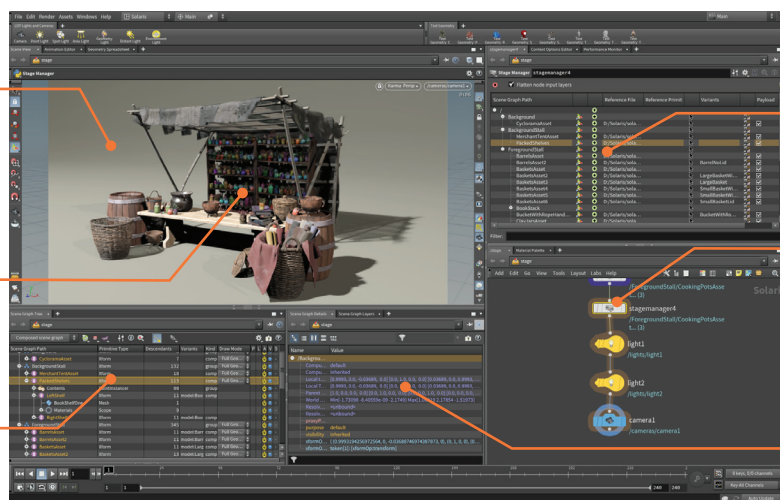
一旦你将道具设置为USD格式,就可以使用子层(Sublayer)或引用LOP(Reference LOP)将这些文件导入到一个更大的布局场景文件中,然后可以使用编辑LOP(Edit LOP)来放置道具。如果资产准备得当,它们导入时就会带有已设置好的几何体、材质和变体,随时可用。

## SOLARIS桌面

阶段 - “阶段”视图为查看布局和灯光以及与图元、灯光和相机进行交互以正确设置它们提供了一个场所。

视口渲染 - 在舞台上,你可以使用Houdini GL或Storm(USD GL解决方案)进行渲染。你还可以交互式地渲染到Karma以及与Hydra兼容的第三方渲染器。

场景图 - USD结构提供了一个可渲染的场景图,可以使用此面板进行检查。



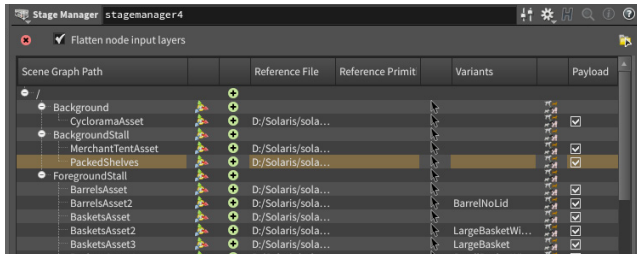
舞台管理器 - 此节点可让您加载要放置在舞台上的FUSD文件。

LOP节点 - 你在LOPS中的所有操作都是通过程序化节点完成的,这些节点让你可以轻松回溯并做出更改。

场景图详细信息 - 当您在场景图中选择项时,这些详细信息会告知您其在工作流程中的状态。

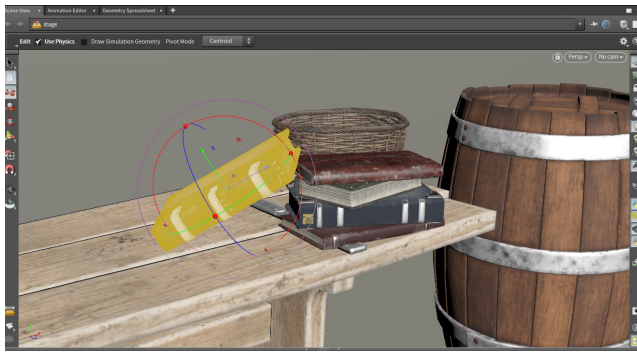
## 舞台管理器

舞台管理器旨在成为一个一站式节点，用于从磁盘引用USD资产，在3D空间中对其进行变换，并调整场景层级结构。这确实需要对输入层进行扁平化处理，这会阻止上游更改的传递。不过，该节点具备快速设置的可能性，从而弥补了这种灵活性的不足。



## 基于物理的编辑

一旦你将所有道具加载到舞台上，就可以使用“编辑LOP (Edit LOP)”开始移动它们。这些编辑会成为一个单独的、非破坏性图层，在需要回溯时能保持所引用的资源完好无损。

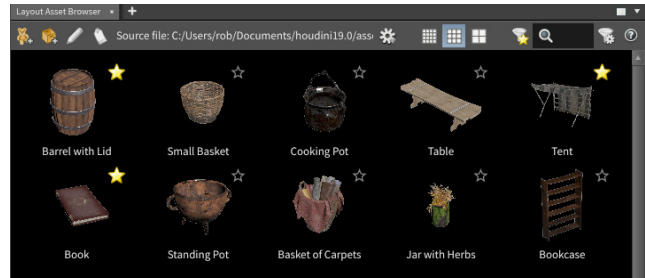


在“编辑LOP (Edit LOP)”中，有一个“使用物理(Use Physics)”选项，可让你利用Houdini的刚体功能检测碰撞，并更轻松地以逼真的方式放置对象。这使艺术家能够在3D视图图中进行交互式操作时，实现自然逼真的效果。

## 实例化

在USD中有一个实例化解决方案，可在LOPS中使用。实例化LOP允许您输入一个或多个对象，这些对象将分布到LOP内部设置的点上。这些点可以通过从场景中导入几何体，然后在从模型中提取的曲面上散布点来创建。

可以使用多种方法将材质指定给实例，包括“材质变化LOP (Material Variation LOP)”，该方法还提供每个几何体的渲染属性。



你还可以使用布局资源浏览器 (Layout Asset Browser) 和布局LOP (Layout LOP)，通过笔刷工作流程来放置、编辑和变换实例点，这些实例点会引用你在浏览器中选择的资源。

## 导出 USD

在LOP图的不同节点，你可以通过右键单击节点并选择“LOP操作(LOP Actions)>检查活动层(Inspect Active Layer)”来查看USD代码。你还可以查看扁平化阶段。导出到USD时，你可以拆分所有层，或将其保存为单个扁平化图形。



## 场景图

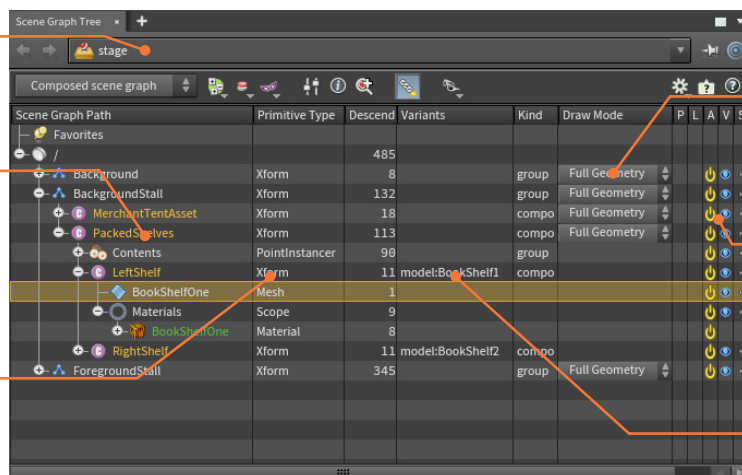
阶段 - 这是用于创建线性算子(LOPS)的顶级网络上下文。

你也可以在线性算子(LOP)网络中完成所有这些工作。

场景图路径 - 这些代表定义舞台外观的USD层和子层。这些很可能是磁盘上不同的USD文件，它们被引用到一个镜头中。

基本类型 - 每个基本元素都有一个类型或模式，用于定义其工作方式。

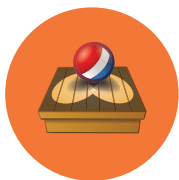
这可以帮助你确定每一层对场景所做的贡献。



绘制模式 - 在这里可以更改显示路径中的任何元素的到全几何，边框或纹理卡片。

显示选项 - 在此处你可以设置可见性或每层的激活状态。无法删除场景中的任何内容因此，图表隐藏或停用是必要的。

变体 - 如果一个图层有一变体，然后选择的此处显示一个。

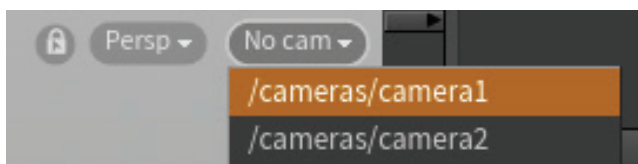


# Solaris: 摄像机与灯光

在渲染镜头之前，你需要通过相机取景并为场景打光。Solaris/LOPS环境中，有灯光和相机，该环境专为布局、外观开发、打光以及使用Karma进行渲染而设计，或者在对象级别使用Mantra进行渲染。

## 相机

可以从LOP灯光和摄像机架子上访问摄像机。按住Alt键并单击架子工具，可将当前视图转换为摄像机视图。如果在网络视图中创建摄像机节点，请单击视口左上角的“无摄像机 (No Cam)”菜单以通过该摄像机查看。



要调整相机，你可以在其他视图中或通过相机取景时使用相机控制柄。显示选项”栏中有一个“锁定相机到视图”按钮，可让你使用“视图”工具重新定位相机。



在“显示选项”栏中有一个“锁定相机以查看”按钮，可让您使用“视图”工具重新定位相机。只需确保之后不要一直开启此功能，否则简单的视图更改可能会改变您的相机视角。一旦您喜欢某个相机视角，您可能需要锁定其变换值，以免因视图更改而丢失该视角。

## 相机属性

在局部操作(LOP)上下文中，相机具有一些关键属性，这些属性决定了相机将如何生成图像。

### 视图选项卡

- 投影(Projection) - 在透视投影或正交投影之间选择。
- 焦距(Focal Length) - 决定镜头的长度。较小的值可拍摄更广角的画面，而较大的值则可拍摄长焦画面。
- 水平/垂直光圈(Horizontal/Vertical Aperture)- 光圈是一个控制进入相机光线量的装置。
  - 采样选项卡
- (快门开合)Shutter Open/Close - 于确定快门打开的时长，这会对运动模糊产生影响。
- 焦点距离(Focus Distance) - 相机到焦平面的距离。
  - 确定使用景深时哪些对象处于对焦状态。
- 光圈值(F-Stop) - 镜头光圈。默认值为0,即关闭对焦功能。

按下Shift+F可显示焦平面的可视化效果以及它与几何体的相交情况。通过相机查看时，您可以按住Shift键并单击或拖动某个表面，将焦平面移动到与该点相交。否则，您可以使用焦平面上的手柄来移动它并设置景深。

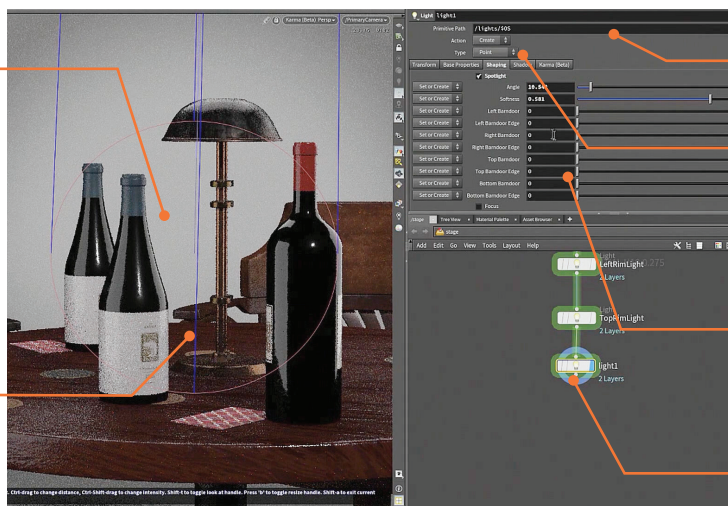


## 灯光设置

视口渲染 - 为了做出光照决策，能够在视口中使用Karma或其他渲染器(如RenderMan或Arnold)进行渲染非常重要。

你也可以使用HoudiniGL,但它的效果不如主要渲染器之一。

灯光操控 - 你可以退后，以类似于操控相机的方式在视图中操控灯光，或者你可以使用特殊控件直接在相机视图中设置灯光。



原始路径 - 这设置了你的光源在USD场景图中的位置。

灯光类型 - 您可以从该菜单中选择您的灯光类型。灯光选项卡为您提供访问所有灯光类型的权限，并且您可以在此之间切换。

灯光参数 - 这里是一系列参数用于控制光线诸如圆锥体之类的属性角度和强度。

灯光LOP节点 - 每一个光线被添加到作为LOP节点的网络。

## 🌟 灯光

灯光也可以从架子上获取，并且有类似的手柄来帮助你调整它们的位置。在Houdini中有多种不同类型的灯光可供选择。

🌟 点光源 (Point Light) - 从一个点向各个方向发射光线，类似于灯泡。

🔦 聚光灯 (Spot Light) - 从某一点沿特定方向发射锥形光束。

📀 区域光 (Area Light) - 自动在指定区域上分布多个光源。有五种区域光形状可供选择：直线、管状、网格、圆盘和球体。

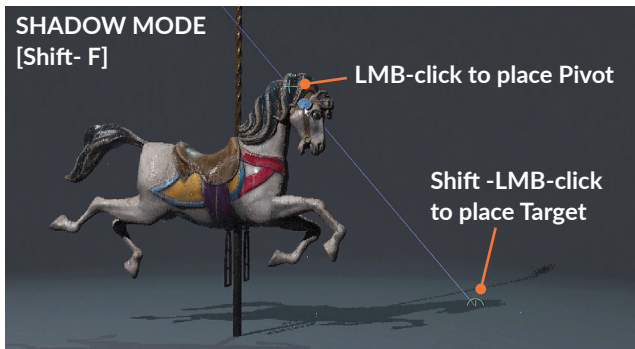
📐 几何光 (Geometry Light) - 该对象使用几何对象的表面着色器为发射光的颜色向场景中发射光线。

☀️ 平行光 (Distant Light) - 发射平行光线，类似于太阳光。

🌍 环境光 (Environment Light) - 向场景中投射光线，就好像光线来自周围的半球或球体。

## 在相机视图图中进行照明

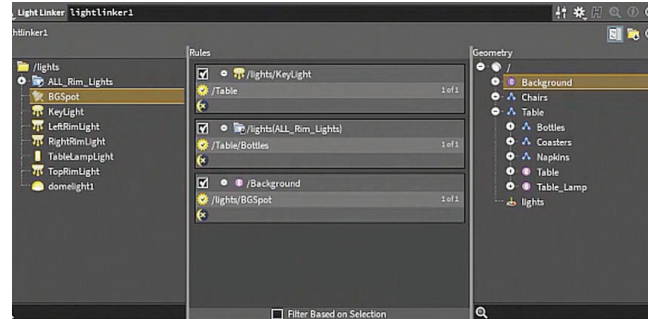
当选中并显示“灯光 (Light)”或“灯光混合器 (Light Mixer LOP)”LOP时，您可以在通过相机查看场景的同时设置其许多属性。您可以使用“高光”[Shift+S]、漫反射”[Shift+D]或“阴影”([Shift+F])选项通过单击场景中的表面来设置灯光。



然后，你可以按住Ctrl键并拖动来改变灯光与拍摄对象之间的距离，按住Ctrl+Shift键并拖动来改变亮度。在视口中进行这些操作，能让你专注于正在处理的镜头，而无需移开视线去拖动控制柄。

## 灯光链接器

将灯光与特定对象关联是控制镜头光照的一种很好的方式，在Solaris中可以使用灯光链接器LOP来实现这一点。该节点包含一个用于建立所需对象/灯光连接的界面。



你可以使用灯光集合，通过定义基元与灯光之间交互的规则，更高效地应用链接。

## 实例化灯光

在Solaris/LOP环境中，你可以使用Houdini的程序性几何节点创建点，然后将灯光实例化到这些点上。接着，你可以为这些点添加属性，以创建诸如老式字幕灯那种旋转强度的效果。这种方法使得设置灯光更加容易，添加效果并做出更改以满足镜头需求也更为简便。



## 灯光混合器

灯光列表 - 此列表显示输入到混光器中的所有灯光。

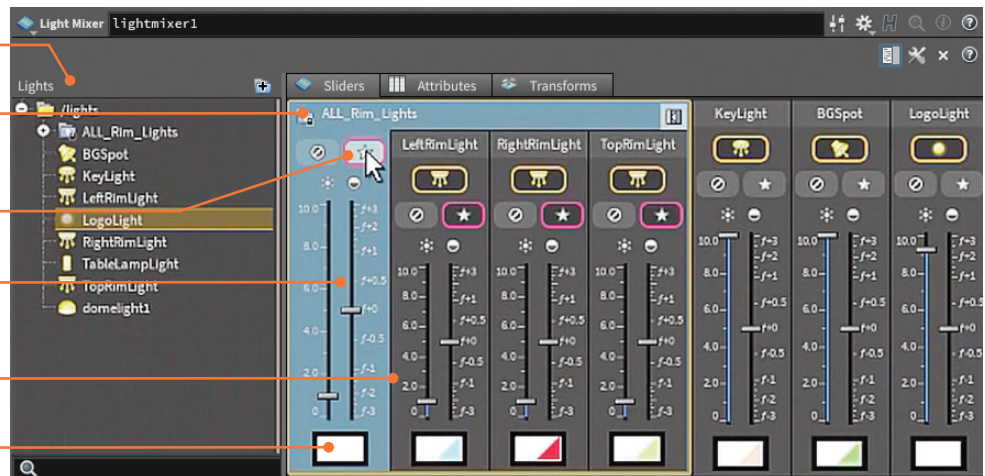
集合 - 可以将灯光组织成集合，以便它们在混光器中作为一个组协同工作。

单独显示灯光 - 点击星形图标可单独显示灯光或灯光集合。

强度滑块 - 第一个滑块可让您控制灯光或灯光组合的强度。

曝光滑块 - 第二个滑块可让您控制曝光，从而对强度进行微调。

灯光颜色 - 点击此处为单个灯光或一组灯光上色。



# 渲染

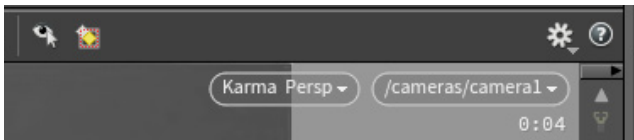


当你渲染一个镜头时，你是在使用相机和灯光对3D对象进行数字拍摄或录制，以生成一张图像或一系列图像。游戏美术师也可能使用渲染来制作游戏过场动画，或者将纹理从高分辨率烘焙到低分辨率对象上。

## KARMA

Karma是一款基于物理的光线追踪器，旨在Solaris/LOPS环境中与USD文件协同工作。它在CPU上运行，并具备诸如针对置换和细分曲面的自适应细分、多段运动模糊、实例化、毛发与皮毛以及强大的体渲染支持等功能。

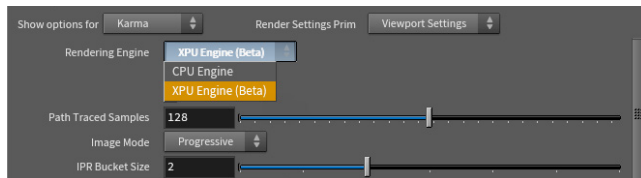
Karma与USD成像框架Hydra协同工作。这使得它可在视口中进行交互式更新，或者你也可以使用Karma节点渲染到磁盘。



Karma可与使用VEX、USD预览和Material X创建的着色器配合使用。

## KARMAXPU渲染引擎

Houdini 19.5包含Karma XPU渲染引擎的测试版。这款GPU/CPU混合渲染器以Alpha版本发布。许多功能仍在开发中，该引擎仅用于测试目的。你可以在场景视图的显示选项中或Karma节点中选择XPU。



Karma XPU可与USD预览着色器和MaterialX配合使用，但无法与VEX配合使用。

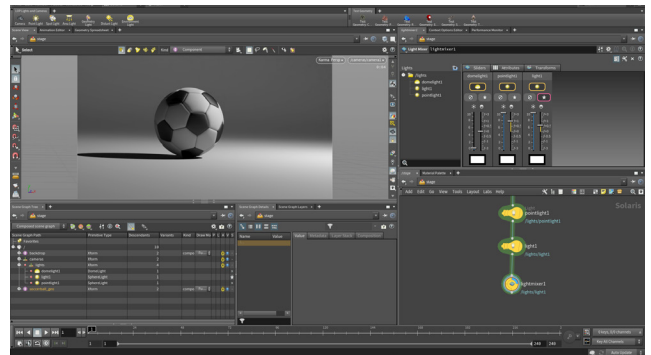
## 第三方渲染器

借助对通用场景描述(USD)的支持，Solaris能够渲染至其他Hydra代理，如RenderMan、欧特克阿诺德(Autodesk Arnold)、V-Ray、Maxon RedShift以及AMD ProRender。



## 视口渲染

Karma渲染器的主要优势之一是能够在透视图中使用它。通过选择Karma,您可以获得交互式渲染，这有助于您Solaris/LOPS环境中做出光照和外观开发决策。

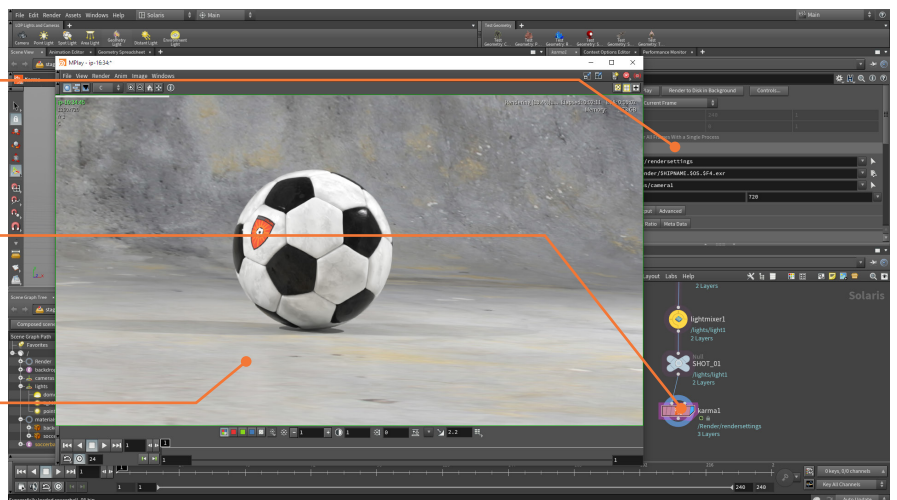


## 视口 | KARMA渲染器

渲染设置 - 要渲染到磁盘，您可以使Karma LOP来定义渲染设置。在这里，您可以设置渲染到磁盘的路径、相机设置等。

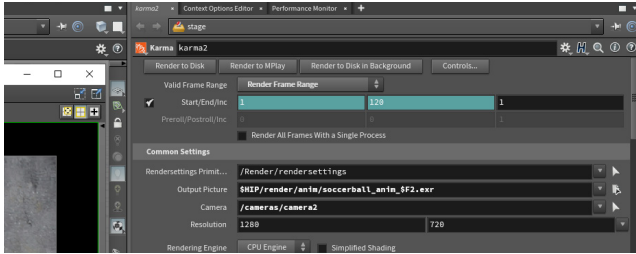
Karma LOP - 将Karma LOP添加到Solaris节点网络的末尾。此LOP的不同版本可用于设置独特的结果，例如测试渲染或最终镜头。

MPlay - 你既可以直接从Karma和Mantra渲染到MPlay,也可以渲染到磁盘，然后MPlay打开以查看结果。



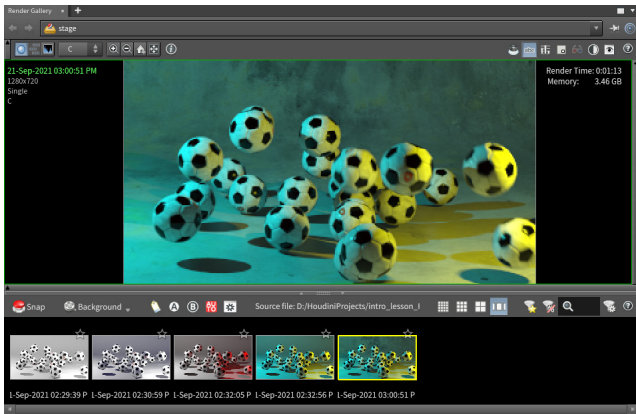
## 渲染设置

在渲染舞台时，您使用视口渲染设置。要创建渲染的最终外观，可以使用Karma LOP设置帧范围、相机分辨率、去噪器和更高质量的渲染设置。



## 渲染图库

渲染图库可让您对进展情况进行快照。每个快照都包含外观的所有设置，并且在任何时候都可以将场景恢复到与快照匹配的状态。然后可以对快照进行标记和筛选，以便于访问。

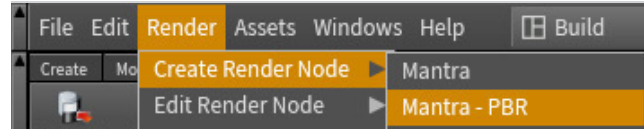


## MANTRA

Mantra是在引入Solaris之前开发的Houdini渲染器。它是一个基于物理的渲染引擎，与几何图形、实例和体数据的高效渲染深度集成，但它不能在Solaris/LOPS中使用。

## 输出节点

要渲染一个镜头，您需要创建一个渲染输出节点。您可以通过选择“渲染(Render)”>“创建渲染节点(Create Render Node)”>“Mantra-PBR”来完成此操作。



您也可以使用Tab键将Karma ROP添加到输出网络中。其内部有一个LOP网络，可从对象层级抓取所有可见对象。

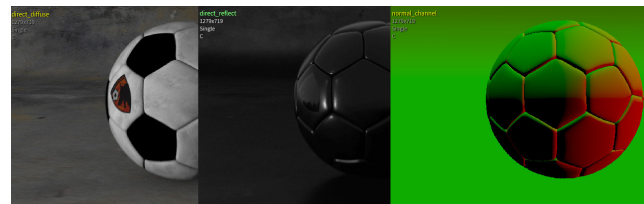
您可以使用ROP节点渲染到磁盘或Mplay。这些节点包含许多控制最终图像所需的参数，例如采样、噪点级别和整体渲染质量。

可以为每个对象或对象组设置不同的渲染输出节点(ROP),并且可以使用它们来选择蒙版和幻影对象。您可以通过将不同的节点连接在一起创建ROP依赖关系。如果您按下链中最后一个节点上的渲染按钮，那么所有其他节点将首先进行渲染。

## 渲染输出 | 任意输出变量

在渲染输出属性(ROP)中，你会找到用于设置图像平面的控件，以便为直接光照、间接光照、阴影、深度等创建渲染层。

Karma和Mantra都可以渲染出这些通道，这些通道可以在Houdini的合成环境COPS中加载，也可以在诸如Nuke之类的外部合成软件中加载。



景板损失优化投影(LOP)可用于对物体进行抠像，以便在场景中留出空洞，使背景可见。该几何体可以接收阴影并产生反射，从而让物体更加逼真地融入场景。

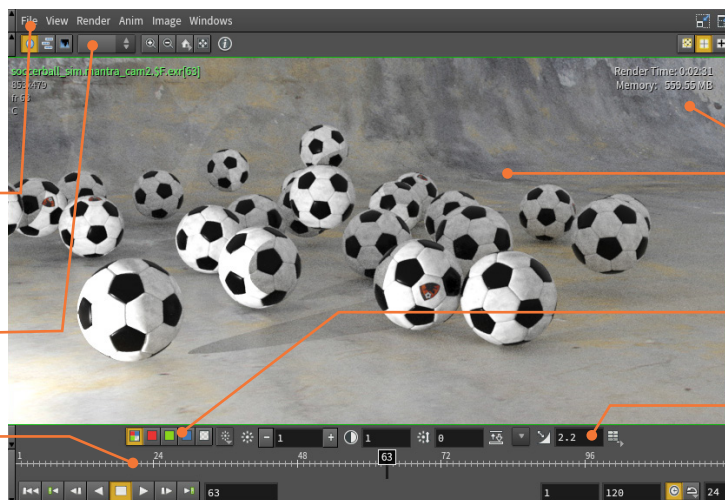
## MPLAY播放器

MPlay 可让您查看在Karma, Mantra或其他渲染器中渲染的图像。

主菜单 - 此菜单允许您加载图像或图像序列进行预览。如有需要，您还可以将它们保存为其他格式。

渲染层 - 此菜单可让您显示不同的渲染层，例如颜色、法线、直接漫反射或直接反射。

播放栏 - 如果你已加载了一系列图像，那么可以使用这些控件来播放和浏览该序列。



渲染时间 - 由于您有时会直接渲染到此视图，因此将显示渲染时间信息。

视图选项 - 按住中键拖动可平移图像，按住右键拖动可缩放图像。

通道 - 您可以点击这些按钮，聚焦于红色、绿色、蓝色或透明度通道，或查看它们的组合。

Gamma 设置 - 为视口设置亮度、对比度和Gamma值。默认情况下，使用2.2的Gamma值以支持线性工作流程。

# 时间与运动



动画涉及随时间发生的变化。无论是物体的位置、形状还是颜色，一旦随时间发生变化，你就是在制作动画。除了用于更高级时间和运动操控的Motion FX和CHOPs外，Houdini还有各种用于基于关键帧工作流程的工具。

## 设置关键帧

关键帧使您能够在特定时间点设置特定的参数值。随着这些值的变化，场景中的对象会产生动画效果。然后，您可以使用动画曲线来确定运动的过渡效果。以下是在场景视图中为对象设置关键帧时常用的几个主要热键：

- Set Keyframe K
- Toggle AutoKey Alt + K
- Key Handle Ctrl + K
- Key Translate Shift + T
- Key Rotate Shift + R
- Key Scale Shift + E

你也可以通过按下Alt键并点击参数名称或参数字段，或者右键点击参数并选择“关键帧 (Keyframes) > 设置关键帧 (Set Keyframe)”，在参数面板中设置关键帧。这样你就可以一次为一个参数设置关键帧。

## 播放栏

播放栏位于主工作区底部，可用于播放和浏览动画。时间以帧为单位，默认帧率为每秒24帧。

左侧是播放控件。以下是一些用于快速设置播放和在时间轴上移动的快捷键。

- Play Forward ↑
- Play Back ↓
- Next Frame →
- Previous Frame ←
- First Frame Ctrl + ↑
- Next Keyframe Ctrl + →
- Previous Keyframe Ctrl + ←

播放栏也可用于编辑关键帧。您可以在播放栏中的帧范围上单击鼠标右键，以访问诸如剪切、复制和粘贴关键帧等选项，以及诸如替换(Replace)、循环(Cycle)、重复(Repeat)和拉伸(Stretch)等特殊粘贴选项。所有这些选项都有各自的热键，您可以在菜单中找到。在进入动画编辑器之前，您可以在播放栏中完成很多工作。

## 通道

当您在动画编辑器中设置关键帧或显示动画曲线时，您就是在使用通道。

如果您选择了一个有关键帧通道的对象，这些通道将变为活动状态，关键帧也会加载到播放栏或动画编辑器中。如果取消选择该对象，除非固定通道，否则这些通道将不再处于选中状态。

您可以使用播放栏右侧、动画编辑器左侧或通道列表窗格中的通道列表来固定通道。在此列表中，您可以选择一个或多个通道，以便更精确地选择要设置关键帧和编辑的通道。

## 频道列表窗格

“通道列表”面板可让您处理通道组、动画层和活动通道。您可以使用该列表创建通道组，以便更轻松地了解访问这些通道。您还可以使用这些组固定通道，这样即使选择不同的对象，这些通道也依然可用。如果您要为角色设置关键帧，这个面板会很有用。

## 动画书

在为场景制作动画时，你会希望预览动态效果。场景”视图左侧工具栏中的“动画记录”工具可让你从视口捕获帧，然后以影片形式实时回放结果。

## 播放栏

播放栏用于在时间轴上进行拖动，以及创建和编辑关键帧。播放栏还可用于进行快速编辑，而动画编辑器则用于更全面的优化。

### 播放控制

这些控件可以让你快速播放、暂停和移动到下一个键。下面这些是按钮的动画选项和实时回放。

### 当前时间

当前时间显示在字段中和帧范围内的黑色标记上。该标记可用于浏览播放栏。

### 帧范围

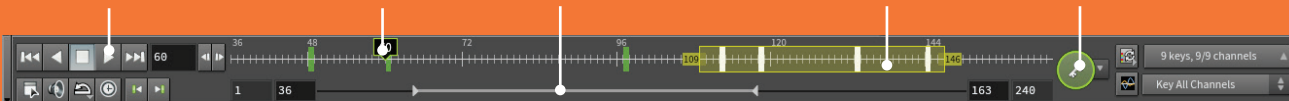
整体范围由动画控制按钮定义由动画控制按钮定义按钮在最左边。然后可见范围可以是使用底部的把手进行减少在范围底部。

### 编辑关键帧

设置关键帧时，关键帧会显示在播放栏中。按住Shift键，使用鼠标左键选择关键帧，然后使用鼠标中键拖动来编辑关键帧。

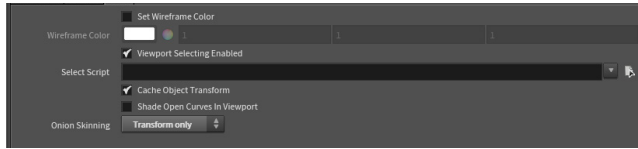
### 设置关键帧

“设置关键帧”按钮在您点击此处时会设置关键帧。点击小箭头可弹出诸如“自动关键帧”等选项菜单。



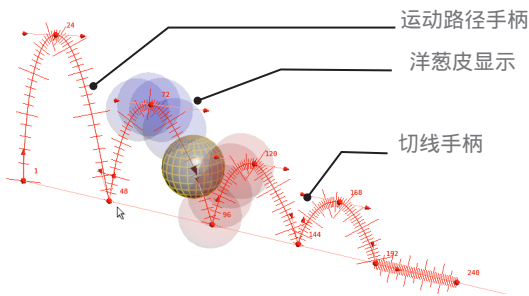
## 洋葱皮功能

洋葱皮功能可以让你在当前帧的前后帧上显示对象的半透明版本。在对象的“杂项(Misc)”选项卡中启用该功能，而“之前帧数”、“之后帧数”和“帧增量”等洋葱皮选项可在视口“显示”面板[d]的“场景(Scene)”选项卡下找到。



## 运动路径手柄

用“姿势(Pose)”工具制作动画时，您可以点击“运动路径(Motion Path)”选项，调出控制柄，以查看所选对象随时间变化的动画。您还可以使用控制柄来调整运动的形状。



## 动画编辑器

选定的通道会加载到动画编辑器中，在那里它们以关键帧和动画曲线的形式呈现，也可以以电子表格或摄影表的形式呈现。关键帧可以被选中并编辑，曲线可以通过切线手柄来塑形。曲线定义了关键帧之间的运动，并且在定义运动质量方面起着关键作用。

在使用通道时，你可以使用以下热键查看关键帧和动画曲线：

- View All/Home
- Pan
- Zoom

H  
MMB  
RMB

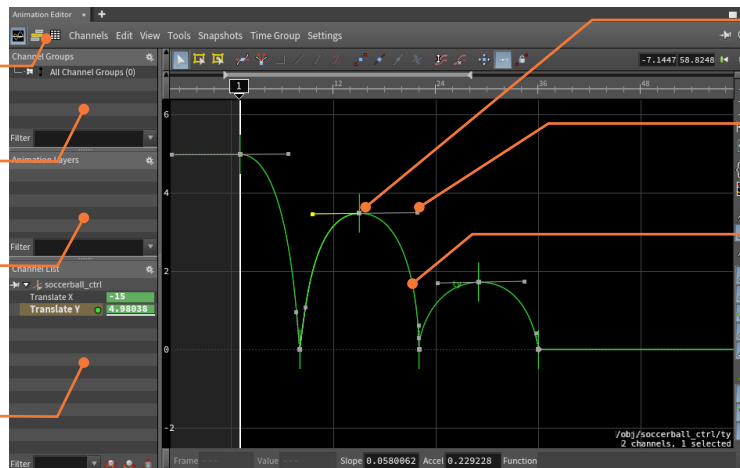
## 动画编辑器

编辑器选项 - 此编辑器可以图形、摄影表或表格的形式显示。

频道组 - 图表的此区域显示频道组，使选择和固定频道更加容易。

动画层 - 该区域允许您将不同的通道相互叠加，以创建多个迭代版本。

通道列表 - 选定对象上的通道会显示在此区域中。然后，您可以选择想要在图表中查看的通道名称。



关键帧手柄 - 使用垂直条在时间上前后移动关键帧，或使用框编辑其值。

切线手柄 - 它们定义了从关键帧进入和离开的切线，帮助你塑造曲线。

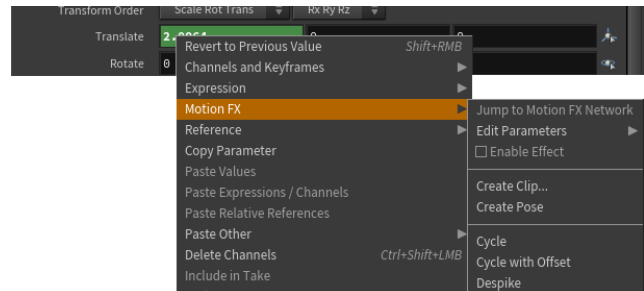
曲线 - 动画曲线决定了关键帧之间的运动，这定义了运动的质量。

曲线函数 - 这些允许您设置动画曲线和手柄的各种显示选项。

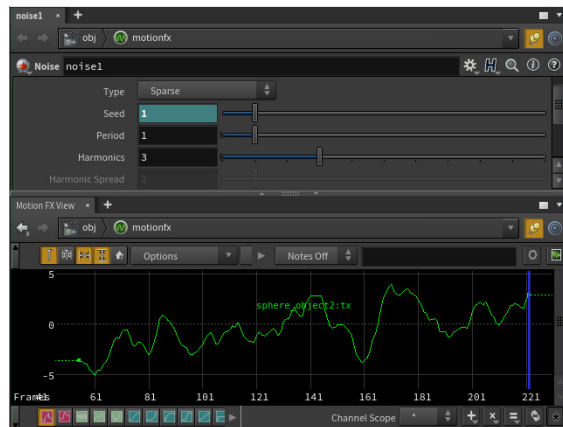
## 运动特效

虽然关键帧和动画曲线存储在节点参数中，但你也可以使用通道操作器(CHOPs)，以一种更基于程序节点的方式来处理运动。

创建通道操作符最简单的方法是右键单击一个参数，然后从“运动特效(Motion FX)”子菜单中选择。在“通道列表”中工作时，你也可以将这些效果应用到通道组。



“运动特效(Motion FX)可以应用于关键帧动画，这些动画被提取并存储在通道CHOP中。然后，你可以对现有的运动应用循环、噪波、平滑、限制或延迟等效果。在“约束(Constraints)”工具架上，你可以使用一些工具，让一个参数去跟随、延迟或晃动在另一个参数之后。”



这种处理运动的非线性方法提供了一种独特且极为灵活的工作方式。

# 角色绑定与特效



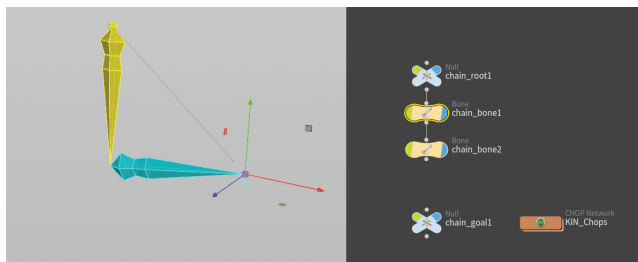
Houdini包含了广泛的绑定工具，用于创建角色和生物，之后可将其封装到Houdini数字资产中，交付给动画师。Houdini还拥有角色特效工具，如毛发、皮毛、肌肉、布料和人群系统，以提升角色的外观效果。

## 骨骼

在Houdini中，你可以使用“骨骼”工具以及“绑定”货架上的“从曲线生成骨骼”工具绘制和编辑骨骼。每条骨骼链由一个链根和多根骨骼组成。其他3D应用程序基于关节，而Houdini使用的“骨骼(Bone)”节点具有“长度”和“静止角度”参数。

你还可以使用“骨骼”工具为链添加反向运动学，这会添加一个末端效应器，在某些情况下还会添加一个扭曲效应器。

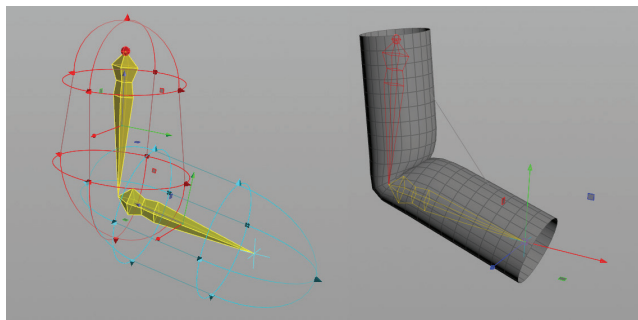
运动学由通道操作器或CHOP节点驱动，这些节点存在于它们自己的子网中。



## 捕捉几何体

然后将角色的几何体捕捉到骨骼上，以创建传达逼真运动所需的变形。Houdini骨骼包含“捕捉区域(Capture Regions)”

，你可以对其进行设置，使其在关节处实现正确重叠的同时包含你的几何体。此过程会将权重属性指定给点，这些点会被输入到一个“变形(Deform)”节点中，该节点在骨骼移动和旋转时控制几何体。



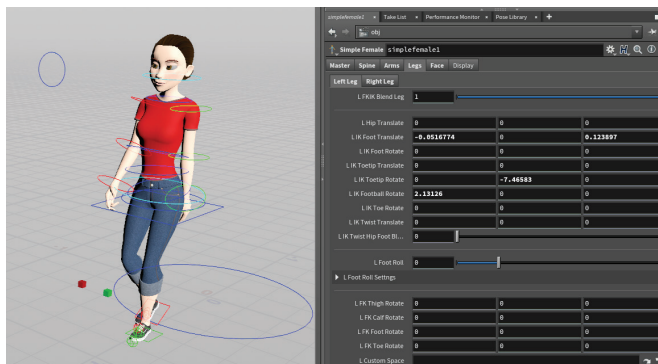
起初，捕捉到的几何体可能无法完全呈现你想要的效果，因此你需要使用各种工具来编辑和绘制捕捉权重。这样可以在关节处平滑权重，使弯曲效果更加逼真。你还可以使用Delta Mush节点来平滑点变形的效果，该节点连接到变形节点。

一种名为“骨骼捕捉双调和”的新技术，使你无需大量的点权重就能捕捉几何体，从而在关节处获得理想的外观。该方法在四面体网格上设置双调和函数，以创建一个更全面的解决方案。

## 数字资产角色

要为Houdini角色绑定骨骼并与动画团队共享，你需要将骨骼、几何体和材质打包成Houdini数字资产。

这会在磁盘上创建一个文件，动画师可以轻松地将其引用到多个镜头中。手柄和关键参数在顶层可用，这样动画师就可以设置关键帧，而无需担心绑定的内部工作原理。你还可以将姿势库和角色选择器设置保存到资源中，以便快速访问。

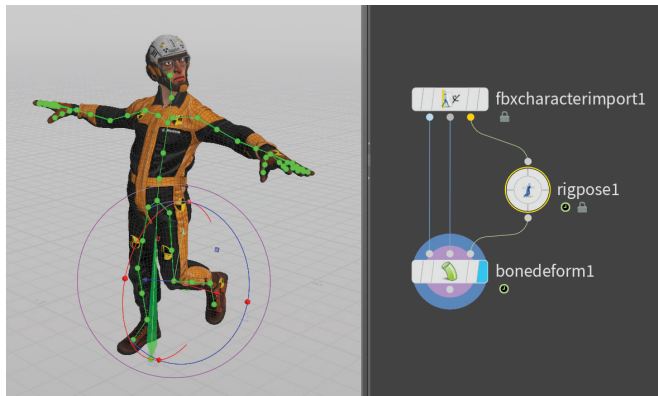


对角色任何部分所做的更改都会保存到资源中，所有镜头也会随之更新。这就创建了一个易于管理的强大角色制作流程。

## KINEFX动力学特效

KineFX 是一款角色工具集，旨在为重新定向、运动编辑提供程序化基础，在未来版本中还将支持绑定和动画制作。在几何体环境中，这些新工作流程让绑定成为一种快速、即插即用的体验，具备无限的灵活性和缓存功能。

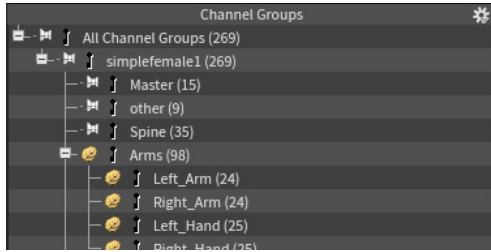
在几何体[SOP]环境中实现，KineFX将关节视为常规的点几何体，通过边连接定义绑定层级结构。你可以从Houdini的对象层级引入绑定，或导入FBX角色。



## 通道组

在Houdini中进行动画制作时，已设定范围的通道可以设置关键帧并在动画编辑器中显示。通常，这些通道基于您当前的选择。您还可以创建通道组，以便设定通道范围并固定通道，辅助设置关键帧。

当你将一个角色设置为数字资产后，可以点击参数面板左上角其图标，然后选择“参数和通道(Parameters and Channels)” > “创建嵌套通道组(Create Nested Channel Groups)”，以该资产的文件夹层级结构为指导来创建组。设计精良的角色资产能让这一操作变得轻松。



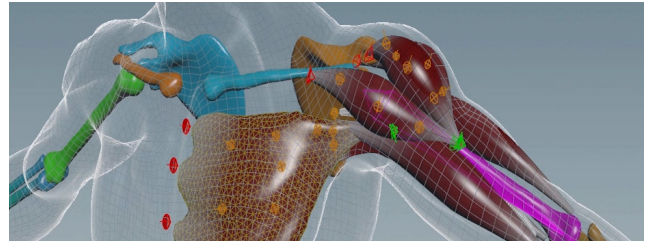
## 角色特效|毛发与皮毛

Houdini 拥有一套毛发工具集，您可以使用“添加毛发(Add Hair)”工具来为角色设置毛发并进行梳理。这些工具还能让您处理引导毛发，然后通过线模拟对其进行动画处理，以增加真实感。



## 角色特效|肌肉与皮肤

Houdini让你能够为动画生物添加肌肉，然后将其作为蒙皮变形器应用，而无需进行任何模拟。首先在几何体环境中使用“肌肉(Muscle)”节点创建简单的肌肉形态。然后，你可以调整肌肉的形状和位置，将其附加到角色骨骼上，接着启用自动二级动画或抖动效果。Houdini的肌肉系统旨在通过一套统一的数字资产，同时服务于有限元法(动力学模拟)和非有限元法(蒙皮变形器)工作流程。



## 人群模拟

人群模拟从智能体开始，这些智能体由角色骨架、蒙皮几何体和动画片段组成。这些被分配到各个点上，在这里简单的规则相互组合可以产生复杂的行为，并且智能体可以与其他动态元素进行交互。例如，一个智能体可能会被路过的汽车撞到，然后变成一个布娃娃，或者一群人可能会因场上的某个动作而做出反应。



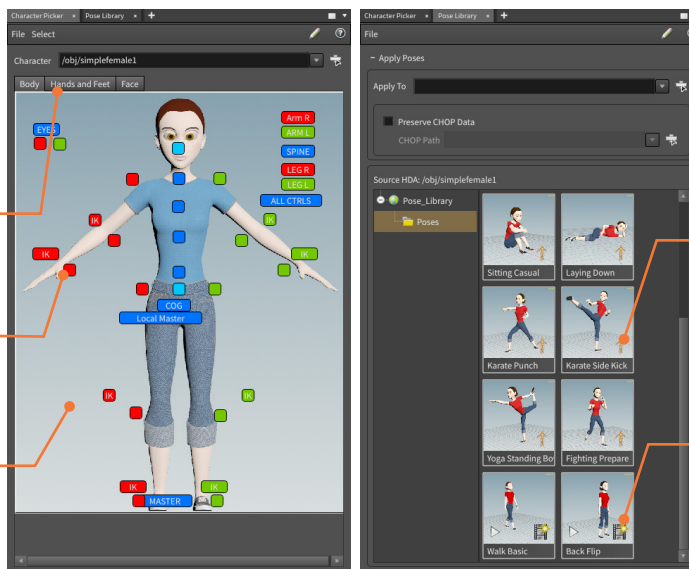
## 角色选择器

此窗格可让您创建一个用于选择装备部件的界面。然后，您可以将其保存到文件中，并添加到磁盘上的数字资产文件中。

选项卡 - 为身体的不同部位(如手、脚或脸)设置多个选项卡。

控制 - 在你的绑定上为不同的手柄放置标记，然后添加文本或颜色以帮助区分它们。

背景图像 - 添加角色的视觉呈现，以便将标记与身体部位正确关联。



## 姿势库

姿势库”窗格允许您捕捉角色的姿势和片段，以供日后参考。您可以在“播放栏”中定位到某个帧，然后在此处点击以应用该姿势。

姿势 - 这些功能可以保存从单个帧中获取的姿势。该姿势的所有参数设置将应用于当前场景中的角色。然后，您可以使用此功能进行插值以获取其他姿势。

剪辑 - 剪辑包含一组在较长时间内使用的关键帧。这些可能是行走循环或特定的运动，如后部剪辑。

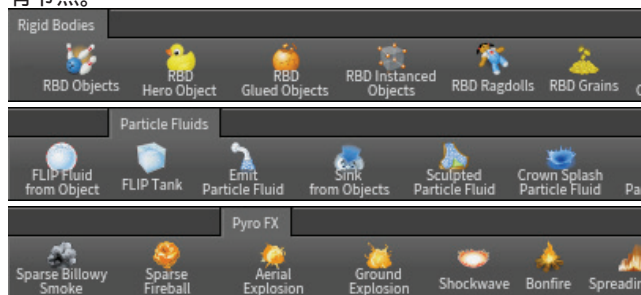
# 动态模拟



无论你是在创建子弹刚体破碎效果、Pyro FX火焰与烟雾效果、Vellum软体效果还是FLIP流体效果，Houdini都能让你在一个集成的动力学环境中工作。不同的求解器能够相互协作，从而实现更可控的效果。

## 货架工具

在动态(Dynamic)或数字运营流程系统(DOPS)环境中，设置动态模拟需要一个节点网络，同时在几何(Geometry)或标准运营流程系统(SOPS)环境中也需要节点。使用架子工具始终是个好主意，因为它们会为您添加所有这些节点，并减少设置模拟所需的点击次数。然后，您可以深入到网络中探索所有节点。



架子工具对于自动创建节点组非常有用。如果你选择从头开始搭建DOP网络，了解这些通过架子构建的网络是如何组合在一起的，日后会非常有帮助。

## 动态求解器

在任何模拟的核心都是动力学求解器。它是模拟的大脑，负责处理所有动力学对象、力和碰撞对象，并将它们整合起来以生成最终结果。货架工具会将这些求解器放入动力学网络中，并为您连接节点。

- 刚体求解器 (Rigid Body Solver)**- 使用高效的Bullet求解器或Houdini内置求解器模拟刚体对象的下落和碰撞。
- 静态求解器 (Static Solver)**- 适用于你希望对象充当碰撞几何体但不受模拟影响的情况。
- Flip求解器 (Flip Solver)**- 此求解器可创建FLIP流体模拟，以产生飞溅和波浪效果。
- 白水求解器 (Whitewater Solver)**- 完成FLIP解算后，你可以运行此求解器来创建泡沫、水花和气泡。
- Vellum求解器 (Vellum Solver)**- 一种POP求解器，对布料、毛发、颗粒、流体以及气球等软体提供集成支持。
- POP求解器 (POP Solver)**- 用于粒子和颗粒，此求解器可模拟各种基于粒子的场景。颗粒模拟也可用于软体和类布料模拟。
- 线求解器 (Wire Solver)**- 你可以将此求解器用于毛发或其他线状物体，如船的索具或树枝。
- 有限元求解器 (Finite Element Solver)**- 模拟由四面体确定的连续材料或固体的物理特性。此求解器用于肌肉、软体模拟以及诸如木材断裂等破坏镜头。
- 布料求解器 (Cloth Solver)**- 创建可与变形几何体(如角色)发生碰撞的布料模拟。
- SOP求解器 (SOP Solver)**- 使用SOP网络随时间推移演变对象的形状，例如墙壁被物体撞击时出现凹陷。

## 开放计算语言

你可以使用GPU,通过在求解器(如POP颗粒节点、Pyro 求解器(高级)选项卡和FLIP求解器 (FLIP solver)(体积运动(Volume Motion) )>“求解器(Solver)”选项卡))上使用OpenCL来加快模拟速度。

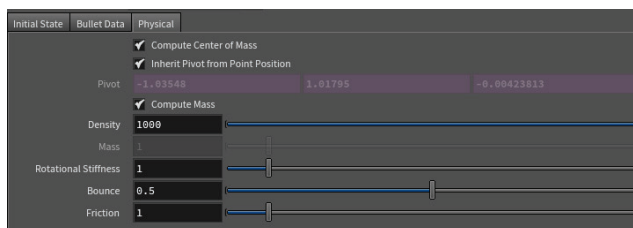
## 力

为了创建动态运动，需要力来“使事情开始进行”。最基本的力是重力，不过其他外力，如风扇、流体和磁铁，在你的模拟中也可以在启动运动方面发挥作用。

- 重力 (Gravity Force)**- 一种作用于物体的向下的力，就好像物体处于重力场中一样。
- 阻力 (Drag Force)**- 施加力和扭矩以抵抗物体的现有运动，使其减速或减弱其动量。
- 均匀力 (Uniform Force)**- 一种精确的力和扭矩量，可通过噪波DOP增强以添加湍流。
- 扇形力 (Fan Force)**- 对物体施加锥形力。
- 流体作用力 (Fluid Force)**- 用流体使布料或金属丝等软体变形。
- 风力 (Wind Force)**- 一种推力，它将使物体的速度增加，最高可达但不会超过其自身速度。
- 磁力 (Magnet Force)**- 使用元球来表示力场，以吸引或排斥物体。
- 涡旋力 (Vortex Force)**- 产生一种类似涡旋的力，使物体围绕一条曲线做轨道运动，就像物体围绕龙卷风一样。

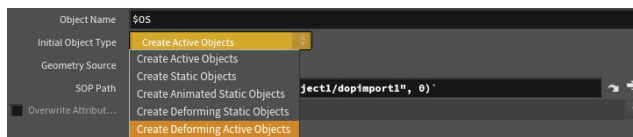
## 动态对象

当您选择一个对象并使用架子工具将其添加到模拟中时Houdini会创建一个动态对象，该对象使用该对象的几何形状，并添加诸如密度、摩擦力和弹性等动态属性。



## 动态与静态

动态活动对象会受到力和碰撞的影响，而静态对象则不会。如果你想使用动画或变形几何体，那么你必须要在动态对象上通过“初始对象类型”菜单或“使用变形几何体”复选框来定义此功能。

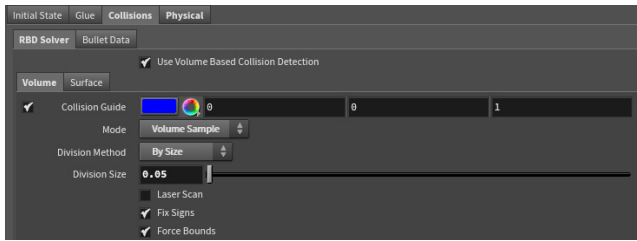


## 碰撞

碰撞物体也是任何模拟的重要组成部分。你可以设置一个地平面来创建一个连续的碰撞表面，或者使用静态或变形物体。

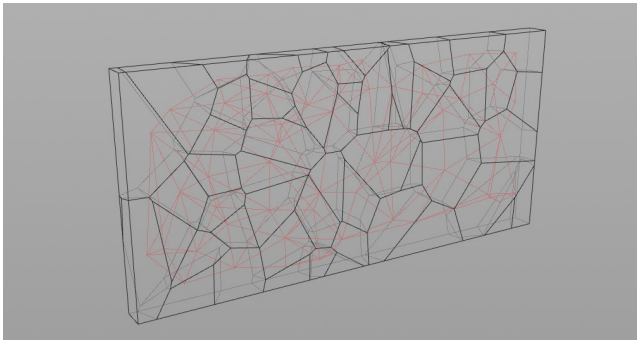


在每个动态对象上，也有用于显示和优化碰撞体积的设置。虽然您通常希望碰撞尽可能精确，但您需要在这与更快的模拟时间需求之间取得平衡。



## 刚体约束

在“刚体”面板上，你会找到一些约束，这些约束也可用于影响模拟。其中包括“点约束(Pin)”、弹簧约束(Spring)”和“滑块约束(Slider)”。在设置刚体模拟时，你还可以使用“粘合对象(Glue Objects)”，将物体粘合在一起，直到“松开”粘合剂或发生碰撞。



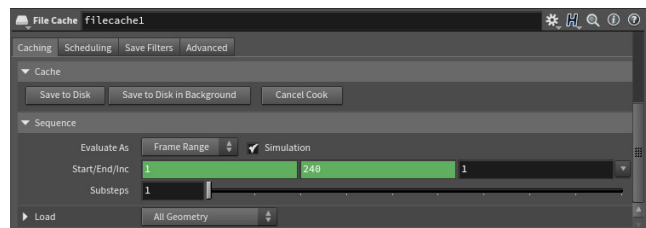
## 播放栏反馈

要启动模拟，您可以在播放栏中按下“播放”按钮。随着模拟的进行，播放栏会突出显示，以展示有多少模拟内容已缓存到内存中。然后，您可以在该区域内拖动浏览，而无需重新模拟。



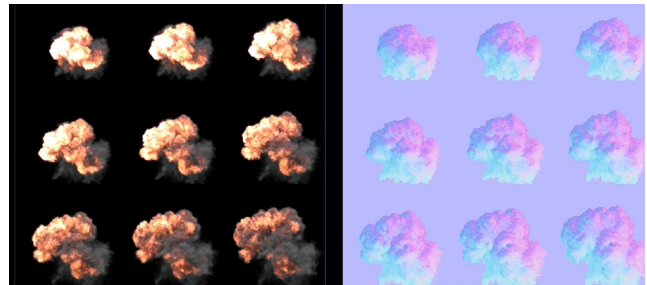
## 缓存到磁盘

完成模拟后，你可以通过在DOPs中保存模拟文件来锁定模拟结果，或者更常见的做法是，使用“文件缓存(File Cache)”节点将模拟的几何体输出为bgeo序列。这样在制作的灯光和渲染阶段处理模拟结果会更加容易。



## 游戏实时特效

在游戏中，你需要对诸如爆炸之类的特效在游戏引擎中进行实时优化。查看SideFX Labs工具，以了解更多关于将各Houdini模拟(如刚体、火焰特效和流体)转换为可用于游戏的艺术作品的信息。



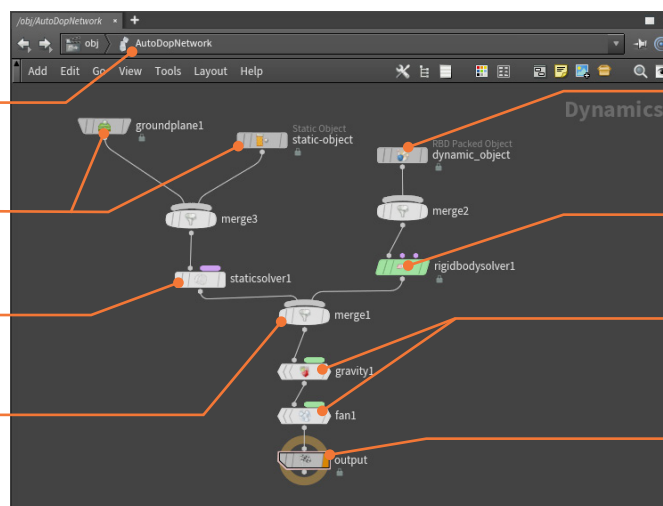
## 自动化网络

当你使用架子工具创建动力学对象、碰撞对象或力时，会创建自动DOP网络来组合所有部件。

静态物体 - 这些节点用于设置地平面和静态碰撞物体的属性。

静态求解器 - 此求解器在动态对象与传入对象交互时，使传入对象保持静止。

合并节点 - 将动态系统的各个部分整合在一起。在模拟过程中，节点会沿着链条上下进行评估，以便所有部分相互作用。



动态对象 - 此节点将几何体引入到DOPs环境中并指定基本属性。

刚体求解器 - 用于生成参与模拟的对象的模拟效果的求解器。

力 - 利用诸如重力或风力等作用力来影响动力学对象的节点。

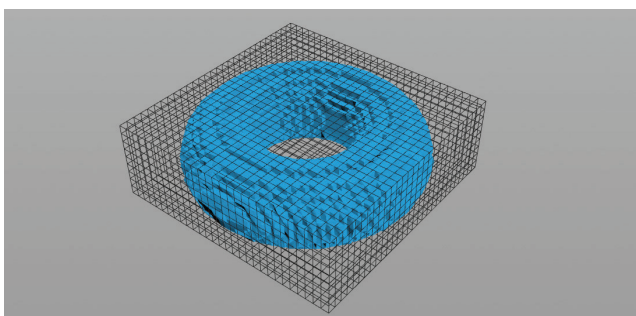
输出节点 - 如果你想缓存模拟结果，可以使用此节点输出sim文件。

# 云特效与体数据



在Houdini中，视觉特效的很大一部分在于使用体数据。在Houdini中，体数据通常在幕后发挥作用，辅助工具完成任务，但了解它们是什么，并逐步学会如何直接使用它们，是个不错的主意。

使用体数据时，你使用体素而非点和多边形来描述对象。体素是一种三维像素，是一个立方网格，其中每个体素都包含有关该体数据如何显示的信息，这使得它非常适合用于呈现类似云的缥缈形状。基于体数据的对象的视觉质量由该三维网格的分辨率决定。分辨率越高，结果质量就越高，但性能可能会受到影响。



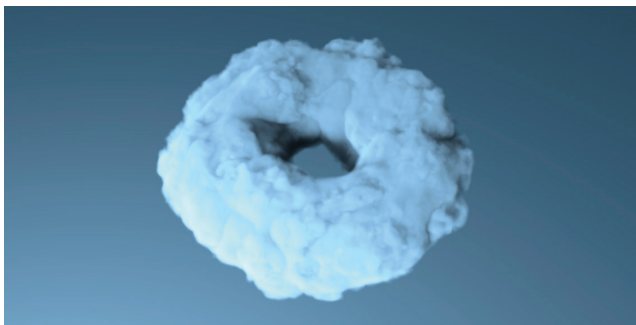
## 等值面偏移

在几何图形上下文环境中找到的“Isooffset”节点，可让您获取任意流形多边形几何图形，并构建一个Houdini体数据以供Houdini使用。您可以从多种不同的输出类型中选择，以雾或四面体网格的形式查看形状。

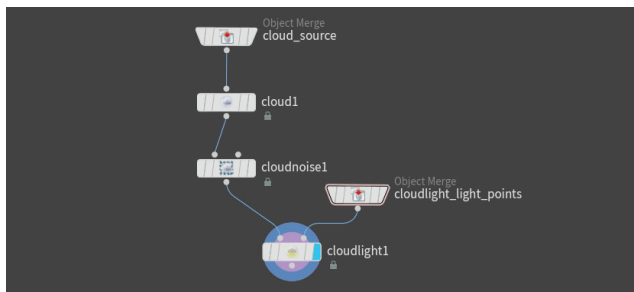


## 云特效

此工具集可将几何体转换为带有光照效果的云状VDB体。“云装配(Cloud Rig)”工具可用于塑造单个云朵，或者仅作为一种更好地理解诸如“云(Cloud.)”、云噪波(Cloud Noise)”和“云光照(Cloud light)”等底层工具的方式，这些工具都对最终效果有影响。



最终的网络会导入云源，然后应用其他这些节点，使用Houdini体积和VDB来创建类似云的效果。Houdini还带有一个天空装备工具，可以用体积云填充天空。



要为诸如虚幻引擎之类的游戏引擎创建云景，可以在Houdini中使用天空装备，然后将其转换为网格并用作生成表面。SideFX网站有一个由安德烈亚斯·格拉德(Andreas Glad)制作的教程，讲解了这种方法。

## OpenVDB(开放VDB)

“OpenVDB是一个获得奥斯卡奖的开源C++库，包含一套用于在三维网格上离散化的稀疏体数据进行高效存储和操作的工具。它由梦工厂动画公司开发和维护，用于故事片制作中常见的体应用。”-[opendb.org](http://opendb.org)



Houdini在几何[SOP]网络中有多种OpenVDB体素节点，可将几何体转换为体素。

## 隐藏在幕后的体数据

在Houdini中，许多工具在后台会使用到体数据，但你看不到它们。以下是体数据对你的工作有所帮助的一些方面。

- 碰撞体(Colliders)- 默认情况下，体数据会将几何体转换为用于动力学模拟的碰撞体。
- 模拟场 (Simulation Fields) - 体积定义了有助于动态模拟的场，如密度或速度。
- 毛发工具(Hair and Fur tools)- 这些工具使用体数据辅助毛发梳理计算。
- 地形(Terrain) - 高度场工具使用二维体数据，其中每个体素包含每个网格点处的地形高度。
- 渲染(Rendering) - 体积在Mantra中创建水深和雾效。



# 地形与高度场

在Houdini中，程序化地形生成是通过一组高度场节点实现的，这些节点使你能够对形状进行分层、添加噪波并运行侵蚀模拟，从而定义数字景观的外观。这是一种类似于合成的工作流程，但你使用的是3D形状进行所有工作。

Houdini提供了各种用于生成和塑造地形的几何节点。这些工具使用二维体积来表示地形，其中每个体素包含该网格点处的地形高度，称为高度场。通过几何网络传递的数据可以包含多个高度场。你可以使用地形桌面来访问这些工具。

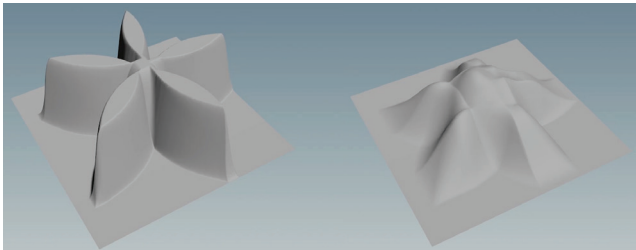
Houdini视口可让您将2D高度场可视化为3D表面，并且遮罩场会在3D表面上以红色色调显示。有一个专门用于渲染高度场的Mantra程序，并且它们可用作动态模拟的碰撞表面。



## 图案

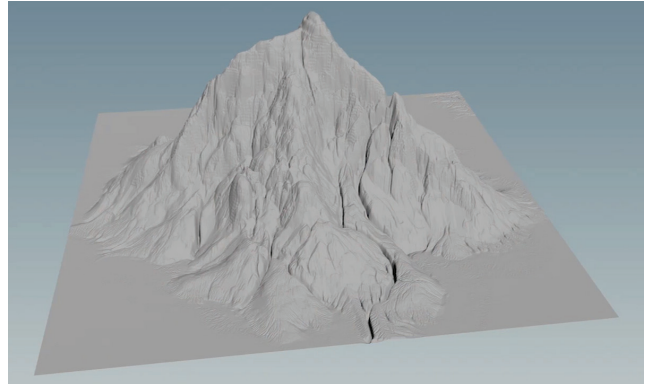
在放置“高度场(Heightfield)”节点以定义基本分辨率后，“高度场图案(Heightfield Pattern)”节点可让您使用多种起始形状。您可以设置线性、同心或径向渐变、线性台阶，以及诸如星形和沃罗诺伊图元胞等径向对称形状。

然后可以对这些形状进行模糊和扭曲处理，以获得可用于构建地形的形状。你还可以组合和叠加元素，以实现更复杂的效果。



## 噪点

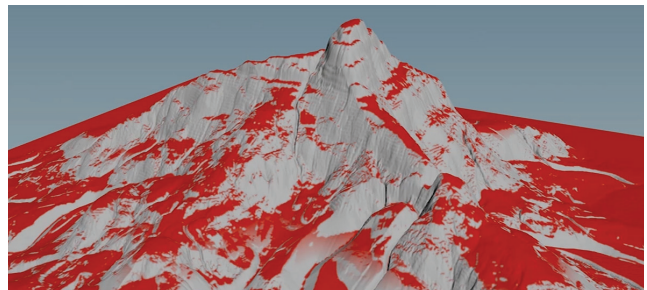
在构建地形时，你可以添加噪点，使其呈现自然的外观。你可以从多种不同类型的噪点中进行选择，包括柏林噪点、正弦噪点、沃利噪点等等。这会为你的地形增添真实感，通过将不同形状与不同类型的噪点相结合，你可以获得各种各样超逼真的效果。



## 遮罩

高度场工具还使用了一种辅助类型的二维体，其中每个体素都包含一个遮罩层。大多数地形节点都有第二个输入，该输入可以包含一个遮罩层，用于控制节点将修改地形的哪些部分。

你可以使用各种不同的方法来创建遮罩，然后在添加细节和塑造地形时借助这些遮罩。你还可以在高度图上绘制遮罩。



## 侵蚀

高度场侵蚀(Heightfield Erode)节点使用降雨量、土壤的可侵蚀性和夹带率作为变量来模拟侵蚀和沉积物堆积。该节点在播放过程中以迭代方式工作。它在第一帧似乎没有效果。你需要按下播放栏中的播放按钮，以观察其对侵蚀的模拟。

## 导出选项

有几种不同的方法可以导出地形，以便在游戏引擎等其他应用程序中使用。你可以使用“高度场输出(Heightfield Output)”节点将高度和/或遮罩层作为图像导出到磁盘，然后将其作为纹理导入。

你还可以创建Houdini数字资产，这些资产可以通过Houdini Engine插件在虚幻引擎(Unreal)和Unity等应用程序中打开。在游戏引擎中，这些数字资产将与内置地形工具进行交互。



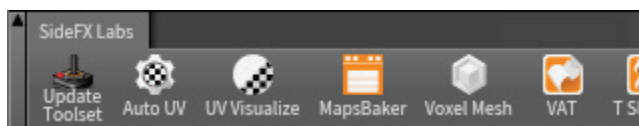
## SideFX 实验室

SideFX Labs是一组高级工具，旨在加快Houdini中与艺术家和游戏开发相关的工作流程。目前正在开发越来越多的工具，涵盖从网格处理、实时特效、UV展开到从模拟中创建运动矢量等领域。

虽然Houdini的所有功能都可用于为电影、电视和游戏生成内容，但Labs工具集针对的是目前Houdini中可能没有的特定艺术家任务。这些工具与常规的Houdini开发周期分开开发，一旦准备好进行测试就会立即提供。可以直接从Houdini内部下载，也可以通过SideFX Labs的GitHub页面访问。

### 下载工具

Labs工具可以随Houdini一同安装，也可以从SideFX Labs工具架标签中访问。在大多数桌面环境中它不可见，因此你需要添加它。一旦它可见，点击“更新工具集(Update Tool set)”按钮。这将弹出一个提示你进行安装的对话框。由于许多工具处于测试阶段，你可能需要关闭“仅生产版本(Production Builds Only)”选项。



该架子上将填充许多工具，但有些工具只有在视口或网络视图中按下制表键时才可用。这些节点以“Labs”作为前缀，以便于查找。

### 外汇工具

Houdini以其强大的特效工具而闻名，SideFX Labs拥有用于处理结果的工具，以便在游戏或虚拟制作的实时环境中使用。Labs拥有一系列工具，可帮助优化模拟并将其导出为纹理、fbx、csv等格式。

- 顶点动画纹理(Vertex Animation Textures) - 顶点动画纹理渲染输出节点(ROP)将导出网格和纹理，以用于实时材质，该材质可播放布料、刚体破坏、流体和粒子的复杂动画。



- 翻页书纹理(Flipbooks Texture)- 基于快速GL或Karma为Pyro FX创建和预览纹理图集。
- 破坏清理(Destruction Cleanup) - 准备刚体模拟结果以进行导出，减少冗余几何图形、清理法线、清理属性。
- 蒙皮转换器(Skinning Converter)- 蒙皮转换器是一种SOP(表面操作符)它可以任何拓扑结构不变的变形网格序列转换为基于骨骼的动画。

- 制作循环(Make Loop) - 选取已设置动画的网格、点或体积，并对其进行循环。
- 体积转纹理(Volume to Texture) - “体积纹理”工具可让您输出一种纹理，该纹理可与Ryan Brucks的虚幻引擎4体积插件配合使用。
- 流场图(Flowmap) - 此实用工具会在输入几何体上设置流场图模板。
- 流图可视化(Flowmap Visualize)- 在Houdini视口中实现流图纹理的高质量实时预览。
- 流场图障碍物(Flowmap Obstacle) - 流场图障碍物SOP允许基于几何体轻松对流场图进行修改。
- Niagara ROP - 一款一体化的HDA,用于从Bullet模拟中提取并输出碰撞信息、拆分数据以及插值数据，以便与UE4 Niagara数据接口配合使用。
- 游戏开发程序化烟雾(GameDev Procedural Smoke) - 程序化烟雾SOP将生成一个动画体来表示烟雾。
- ROP矢量场(ROP Vector Field) - 从体数据或点云生成与UE4兼容的矢量场。

### 网格处理

要将高质量网格导入到游戏中有很多步骤——摄影测量、拓扑清理、网格简化、UV展开、烘焙贴图。实验室工具通过整合工作流程以及与热门软件集成，让您简化这一过程。

- AliceVision摄影测量AliceVision Photogrammetry - AliceVision是一个摄影测量计算机视觉框架，提供3D重建和相机跟踪算法。



- ZBrush Bridge - GoZ是Zbrush的快速文件传输功能，它使你能够在Houdini和Zbrush之间无缝传输网格，而无需处理文件路径或扩展名。
- 删除小部件(Delete Small Parts) - 根据连接性和大小移除部件。
- 去光影(Delight) - 除高分辨率摄影测量扫描中发现的环境光照信息。
- GameRes - 将高分辨率模型转换为低分辨率的完整流程节点。贴图
- 烘焙工具(Maps Baker) - 以接近交互式的速度将纹理从高分辨率模型烘焙到低分辨率模型。
- LOD层次结构(LOD Hierarchy)- 创建LOD层次结构并将其导出为FBX格式。
- 网格锐化(Mesh Sharpen)- 此工具根据网格上的曲率锐化几何体。
- 边缘损伤(Edge Damage)- 此工具将为您的几何体添加边缘磨损效果。

## 世界构建

数字世界正变得越来越庞大和复杂，因此拥有高效的世界构建工作流程至关重要。无论你是想重现纽约市，打造一片茂密的森林，还是为你的科幻冒险场景增添室内细节，都有适合你的 Labs 工具。

**物理绘制器 (Physics Painter)** - 物理绘制器是一种 SOP，允许用户将物理对象绘制到任何其他对象上。

**建筑生成器 (Building Generator)** - 使用用户定义的模块库将低分辨率的初始几何形状转换为详细的建筑。



**OSM 导入 (OSM Import)** - Open Street Map 是一个很棒的城市场街道数据数据库。该节点可高效地将 OSM 文件以及建筑物和街道上所有不同的标记属性加载到 Houdini 中。

**OSM 建筑 (OSM Buildings)** - 从 OSM 数据生成建筑。

**树形工具 (Tree Tools)** - 实验室中的树形工具由多种工具组成，这些工具可协同使用，以创建诸如树木、灌木、植物等复杂的分支结构，用途远不止于此。

**电缆生成器 (Cable Generator)** - 给定一条代表电缆的高“引脚”点和低“垂度”点的曲线，此 SOP (曲面操作节点) 将生成下垂的电缆，用户可定义电缆数量、形状和颜色。

**曲线分支 (Curve Branches)** - 在曲线上散布曲线，拥有许多直观的控件，可实现从简洁的几何分支到有机藤蔓的效果。此 SOP 的副本可以链接在一起实现递归生长，近似于 L 系统的外观，但可控性更强。

**污垢裙边 (Dirt Skirt)** - 在物体与地面平面相交处创建一个几何形状的“裙边”，用于游戏引擎中的柔和过渡。

**地块细分 (Lot Subdivision)** - 将多边形划分为面板。对城市街区或细节装饰很有用。

**MapBox** - 使用 mapbox.com 提供的生成颜色、高度和 Open Street Map (OSM) 曲线。

**科幻面板 (SciFi Panels)** - 用于生成科幻镶板的示例 HDA。

**积雪堆积 (Snow Buildup)** - 为输入网格添加几何体，以模拟积雪的堆积。

**地形纹理输出 (Terrain Texture Output)** - Terrain Texture Rop SOP 从高度场渲染图像数据。

## 建模

实验室工具包括各种建模工具，旨在让创建可用于游戏的几何体变得更加容易。

**贴花投影仪 (Decal Projector)** - 将贴花 (局部几何图形和纹理) 投影到几何体上。

**计算坡度 (Calculate Slope)** - 通过与一个方向进行比较来计算表面的坡度，还可以选择对结果进行模糊处理和重新映射。

**曲线扫掠 (Curve Sweep)** - 沿输入曲线扫掠轮廓，可对轮廓类型、宽度和扭曲行为进行简单控制。

**提取轮廓 (Extract Silhouette)** - 从 x、y、z 轴其中之一投影创建对象的轮廓。

## UV 展开

纹理 UV 是创建游戏美术的重要组成部分，这些工具扩充了 Houdini 现有的 UV 工具集，让你工作起来更快、更高效。

**自动 UV (Auto UV)** - 自动为对象生成接缝，并在此之后立即运行 UV 展开。

**内部面 UV (Inside Face UVs)** - 为破碎几何体的内部面创建 UV。

**UV 转移 (UV Transfer)** - 在源几何体和目标几何体之间转移 UV。

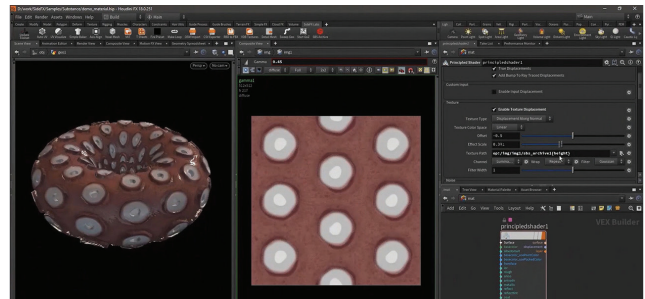
**UV 可视化 (UV Visualize)** - 用于可视化 UV 的辅助脚本。包括以下功能：可视化接缝、在 UV 空间和模型空间之间转换、修改网格纹理的平铺以及可视化岛屿。

**纹理像素密度 (Texel Density)** - 此工具根据资源和项目分辨率，计算每个图元上某个资源当前的纹理像素密度。

## 集成

这些工具使数据导入 Houdini 以及导出到游戏引擎变得更加容易。

**Substance COP** - 适用于 Houdini 的 Substance 插件可让您将 Substance Archive 文件以 COP 形式加载到 Houdini 中。



**Rizom UV** - Rizom UV 桥梁是一组 4 个不同的 SOP，可促进 Houdini 与 Rizom UV 之间的通信。

**四边形重拓扑器 (Quad Remesher)** - Quad Remesher 节点是 Exoside 的四边形重拓扑器命令行界面的封装。

**即时网格 (Instant Meshes)** - 读取 DDS (DirectDraw 表面) 文件。

**Sketchfab** - 将几何体上传到 Sketchfab。

**3D 脸书图像 (3D Facebook Image)** - 快速将 3D 场景渲染为可上传至脸书的 2.5D 图像。

**狒狒渲染输出节点 (Marmoset ROP)** - 狒狒渲染输出节点允许你在 Houdini 中快速生成一个多视图。

**盖亚地形处理器 (Gaea Tor Processor)** - 亚地形处理器允许你加载在盖亚中创建的 TOR 构建文件。

## 用户体验

一些 Labs 工具是为提升使用 Houdini 的艺术家的用户体验而设计的。

**崩溃恢复 (Crash Recovery)** - 可在“文件”菜单下找到此功能，它能让您从不幸崩溃的文件中快速恢复。

**网络绘制 (Network Paint)** - 只需在网络编辑器中绘制，即可对网络进行彩色标注。

**贴纸放置工具 (Sticker Placer)** - 通过放置数字、图标和用户创建的图形，有助于对网络进行注释。

**外部脚本编辑器 (External Script Editor)** - 在使用 VEX、Python、OpenCL 和表达式时，与外部集成开发环境 (IDE) 建立实时连接。

## 以及更多...

更多工具正在定期添加。请访问 [SideFX.com/labs](https://www.sidefx.com/labs)

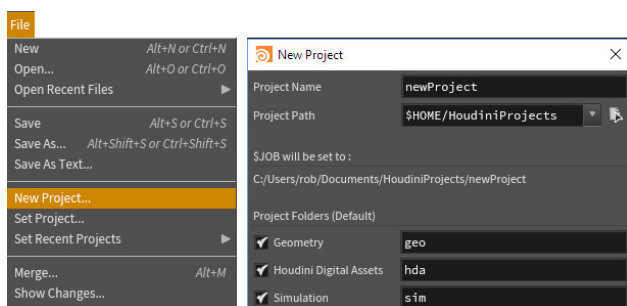
# 文件管理



了解如何管理在使用Houdini时创建的所有文件，对于你成为一名成功的艺术家至关重要。一个典型的场景文件可能会在磁盘上存在外部依赖项，管理好这些依赖项非常重要，尤其是当你要将文件转移到另一台计算机上时。

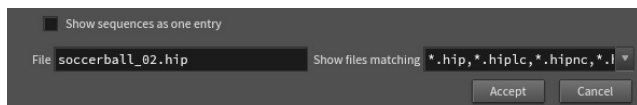
## 项目目录

虽然Houdini可以处理分散在硬盘各处的文件，但这样做会增加作品共享以及管理文件依赖关系的难度。最好通过“文件(File)”>“新建项目(New Project)”来设置项目目录，或者使用“文件(File)”>“设置项目(Set Project)”选择一个现有项目目录作为工作的主目录。这样可以更轻松地对所有必需的项目文件设置本地依赖关系。



## 场景文件 | .HIP

在使用Houdini时，主要的文件类型是.hip文件。此文件包含您所有的节点和网络，是您保存作品时使用的文件类型。

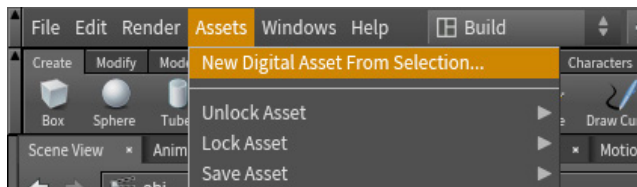


## 通用场景描述 | USD

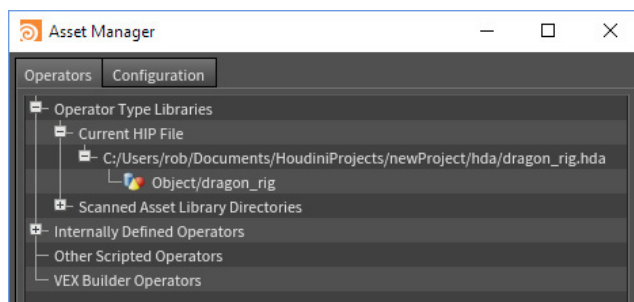
在Houdini中，Solaris照明和外观开发环境与USD(通用场景描述)协同工作，USD是皮克斯发起的一项开源项目。在Solaris中，USD是原生支持的，你可以使用程序化节点来管理引用、有效载荷、层级、集合、变体和细节层次。

## HOUDINI 数字资产 | .HDA

你还可以将Houdini网络封装并保存为Houdini数字资产或.hda文件。然后，可以将资产内部的参数提升到顶层，为资产创建自定义用户界面。这些文件可以轻松地与其他艺术家共享，并在项目的整个生命周期中随着资产的演变提供强大的引用架构。

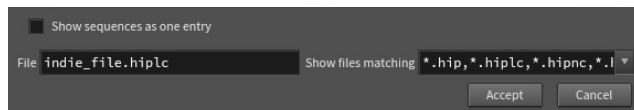


要创建和加载资产，可以使用“资产”菜单。你还可以使用该菜单中的“资产管理器(Asset Manager)”来管理加载到场景中的资产。如果场景中加载了两个名称相同的HDA文件，Houdini将根据管理器中设置的规则选择其中一个。对HDA文件中资产定义所做的更改将自动应用到引用该文件的场景中。请注意，较旧的数字资产文件可能使用.otl扩展名，其功能与.hda文件完全相同。



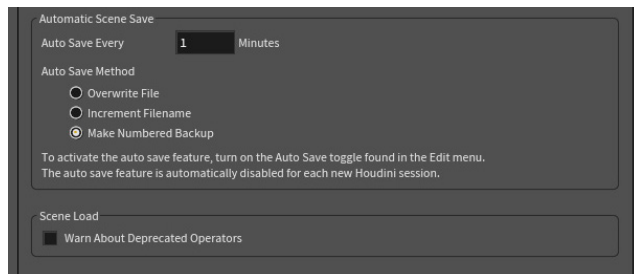
## 学徒版与独立版文件

Houdini学徒版和Houdini独立版使用不同的文件类型，这些文件无法在Houdini商业版中打开。学徒版使用.hipnc(非商业)文件存储场景，使用.hdanc文件存储资产；独立版使用.hiplc(有限商业)文件存储场景，使用.hdalc文件存储资产。



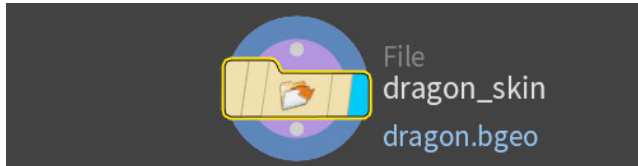
## 备份你的工作

默认情况下，每次保存时，Houdini都会为你的场景文件和数字资产文件创建带编号的备份。这样，如果你想回顾早期版本，或者工作文件出现问题，就可以恢复到备份文件。你还可以在“编辑(Edit)”>“首选项(Preferences)”>“保存与加载选项(Save and Load Options)”中设置Houdini自动保存。但要记住，所有这些备份文件会占用磁盘空间，你需要定期清理它们。



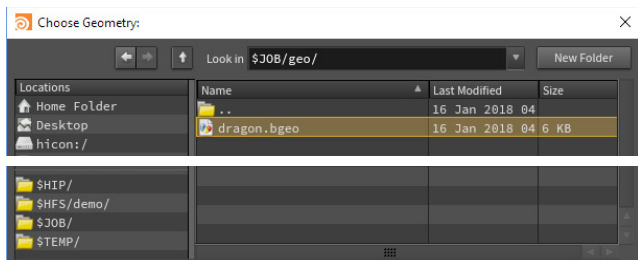
## 文件标准作业程序

当你使用“文件(File)”>“导入(Import)”>“几何体(Geometry)”将几何体导入到Houdini中时，它会在几何体(SOP)层级放置一个文件节点。该文件节点与磁盘上的文件保持连接，对该文件所做的更改也会在你的Houdini场景中更新。如果你想断开此连接，则需要锁定文件节点。



## 文件依赖项 [\$HIP/\$JOB]

当你使用引用磁盘上文件(如几何图形或纹理文件)的节点时，你所使用的路径将决定在你将项目目录移动到另一台计算机或云端时会发生什么。如果你移动文件，直接路径将会失效，因此你应该使用\$HIP,它将场景文件用作路径的“主基点”;或者使用\$JOB,它使用的是项目目录。你可以使用“渲染(Render)>预检场景(Preflight Scene)”来检查以确保你的场景文件设置正确。



## 磁盘空间管理

大型场景文件、备份文件和大型模拟可能会占用大量磁盘空间。请确保不要在计算机上占用过多空间，以免导致不稳定问题。尽量使用外置驱动器保存最大的文件，给计算机的主磁盘留出足够空间来完成日常工作。

## 互操作性

要在Houdini中进行导入和导出，可以使用多种文件格式。以下是在典型的Houdini工作流程中常用的一些主要格式列表。

**Houdini文件**- 以下是一些除了.hip和.hda之外，专门在Houdini中使用的文件格式。

**.bgeo** - 此格式可保存几何体以及相关属性，如UV、速度和法线。动画和模拟可以保存为编号的bgeo文件，以记录运动。bgeo.gz文件是此格式的压缩版本。

**.sim** - 这些文件可让您保存模拟数据，将模拟缓存到磁盘。有些人使用这些文件，而另一些人则使用.bgeos文件来缓存模拟。

**.ifd** - 这是一种场景描述格式，在渲染到Mantra时创建。通常，这些文件是在Houdini中渲染时生成的，但有时也会保存到磁盘，以便直接由Mantra进行渲染。

**.pic** - 这是一种图像文件格式，过去曾被Houdini使用。它已被开源的EXR取代，不再是默认格式。

**.rat** - 这种图像格式非常适合在Mantra中渲染的纹理贴图。无论如何，所有纹理都会转换为这种格式，因此使用Mplay转换为这种格式可以加快渲染速度。

**图像格式** - 这些行业标准格式用于渲染镜头和纹理贴图。

**.exr** - OpenEXR是一种高动态范围(HDR)图像文件格式，由工业光魔公司开发，目前是从Houdini中导出渲染结果的默认格式。

**.jpg/.png** - 这些格式用于在网上发布图像。

**.tga/.tif** - 这些格式常用于为电子游戏制作纹理映射。

**几何格式** - 在导入和导出几何图形时，这些格式最受欢迎。

**.usd** - 这是Solaris/LOPS中使用的格式，为与其他应用程序共享提供了一种开源交换格式。

**.abc** - Alembic是一个开放的计算机图形交换框架。

**.fbx** - 这种由欧特克(Autodesk)公司拥有的格式在与游戏引擎和其他3D应用程序交换数据时很受欢迎。它可以存储几何图形、绑定、动画和着色器信息。

**.obj** - 这是一种简单的几何图形格式，最初由Wavefront创建。

## 预检面板

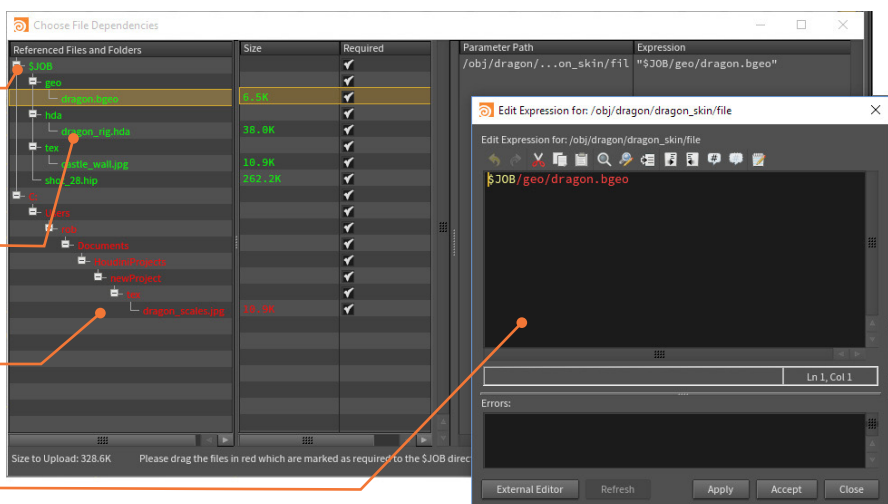
从“渲染”菜单中，选择“预检场景”来评估场景设置。

**参考文件** - 预检面板在验证场景文件的文件引用时，可以引用SHIP或\$JOB。

**已批准引用** - 如果引用与SHIP或\$JOB任务相关，那么它将以绿色显示，表明其正在正常工作。

**引用错误** - 如果文件引用是直接路径，而非相对于SHIP或\$JOB的相对路径，那么它将以红色显示，并且在与其他美术师分享项目或在云端分享项目之前，需要修正此问题。

**编辑表达式** - 点击任意文件名，然后在右侧点击表达式，打开编辑表达式窗口。



# 表达式与脚本编写



Houdini是一款适用于生产级别的解决方案，这意味着脚本编写在你的工作中会发挥重要作用。美术师通常只需编写表达式就能满足需求，而技术指导则会花更多时间运用这些技术。Houdini支持Hscript、Python和VEX。

## HSCRIPT 表达式

HScript旨在提供一种快速简洁的方式来检索和处理信息，这些信息可用于编写表达式。表达式通常是指既不是简单字符串也不是数字的任何值。这可以是像变量、数学方程式或表达式函数这样简单的内容。



你可以直接在字段中输入表达式，从而将其输入到参数中。当你按下回车键时，该字段会以绿色突出显示。你可以点击参数名称，在表达式及其结果之间来回切换。

如果您正在创建通道引用，那么您可以右键单击一个参数并选择“复制参数(Copy Parameter)”，然后转到您想要将其链接到的参数并选择“粘贴相对引用(Paste Relative References)”。

你也可以通过右键单击第二个参数，然后选择“参考(Reference)”>“场景数据(Scene Data)”来实现此操作。这将打开一个面板，你可以在其中从其他对象和节点中选择数据，系统会为你构建一个表达式。此方法甚至可以在多个参数上设置表达式。

## 表达式编辑器

根据函数的复杂程度或参数类型，你也可以选择使用表达式编辑器。可以通过右键单击参数并选择“表达式(Expression)”>“编辑表达式(Edit Expression)”，或者将鼠标悬停在参数上并按Alt-E来打开表达式编辑器。



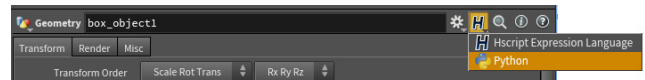
## PYTHON

Python是一种流行的脚本语言，在计算机图形(CG)行业中广为人知，它支持集成和标准化。这使得它非常适合用于工具开发。

在Houdini中使用Python是基于Houdini对象模型(HOM),这是一个应用程序编程接口(API),允许你使用Python脚本语言Houdini获取信息并对其进行控制。在Python中，hou包是定义

HOM(Houdini对象模型)的模块、函数和类层次结构的顶层。

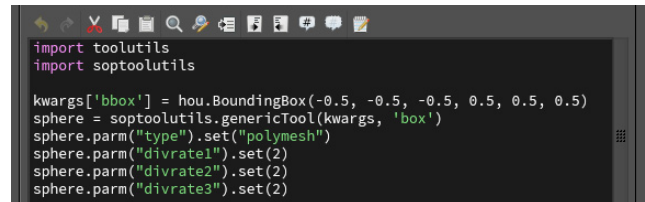
当你在参数编辑器和Python 命令行shell中编写表达式时，hou 模块会自动导入。你也可以使用它在Houdini中编写表达式。要做到这一点，需更改节点参数窗格顶部的表达式语言选项。



还有一个Python Shell面板，您可以使用它来输入Python 命令。您还可以将hou模块导入到常规Python Shell中，以便Houdini集成到现有的基于Python的脚本中。

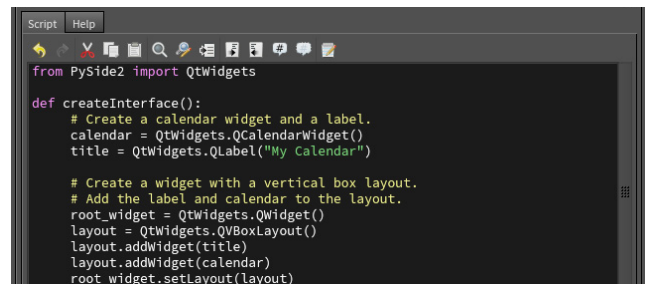
## 工具架

架子工具也是使用Python设置的。你可以通过右键单击任何架子工具并选择“编辑工具(Edit Tool)”来查看此代码。



## PYSIDE/PYQT

Python面板编辑器窗格允许您创建、编辑和删除PySide2或PyQt5界面。该编辑器还允许您管理Python面板界面菜单中的条目以及Houdini窗格选项卡菜单中的条目。该面板附带了一些示例代码，您可以自己尝试。



## Python状态

你还可以用Python编写查看器状态，以便为你的节点自定义视口中的用户交互。你可以利用这些功能为工具构建更便于艺术家使用的界面，如需了解更多详细信息，可查阅文档。

## VEX (视觉效果扩展语言)

VEX是一种高性能的表达式语言,在Houdini的许多地方都有使用,比如编写着色器。VEX的求值通常非常高效,其性能接近经过编译的C/C++代码。

VEX并非脚本语言的替代品,而是一种更精简、更高效的通用语言,用于编写着色器和自定义节点。VEX大致基于C语言,但也借鉴了C++以及RenderMan着色语言的理念。

VEX在Houdini中有多处应用:

建模 - VEX SOP允许您编写一个自定义曲面节点来操作点属性。这可以移动点的位置、调整速度、改变颜色。此外,您还可以对点进行分组或执行许多其他有用的任务。

渲染 - Karma和Mantra使用VEX进行着色计算。这包括灯光、表面、置换和雾效着色器。

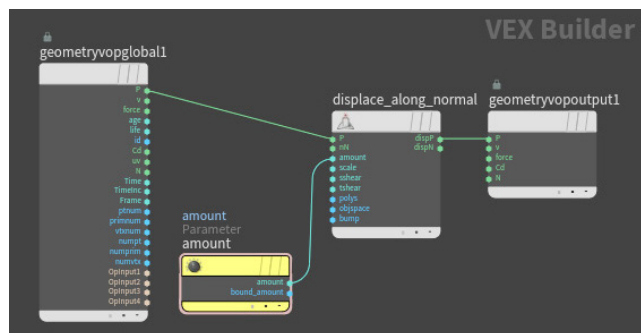
合成 - VEX生成器和VEX滤镜COP允许您用VEX编写复杂的自定义COP。这些表达式的求值速度非常接近C/C++,并且比像素表达式COP快数千倍。

CHOPs - VEX CHOP可让您创建自定义CHOP。CHOP函数可以以任意方式处理任意数量的输入通道和处理通道数据。在某些情况下,VEX代码的运行速度比编译后的C++代码更快。

毛发 - 程序化毛发行通过VEX实现。

## VOPS

如果你想使用VEX但又不想编写代码,那么你可以使用VOP上下文来使用基于节点的界面。你可以在SOP上下文中通过“属性VOP”节点来实现这一点,该节点允许你深入并使用VOP创建VEX代码。你可以获取输入几何图形并对其进行操作。



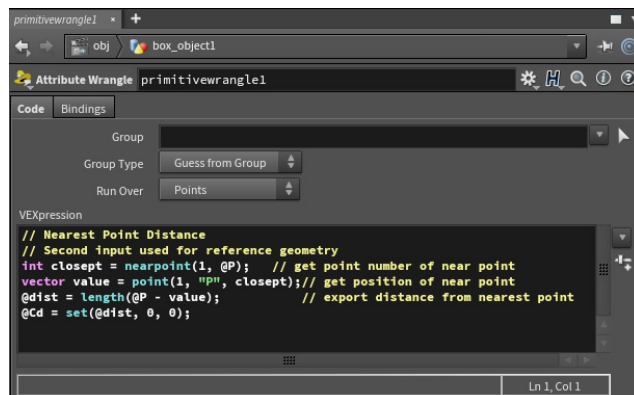
你可以使用参数vops来构建界面元素,比如浮点滑块,这些元素在SOP层级可用。这样一来,你无需回到VOP层级就能执行VEX代码。



VOPs上下文旨在为艺术家提供一种创建VEX代码的交互式方式。对于有脚本编写背景的人来说,直接将代码写入“Wrangle”节点可能更有意义。

## 整理节点

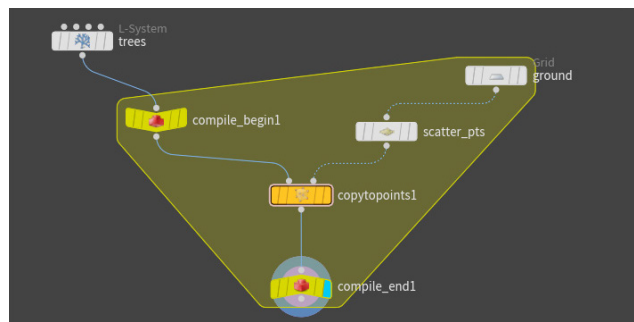
你还可以使用诸如“属性处理(Attribute Wrangle)”这样的处理节点,它提供了一个底层节点,让熟悉VEX的编码人员能够调整属性。还有用于处理通道、体积和变形的处理节点。



如果你有兴趣学习如何使用操作节点,你应该访问Entagma.com,在那里你会找到许多优秀的教程,这些教程通常采用更具技术性的方法来创作内容,但同时秉持着艺术家的思维方式。

## 编译块

在几何网络(SOP)中,你可以将网络的一部分放在一个编译块内,这能让它像编写代码一样高效运行。这对网络的工作方式施加了一些限制,但在合适的情况下可能会带来很大的好处。



## HOUDINI 开发工具包 | HDK

使用Houdini更深入的方法是使用HDK,这是SideFX程序员用于开发Houdini系列产品的一套全面的C++库。借助HDK,你可以创建插件,对Houdini界面的不同区域进行自定义。以下是使用该开发工具包可以实现的一些示例:

- 添加自定义表达式函数
- 添加自定义命令 (hscript或HOM)
- 添加自定义操作符 (SOP、COP、DOP、VOP、ROP、CHOP,甚至对象)
- 添加输出节点以支持非标准渲染器
- 为渲染器添加自定义光照或大气效果

要了解有关使用HDK的更多信息,请访问SideFX网站,然后选择“支持(Support)”>“文档(Documentation)”>“HDK”。



# 任务

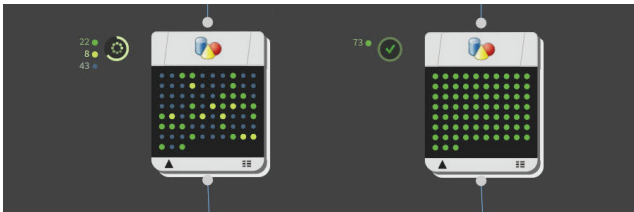
通过任务操作符（即TOPs），你可以组织和调度任务，然后将其智能分配到你的计算集群中。这使得数据能够并行处理，同时维护一个依赖关系图，该图展示了每个任务与后续任务之间的关联。

## 过程依赖图

TOPs是Houdini中的一种网络类型，它基于过程依赖图构建。这种技术可以通过节点以可视化的方式描述复杂的依赖关系，然后生成一系列可执行的任务，这些任务在调度程序的帮助下可以分发到计算集群。一旦你评估了结果，就有可能在不重新处理整个网络的情况下对图的某些部分进行修改。

## 顶级节点

任务或TOP节点使您能够管理管道任务，其最终目标是实现每个任务的并行处理与分发。当一个TOP节点生成一个任务时，该任务会显示为一个点。一旦任务完成处理，新的任务就可以在该节点以及子TOP节点上执行。



## 调度器

调度节点负责处理已满足所需依赖关系的任务，并分配计算资源。每个任务完成后，调度器会通知任务图，任务图继而通知PDG图进入下一个可用任务。PDG支持行业标准的调度器，如HQueue、Deadline、Tractor，或任何通过Python接入的调度器。

## 顶级节点

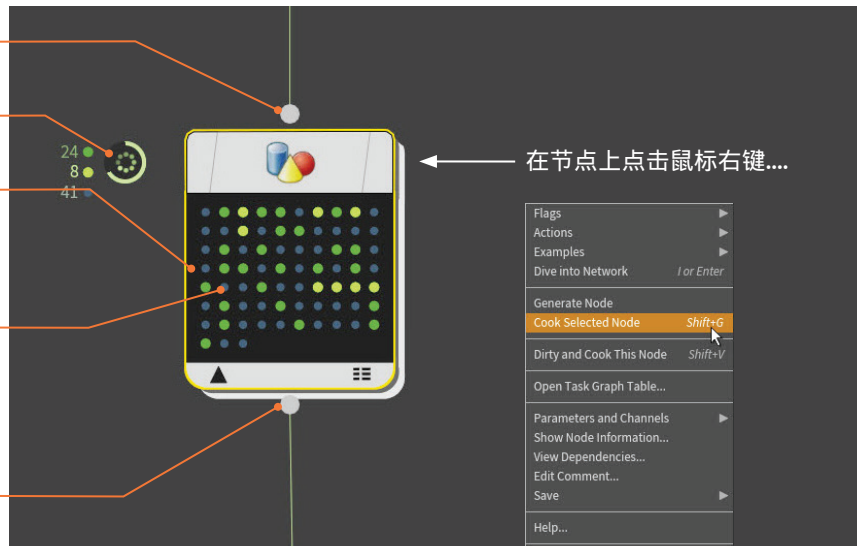
输入 - 该节点接收输入的信息，并将其分解为针对每一条数据的一个任务。

进度轮 - 进度轮可显示已完成的任务数量、正在进行的任务数量以及排队中的任务数量。

TOP节点 - 这是当前正在处理的节点。它包含正在执行的任务的指令。你可以右键单击该节点，获取支持操作的菜单。

任务 - 每个任务由一个点表示。颜色表示其当前状态，您可以右键单击任务点以了解图表中该部分的更多信息。

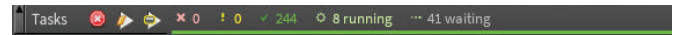
输出 - 一旦任务完成，即使此节点上的其他任务仍在运行，输出也会将结果传递到下一个节点。



## 烹饪顶级节点

一旦你将任务图连接起来，你就需要处理这些节点。你既可以处理图中间的某个节点，也可以处理链条末端的输出节点。

- 烹饪所选节点 Shift-G
- 使所选节点变脏并烹饪 Shift-V

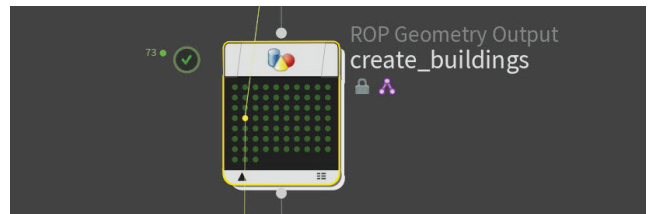


使用任务栏监控进度。在TOP节点上，您可以右键单击任务点，选择“烹饪”或“弄脏”任务。当您弄脏一个任务时，这意味着如果您重新烹饪网络，这些任务将被重新计算。干净的任务不会被重新烹饪，这是TOPs的优点之一，因为您无需重做已经完成的工作。

## 依赖项

当您点击图表中的任务点时，您会看到一条细线，它连接到该任务所依赖的上游任务以及依赖于该任务的下游任务。

如果上游有变更，那么任务可能会自动标记为脏任务，这反过来又会使存在依赖关系的下游任务变为脏任务。这个过程是PDG图作为一种有效的管道工具如何工作的重要组成部分。



## 任务图表格

如果您右键单击一个节点，可以选择“打开任务图表格(Open Task Graph Table)”。这将为提供任务的详细列表，以及索引、状态、烹饪时间和优先级等信息。在此窗口中单击项目将突出显示“网络”视图中节点上的任务点。

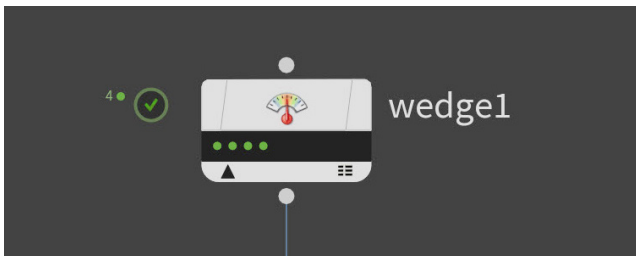
Node Name *	Name	Index	State	Cook Time	Output Size	hparams_string	hparams_floats	writeoutput	hdsigner
create_fetch1	create_fetch1_1	51	Cooked	5.50952	45.6KB	file	t	1	
create_fetch1	creat..._1_1_1	38	Cooked	5.483	54.3KB	file	t	1	
create_fetch1	creat..._1_1_2	17	Cooked	5.46691	31.4KB	file	t	1	
create_fetch1	creat..._1_1_3	69	Scheduled	-1	0.0B	file	t	1	
create_fetch1	creat..._1_1_4	39	Cooked	5.68467	18.5KB	file	t	1	
create_fetch1	creat..._1_1_5	27	Cooked	5.9889	23.1KB	file	t	1	
create_fetch1	creat..._1_1_6	47	Cooked	5.49376	65.6KB	file	t	1	
create_fetch1	creat..._1_1_7	23	Cooked	5.94583	24.9KB	file	t	1	
create_fetch1	creat..._1_1_8	70	Cooked	5.50942	34.1KB	file	t	1	
create_fetch1	creat..._1_1_9	63	Scheduled	-1	0.0B	file	t	1	
create_fetch1	creat..._1_1_10	10	Cooked	5.48014	24.4KB	file	t	1	
create_fetch1	creat..._1_1_11	12	Cooked	5.49007	29.4KB	file	t	1	

## 导入/导出数据

要将数据导入TOP图，有多种不同选项可供您访问几何图形、图像、脚本和其他类型的数据。可以使用Houdini数字资产来应用程序化网络，或者您也可以连接Houdini的其他部分来导入和导出数据。

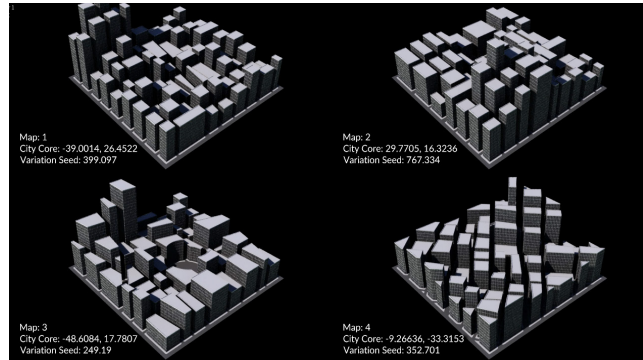
### 楔形节点

PDG中的一个关键工作流程是“楔入”，它能让你快速创建一个设计的多个迭代版本。然后，您可以通过TOP图处理所有不同的选项，最后将它们收集起来用于最终输出。



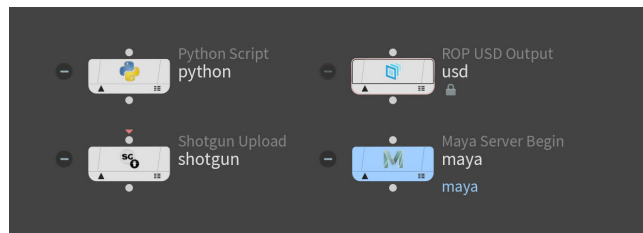
## 输出图像拼接和影片

在TOPs中，你可以与ImageMagik对接，创建一个联系表，用于评估设计迭代以做出最佳选择，或生成道具变体来丰富你的场景。你可以使用覆盖层从网络中提取信息，以帮助你做出最佳决策。



## 与其他应用程序的集成

TOPs包含用于与其他应用程序（如Shotgun或Autodesk Maya）协作的节点。这使得您的网络可以扩展到Houdini之外，助力流程的各个环节。



## PILOT PDG应用程序

虽然TOP网络可以在Houdini中进行设置和执行，但管理集群的脚本编写人员或专门创建TOP网络的管线技术总监可以使用PilotPDG。与Houdini相关的任务将调用Houdini引擎以非图形化方式完成任务。

## TOP 网络

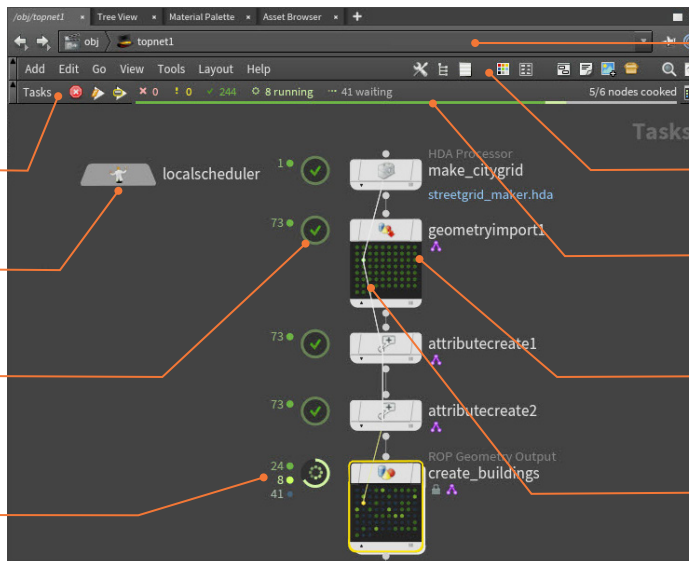
这种网络类型允许你管理和查看正在处理的网络。

任务栏 - 任务栏可让您启动和停止网络并监控其进度。

调度器 - 调度器节点决定数据在何处进行处理以及有多少个节点参与。

已完成任务 - 当一个节点完成其所有任务的处理时，会出现一个对勾。

进行中的任务 - 在任务进行过程中，你可以查看哪些任务仍需完成。



网络路径 - 这显示了通往设置图TOP网络的路径。

顶级菜单 - 该菜单包括一系列用于组织和处理顶级网络的选项。

进度条 - 这个条形图让你可以看到整个网络任务的进度。

顶级节点 - 这些节点是将特定命令转换为任务并由调度器发送以完成的地方。

依赖线 - 您可以单击任务以查看它如何连接到网络中的其他任务。



# HOUDINI 数字资产 程序化工具构建

节点网络赋予了Houdini程序化特性，并定义了一种可反复应用的流程。Houdini数字资产让你能够将这些网络打包，创建自定义工具和智能资产。这些由艺术家打造的工具可以反复使用，提高整个工作室的工作效率。

Houdini基于节点的工作流程的一大优势在于，它能让艺术家避免重复步骤，并通过修改现有节点网络来生成多种迭代效果。这使你无需从头开始整个流程，就能获得独特的成果。

Houdini数字资产更进了一步，它允许你将一个网络或多个网络集合封装到一个节点中，并将参数提升到顶层。然后将这个节点保存到磁盘上，创建一个可共享的文件，其他艺术家可以将其加载到他们的场景中。

## 艺术家构建的工具

创建Houdini数字资产的过程可与Houdini中的交互式工具协同工作。你可以通过将节点参数拖到资产属性面板来构建一个高级界面，这样无需编写任何代码就能创建自定义工具。这意味着技术美术师可以构建自定义工具，然后迅速将其部署给同事。

Houdini数字资产可以是诸如楼梯或一件家具之类的程序化工具，也可以是像爆炸这样的视觉效果，又或是更通用的工具，比如用于在表面上散布物体的填充工具。无论你是专门为当前项目创建内容，还是为所有项目构建一个更大的工具集，你的美术团队都可以构建一组Houdini数字资产，以满足你的制作需求。

## 流水线友好型

当一个Houdini数字资产被加载到场景文件中时，它会引用磁盘上的.hda文件。这意味着对该资产所做的更改将自动被所有引用该文件的人获取。

这使得在整个流程中部署更新变得非常容易。现在，艺术家们可以指向磁盘上的单个资源，因为他们知道，一旦该资源更新到最新版本，他们就能立即访问。

Houdini数字资产文件所能容纳的内容也不仅仅只有资产定义。你可以存储该资产使用的图像、几何体文件和脚本。这样能确保其他人使用该资产时，所有相关部分都可用。

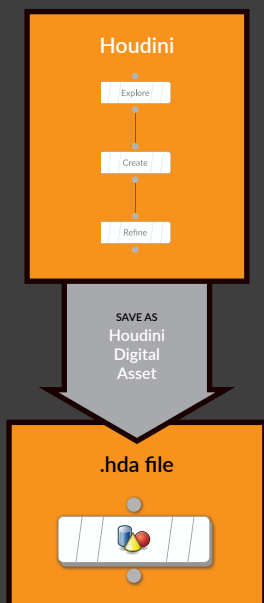
## 内容库与ORBOLT

内容库是一个在线资源库，包含2D和3D资源，从完整的场景文件、完全绑定的道具，到可用于渲染的视觉效果、动画的角色、游戏资源等等。访问SideFX网站，点击“获取(Get)” > “内容库(Content Library)”即可进入。

Orbolt是一个在线资产交易平台，提供各种各样的数字资产。在Houdini中有一个面板，你下载或购买的Orbolt资产可以存储在该面板中，并在工作时随时使用。

## 创建数字资产

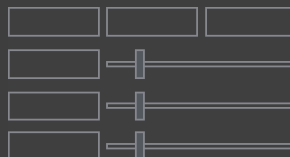
- 1 在Houdini中创建节点和网络
- 2 将网络打包保存为Houdini数字资产[hda]文件，以便与其他艺术家共享。
- 3 通过将参数和句柄提升到资产的顶层，为你的资产构建一个界面。



- 4 将.hda文件重新加载到Houdini中以使用该资产。

只有提升到资产级别的参数才能使用。其他所有参数均被锁定。

你可以在任意数量的Houdini场景中使用该资产。如果你对HDA文件进行更改，那么所有其他资产都可以轻松同步这些更改。





# HOUDINI ENGINE 与其他应用程序共享

Houdini Engine 为您喜爱的应用程序带来了基于程序节点的方法。这项技术使您能够与同事共享 Houdini 数字资产，他们可以将这些资产直接加载到诸如 Autodesk® Maya® 或 3DS MAX®, 或导入到诸如 Unity® 或 Unreal.® 等游戏编辑器中。

借助 Houdini Engine 插件，使用其他应用程序的艺术家也能体验到 Houdini 数字资产的优势。这些插件通过 Houdini Engine API 创建，使宿主应用程序能够加载 .hda 文件以及所有的句柄和控制。在资产上设置参数后，Houdini 会在“幕后”处理节点和网络，然后将结果返回给宿主。

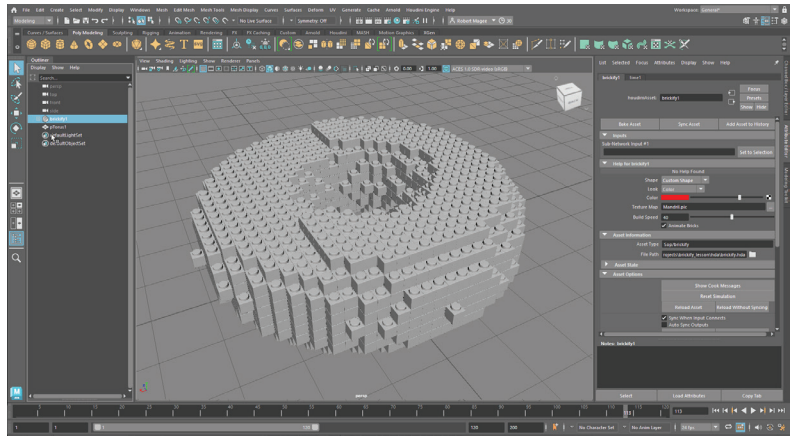
## HOUDINI 引擎应用程序编程接口

这之所以成为可能，得益于 Houdini API，它用于为宿主应用程序创建插件。HAPI 是一个简洁且易于学习的 API，对于希望创建自己专有插件的开发人员，可在 GitHub 上获取。

## HOUDINI 引擎插件

有许多 Houdini Engine 插件，艺术家们可以通过 Houdini 安装程序或在线获取。这些插件已经过生产测试，艺术家和工作室可以放心使用。

每个插件旨在典型的 Houdini 资源的功能与宿主应用程序的特性之间搭建一座桥梁。例如，一个使用体数据的云资源在 Maya 中能够正常运行，但在不支持体数据的 Unity 或虚幻引擎中就没有意义。



A Houdini Digital Asset loaded into Autodesk Maya using the Houdini Engine

可与免费的 Houdini Engine for Unity/Unreal 或免费的 Houdini Engine Indie 许可证配合使用的插件：

- Unreal
- Unity

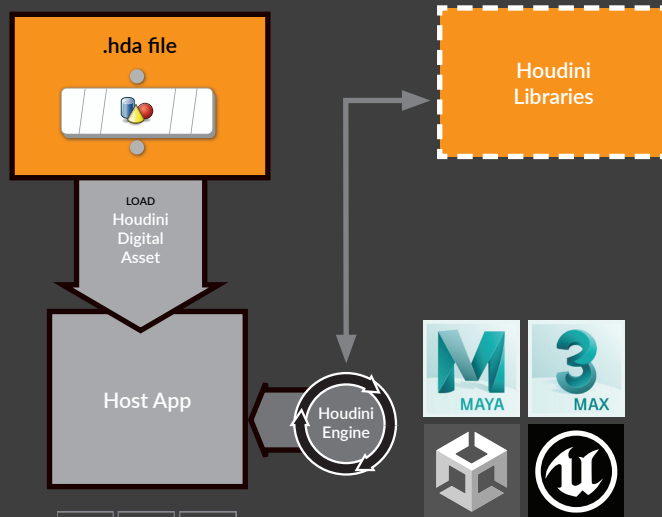
与 Houdini Engine 许可证或免费的 Houdini Engine Indie

许可证配合使用的插件：

- Autodesk Maya
- Autodesk 3DS Max
- 专有插件

## HOUDINI 引擎工作流程

- 1 使用 Houdini Engine 插件将 .hda 文件加载到宿主应用程序中。
- 2 主应用程序接受该资产并与 Houdini 引擎进行交互。
- 3 Houdini 引擎调用 Houdini 库文件来“烘焙”资产内部的节点和网络。
- 4 当加载资产或更改参数时，引擎会调用 Houdini 库，处理节点，然后将结果返回给主机。



Host applications with Houdini Engine plug-ins



# 影视制作流程 动画与视觉特效

无论你是在创作借助视觉特效增强的实景拍摄素材，还是全计算机生成的镜头，影视项目的最终目标都是动态画面。这些画面是利用角色、场景和特效等素材创作而成，最终组合在一起。

Houdini是一款功能齐全的软件包，可助力影视制作流程的各个阶段。从建模到渲染，再到动画和最终合成，Houdini的程序化工具可支持您的创作过程。多年来，视觉特效（VFX）领域中，Houdini一直被视为行业标准。SideFX公司荣获了多项科学技术成就奖，其中包括奥斯卡金像奖。

在程序化建模、灯光或角色制作等其他领域，Houdini也在不断发展壮大，以至于越来越多的影视制作公司需要更多熟练掌握Houdini的艺术家。

## HOUDINI 核心版 / HOUDINI 特效版

有两个商业版本的Houdini可供你在工作流程中使用。Houdini Core涵盖了除DOPS之外的Houdini所有工具，而Houdini FX则拥有完整的工具集。在Houdini FX中创建的场景和视觉特效，可以在Houdini Core中进行场景搭建、动画制作、灯光设置和渲染。这为你提供了一个强大的工作流程，可为特效艺术家配备Houdini FX许可证，为其他人员配备Houdini Core许可证。一种解决方案是，让资深技术总监使用Houdini FX来应对特定的制作挑战，然后将生成的节点和网络打包成Houdini数字资产。接着构建一个便于艺术家使用的用户界面，以支持动画师和视觉特效艺术家，他们随后可以使用成本效益更高Houdini Core来执行镜头制作。

## 互操作性

大多数工作室都配备了各种3D应用程序，每个程序负责处理制作流程的不同部分。Houdini拥有许多强大的互操作性工具，以实现数据的这种交换。无论使用的是USD、Alembic、FBX还是EXR，您的艺术家都可以轻松地在各种数字内容创作（DCC）应用程序之间来回工作。他们还可以使用Houdini Engine插件将Houdini数字资产导入其他应用程序，如Autodesk® Maya®或3DS MAX®，同时保持资产的程序化控制。

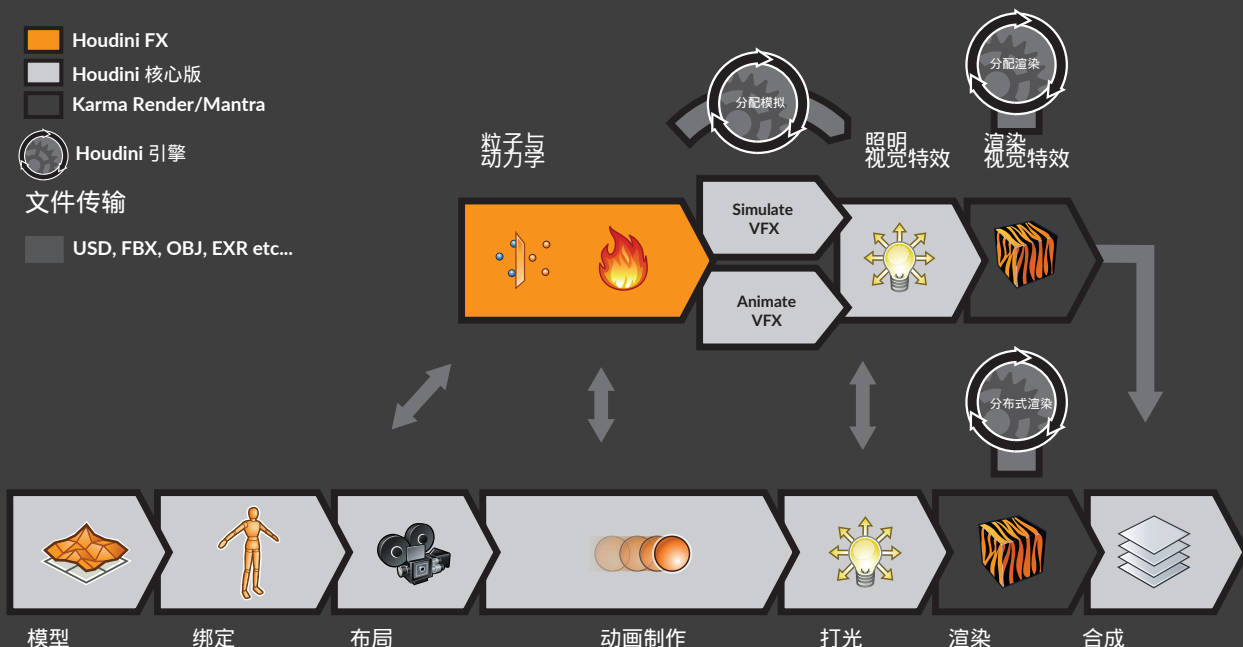
规模较小的工作室可能希望避免大量的文件交换，尤其是在截止日期紧张的情况下，因此Houdini提供了一个功能齐全的程序化“一站式流程”，可让你在一个环境中完成所有阶段的工作。

## 分布式渲染与模拟

渲染图像和模拟视觉特效可能很耗时，尤其是当你追求逼真的效果时。出于这个原因，Houdini允许你使用批处理模式下的Houdini Engine将渲染和模拟任务分发到计算集群。分布式模拟使你能够更快地工作，或者处理那些会耗尽任何一台计算机内存的特效。通过分割模拟并进行分发，可以在不影响最终结果的情况下管理内存。工作室绝对应该考虑使用Houdini Engine在集群上进行模拟。

## 影视制作流程

- Houdini FX
- Houdini 核心版
- Karma Render/Mantra
- Houdini 引擎
- 文件传输
- USD, FBX, OBJ, EXR etc...





# 游戏开发与虚拟现实流程 交互式体验

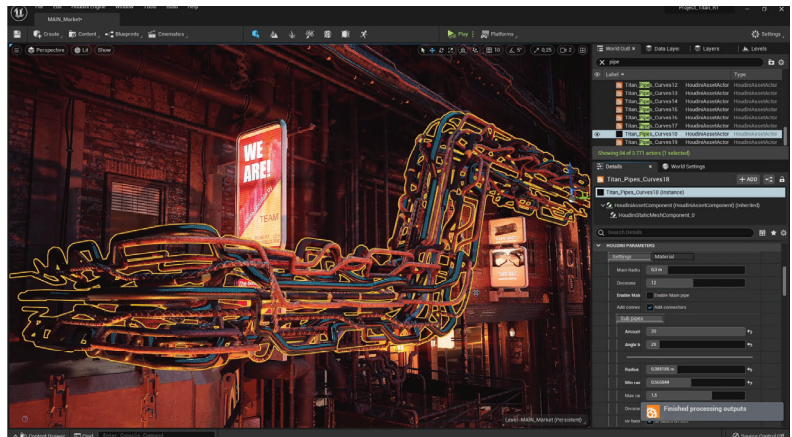
在电子游戏和虚拟现实项目中，主要关注点是使用经过高度优化的内容创建交互式3D世界，以实现流畅的游戏体验。与更像电影的渲染游戏过场动画相比，这形成了一种不同的流程。

游戏开发流程的核心是像虚幻引擎（Unreal）或Unity这样的游戏引擎。游戏美工和游戏交互通过引擎整合在一起，打造出可供游玩的体验。游戏美工可以使用Houdini创建地形、设计并填充关卡、构建程序化模型、塑造角色并为其制作动画，以及创建实时特效，如火焰、流体和破坏效果。

## 导出至游戏引擎

有两种方法可以将内容从Houdini导入到游戏引擎中。传统的方法是导出为FBX或OBJ等格式，然后再导入到游戏引擎中。你可以在Houdini中创建程序化系统，然后将结果展平。第二种方法是创建Houdini数字资产，并使用适用于虚幻引擎（Unreal）和Unity的Houdini Engine插件将这些资产加载到游戏引擎中。这些资产会带着完整的参数和控件导入到游戏编辑器中。因此，你可以在游戏编辑器内进行更改，Houdini Engine会在后台运行以更新美术作品。

这种程序化方法可供游戏美术师在编辑器中使用，然后在游戏编译时，美术作品会被烘焙下来。Houdini引擎并非运行时解决方案，你无法在游戏过程中使用它。

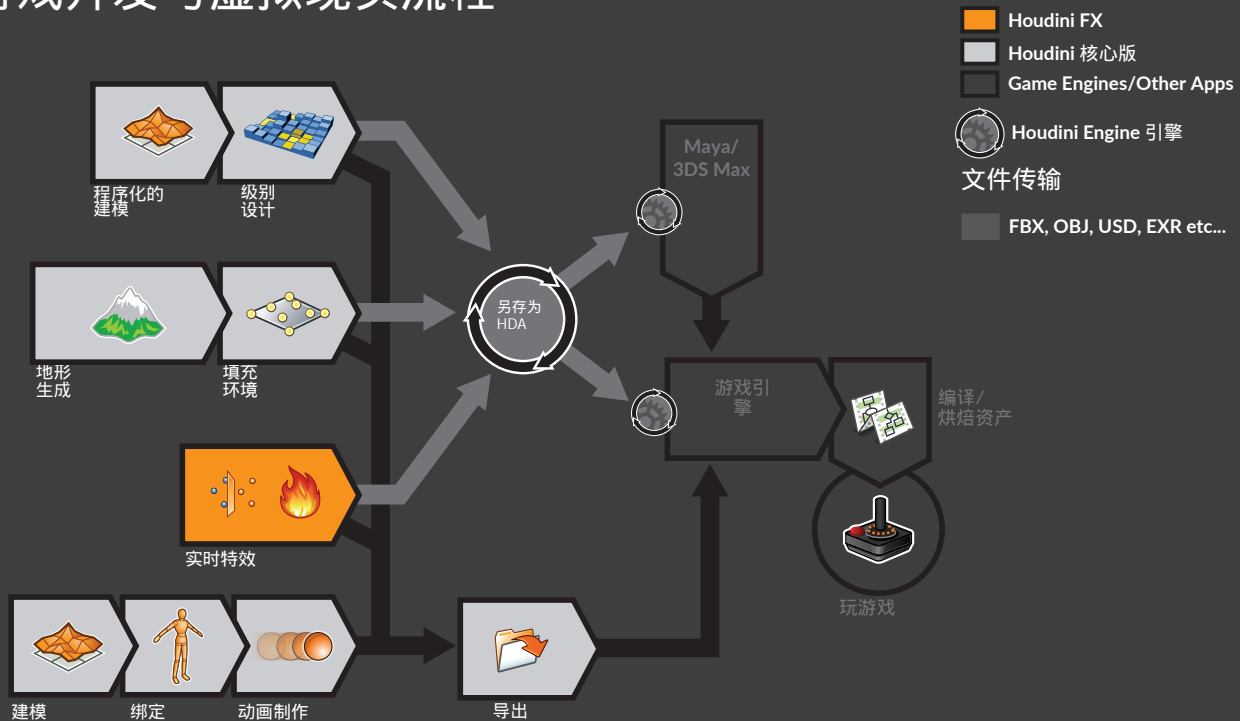


使用Houdini引擎加载到虚幻引擎中的Houdini数字资产

## 实时特效

Houdini 以视觉特效（VFX）而闻名，它是一款为游戏创建特效的出色工具。但这些特效需要使用纹理图集、流映射和顶点动画纹理等技术进行优化。这样一来，特效的资源占用就能尽可能小，且不会影响游戏的每秒帧数。本文档前面提到的SideFX Labs工具就是为支持这类工作流程而设计的。

# 游戏开发与虚拟现实流程



# 产品与授权

当你开始使用Houdini时，了解有哪些Houdini产品可供你使用会很有帮助。无论你是大型工作室、小型工作室，还是刚刚起步的独立开发者团队，都有不同的Houdini产品来满足你的需求。也有适用于学校实验室以及想要免费学习的学生的Houdini版本。

## 商业许可证

**Houdini核心版** - 专为建模师、灯光师、角色绑定师、动画师和游戏美术师设计，胡迪尼核心版还具备合成和运动编辑等功能。在胡迪尼特效版中创建的场景可以在胡迪尼核心版中打开并渲染，这使其成为视觉特效的理想灯光工具。

**Houdini FX** - Houdini FX 包含 Houdini Core 中的所有工具，还增加了粒子和动力学模拟工具。借助其程序化工作流程，Houdini FX 可让您创建流体、火焰特效 (Pyro FX)、颗粒、布料、毛发与皮毛、人群和软体效果。

**Houdini 引擎** - 胡迪尼引擎允许您通过命令行以批处理模式运行，从而批量处理渲染和分布式动态模拟。胡迪尼引擎还允许您将胡迪尼数字资产加载到其他数字内容创作工具中。

## 独立许可证

**Houdini Indie** - Houdini Indie 以有限商业 (低于10万美元) 许可的形式，向希望在其业务孵化阶段使用 Houdini 的动画师和游戏开发者提供 Houdini 的所有动画和视觉特效工具。

**Houdini Engine Indie** - 您的Houdini Engine Indie 许可证可用于以批处理模式运行Houdini Indie，或用于将Houdini数字资产加载到其他内容创作应用程序中。

## 学习许可证

**Houdini 教育版** - 胡迪尼教育版是胡迪尼FX的全功能版本，专为学校、培训中心及学生使用而设计。胡迪尼教育版还可以打开使用胡迪尼学徒版创建的文件。

**Houdini学徒版** - 胡迪尼学徒版是胡迪尼特效版 (Houdini FX) 的免费版本，可供学生、艺术家和爱好者用于创作个人非商业项目。使用胡迪尼学徒版，你几乎可以使用屡获殊荣的胡迪尼特效版的所有功能来提升技能并开展个人项目。学徒版允许你保存到磁盘，并在渲染输出时带有文字标识。

注意：在独立版、学徒版或教育版中创建的场景文件和资源不能在商业版Houdini中使用。文件格式不同，并且最终用户许可协议 (EULA) 禁止您在不同许可类型之间共享文件。

## 许可证类型

**工作站 (节点锁定)** ——此许可证类型可在单台计算机上使用，且只能从本地服务器或SideFX.com访问。

**本地/全局访问 (浮动)** ——这些许可证可以在服务器上设置，并与一组艺术家共享。只要有可用的许可证，艺术家启动Houdini时就会从服务器签出一个许可证。本地许可证专为单个工作室设计，而全局许可证用于不同地点的工作室之间共享。

## 安装许可证

获得许可证后，您将通过打开Houdini许可证管理器 [hkey] 应用程序来安装它。在那里，您可以选择“文件(File)” > “安装许可证(Install Licenses)”。系统将要求您输入与在SideFX.com网站上设置的登录名和密码相匹配的信息。

现在，您可以使用sidefx.com作为许可证服务器，而无需在本地安装。要使用登录许可，您需要始终使用您的sidefx帐户登录。您可以在不同的计算机上登录，但同一时间只能使用其中一台。这种方法非常适合独立开发者和教育用户。本地和全局访问许可证可以通过此方法安装在中央服务器上。然后，您需要将该服务器提供给任何需要访问许可证的人。

你也可以在SideFX.com网站上查看你的许可证，方法是点击右上角的头像并选择“服务(Services)”。然后，你可以点击“管理许可证(Manage Licenses)”链接。

## 年度升级计划

对于希望实现Houdini投资最大化的视觉特效工作室、游戏工作室和3D艺术家而言，年度升级计划具有诸多关键优势，例如提供生产级技术支持，可获取包含最新软件增强功能的完整版本和点版本，以及包含错误修复的每日构建版本。

## SIDEFX 支持

所有客户，包括新手客户，都可以通过我们的电子邮件支持系统联系SideFX，讨论安装和许可问题。在此之后，只有年度升级计划客户和商业租赁客户可以联系我们的支持团队，深入讨论生产问题。

您可以通过 [support@sidefx.com](mailto:support@sidefx.com) 直接联系我们的技术支持专员。请确保在您的电子邮件中包含以下信息：

- 您的操作系统 [Windows XP 等]
- Houdini的版本和构建编号
- 安装问题的总结，以及如果您遇到许可问题时的诊断文件。

要了解支持计划，请访问[SideFX.com/support](http://SideFX.com/support)。

# 对比图表

产品	商业版		独立开发者版	学习版	
	HOUDINI FX	HOUDINI CORE	HOUDINI INDIE	教育版	学习版
目标用户	工作室   商业艺术家		独立开发者   自由职业者	学校   学生	爱好者
定价	访问 SideFX.com		每年 269 美元	每年 75 美元	免费
操作系统	Windows, LINUX, Mac OSX				
授权许可	建模 (Modeling)	✓	✓	✓	✓
	角色 (Character)	✓	✓	✓	✓
	动画 (Animation)	✓	✓	✓	✓
	Solaris : 场景布局工具	✓	✓	✓	✓
	SSolaris : 灯光与材质设计	✓	✓	✓	✓
	Karma/Mantra 渲染	✓	✓	✓	✓
	地形 (Terrain)	✓	✓	✓	✓
	合成 (Compositing)	✓	✓	✓	✓
	体积特效 (Volumes)	✓	✓	✓	✓
	烟火特效 (Pyro FX)	✓	简单火球	✓	✓
	流体 (Fluids)	✓	简单翻转	✓	✓
	刚体动力学 (Rigid Bodies)	✓	简单骨骼	✓	✓
	粒子系统 (Particles)	✓	-	✓	✓
	缝合布料解算 (Vellum Cloth)	✓	简单布料	✓	✓
	线缆动力学 (Wire Dynamics)	✓	-	✓	✓
群集模拟 (Crowds)	✓	-	✓	✓	
许可	商业的		有限商业	非商业用途	
工作站[节点锁定]	✓	✓	✓	-	✓
本地/全局访问[浮动]	✓	✓	-	✓	-
用户界面					
Houdini图形用户界面访问	✓	✓	✓	✓	✓
命令行访问	✓	✓	✓	✓	✓
GUI水印	-	-	不显眼的	不显眼的	不显眼的
插件支持	✓	✓	✓	✓	✓
HOUDINI 引擎					
Houdini 引擎插件	✓	✓	✓	✓	No
为引擎创建资产	✓	✓	✓	✓	教育许可证
为Orbolt创建资产	✓	✓	✓	✓	✓
渲染					
Karma Tokens	5 / 10*	5 / 10*	1	10	1
Mantra Tokens	Unlimited	Unlimited	1	10	1
第三方渲染	✓	✓	✓	✓	No
渲染水印	-	-	-	-	✓
分辨率	Unlimited	Unlimited	Unlimited	Unlimited	1280x720
场景					
.hip	✓	✓	.hipalc	.hipanc	.hipanc
.hda	✓	✓	.hdalc	.hdanc	.hdanc
几何					
USD	✓	✓	✓	✓	.usdnc
FBX	✓	✓	✓	✓	IMPORT
Alembic	✓	✓	✓	✓	IMPORT
.bgeo	✓	✓	✓	✓	✓
图像					
.pic	✓	✓	.piclc	✓	.picnc
.exr	✓	✓	✓	✓	watermarked
.tif	✓	✓	✓	✓	watermarked
.png/.jpg	✓	✓	✓	✓	watermarked

\* Commercial Workstation Licenses come with 5 Karma Tokens and Local and Global Access Licenses come with 10 Karma tokens



## HOUDINI 基础

# 建模、渲染、动画制作

欢迎来到Houdini。在本课程中，你将从零开始对一个足球（在世界许多地方也称为“football”）进行建模、渲染、动画制作和模拟。你将运用挤压与拉伸原理创建一个经典的弹跳球动画，应用纹理和材质，添加灯光和摄像机，并探索如何使用动力学模拟一组足球。

这些任务将带你了解Houdini的许多不同部分，你将创建第一个Houdini场景，探索界面并发现一些最重要的工具。在优化模型和构建动画绑定的过程中，你将学习如何在场景视图中进行交互式操作，以及如何使用网络视图来管理节点。你还将在Solaris舞台上设置材质和纹理，然后使用Houdini内置渲染器Karma进行渲染，最后创建刚体模拟。

### 课程目标

使用Houdini基于节点的程序化工作流程对足球进行建模、渲染、动画制作和模拟

### 你将学到什么

- 如何使用视图工具
- 如何使用货架、径向菜单和Tab键
- 如何创建几何体
- 如何使用节点和网络
- 如何设置自定义属性和循环语句
- 如何设置材质和纹理UV
- 如何规划镜头并使用Karma进行渲染
- 如何设置关键帧并添加运动特效
- 如何使用刚体动力学

### 课程兼容性

针对Houdini 19.5及以上版本的功能编写  
本课程中的步骤可使用以下  
Houdini产品完成：

Houdini 核心版	✓
Houdini 特效版	✓
Houdini 独立版	✓
Houdini 学徒版	✓
Houdini教育版	✓

文档版本4.0 | 2022年7月 ©  
SideFX软件公司



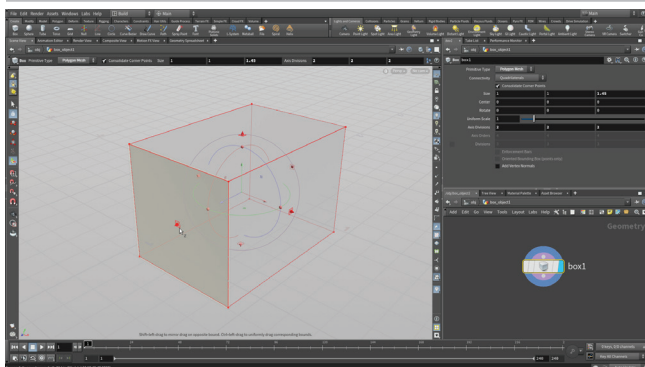




## 选择热键

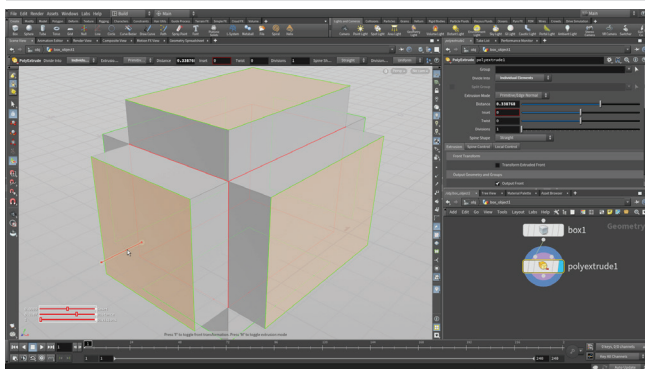
如果您正在使用选择、移动、旋转、缩放或控制柄工具，以下热键将决定您的选择模式以及您将在哪个层级上进行操作。

Objects	Object Level	1
Points	Geometry Level	2
Edges	Geometry Level	3
Primitives/Faces	Geometry Level	4
Vertices	Geometry Level	5



**04** 选中对象后，按 i 键进入其几何层级。按住 Shift 键并拖动控制柄，使其绕原点沿 z 轴方向变长。

在Houdini中创建对象时，存在一个对象层级，可在此管理对象的变换；还有一个几何层级(Geometry Level)，用于定义对象的形状。按下i键可进入此对象的几何层级。也可以通过在网络编辑器中双击对象节点进入该层级。之后，若要回到对象层级，需按下U键。

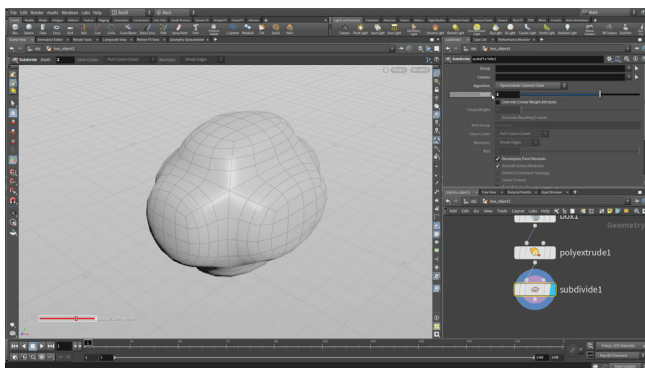


**05** 按下 S 键进入选择工具，然后按 4 键进入基本体选择。

按下 n 键全选，然后按下 c 键调出径向菜单选择 Model > Polygons (多边形) > Poly Extrude(多边形挤出)。

在“场景”视图顶部的“操作控制栏”或“参数”窗格中，将“分割为”设置为(Divide Into)“单个元素(Individual Elements)”，并使用控制柄将“距离(Distance)”设置为大约0.4。这将沿每个图元的法线拉伸面。

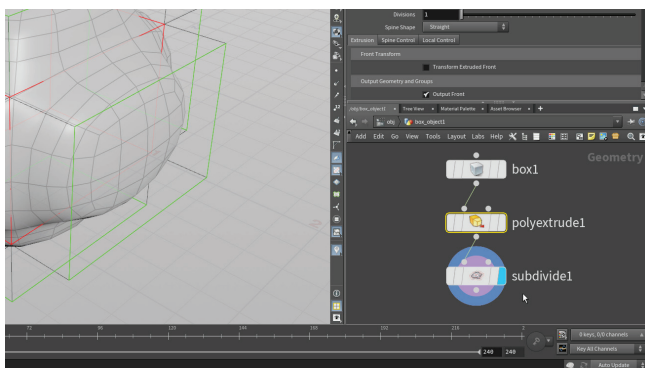
你可以看到，“网络”视图中现在有两个节点。在Houdini中执行的每一步操作都会创建一个节点，你可以利用这些节点来优化场景。



**06** 按 n 键选择所有新面，然后按 Tab 键并开始输入 sub...，接着从列表中选择“Subdivide”。

在 Houdini 中，Tab 键是访问工具的另一种方式。输入工具名称可让您聚焦列表，这样无需浏览子菜单就能更轻松地找到所需内容。

在“参数”面板中，将“深度(Depth)”设置为2。这会细分几何体以创建更多多边形。Houdini在对象级别也有一个细分显示选项，可用于在不实际添加任何几何体的情况下查看细分效果，但在这种情况下，你确实需要创建更多多边形。



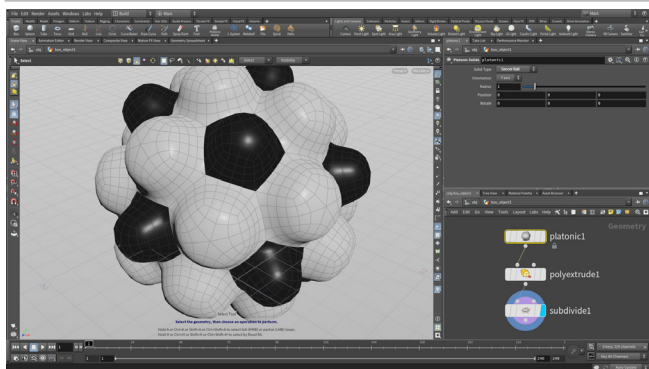
**07** 选择链中的不同节点。选择每个节点时，其操纵柄会显示出来，但显示始终基于最终形状。

设置每个节点的显示标志，以更改哪个节点为显示节点。你还可以尝试一些其他标志，如“绕过”或“模板”。将多边形挤出节点从网络中拖出，然后再拖回。

最后，将一切恢复正常，并在细分节点上设置“显示”标志。这一点非常重要。“显示”标志决定了你在对象层级所能看到的内容。务必始终检查以确保设置了正确的显示标志！

## 第二部分 创建一个足球

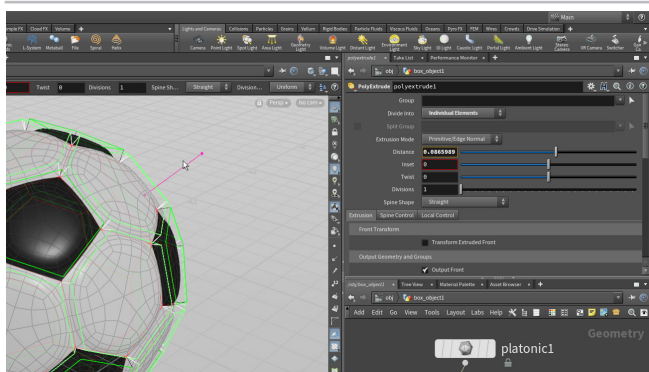
Y现在你要用一个足球形状的柏拉图多面体来替换这个盒子。使用Houdini的程序化方法，你可以用一个柏拉图多面体节点替换盒子节点。从这一步开始，你将调整其他节点，使其看起来像一个足球。这种替换输入节点的能力让你可以用简单的几何体对网络进行原型设计，从而增加灵活性。



**01** 在“网络”编辑器中，使用Tab键向网络添加一个“Platonic”节点。点击将其放置在链的顶部附近。

将“Platonic”节点连接到“多边形挤出”节点。在参数窗格中，将“立体类型”设置为“Soccer Ball”。选择并删除“立方体”节点。

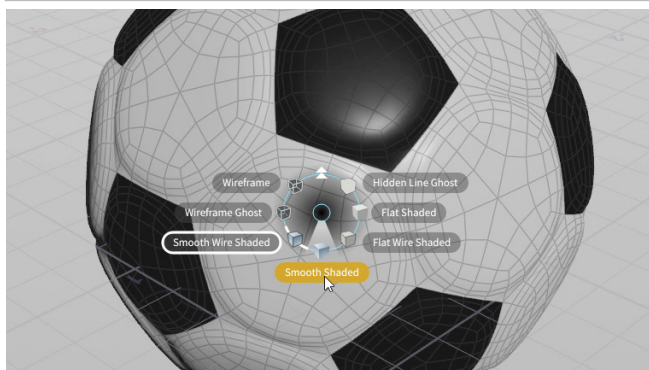
由于Houdini的程序化特性，通常可以替换输入节点，且整个网络仍能正常运行。这在你工作时提供了灵活性，如果你在更改后不喜欢结果，随时可以重新连接回原始形状。



**02** 选择polyextrude 节点。确保“手柄”工具处于激活状态，然后使用视口中的手柄设置较小的“距离”。

你也可以在“参数”面板中设置参数值。这样可以使足球看起来更好。请记住，即使你正在查看细分节点，选择多边形挤出节点也能让你访问其手柄和参数。

你可能会认为有了这个基本形状就万事俱备了，但它实际上只是一个带有平面的截角二十面体。你需要一个圆形的足球，所以你还得再花点功夫。



**03** 在视口中按下V键，然后从径向菜单中选择“着色 Shading”>“平滑着色smooth Shaded”。

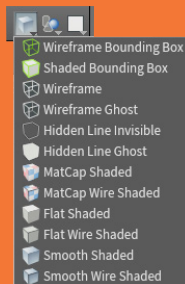
你也可以使用视口右上角的菜单来更改着色方式。这个足球看起来像是个廉价的塑料球，而不是正宗的皮质足球。你现在要进行分支，添加更多节点以便看得更清楚。

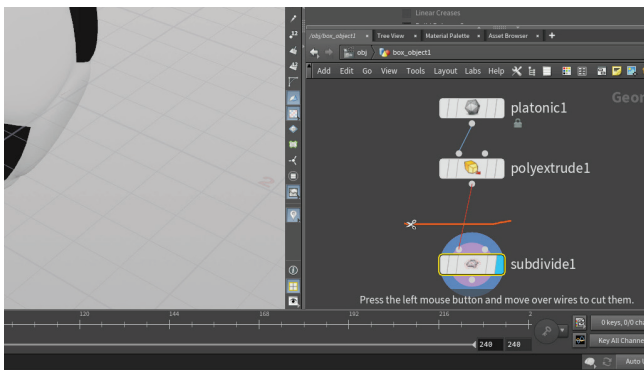
分析完成后，将着色模式改回“平滑线框着色（Smooth Wire Shaded.）”。



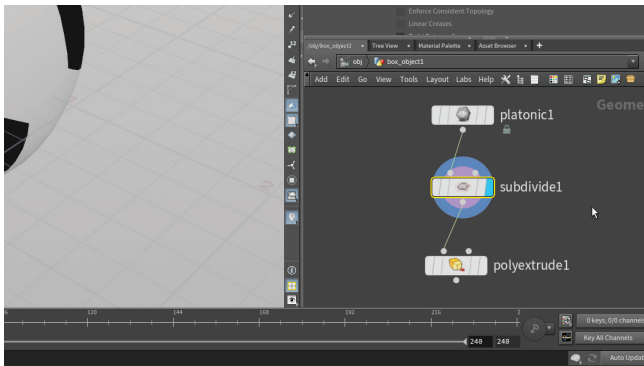
### 阴影选项

在视口的视图径向菜单或右上角的着色菜单中，有多种着色选项可供选择。对于对象的着色，光照由视口右边缘的显示选项决定。你可以选择前大灯、普通光照或带阴影的高质量光照。要快速从着色视图切换到线框视图，请按W键。

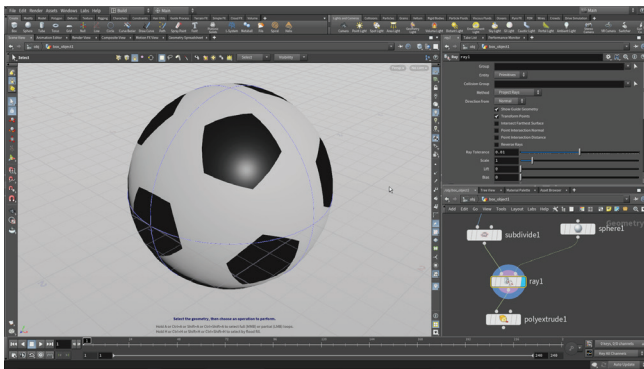




**04** 在“网络”视图中，按下Y键并在连接细分节点和多边形挤出节点的连线上拖动，以断开连接。现在，你要将细分节点移动到另外两个节点之间，这样就能得到一个更圆润的足球。

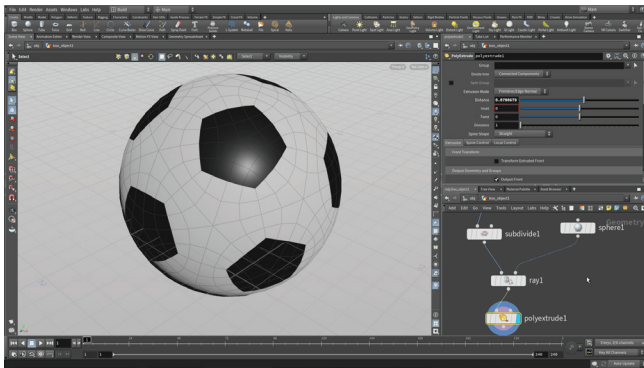


**05** 将细分节点拖到正多面体节点和多边形挤出节点之间。你可以将其放置在连接线上，它会自动插入。如果不行，稍微晃动一下，直到它找到连接位置。这会在球体被挤出之前为其增加更多细节。



**06** 在网络编辑器中，使用制表键添加一个光线节点，并将其连接在细分节点之后。

现在向网络中添加一个球体节点，并将其半径设置为1, 1, 1，将基本体类型(Primitive Type)设置为“基本体(Primitive)”。现在将球体连接到光线节点的第二个输入端口。这将把细分后的球投影到一个完美的球体上。这在Houdini中是一个非常强大的节点，它允许你将点从一个几何图形投影到另一个几何图形上。这是解决我们细分后的足球不够圆这一问题的完美方案。



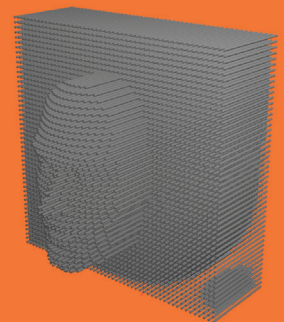
**07** 在“分割为 (Divide Into)”设置为“单个元素 (Individual Elements)”时，所有小多边形都会被挤出，

但你并不希望这样。将其设置为“连接组件 (Connected Components)”，这样所有多边形就会一起被挤出。你需要一种方法，让这个网络在足球细分后挤出足球原本的面片。你可以利用原始几何体上的基元编号来实现这一点。

## 光线节点

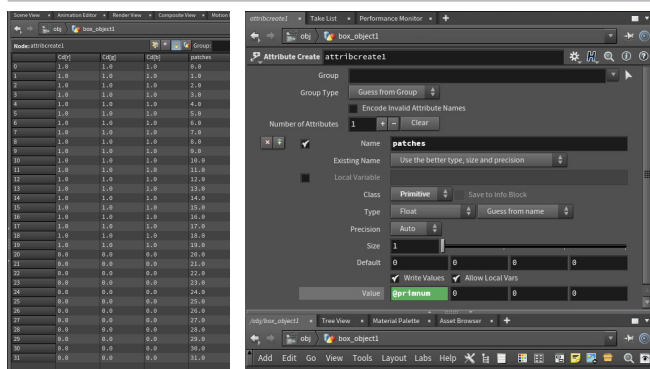
射线节点是一种将点投射到另一几何物体上的工具。这类似于你小时候玩过的钉板玩具。实际上，这就是你在Houdini中用来创建钉板效果的节点。

获取帮助 | 要详细了解每个节点，你可以点击“参数”面板右上角的帮助按钮，打开该节点的在线文档。你也可以将鼠标悬停在工具栏中的工具上，然后按 F1。在很多情况下，你可以在 Houdini 中打开示例文件，了解该节点的功能。

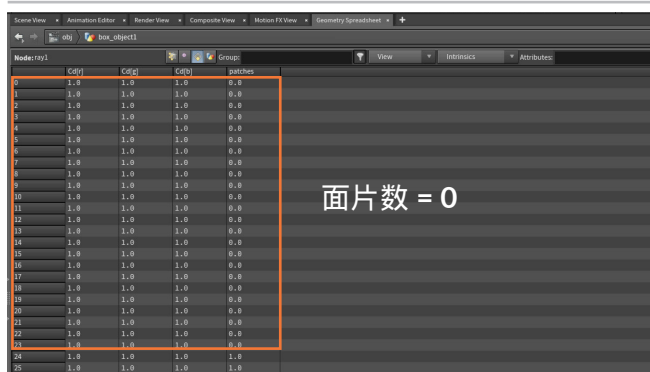


## 第三部分 逐个节点

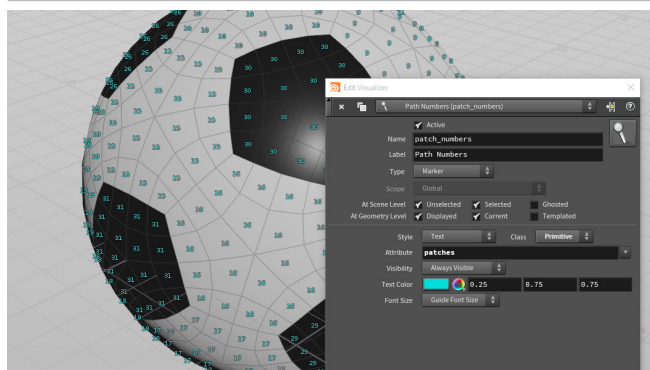
现在你将见证神奇之处，你在上一部分创建的属性将被输入到一个循环中，在这个循环中，即使每个原始面片包含许多多边形，它们也会被挤出。在多边形挤出后，如果你再对其进行一次细分，足球就会呈现出更具皮革质感的外观。



**01** 在platic节点之后添加一个“属性创建”节点。将其名称设置为“patches”，类别设置为“Primitive”。现在将第一个“值”字段设置为“@primmum”。这个表达式获取原始的数值属性，并将其转换为一个名为“patches”的新属性。



**02** 选中“attributecreate”节点后，点击主视图旁边的“Geometry Spreadsheet”（几何电子表格）选项卡。点击“Primitive”（图元）按钮，你可以在左侧看到图元编号、显示面片颜色的三个颜色属性，以及与图元编号对应的面片属性。点击光线节点。当形状细分时，此属性将被继承。现在你可以看到有更多的基元，但面片属性最高只能达到31，然后又回到0。



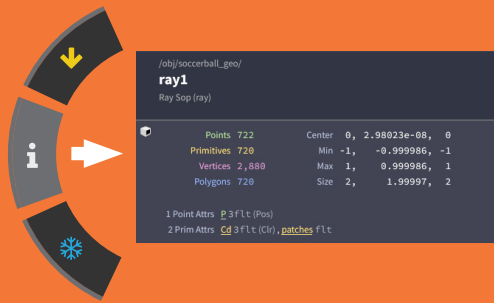
**03** 回到“场景视图”选项卡，在“显示选项”栏上右键单击“可视化工具”显示按钮，然后单击“场景”旁边的“+”加号并选择“标记”。在“编辑可视化工具”面板中，将“名称”和“标签”设置为“Patch\_Numbers”，将“类型（Type）”设置为“标记(Marker)”，“类别”设置为“图元”，“属性(Attribute)”设置为“patches”。

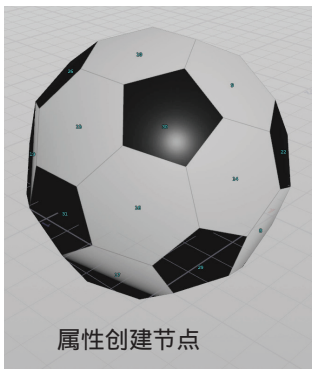


### 使用属性

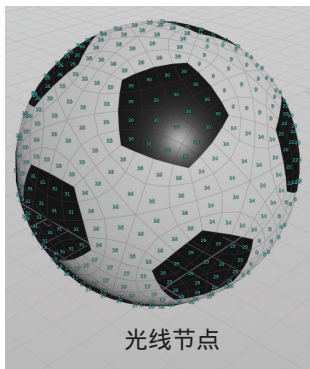
属性可以指定给点、基本体或顶点。一些典型的属性类型包括颜色（Cd）或UV。你可以通过将鼠标悬停在节点上并从径向菜单中选择“i”，在链中的任何位置查看属性。你还可以在“几何体电子表格”面板中查看属性值。

在本课程中，你将创建一个名为“patches”的自定义属性，它将在循环中为你提供帮助。



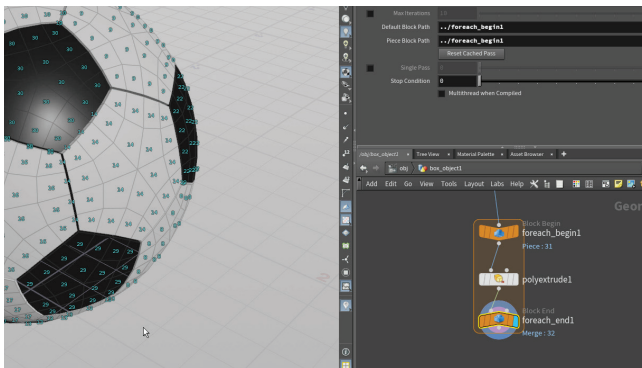


属性创建节点

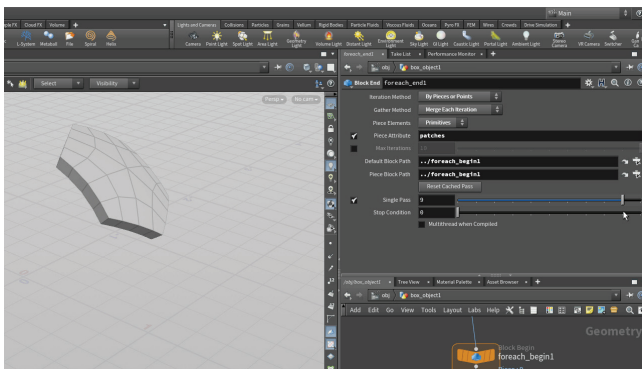


光线节点

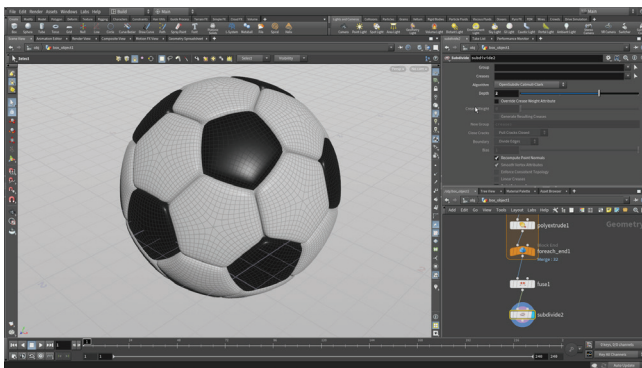
**04** 现在确保“可视化工具 (Visualizer display)”显示按钮已开启，你将在视口中看到足球上的面片值。你可以看到，原始正多面体的图元编号已转移到细分后的面上。将显示标记更改为不同的节点，以查看其中的关系。这些信息将用于通过循环正确地对面片进行多边形挤出操作。关闭可视化工具显示并保存你的工作成果。这些步骤有点抽象，可能感觉技术含量过高，但别担心，回报即将到来。



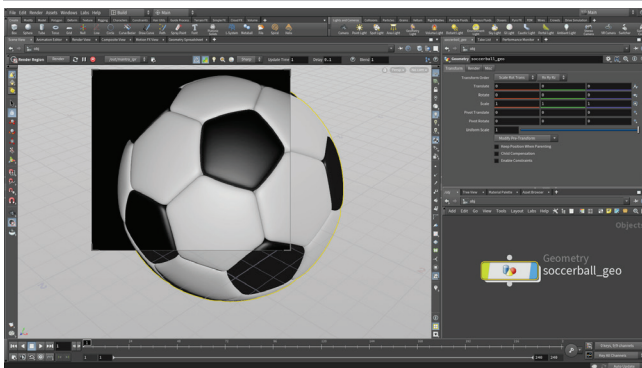
**05** 在网络编辑器中，按Tab键并开始输入“Foreach Named Primitive”，以找到两个节点，然后可将其放置到场景中。将“foreach\_begin”连接到光线节点和多边形挤出节点之间，然后将“foreach\_end”连接到多边形挤出节点之后。选择“foreach\_end”节点，在参数面板中，将“Piece Elements”设置为“Primitives”，并将“Piece Attribute”设置为“patches”。在“foreach\_end”节点上设置显示。此时，你应该能看到原始面片基于“面片”属性一起被挤出。如果没有看到，请确保在多边形挤出节点上，“分割为”设置为“连接组件”。



**06** 点击“单次通过Single Pass”旁边的复选框，探索正在发生的情况。拖动滑块，观看每个面片单独进行多边形挤出的过程。你也可以将数值设置为大于10，以查看更多面片。关闭“单次通过 (Single Pass)”以查看完整形状。“foreach”节点会创建所有面片，然后返回最终的几何体。“foreach”循环是一组功能强大的节点，在Houdini中会经常用到。



**07** 在foreach\_end节点之后添加一个Fuse节点，并设置其显示标志。这样可以将各个部分连接成一个单一的拓扑结构。foreach节点将它们分割成不同的面片，但没有将它们重新融合在一起。在“融合(Subdivide)”节点之后添加一个“细分”节点。将深度设置为2。这将在视口中为你提供更多细节，以便评估模型。这会增加更多多边形，但此时还不会渲染为真正的细分曲面。Houdini还允许你在视口中设置细分显示，而无需添加几何体，但本课程后续内容需要用到这个“细分”节点。

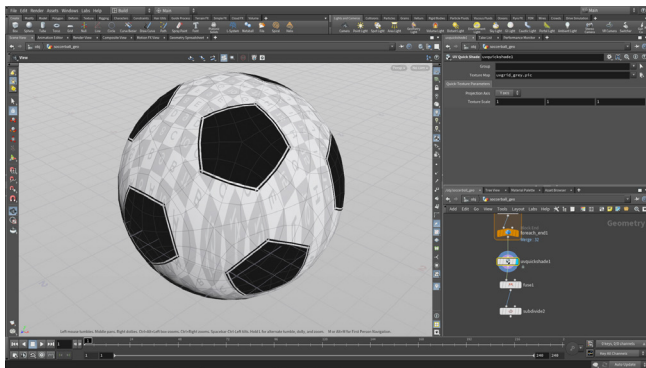


**08** 调整多边形挤出值，以获得一个漂亮的皮革质感足球。在这里，你可以将“距离”设置为0.1，“插入”设置为-0.02。这样可以得到漂亮的圆形面片，效果看起来会好得多。转到对象层级，在参数面板中重命名对象“soccerball\_geo”。你可以选择该节点并按下F2键，或者直接双击对象名称。点击“渲染”选项卡，打开“将多边形渲染为细分曲面 (Mantra)”，以便在渲染时设置真实的细分。选择“渲染区域”工具，然后在视口中围绕足球绘制一个框，以创建预览渲染。若要取消，点击区域右上角的“x”按钮。

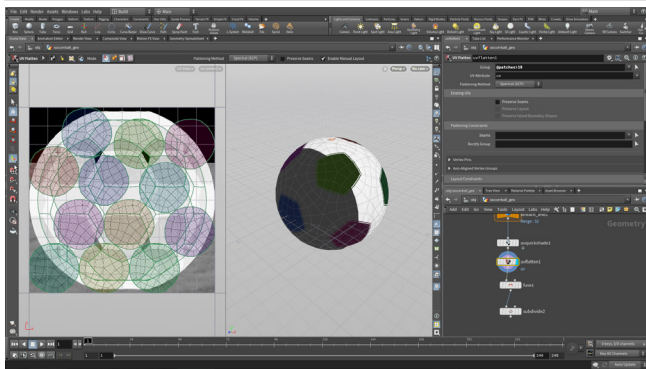
## 第四部分

# 设置UVs

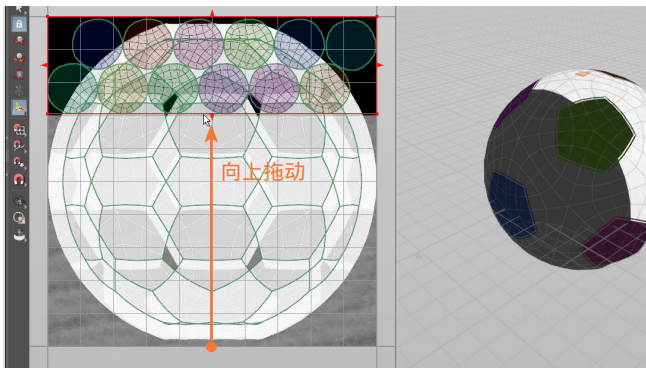
为了设置材质和纹理，确保在对象上正确设置UV至关重要。Houdini中的几何体没有自带UV，因此你必须自行创建。这意味着要在网络中添加额外的节点，在这种情况下，即添加UV快速着色（UV Quickshade）和UV展开（UV Flatten）节点。



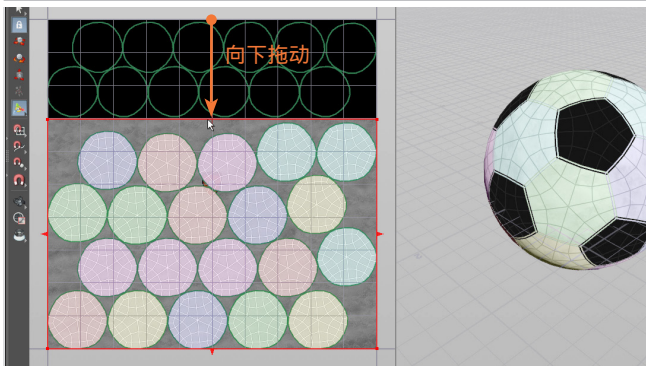
**01** 深入研究soccerball\_geo对象。在“网络”视图中，按下制表键>“UV快速着色”，并将新节点放置在foreach\_end节点之后。设置其显示标志。点击“纹理贴图”旁边的“文件选择器”按钮。导航到 /tex 文件夹并选择 soccerball\_color.rat。现在你可以在几何体上看到这个纹理贴图，但由于 UV 是使用投影方法创建的，所有内容看起来都拉伸了。  
注意：设置UV以匹配现有纹理并非常规操作顺序。我们采用这种相反的方法，这样你就无需自己绘制纹理。



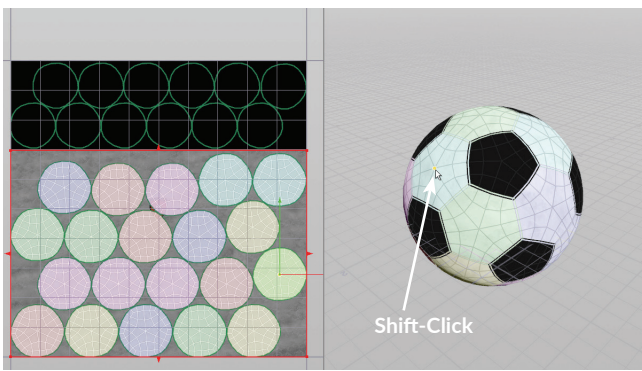
**02** 在场景视图中，按 n 全选，然后按 Tab 键 > UV 展平。在“组”字段中，输入表达式 @patches>19。这将使用面片边界来展开足球几何体上的深色面片的 UV。使用此工具会调出UV视图。点击右上角的UV（顶点）菜单，选择“背景（Background）”>“soccerball\_color.rat”。现在你可以在UV面板的背景中看到这个纹理。此纹理在图像中心有一个球队标志，顶部较暗的区域用于制作深色斑块。



**03** 点击“控制柄”工具并打开“最小”控制柄。使用底部的箭头控制柄并向上拉动，直到所有面片都位于纹理图顶部的深色区域内。如果你把这个节点放在融合（fuse）或细分（subdivide）节点之后，那就没有边界可供处理了。Houdini允许你在现有网络中间设置UV，这种能力提供了很大的灵活性。

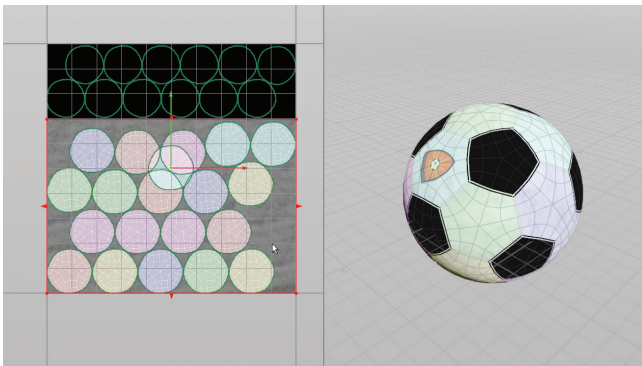


**04** 在第一个uvflatten节点之后、Fuse节点之前再添加一个UV Flatten节点。在“组”字段中，输入表达式@patches<20。这将展平光照面片。点击“手柄”工具，打开“最小”手柄。使用顶部的箭头手柄并向下拉动，直到所有面片都位于纹理图底部的亮部区域内。完成后，你可以右键单击“手柄”工具，然后关闭“最小：手柄”。在场景视图中右键单击，然后从菜单中选择“纹理可视化”（Texture Visualization）>“关闭（Off）”。这将移除网格。



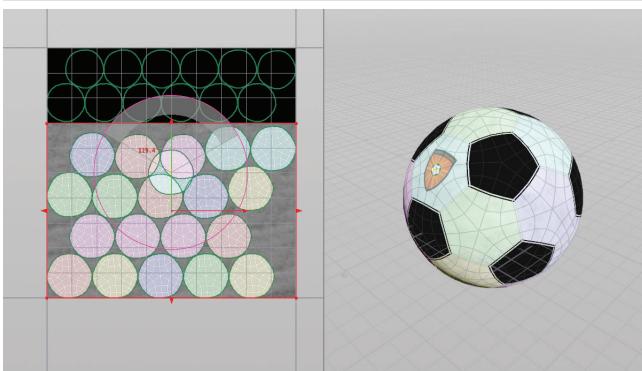
**05** 选择uv展平节点，然后点击“操控柄”工具。将鼠标悬停在几何体上，你会看到面片高亮显示。点击视口顶部“操作控制 (Operation Control)”栏中的“固定顶点 (Pin Vertices)”按钮。

将鼠标悬停在此图像和3D视图中显示的面片上，按住Shift键并单击所需面片的中心顶点以选中它。这会在UV视图中添加一个固定点和一个可操作的手柄。

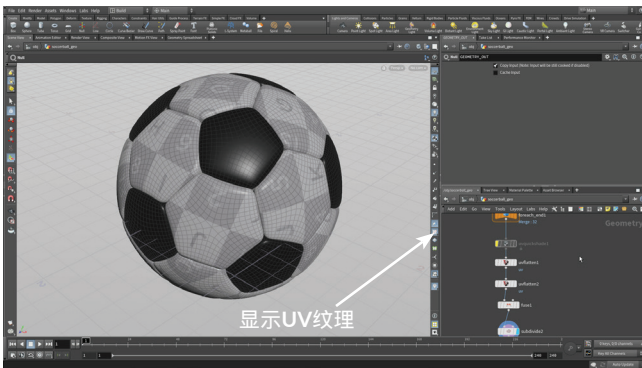


**06** 转到UV视图，移动定位点和面片，使其位于徽标中心。按Y键获取旋转手柄，旋转面片，直到徽标对齐。

通过在UV视图中的面片上固定顶点，你可以锁定它们的位置。起初，相邻面片会有一些重叠，但你可以通过重新排列轻松解决这个问题。



**07** 点击“操作控制 (Repack)”栏中的“重新打包 (Operation Controls)”按钮，以便围绕新的面片重新组织其他面片。你可以继续使用定位点移动面片，但需要再次进行“重新打包”以避免UV重叠。



**08** 将快速着色节点设置为“绕过 (Bypass)”，以隐藏纹理贴图的指定。此节点仅在设置UV时需要。

现在你可以在足球上看到一个UV网格。要在透视图中隐藏UV显示，请转到显示选项栏，然后关闭“UV存在时显示UV纹理”按钮。在链的末尾添加一个空节点 (Null)，并将其命名为GEOMETRY\_OUT。设置这种节点来定义网络链的末端是个不错的主意。保存你的工作。



## UV展开

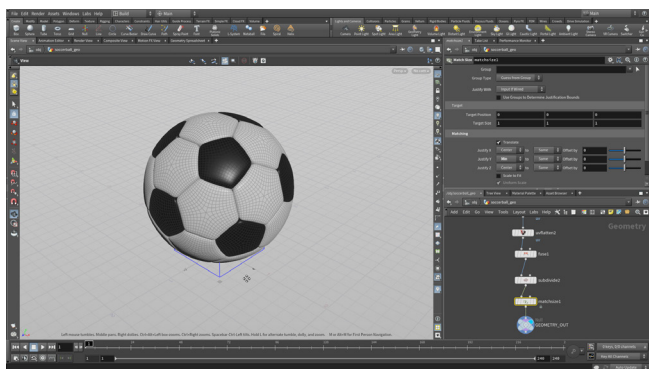
UV展开节点分两步工作。它获取由接缝定义的各个纹理块，并将它们展开到二维纹理空间中，尝试使多边形大小均匀。此节点允许您为展开算法添加约束。

约束会强制布局算法满足特定条件，使您能对最终的UV布局进行额外控制。您可以以交互方式使用此节点，利用节点状态中的工具指定约束，或者也可以关闭手动布局，以程序方式使用此节点。

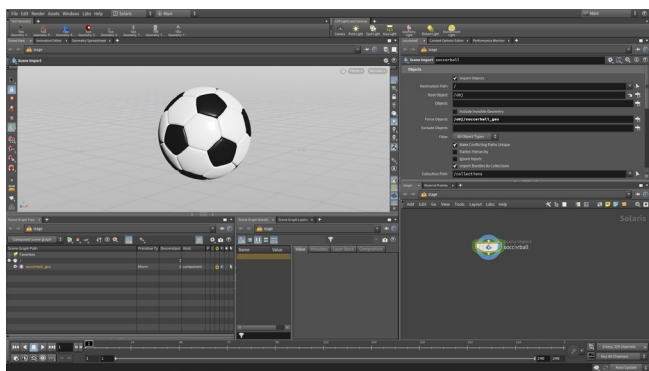


## 第五部分 布局：相机与灯光

要创建用于渲染的场景，你需要将几何体导入到Houdini的Solaris或LOPS环境中。这是一个专门用于外观开发、布局和照明的环境，基于USD（通用场景描述）构建。这将使你能够使用Karma渲染器进行渲染，它作为Solaris工作流程的一部分，可在场景视图中直接使用。



**01** 在网络视图中，按下Tab键>“匹配大小（Match Size）”，然后在“细分”和“GEOMETRY\_OUT”空对象之间添加节点。在“GEOMETRY\_OUT”节点上设置“显示”标志。选择“匹配大小”节点，将“Y对齐方式”设置为“最小”，使球体上升至与地面接触。这将使其处于正确的渲染位置。

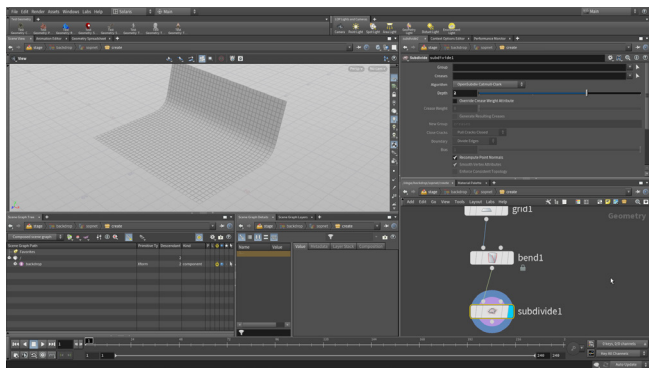


**02** 将桌面切换到Solaris。确保在路径栏中查看的是“Stage”。

在“网络”视图中，按下Tab键>“场景导入（Scene Import）”，然后点击以放置节点。在“力对象”字段旁边，点击节点选择器（node selector）按钮，从弹出窗口中选择“soccerball\_geo”对象，然后点击“接受模式（Accept Pattern）”。

在场景视图中，使用诸如按空格键+H键将视图归位等视图工具，以便更好地查看足球。

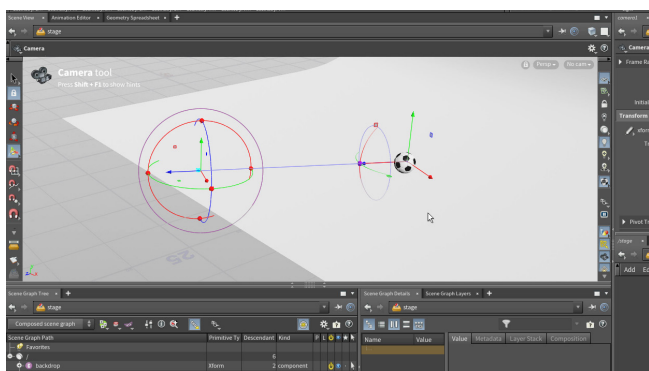
注意：使用“强制对象”而非“对象”字段，因为即使对象的显示标志处于关闭状态，“强制对象”也会将对象纳入LOPS。



**03** 在“网络”视图中，按Tab键并输入“Grid”。点击放置该节点，并将其重命名为“backdrop”。双击“backdrop”节点，深入到几何体层级。

选择网格节点，将尺寸设置为80, 80，中心（Center）设置为0, 0, -20。右键单击网格节点的输出并输入“Bend”。点击放置节点，然后设置其显示标志并将“Bend”设置为75。在“捕获（Capture）”部分，将“捕获原点（Capture Origin）”设置为0, 0, -30，“捕获方向（Capture Direction）”设置为0, 0, -1，“捕获长度（Capture Length）”设置为5。

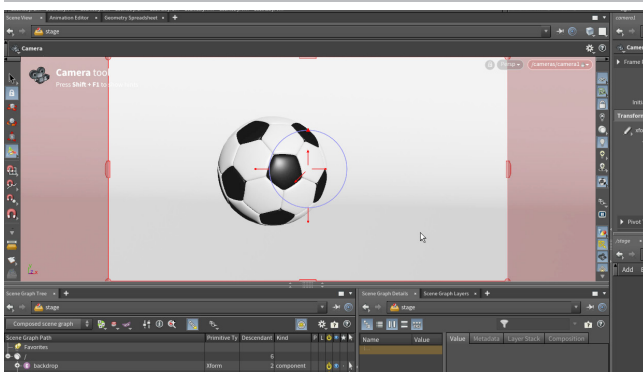
右键单击网格节点的输出，输入“细分（Subdivide）”。设置其显示标志（Display Flag），然后将“深度（Depth）”设置为2。



**04** 回到关卡层级。将背景节点连接到场景导入节点。右键单击场景导入的输出，输入“Camera”。


按下回车键放置该节点，然后设置其显示标志。

在场景视图中，你会在原点看到摄像机操纵柄。缩小视角并俯瞰场景，然后调整操纵柄，使摄像机从左侧看向足球。你可能需要激活构造平面，以便沿着地面移动操纵柄。你也可以使用轴操纵柄来控制方向，并将摄像机从地面抬起。

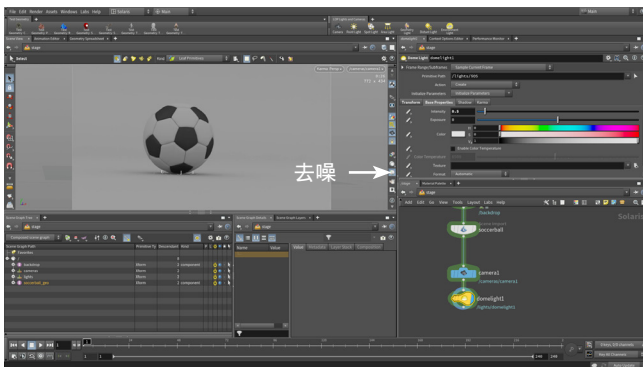


## 05 在场景视图的右上角 点击“无摄像头 ( Scene View ) ”菜单并选择“camera1”。

现在你正通过该摄像头进行查看，并且可以调整其外观。这可能不是你寻找的视图，因此需要进行一些视图更改。在场景视图的右侧，

点击  “锁定相机到视图 ( Lock camera to view ) ”按钮。现在使用视图工具 [空格键 - 左键 / 中键 / 右键] 来重新定位相机。

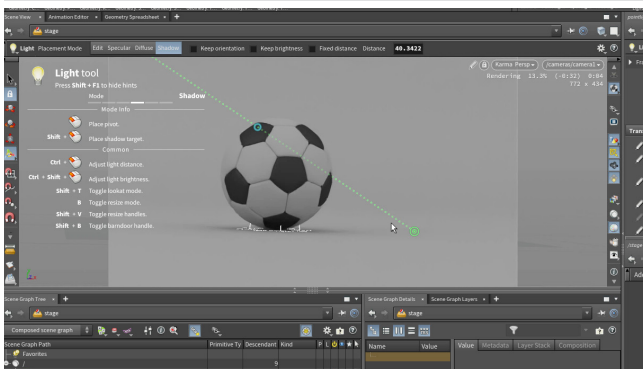
重要提示：完成后，关闭“锁定相机 ( Lock Camera ) ”按钮。



## 06 从LOP灯光和摄像机架子上，点击环境光工具，然后按回车键将其放置在原点。将强度设置为 0.5，使其稍微暗一些。

现在点击相机菜单左侧的菜单，并将其设置为“Karma”。现在你正在视口中使用 Karma 渲染器。如果你有英伟达显卡并安装了最新的驱动程序，你可以打开 Optix 去噪器以更快地解析图像。在显示选项栏中打开它，或者按下“d”键并在渲染显示选项

( Render Display Options ) 中设置“启用去噪 ( Enable Denoising ) ”。

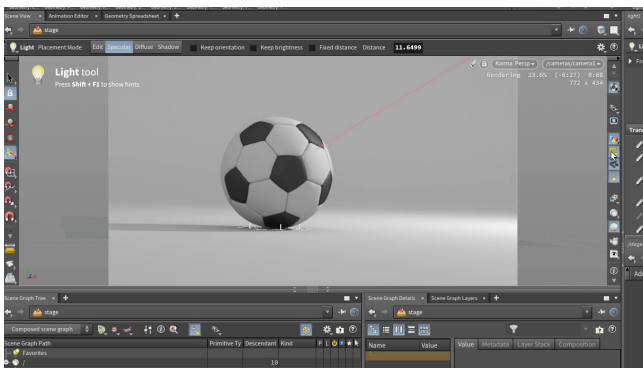


## 07 从“LOP灯光和摄像机”架子上，点击“点光源 ( Point Light ) ”工具，然后按Enter键将其放置在原点。

此时你正通过灯光视角查看。将摄像机视角切回camera1。

当节点处于激活状态时，按Shift+F键开启阴影模式。你也可以在操作控制栏中点击它。现在点击足球顶部设置一个枢轴点，然后按住Shift键点击在地面上放置一个目标点。按住Ctrl键拖动以设置灯光距离。

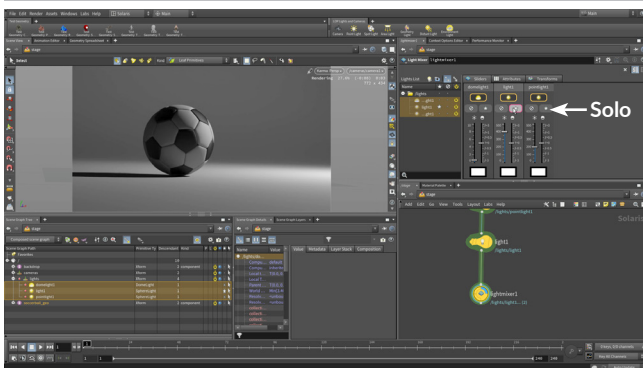
现在你可以使用Ctrl+Shift+拖动的方式来改变光线强度。你可能需要将其设置得相当高，才能看到对足球外观产生一些影响。



## 08 在“网络”视图中，右键单击点光源节点的输出，输入“Light”，然后按Enter键放置该节点并设置其显示标志。

在节点处于激活状态时，按下Shift-S键开启高光模式。现在点击足球的右侧，以定义一个高光聚焦区域。

现在你可以使用Ctrl键加拖动操作将灯光移离足球，使用Ctrl+Shift键加拖动操作来改变灯光的强度。

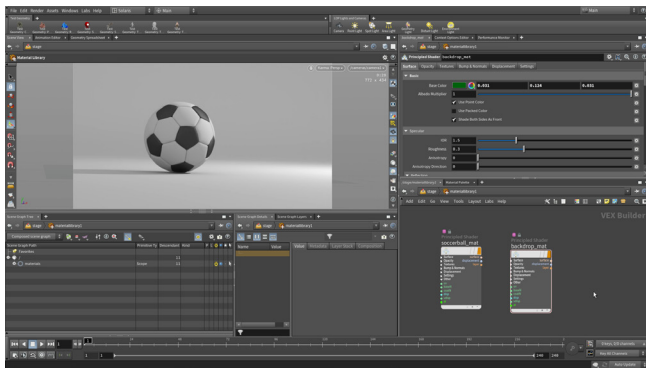


## 09 在“网络”视图中，右键单击灯光节点的输出，输入“灯光混合器 ( Light Mixer ) ”，然后按回车键放置该节点并设置其显示标志。这将在“参数”窗格中创建一个特殊面板，该面板左侧有一个灯光列表。

将列表中的三盏灯拖到右侧区域。点击星号图标单独查看每盏灯的作用，然后调整“曝光”来调节灯光。由于强度很高，你可以点击强度条上方的图标，从弹出窗口中设置一个适合你镜头的最大值。完成后，务必关闭“单独查看”按钮以查看所有灯光。

## 第六部分 外观开发：材质

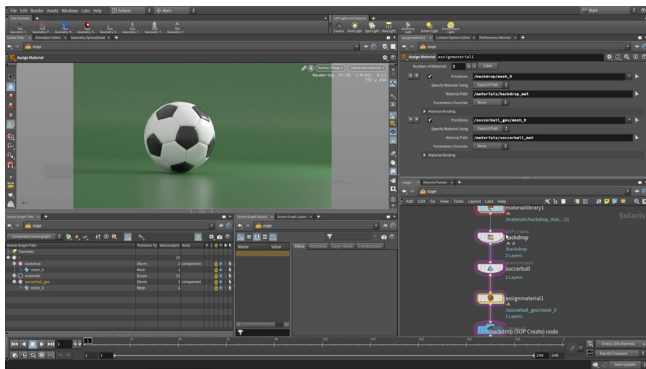
材质和着色器也可以在LOPS/Solaris环境中创建。这包括将材质添加到场景图中，然后将其指定给几何体。材质在材质库节点内创建，然后在LOPS/Solaris级别指定。要为背景添加纹理，必须创建UV来正确定位纹理贴图。



**01** 在“网络”视图中，按Tab键>“材质库（Material Library）”，将节点放置在现有节点网络的正上方，然后将其连接到背景节点。双击该节点，进入VEX构建器层级。

按下Tab键>选择“原则性着色器（Principled Shader）”并将该节点放置到位。将其重命名为soccerball\_mat。将其基础颜色更改为白色（1, 1, 1）。

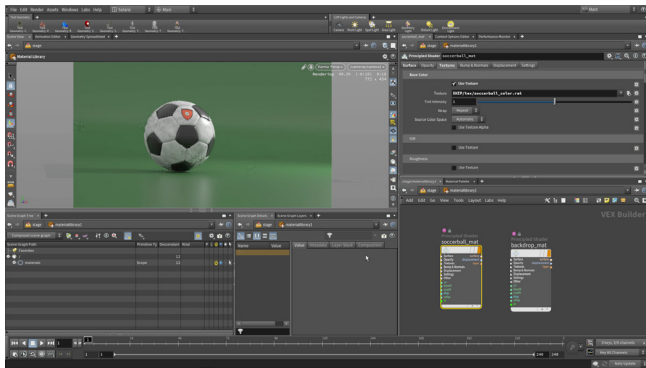
在该节点上按住Alt键并拖动，以创建第二个标准材质，并将此材质重命名为backdrop\_mat。将其基础颜色更改为深绿色。



**02** 回到“Stage”层级，然后按“Tab”键>“Assign Material”（指定材质），并将节点放置在“sceneimport”（场景导入）节点和“camera”（相机）节点之间。

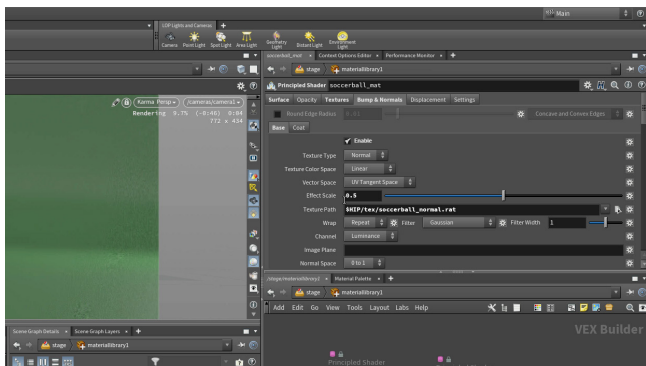
在“参数”窗格中，“基本体”旁边，点击箭头按钮，然后在视口中选择足球几何体。按Enter键将其路径添加到“基本体”字段中。现在，点击“材质路径”旁边的箭头，从弹出窗口中选择“materials > soccerball\_mat”，然后点击“确定”。

点击“+”按钮，然后对背景（backdrop）和背景材（backdrop\_mat）重复这些步骤。



**03** 双击材质库节点进入其中，然后选择soccerball\_mat节点。点击“纹理”选项卡，在“基础颜色（Base Color）”下点击“使用纹理（Use Texture）”，接着点击“纹理”旁边的按钮调出文件窗口。在侧边列表中点击\$HIP，然后点击tex文件夹将其调出，再点击一次soccerball\_color.rat将其选中。点击“接受”将纹理指定给材质。

\$HIP引用可确保该引用相对于场景文件的位置。这样一来，如果你将项目目录移动到另一台计算机上，该引用仍然有效。



**04** 在“纹理（Textures）”选项卡下，使用上一步学到的方法为粗糙度（Roughness）和反射率（Reflectivity）指定纹理。你可以在“tex”文件夹中找到合适的纹理。

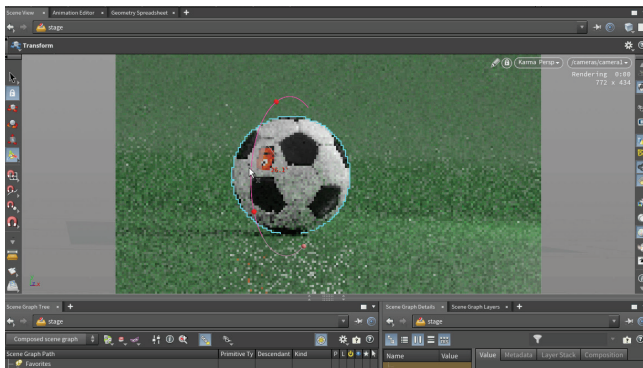
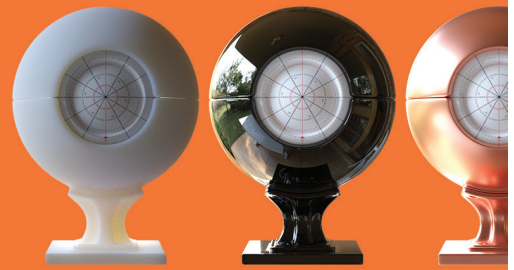
转到材质的“凹凸与法线（Bumps & Normals）”选项卡，然后点击“启用（Enable）”按钮。点击“纹理路径（Texture Path）”旁边的箭头，从“tex”目录中选择“soccerball\_normal.rat”文件。将“效果缩放（Effect Scale）”设置为大约0.5，看看效果如何。



## HOUDINI中的材质

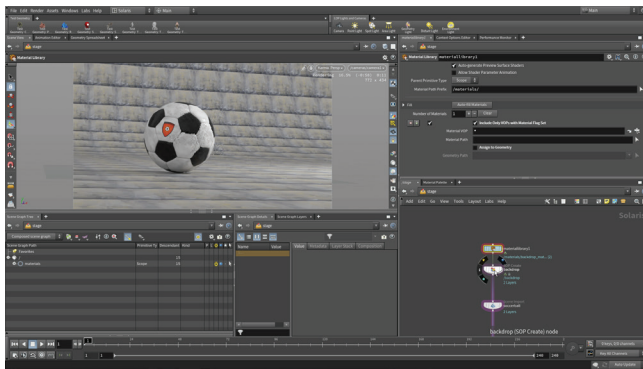
在Houdini中，材质存在于VEX Builder环境中，在这种情况下，该环境嵌套在材质库节点内。一种材质由定义材质属性的VOP节点或Material X节点构成。

原则性着色器是一种超级材质，可单独使用以指定纹理贴图并实现多种外观效果。你也可以创建自己的着色器和材质，以获得更高级的外观。



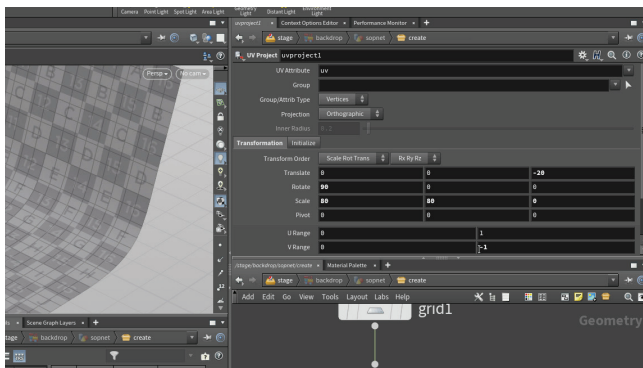
**05** 在场景视图中，通过相机1进行查看，以观察你的镜头画面。足球标志相对于此相机的位置不太准确，因此你需要旋转足球。

在场景视图中，选择足球。按下Tab键>变换（transform）。这会在链的末尾添加一个变换节点。使用手柄工具，按下r键获取旋转手柄，旋转球以正确看到标志。你可能需要四处旋转视角才能实现。你可以在Karma或Houdini GL视图中执行此操作。如果你不喜欢所做的编辑，可以删除该节点并重新尝试。要取消选择soccerball\_geo，在场景图中按住Ctrl键并单击它。



**06** 现在，让我们给背景材质添加一些纹理贴图。双击材质库节点，然后选择backdrop\_mat节点。

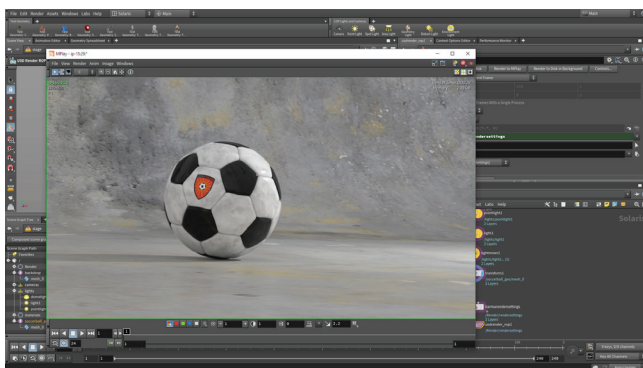
将基础颜色设置为1, 1, 1，因为此颜色将与纹理贴图相乘。现在点击“纹理（Textures）”选项卡，在“基础颜色（Base Color）”下点击“使用纹理（Use Texture）”。点击“文件选择器（File Selector）”按钮，使用\$HIP转到 /tex 目录并选择backdrop\_color.rat。你还可以将backdrop\_reflect.rat纹理添加到“反射率”中。你可以在场景视图中看到，UV没有正确设置，纹理贴图无法正常工作。



**07** 回到“舞台”层级，然后双击背景节点进入几何体层级。在“网格”和“弯曲”节点之间添加一个“UV投影”节点。

将节点放在此处，以便在曲面弯曲之前创建UV坐标。在uvproject节点上，点击“初始化（Initialize）”选项卡，然后点击“初始化（Initialize）”按钮。返回“变换（Transformation）”选项卡，将“V范围”设置为0, -1。这样就能正确定向UV。

重要提示：将显示标志（Display Flag）重新设置到细分（subdivide）节点。

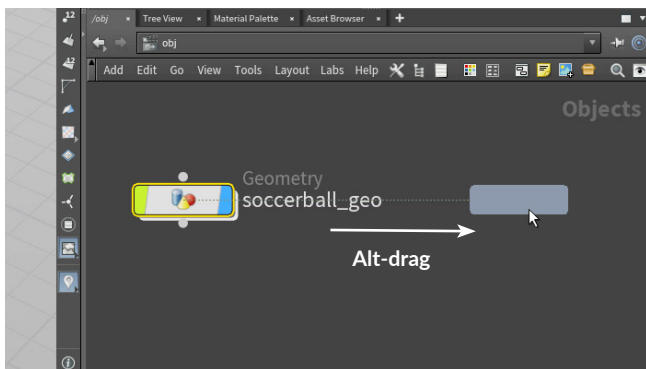


**08** 回到“Stage”层级。在“网络视图（Network View）”中，按Tab键>选择“Karma”，以添加一个“Karma渲染设置”和“USD渲染ROP”节点。

将它们连接到链的末端。选择“karmarendersettings”节点，然后在“图像输出（Image Output）”>“滤镜（Filters）”选项卡上，将“去噪器”设置为“nvidia Optix去噪器”，以重新开启去噪功能。选择“usdrender\_rop”节点。点击“渲染到Mplay”按钮。这将打开Mplay，显示渲染过程。选择“文件（File）”>“另存为帧（Save Frame As）”，将图像保存到磁盘。

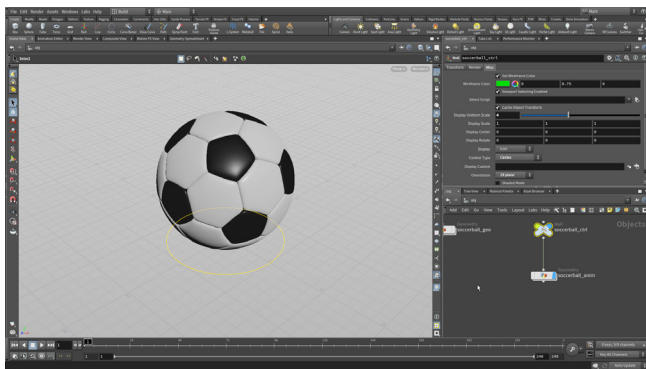
## 第七部分 操控足球

为了创建球弹跳的动画，你首先要构建一个简单的绑定，这样设置关键帧会更容易。这将涉及设置空对象，以便你可以在视口中进行交互式操作，并在足球几何网络中添加节点，以实现球的旋转以及挤压和拉伸效果。

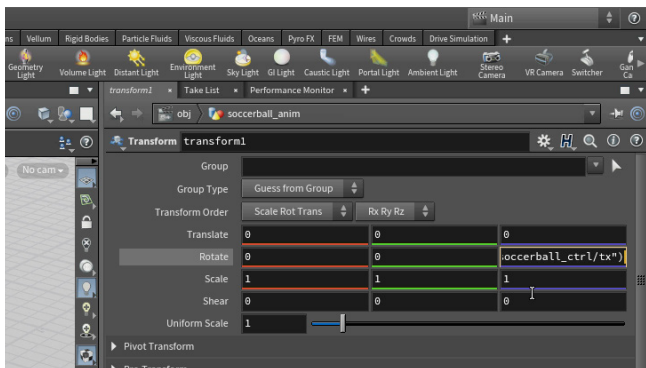


**01** 切换回“构建（Build）”桌面，点击其中一个路径栏并选择“obj”，导航至对象层级。现在在网络编辑器中，按住Alt键拖动“soccerball\_geo”以复制它。将此节点重命名为“soccerball\_anim”。

你将使用soccer\_anim来搭建你的绑定。现在关闭soccer\_geo节点上的显示标志以隐藏它。你不应该修改原始设置，因为该对象在Solaris场景的镜头1中正在使用。这个新的足球将用于动画化的镜头2。

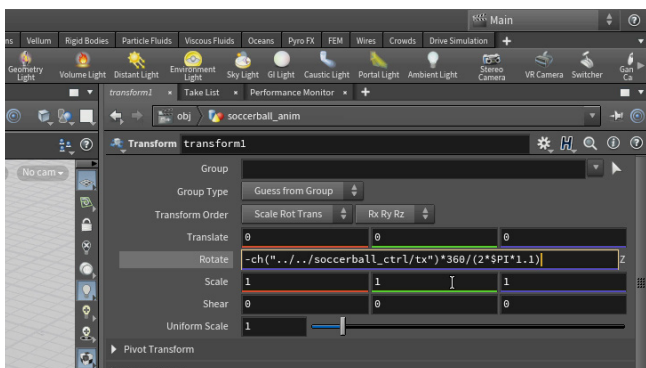


**02** 在“创建（Create）”货架上，点击“空物体（Null）”工具，然后按Enter键将其放置在原点。将其命名为soccerball\_ctrl。转到“杂项（Misc）”选项卡，将“控制类型（Control Type）”设置为“圆形（Circles）”，“方向（Orientation）”设置为“ZX平面（ZX Plane）”。将“显示统一缩放（Display Uniform Scale）”设置为4。这样就为绑定创建了一个易于选择且之后不会渲染的手柄。在网络编辑器中，将soccerball\_anim对象的输入连接到soccerball\_ctrl空对象的输出，以创建父子关系。移动空对象将带动球体移动。关闭soccerball\_anim上的选择标志，这样在进行动画制作时，就不会在视口中意外选中它。你将使用soccerball\_ctrl来代替。



**03** 选择soccerball\_ctrl节点。在参数面板中，点击“变换（Transform）”选项卡，然后右键点击“平移X（Translate X）”参数。选择“复制参数（Copy Parameter）”。深入研究soccerball\_anim对象。在细分节点和匹配大小节点之间添加一个变换（Transform）节点。右键单击“旋转Z（Rotate Z）”，然后选择“粘贴相对引用（Paste Relative References）”。这会在此参数中放置一个通道引用表达式。

`ch("../././soccerball_ctrl/tx")`  
这会将控制对象的移动与该节点上的旋转关联起来。

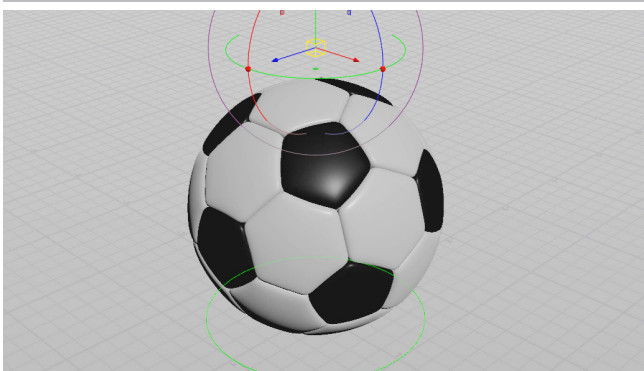


**04** 点击参数以展开通道。现在，你将使用球的周长（ $2\pi r$ ）来确定球在向前移动时的旋转情况。

编辑表达式，使其内容为：

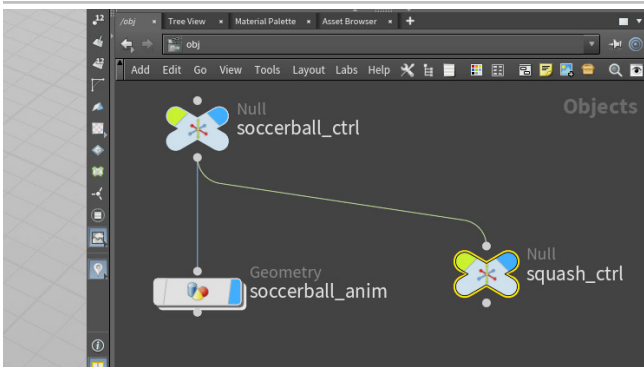
`-ch("../././soccerball_ctrl/tx")*360/(2*$PI*1.1)`

首先，你在前面添加一个负号（-）。然后，将球的位置乘以360度，再除以 $2\pi r$ （表达式中的 $\pi$ 为\$PI\$）。在对象层级，沿X轴移动soccerball\_ctrl。该表达式将使球旋转以匹配运动。完成后将其放回原点。



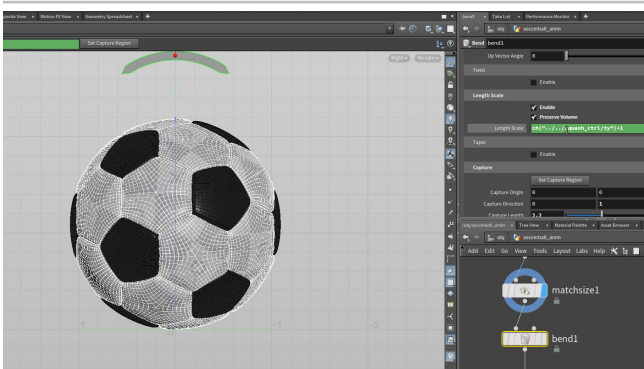
**05** 在视口中，在原点创建另一个空对象。将其命名为 squash\_ctrl 。转到“杂项 ( Misc )”选项卡，将“控制类型 ( Control Type )”设置为“盒体 ( Box )”，并将“显示统一缩放 ( Display Uniform Scale )”设置为0.2。

将空物体向上移动至刚好位于球体上方。Y 轴平移值应约为2.5。在“参数”面板中，选择“修改预变换 ( Modify Pre-Transforms )”菜单并选择“清除平移 ( Clean Translates )”。这会将空物体的Y 轴平移值设为0，即便它位于地面上方。为使该空物体驱动挤压和拉伸效果，它需要一个默认值0。



**06** 将“ squash\_ctrl ”空对象作为“ soccerball\_ctrl ”空对象的父对象。这样可以确保在对控制空对象进行动画设置时，这个辅助空对象也会随之移动。

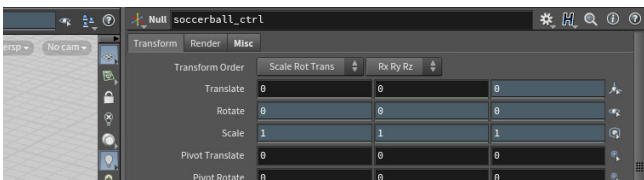
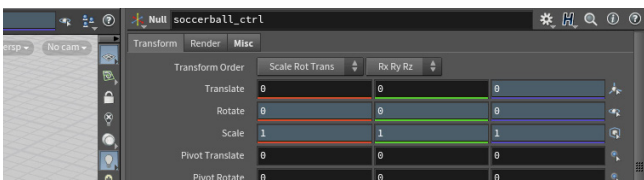
点击“挤压控制” ( squash\_ctrl ) 节点的“平移Y” ( Translate Y ) 参数。选择“复制参数” ( Copy Parameter )。你将使用此参数来驱动球体的挤压和拉伸。这样你就可以在视口中交互式地控制挤压和拉伸。



**07** Go into the soccerball\_anim object. Add a Bend node after matchsize. Turn Off the Limit Deformation to Capture Region checkbox.

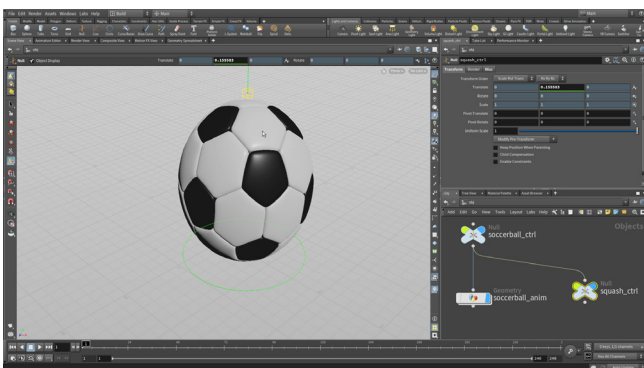
转到正确的视图，然后点击“设置捕捉区域 ( Set Capture Region )”按钮。打开网格对齐 ( Grid Snapping )，在球的底部放置一个点，在顶部再放置一个点。这将把“向上向量 ( Up Vector )”设置为0, 0, 1，“捕捉方向 ( Capture Direction )”设置为0, 1, 0，“捕捉长度 ( Capture Length )”设置为2.2。

打开长度比例并保持体积，然后右键单击长度比例并选择粘贴相对引用。在表达式末尾添加 +1。



**08** 进入对象层级并切换到透视视图。在“变换X”和“变换Z”参数上点击鼠标右键，选择“锁定参数”，将这些参数锁定在挤压控制对象 ( squash\_ctrl ) 上。在“缩放 ( Scale )”和“旋转 ( Rotate )”参数上点击鼠标右键，选择“锁定参数 ( Lock Parameter )”，锁定所有三个通道。

选择“ soccerball\_ctrl ”对象。锁定除“ Translate X ” ( X轴平移 ) 和“ Translate Y ” ( Y轴平移 ) 之外的所有通道。现在，当你选择这些控制器时，将只会看到未锁定通道的操控柄。这样使用绑定会更加便捷，因为动画师只能操作选定的参数。



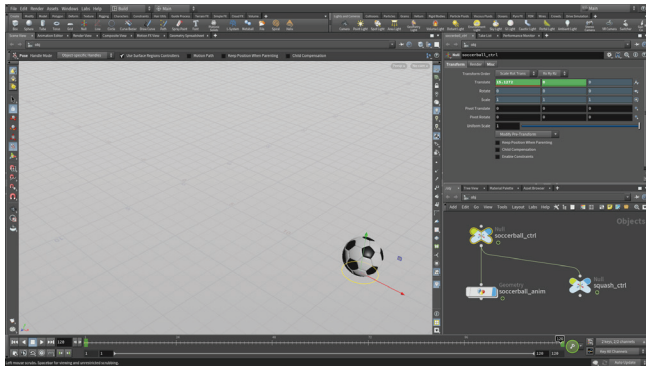
**09** 现在通过在X轴和Y轴上移动来测试这个绑定，并使用第二个手柄对其进行挤压和拉伸。一旦确定所有部件都能正常工作，将所有值都恢复到0，准备进行动画制作。

你可能需要在场景视图左侧工具栏中关闭“安全选择 ( Secure Selection )”。这样在使用移动工具时，选择两个控制空物体就会更容易。如果不关闭，那么每次你想要切换选择时，都需要按下S键。

继续操作前，请保存场景文件。

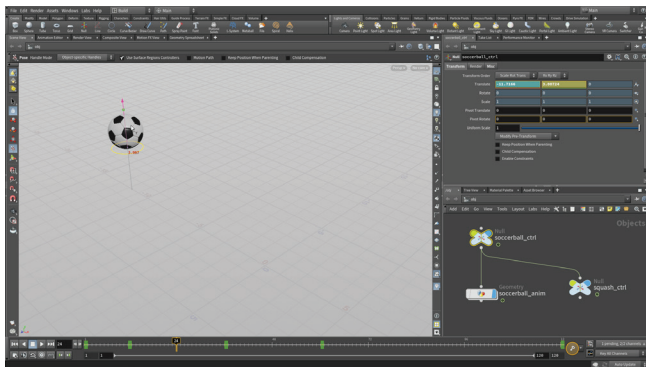
## 第八部分 制作一个弹跳球的动画

现在你可以使用足球绑定，并利用它来制作球弹跳的动画。你将学习如何设置关键帧、调整动画曲线以及在视口中使用时空手柄。弹跳球是一个经典的动画练习，为学习Houdini动画基础提供了绝佳机会。



**01** 在时间轴的左下角，点击“全局动画选项（Global Animation Options）”按钮。将“结束（End）”设置为120，然后点击“关闭（Close）”。这将把时间轴范围设置为120帧。确保你处于第1帧。

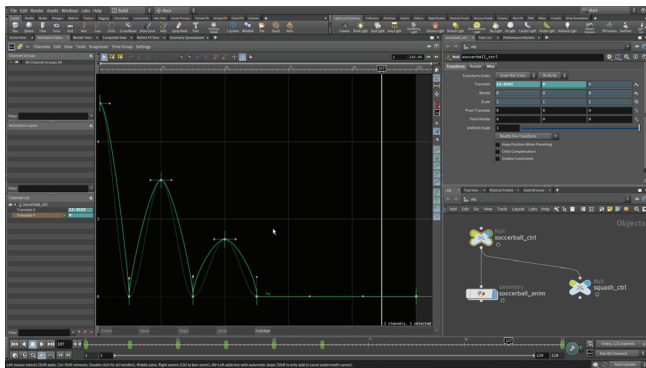
点击左侧工具栏上的“姿态（Pose）”工具，然后选择“soccerball\_ctrl”。将球在X轴上移动到大约-15的位置，然后按K键设置关键帧。将时间轴移动到第120帧。将球在X轴上移动到大约15的位置，然后按K键设置第二个关键帧。在时间轴上逐帧查看，确保球的动画效果正常。根据绑定设计，球应该处于移动和旋转状态。



**02** 将时间轴移动到第12帧，然后按K键设置一个中间关键帧。在第36帧和第60帧重复此操作。所有这些关键帧都位于地面上。

现在转到第1帧，在Y方向上抬起球。你不需要设置另一个关键帧，因为这个动作只是更新你已经在第1帧设置的关键帧。

移动到第24帧，在Y方向上把球抬起的幅度比第1帧时稍小一些。按下K键设置一个关键帧。移动到第48帧，把球抬起的幅度更小。再按下K键设置另一个关键帧。



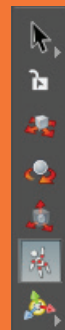
**03** 在时间轴上拖动查看，球看起来像是在漂浮，而你希望球接触地面时能有强烈的撞击感。点击“动画编辑器（Animation Editor）”窗格选项卡。

从“作用域参数”列表中，点击“Y轴平移”。按下H键将曲线视图归位。选择球触地的三个关键帧，然后按下图表上方“功能”栏中的“取消关联控制柄”按钮。现在点击空白处取消选择，然后开始调整切线控制柄，使每个点都产生明显的反弹效果。你也可以拉伸顶部的控制柄，使球在最高点减速。

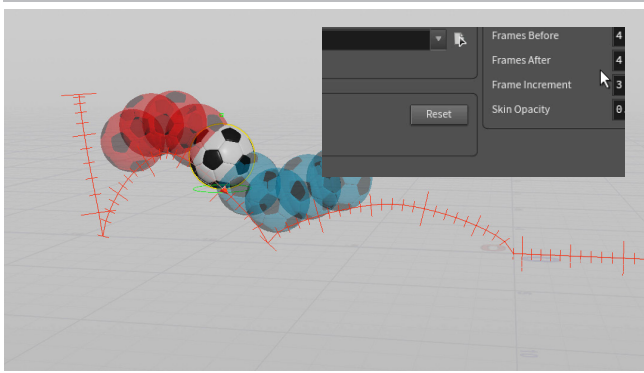


### 姿势工具

你可以使用“移动（Move）”或“操控柄（Handle）”工具轻松操作足球绑定中的两个控制对象。使用“姿态（Pose）”工具的优势在于，它能让你访问运动路径操控柄（Motion Path），并且如果你使用反向运动学，还有一些特殊的操控柄可用于控制系统。因此，当你开始在绑定上设置关键帧时，一定要记住这个工具。“安全选择（Secure Selection）”不会限制“姿态（Pose）”工具选择不同的对象。

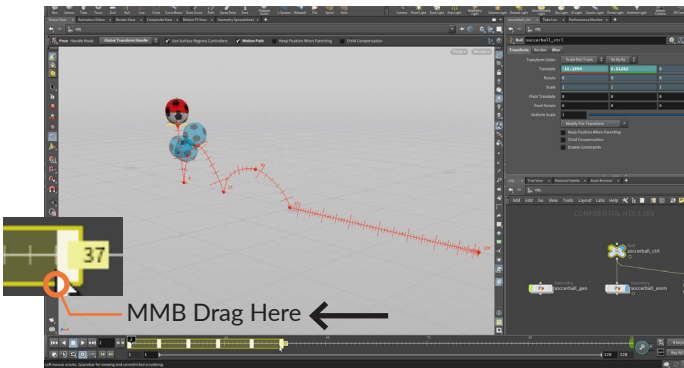


- 选择
- 安全选择 [~]
- 移动 [T]
- 旋转 [R]
- 缩放 [E]
- 姿势 [Y 或 Ctrl+R]
- 处理 [回车]

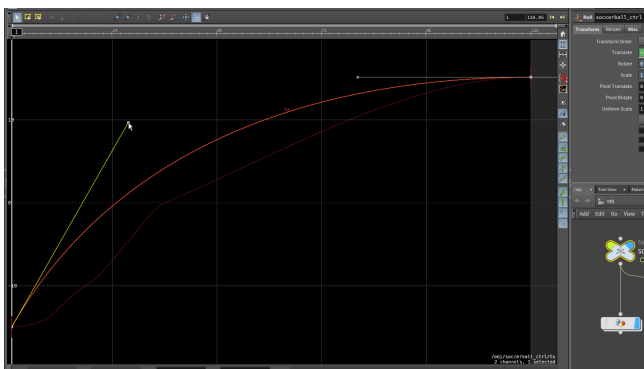


**04** 回到场景视图并预览结果。现在每次球落地时，碰撞效果都更加清晰。确保已激活Pose工具并选中了。

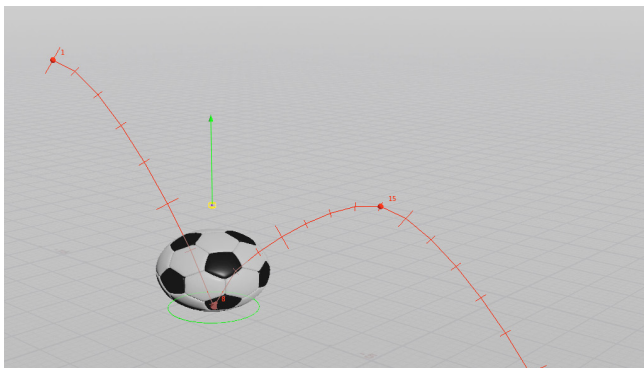
并选中了 *soccerball\_ctrl* 节点。在顶部栏中，打开运动路径手柄“Motion Path handle”。这会显示球弹跳的轮廓路径。点击每个关键帧标记以调整弹跳效果。右键点击手柄以显示切线，从而对曲线进行更精细的控制。转到 *soccerball\_anim* 的杂项选项卡，将 *Onion Skinning* 设置为完全变形。按下空格键-d，然后从 *Scene* 选项卡中调整 *Frame Increment* 以及 *Frames Before* 和 *Afer* 颜色。



**05** 要调整时间，你也可以使用时间线。按住 *Shift* 键，从第1帧到时间线中的最后一个关键帧拖动一个边界框，以选中所有关键帧。接下来，用中键拖动框末端下方的手柄，缩放弹跳的时间以加快速度。你也可以用中键选中每个关键帧，然后用中键拖动，按你想要的方式调整每个关键帧的时间。在这里你将确定弹跳的时间节奏。不断尝试，直到得到你想要的效果。注意，由于 *X* 轴平移值，弹跳可能会有些不自然。你将在下一步中修复这个问题。

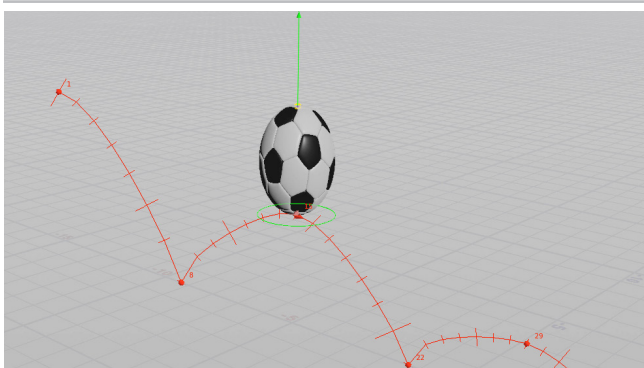


**06** 点击 *Animaton Editor* 选项卡，你会看到两条曲线。从范围参数列表中，点击 *soccerball\_ctrl* 的 *Translate X*。现在选中除了第一个和最后一个之外的所有关键帧。按下 *Delete* 键删除。现在使用曲线手柄，从高斜率调整到低斜率。这会使球在开始时移动得更快，在结束时移动得更慢。注意，如果你回去在运动路径手柄上调整 *X* 轴上的点，会得到奇怪的结果，因为在那个方向上不再有中间关键帧 - 从这一步开始，只使用它来调整 *Y* 轴。



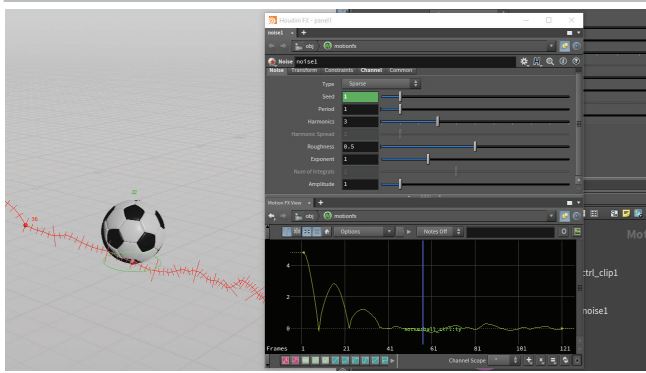
**07** 返回场景视图。右键单击运动路径手柄“Motion Path handle”，然后选择 *Persistent*。这样，当你为挤压和拉伸设置关键帧时，它会作为

参考保留下来。选择挤压控制器“*squash\_ctrl*”并关闭其运动路径“*Moton Path*”。前往第一次弹跳处，向后移动一帧。选择挤压控制器手柄“*squash\_ctrl*”并将球稍微拉伸一点。按 *K* 键设置一个关键帧。现在前往弹跳帧，向下移动手柄以产生挤压效果。设置另一个关键帧。向前移动一帧，将球拉伸直到变圆。设置另一个关键帧。对所有弹跳重复此操作。

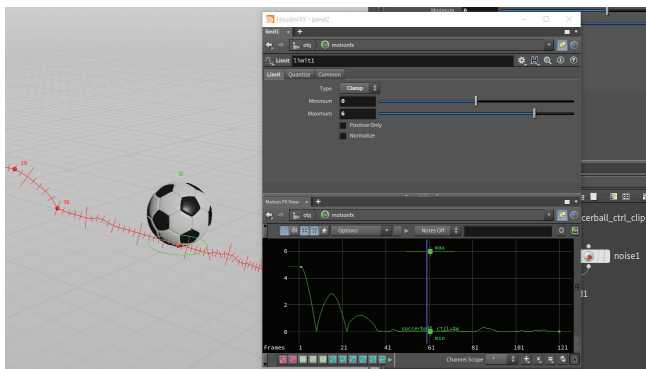


**08** 完成后，拖动时间线并通过右键单击播放运动以预览结果。确保弹跳的最高点有拉伸效果。确保时间线中的实时切换处于开启状态，以便正确评估运动。

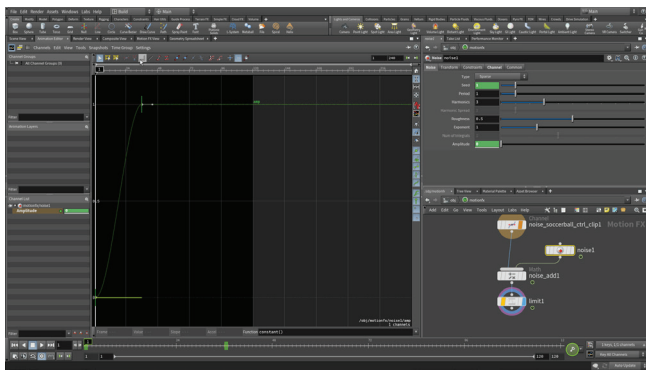
你现在可以使用动画编辑器“*Animaton editor*”对挤压和拉伸进行微调。确保关键帧与足球的弹跳保持一致。



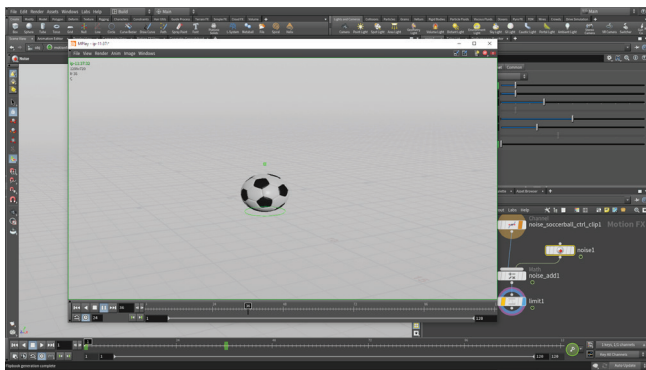
**09** 选择足球控制空物体空对象。右键单击TranslateY然后选择Moton FX > Noise，会弹出一个面板，其中包含可用于控制噪波的参数。此时会创建一个新的子网，其中的CHOP节点会将信息发送回足球控制的TranslateY位移通道。将振幅“Amplitude”设置为5,然后按下播放键“Play”，看看效果。这会添加明显的上下运动，让人感觉像是有严重的颠簸。将Amplitude设为1。这会给球的运动带来更细微的颠簸。



**10** 当前部分运动轨迹会穿透地面，需重点保留地面以上的弹跳效果。返回物体层级，再次选中足球控制空物体。右键单击TranslateY，选择Moton FX > Limit. Set Minimum，将最小值“Minimum”设为0，最大值“Maximum”设为6。现在足球将保持水平移动并伴随轻微颠簸，而不会全程上下浮动。



**11** 球弹跳时不应有任何噪点。只有球滚动时才需要噪点。你可以通过设置振幅“Amplitude”的关键帧来开启和关闭噪点。在新创建motonfx网络中，选择noise1 CHOP节点。转到第37帧,此时球停止弹跳并开始滚动。按住Alt键点击Amplitude以设置一个关键帧。转到第1帧，将Amplitude设置为0。再次按住Alt键点击Amplitude以设置第二个关键帧。转到动画编辑器“Animation Editor”并选择曲线。点击常数栏“Functions”中的常量“Constant”按钮。这将创建从无振幅到振幅为1的急剧变化。



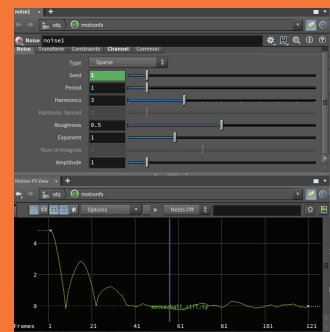
**12** 完成设置后关闭窗口，右键单击运动路径手，取消勾选持久显示“Persistent”以在取消选中时隐藏路径。在场景视图左侧工具栏点击渲染翻页书Render Flipbook，保持默认设置并点击开始“Start”。等待序列捕捉完成后，即可在Mplay窗口中播放翻页书效果，可通过拖拽进度条评估运动效果。最后保存工程文件。



## 运动特效

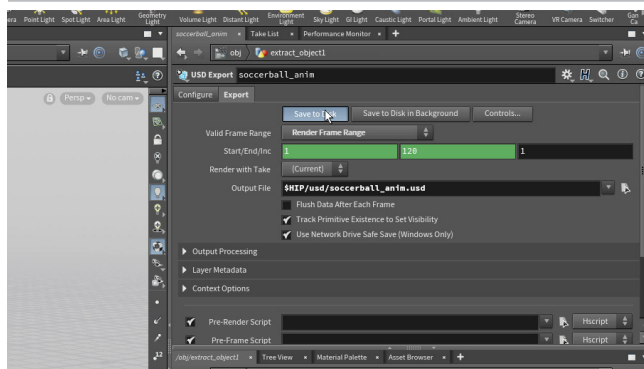
虽然关键帧和动画曲线存储在节点的参数中，但您也可以使用通道运算符(CHOPs)，以一种更基于程序节点的方式来处理运动。

Moton FX 可以应用于关键帧动画，这些动画被提取并存储在通道CHOP中。然后，你可以对现有动画应用诸如循环、噪波、平滑、限制或延迟等效果。在“约束”架子上，你可以使用一些工具，使一个参数能够注视、滞后或跟随另一个参数抖动。



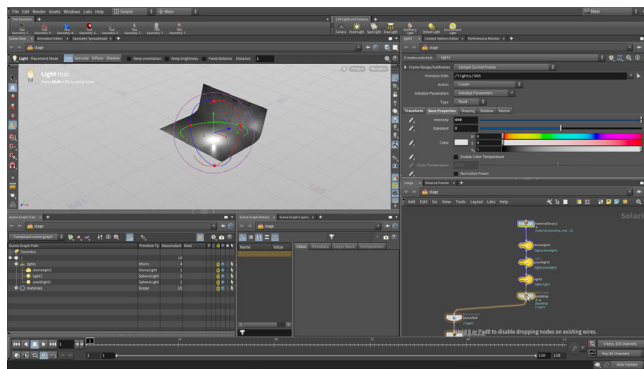
## 第九部分 灯光、镜头、开拍!

要渲染出动画足球，你需要回到Solaris环境并设置第二个镜头。你将从背景几何体分支出新的LOP节点，然后调整灯光和相机，以适应足球的弹跳动画。你还需要为变形几何体设置运动模糊。



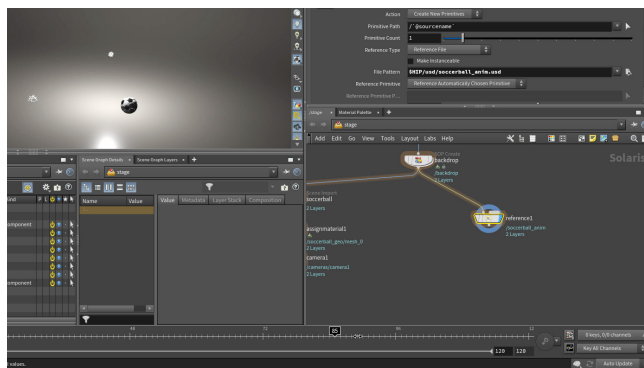
**01** 进入对象层级。双击 *soccerball\_anim* 深入其中。按 **Ctrl** 选择所有几何体，然后进入修改面板“Modify”并选择提取“Extract”。

这会将球的所有运动和弯曲效果整合到一个网络中。你可以看到一个对象合并节点“*objectmerge* node”，它将球提取到一个名为“new object”的新对象中。右键单击输出，找到USD Export，然后单击放置此节点。将此节点重命名为 *soccerball\_anim*。点击Export选项卡，然后设置C到渲染帧范围“Render Frame Range”，并将输出文件“Output File”设为 *\$HIP/geo/soccerball\_anim.usd*。点击保存到磁盘按钮“Save to Disk”。



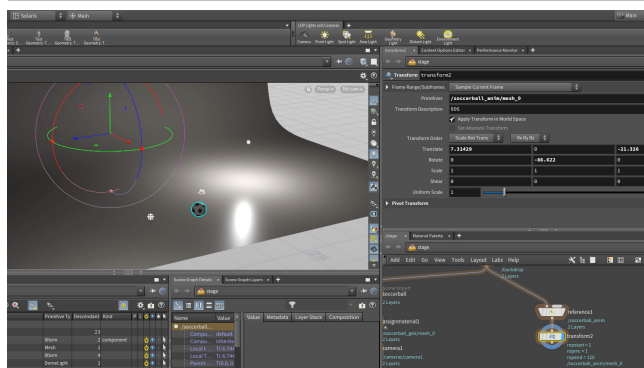
**02** 回到 Solaris 桌面，将路径指向 / 场景“stage。”。在网络视图中，在 *karmarenderstngs* 渲染设置节点之前添加一个

空Null节点，命名为 *SHOT\_01*。断开三个灯光节点(不是灯光混合器)的连接，将它们移到背景节点上方。这不会改变第一个镜头的外观，但能让你在两个镜头之间共享这些节点。将backdrop (背景)、light (灯光) 和 material library (材质库) 节点移到右侧。



**03** 放大视图，在背景节点下方右侧添加一个引用节点“Reference”。将背景节点连接到这个新节点，并设置其显示标志。在文件模式旁边，点击文件选择器，找到 *soccerball\_anim.usd* 文件。将该节点重命名为 *soccerball\_anim*。

在时间轴中，在Houdini GL 视图进行擦除，以查看USD文件中的缓存动画。



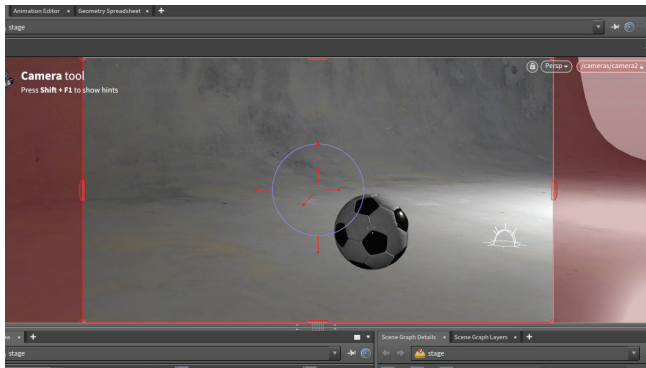
**04** 使用选择工具，点击新的动画足球。在场景视图中，按 **Tap** 键，然后选变换“Transform”，向图形添加一个变换节点。

在场景视图中，使用变换手柄将球移到背景的中间后方。拖动时间线，观看球向右弹跳。让球停在80帧左右的位置。按 **R** 键调出旋转手柄。旋转球，使其从背景处以一定角度弹跳。拖动时间线，看看你是否喜欢它的运动方向。



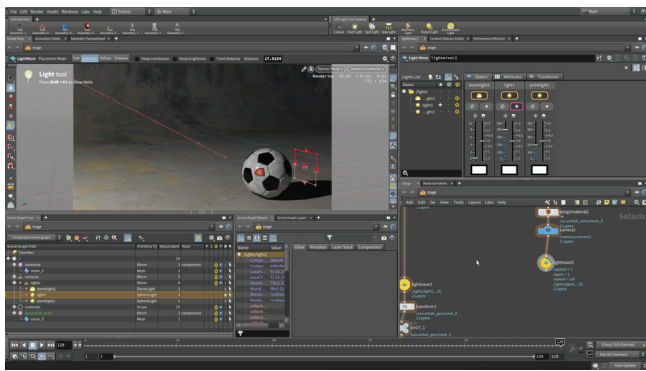
**05** 在网络视图中，从镜头 1 网络中选择“指定材质”节点，然后按住Alt键拖动以创建该节点的副本。将变换节点“transform”连接到指定材质节点“assignmaterial”，然后设置其显示标志“Display Flag”。这会将材质指定给背景，但由于足球图元已发生变化，因此需要重新指定。

在soccerball\_mat的基元“Primitives”旁边的字段中，将Primitives名称更改为/soccerball\_anim，以便将材质重新指定给新的几何体。



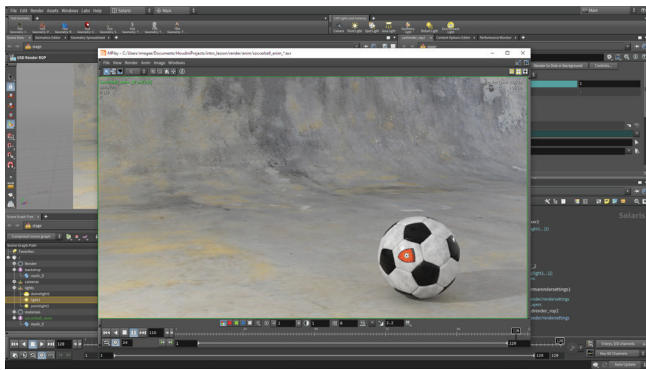
**06** 四处转动视角，直到你看到球从左上角向右下角朝着镜头做动画。在LOP Lights and Cameras货架中，按住Alt键点击相机工具，从你当前视角的角度放置一台相机。

按下锁定相机/灯光以查看按钮“Lock Camera/Light toView”，以便使用视图更改来重新定位相机。现在，在视口中进行旋转、平移和推拉操作，微调相机以获得所需的镜头构图。拖动时间轴，确保相机在整个序列中都能正常工作。



**07** 在相机之后添加一个灯光混合器节点“Light Mixer”。在灯光混合器节点上，你需要移动灯光。这将使你能够使用之前学到的相同灯光手柄，为这个镜头做出灯光决策，并使用视图中的Karma显示来验证你的设置。你还可以使用灯光混合器节点来调整这个镜头的强度“intensity”和曝光“exposure”。

这些编辑操作在灯光混合器节点中进行，不会对原始灯光做出更改。灯光混合器可让您在多镜头设置下工作时调整现有灯光。



**08** 在网络视图中，按住Alt键拖动SHOT\_01he1和karmarendersetngs and usdrender\_rop节点和usdrender\_rop节点。将lightmixer节点连接到该链中。选择新的armarendersetngs节点，并确保相机设置为/camera2。将有效帧范围“Valid Frame Range”设置为渲染帧范围“Render Frame Range”，并将输出图片“Output Picture”设置\$HIP/render/anim/soccerball\_anim\_.\$F2.exr。\$F2会在渲染图像上添加填充为两位的帧编号，而/anim/会创建一个目录来存放这些帧。在usdrender\_rop节点上，点击渲染到磁盘“Render to Disk”。完成后，选择渲染>播放>加载磁盘文件“Render > Mplay > Load Disk Files”，打开渲染好的图像以查看最终序列。保存你的工作成果。



## KARMA 渲染器

Karma 是一款基于物理的HYDRA渲染器，旨在在Solaris/LOPS环境中处理USD文件。这使得它既可以在视口中用于交互式更新，也可以通Karma节点渲染到磁盘。

注意：Houdini 19 包含即将推出的Karma XPU渲染引擎的预览版。这个GPU/CPU混合渲染器处于Alpha阶段，许多功能仍在开发中，仅用于测试目的。你可以在场景视图的显示选项中或在Karma节点中选择XPU。

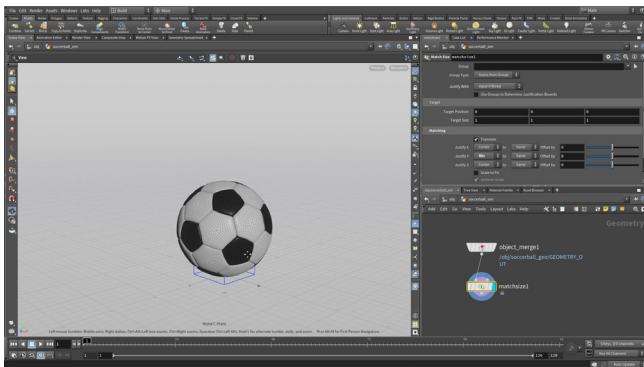


视口菜单

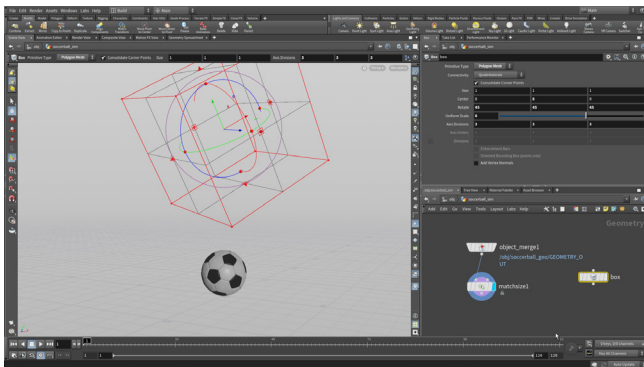
显示选项

## 第十部分 设置刚体模拟

虽然传统动画在制作单个足球的动画时表现出色，但如果你想制作一堆足球的动画，动力学则是更好的选择。动力学需要进行模拟，以便解算器能够逐帧确定每个参与对象之间的相互作用。你将使用点缓存几何体来为这个模拟获得高效的结果



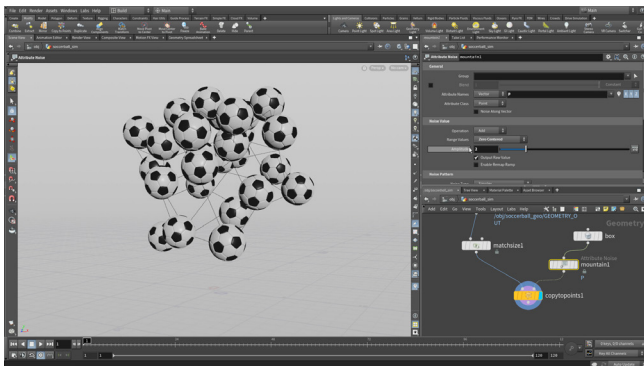
**01** 切换回构建桌面“Build”，导航至对象层级。通过关闭所有动画绑定节点和“提取对象”节点的显示标志将其隐藏。打开soccerball\_geo的显示。选择soccerball\_geo点，然后在修改工具架“Modify”上点击提取工具“Extract”。这会创建一个合并了足球对象的新对象。向上跳一级，将extract\_object重命名为soccerball\_sim。隐藏soccerball\_geo对象。深入研究occerball\_sim对象以处理几何形状。添加一个匹配大小节点“Match Size”，将球置于原点中心。



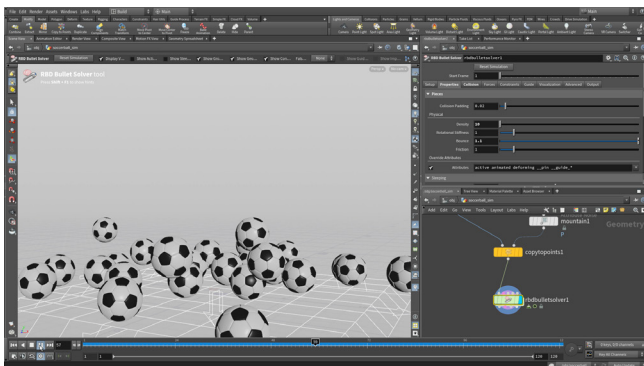
**02** 在网络视图中执行以下操作：按下Tab键>Box，然后将其放置在matchsize节点的右侧。节点右侧创建BOX节点，设置该Box节点参数

- 中心点“Center” 0, 8, 0
- 旋转角度“Rotate” 45, 45, 45
- 基本体类型“PrimitiveType”转换为多边形网格“Polygon Mesh”
- 统一缩放“Uniform Scale”设为6
- 轴细分“Axis Divisions”设为3, 3, 3

此配置可将对象精确定位至模拟所需位置



**03** 在网络视图中，在其他节点正下方添加一个复制到点节点“Copy to Points”。将匹配大小节点“matchsize”连接到第一个输入端口，将长方体节点“box”连接到第二个输入端口。打开打包与实例化选项“Pack and Instance”。这将创建一个速度更快的模拟，因为几何体将被实例化到立方体的点上。设置复制到点节点“copytopoints”的显示标志“Display Flag”。在网络视图中，按Tab键>Mountain，并将节点放置在盒子和复制到点节点之间。关闭沿向量噪波选项“Noise AlongVector”，然后将振幅“Amplitude”设置为2，范围值“RangeValues”设置为以零为中心。“Zero Centered.”这将使盒子上的点产生抖动。

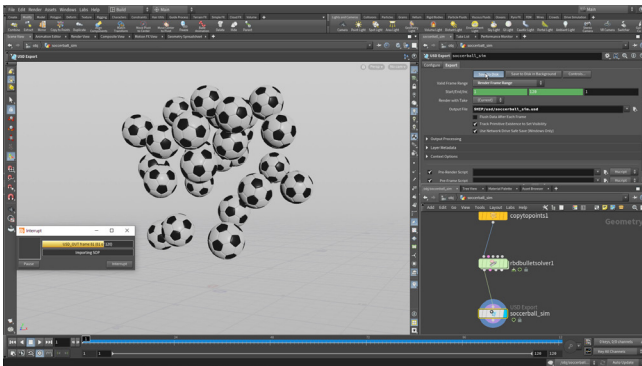
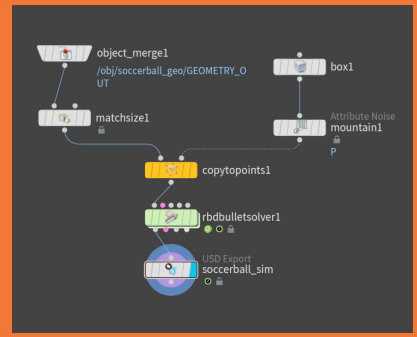


**04** 确保你处于第1帧。在copytopoints节点之后添加一个“RBD Bullet”解算器节点。点击碰撞“Collision tab”选项卡，向下滚动到地面碰撞“Ground Collision”，并将地面类型“Ground Type”设置为地面平面“Ground Plane”。按下播放键“Play”测试模拟。模拟已缓存，这样你就可以在时间轴上拖动查看结果。在Collisions选项卡下，将反弹“Bounce”设置为0.8。在属性“Propertes”选项卡下，将密度“Density”设置为1.0，反弹“Bounce”设置为1.1。在此节点的参数窗格选项卡下，点击重置模拟“Reset Simulaton”按钮，然后按播放“Play”按钮重新模拟。拖动滑块进行评估。



## 隐藏在SOPS中的DOPS

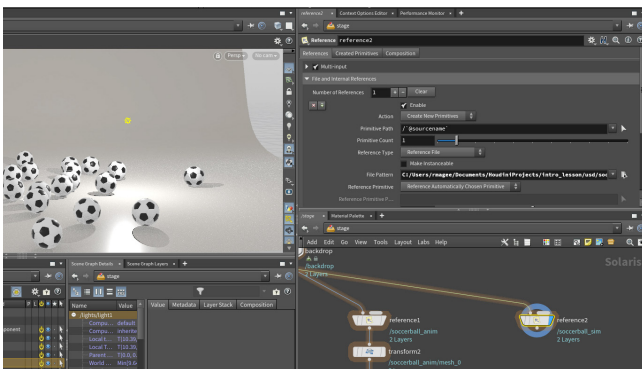
在Houdini中，模拟是使用动力学运算符(Dynamic Operators)或DOPs 进行处理的。在几何体/标准运算符(Geometry/SOP)环境下使用RBD Bullet解算器节点时，你所使用的节点内部隐藏着一个动力学网络。这使得在几何体层级进行设置变得很容易，所有DOP 节点都已连接好并准备就绪，只是隐藏起来看不到。对于更简单的设置，在几何体层级进行操作就能得到合适的模拟效果。如果你需要对不同的解算器有更多控制，那么就需要直接在DOPS中进行操作。



## 05

在链的末尾，添加一个USD Export节点，设置其显示标志，并将其重命名为 *soccerball\_sim*。将有效帧范围设置为渲染帧范围，并将输出文件设置“Output File”为 *\$HIP/geo/soccerball\_sim.usd*。

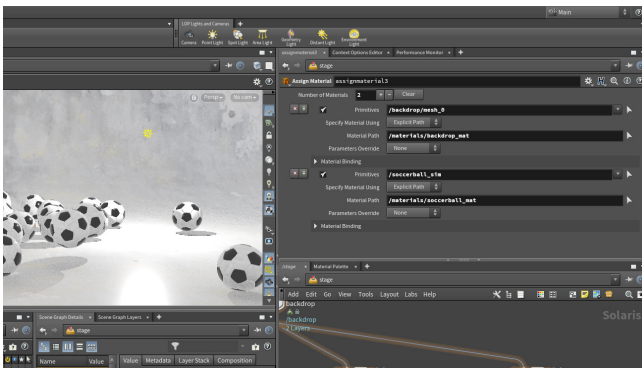
点击保存到磁盘按钮“Save to Disk”，这将把USD 文件保存到你的地理目录中。你将把这个缓存的资源作为第三个镜头引用到Solaris 设置中。



## 06

将你的桌面恢复为Solaris并将路径设置为 */stage* 确保你从透视图菜单“persp”中选择了Houdini GL。

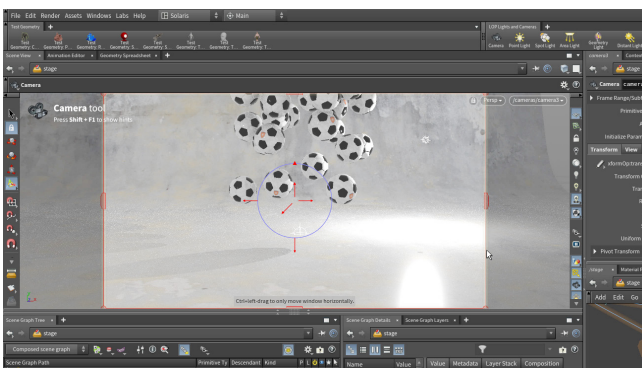
按住Alt键拖动soccerball\_anim 参考节点并设置其显示标志。将文件模式设置为 *\$HIP/geo/soccerball\_sim.usd*。将此节点重命名为 *soccerball\_sim*。



## 07

在网络视图中，从SHOT 2网络中选中 *assignmaterial* (材质指定) 节点，然后按住 Alt键拖动以创建该节点的副本。将 *soccerball\_anim* 节点连接到这个 *assignmaterial* 节点，接着设置其显示标志。这会将材质指定给背景，但由于足球基本体已更改，需要重新指定材质。

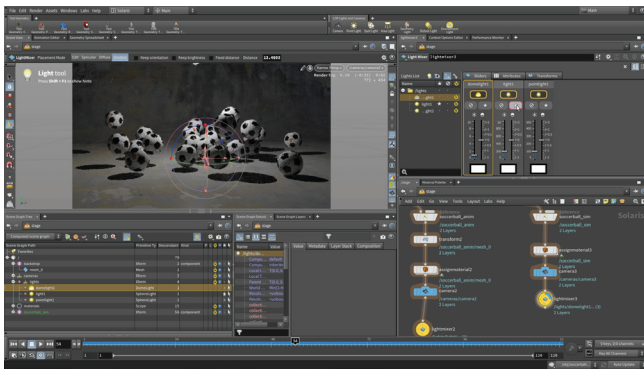
在 *soccerball\_mar* 对应的 基本体“Primitives”字段旁边的输入框中，把基本体名称改为 */soccerball\_sim*，从而将材质重新指定给新的几何图形。



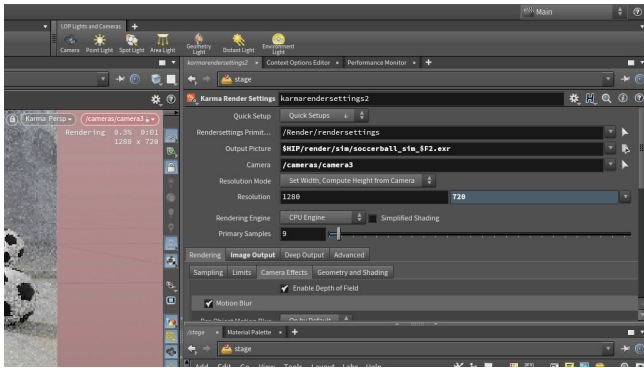
## 08

四处移动视角，直到看到球朝着镜头做动画。在LOP 灯光和相机面板中，按住Alt键点击相机工具，从你当前视角的角度放置一个相机。

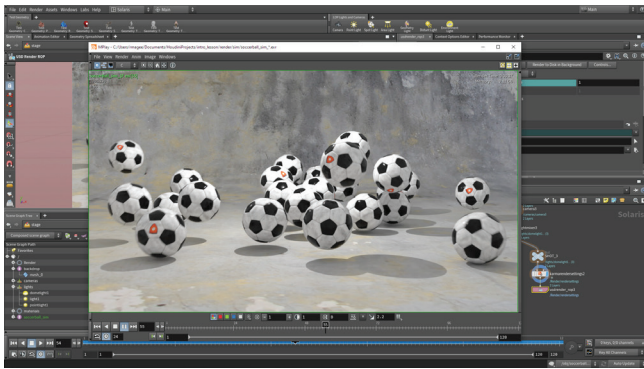
按下锁定相机/灯光以查看按钮“Lock Camera/Light toView”，以便利用视图变化重新定相机。现在在视口中进行旋转、平移和推拉操作，微调相机，以获得你想要的镜头构图。拖动时间轴，确保相机在整个序列中都能正常工作。



**09** 在相机之后添加一个灯光混合器节点“Light Mixer”。在灯光混合器节点上，你需要移动灯光这将使你能够使用之前学到的相同灯光控制柄，为这个镜头做出灯光决策，并使用视口中的 Karma 显示来验证你的设置。你还可以使用灯光混合器节点来调整这个镜头的强度“intensity”和曝光度“exposure”。这些编辑操作在灯光混合器节点中进行，不会对原始灯光做出更改。灯光混合器使您能够在多镜头设置下对现有灯光进行微调。



**10** 在“网络”视图中，按住Alt键拖动SHOT\_O2和karmarendersetngs and usdrender\_rop和usdrender\_rop节点。将新的lightmixer节点连接到该链中。选择新的karmarendersetngs节点，并确保相机设置为/camera3。



**11** 在usdrender\_rop节点上，将有效帧范围“Valid Frame Range”设置为渲染帧范围“Render Frame Range”，并将输出图片“Output Picture”设置为\$HIP/render/sim/soccerball\_sim\_2.exr。点击渲染到磁盘“Render to Disk”完成后，选择渲染>播放>加载磁盘文件“Render > Mplay > Load Disk Files”，打开渲染好的图像以查看最终序列。



## 结论

现在你已经从零开始构建了一个场景，涉及到Houdini的许多不同方面。你进行了建模、设置纹理、制作动画、渲染和模拟。在此过程中，你了解了Houdini的不同环境，以及如何在它们之间来回切换。虽然本课程不会产生轰动的视觉特效，但它向你介绍了一些基本技能，当你更深入地学习Houdini并开始探索其全面的工具集时，这些技能将一直伴随你。SideFX网站上有大量学习资料，可以帮助你迈出下一步。祝你旅途好运！祝你旅途好运！



---

---

## HOUDINI基础

# 节点、网络与数字资产

理解Houdini基于节点的工作流程的一个好方法是在项目环境中进行探索。开始学习如何以程序化的方式思考和工作非常重要。在本课程中，你将学习如何使用程序化节点和网络创建自己的自定义砖块化工具，以定义其功能和界面。

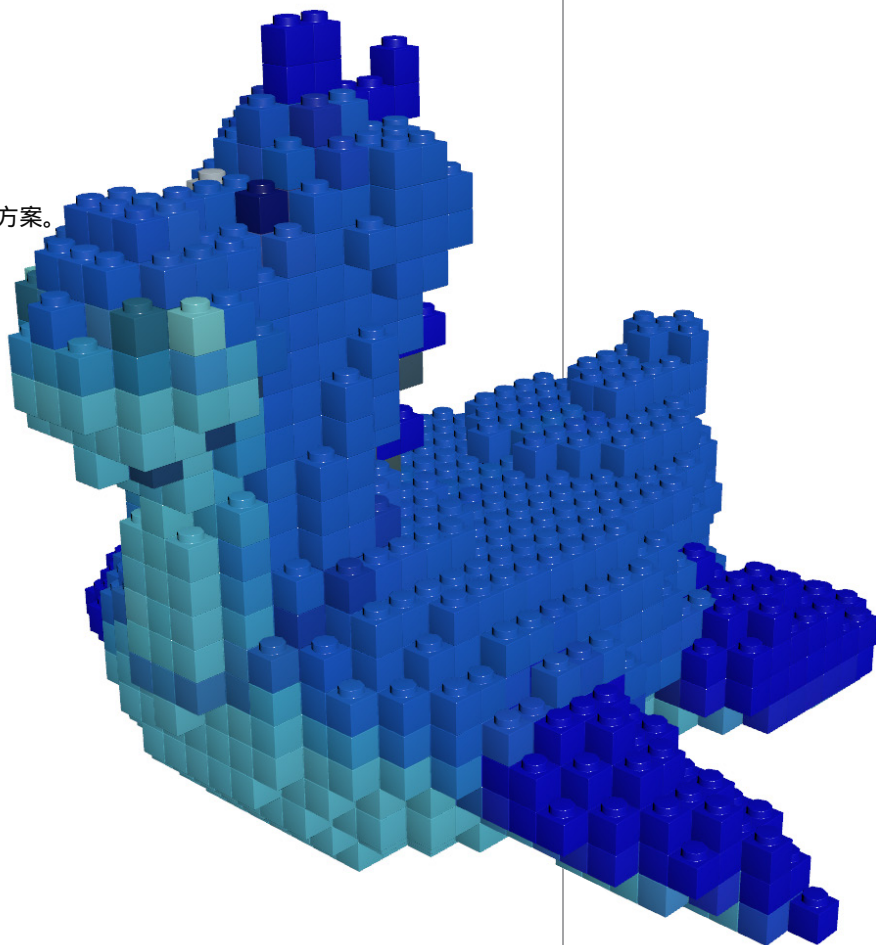
在此过程中，你将接触到Houdini工作区的不同方面。务必参考引言中的概述，以提醒自己这些用户界面元素是如何协同工作的。然后，这些课程将给你一个将想法付诸实践的机会，这是最好的学习方法之一。

### 课程目标

- 创建一个自定义工具，将任何给定的3D形状转换为积木。

### 你将学到什么

- 如何对塑料互锁积木进行建模。
- 如何将默认的橡胶玩具形状分解为点网格。
- 如何使用打包基元与实例化来加速交互。
- 如何使用属性通过纹理贴图为砖块上色。
- 如何使用节点和网络来控制数据流动
- 如何创建数字资产，以便打包并与他人分享你的解决方案。
- 如何让砖块随着时间推移逐渐出现。



### 课程兼容性

为Houdini19.5+版本的功能编写

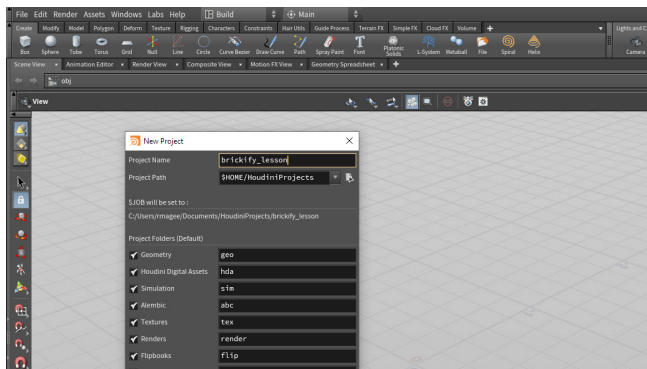
本课程中的步骤可以使用以下Houdini产品完成：

Houdini 核心版	✓
Houdini 特效版	✓
Houdini 独立版	✓
Houdini 学习版	✓
Houdini 教育版	✓

文档版本3.0 | 2022年7月  
© SideFX 软件

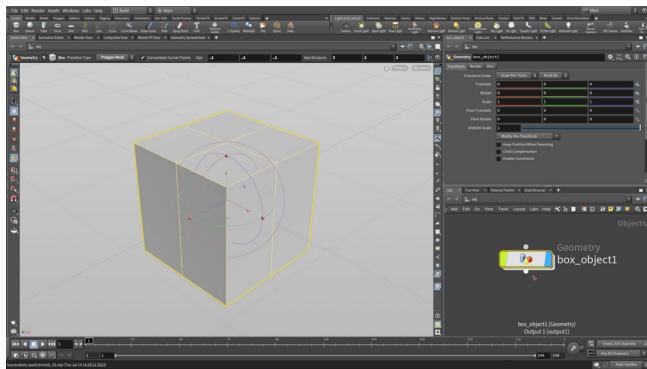
# 第一部分 创建单个积木

要开始操作，你将构建一个单块砖块模型，之后你会将其复制到各个点上，以创建砌砖形状。你将结合使用多边形建模工具来创建此形状。在此过程中，你会看到在Houdini中，你的每一个操作是如何创建一个节点的，该节点记录了创建几何体所采取的步骤。



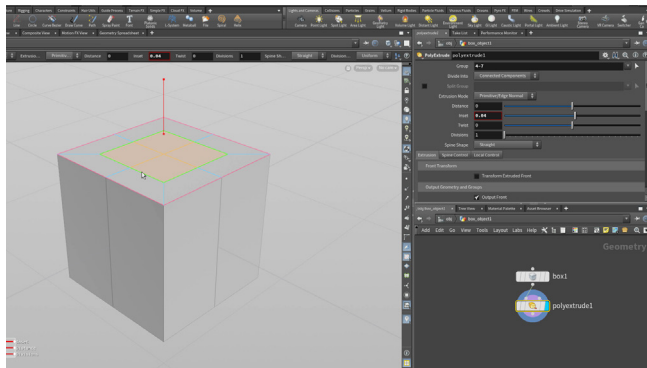
## 01

选择文件>新建项目“File > New Project”目名称更改为 *brickify\_lesson* 然后点击接受“Accept”这将创建一个项目目录，其中包含与该镜头相关的所文件的子文件夹。选择文件>另存为...“File > SaveAs...”。你应该查看新的 *brickify\_* 课程目录，将文件名设置为 *bricks\_01.hip*，然后点击确定“Accept”进行保存。



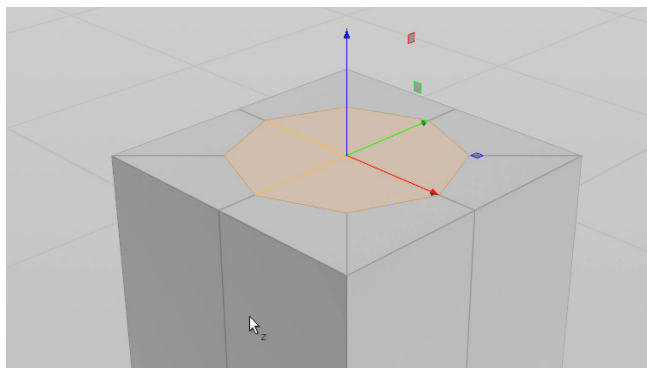
## 02

在视口中，按c键调出径向菜单。从该菜单中，选择创建“Create”>几何体“Geometry”>立方体“Box”。此时光标会显示一个等待放置在场景中的立方体轮廓。按Enter键将其放置在原点。在操作控制栏中“Operaton Controls”，将“Size”设置为0.2, 0.2, 0.2，将轴向细分“Axis Divisions”设置为3, 2, 3。你可以看到在网络视图中有一个 *box\_object*。此对象层级节点包含此形状的变换信息。操作控“Operaton Controls””会显示下一层级另一个box节点的参数。



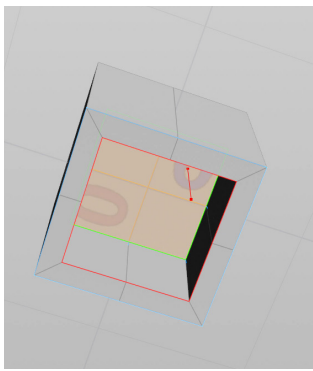
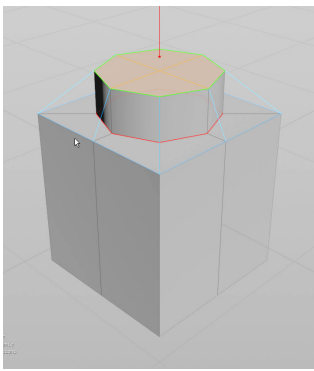
## 03

点击选择工具，然后按4键进入基本体选择模式。选择立方体上的顶部四个面。按c键调出径向菜单，选模型“Model”>多边形“Polygons”>多边形挤出“PolyExtrude.”。在网络视图中，你可以看到立方体节点连到一个多边形挤出节点。在参数面板中，使用滑块将嵌入“Inset”设置为0.04，这会在立方体的上表面创建新的多边形。每个节点都包含与其用途相关的参数。这些是几何节点，也称为表面运算符，即SOPs。



## 04

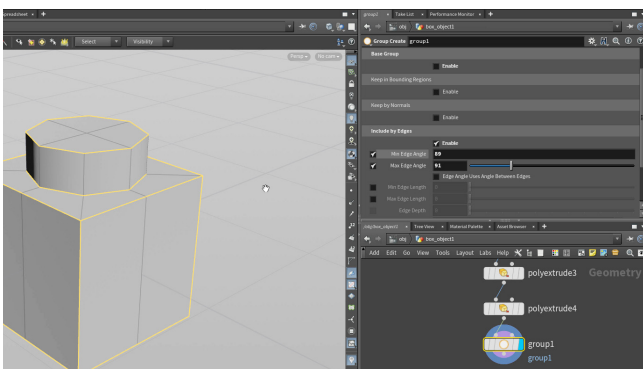
接下来，按下T键调出移动工具。这会在网络中添加一个编辑SOP节点。在视口中，右键单击空白区域调出菜单，然后选择“绘制圆形”将选定的多边形倒圆角。此菜单与编辑节点相关联。每个节点都有自己的界面，只要相关工具处于激活状态，你就可以访问该界面。在这种情况下，“移动”工具可让你访问控制柄。在其他情况下，将使用“控制柄”工具来访问节点的交互式控制柄。



## 05 按c键调出径向菜单，然后选择模型“ Model ”>多边形“ Polygons ”>多边形挤出“ PolyExtrude ”。

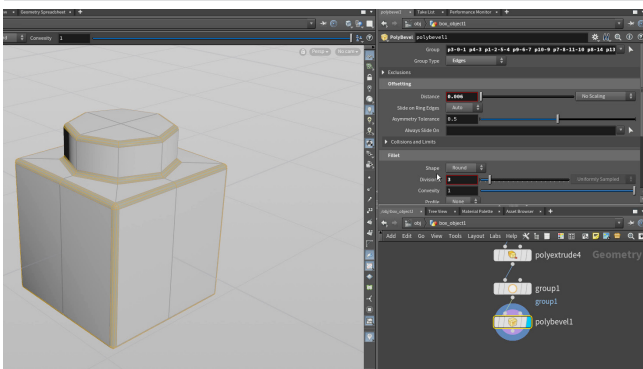
在场景视图窗格中，使用手柄向上拖动多边形，并将距离“ Distance ”设置为0.05。

四处旋转视角、按下s键进入选择模式，然后选中盒子底部的四个多边形。按下q键重复使用多边形挤出工具“ PolyExtrude ”。在参数面板中，使用滑块将内缩“ nset ”设置为0.025。再次按下q键重复使用该工具，并将距离“ Distance ”设置为-0.175。完成后，旋转视角回到能看到砖块顶部的位置。



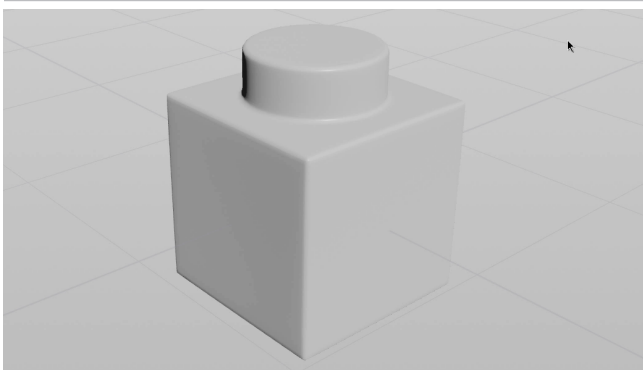
## 06

按下3进入边选择模式，按下n选择所有边。在场景视图中按下Tab键并开始输入Group...选择Group, 然后在参数面板中，将组名称设置为bevel\_edges接下来，在基本组“ Base Group ”下将“ 启用 ”设置为关、然后在“ 按边包含 ”部分将“ 启用 ”设置为“ 开 ”。打开“ 最小边角 ”并将其设置为89。然后打开“ 最大边角 ”并将其设置为91。



## 07 按s键进入选择工具。按9键打开选择组“ Select Groups ”选项。在弹出窗口中，点击bevel\_edges

组。在视口中，按c键调出径向菜单。从该菜单中，选择模型“ Model ”>多边形“ Polygons ”>多边形倒角“ PolyBevel. ”。这将添加一个多边形倒角节点. 并自动在“ Group ”字段中填入 bevel\_edges。现在将斜角偏移“ Bevel Offset ”设置为0.006。在圆角“ Fillet ”下、将形状“ Shape ”设置为圆形“ Round ”，分段“ Divisions t ”设置为3。



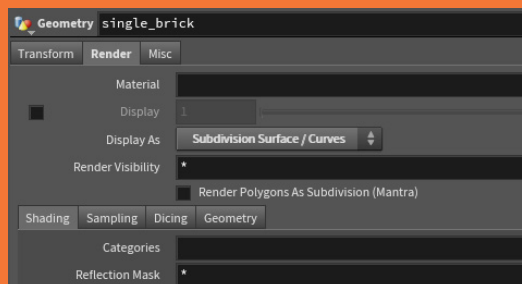
## 08 进入对象层级，在“ 网络 ”视图中，将对象重命名为 single\_brick。

选中该砖块后，按下Shif +键以开启此形状的细分曲面显示。取消选择砖块，即可看到细分后的模型。如果对象上出现线框、按下 v 键、然后从径向菜单中选择着色“ Shading ”>平滑着色“ Smooth Shading ”将其隐藏。保存你的工作成果



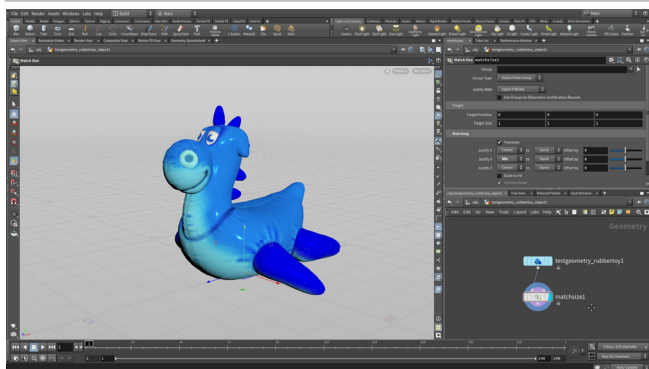
## 细分显示

你可以使用Shif +和 Shif - 来开启和关闭所选多边形对象的细分显示。这会创建一个视口细分，让你看到形状细分后的样子。这些热键用于设置 显示为“ Display As ”参数，该参数可在对象级别的对象的 渲染“ Render ”选项卡中找到。除非你在同一个选项卡上开启 将多边形渲染为细分表面“ Render Polygons As Subdivision Surfaces ”，否则你的对象不会以细分方式渲染。



## 第二部分 将砖块复制到点云

现在你要创建一个与特定几何形状匹配的点云。然后，你要将砖块实例化到三维网格上，以创建一个“砖块化”版本。实例化是通过打包砖块几何形状，然后将其实例化到这些点上来生成的。

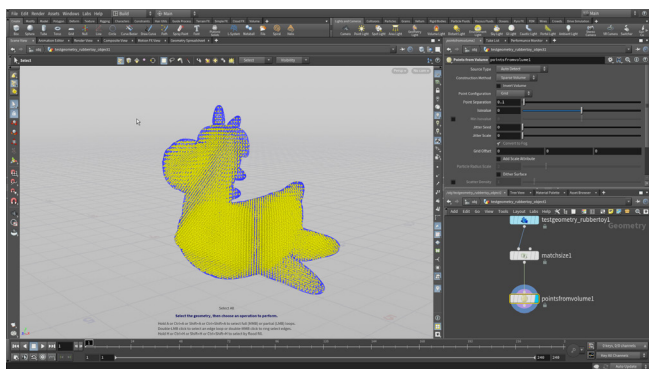


**01** 在场景视图中，按 **Tab** 键，开始输入 **Test...**，然后选择测试几何图形“**Test Geometry: RubberToy**”橡胶玩具按 **Enter** 键将其放置在原点。

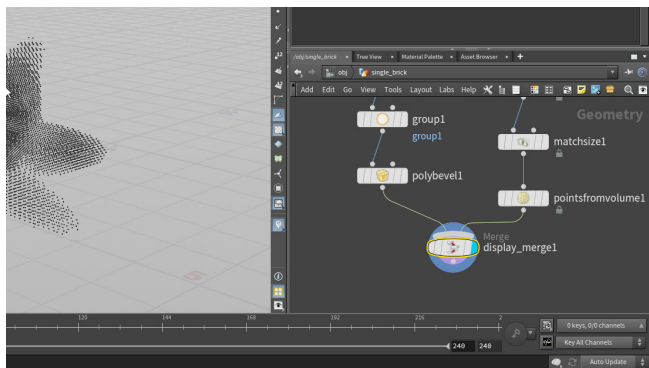
按 **I** 键进入测试几何图形对象。进行如下设置：

- 统一缩放“**Uniform Scale**”设为 **3**

现在添加一个匹配大小“**Match Size**”节点，将 **Y** 轴对齐设为最小“**Min**”。这会抬高玩具，使其坐落在面上。

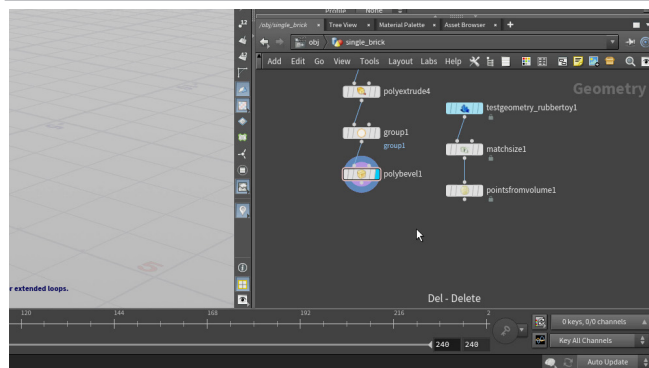


**02** 在网络编辑器中，右键单击 *matchsize* 节点的输出，输入 **Points...** 然后选择 **Points from Volumes**，并将其节点放置在网络中。现在，将其显示标志“**Display flag**”设置为聚焦于这个新节点的输出。按下 **s** 键进入选择工具，按下 **2** 键进行点选，然后按下 **n** 键选中所有点，这些点将以黄色高亮显示。你将把方块复制到这些点上。

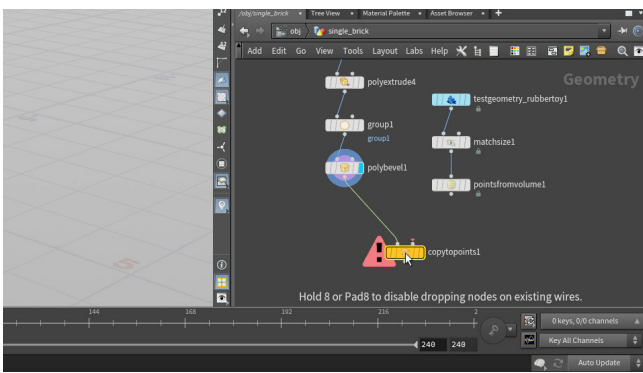


**03** 按 **u** 键回到对象层级，并将橡胶玩具的名称缩短为 *rubbertyo*。在网络视图中，按下 **shift** 键先点击 *rubbertyo*，然后点击 *single\_brick*。

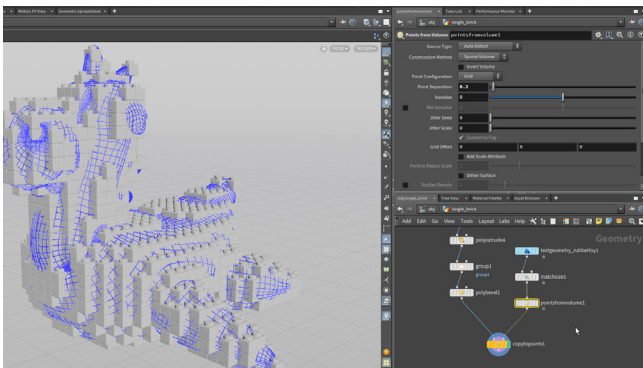
从“修改”货架选项卡中，选择“合并”将这些对象组合在一起。此时你将进入几何体层级，并且这些节点将被输入到一个合并节点中。



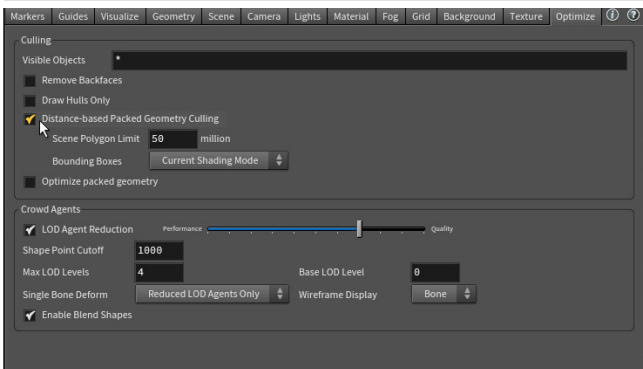
**04** 在网络视图中，选择 *display\_merge* 节点并按下删除键。按下删除键。现在 *polybevel* 节点链会显示出来而另一条链则不会显示。Houdini 允许您选择要显示的节点，该节点将是您返回对象层级时可见的节点。



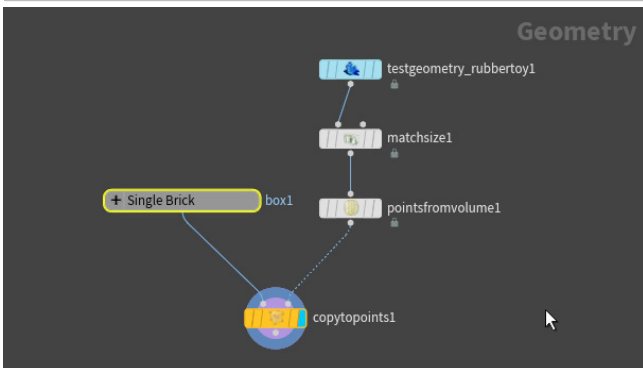
**05** 在多边形倒角节点的输出上右键单击，开始输入复制... “copy...” 并选择复制到点节点“Copy to Points”。点击将该节点放置在两条链下方并设置其显示标志“DisplayFlag”。打开打包与实例化“Pack and Instance”选项。这一点很重要，因为与关闭此选项相比，它将更快地显示复制的砖块。此时该节点上会出现一个错误，因为我们还没有连接第二个输入。



**06** 点击pointsfromvolume节点下方的点。然后将其连接到这些破块有起来相互重叠。回到pointsfromvolume节点，将点间距“Point Separation”设置为0.2。现在你要将砖块复制到网格的点上。



**07** 点击复制到点节点“copytopoints”。部分砖块可能会显示为深灰色，且无法正确显示砖块。这是因为视口中进行了几何剔除。您可以通过显示设置解决问题。在场景视图中，按空格键-d调出显示选项。点击优化“Optimize”选项卡，将场景多边形限制“Scene Polygon Limit”设置为大于5000万的数字，或者将基于距离的打包几何剔除“Distance-based Packed Geometry Culling”设置为关闭“OFF”。关闭浮动面板。现在，你可以看到所有砖块都作为打包实例复制到了点上。



**08** 在保存工作之前，我们先来整理一下网络。选择组成单个砖块的节点，然后按Shift-O组合键在它们周围创建一个网络框。点击该框的标题栏并输入单个砖块“single brick”。然后，你可以折叠该框并将其向下移动，以使网络不那么杂乱。保存目前的工作成果。



## 打包实例

如果你在复制到点“copy to points”节点上保持实例化与包“Pack and Instance”设置为关闭状态“OFF”，最终会得到一个包含超过一百万个点和图元的大型模型。由于未使用实例化，在视口中对其进行操作会非常缓慢。如果你将其打开“ON”，那么砖块模型上的338个点将被打包并实例化，这样就为“点复制”节点留下了更高效的点数。

Points	1,024,816	Center	0, 2.025, 0
Primitives	1,018,752	Min	-3.1, -0.5, -2.7
Vertices	4,075,008	Max	3.1, 4.55, 2.7
Polygons	1,018,752	Size	6.2, 5.05, 5.4

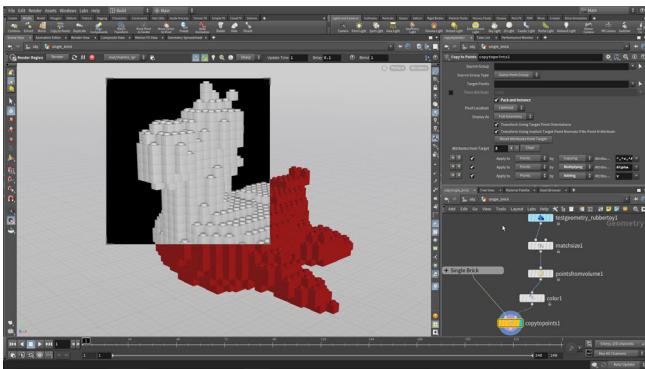
打包与实例化|关闭

Points	3,032	Center	0, 2.025, 0
Primitives	3,032	Min	-3.1, -0.5, -2.7
Vertices	3,032	Max	3.1, 4.55, 2.7
Packed Geos	3,032	Size	6.2, 5.05, 5.4

打包与实例化|开启

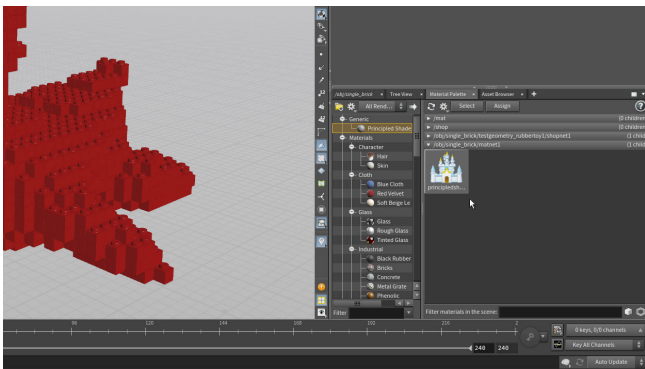
## 第三部分 添加颜色并切换为茶壶

现在你要为这些点添加颜色，然后实例化的砖块会拾取这些颜色。起初，这种颜色转移仅在视口中生效，但设置合适的材质后，你就可以设置点的颜色来渲染砖块。接着，你要在橡胶玩具和茶壶之间设置一个切换，以确保你的网络能适用于不同的形状。



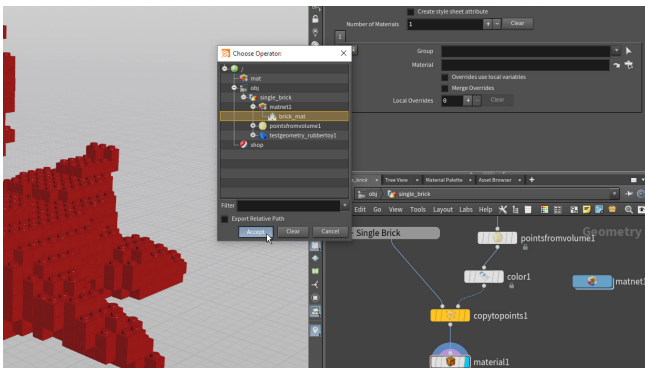
**01** 在 *pointsfromvolume* 节点和 *copytopoints* 节点之间添加一个颜色节点。这将为点添加颜色，这些颜色会被复制到砖块上。将颜色 “color” 更改为红色 “red”，以便砖块在背景中更加突出。

点击渲染区域工具 “Render Region”，在橡胶玩具上拖动出一个边界框。这将启动一次测试渲染，你会发现砖块并没有渲染成红色。你需要指定一种能够呈现颜色的材质。点击渲染区域右上角的 x 按钮将其关闭。



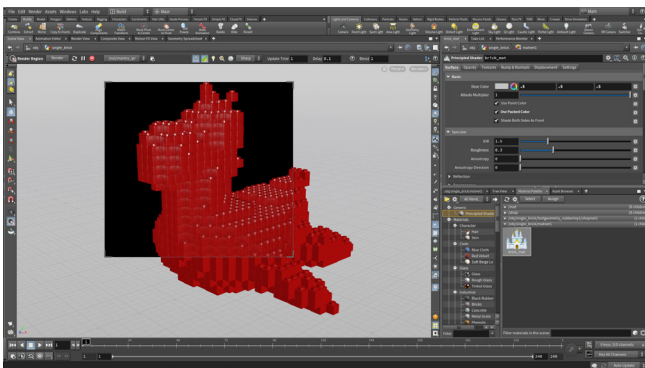
**02** 在网络视图中按 Tab 键，然后输入 Mat... 选择材质网络工具 “Material Network”，然后单击以在网络中放置该节点。

前往材质面板 “Material Palette”，关闭 *mat*/打开 *matnet* “/mat and open up /matnet”。将一个原则性着色器拖入 *matnet* 中。将其命名为 *brick\_mat*。



**03** 使用网络视图中的返回按钮回到几何网络。右键单击复制到点节点 “*copytopoints*” 的输出，然后输入材质... “Material...”

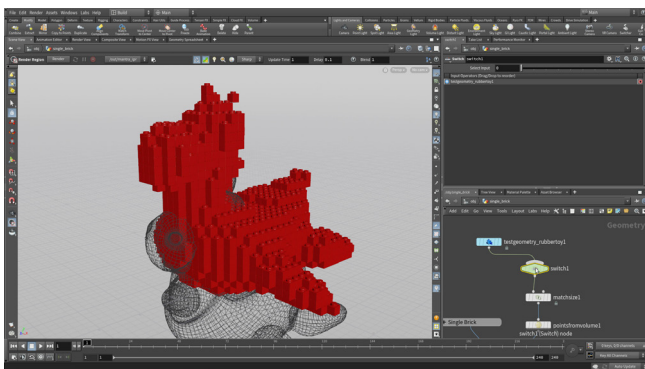
选择材质 “material” 并将其节点放置在网络中，并设置其显示标志 “display flag”。点击材质参数最右侧的运算符选择器按钮 “Operator Chooser”。在弹出窗口中，找到并选中砖块材质 “*brick-material*”。启用导出相对路径选项 “xport Relative Path Option”，然后点击接受 “Accept”。材质已指定，但砖块仍未渲染出来。



**04** 回到材质面板项卡 Material Palette，*brick-material*。选择砖块材质，点表面 Surface 选项卡。然后将基础颜色 Base Color 设置为 0.5, 0.5, 0.5，并开启 “ON” 使用打包颜色 Use Packed Color 选项。

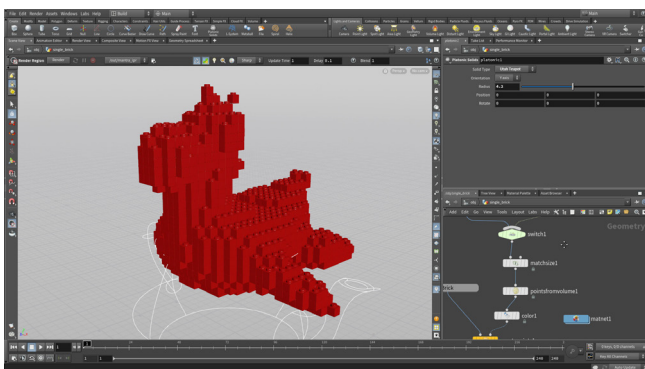
点击渲染区域 Render Region 工具，在橡胶玩具上拖动一个边界框。渲染后的砖块现在应该是红色的。如果不是红色，点击场景视图顶部栏中的渲染 Render，确保更改已应用。

保存到目前为止的工作。点击渲染区域右上角的 x 按钮关闭它。



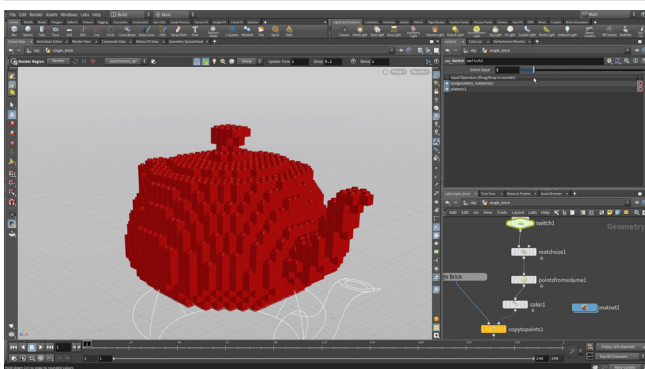
**05** 使用网络视图中的返回按钮回到几何网络。按 **s** 键进入选择工具。在网络视图中，按 **Tab** 键并输入 **Switch** 一词，然后从来源文件夹 “**Sourcing**” 中将其拖到网络视图中。

接下来，将其拖到连接橡胶玩具节点 “*rubbertoy*” 与匹配大小节点 “*matchsize*” 的连线上。这样就会将其插入到这两个节点之间的网络中。该节点将使在不同的输入形状之间切换变得更加容易。



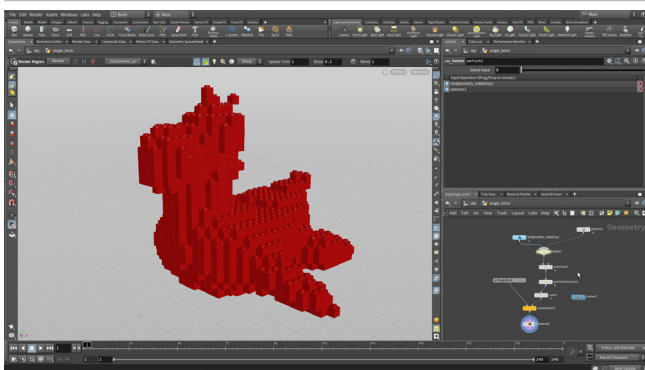
**06** 在工具架中，转到创建菜单 “**Create**”，然后将柏拉图多面体工具 “**Platonic**” 拖到网络视图中。这会在几何层级放置一个柏拉图多面体节点。只要节点类型适用于当前网络层级，就可以将工具拖到网络视图中。

将柏拉图多面体的实体类型 “**SolidType**” 设置为犹他茶壶 “**UtahTeapot**”。将半径 “**Radius**” 设置为 4.2。点云体积节点节点将更新点以匹配新的体积，从而生成不同的砖块配置。



**07** 将 *platonic* 的输出连接到开关节点的输入。现在，你可以选择开关节点，并将其选择输入 “**Select Input**” 更改为 1。使用与橡胶玩具相同的设置，已将理想形状转化为立方体形状。

这是程序系统的一大优点。之后，你会将这个网络打包成一个名为数字资产的自定义工具。作为一种数字资产 “**digital asset**”，当该工具在工作室环境中部署时，与他人分享这个网络以及管理该工具都会变得更加容易。在工作室环境中，随着工具的发展，更改和更新是不可避免的。



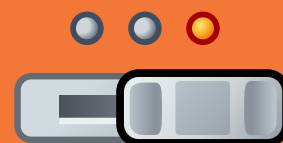
**08** 使用切换节点并将选择输入 “**Select Input**” 设置为 0，以回到橡皮玩具形状。现在你可以在这两种形状之间来回切换，甚至添加更多形状，来查看它们被转变成砖块风格的效果。保存你的工作成果。



## 切换节点

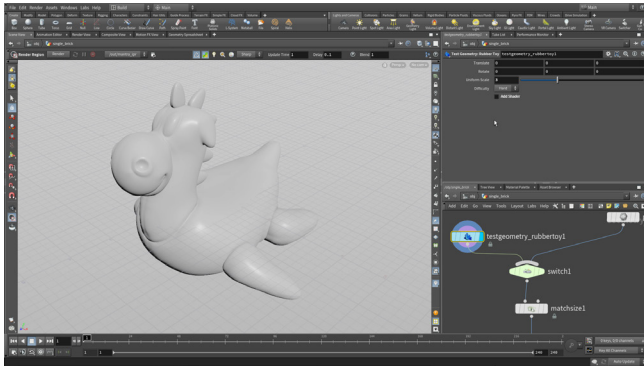
Switch 节点是在节点网络中提供选项的绝佳工具。该节点让您无需连接和断开不同的链，即可快速探索多种选项。

当你将网络打包成数字资产时，这个节点也非常有用，因为你可以将该切换设置为资产的菜单或滑块，以便快速访问不同选项。



## 第四部分 使用纹理为点着色

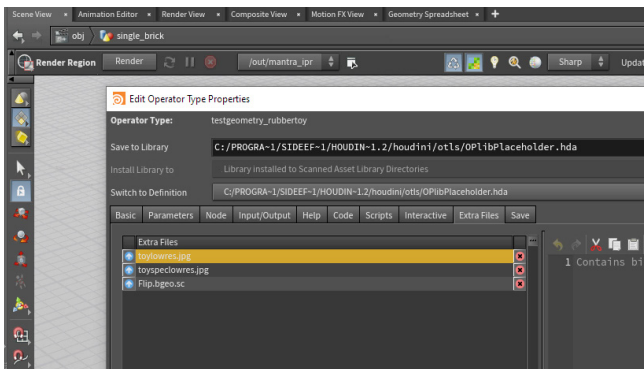
之前你为点添加了一个颜色属性，该属性会影响砖块实例的着色。现在，你不再使用单一颜色，而是要使用纹理贴图，为砖块打造更有趣的外观。这将需要一些特殊节点，将纹理转换为点颜色。



**01** 打开 *testgeometry\_rubbertoy* 上的显示标志。选择 *rubbertoy* 节点，然后在参数面板中关闭添加着色器 “Add Shader” 参数。

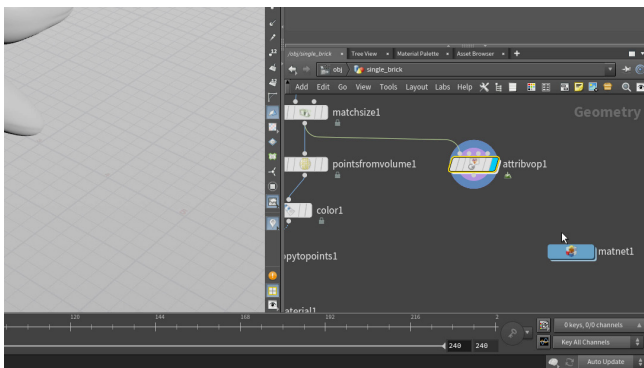
要在透视图中隐藏UV显示，请转到显示选项栏，并关闭UV存在时显示UV纹理按钮 “Show UVTexture when UV 's Present”。

你将使用一种不同的方法恢复砖块的颜色，该方法需要从磁盘上的纹理图中提取颜色。



**02** 从资源 “Asset” 菜单中，选择编辑资源属性>橡胶玩具 “Edit Asset Properties > RubberToy” 在属性窗口中 “Properties”，点击额外文件选项卡 “Extra Files”，然后选择 *toylowres.jpg*。

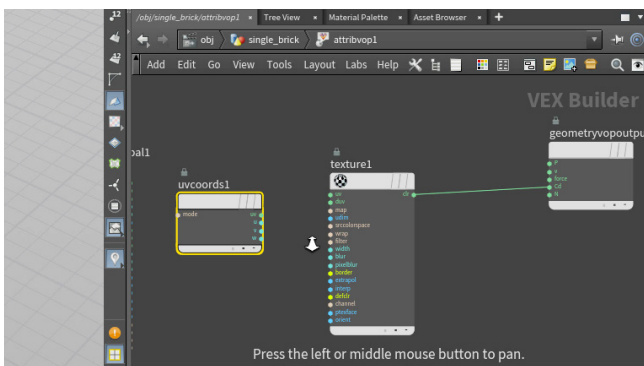
点击另存为文件 “Save as File” 按钮，将其保存到 *tex* 文件夹中。纹理存储在数字资产中，以便能与资产一同共享。你将使用磁盘上的纹理为砖块添加颜色。



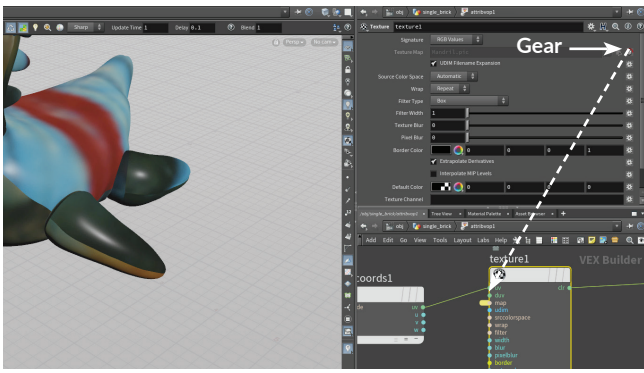
**03** 在网络视图中，按Tab键并开始输入属性... “Attribute...” 选择属性VOP “AttributeVOP” 节点，并将其放置到 “pointsfromvolume” 节点旁边的网络里。

将 *matchsize* 点的输出输入到 *attributevop* 节点的第一个输入中。在这个新节点上设置显示标志。

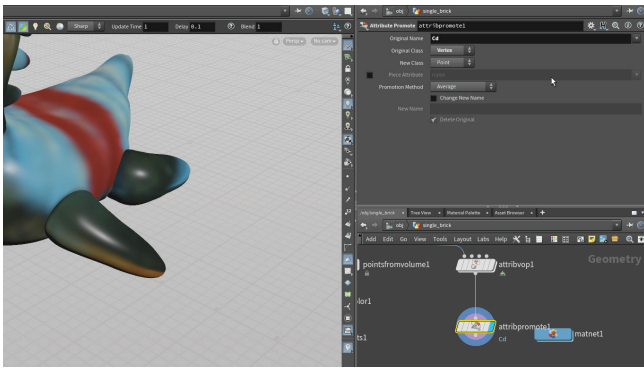
在参数窗格中，将运行于 “Run Over” 设置为顶点 “vertces”。



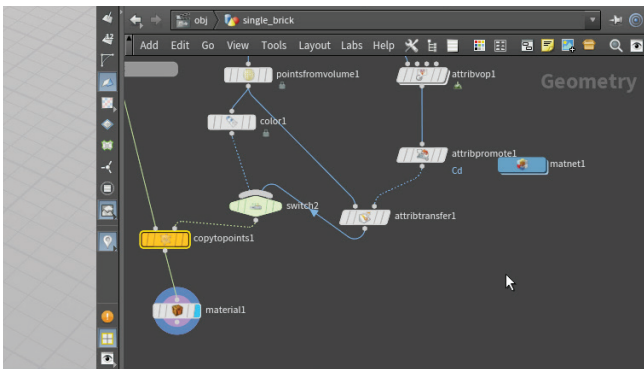
**04** 双击节点进入其内部，然后使用Tab键 *attributevop* 添加一个 *TextureVOP*。将其连接到 *geometryvopoutput* 节点的Cd输入端口。添加一个UV坐标节点，并将其连接到纹理节点的UV输入。



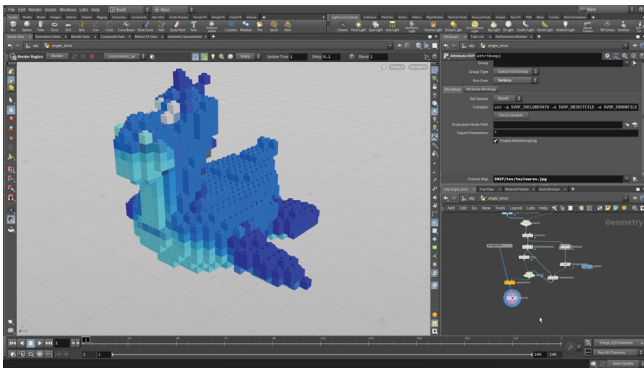
**05** 选择纹理节点“*texture*”。点击纹理贴图“*Texture Map*”参数最右侧的齿轮图标，然后从菜单中选择提升参数“*Promote Parameter.*”。这会将此参数添加到该节点的更高级别。点击地图旁边出现的小旋钮。在参数窗格中，将标签“*Label t*”更改为纹理贴图“*Texture Map*”。



**06** 按U向上一级。你可以看到纹理贴图“*Texture Map*”参数。目前将其保留为默认的Mandril.pic纹理。你将在最后添加*toylowres*纹理贴图。在这条链的末尾添加一个Attribute Promote。将Original Name设置为Cd, Original Class设置为vertex。保持New class设置为Point。



**07** 添加一个属性传递节点“*AttributeTransfer*”。将*pointsfromvolume* 连接到第一个输入，将*attribpromote*连接到第二个输入。在属性选项卡中“*Attributes*”，点击点字“*Points*”段右侧的箭头，然后选择Cd。在颜色节点之后添加一个切换节点，并将属性转移节点连接到切换节点中。将此节点重命名为*texture\_swtch*。将开关“*Switch*”设置为1。在复制点节点上设置显示标志。现在你可以看到纹理贴图的颜色被转移到了复制的点上，但砖块是旋转的。关闭使用目标点方向变换“*Transform Using Target Point Orientation*”以将砖块扶正。

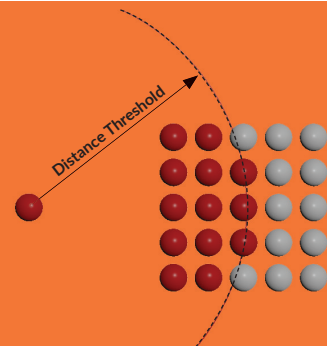


**08** 在材质节点上“*Display Flag*”设置显示标志。选择*attribvop*点，点击纹理贴图“*Texture Map*”参数最右侧的文件“*File*”按钮，找到*toylowres.jpg*纹理，然后点击接受“*Accept*”。你会看到纹理贴图的颜色现在已分配给顶点。保存你的工作成果。

## 属性传递

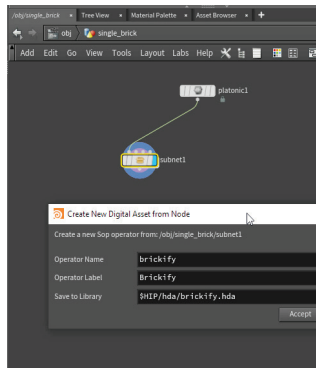
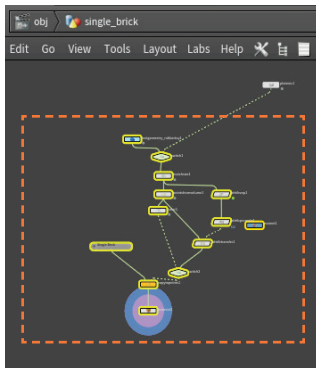
当你想将属性从一个几何体转移到另一个几何体时，可以使用“属性传递”功能。该功能通过设置距离阈值及其他参数，实现属性的复制转移。

对于橡胶玩具这种情况，你要将Cd属性从几何体上的点转移到用于复制积木的点云上。你也可以复制诸如UV或捕获权重之类的属性。



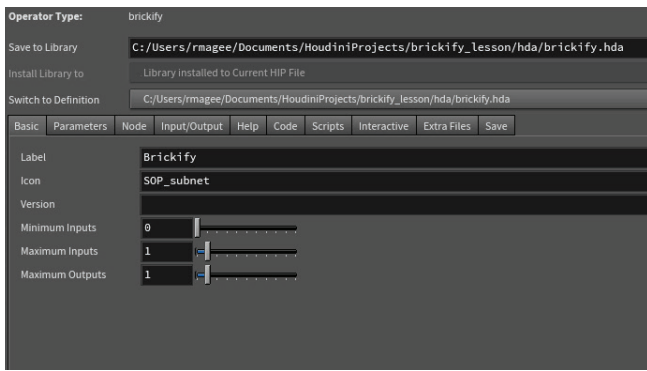
## 第五部分 创建一个砖块化数字资产

既然砖块化的操作流程已经可以正常运行，并且节点之间也已正确连接，接下来你要将其中一些节点整合起来，创建一个单一的Houdini数字资产(HDA)节点。现在，你可以通过将资产内部的参数提升到顶层来共享该网络，从而创建一个界面，每次使用该资产时都能生成独特的结果。



**01** 在网络视图中，将 *plato* 拖到一边。选择网络中的所有其他节点，然后从“资源”菜单中选择从所选内容创建新数字资源“New DigitalAsset From Selection...”。

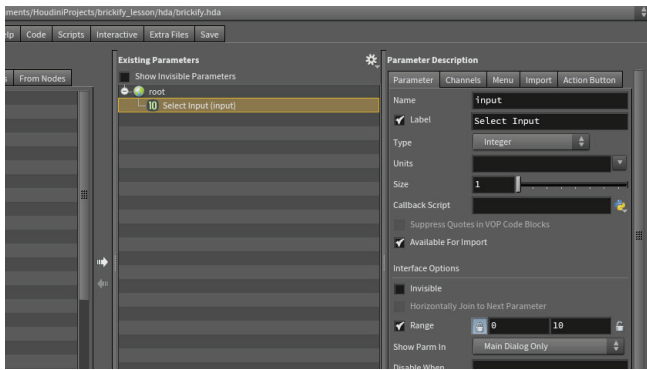
这会将其合并为单个节点。将操作符名称“Operator Name”设置为 *brickify*，这会相应地将操作符标签“Operator Label”更改为 *Brickify*。点击保存到库“Save to Library”最右侧的按钮。在“位置”侧边栏中选择 *\$HIP*，然后双击 *HDA* 目录。按下接受“Accept”，然后在创建新数字资产“Create New DigitalAsset”对话框中再次点击接受。



**02** 这将弹出类型属性窗口“Type Properties”，并确保基本选项卡“Basic”可见。将最小输入“Minimum Input”设置为0，这样就无需为使资源正常工作而“要求”输入。最大输入数参数“Maximum Inputs”设置为1，它定义了允许的输入节点数量。

这是当前连接到理想节点的输入。当你稍后使用此数字资产时，你将使用此输入将其指向不同的形状。

点击应用“Apply”。请勿点击接受“Accept”，因为这会关闭窗口。

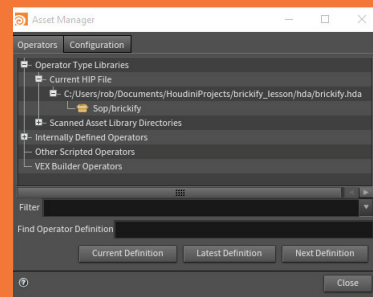


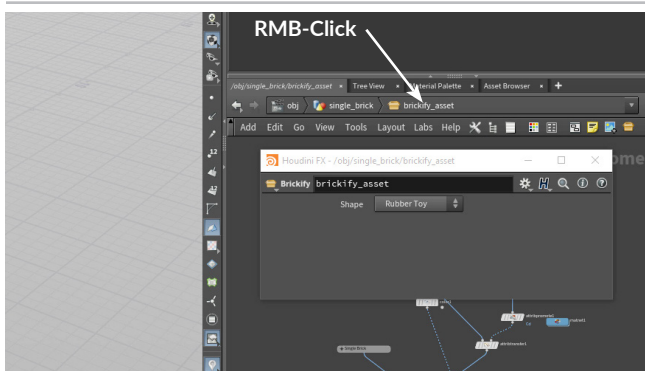
**03** 在网络视图中，将新的资源节点重命名为 *brickify\_asset*，然后双击进入该节点。点击在 *testgeometry\_rubbertoy* 与子网输入节点“Subnetwork Input”之间切换的切换节点。输入节点从上层引入正多面体茶壶形状。在类型属性窗口“Type Properties”中，点击参数“Parameters”选项卡。点击选择输入参数名称 *Select Input*，然后使用鼠标左键将其拖动到类型属性“Type Properties”窗口的现有参数“Existing Parameters 1”列表中。将其放置在根部，以将其添加到用户界面。点击应用“Apply”，这将添加参数，但不会关闭类型属性窗口。



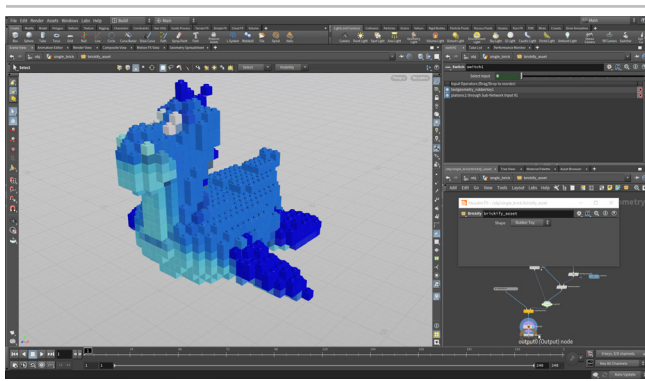
### 什么是HDA文件？

当你保存资产时，它会在磁盘上创建一个 *.hda* 文件。HDA 代表 Houdini 数字资产，资产定义存储在该文件中，然后被引用到你的场景中。这个文件包含有关节点、提升参数、用户界面元素等信息。多人可以将这个文件引用到不同的镜头中，以获得共享体验。要管理引用到场景中的资产，可以转到资产菜单“Assets”，选择资产管理器...“Asset Manager...”，然后打开当前HIP文件“Current HIP File”。

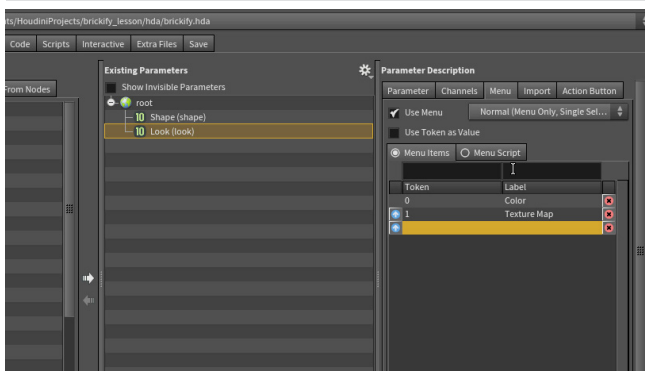




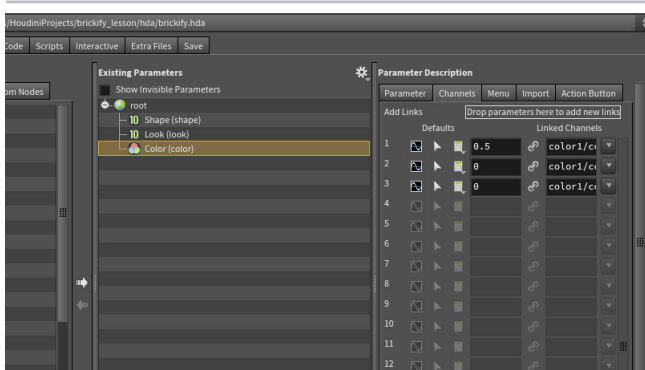
**04** 在网络视图的路径栏中，右键单击 *brickify\_asset*，然后选参数和通道 > 参数 “Parameter and Channels > Parameters”。现在，你会看到一个浮动的参数窗口，其中显示了砖块化资产的参数。这些参数可供任何使用此资产的人使用。让我们再添加一些参数。*brickify*节点有一个新参数。将其值从0改为1，再改回来，看看它对场景有何影响。问题在于名称不太合适，在这种情况下，菜单比滑块好用得多，所以你将使用类型属性“Type Properties”来优化用户界面“UI”。



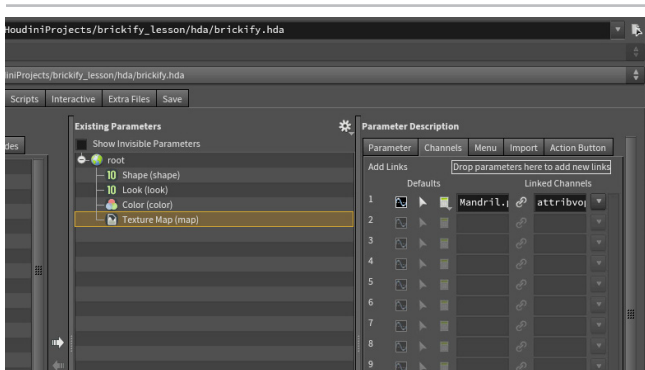
**05** 在参数列表中，点击选择输入“Select Input”参数。左侧是优化人们查看方式的选项。将其名称“Name”更改为*shape*，标签“Label”更改为*Shape*。现在点击菜单选项卡“Menu”并开启使用菜单“Use Menu”。现在在菜单项下，在Token栏输入0，在Label栏输入*Rubber Toy*，然后按回车键。接着在Token栏输入1，在Label栏输入*Custom Shape*，点击Apply。现在，在浮动参数窗格中，你会看到一个带有菜单的Shape参数。试试看，看看它是如何工作的。



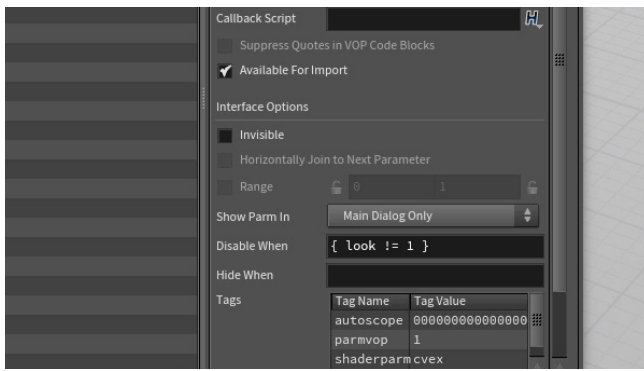
**06** 选择位于颜色和属性传输节点正下方的第二个切换节点，并将选择输入“Select Input”参数提升到参数列表中。将其名称“Name”更改为*look*，标签Name”也更改为*look*。现在点击菜单“Menu”选项卡并打开使用菜单“Use Menu”。现在在菜单项下，在Token下方输入0，在标签“Label”下方输入*Color*，然后按回车键。接下来在Token下方输入1，在Label下方输入*exture Map*。点击Apply。



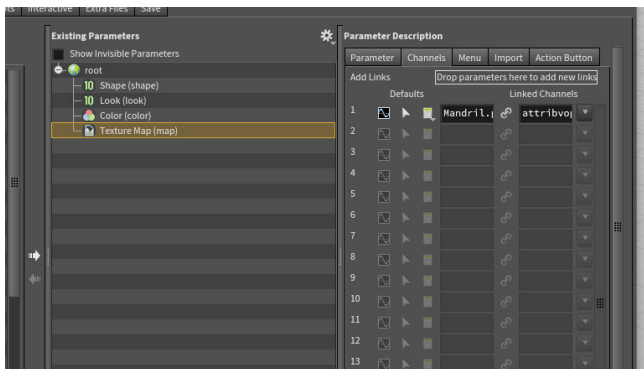
**07** 现在在网络中选择颜色节点，将Color参数提升到参数列表中。这会在颜色小部件、颜色轮以及RGB字段上显示。在类型属性“Type Properties”窗口中点击应用“Apply”，查看该参数在*brickify\_asset*参数界面中的显示效果。注意：如果误点 Accept，新参数会保存到资产中，但你需要通过资产“Asset”菜单，选择打开编辑资产属性“EditAsset Properties...” > *brickify* 来重新打开它。



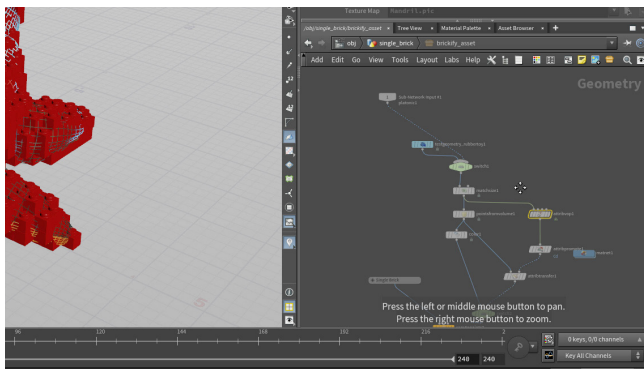
**08** 现在选择*atributevop*节点，将纹理贴图“Texture Map”参数提升到参数列表中。在参数描述部分，点击通道“Channels”选项卡，把默认值改为*Mandril.pic*。这是一个默认纹理贴图，加载时无需路径，是更可靠的默认设置。之后你会重新加载*toylowres.jpg*纹理贴图。在类型属性窗口中点击Apply，你会看到该参数出现在*brickify\_asset*的参数界面中，且Mandril纹理贴图正在为砖块着色。



**09** 为了明确哪些参数与哪种形状相关联，你可以根据菜单选择禁用和启用它们。点击Color 参数，然后在禁用条件Disable When 字段中，输入{ look != 0 }。这会让该参数在外观菜单中未选择Color时禁用。接下来，点击纹理贴图“Texture Map”，并在禁用条件“Disable When”字段中输入{ look != 1 }。点击Apply，并使用形状“Shape”菜单测试结果。你可以看到在不需要某些参数时，将其禁用。你也可以使用隐藏时“Hide When”选项隐藏它们，但目前禁用就可以。

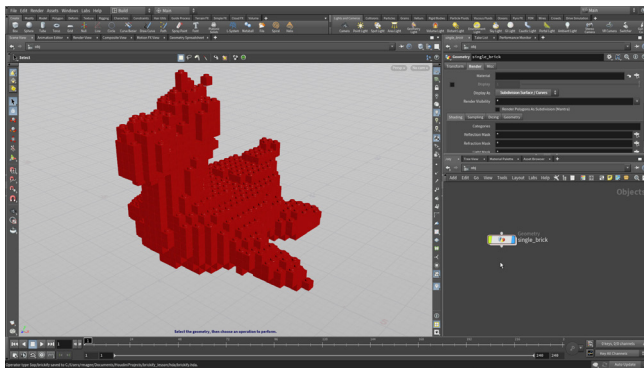


**10** brickify\_asset纹理贴图参数现在默认设置为Mandril.pic，这是一个通用性更强的默认选项，因为它是一个始终可用的纹理贴图。要恢复使用toy地图，你需要点击纹理贴图“Texture Map”旁边的文件选择器，再次点击\$HIP，然后进入tex目录并选择toylowres.jpg文件。该资产目前使用Mandril.pic，因为它是默认选项。



**11** 现在点击Accept t，将更改保存到你的资产中，并关闭类型属性面板。在网视图中，按u 键返回上一级。选中brickify\_asset 节点后，从主菜单中选择资源“Assets”>锁定资源“LockAsset”>Brickify。如果系统提示，按保存更改“Save Changes”。

如果您双击“brickify\_asset节点深入查看，会发现网络呈灰色显示，且这些节点受到保护。您只能通过其参数来操作此资产。若要对其内部结构进行更改，您必须解锁该资产。



**12** 转到对象层级。现在保存场景文件，以保留您目前所做的工作。

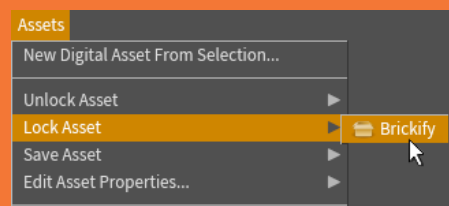
现在你拥有了场景文件以及被引用到场景中以创建资产的.hda 文件。你可以使用该库在这个场景中创建该资产的其他实例，或者将该资产添加到另一个场景中。

在下一节中，你将测试你的资产，看看它是否正常工作。拥有一个正常工作的资产和一个用于测试的资产总是好的，以确保它能按你的预期运行。



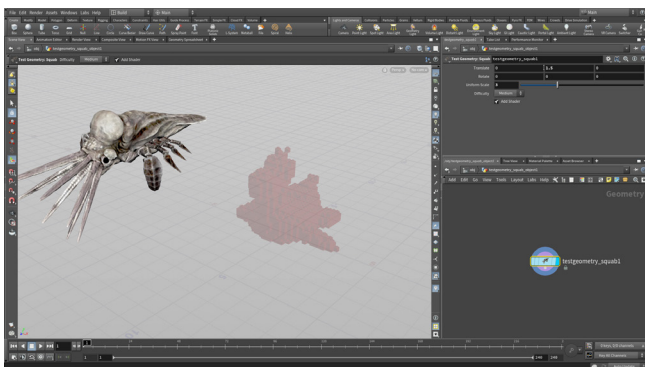
## 锁定于解锁资产

你可以使用“资源”菜单锁定和解锁选定的资源。当资源被锁定时，它会引用HDA文件来确定资源的行为方式。如果资源未锁定，则活动定义位于你的场景文件中。当你锁定资源时，如果有更改，系统将提示你进行保存。



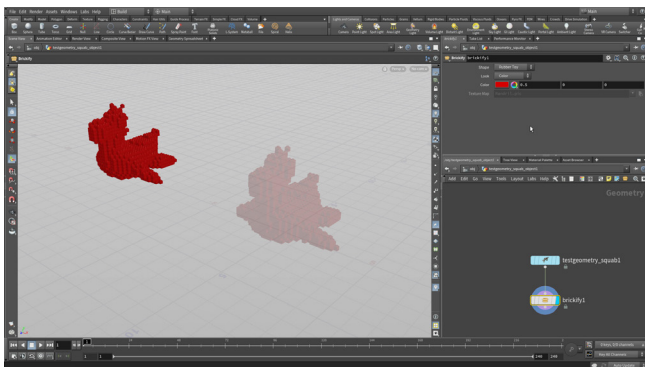
## 第六部分 测试数字资产

一个数字资产可以在单个场景文件中实例化不止一次。你将在不同的几何物体上使用这个资产，以测试其运行效果。准备一个测试版本总是有益的，这样对第一个资产所做的更改就能快速得到验证。一旦该资产能正常运行，它也可以在其他场景文件中使用。



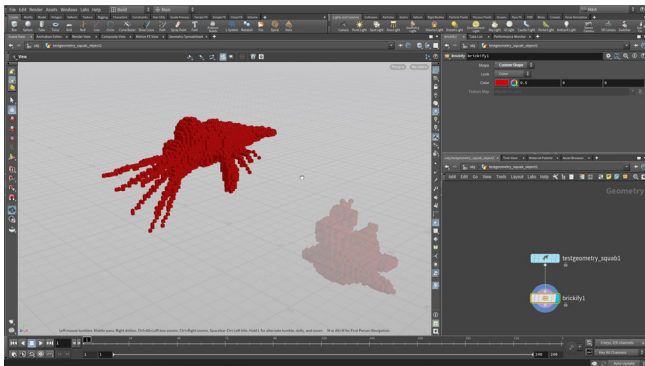
**01** 使用Tab键获取Squab测试几何体he SquabTest Geometry. “ ”。按回车键将其放置在原点，然后使用控制柄将其移至远离橡胶玩具的一侧。

双击新的对象节点，深入到几何体层级。选择该节点，将Scale设置为3，TranslateY设置为1.5。这样会使“雏鸟”比橡胶玩具稍大一些。



**02** 右键单击测试几何节点的输出，开始输入brickify... “然后从菜单中选择brickify资源。这会将该资源放置到这个新网络中。

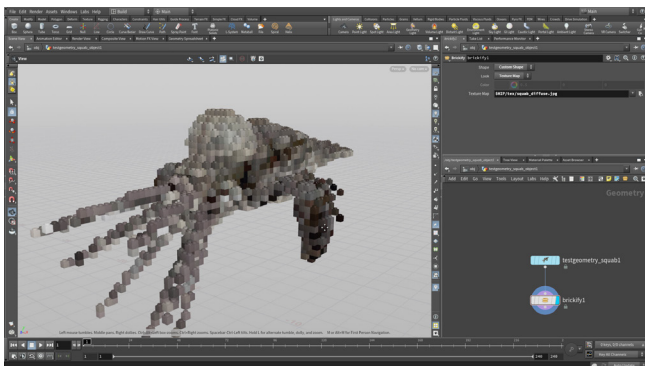
设置其显示标志“display flag”，你将看到另一个红色的橡胶玩具。这是因为这些是此资产的默认设置。



**03** 在砖块化资产节点上，将Shape参数设置为自定义形状“Custom Shape”，并设置小块如何进行砖块化。

新形状将通过资产内部的节点网络运行，以产生独特的结果。由于资产内部的匹配大小节点“Match Size”，形状将进一步抬高地面。这就是数字资产如何成为一种工具，你可以将其纳入你的流

程，把多个操作整合到一个节点中。这是一种加快工作流程并帮助你获得更一致结果的方法。



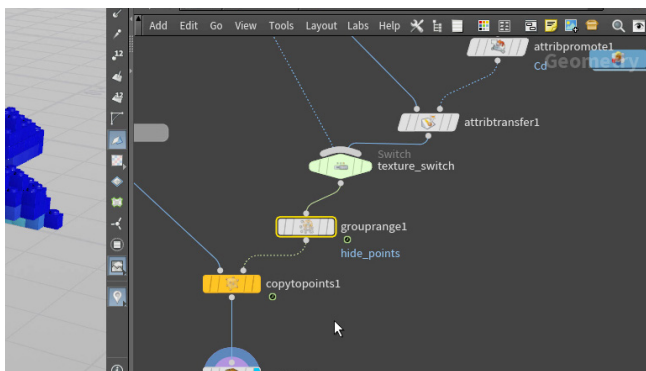
**04** 选择 *testgeometry\_squab* 选择节点。从资产属性菜单中，选择EditAsset Propertes > Squab。在属性窗口“Propertes”中，点击额外文件“Extra Files”选项，然后选择 *squab\_diffuse.jpg*。点击另存为文件“Save as File”按钮，将其保存到 *tex* 文件夹中。该纹理已存储在数字资产中，以便随资产一同共享。

现在，使用此纹理，通过*brickify*节点的纹理贴图“Texture Map”参数为砖块添加颜色。

完成操作后，进入对象层级，将这个对象命名为 *squab*，另一个命名为 *rubbertoy*。Save。保存你的工作。

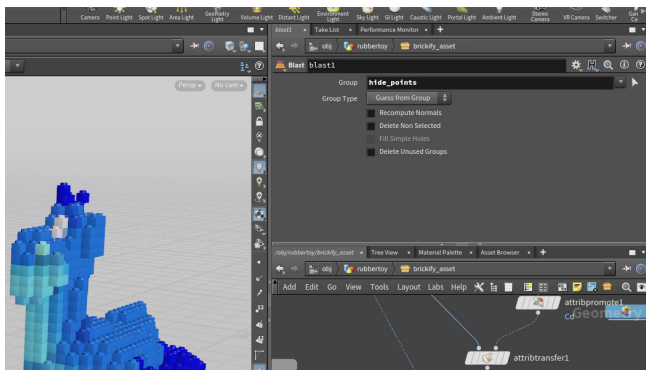
## 第七部分 为砖块制作动画

可以继续为该资产添加功能，你将为砖块创建一个自动构建动画。这将涉及向我们的网络中添加更多节点，以确保该资产具备这一新功能。一旦结果保存到.hda文件中，任何在工作中使用该资产的人都可以使用这些功能。

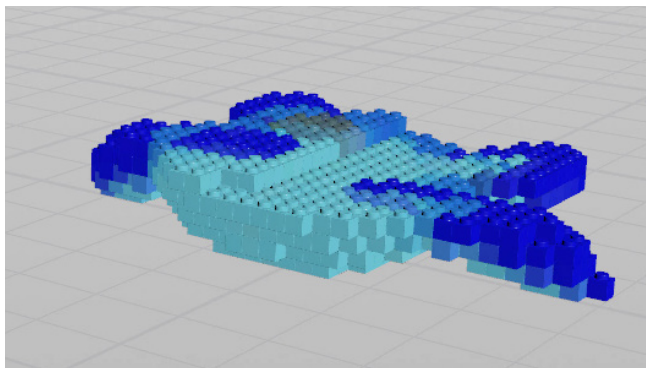


**01** 隐藏 *Squab* 对象并深入 *rubbertoy*” 对象。选择 *brickify\_asset*，然后选择 **Assets > UnlockAsset > Brickify** 双击 *brickify\_asset* 节点，然后右键单击 *texture\_switch* 的输出并选择 **Group by Range**。放置该节点并设置其显示标志，然后设置以下参数：

- 组名称 “Group Name” 设为 *tohide\_points*
- 组类型 “GroupType” 设为 *Points*
- 范围 “RangeType” 设为 *Start and Length*
- 长度 “Length” 设为  $(\$F-1)*20$
- 在范围过滤器下 “Range Filter”，将选择 “Select” 设为 1，总计 “Of” 设为 1

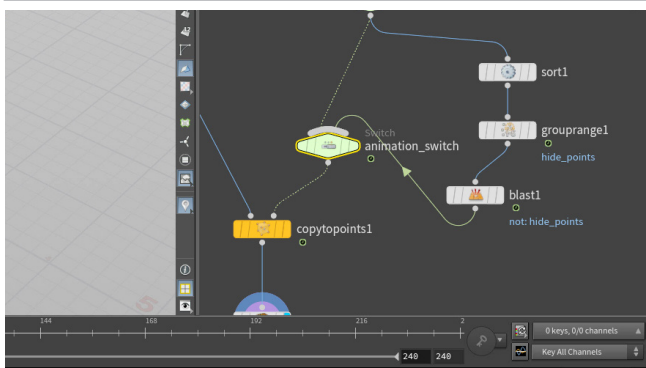


**02** 右键单击 *grouprange* 节点的输出，选择多边形 “Polygon” > 爆破 “Blast.”。放置好该节点后，使用 **Group** 旁的箭头，选中 *hide\_points* 组。现在开启删除未选中项 “Delete Non Selected” 以删除组外的点。在 *blast* 节点上设置显示标记 “Display flag”。按下播放键，观察点随每一帧增加的情况。现在，将显示标记 “Display flag” 重新设回链末端的材质节点 “material node”，观察砖块随时间生长的过程。



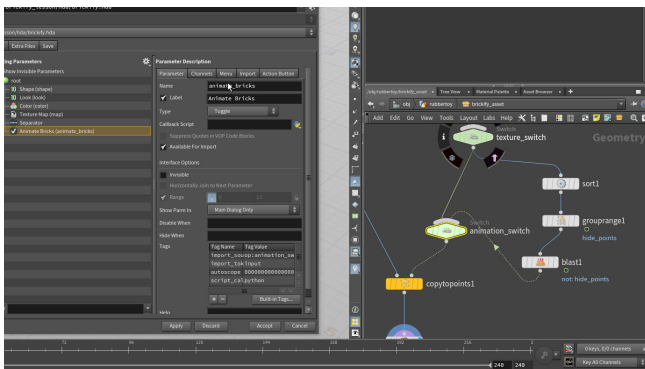
**03** 目前，砖块是从一侧而非从地面进入。这是因为这些点是根据它们的点编号出现的。要控制这一点，你需要重新排列这些点，以实现你想要的效果。

点击 *texture\_switch* 节点的输出，输入 **Sort...**，然后选择排序工具。放置此节点，将点排序 “Point Sort” 改为沿向量 **AlongVector**”。将其设置为 **0, 1, 0**，点将从底部开始向上排列。回放以查看此结果。测试不同的向量，看看它如何影响动画。



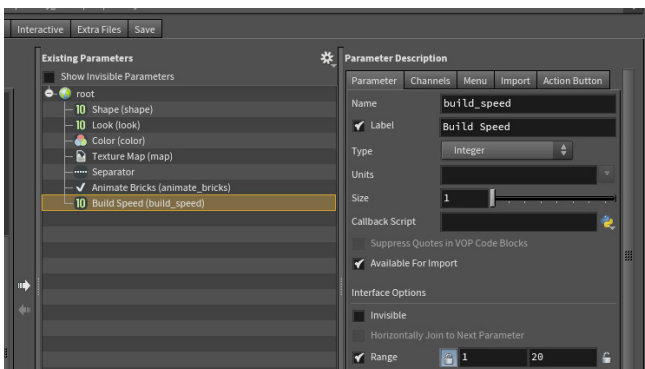
**04** 为了让你能够选择是否要对砖块化效果进行动画处理，你可以添加另一个开关节点。在 “网络” 视图中，按下 **Tab** 键并开始输入 **Switch...** 选择 **Switch** 并将该节点放置好。将其重命名为 *animation\_switch*。

点击 *texture\_switch* 节点的输出，并将其输入到 *switch* 节点的输入中。对 *blast* 节点重复此操作。这使得原始形状成为第一个选项，动画效果成为第二个选项。将选择输入 “Select Input” 更改为 1 将显示动画砖块，但目前保持为 0。



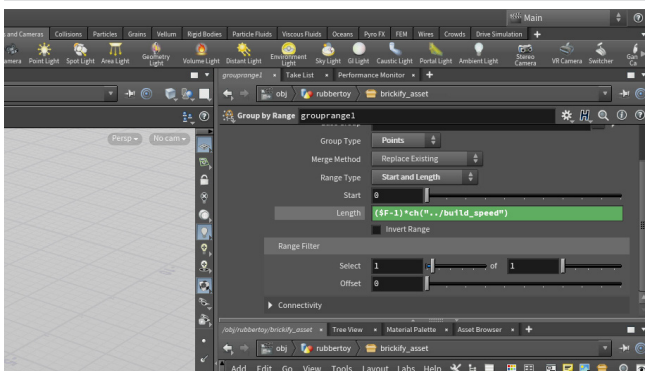
**05** 从资源“Assets”菜单中，选择编辑资源属性“EditAsset Properties”>Brickify。进入参数“Parameters”选项卡，从创建参数“Create Parameters”区域拖一个分隔线 separator 到列表底部。

接下来，从参数面板中，把 *animation\_switch* 节点的选择输入“Select Input”拖到新分隔线正下方。将其名称“Name”设为“*animate\_bricks*”，标签“Label”设为 *Animate Bricks*。接着，将其类型“Type”改为切换“Toggle”，这会将其限制为开 [0]/ 关 [1] 设置。在参数描述“Parameter Description”部分，点击通道“Channels”选项卡，把默认值设为 0 [off]。点击 Apply 保存更改。



**06** 从类型属性“Create Parameters”中的“创建参数”部分，*animate\_bricks* 参数下拖动一个整数“Integer”参数。将其名称“Name”设置为 *build\_speed*，标签“Label”设置为 *Build Speed*。打开范围“Range”选项，然后将第一个值设为 1，第二个值设为 20。点击 1 旁边的锁形图标，确保该数字永远不会小于 1。

在参数描述“Parameter Description”部分，点击通道“Channels”选项卡，并将默认值设置为 1。点击 Accept 以保存并关闭窗口。

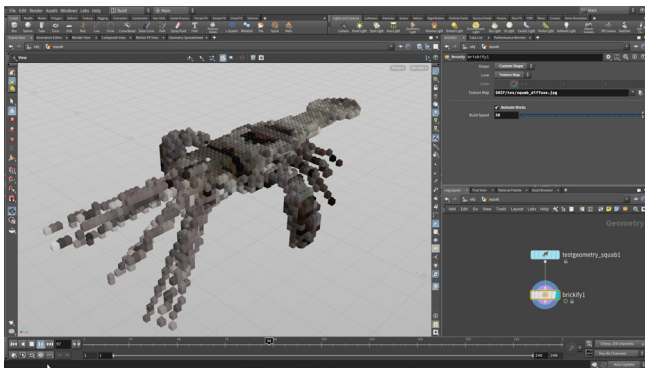


**07** 这个参数目前还没有关联到任何内容，但你现在要用它来驱动 *grouprange* 节点的 Length 表达式。选择新的 *grouprange* 节点，并将 Length 表达式更改为：

$(\$F-1)*ch("../build\_speed")$

在网络末端有一个输出节点“output”。这将确保即使显示“Display flag”标志位于网络中的另一个节点上，您也能为您的资产获得正确的输出。

选中 *brickify\_asset* 节点后，从主菜单中选择资源“Assets”>“SaveAsset”>Brickify。这样您无需重新打开 Type Properties (类型属性) 窗口，即可将此表达式保存到 .hda 文件中。

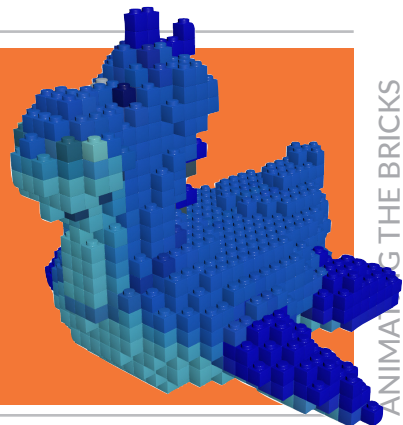


**08** 选中 *brickify\_asset* 节点后，从主菜单中选择资源 > 锁定资源“LockAsset”>Brickify。现在，你已将 *brickify* 效果整合到一个自定义工具中，不同的美术师可在不同镜头中使用该工具。前往 Squab 网络，在 *brickify* 节点上可使用新功能。打开 *nimate Bricks* 开关并设置 *Build Speed* 由于此形状的砖块数量较多，可能需要将其设置为 30。回放以查看结果。

## 结论

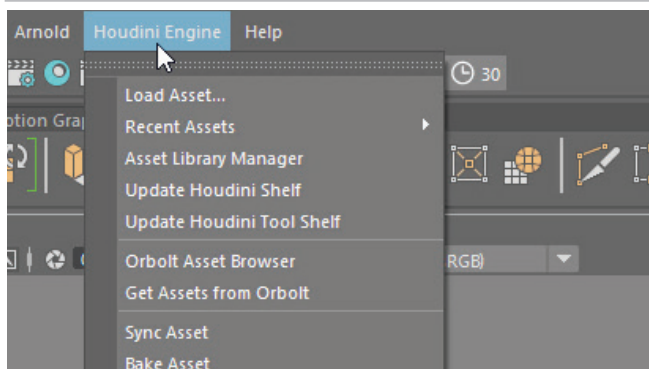
你现在已经创建了一个可共享的工具，该工具无需编写脚本，而是通过基于节点的工作流程构建，艺术家可以轻松使用。HDA 保存到磁盘后，它就成为磁盘上的资产，可以在多个镜头中引用。

Houdini 数字资产为艺术家提供了一种强大的方式来分享这类工具，以支持工作室级别的制作。这些程序化资产使自动化重复任务变得轻松，并能让你专注于项目的创意需求。



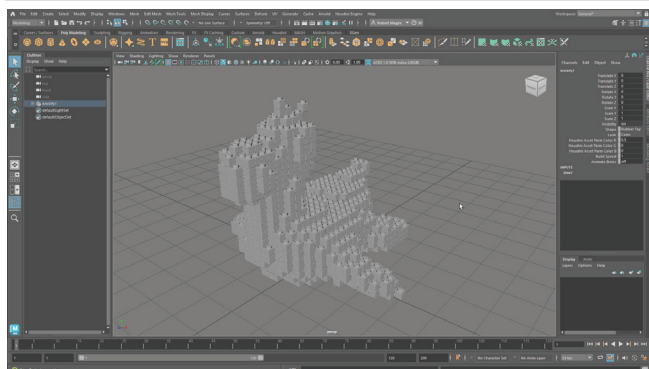
## 第八部分 将HDA加载到其他应用程序中

一旦你在磁盘上保存了一个Houdini 数字资产(1DA),就可以使用Houdini Engine插件将该资产加载到宿主应用程序中。这使你能够与同事共享资产,他们可以将这些资产直接加载到诸如Autodesk Maya或3DS Max等3D应用程序中,或者加载到诸如Unity或虚幻引擎等游戏编辑器中。



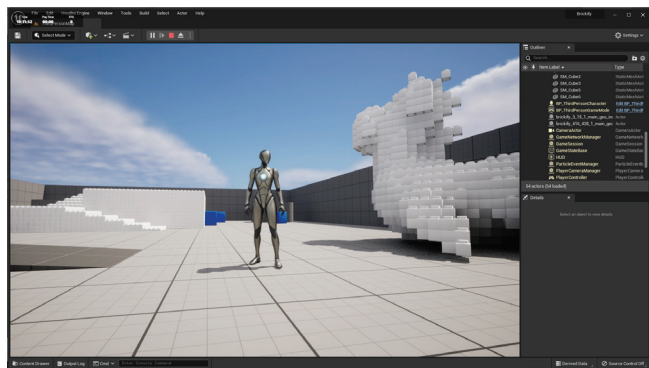
**01** 要在宿主应用程序中使用Houdini Engine,您首先需要使用Houdini安装程序或启动器安装插件。这将使插件可用,但您可能需要采取进一步步骤,以便在您的会话中使用Houdini Engine。

有关详细信息,请访问以下页面:[SideFX.com/engine](http://SideFX.com/engine) 点击“引擎插件”选项卡,然后点击所需插件以获取更多信息。安装完成后,您会在宿主应用程序中找到一个Houdini Engine菜单。您可以使用此菜单加载资源,



**02** 安装插件后,您可以使用Houdini Engine菜单加载资源。这会将砖块化资源加载到视口中,同时资源参数也可供操作。

您还可以为Maya或3ds Max 开启动画,并使用时间轴播放序列。



**03** 在虚幻引擎中,你可以使用导入“Import”按钮将数字资产导入到场景中。你还可以将形状“Shape”设置为自定义“Custom Shape”,并将资产连接到宿主应用程序内的几何体,这样砖块化效果就会应用到该对象上。



### 砖块颜色怎么了?

你可能会注意到,在各种宿主应用程序中,砖块化的形状都没有显示砖块颜色。这是因为插件处理信息的方式并不总是与Houdini 相同。点颜色仍然是资产的一部分,但宿主应用程序没有接收到这些信息。

虽然动画在Maya和3ds Max中可以正常运行,但在Unity和虚幻引擎中却无法正常工作,因为Houdini 资源无法成为游戏运行时体验的一部分,因此内置动画将被忽略。根据宿主应用程序的功能定制你的资源是很重要的。

## HOUDINI 基础

# 打碎酒杯

在本课程中，你将打碎一个酒杯，然后放慢时间，捕捉飞溅的酒液。这种效果既涉及到破碎酒杯的刚体动力学RBD模拟，也涉及到酒液的流体模拟。你将学习如何设置动力学网络并输出模拟结果。视觉特效镜头通常需要结合使用不同类型的动力学解算器，而Houdini的动力学网络旨在通过这些不同的解算器实现统一的效果。

你还将使用一个重定时节点，在模拟最剧烈时放慢速度，然后倒转时间回到起始点。然后，你会将模拟内容导入到Solaris/LOPS中，设置灯光和相机，接着使用Karma渲染器渲染该镜头。

### 课程目标

模拟一颗子弹击穿酒杯，致使酒杯破碎，液体飞溅。

### 你将学到什么

- 如何对酒杯、子弹和液体的几何形状进行建模
- 如何使用布尔运算对玻璃几何体进行预破碎
- 如何对子弹击碎玻璃进行刚体模拟
- 如何对溅出的液体进行FLIP流体模拟
- 如何重新设定模拟的时间，使其变慢然后再回到之前的时间
- 如何将结果导出为USD格式，以便在Solaris/LOPS中使用
- 如何在Solaris、LOPS中设置灯光和材质
- 如何使用Karma渲染最终镜头

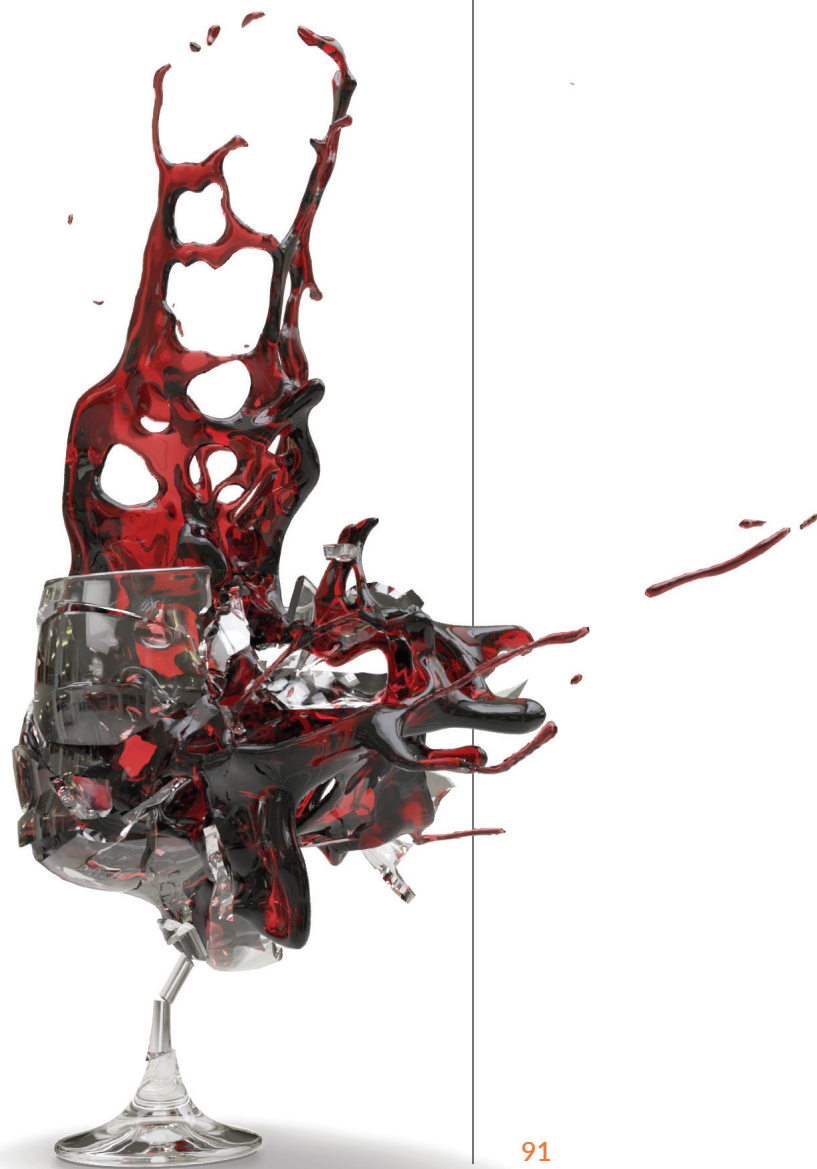
### 课程兼容性

为Houdini 19.5及以上版本的功能编写

本课程中的步骤可以使用以下Houdini产品完成：

houdini 核心版	✘
Houdini 特效版	✔
Houdini 独立版	✔
Houdini 学习版	✔
Houdini 教育版	✔

文档版本2 | 2022年9月  
SideFX 软件

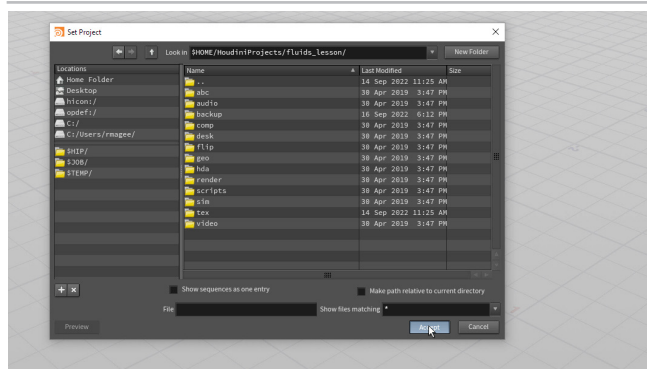


# 第一部分 制作酒杯模型

首先，你要绘制一条多边形曲线，然后将其旋转以创建酒杯。使用折痕来锐化一些边缘，接着进行细分，以创建更密集的几何形状用于破碎模拟。之后，从酒杯中提取几何形状，创建一个用于模拟液体的形状。

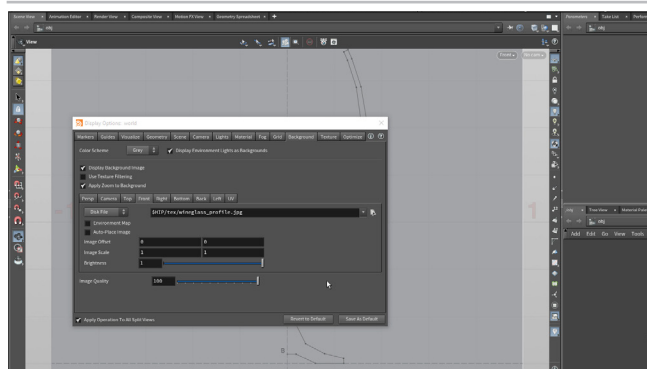
## 项目文件

前往关于流体的教程页面  
在SideFX.com网站上，你可以获取此文档  
并下载fluidslesson\_start目录。将其重  
命名为fluidslesson，然后将其放入  
Houdini Projects目录中。



## 01

选择文“File”>设置项目“Set Project”。找到fluids\_lesson目录(见上文说明)并点击接受“Accept。”。这会将项目目录及其子文件夹设为与该镜头相关的所有文件的焦点。选择文件“File”>另存为...“SaveAs...”。你应该查看新的fluids\_lesson目录。将文件名设置为wineglass\_01.hip,然后点击确定“Accept”进行保存。现在你就可以访问Tex文件夹中的参考图像了。

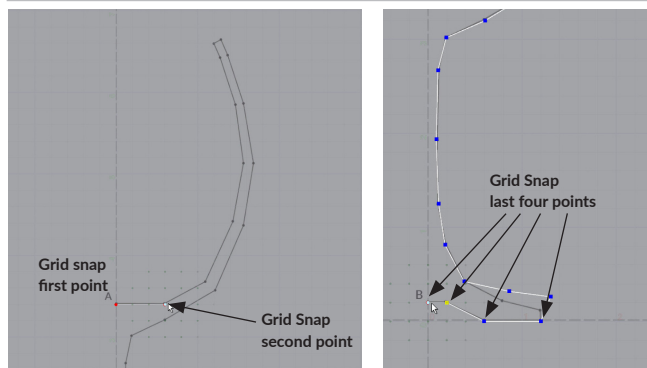


## 02

在场景视图中，按下v键调出径向菜单，然后选择布局“Viewport Layout”>四视图“Four Views”。将光标移到面板上，按空格键并按b键来展开它。在视口中用鼠标点击D。点击背景选项卡“Background”，前“Front”选项卡上，使用文件选择器导航到\$HIP，然后到tex>wineglass\_profile.jpg。进行如下设置：

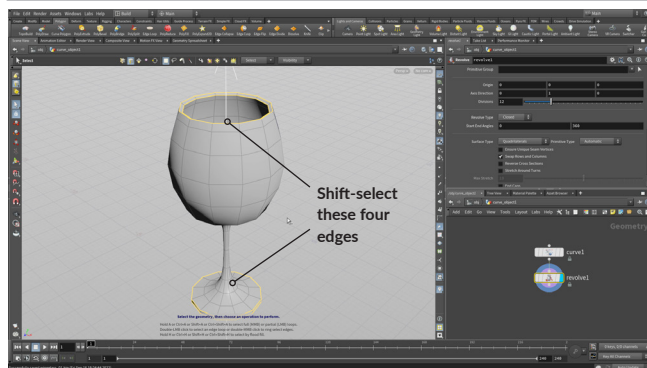
- 确保自动放置“Auto-Place”已关闭“OFF”
- 图像偏移“Image Offset”设为0, 3
- 图像缩放“Image Scale”设为5, 5

现在，如果你推拉或平移视图，背景会随之移动。



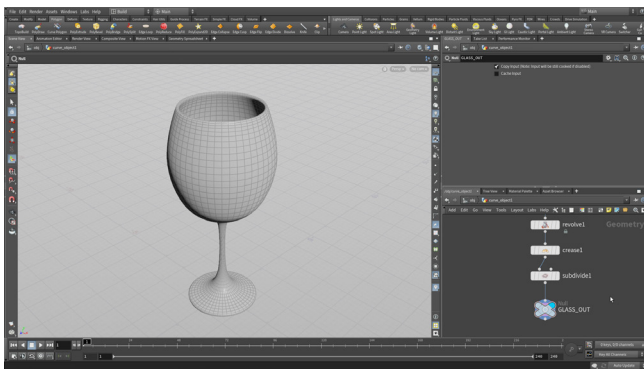
## 03

在多边形“Polygon”架子上，点击曲线多边形“Curve Polygon”工具。这将创建一个曲线节点“Curve”，其基本体类型“PrimitiveType”设置为多边形“Polygon”。按下x键并选择“网格”以打开网格捕捉，然后点击点A,再点击同样位于网格点上的第二个点。关闭网格捕捉“Grid snapping”，然后继续描摹图像。对于玻璃杯底部的最后四个点，重新打开网格捕捉“Grid snapping”，以确保它们对齐。当在点B完成绘制后，按回车键完成曲线绘制。关闭网格捕捉“Grid snapping”。然后，你可以点击操作控制栏中的编辑模式“Edit Mode”按钮，移动任何未对准的点。



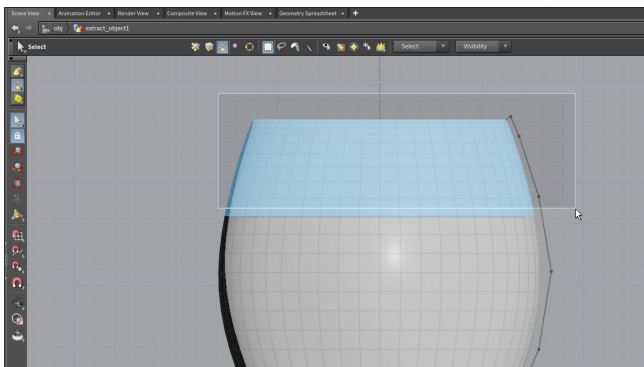
## 04

按下空格键-B回到四视图布局，然后将鼠标悬停在透视图上，再次按下空格键-B将其放大。现在你可以在3D视图中看到曲线。按下s键获取选择工具，按下n键选择曲线上的所有基本体。按下c键，然后选择模型“Model”>曲线“Curves”>旋转“Revolve”。这将把它变成酒杯模型。按3进入边选择模式，然后双击玻璃的顶部边缘，接着按下Shift键并双击第二条顶部边缘以及底部的两条边。按下tab键>选择折痕“Crease”，然后将折痕值设置为0.75。



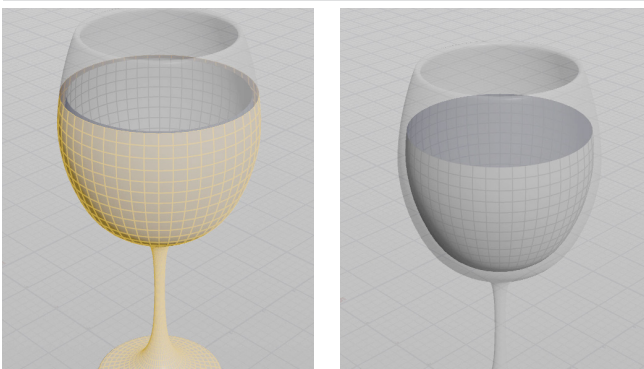
## 05

按4切换到基本体选择，然后按n全选。现在按tab > Subdivide (细分)。将Depth (深度) 设置为2。这将细分模型，使折痕边缘比模型的其他区域更锐利。较高的折痕权重可以使这些边缘完全锐利，但目前较柔和的外观效果更好。在网络编辑器中，在链的末尾添加一个空节点并设置其显示标志。将此节点重命名为GLASS\_OUT。回到对象层级，将对象重命名为wine\_glass。



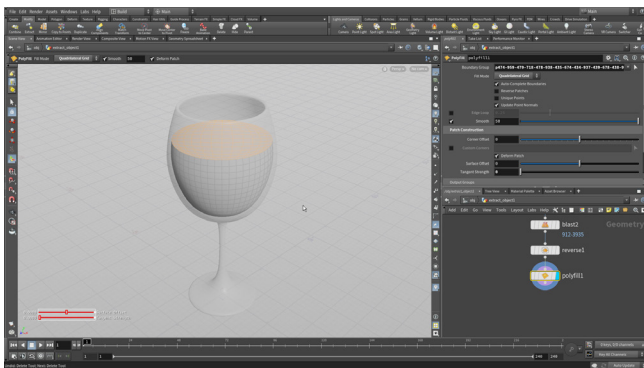
## 06

几何体并将其放置到一个新对象中。从正视图图中，选择酒杯顶部的面，然后按删除键。这将向网络中添加一个Blast (爆破) 节点，用于移除这些面。  
注: 你仍然可以看到原始酒杯的模糊版本，因为场景视图被设置为Ghost Other Objects (重影其他对象)。这个设置很有用，有助于为你的工作添加背景信息



## 07

现在回到“透视图”视图，双击酒杯的底部，然后按删除键。这会添加一个第二级Blast (爆破) 节点。现在你只剩下需要放置液体的内部面了。酒杯几何体上的面在外部会显得较暗，这意味着它们是原始模型的背面。按N键可选择所有原语。按Tab>Reverse可反转法线，使它们朝向外侧。每个原语较暗的那一面现在将位于形状的内侧。



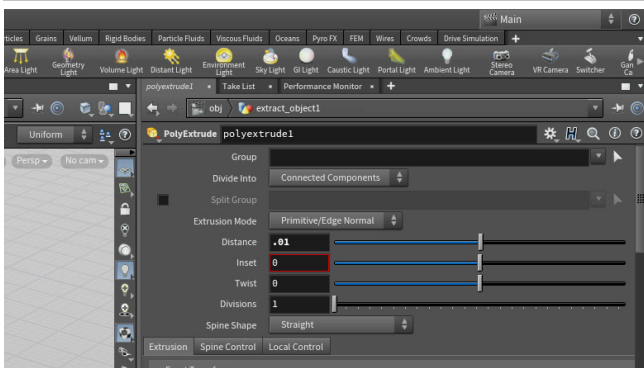
## 08

按3键切换到边缘选择，然后双击形状的边缘以选择开放边缘。按Tab键并开始输入polyfill。在polyfill突出显示时，按Enter。设置以下内容：

Fill mode (填充模式) 设置为Quadrilateral Grid (四边形网格)。

Tangent Strength (切线强度) 设置为0。

这将创建一个闭合形状，它将成为课程后期FLIP Fluid的源。



## 09

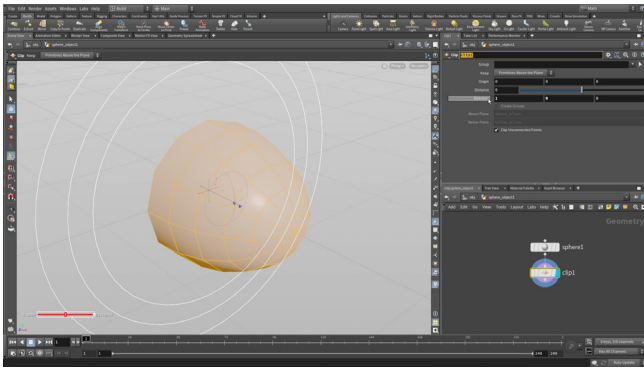
按4键切换到原始选择模式，然后按N键选择所有原始对象酒杯建模。

按C键，选择Model > Polygons > PolyExtrude。将Distance (距离) 设为0.01，以与酒杯产生重叠，从而帮助流体正确渲染。

在网络编辑器中，在链的末端添加一个空节点并设置其显示标志。将此节点重命名为FLUID\_OUT。进入对象级别，将此对象重命名为“wine”。

## 第二部分 建模子弹

为了创建子弹的几何体，您将从一个原始球体开始，将其对半切开。接下来，您将进行开放端的多段挤出，然后使用多段填充来使用四边形拓扑闭合形状。随后，您将进行细分以定义最终形状。由于该物体将运动得非常快，因此并不需要过多的细节。

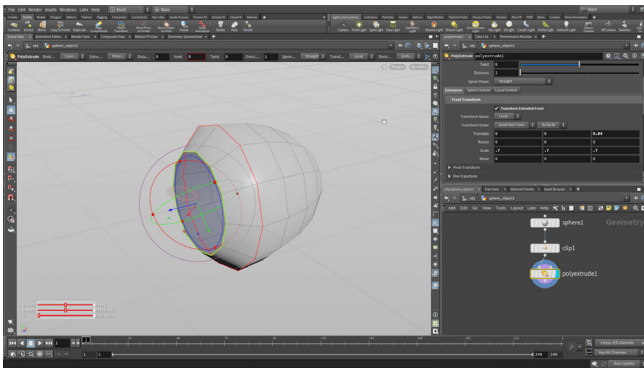


### 01

切换到对象层级，在“网络”视图中，关闭“葡萄酒”和“酒杯”对象的显示标记。在“场景”视图中，按C键并选择 **Create > Geometry > Sphere**。按Enter键将其放置在原点位置，然后深入内部并设置以下参数：

- 与X轴的朝向
- Radius(半径)设置为0.2、0.125和0.125。
- Columns(列数)设置为12

在场景视图中按tab键>clip(剪切)，然后按n键选择所有原语，并按 Enter键将方向设置为1, 0, 0。

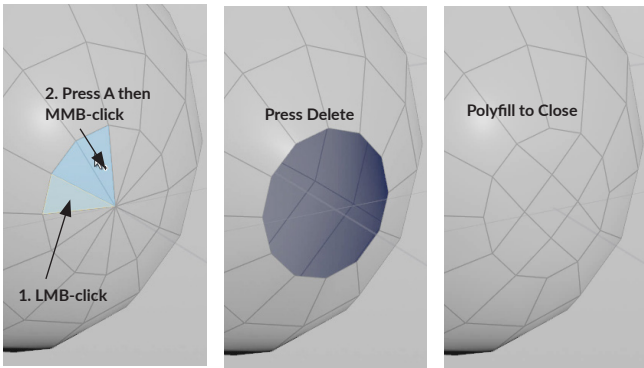


### 02

点击选择工具，然后按3打开边选功能，并双击球体的开口端。按c并选择 **Model > Polygons > PolyExtrude**。在挤出选项卡中，设置以下内容：

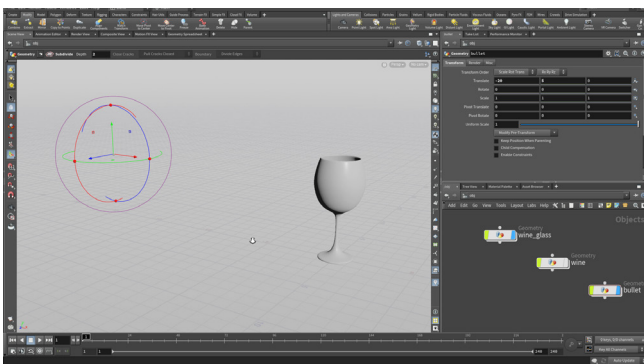
- 将“Extrude Front”转换为开启状态
- 平移Z轴至0.04
- 缩放至0.7, 0.7, 0.7

这会在你移除子弹前端的三角形并关闭形状之前添加一些额外的几何体。



### 03

四处点击并按“s”键获取选择工具，按“4”键获取面/图元选择。选择子弹尖端的其中一个三角形，然后按住“a”键，接着在另外两个三角形上中键点击以选中所有三角面。按“Delete”键删除它们。这会在网络中添加一个爆炸节点。在网络视图中，按“tab”“polyfill”，并将该节点放置在爆炸节点之后。将 **Fill mode(填充模式)** 设置为 **Quadrilateral Grid(四边形网格)**，**Corner Offset(角偏移)** 设置为1，然后打开其显示标志。这样就会以良好的四边形拓扑结构封闭子弹的两端。



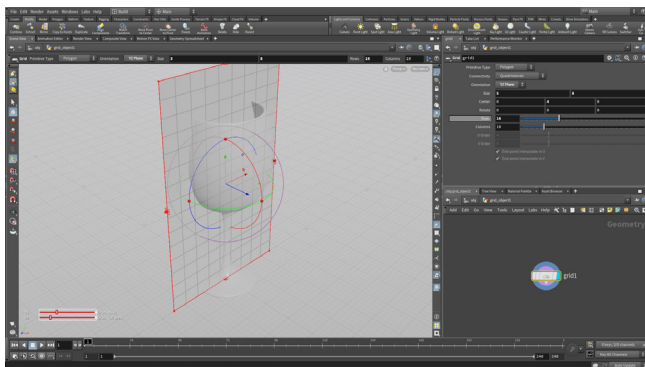
### 04

置其显示标志。现在在末端添加一个 **Subdivide(细分)** 节点，将 **Depth(深度)** 设置为2，然后在网络编辑器中，在链的末端添加一个空节点并设置其 **display flag(显示标志)**。将此节点重命名为 **BULLET\_OUT**。

回到对象层级，重命名这个对象为“子弹”。开启“酒杯”的显示标志。将“子弹”在X轴上平移约-20，在Y轴上平移5。您可能想返回到正面正射视图，以确保它瞄准了酒杯上的目标撞击点。保存你的工作。

## 第三部分 打碎酒杯

要定义酒杯上的裂缝，你将使用绘制曲线工具创建看起来自然的线条，然后将其挤压成几何薄片。然后，你将使用山脉工具扰动这些表面。这种看似杂乱的形状随后可以合并到酒杯对象中，在那里你将设置一个布尔运算，利用这些薄片使酒杯破碎。

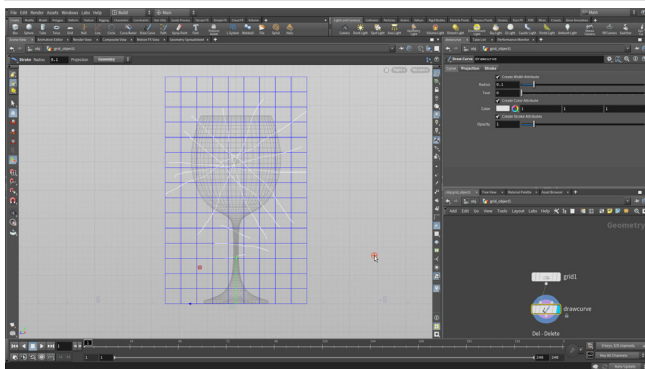


### 01

在场景视图中，进入对象层级，然后按下c键并选择Create > Geometry > Grid。按回车键将其放置在原点，然后按i键深入内部并进行以下设置：

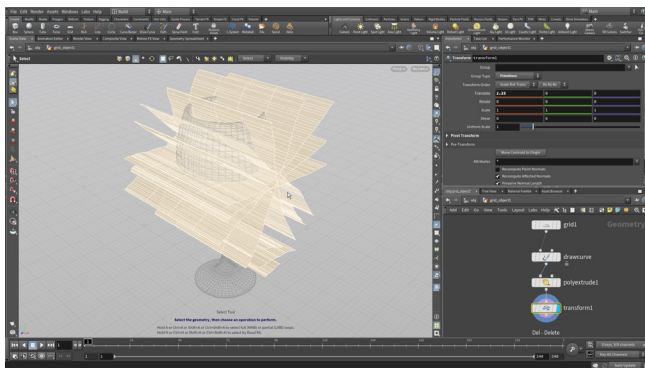
- 定向到YZ平面
- 将Y轴中心设置为
- X尺寸设为5
- Y尺寸设为8
- 行数设置为16

这将为Draw Curve(绘制曲线)工具创建一个与酒杯形状匹配的绘图表面。



### 02

切换到右侧视图，然后按v > Shading > Wireframe以进入线框模式。您可以看到子弹隐藏在网格后面以及酒杯中。按N键选择整个网格，然后转到“创建搁架”选项卡，并点击“绘制曲线工具”。在酒杯上绘制曲线，使其在子弹击中酒杯的位置汇聚。同时，在酒杯的杯柄处添加一些曲线，因为那里也会破裂。如果在绘制过程中画出了不满意的曲线，可以按Ctrl-Z撤销。



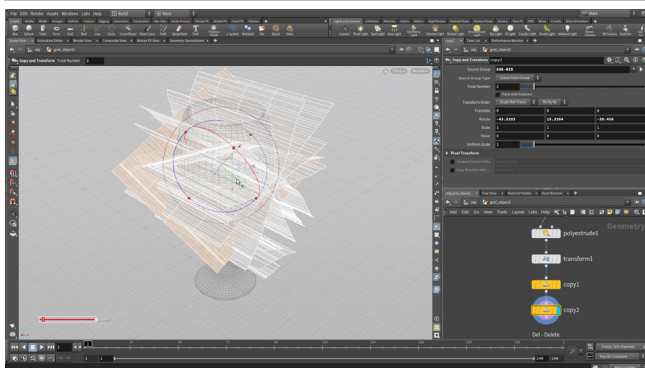
### 03

转到选择工具，然后按n选择所有曲线，接着按c并选择Model > Polygons > PolyExtrude。将Divisions(分段)设置为4。

在挤出选项卡中，设置以下内容：

- 将挤出的正面变换设为开启
- 变换空间为Global(全局空间)
- 将X平移至-4.5

接下来，点击其他地方，然后选中所有几何体，按下tab > Transform。将Translate X设置为2.25，使该几何体以原点为中心。



### 04

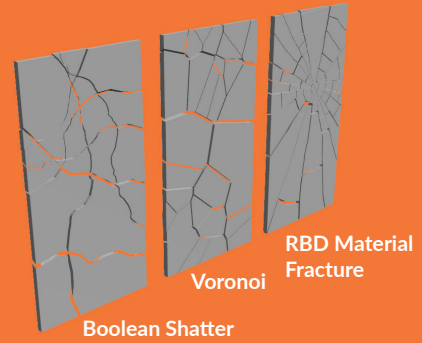
按S键来调出选择工具，然后按4键进入原语选择。双击其中一个片层以选择整个对象。按tab > Duplicate(复制)来创建副本。使用Rotate [r](旋转)柄来重新定向复制的片层，使其几乎与其他片层正交，确保它能穿过杯体但避开杯柄。这样就能以相反方向破坏杯体，以生成更逼真的玻璃碎块。用另一张纸重复操作，以创建另一个不同角度的切割表面。



## 布尔破碎

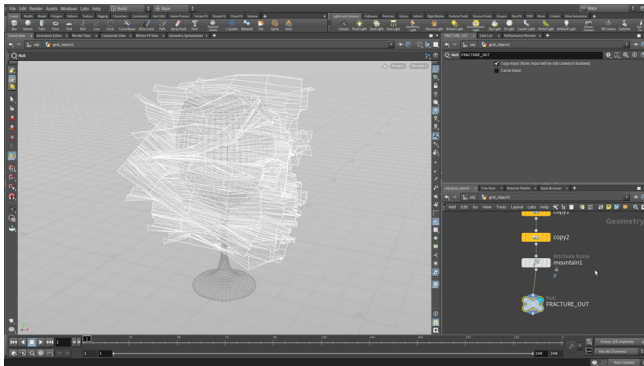
布尔节点常用于创建传统的布尔运算，如“并集”、“交集”和“差集”。虽然这些运算适用于闭合形状，但您可以利用“碎裂”选项以薄片形式分割几何体。

Houdini有一个Voronoi Shatter工具，也可以使用，但它不会产生你想要的破碎玻璃的锯齿状效果。还有一个RBD材料断裂节点，可以创建类似玻璃的断裂效果。这些工具最适合处理平面表面，这就是为什么在本教程中处理酒杯时没有使用这些工具。



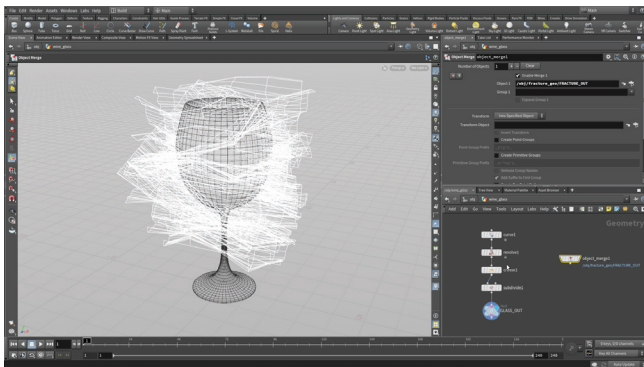
## 05

选择所有几何体，然后按 `tab > Mountain(山脉)`，为不同面上的点添加一些噪点。将Amplitude(振幅)设置为0.75。这将在玻璃上创建更有趣的裂缝。在“网络”视图中，在链的末尾添加一个display flag(空节点)，并将其重命名为 `FRACTURE_OUT`。设置此节点的空节点。进入对象层级，将此节点命名为“`fracture geo`”，然后关闭其空节点以隐藏它。



## 06

接下来深入研究wine-glass对象。在“网络”视图中，按 `s tab > object merge (对象合并)`，然后将节点放置下来。点击Object 1(对象1)旁边的节点选择器导航至`fracture_geo > FRACTURE_OUT`并选择该节点。确保Transform(变换)设置为Into Specified Object (进入指定对象)。这会将波动的薄片导入酒杯几何网络中，你可以利用它对酒杯进行布尔破碎。

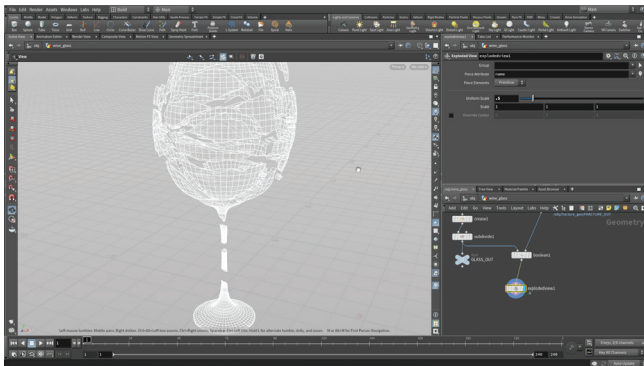


## 07

在“网络视图”中，按`tab > boolean`，然后点击放置新的节点。将subdivide(细分节点)(不是GLASS\_OUT)连接到第一个输入端，将object\_merge(对象合并)连接到第二个输入端。设置其Display flag(显示标志)，然后设置以下参数：

- 设置B:Treat As to Surface
- 破碎操作(A的碎片)

为了可视化裂缝，可以在链的末尾添加一个爆炸视图节点。如果您想改变事物的运作方式，可以返回到“`断裂_geo`”对象并编辑各张图纸。这些编辑将自动更新。

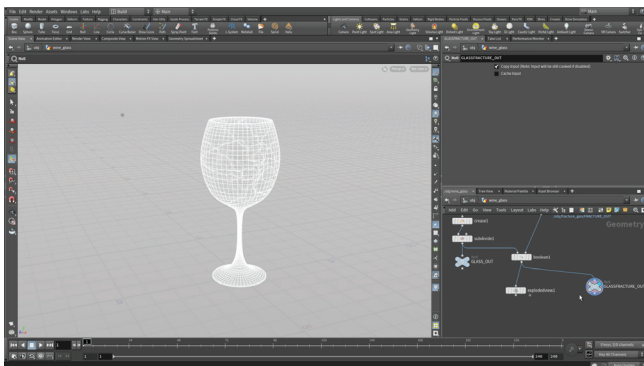


## 08

在网络视图中，添加一个空节点来绕过exploded\_view节点，并将其重命名为 `GLASSFRACTURE_OUT`。设置此节点的显示标志。

你现在为这个网络拥有了两个输出节点。GLASS\_OUT节点会提供原始形态的酒杯，而GLASSFRACTURE\_OUT节点则会提供破碎的玻璃。在接下来的步骤中，你将同时使用这两个节点来完成这个镜头。

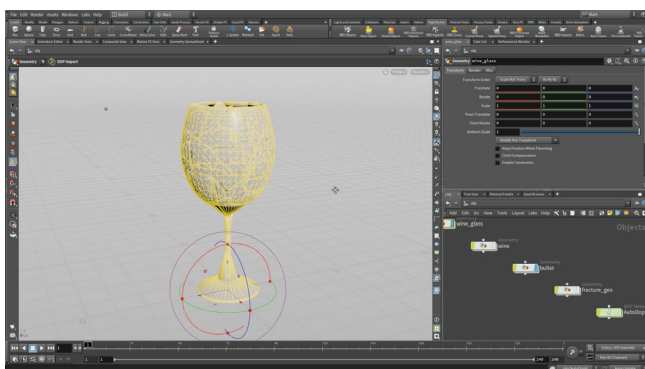
保存你的工作。



## 第四部分

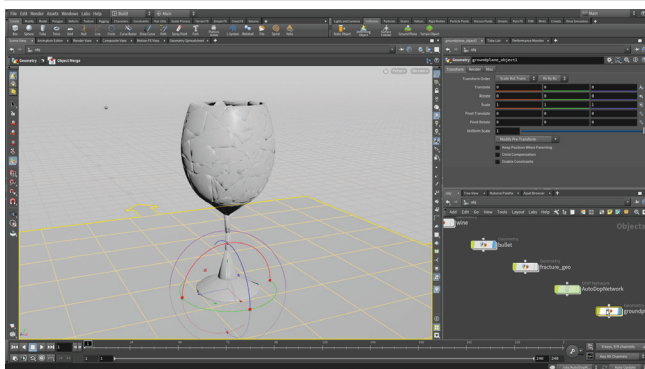
# 设置RBD模拟

现在您将使用库工具创建一个刚体模拟。这将添加一个DOP(动态操作员)网络,该网络将几何形状、力和求解器节点整合在一起。在酒杯几何网络中,将添加节点以准备几何形状用于模拟。您将使用凸包代理,以便BulletRBD求解器能够处理形状不规则的玻璃碎片。



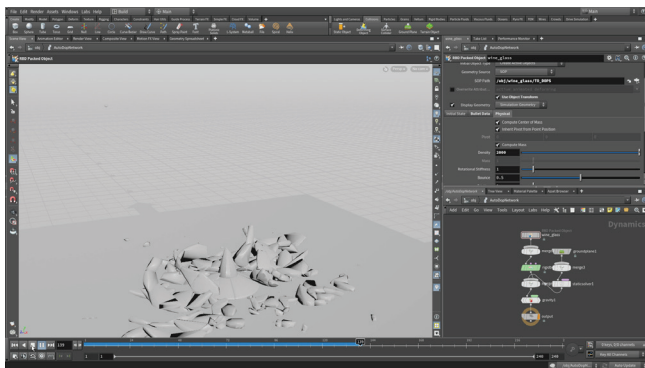
### 01

向上提升对象层级,选择“wine-glass”对象然后在Rigid Bodies货架中,点击“RBD凸面体代理”工具。这将为您的设置初始动力学网络。它被称为“自动DOP网络”。v > Shading(着色) > Smooth Wire Shaded(平滑线框着色)。此工具用于将酒杯的各个部分分解为凸面体形状,以便创建复杂的碰撞。这些凸面体看起来会比源几何体粗糙,但在模拟完成后,您可以返回查看更简洁的拓扑结构。



### 02

转到Collisions(碰撞)选项卡,然后点击Ground Plane架子工具。这将为你的几何体创建一个无限大的地平面,以便发生碰撞。你可以关闭地平面对象上的e Display flag(显示)标志,使其在场景视图中隐藏。它在模拟中仍将作为碰撞表面发挥作用。



### 03

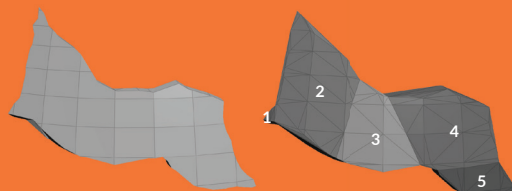
深入研究AutoDopNetwork节点。选择 wine\_glass节点,然后在Physical(物)选项卡中将Density(密度)设置为2000,这大约是玻璃的密度。在播放栏中按下播放键,看看会发生什么。玻璃杯掉落并撞击地面。此时,重力是作用在碎片上的唯一作用力。你可以建立一个胶合网络,在撞击前将碎片固定在一起,但子弹速度极快,连接这些部件并无必要。



## 凸分解

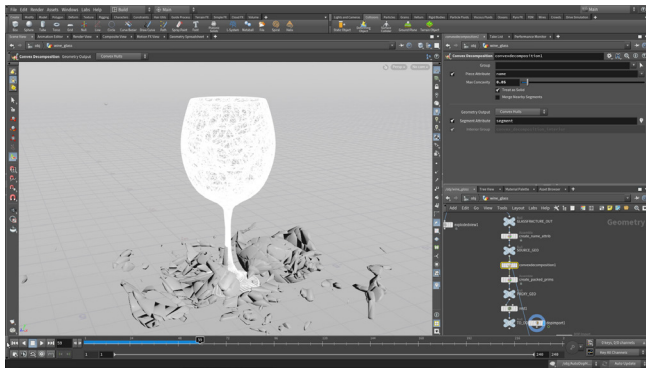
在RBD模拟中,Houdini使用Bullet求解器,该求解器倾向于使用凸形以保持快速的模拟速度。凸分解功能允许您处理凹形形状,并将其分解为相互连接的凸形形状。然后,这些形状将由Bullet求解器作为一个整体进行模拟。

由于酒杯碎片形状各异,凸面分解确保所有碎片的准确碰撞。



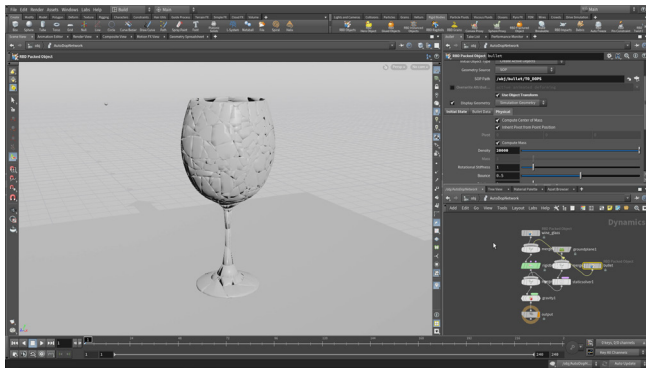
原始几何体

凸分解



## 04

上升到对象层级并深入到wine\_glass对象。已经添加了一些节点来创建代理几何体，这条链以当前显示dopimport节点结束。  
在凸分解节点上，你可以将Max Concavity(最大凹度)更改为0.05，以调整碰撞几何体。  
按下播放键观看其模拟过程。

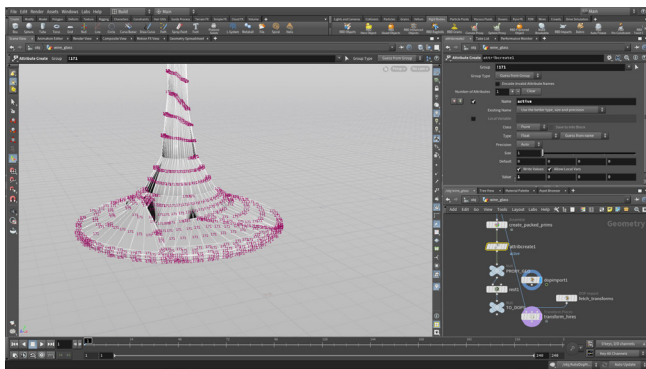


## 05

向上移动到对象层级，选择子弹对象，然后转到刚体货架，点击e Rigid Bodies工具。这将从子弹创建一个封装的刚体动力学对象，并将其添加到动力学网络中。  
导航至自动动力学操作网络 (AutoDopNetwork) 并选择子弹节点

- 在Initial state(初始状态)选项卡中，将tVelocity(速度)设置为40000。
- 在Physical(物理)选项卡中，将Density(密度)设置为20000。

这是铅的密度，对于子弹来说应该很适用。

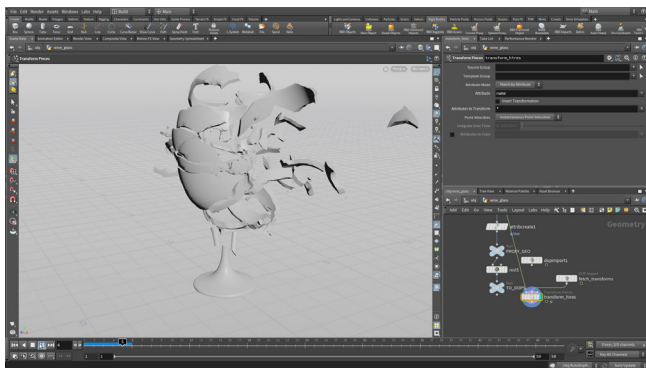


## 06

在进行模拟之前，你需要确保玻璃杯的底部与地面接触。进入“wine\_glass”对象，在显示栏中打开基元编号。你会看到，在这种情况下，底部封装基元编号为171，你的可能会有所不同。

在create\_packed\_primitive和proxy\_geo节点之间添加一个Attribute Create节点。设置以下内容：

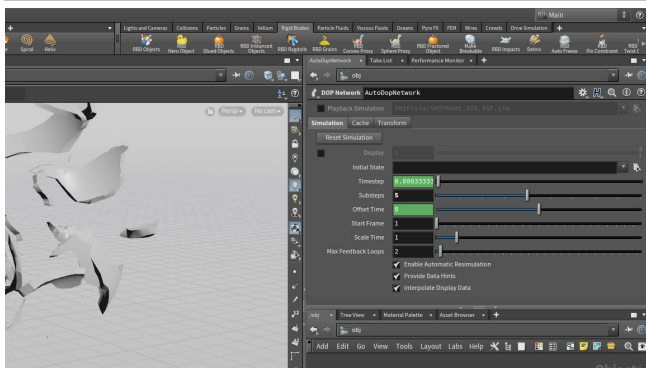
- 将组设置为!171(或你的基数)
- 名称到激活
- 值为1,0,0,0



## 07

接下来，在transform hires节点上设置显示标志，打开Global Animation Options(全局动画选项)，并将End(结束)设置为50。

现在回放模拟。你现在可以看到源几何体随着代理进行动画，但碰撞却极其剧烈。

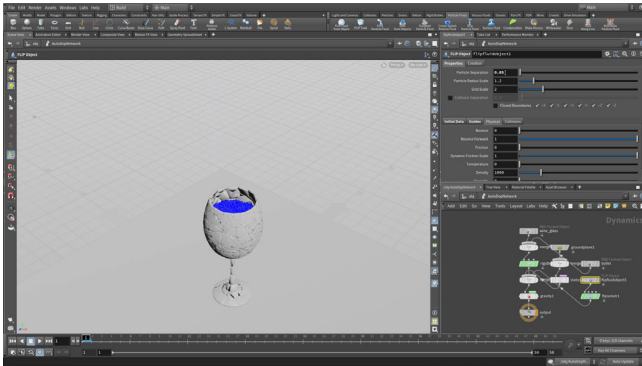


## 08

Bullet模拟在求解器上默认使用10个子步骤。对于子弹的速度而言，这不足以解决碰撞问题。进入对象层级，在AutoDopNet节点上将子步骤设置为5。这将在求解器设置的基础上增加子步骤。这样做可能会使模拟花费更长时间，但会提高准确性，并且通常会让模拟更加逼真。  
再次运行模拟，看看碰撞效果是不是好多了。如果你想改变一些东西，可以返回并调整设置。你甚至可以返回并重新定位一些裂缝。  
保存你的工作。

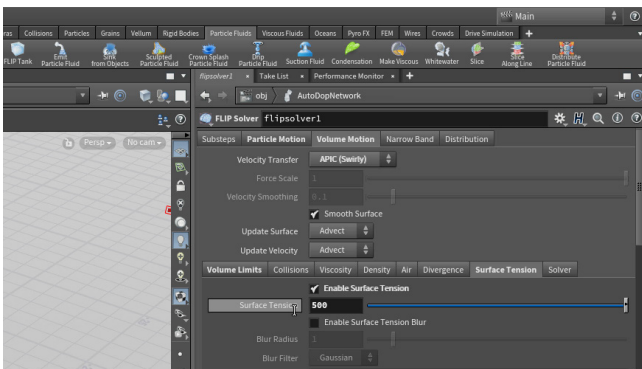
## 第五部分 将流体添加到模拟中

既然子弹正在击碎玻璃，现在是时候将酒的对象转换为一种流体，使其成为集成模拟的一部分。这意味着刚体动力学（RBD）模拟和流体模拟将在同一个动力学操作符（DOP）网络中进行，并作为一个系统协同工作。起初，流体将由粒子表示，随后这些粒子可以生成表面以可视化流体。



### 01

转到第1帧。在“网络”视图中选择“wine”对象，然后从Particle Fluids(粒子流体)架子中，点击FLIP Fluid from Object(从对象创建 FLIP流 体)工具。这会将流体转化为一定数量的流体粒子。在 AutoDopNet 中，选择flipfluidobject节点并将Particle Separation(粒子间距)设置为0.05。这会创建更多粒子，进而为模拟增加更多细节。



### 02

选择flipsolver1节点并点击粒子，在行为选项卡下，设置为：

- 将ID属性添加到ON

在Reseeding(重新播种)设置中：

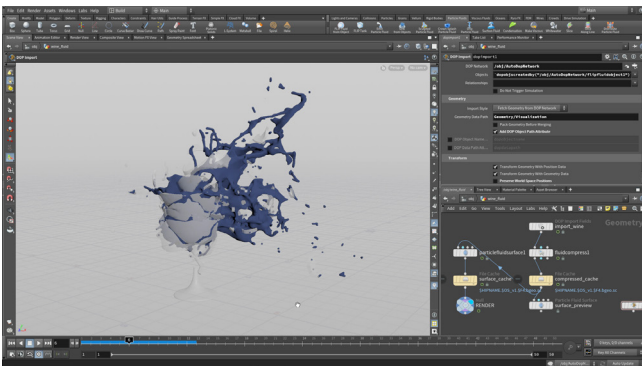
- Reseed Particles(重置粒子)设为关闭

在体积运动中，设置：

- Velocity Transfer(速度传输)到(APIC) Swirly

在表面张力下，设置：

- 将Surface Tension(表面张力)设置为开启
- Surface Tension(表面张力)设置为500



### 03

点击“播放”以运行模拟。通过添加额外的子步骤，模拟时间会稍长一些，但将提供更准确的结果。模拟到仅超过第10帧，然后按“Esc”键停止模拟。前往第10帧以预览到目前为止的流体状态。要将其视为一个曲面，请提升至对象层级，并进入“wine\_fluid”对象。在“Rendernull”节点上设置显示标志，以查看曲面流体。这将会花费更多时间来渲染，但能让你在每个帧上看到曲面的最终效果。

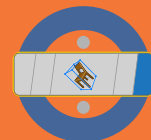


### 显示和渲染标志

当“wine\_fluid”几何网络首次创建时，“Display”标志位于dopimport节点上，该节点显示粒子；而Render”标志位于从粒子表面节点引出的null节点上。这种设置旨在视口中提供快速性能，而如果您进行渲染，则可以看到最终的表面。在本课程中，您将缓存表面，因此这些节点将不用于渲染。



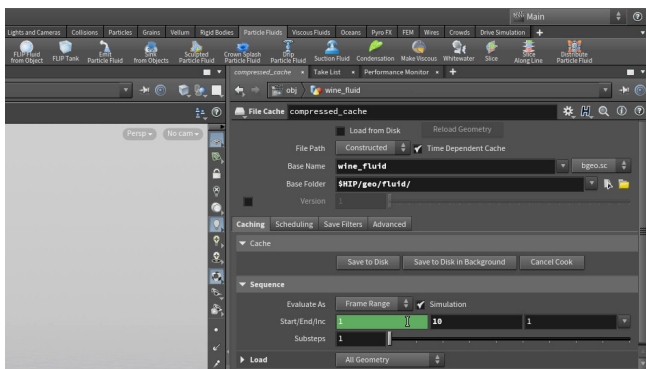
Null  
RENDER



dopimport

## 第六部分 缓存模拟并重新设置时间

对于这个镜头，你只需要计算10帧的模拟。然后将其保存到磁盘，接着使用一个重定时节点来创建一个更长的镜头，让流体先减速，然后时间倒流。经过重定时的流体粒子将进行表面处理，并输出为一个50帧的序列，该序列将确定最终用于渲染的镜头。然后对酒杯和子弹进行重定时以匹配。



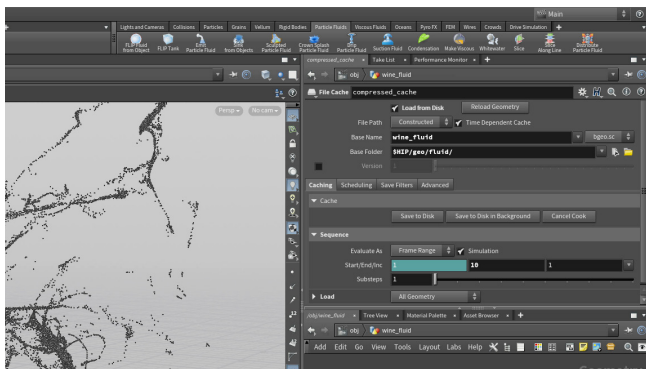
### 01

在对象层级，删除货架工具创建的wine\_fluid\_interior节点。深入wine\_fluid对象。删除除import\_wine\_compressedcache节点和particlefluidsurface节点之外的所有节点。

在压缩缓存上，设置以下内容：

- 基础名称设为wine\_fluid
- 基础文件夹设为\$HIP/geo/fuid/
- 取消选中“版本”复选框
- 结束帧设为10（右键单击 >先删除通道）

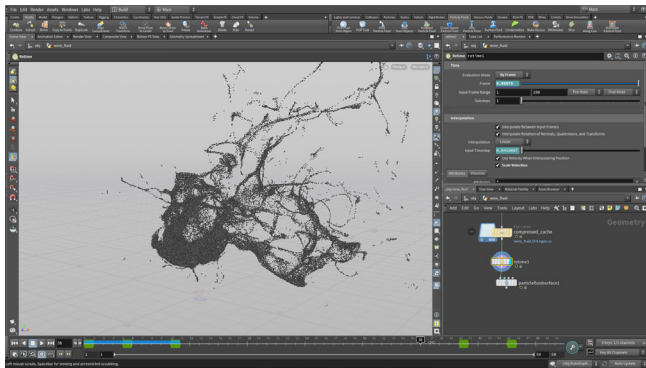
点击“保存到磁盘”。



### 02

完成后，停留在几何级别。在场景视图右上角的可见性菜单中，选择Hide Other Objects。（隐藏其他对象）

将Load from Disk（从磁盘加载）设置为“开启”，并擦除整个地理序列。它仅会播放10帧。现在，您将重新调整序列，使其延长到50帧，并减缓效果。



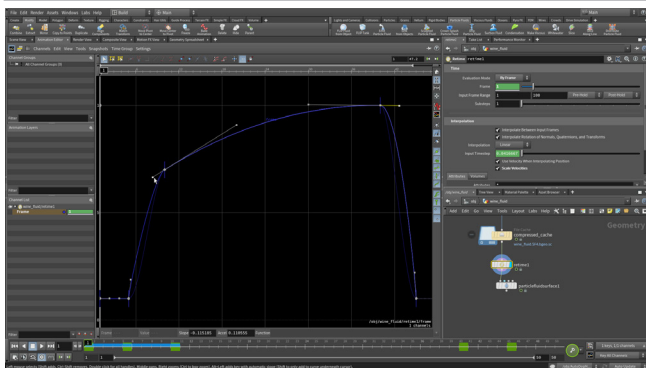
### 03

在压缩缓存节点之后添加一个重定时节点，并设置其显示标志。设置以下内容：

- Evaluation Mode（评估模式设置）为By Frame逐帧。
- 打开“Scale Velocities”选项

右键单击帧字段并选择删除通道。

- 在帧1:将帧设置为1并Alt-单击以创建关键帧。
- 在帧5:将帧设置为1并关键帧
- 在帧10:将帧设置为7并关键帧
- 在帧40:将帧设置为10并关键帧
- 在帧45:将帧设置为1并关键帧



### 04

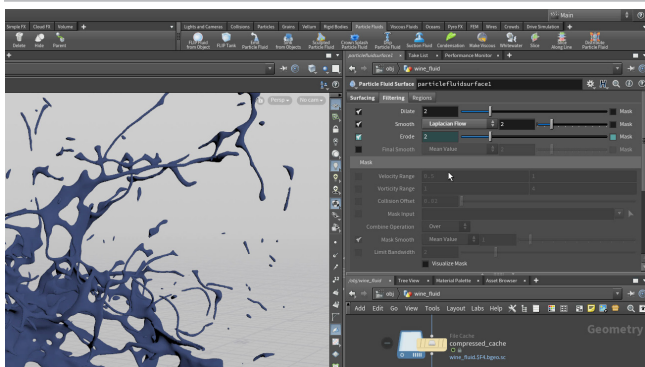
点击Animation Editor（动画编辑器）面板，查看刚创建的动画曲线。在图表上按h使视图居中，然后按住鼠标右键拖动稍微缩小视图。

点击并拖动曲线手柄，以获得与您在此处看到的类似形状。如果需要在曲线上断开切线，请选择关键帧并按T键 解开切线。然后分别选择并拖动两端。这里的目标是让液体快速溅出，然后减速，直到短暂冻结，接着快速恢复到原来的形状。

## 重定时

在砸碎玻璃杯这个模拟场景中，最有趣的部分是最初的10秒。为了强调这一部分，您需要将流体粒子保存到这10帧，然后使用“重时”节点来拉伸序列，使其呈现出一种“子弹时间”效果，通过时间倒流来还原原始的玻璃杯状态。

一旦您为流体设置好这些参数，就可以显示这些点并保存一个更长的序列。同样的时间节点随后可以被复制并粘贴到“粉碎玻璃”和“子弹”上使用。

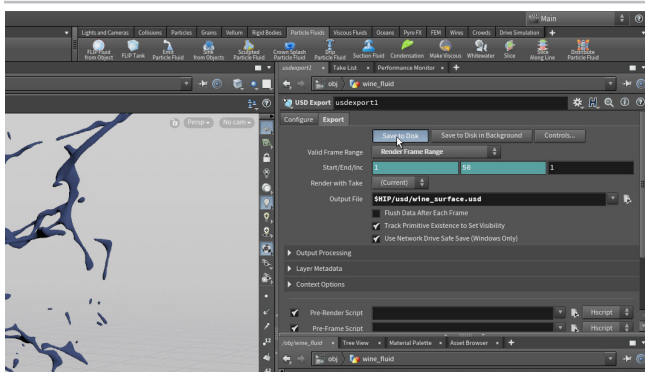


**05** 确保重定时节点已连接到粒子流体表面节点，然后设置其显示标志。这将根据重定时生成最终的流体。选择粒子流体表面节点并保留：

- Method 设置为 Average Position (平均位置)
- 将 Union Compressed Fluid Surface 设置为关闭

在过滤选项卡中，将：

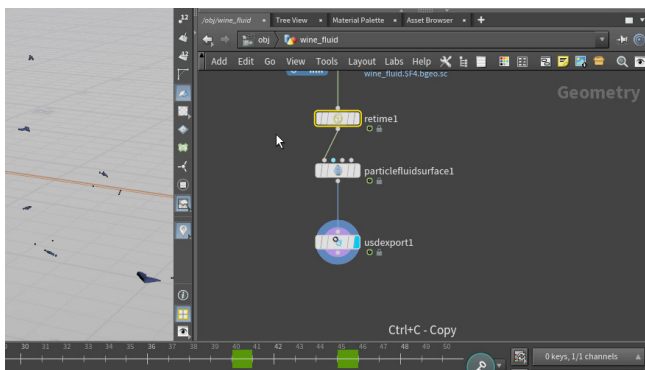
- 将 Dilate (扩张) 设置为 ON，并将其设置为 2。
- 将 Smooth (滑动) 设置为 ON，并将其设置为 Laplacian Flow (拉普拉斯流)



**06** 在链条末尾添加一个USD导出节点。将其重命名为 wine surface。设置以下内容：

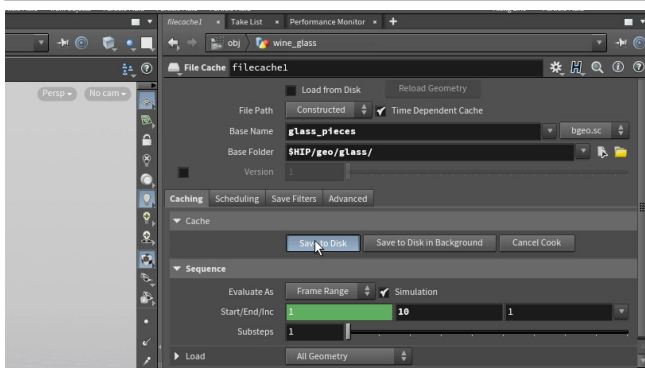
- Valid Frame Range (有效帧范围) 以及 Render Frame Range (渲染帧范围)
- 输出文件到 \$HIP/usd/wine\_surface.usd

点击保存到磁盘。



**07**

选择“重置时间”节点，然后按Ctrl-c进行复制。您将在另一个网络中粘贴此节点，以重新设定破碎酒杯的时间点。这将确保两个网络中的关键帧匹配。保存你的工作。



**08** 转到帧1并导航进入wine\_glass网络。在 transform\_hires节点下方，连接一个文件缓存节点并设置以下内容：

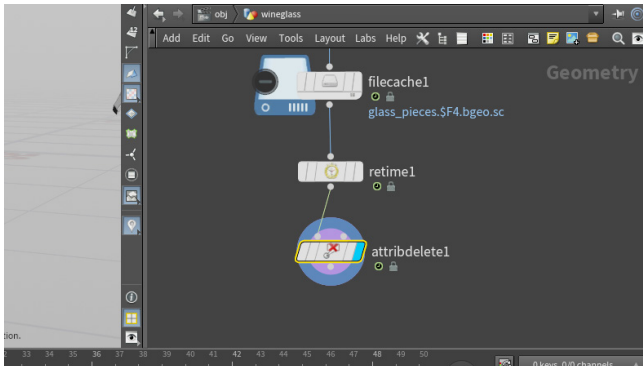
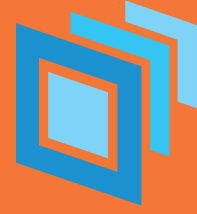
- 基础名称到玻璃碎片
- 将基础文件夹移动到 \$HIP/geo/
- 关闭版本检查框
- 从1到10(先右键点击>删除通道)

点击保存到磁盘。将从磁盘加载设置为开启，并通过第1到第10帧进行检查，以确保其看起来正确。



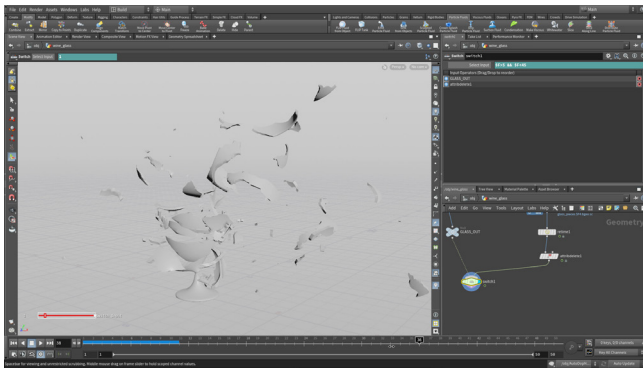
## USD和SOLARIS

为了支持此项目的外观开发阶段，您正在将流体、酒杯和子弹转换为USD格式进行缓存。通过这样做，您可以专注于渲染，而无需担心模拟结果被重新计算。在此，您将在与模拟场景相同的场景文件中显示这些缓存，但另一个选项是创建一个新的场景文件，并将缓存导入该文件中。这将使您能够专注于照明和渲染镜头，但可能使后续调整模拟变得较为困难。



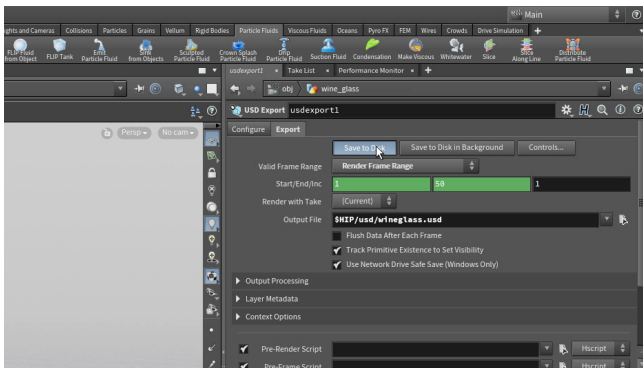
### 09

按下Ctrl-V将重定时节点粘贴进来，将其放置在文件缓存节点 之后，并设置其Display flag(显示标志)。现在玻璃的时间设置与流体的时间设置相同。你可以在时间轴上拖动查看碎片的时间设置。在重定时节点之后，添加一个Attribute Delete(属性删除)节点从 Primitive Attributes(原始属性)旁边的箭头中，选择“名称”以从几何体中删除此属性。



### 10

在网络中添加一个切换节点。首先将 GLASS OUT输入到该节点，然后删除属性并将其重新分配给另一个节点。将“选择输入”设置为 $\$F > 5 \&\& \$F < 45$ 。在时间轴上拖动查看其效果。此表达式会在第5帧时从完整的玻璃切换为破碎的玻璃，然后在第45帧时再切换回来。你要将这些形状组合起来，确保在酒杯的USD文件中，玻璃在撞击前后都不会破碎。

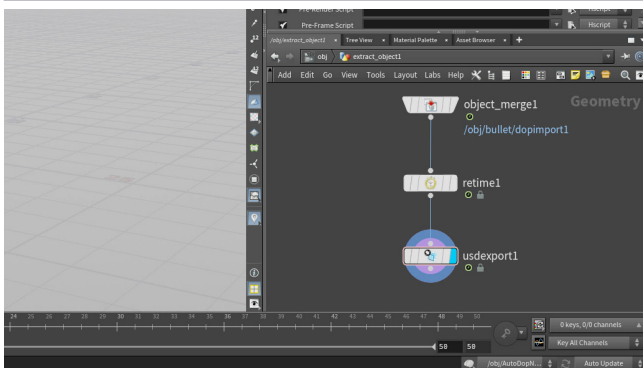


### 11

在链条末尾添加一个 USD导出节点。设置以下内容：

- Valid Frame Range (有效帧范围) 到 Render Frame Range (渲染帧范围)
- 输出文件为  $\$HIP/USD/wineglass.usd$

点击保存到磁盘。



### 12

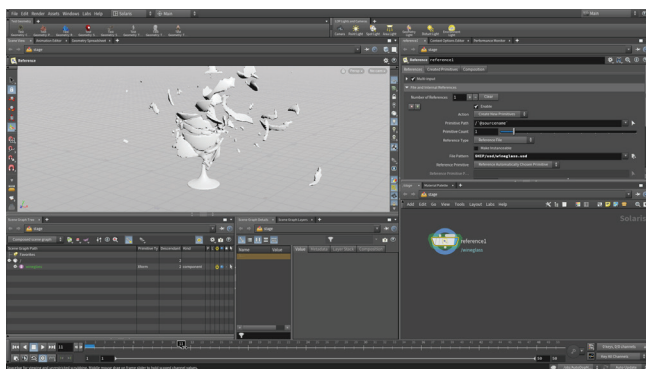
转到第1帧并选择子弹对象。从 Modify (修改) 菜单中, 选择Extract(提取)。这将为我们提供几何体在世界空间中的位置。深入研究 extract\_object, 将重定时节点粘贴到对象合并节点下方, 然后将它们连接起来。在链条末端添加一个USD导出节点。将其重命名为 bullet。设置以下内容:

- Valid Frame Range (有效帧范围) 到 Render Frame Range (渲染帧范围)
- 输出文件为  $\$HIP/USD/wineglass.usd$

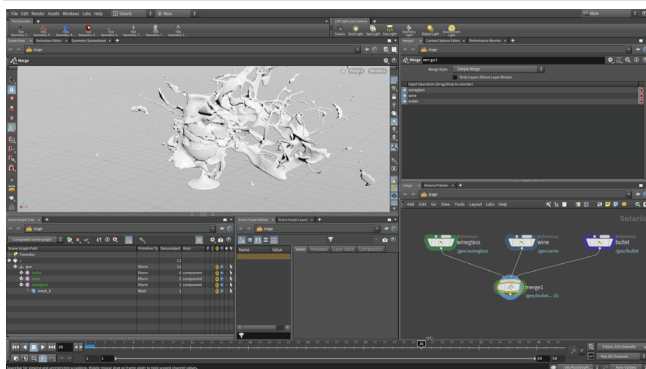
点击保存到磁盘。

## 第七部分 设置并渲染镜头

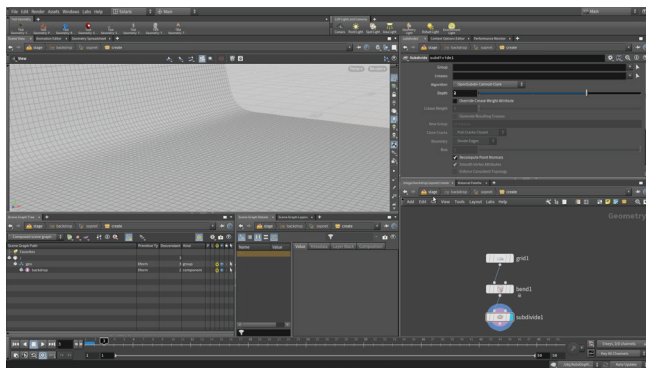
要渲染该镜头，你需要将 USD 文件引用到 Solaris 场景中，然后添加一个背景。Solaris 是 Houdini 的一个环境，它使用 LOP 节点来搭建 USD 场景图。接下来，你要添加并放置一个相机，然后添加一个环境光 随后，Karma 渲染器将在视口中被 调用，以创建该镜头的预览渲染。



**01** 将桌面切换到 Solaris。从路径栏中选择“Stage”。在“网络视图”中，按下 tab > Reference(引用)，然后点击添加一个 Reference(引用) 节点在 Reference File(引用文件) 旁边，点击 File Chooser(文件选择器)，找到“wineglass.usd”文件。将该节点重命名为“wineglass”。将“图元路径”设置为“/geo/SOS” - 这将使用节点名称并将其放置在名为“geo”的组中。在场景视图中，使用诸如按空格键加 H 键之类的视图工具将视图归位，以便更好地观察酒杯。



**02** 在此节点上按住 Alt 键并拖动可创建一个副本，再次操作可创建第二个副本。对于第一个副本，点击文件选择器并找到 wine surface.usd 文件。将该节点重命名为 wine。重复操作以制作另一个副本，找到 bullet.usd 文件。将节点重命名为 bullet。在网络中添加一个合并节点，并将所有三个参考节点连接到该节点。设置其显示标志，然后进行擦除操作以查看结果。在场景图中，你可以看到一个几何体条目，在其下方你会找到三个被引用的 USD 文件。



**03** 在网络视图中，按下 Tab 键并输入“Grid”。点击放置该节点，将其重命名为“backdrop”，并将其连接到“merge”节点。将“导入路径前缀”设置为“/geo/\$OS”。双击“backdrop”节点，深入到几何体层级。选择网格节点，将大小设置为 200,200，行数和列数设置为 20。右键单击网格节点的输出并输入 Bend (弯曲)。点击放置一个弯曲节点，设置其显示标志，然后设置：弯曲度为 75，捕捉原点为 -40,0,0，捕捉方向为 -1,0,0，捕捉长度为 20。右键单击网格节点的输出并输入“细分”。设置其显示标志，然后将深度设置为 2。



### 缓存模拟结果

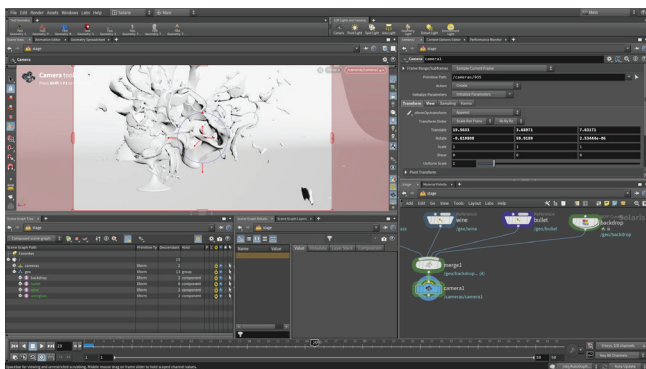
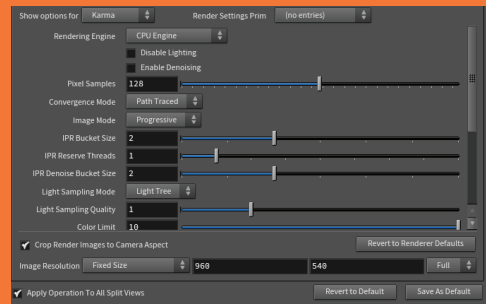
为了支持此项目的外观开发阶段，您已将流体、酒杯和子弹缓存到几何(USD)序列中。通过这样做，您可以专注于渲染，而无需担心模拟被重新计算。

在处理可能消耗大量硬盘空间的特效镜头时，这是一个典型的工作流程。在发送包含大量粒子的庞大模拟文件之前，您应充分意识到这一点--确保您有合适的地方来存储各个中间阶段的数据。

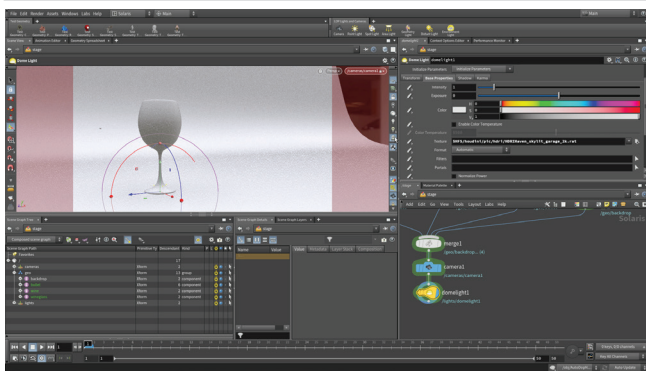


## 视口渲染

现在您将使用Houdini的渲染器Karma来渲染序列。首先，这将使用您在“显示选项”中找到的设置进行渲染。在场景视图中按“d”键即可调出这些设置。您在这里可以开启去噪器，设置像素采样数和图像分辨率。稍后在设置Karma LOP时，该节点上将有渲染设置，这些设置将用于创建最终输出。



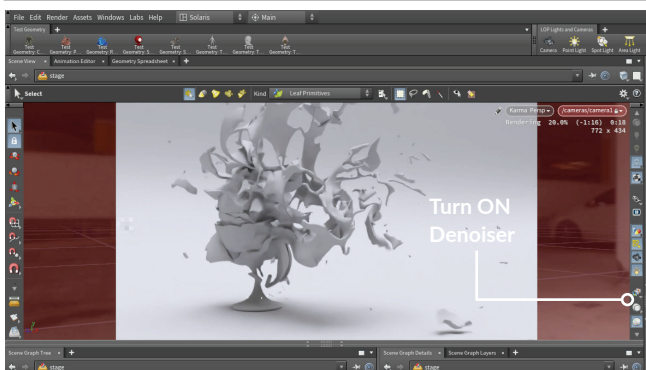
**04** 使用视图工具从正面观察酒杯。在“LOP灯光和相机”架子上，按住Ctrl键并点击“相机”工具。这会在网络中添加一个相机节点，此时您可以通过视口中的相机进行观察。按下Lock Camera/Light to View（锁定相机/灯光以查看）按钮，以便可以利用视图变化来重新定位相机。现在在视口中进行旋转、平移和推拉操作，重新定位相机，使酒杯在左侧，水花移到右侧。拖动时间轴，确保相机在整个序列中都能正常工作。



**05** 从LOP灯光和摄像机架上，按住Ctrl键并单击“环境光”工具。这会在链的末尾添加一个穹顶灯节点。选择穹顶光节点，在Base Property（基本属性）选项卡中，点击Texture（纹理）旁边的文件选择器按钮。在侧边栏中点击SHFS/houdini/pic/hdri列表，然后选择文件HDRIHaven\_skylit\_garage2k.rat。点击“接受”。在“显示选项”栏上。点击High Quality Lighting with Shadows（带阴影的高质量照明）按钮。



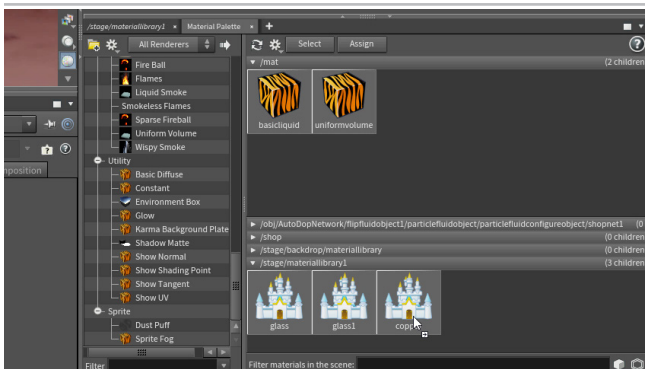
**06** 从“Persp”菜单中，选择“Karma”，以便在视口中使用Karma进行渲染。你可以在时间轴中切换到不同的帧，视口会快速更新。Karma旨在与USD协同工作，这就是为什么LOP环境中的所有内容都会转换为USD场景图。你只能在Houdini的这一部分使用Karma渲染器。



**07** 要在渲染时获得更清晰的图像，如果你有英伟达显卡并已安装最新驱动程序，可以打开去噪器。你可以在“显示选项”栏中打开它。

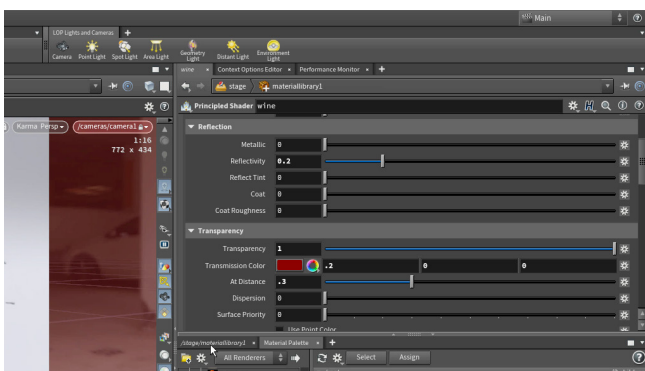
## 第八部分 指定材质并渲染序列

现在，你可以向酒杯、酒和子弹添加材质。这些材质将成为USD场景图的一部分，并通过LOP节点指定给几何体。然后，你可以使用Karma LOP来设置渲染参数，包括使用英伟达Optix去噪器。渲染完成后，你可以将序列加载到Mplay中查看结果。



### 01

在“网络”视图中，按下tab > Material Library (材质库)。将其连接到链的末端，然后设置其显示标志。前往材质面板。点击“/stage/材质库”旁边的箭头以打开该区域。在面板左侧的材质库中滚动浏览，然后将两种“玻璃”材质拖到材质库工作区中，用于制作酒杯和酒。现在找一种铜材料，然后将其拖入材料库工作区。你将用它来制作子弹，



### 02

选择第二种玻璃材质并将其重命名为“wine”。将Inside IOR (内部折射率) 设置为1.3443、这是葡萄酒的折射率。接下来，将Reflectivity (反射率) 设置为 0.2，以减少周围环境的反射程度。将Transmission Color (传输颜色) 设置为0.2,0,0,这将营造出一种酒红色的外观。接下来将t At Distance (远距离) 设置为 0.3。

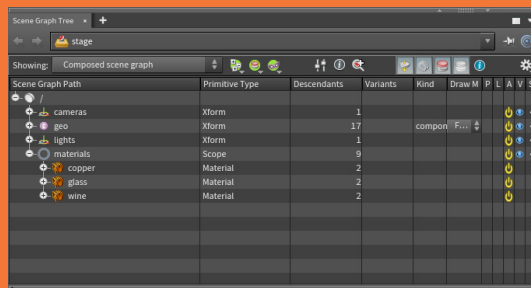


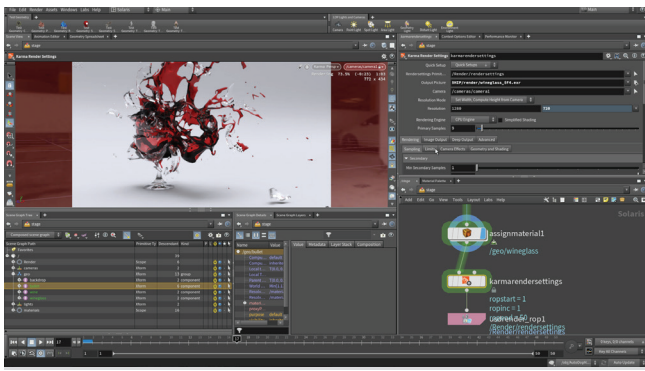
### 03

返回到Stage级别。在Material Library节点之后，添加一个Assign Materials节点。从场景图形中，将酒杯拖到Primitives字段中，然后单击o Material Path (材质路径) 旁边的箭头，选择此基本形状对应的玻璃材质。现在，请双击该复选框旁边的加号，以添加两个新条目。使用相同的方法，将葡萄酒材料分配给葡萄酒基元，将铜材料分配给子弹基元。

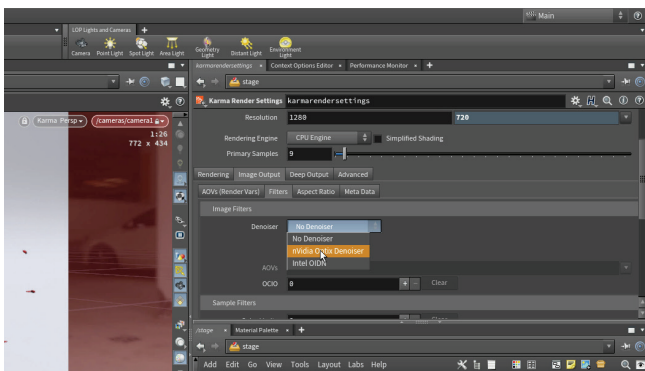
## 场景图

就像几何体和灯光一样，您通过LOP节点添加的材料会被添加到场景图中。当您使用材质库LOP时，材质路径前缀的默认设置是/materials/，这就是它们在图中的放置位置。您可以选择以不同的方式组织它们，但这属于默认设置。这个材质路径是您在Assign Materials LOP中使用的，用于将材质放置到几何体上。

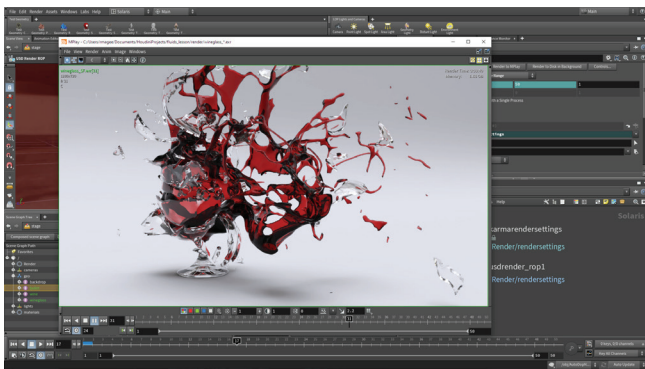




**04** 在“网络视图”中，按 tab > Karma, 添加一个“Karma渲染设置”和“USD渲染ROP”节点。将它们连接到链的末端。选择karmarendersettings”节点，在Image Output（图像输出）> Filters（滤镜）选项卡上，将Denoiser（去噪器）设置为“nvidia Optix去噪器”，以重新启用去噪器。选择usdrender\_rop节点。将“有效帧范围”设置为“渲染帧范围”，并将“输出图片”设置为HIP/render/ wineglass\_F4.exr。名称中的SF用于为渲染添加帧编号，4是帧编号的填充位数。



**05** 视口的去噪器不会影响此节点的输出，因此您必须明确选择它。选择karmarendersettings节点，然后在mage Output > Filters 选项卡上，将“去噪器”设置为“vidia Optix Denoiser”以重新启用去噪器。Vidia Opti x Denoiser去噪器将与视口中使用的去噪器匹配。还有一个Intel OIDN去噪器，仅在渲染到磁盘时可用。保存你的工作成果。选择 usdrender rop节点，然后点击“渲染到磁盘”。



**06** 完成后，选择“Render > Mplay > Load Disk Files, 打开渲染好的图像，查看最终序列。之后，你可以分出另一个“因果 (Karma)”节点，以提高最终渲染的分辨率和渲染设置。你可以回到设置为方差 (Variance) 的收敛模式 (Convergence Mode)，增加采样数量并关闭去噪器。最好先以较低分辨率完成测试渲染，以确保一切都按你预期的方式运行。

## 结论

现在您已经使用Bullet RBD和FLIP Fluid求解器创建了一个完整的视觉效果镜头，用于击破一个酒杯。您使用了“重时”节点来放慢时间，然后倒转时间，使酒杯最终停在与开始时的相同位置上，接着您将结果缓存为USD文件，然后用这些来设置和使用Solaris/LOPS上下文来点亮您的镜头。创建材质并将其分配给基元，以获得适合您的镜头的正确外观。该项目展示了如何利用Houdini的动态节点和网络来整合不同类型的效果，同时利用几何节点来设置和输出模拟。现在您已经了解了用于创建视觉效果镜头的节点和网络。这将在您深入探索Houdini以实现自己的效果时对您有所帮助。享受吧！



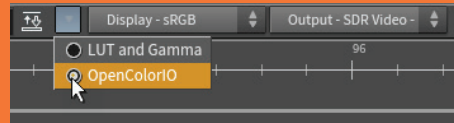
# HOUDINI 基础 破坏特效

视觉特效之所以有趣，原因之一在于你可以在不造成任何实际破坏的情况下炸掉东西。在本课程中，你将使用粒子火花点燃导火索，然后利用刚体动力学模拟炸弹外壳，使用火焰特效 (Pyro FX) 模拟火焰和烟雾，来引爆一枚卡通炸弹。本课程将教你如何使用各种货架工具和网络节点来设置动力学模拟。

为了让你全面理解正在制作的镜头，你将从头构建所有元素，然后模拟特效。这将帮助你了解模拟节点在 Houdini 场景更广泛的背景中是如何工作的。最后，你将使用 Karma 渲染器渲染出该镜头。

## ACES | OPENCOLORIO 设置

在使用 Pyro FX 时，为了实现更精确的色彩显示，你应使用学院 OpenColorN (ACES)。要使用该系统，请从场景视图中视口 (透视图) 菜单中调出校正工具栏。从右侧的箭头按钮中，选择 OpenColorIO。这将为你提供 sRGB 显示和 SDR 视频 - ACES1.0 输出。此设置仅在当前会话中有效，每次打开 Houdini 时都需要重新启用。



## 课程目标

然后使用粒子火花、刚体动力学和 PyroFX 模型爆炸炸弹。

## 你将学到什么

- 如何建模炸弹并动画化引信
- 如何动画化摄像机以设置拍摄角度
- 如何设置引信的粒子烟雾轨迹和火花
- 如何使炸弹几何体破碎然后爆炸
- 如何设置爆炸的 Pyro FX 模拟
- 如何设置材质和纹理
- 如何在 Solaris 上下文中使用 Karma 渲染

## LESSON COMPATIBILITY

Written for the features in Houdini 19.5+

The steps in this lesson can be completed using the following Houdini Products:

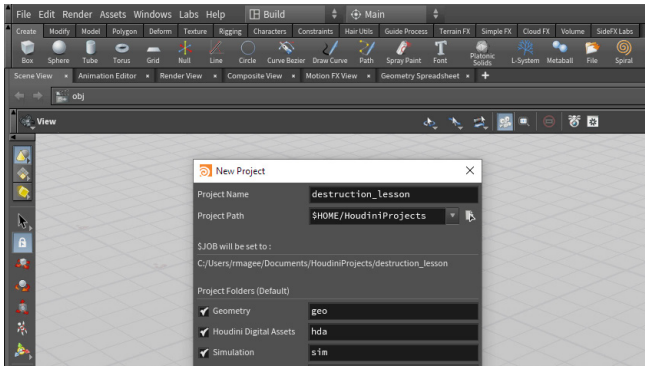
Houdini Core	✗
Houdini FX	✓
Houdini Indie	✓
Houdini Apprentice	✓
Houdini Education	✓

Document Version 1.0 | July 2022  
© SideFX Software



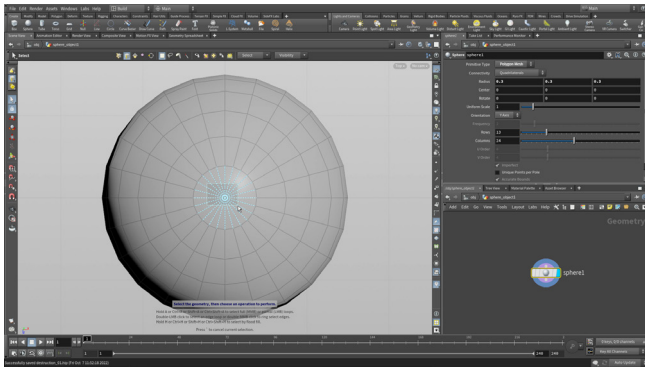
# 第一部分 制作炸弹模型

要创建炸弹的几何形状，首先从一个基本球体开始，然后对其进行修改，以定义顶部的开口。这将涉及几次多边形挤出和倒角操作，以确定最终形状所需的几何形状。在本课程的后面部分，你将炸弹进行破碎处理。



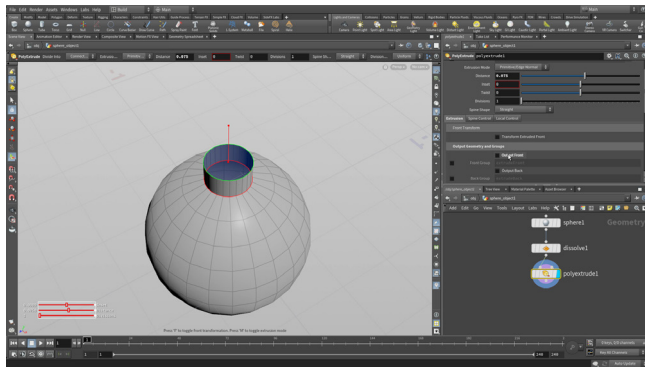
## 01

选择 **File > New Project**。将项目名称更改为“destruction\_lesson”，然后单击 **Accept(接受)**。这将创建一个项目目录，其中包含与该镜头相关的所有文件的子目录。选择 **File > Save As...**。你应查看新的 destruction\_lesson 目录。将文件名设置为 **destruction\_01.hip**，然后单击“确定”进行保存。



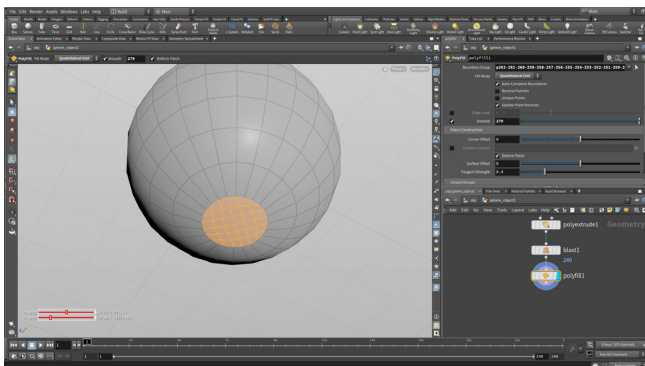
## 02

在视口中，按 **c** 键调出径向菜单。从该菜单中，选择 **Create > Geometry > Sphere**。在视口中，按 **Enter** 键将其放置在原点。在顶部的“操作控制”栏中，将 **Radius(半径)** 设置为 0.3、0.3、0.3。按下 **s** 键获取选择工具，然后按 **3** 键调用边选择。按空格键 **2** 切换到顶视图。框选圆形顶部和底部的边，然后按删除键。这样会移除这些边，留下两个圆形多边形。按空格键 **1** 返回透视图。



## 03

按下 **s** 键获取选择工具，然后按 **4** 键切换到基本体（面）选择。选择球体顶部的圆形多边形。按下 **c** 键调出径向菜单，然后选择 **Model > Polygons > Polyextrude (多边形挤出)**。将手柄向上移动约 0.075 的距离。将 **Output Front(输出正面)** 设置为 **Off**。



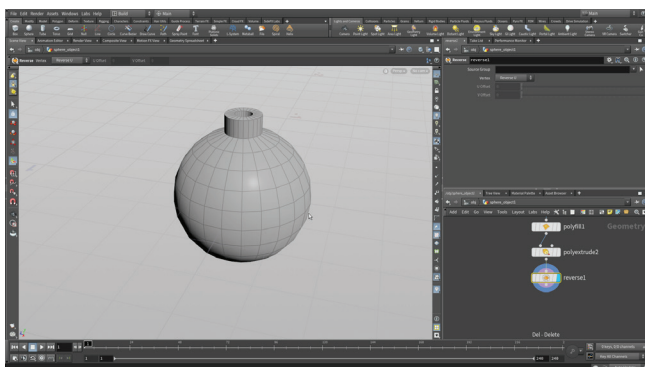
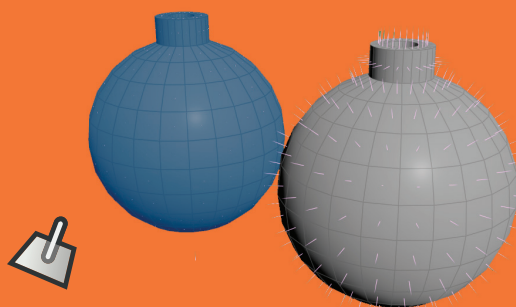
## 04

选择球体底部的圆形多边形，然后按 **Delete** 键。这将在网络中添加一个 **blast(爆炸)** 节点。按 **s** 键切换到选择工具，按 **3** 键切换到边选择。双击刚刚创建的孔的边缘以选择所有边。按下 **tab > Polyfill(填充)**。在参数面板中，将 **Fill Mode(填充模式)** 设置为 **Quadrilateral Grid(四边形网格)**，**Smooth(平滑)** 度设置为 270。这将为球体底部创建更简洁的拓扑结构，避免汇聚到单个点。



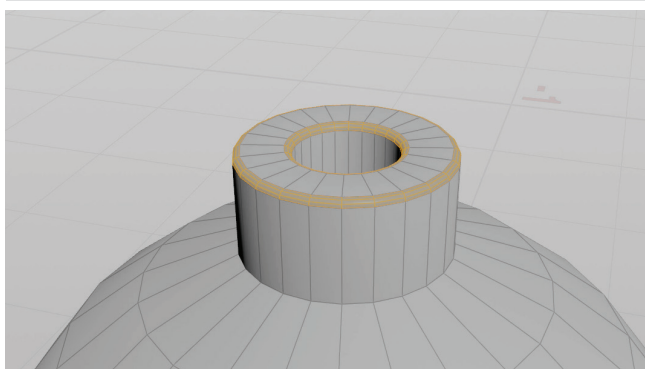
## 表面法线

每个原始对象都有一个法线方向，一侧为内部，另一侧为外部。当您炸弹几何体进行多向挤出操作时，它最初会呈现内部朝外的状态，这会在面片上以蓝色显示出来。然后，您可以使用“反向”节点来重定向法线方向。您可以通过在场景视图窗格右侧的“显示选项”栏中找到的“显示基本体法线”按钮来查看表面的法线。



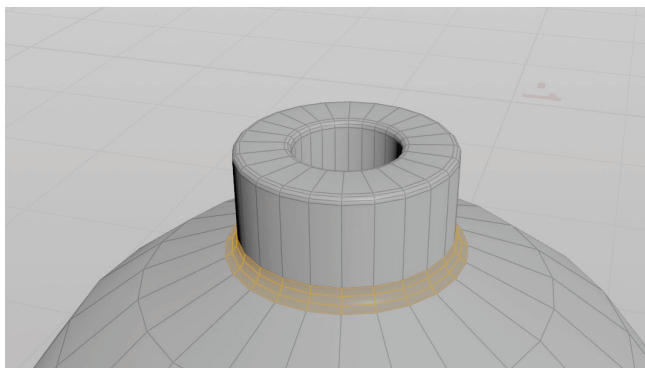
## 05

按下n键选择所有面，再次获取 Polyextrude(多边形挤出)工具。挤出到大约-0.04的距离值。在Extrusion(挤出)选项卡的“参数”窗格中，打开 Output Back。按下n键选择所有面，再次按下tab键并开始输入“Reverse”。此节点会反转所有多边形法线。现在它们指向了正确的方向。



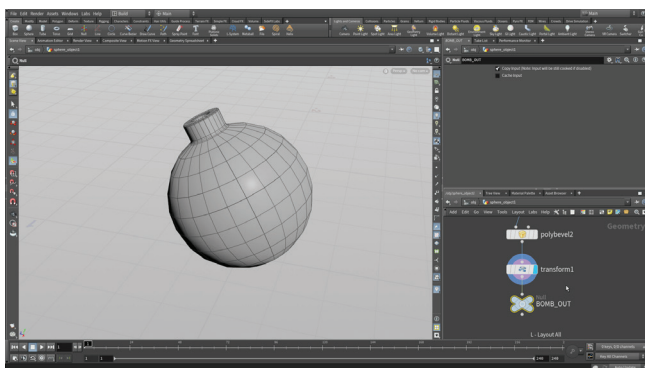
## 06

按s键切换到选择工具，按3键切换到边选择。双击炸弹顶部的边，然后按住Shift键并双击以选择顶部的内圆。按c键使用径向菜单，依次选择 Model > Polygons > Polybevel(多边形倒角)。将 Distance(距离) 设置为 0.005。将 Shape(形状) 设置为 Round(圆形)，Divisions(分段) 设置为3。



## 07

按下s键进入选择工具。双击炸弹圆形部分与顶部拉伸部分相接的边缘。按q重复上一个工具，即Polybevel(多边形倒角)，并将 Distance(距离) 设置为0.005。将 Shape(形状) 设置为 Round(圆形)，Divisions(分段) 设置为3。



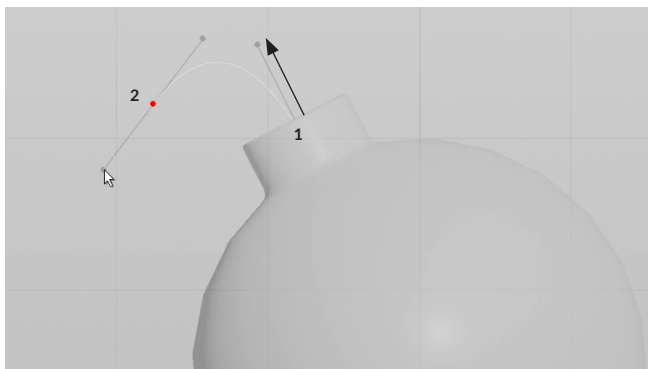
## 08

在“网络”视图中，按tab > Transform(变换)，并将其添加到网络末尾。将 Translate(平移)Y 设置为0.3，Rotate(旋转) X 设置为约 27 度。添加一个Null node(空节点)。将多边形倒角的末端连接到空节点，然后在空节点上设置显示标志以显示它。双击其名称并将其更改为 BOMB\_OUT。进入对象层级，将对象重命名为bomb\_geo，因为它包含炸弹的几何形状。

## 第二部分 制作引信模型

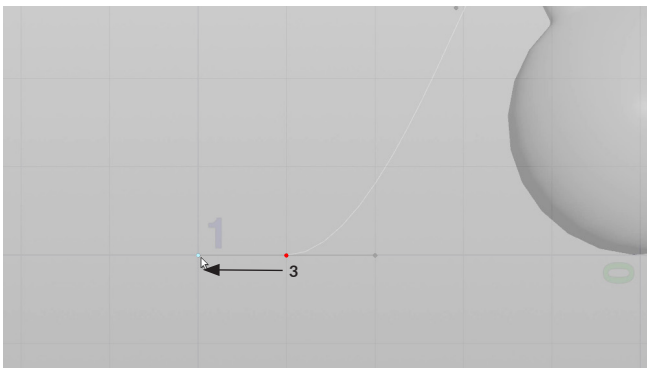
要创建导火索，先从炸弹顶部引出一条贝塞尔曲线。然后你可以让曲线在地面蜿蜒，以打造更长的导火索。

反转曲线方向，为导火索动画制作做好准备，接着添加一个“多边形线”节点，让导火索有厚度。



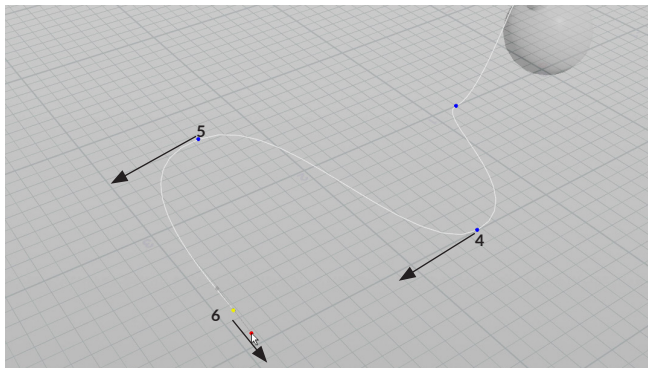
### 01

按下空格键-b可从各个角度查看炸弹。将光标移至右侧视图上，然后按下空格键-b可展开它。按下c键调出径向菜单，然后选择Create > Geometry > Curve Click drag(曲线)。点击并向上拖动，为曲线创建第一个点和切线手柄。接下来添加一个点并向下拖动，以快速绘制向下指向的曲线。



### 02

按下x键 并选择Grid(网格)以打开网格捕捉。在地面上点击并 拖动，以创建第三个点，其切线手柄将沿地面对齐。



### 03

按下空格键-b返回四视图，然后将鼠标悬停在透视图上，再次按下空格键b展开该视图。关闭Grid Snapping(网格捕捉)然后使用显示选项栏顶部的第二个按钮打开Construction Plane(构造平面)。这将确保您所做的任何编辑都保持在地面上。绘制三个新点，并拖出它们的切线以定义曲线的形状。中键单击以完成曲线。



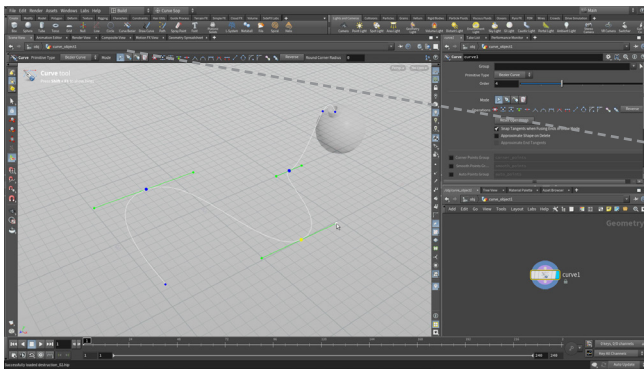
### 工具提示

曲线工具附带工具提示，这些提示会在您操作时显示在场景视图中。它们提供了该工具的多种快捷键选项，并帮助您熟悉其使用方法。您可以使用Shift+F1来折叠它，从而仅显示工具名称。越来越多的工具正在使用工具提示，您将在Houdini的后续版本中看到更多此类工具。

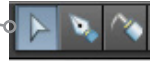
#### Curve tool

Press **Shift + F1** to hide hints

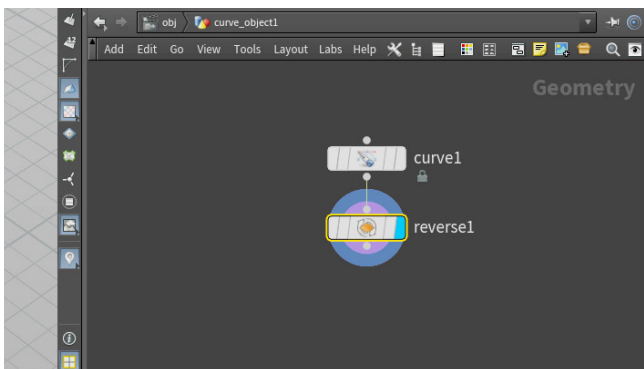
F / G / H	Mode	Edit
	Curve Type	Bézier
<b>Shift</b> +	Drag entire curve	
<b>Ctrl</b> +	Insert a point (on curve)	
<b>Ctrl</b> +	Change radius relatively (radius widgets)	
	Tangents	
<b>1 - 3</b>	Set selected point type	



**04** 在Operation Control (操作控制) 栏中, 将曲线模式更改为Select/Edit (选择/编辑)。现在, 您可以点击曲线上的编辑点并进行更改, 以优化曲线形状。

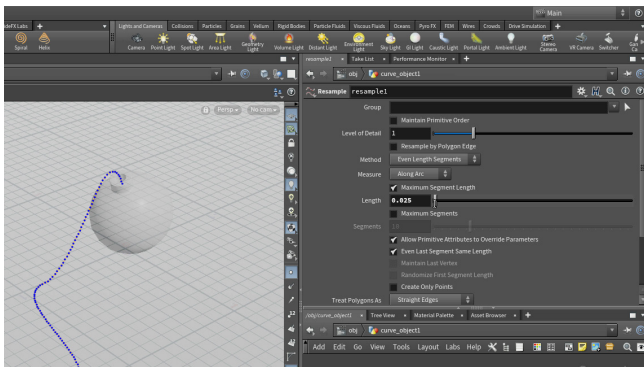


选择并编辑地面上的点, 以使曲线呈现出理想的外观。 旋转视角以确保曲线始终位于地平面上方。



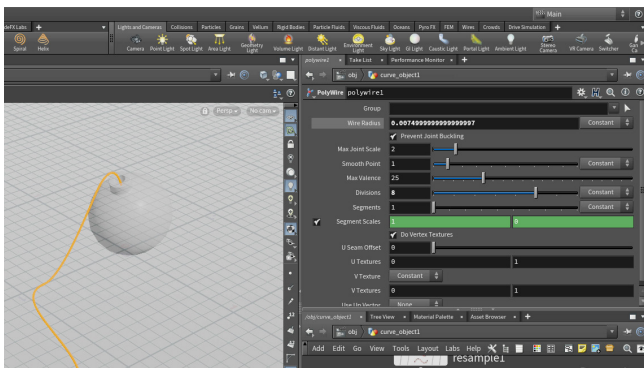
## 05

在场景视图中, 按下tab > Reverse (反转)。 按下n键 选择整条曲线, 然后按回车键。由曲线是从炸弹向外绘制的, 它不会按照你 需要的方向进行动画。 这样可以 将曲线的起点设置在导火索开 始的位置。



## 06

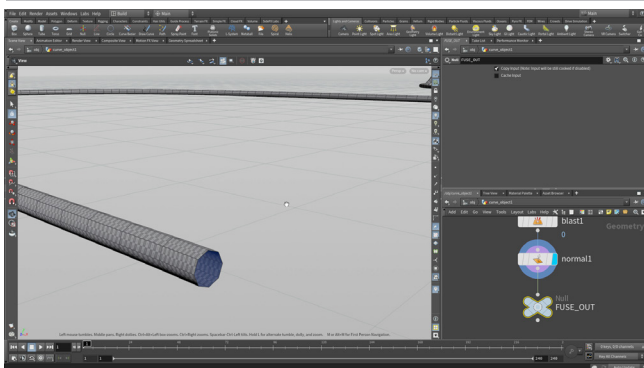
在显示选项中打开显示点选项。 显示选项栏。添加一个Resample (重采样) 节点。在重采样节点上, 将最大段长度设置为0.025以添加更多细节。重采样节点会平滑点的分布。



## 07

添加一个Polywire (多边形线) 节点, 为线条增加厚度。 将 Wire Radius (线半径) 设置为0.0075, Divisions (分段数) 设置为8。

在 Reverse (反转) 节点和 Polywire (多边形线) 节点之间, 添加一个 Transform (变换) 节点。转到Polywire节点, 右键单击Wire Radius (线半径) 参数, 然后选择Copy Parameter (复制参数)。 现在回到Transform节点, 右键单击Translate Y (Y轴平移), 然后选择Paste Relative References (粘贴相对引用)。 这样会将整个导火索向上抬起, 使其不会有一半位于地面网格之下。



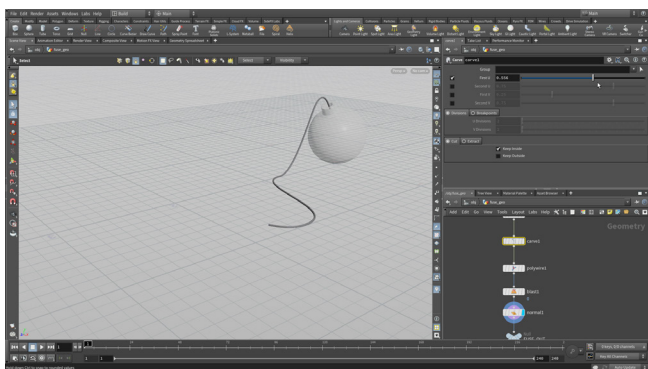
## 08

添加一个Blast (爆炸) 节点并将组设置为0。这将删除引信几何体的末端。接下来, 在链的末端添加一个Normal(法线) 节点。

在正常节点之后, 添加一个空节点并将其命名为FUSE\_OUT。 这样您就获得了一个代表整个FUSE几何形状 的节点。 返回到对象层级, 并将该对象重命名为fuse\_geo。

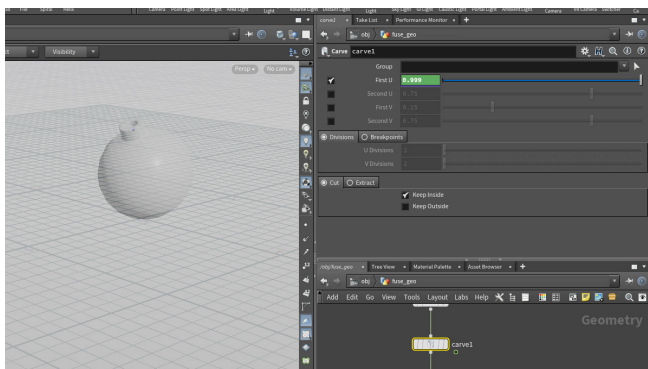
## 第三部分 为引信制作动画

使用“雕刻”节点为导火索制作动画，该节点可让您随时间控制曲线的长度。为导火索添加一个圆形帽，用于喷射烟尘和火花。您需要在曲线上设置切线，以确保圆帽能正确跟随。接下来添加一些空对象，以便更轻松地产出圆帽，用于发射粒子。



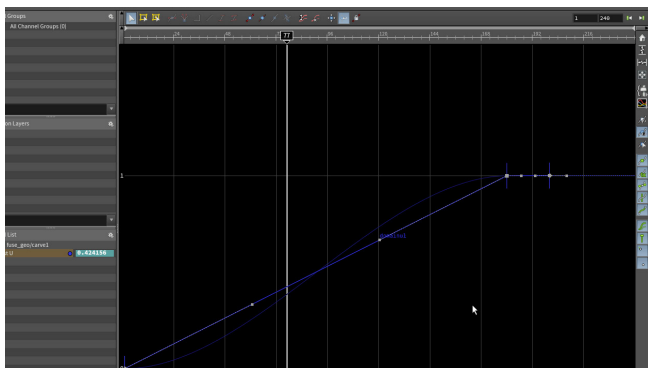
### 01

回到 fuse\_geo对象。在transform(变换)节点和Polywire(多边形线)节点之间添加一个Carve(切割)节点。拖动“第一个U”滑块，看看这对曲线有何影响。将“First U”设为0。按住Alt键 点击“First U”，在第1帧处设置一个关键帧。参数框将改变颜色，以表明它已设置关键帧，且当前帧处有一个关键帧。



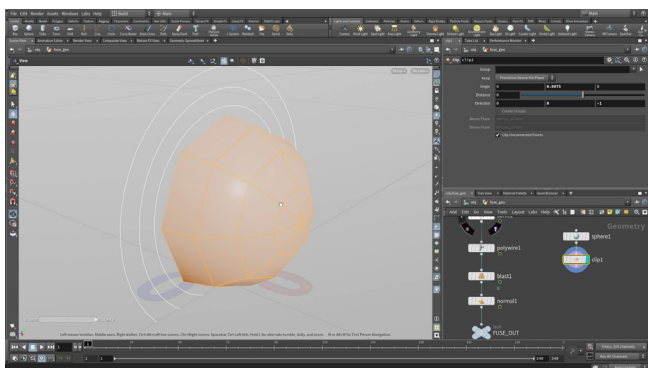
### 02

转到第180帧。将“First U”设为0.999。这将设置一个关键帧。你会看到导火索将。转到第200帧。将“First U”设为1.0。这将设置另一个关键帧。在播放栏左下角，打开realtime playback(实时播放)功能，以免播放速度过快，然后按下播放键。此时，导火索会动起来，融入炸弹几何体中，你将在那里设置爆炸效果。



### 03

点击 Animation Editor (动画编辑器面板) 选项卡。选择animation curve (动画曲线)，然后点击面板顶部的Straight (直线) 按钮。这将使曲线变直，引信将从始至终匀速动画，而不是先加速然后在末尾减速。回到“场景视图”窗格选项卡，播放动画，查看此更改如何影响运动。保存你的工作成果。



### 04

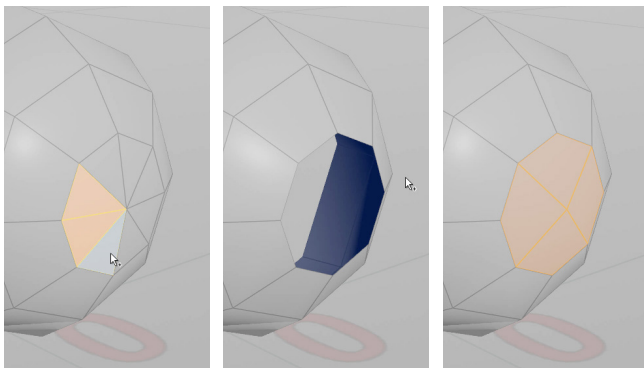
在网络视图添加一个Sphere (球体) 节点并设置其显示标志 设置以下内容:

- Radius (半径) 设置为 1, 1, 1
- Center Y (中心Y) 偏移量为 0.0075
- Uniform Scale (统一缩放) 为 0.0075

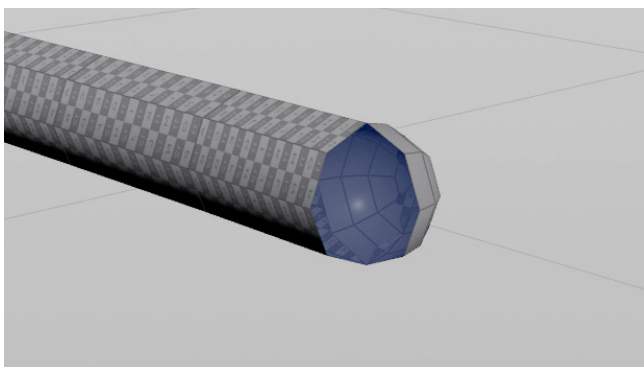
按空格键F将其聚焦。

- Orientation (方向) 设置为Z轴
- Rows (行) 设置为9, Columns (列) 设置为8

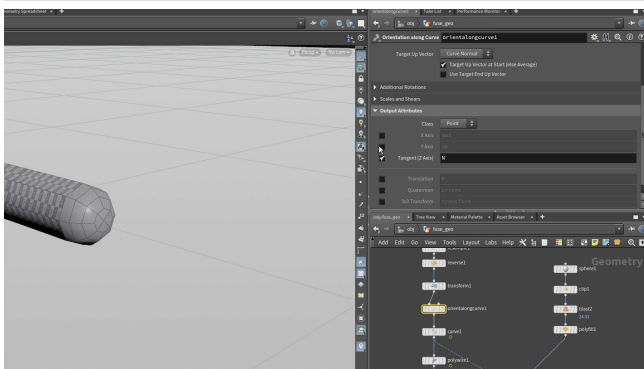
在场景视图中，按n选择所有节点，然后点击tab>Clip(裁剪)并将其Direction(方向)设置为0.0, -1。



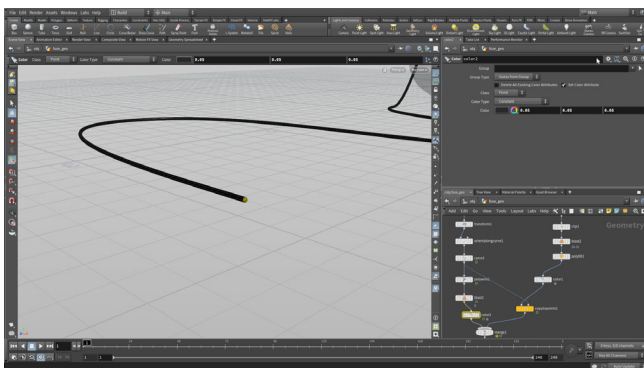
**05** 四处点击，按“s”键获取选择工具，按“4”键获取面/基本体选择。选择球体尖端的其中一个三角形，然后按住“a”键，接着在另外两个三角形上中键点击，以选中所有三角形面。按“Delete”键删除它们。这会在网络中添加一个炸开节点。按“3”键调出边选择，然后双击刚刚炸开区域的边。按 `tab > polyfill` (多边形填充)，该操作会在炸开节点之后放置此节点。将Fill mode (填充模式) 设置为Quadrilateral Grid (四边形网格)，然后打开其显示标志。将Smooth (平滑度) 设置为100, Tangent Strength (切线强度) 设置为0。这将在球体尖端创建四边形拓扑结构。



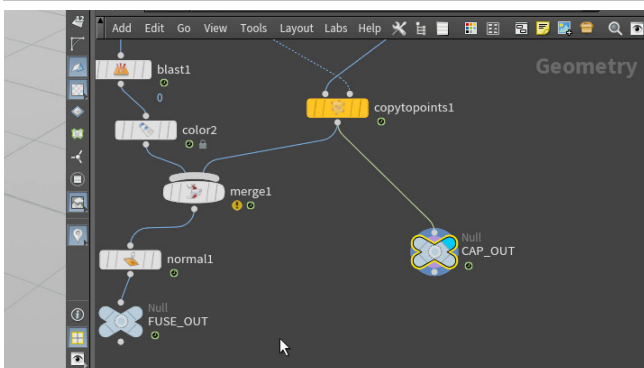
**06** 在网络中添加一个Copy to Points (复制到点) 节点。将球体的填充节点连接到第一个输入，将切割节点连接到第二个输入。将target Points (目标点) 设置为 0。添加一个Merge (合并) 节点。将爆炸节点和复制到点节点连接到该合并节点，然后将其连接到法线节点。盖子在曲线末端位置正确，但方向不正确。你需要给曲线添加法线以实现正确对齐。



**07** 在反转节点和雕刻节点之间添加一个Orientation Along Curve (沿曲线定向) 节点。在 Output Attributes (输出属性) 下，关闭Y轴选项。将Tangent (切线) (Z轴) 设置为“否”。这样可以为曲线添加法线，从而在末端帽沿着引线移动时保持对齐。



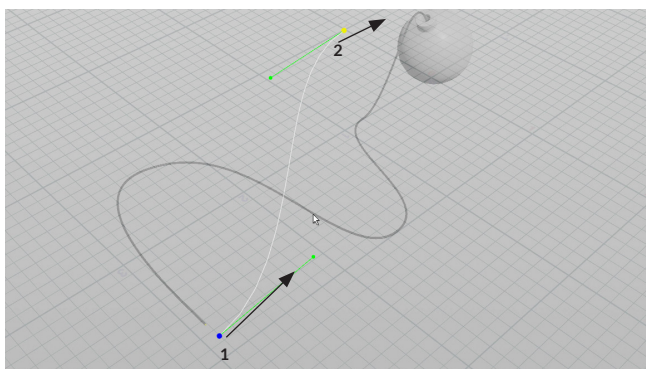
**08** 在 polyfill 节点之后添加一个Color (颜色) 节点，并将颜色设置为黄色。在保险丝的爆炸节点之后再添加一个颜色节点，并将其颜色设置为深灰色。这些颜色在您工作时有助于可视化保险丝，还可用于影响稍后分配的材质。



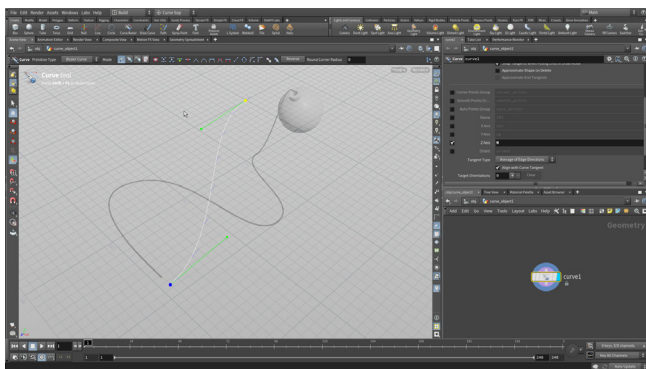
**09** 在 Copy to Points (复制到点) 节点之后从一个空节点分支出来，并将其放置在一旁。将空节点命名为“CAPOUT”。你稍后会用它将帽盖提取到另一个网络中，你将引用该网络来发射粒子。将其显示标志设置为仅显示半球体。你可以拖动时间轴来查看它随着雕刻移动。完成后，将显示标志重新设置为FUSE\_OUT空对象。

## 第四部分 创建一个动画相机

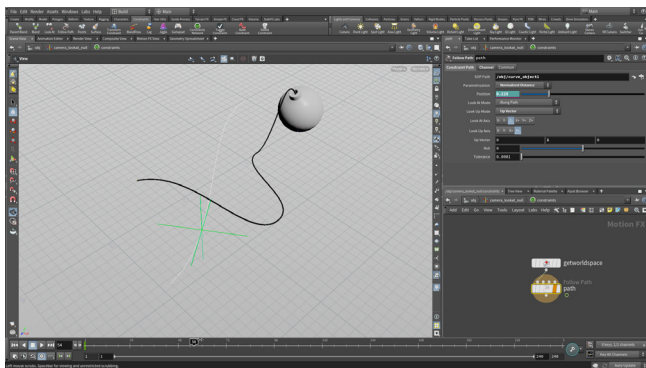
当你进一步完善这个镜头时，设置一台摄像机来取景最终画面会有帮助。这个摄像机装置的搭建方法是，将一个空物体约束到一条曲线上，然后使用目标约束，让摄像机对准这个空物体。这样你就能得到一台跟随导火索末端的摄像机，从而在粒子发射时更便于评估它们。



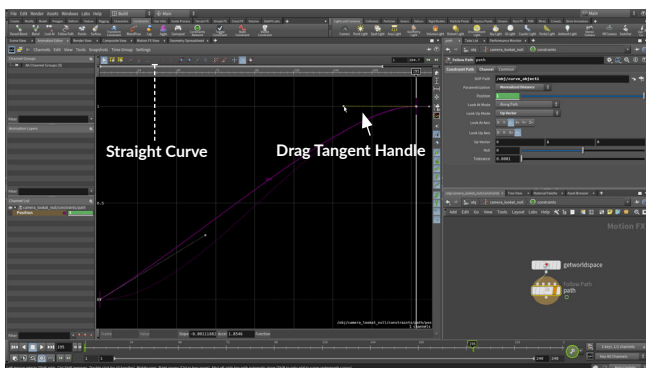
**01** 拉远镜头，从上方查看整个场景。确保 construction plane (构造平面) 已开启。按 C 键调出径向菜单，然后选择 Create > Geometry > Curve (曲线)。在引信起点附近点击并拖动一个点，然后向前拖动以延长切线。接下来，点击并拖动炸弹后方的第二个点，通过拖动拉出切线，以创建一个 S 形曲线。完成操作请中键点击，如果需要调整形状，请使用 Select/Edit (选择/编辑) 模式。



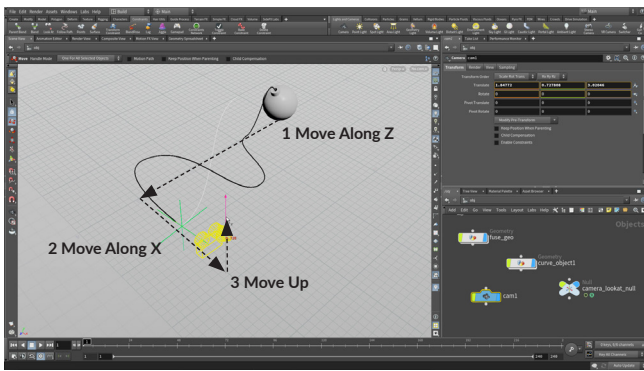
**02** 在“曲线”节点上，打开“Z轴”选项并将其设置为“N”。这将创建法线，有助于沿曲线进行动画制作。



**03** 在 origin 添加一个空对象。将此节点重命名为 camera\_lookat\_null。在 Constraints (约束) 面板中，点击 Follow Path (跟随路径) 工具。这将接受该空对象作为起始对象。选择曲线作为路径对象，然后按回车键。由于不需要看向对象或向上看向对象，所以再按两次回车键在“曲线”节点上，打开“Z轴”选项并将其设置为“N”。这将创建法线，有助于沿曲线进行动画制作。现在，如果你在时间轴上拖动查看，就会发现空对象正沿着路径从第一帧到最后一帧匀速移动。

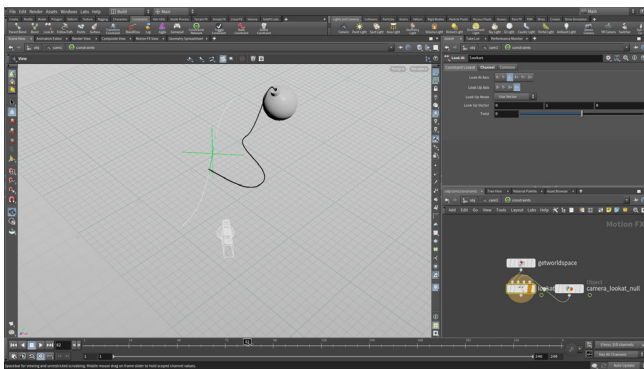


**04** 为空白对象添加了一个约束网络，并创建了一个路径节点。转到第 1 帧。选中路径节点，右键单击 Position (位置) 参数，然后选择 Delete Channels (删除通道)，以删除沿路径为空白对象设置动画的表达式。将“位置”设为 0。按住 Alt 键单击“位置”以设置一个关键帧。转到第 195 帧，将“位置”设为 1。按住 Alt 键单击“位置”以设置第二个关键帧。点击 Animation Editor (动画编辑器) 选项卡，然后按 h 键以查看整条曲线。选中它，然后按下 Straight (直线) 按钮使其变为线性。抓住第二个点上的切线并进行调整，以使末端平滑。



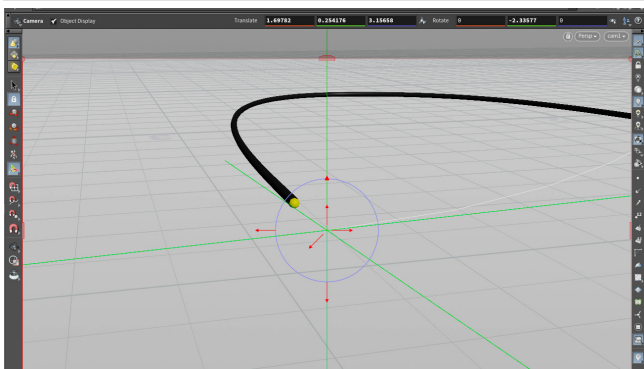
## 05

在“网络”视图中，按下tab > Camera (相机)，然后按回车键，接着点击将其放置在原点。现在使用Move (移动) 工具，将它移到引信前面并稍微向右移。接下来沿Y轴向上移动，使其离地面约0.75个单位。



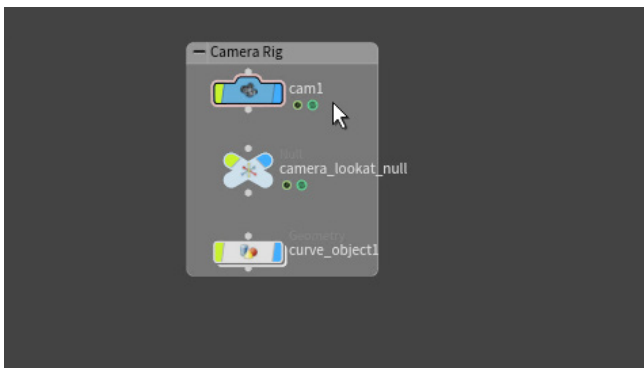
## 06

从Constraint (约束) 货架上，点击Look At (注视) 工具。这将使用选定的摄像机作为注视对象。选择空对象作为注视对象，然后按 Enter 键。再次按Enter键，不指定任何对象作为向上方向对象。现在相机正对着空对象。从“相机”菜单中，选择“cam1”以通过此相机进行查看。



## 07

转到第 1 帧。选择相机，并确保Handle (手柄) 工具处于激活状态。这将调出一个相机手柄，你可以使用它重新定位相机，以便更好地查看引信的起始点。转到第195帧。使用相同的手柄重新调整摄像机位置，确保炸弹在画面中的位置合适。你可能需要来回拖动时间轴，微调相机，确保在整个片段中都能正常工作。要确保在整个片段中都能看到保险丝。



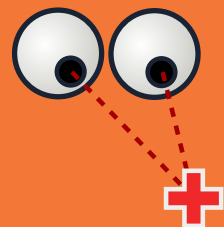
## 08

进入对象层级，选择曲线、camera\_lookat\_null 对象和cam1节点，将它们对齐，然后放入一个网络框中。双击框的标题栏，将该框命名为“Camera Rig”。关闭所有部件的显示，这样在工作时你就不会在场景视图中看到它们。如果你愿意，可以折叠这个框；如果你想进一步使用它，也可以让它保持打开状态。保存你的场景。



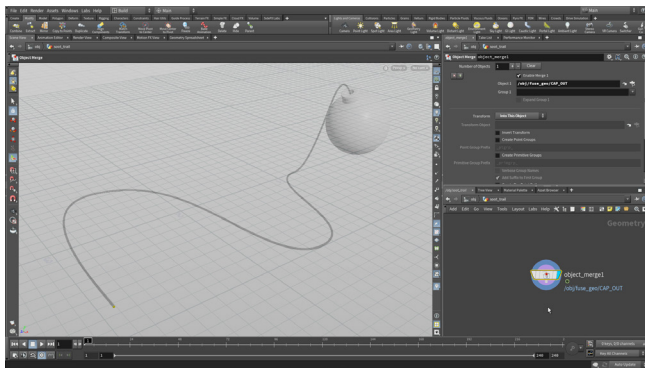
## 约束条件

为了让空对象遵循路径，然后让相机注视该路径，你使用了在“约束”架中找到的动画约束。这些约束是通过一种特殊的节点类型——称为Channel Operators (通道操作器) 或CHOPS来实现的。你可以在空对象和相机节点中找到这些节点。你可以利用这些节点来控制约束的运作方式。另一种使用CHOP节点的方法是使用在RMB单击任何参数时找到的Motion FX 菜单。

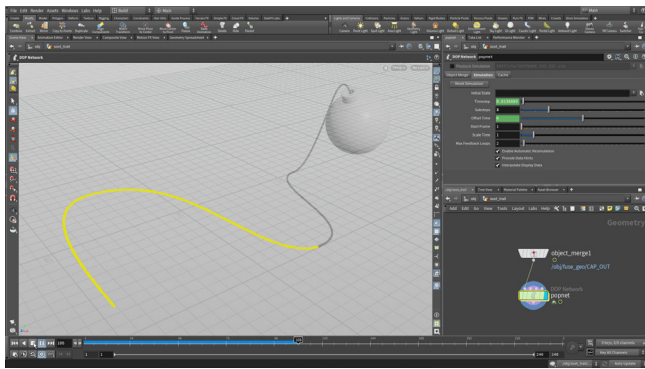


## 第五部分 创建一条烟灰轨迹

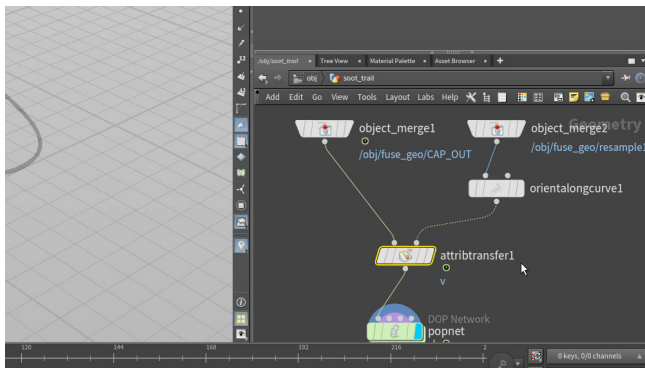
要创建一条烟尘轨迹，使用端盖发射一连串粒子。学习如何正确发射这些点，以及如何添加诸如重力之类的力来控制粒子的运动。学习如何设置碰撞，使粒子要么附着在地面上，要么从炸弹表面滑落。



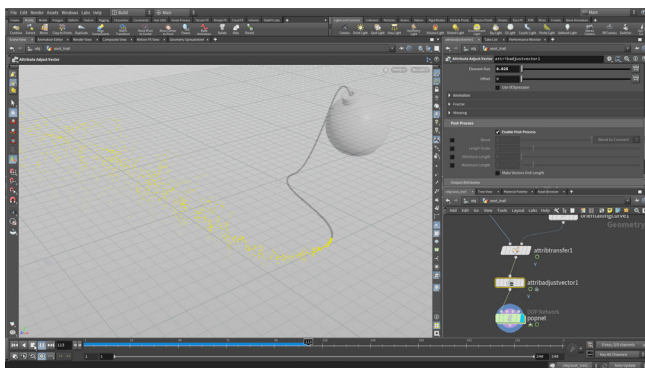
**01** 回到 `fuse_geo`对象节点。在显示标志`CAP_OUT`的情况下，前往Modify货架并使用Extract工具。按下`n`键 选择所有面，然后按回车键，通过Object Merge节点导入封盖来创建一个新对象。上升到对象层级，并将此对象命名为`soot_trail`。回到`fuse_geo`对象，将显示标志设置为`FUSE_OUT`。现在，当你渲染时，你将看到合并后的保险丝几何形状，并且新对象将用于生成粒子。



**02** 深入到“`soot_trail`”节点，在链的末尾添加一个POP网络节点。进入该节点，在“Source First Input”节点上，将“Const Birth Rate”（恒定生成速率）设置为1000。按下播放键。你可以看到粒子正在发射，但它们没有任何动作。返回上一级，在“模拟”选项卡上，将“子步数”设置为3。按下“播放”按钮。你可以看到粒子发射得更加均匀。



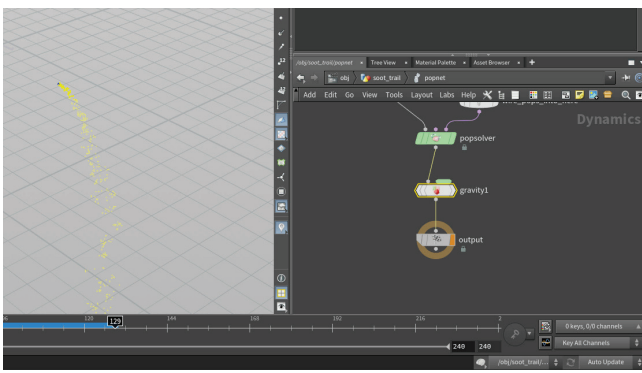
**03** 在对象合并节点上按住`Alt`键 并拖动，制作第二个副本。将Object 1设置为`fuse_geo > resample`（重采样节点）。你将使用这条曲线将速度传递到封顶物体上。现在添加一个Orient Along Curve（沿曲线定向）节点，在Output Attributes（输出属性）下打开Tangent切线（Z轴）并将其设置为`v`。在原始的对象合并节点和`popnet`节点之间添加一个Attribute Transfer。关闭“Primitives”图元复选框，并将“Points”（点）设置为`v`。



**04** 在属性传输节点和粒子网络节点之间放置一个Attribute Adjust Vector（属性调整向量）节点。在“调整值”下进行以下设置：

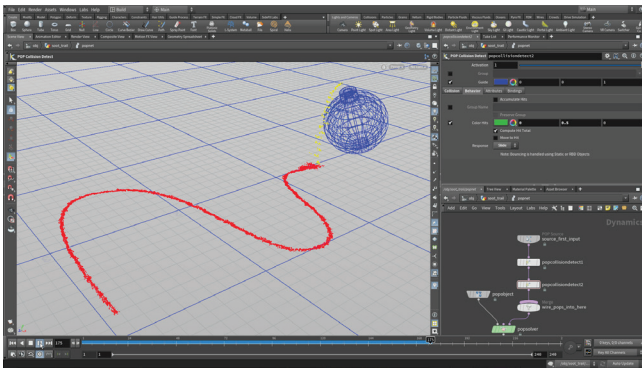
- Adjustment for to Direction Only
- Adjust with to Noise
- Range Values to Zero Centered
- Amplitude to 0.5

在Noise Pattern（噪声模式）下将Element Size（元素大小）设置为0.025，并在后处理过程中打开启用后处理。按播放进行测试。



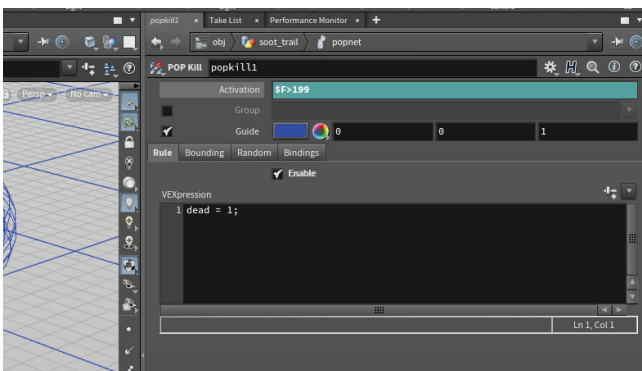
## 05

回到动力学网络，在动力学解算器下添加一个重力节点。现在如果你播放模拟，粒子会落到地面以下。



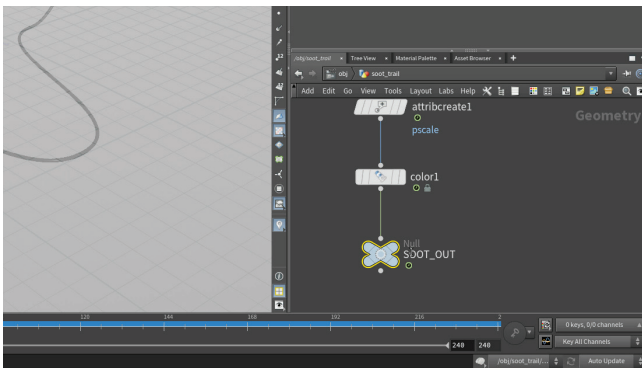
## 06

返回到对象级别并创建一个网格。将大小设置为30, 30, 并将行数和列数设置为31, 31。将此名称更改为ground。回到popnet中，在“source\_first\_input”节点之后添加一个“Pop Collision Detect”节点。将SOP路径设置为“obj/ground/grid1”。在Behavior (行为)选项卡中，将Response(响应)设为Stick(固定)，并将Color Hits(颜色命中)设为红色。添加另一个弹出碰撞检测节点。将SOP设置为炸弹几何对象。将Response设置为Slide(滑动)。将Color Hits更改为绿色。按播放。



## 07

目前粒子会在整个序列中持续发射。你需要让粒子在炸弹爆炸时停止发射。在“wire\_popsinto\_here”合并节点之后添加一个“POP Kill”节点。转到第1帧。将Activation(激活)设置为F> 199。这将在第200帧时停止粒子发射。现在在“规则”选项卡下，打开“启用”。按下“播放”进行测试



## 08

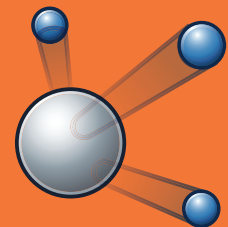
跳回到几何图形上下文，将点云网络连接到属性创建节点。将“名称”设置为“pscale”，“值”设置为0.001。添加一个颜色SOP，并将颜色设置为深灰色。在链的末尾添加一个空对象，并将其命名为SOOTOUT。



## 粒子效果

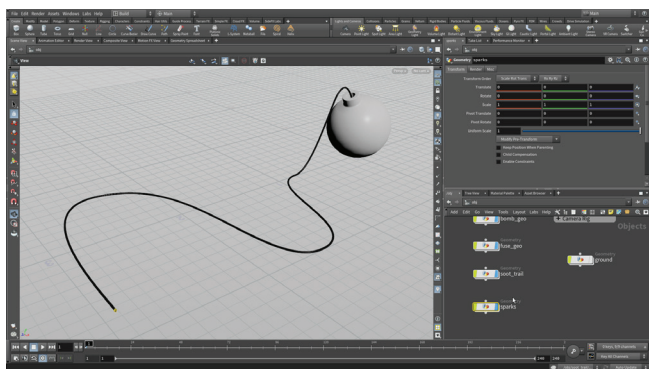
烟尘轨迹是通过粒子动力学生成的。粒子是可以通过风力或重力等力来影响的点。从引信的末端开始，随后使用多种不同的技术对这些点进行模拟。

粒子使用Houdini的Dynamics或DOPS部分进行模拟，然后被导入SOPs中，在那里可以将其作为几何体进行处理。在下一部分中，您将使用粒子在引信的末端创建火花。



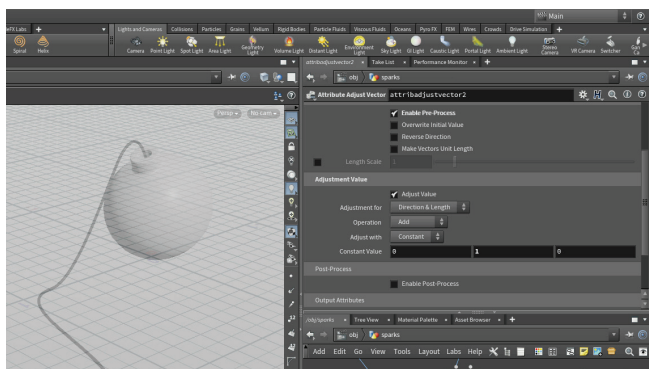
## 第六部分 创建粒子火花

要创建火花，首先复制烟尘粒子对象，然后对新对象进行修改以生成火花。这些粒子的寿命会更短，并且会更活跃。火花轨迹”节点将为你提供在镜头中添加火花所需的效果。你可以调整此节点上的参数以获得所需的效果。



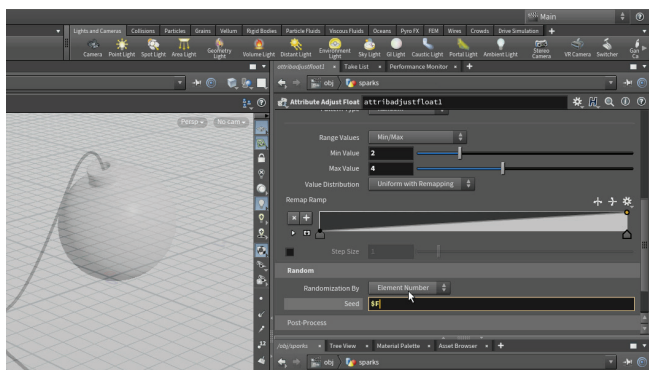
### 01

转到第 1 帧，然后导航到对象层级。隐藏“Ground”对象。按住Alt键拖动“soot\_trail”对象进行复制。将复制的对象命名为“sparks”。这个新对象已经有一个 popnet，可以进行修改以生成火花粒子模拟。在 Houdini 中，与从头开始构建所有内容相比，重复使用已有的网络通常是个好主意。



### 02

进入sparks对象。你需要做一些更改来设置网络以创建火花。删除attributecreate和color节点。这些对于这个粒子网络是不需要的。将null节点重命名为SPARKS\_OUT。在属性调整向量节点上将Amplitude(振幅)更改为1.75。在此节点上方添加一个新的属性调整向量节点。开启Enable Pre-Process(预处理启用)选项，并将Constant Value(常数值)设为0、1、0。这样，粒子在落下之前会先向上飘动。点击“播放”。



### 03

跳转到第一帧。在popnet节点之前添加一个属性调整浮点数节点。设置以下内容：

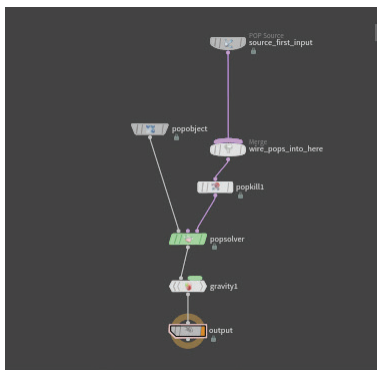
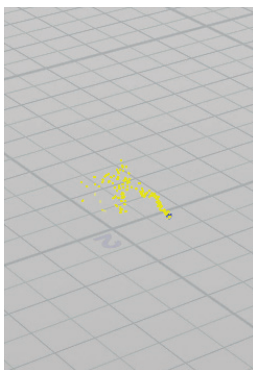
- Attribute Name 到 life
- Unit Settings 设置为 Duration
- Pattern Type 为 Random.
- Min Value to 2 , Max Value to 4
- 在 Random, 将Seed 设置为 \$F



### 火花 | 粒子轨迹

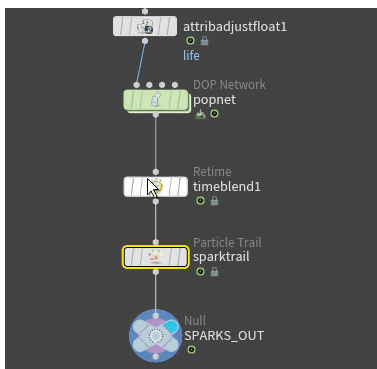
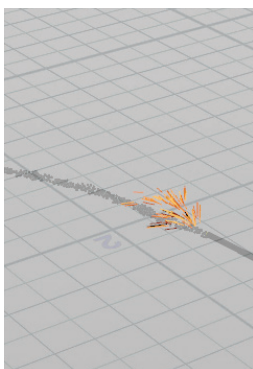
粒子轨迹 SOP 接受一个动画粒子系统，并从其粒子生成运动轨迹。这些轨迹可用于各种效果，如火花、烟火和雨。这个节点还允许你控制轨迹的外观。这使得你能够在SOP上下文中精细调整它们的外观，而无需使用大量运动模糊来渲染这些点。





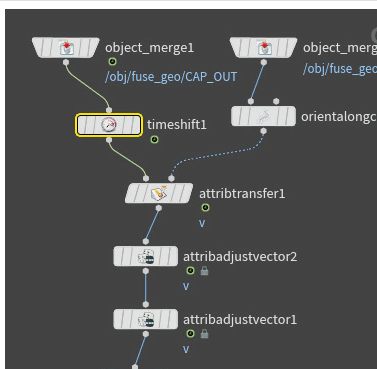
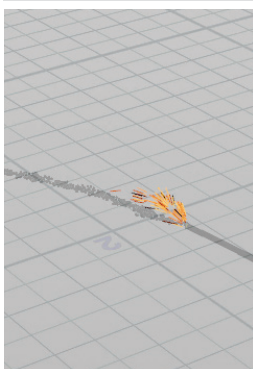
## 04

深入到粒子网络中，删除两个碰撞检测节点。此时你无需担心碰撞问题。之后有需要时，你再把其他节点添加回来。按下“播放”键，就能看到粒子发射。



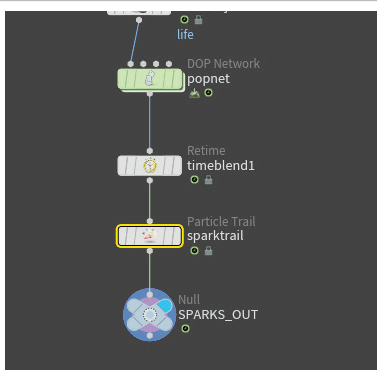
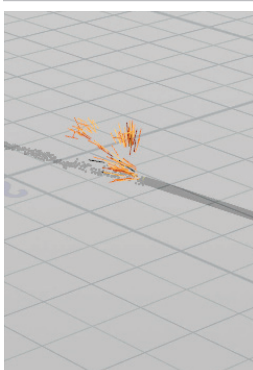
## 05

到“几何”尽级。转到第1帧。在“网络”视图中，按tab > Spark Trail（火花轨迹）。短暂延迟后，这将放置两个节点，一个timeblend（时间混合）节点和一个Spark Trail（火花轨迹）节点。将点云网络连接到时间混合节点，并将Spark Trail连接到“SPARKSOUT”空对象。按下播放键。你会看到火花，但在导火索燃尽时，火花会滞后。



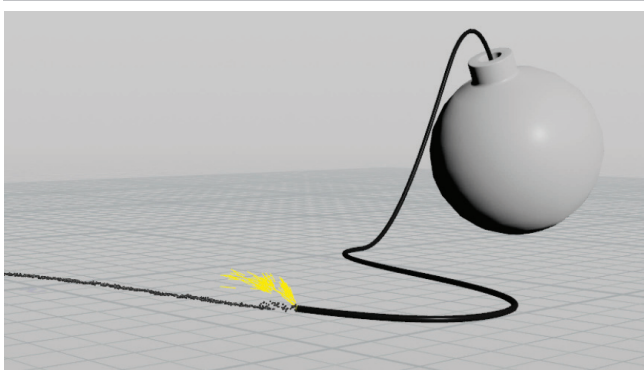
## 06

在引入瓶盖模型的object\_merge（对象合并）节点和attribtransfer（属性传递）节点之后添加一个Time Shift（时间偏移）节点。点击“帧”参数名称，查看正在使用的表达式。将其改为\$FF+1。这将使瓶盖向前移动一帧，但同时会使火花与导火索末端对齐。按“播放”进行测试。



## 07

转到第1帧。选择sparktrail节点。点击Split选项卡，然后启用“启用分割”复选框。将Percent to Split（分割百分比）设置为40。在Shape（形状）下，将Splits per Point（每个点的分割数）设置为4。按下播放进行测试。

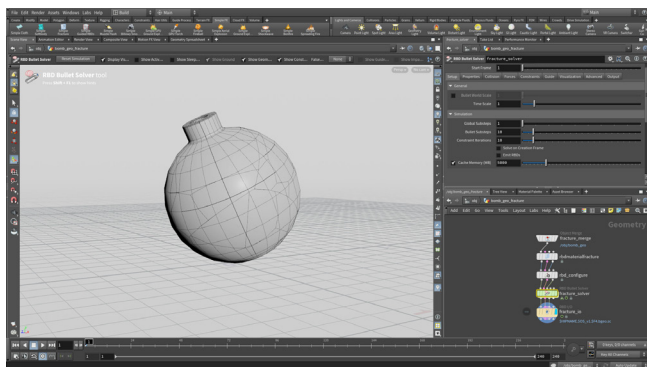


## 08

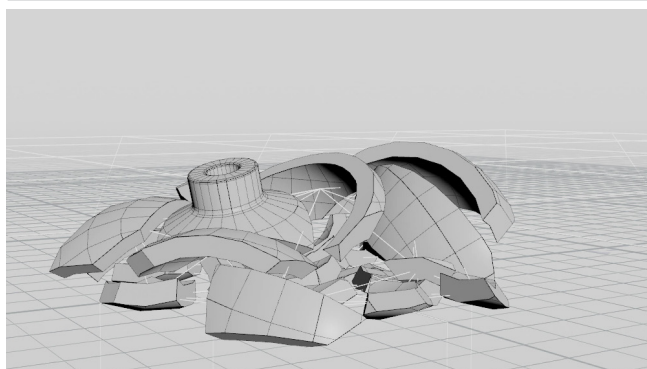
跳转到第1帧。跳转到对象层级。将相机设置为cam1，然后按下工具栏底部的Flipbook按钮。在弹出的窗口中点击Start（开始）。这将创建场景视图的动画序列，您可以使用它来评估粒子的运动。确保实时切换开关处于开启状态，然后播放翻页动画，查看镜头的进展情况。

## 第七部分 引爆炸弹

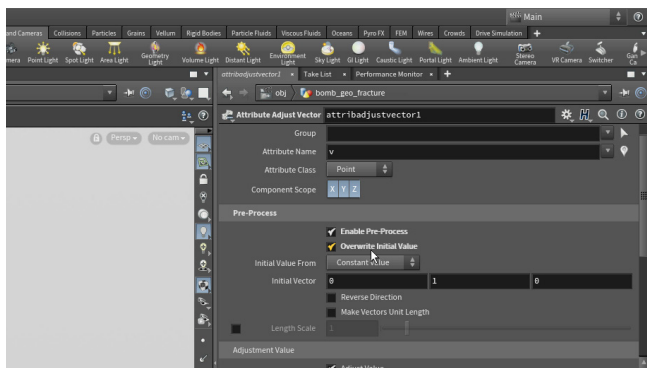
对于炸弹的几何形状，需要进行刚体动力学模拟。首先对几何形状进行破碎，然后添加能够产生爆炸效果的属性。接着，你可以控制运动部件的速度，以实现艺术指导所需的视觉效果。模拟完成后，为了在进入火焰特效 (PyroFX) 阶段时能更高效地工作，你需要将几何形状缓存出来。



**01** 隐藏fusegeo、soottrail和 sparks对象。按下空格键-G聚焦于炸弹几何体。在播放栏中跳转到第1帧。按下空格键G聚焦于炸弹。选择bomb\_geo对象，然后从Simple FX (简易特效架) 中选择Simple Fracture (简易破碎)。当提示选择碰撞对象时，无需选择任何内容，直接按回车键。之后将花费一点时间来设置此网络。该对象会合并炸弹几何体，并设置用于破碎和模拟的节点。

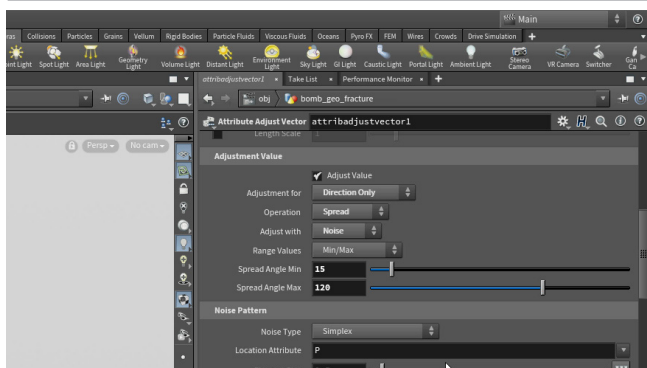


**02** 在fracture\_solver节点上，将Playba (开始帧) 设置为200。现在将播放栏中的开始帧设置为200。点击“第一帧”按钮跳转到第200帧。你只需要模拟从第200帧到第240帧的爆炸效果。在fracture\_solver节点上，转到Ground Collision (地面碰撞) 部分的 Collision (碰撞) 选项卡，将 Ground Type (地面类型) 设置为Ground Plane (地面平面)。点击 Advanced (高级) 选项卡，然后在Constraints (约束) > Glue (粘连) 部分，从Data Name (数据名称) 字段中删除Glue“粘连”一词。按下播放键观看炸弹解体。现在你想添加一个初始速度，让碎片爆炸。



**03** 转到第200帧。添加一个Attribute Adjust Vector (属性调整向量) 节点，并将其放置在其他节点的右侧。将rbd\_configure节点的第三个输出连接到Attribute Adjust Vector节点，然后将Attribute Adjust Vector节点连接到fracture\_solver节点的第三个输入。在该节点上进行如下设置：

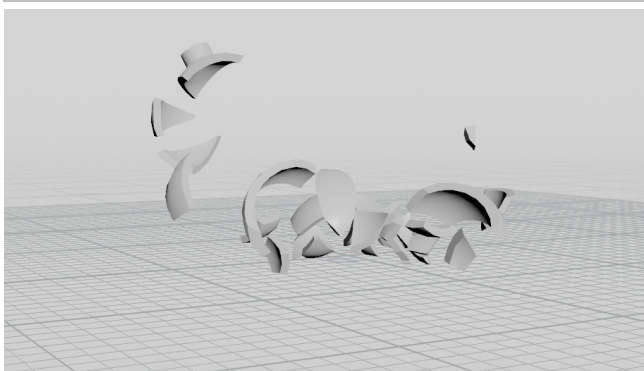
- 开启 Pre-Process (预处理功能)
- 开启 Overwrite Initial Value (覆盖初始值)
- Initial Vector (初始向量) 为0, 1, 0



**04** 在调整值下，设置以下内容：

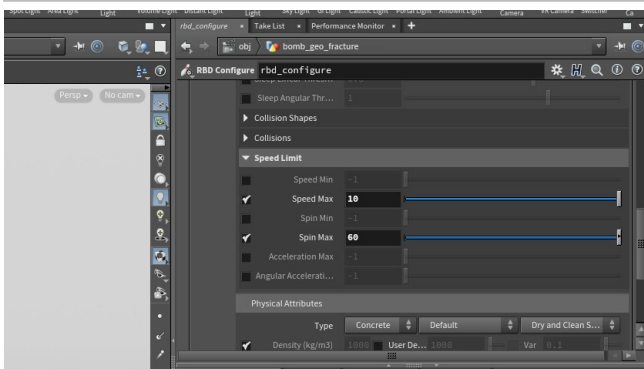
- Adjustment for to Direction Only
- Operation to Spread
- Adjust with to Noise
- Spread Angle Min to 15
- Spread Angle Max to 120

在Noise Pattern (噪声) 模式下将元素大小设置为0.5。在Post-Process中，打开Post Process，然后打开Length Scale (长度尺度) 并将其设置为20。



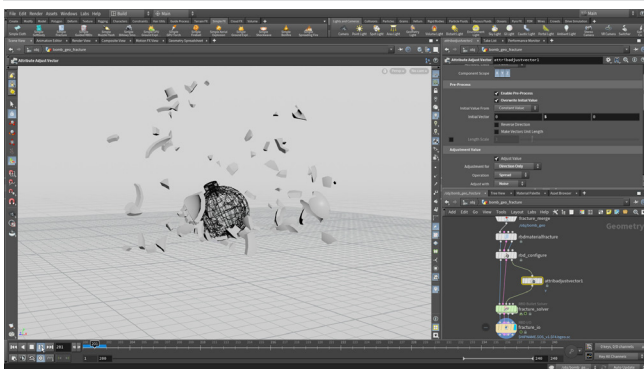
## 05

按下播放键。现在你就能看到炸弹爆炸。在几何体上设置速度属性会被输入到模拟中，模拟会利用碎片的初始速度将它们向前推进。  
在Houdini的许多视觉特效设置中，属性的操控起着重要作用。



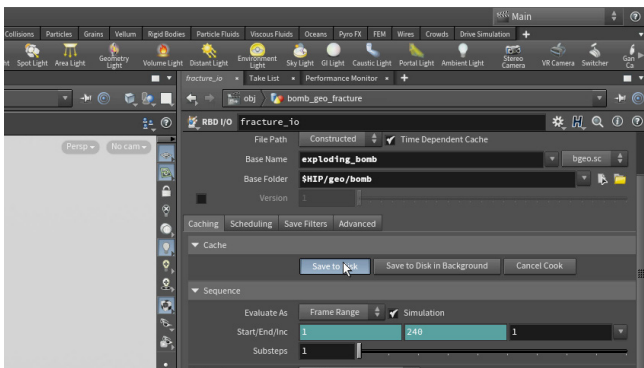
## 06

选择rbdconfigure节点。打开Speed Limit（速度限制）部分，启用Speed Max（最大速度）和Spin Max（最大旋转）参数。将Speed Max设置为2，Spin Max设置为30。按下播放键。模拟速度相较于初始速度大幅减慢。  
现在将Speed Max设为10，Spin Max设为60。按下播放。



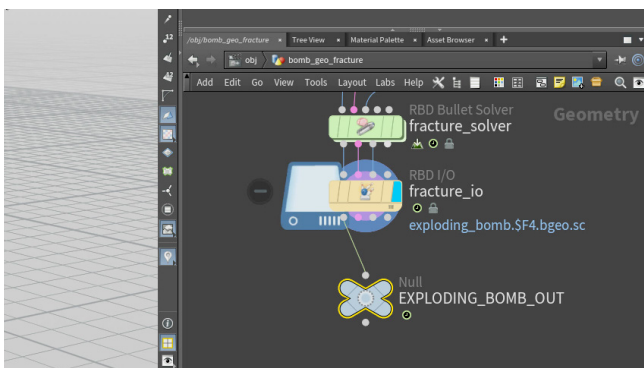
## 07

选择 rbdmaterialfracture 节点，在 Cell Points（单元点）下，将 Scatter Points（分散点）设置为 25。按下播放键。现在你就会得到更多碎片。  
回到attribadjustvector（属性调整向量）节点，将 Length Scale（长度缩放）设置为 50，Initial Vector（初始向量）设置为 0, 5, 0。按下播放键。



## 08

转到第 200 帧。在 fracture\_io 节点上，将 Base Name（基础名称）设置为 exploding\_bomb，将 Base Folder（基础文件夹）设置为 \$HIP/geo/bomb。点击 Save to Disk（保存到磁盘），这将启用 Load From Disk（从磁盘加载）。按下 Play（播放）键预览缓存的几何体。

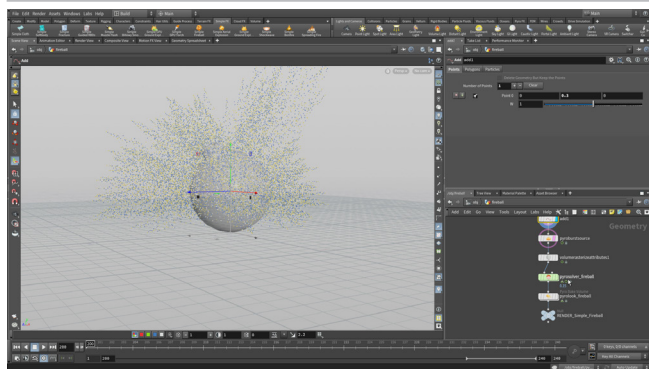


## 09

添加一个 Null（空）节点，并将 fracture\_io 节点的第一个输出连接到该 Null 节点。将此节点重命名为 EXPLODING\_BOMB\_OUT。

## 第八部分 创建 PyroFX 爆炸效果

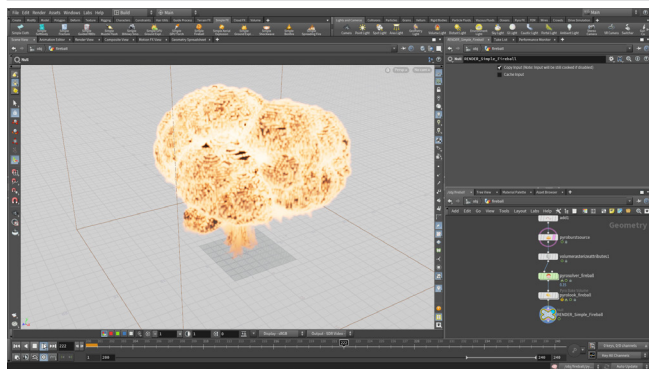
炸弹爆炸时，需要伴有一个火球。你可以先从一个在 GPU 上运行的简单火球开始，然后进行调整，以创造出适合该镜头的视觉效果。你还可以将炸弹爆炸的部分以有趣的方式推动和影响火焰特效体积。



**01** 转到对象层级。在 Simple FX (简易特效) 工具架中，点击 Simple Fireball (简易火球)。在场景视图中，按回车键将其放置在原点。这会创建一个火球对象内创建多个节点。

在 pyroburstsource (火焰爆发源) 节点上设置 Display Flag (显示标志)，并在 Burst Animation (爆发动画) 选项卡上，将 Start Frame (起始帧) 设置为 200。转到第 200 帧。此节点代表爆炸的初始冲击。

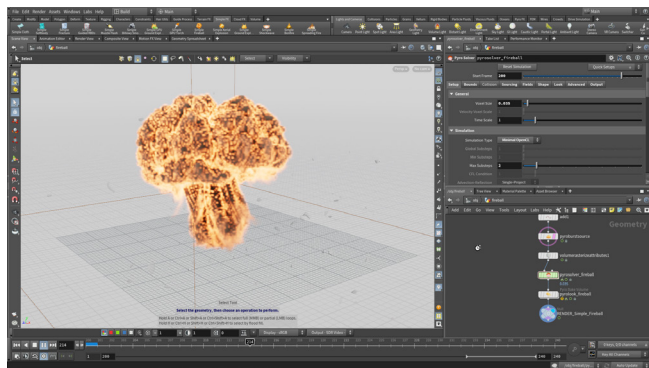
从 Quick Setup (快速设置) 菜单中，选择 Single Input Point (单个输入点)。这会添加一个点。使用变换手柄将其提升至大约 0.3 的位置，即炸弹几何体的中间位置。



**02** 在 pyrosolver\_fireball 节点上，将 Start Frame (开始帧) 更改为 200。将 Simulation Type (模拟类型) 设置为 Minimal OpenCL (最小 OpenCL)，以便使用 GPU 进行模拟。

在 Sourcing (资源) 选项卡下，打开 Limit Source Range (限制源范围) 选项，并将 Frame Range (帧范围) 设置为 200、240。关闭 Cycle Length (循环长度)。

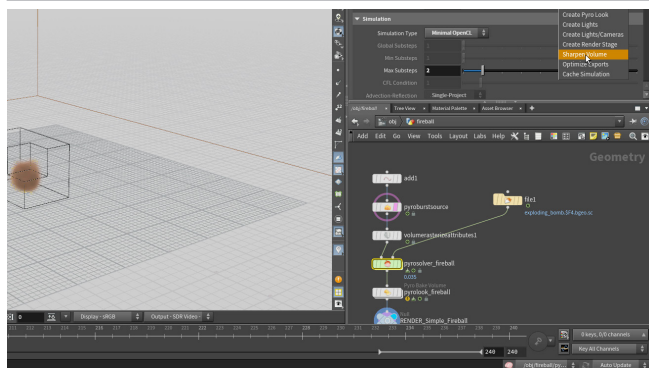
在“RENDER\_Simple Fireball”空节点上设置显示标志。缩小视角以查看更多场景，然后按播放键测试模拟。火球非常大。缩小视角以查看整个爆炸效果。



**03** 转到第 200 帧。在 pyroburstsource 节点上，转到 Burst Shape (爆发形状) 选项卡，将 Initial Size (初始大小) 设置为 0.35，Spread Angle (扩散角度) 设置为 180。

现在转到火球火焰解算器节点，点击 Bound (边界) 选项卡，将 Size (大小) 设置为 15、12、12，Center 中 (心) 设置为 0、4、0。这将创建一个更小的盒子，在 GPU 上能更好地适配。在 Setup (设置) 选项卡上，将 Voxel Size (体素大小) 设置为 0.035 这将为这个较小的模拟添加更多细节。

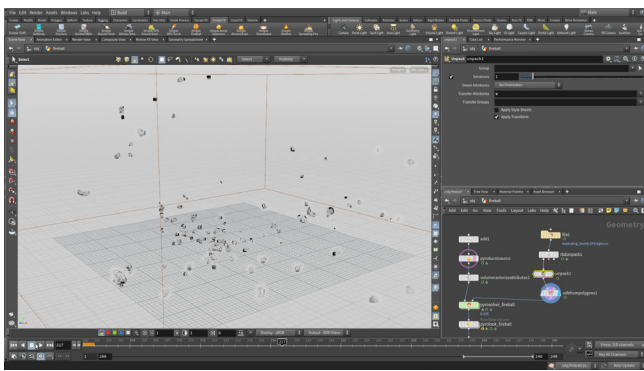
点击 Play (播放) 来测试模拟效果。现在爆炸在这个场景中更加适配了。



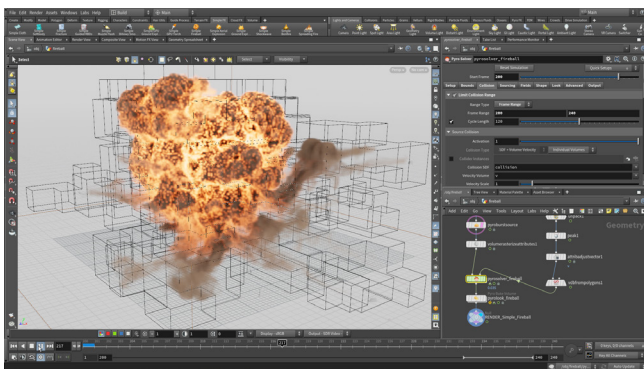
**04**

下一步是将 Pyro FX 与爆炸的炸弹整合起来。添加一个 File (文件) 节点，并从磁盘加载 `$HIP/geo/bomb/exploding_bomb.$F.bgeo.sc` 几何序列。将此节点连接到火球 Pyro 解算器节点的第二个输入。

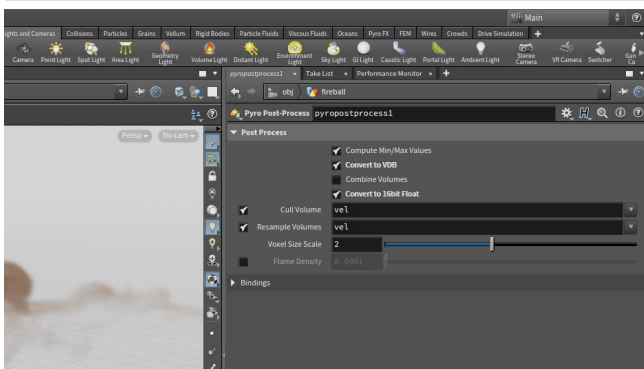
按下 Play 以测试模拟。碰撞几何体没有产生效果，因为它没有正确准备好。



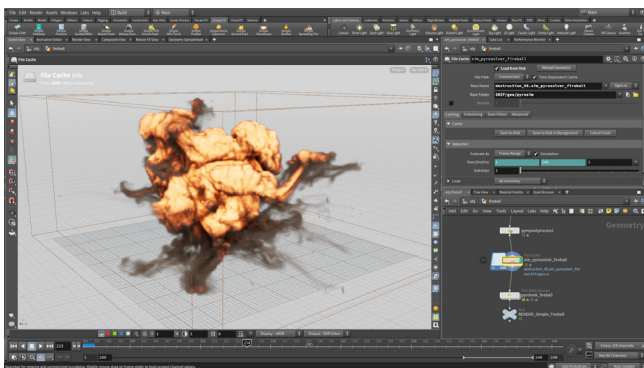
**05** 转到第200帧。选择fireball (火球) 节点。在右上的 Quick Settings(快速设置) 菜单中, 选择Setup SDF Collision(设置SDF碰撞)。这将添加一个vdb frompolygons(从多边形生成vdb) 节点。该节点将从PyroSolver节点获取其体积栅格大小。在文件和vdb frompolygons节点之间添加一个RBD Unpack(解包) 节点。在rbdunpack和vdbfrompolygons节点之间添加一个Unpack节点。在Unpack节点上, 将ransfer Velocity(传输速度) 设为v。在vdbfrompolygons节点上设置Display Flag(显示标志), 然后按Play(播放) 以查看碰撞几何体。



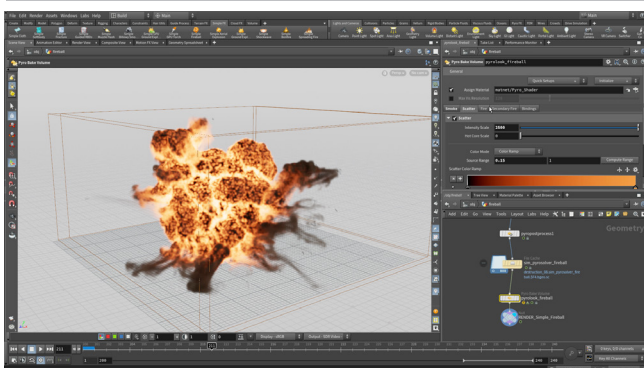
**06** 在Unpack和vdb frompolygons之间, 添加一个Peak (峰值) 节点以使部分更大。将Distance (距离) 设置为0.1。在peak节点和vdb frompolygons节点之间, 添加Attribute Adjust Vector节点。关闭AdjustValue (调整值) 并启用Enable Post Process, 然后打开LengthScale (长度比例) 并将其设置为2。将Display flag重新设置回fireball节点。在Collision选项卡中, 打开Limit Collision Range (限制碰撞范围) 部分, 并将Range Type (范围类型) 设为Frame Range, 将Frame Range设为200, 240。关闭Cycle Length。按Play以测试模拟效果。现在, 爆炸的炸弹正在与“PyroFX”模拟效果发生碰撞并受其影响。



**07** 在火球Pyro解算器节点和pyrolook节点之间, 插入一个Pyro Post Process (后期处理) 节点。勾选Convert to VDB (转换为VDB) 和 Convert to 16bit Float (转换为16位浮点) 复选框。接下来, 启用Cull Volume (剔除体积) 和Resample Volumes (重采样体积) 选项, 并将它们都设置为vel。当你缓存体数据时, 该节点将提高体数据的效率并节省磁盘空间。



**08** 在火球Pyro Solver 节点上, 点击Quick Setups (快速设置) 并选择Cache Simulation (缓存模拟)。将该节点移到一旁, 然后将yro Post Process节点连接到, “sim\_fireball” 缓存节点, 接着将缓存节点连接到“Pyrolook”节点。将Base Folde (基本文件夹) 设置为“SHIP/geo/pyrosim/”, 然后点击k Save to Disk (保存到磁盘)。现在将Load from Disk (从磁盘加载) 选项设置为开启, 你可以在播放栏中拖动查看火焰特效爆炸效果。

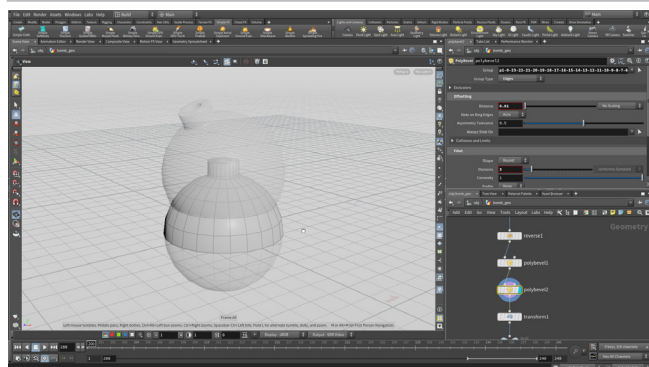


**09** 在pyrolook节点上设置显示标志。这是Pyro Bake Volume (热解烘焙体积) 节点, 可用于在场景视图中可视化模拟效果。旨在提供一个与你稍后渲染时将使用的“热解着色器”类似的界面。在Smoke (烟雾) 选项卡下, 调暗烟雾颜色, 然后在Scatter (散射) 选项卡下, 将Intensity Scale (强度喜好比例) 设置为2500。进行其他调整, 以获取您所偏好的模拟效果。

## 第九部分

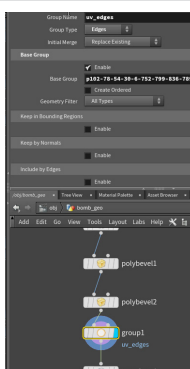
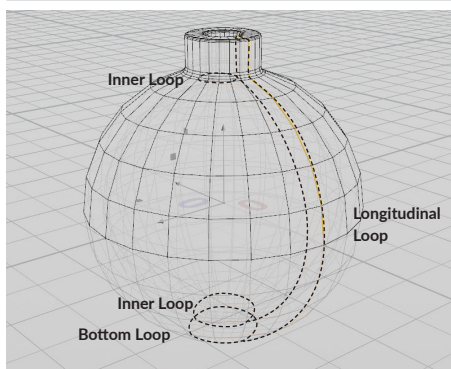
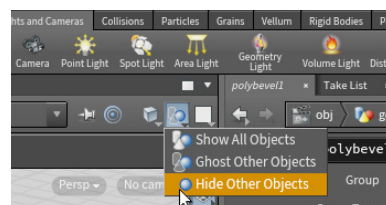
# 将几何体导出为USD格式

要设置镜头进行渲染，你需要将几何体导出为USD文件，以便在Solaris环境中引用。虽然你可以直接导入几何体，但将其缓存为USD格式可以让你锁定序列，然后专注于在Solaris中进行照明和渲染。对于其中一些对象，你需要在导出之前添加UV，为纹理制作做准备。

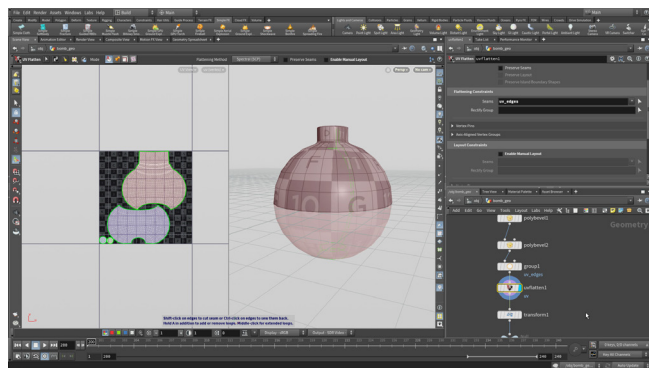


**01** 进入对象层级，隐藏火球对象。双击 `bomb_geo`，在第二个多边形斜角节点上设置 `Display Flag`。这样就可以看到炸弹在旋转到位之前的几何形状。

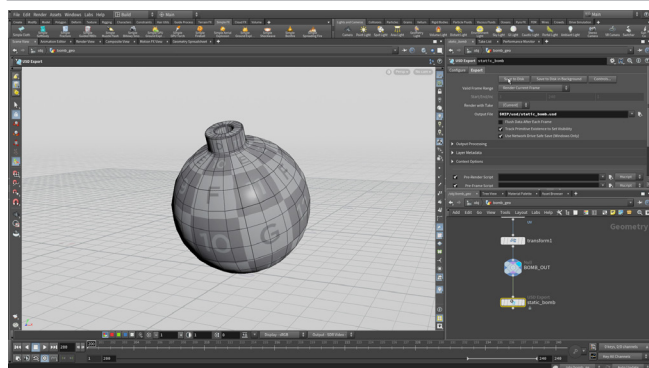
将 `e Display` (显示) 设置为 `Hide Other Objects` (隐藏其他对象)，以便专注于该网络的内容。



**02** 转到选择工具，然后按3选择边。按 `W` 进入线框模式，然后按 `Shift` 并双击以选择底部循环的一部分。按 `Shift` 并双击以选择所有四个部分。对内部循环重复此操作。现在转到内球体顶部的环线，按住 `Shift` 键并双击进行选择。现在选择与X轴对齐的纬线，按住 `Shift` 键并双击进行选择。在场景视图中，按 `tab > Group` (组)。将组名称更改为 `uv_edges`。



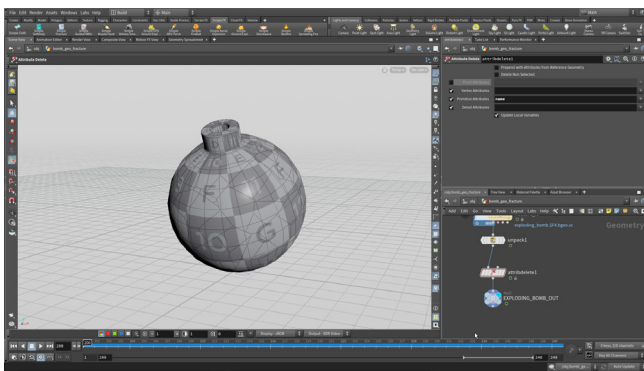
**03** 在场景视图中，按下 `tab > UV Flatten` (UV展平)，这会在组节点之后添加一个UV Flatten节点。将接缝设置为 `uv_edges`，并在 `r Layout Constraints` (布局约束下)，关闭 `Enable Manual` (启用手动布局)。这样就能得到一个美观的UV布局，非常适合为炸弹进行纹理绘制。在 `BOMB_OUT` 空节点上设置 `e Display Flag`。



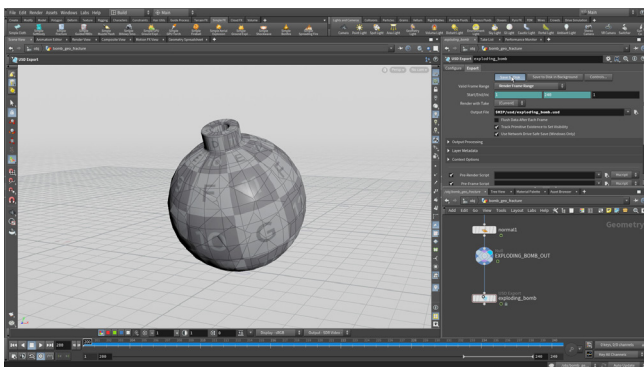
**04** 在链的末尾添加一个USD导出节点。将其重命名为 `static_bomb`。设置以下内容：

- `Valid Frame Range` (有效帧范围) 以 `Render Current Frame` (渲染当前帧)
- `Output File` (输出文件到) `$HIP/usd/static_bomb.usd`

按 `Save to Disk` (保存到磁盘)



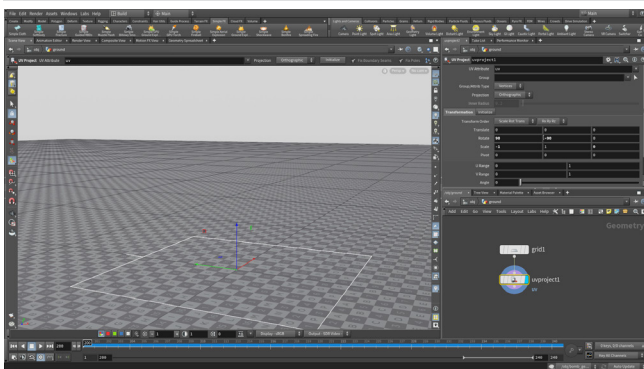
**05** 回到对象层级，然后双击bomb\_geo\_fracture网络。选择fracture\_io节点并按下“保存到磁盘”，以缓存带有新UV的几何体。你暂时还看不到它们，因为几何体是打包的。在“fracture\_io”节点之后且“EXPLODING\_BOMB\_OUT”节点之前，添加一个“Unpack”节点，然后添加一个“Attribute Delete”节点。在“attributedelete”节点上，在“Primitive Attributes”（图元属性）旁边输入名称。关闭“Point Attributes”（点属性）部分。这确保了该序列作为单个网格导入到Solaris中。name属性会将该序列拆分为各个部分。



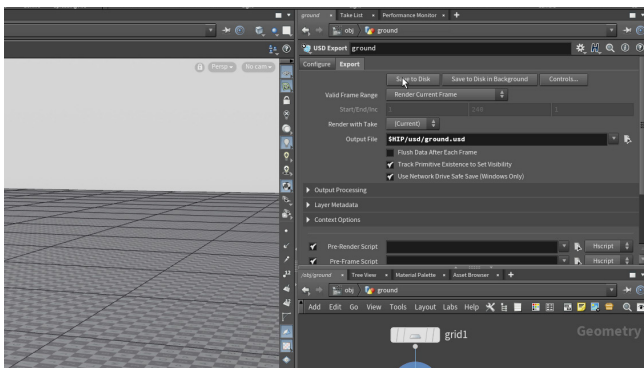
**06** 在“属性删除”节点之后，添加一个“法线（Normal）”节点。这有助于炸弹几何体在Solaris中正确显示。在链条末尾添加一个USD导出节点。将其重命名为exploding\_bomb。设置以下内容：

- 渲染帧范围的有效帧范围
- 输出文件为 `$HIP/USD/exploding_bomb.usd`

点击“保存到磁盘 (Save to Disk)”。



**07** 回到对象层级，然后双击地面网络。在网格节点之后，添加一个UV投影节点并设置其显示标志。转到“初始化 (Initialize)”选项卡并按下“初始化 (Initialize)”按钮。在“变换 (Transformation)”选项卡上，将X缩放改为-1，Y缩放改为1，Y旋转改为-90。这将使纹理在地面上重复，而不是创建一个大致纹理。



**08** 在链条末尾添加一个USD导出节点。将其重命名为ground。将以下

- “保留有效帧范围”设置为“渲染当前帧”
- “输出文件”设置为 `$HIP/USD/ground.usd`

点击“保存到磁盘 (Save to Disk)”。

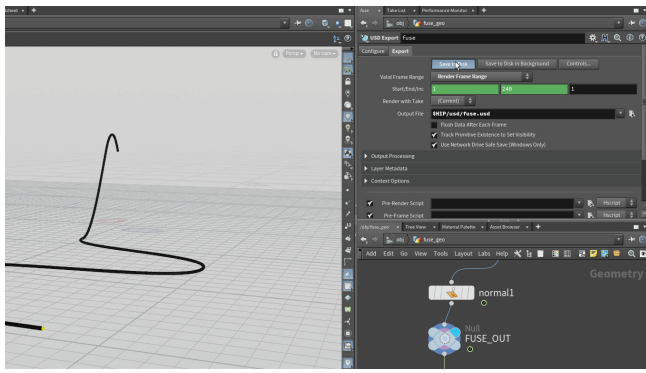


## 通用场景描述(USD)与Solaris

为支持该项目的外观开发阶段，布局、外观开发和打光工作流程均在Solaris环境中设置。这由LOP网络呈现。你在此处创建的USD缓存将进入Solaris环境。

你将使用此场景文件将USD缓存引用到LOP网络中，但在更大的制作流程中，另一种选择是启动一个新的场景文件，并在全新场景中导入USD文件。这能让你专注于镜头的打光和渲染，但会增加返回并调整几何体和模拟效果的难度。

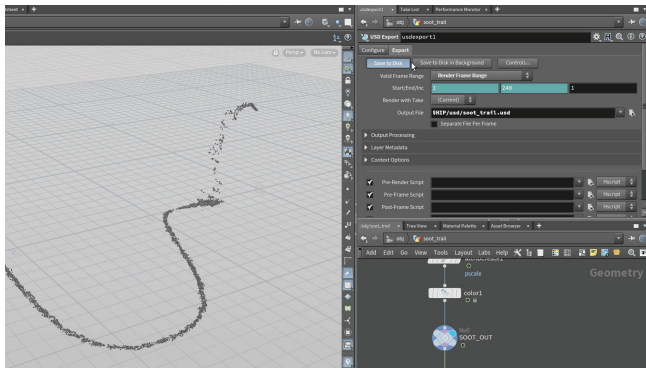




**09** 回到对象层级，然后双击融合网络。在链的末尾添加一个USD导出节点。将其重命名为“fuse”。设置以下内容

- 要渲染的有效帧范围 帧范围
- 输出文件为 \$HIP/USD/fuse.usd

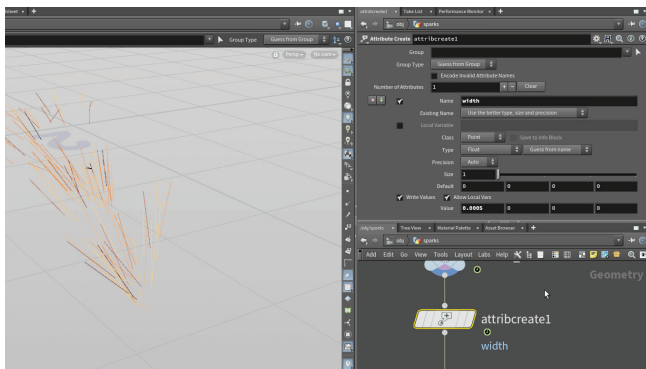
点击“保存到磁盘 ( Save to Disk. )”。



**10** 回到对象层级，然后双击烟尘网络。在链条末端添加一个USD导出节点。将其重命名为 soot\_trail。设置以下内容

- 有效帧范围 渲染帧范围
- 输出文件为 \$HIP/USD/soot\_trail.usd

点击“保存到磁盘 ( Save to Disk. )”。

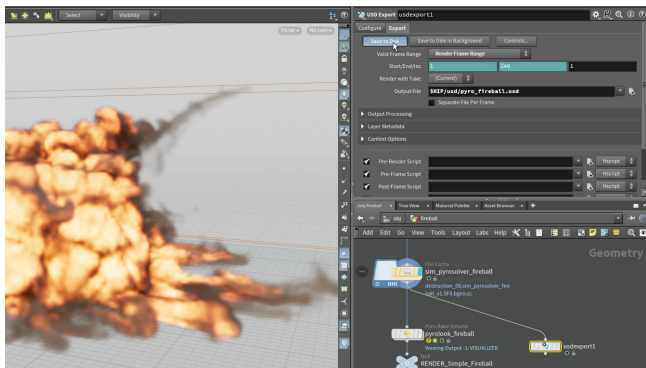


**11** 回到对象层级，然后双击火花网络。

在链的末尾添加一个“属性创建 ( Attribute Create )”节点。将“名称 ( Name )”设置为width，“值 ( Value )”设置为0.0005。这将决定火花在渲染时的外观。在链条末尾添加一个USD导出节点。将其重命名为sparks。设置以下内容

- 有效帧范围 渲染帧范围
- 输出文件为 \$HIP/USD/sparks.usd

点击“保存到磁盘 ( Save to Disk. )”。



**12** 回到对象层级，然后双击火球网络。从sim\_fireball节点分支出。

USD导出节点。务必绕过热成像节点。将其重命名为pyro\_fireball。设置以下内容

- 有效帧范围 渲染帧范围
- 输出文件为 to \$HIP/USD/pyro\_fireball.usd

点击“保存到磁盘 ( Save to Disk. )”。



## 场景导入

将几何体和模拟内容导入Solaris的另一种方法是使用场景导入LOP。这会在你正在处理的几何体和对象与LOP网络之间建立直接连接。这种方法需要缓存LOP来支持运动模糊，而如果引用USD文件，则无需这一额外步骤。

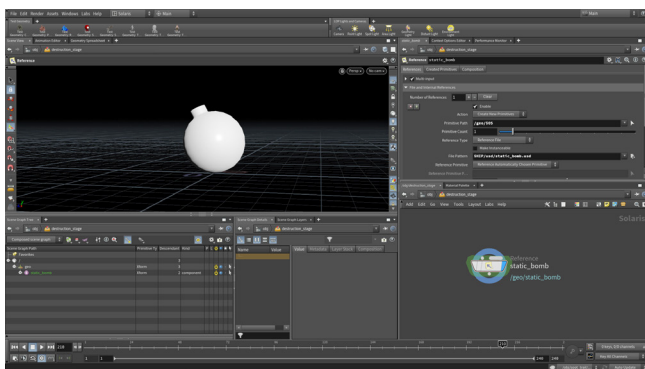
此工具将用于把对象层级的动画相机引入Solaris环境。



## 第十部分

# 在Solaris中设置镜头

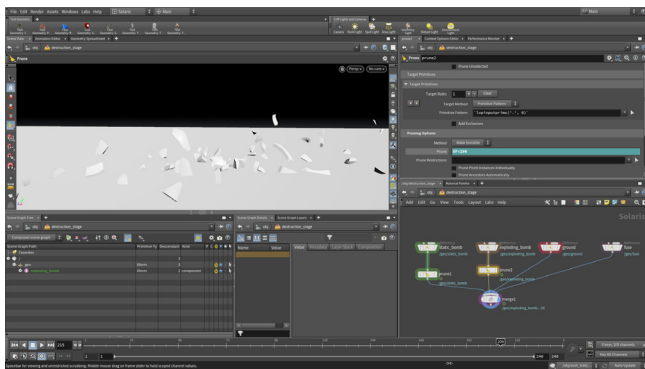
学习如何将所有USD文件引用到Solaris中，然后从对象层级导入相机。为所有元素应用材质，并开始使用Karma进行渲染以评估结果。学习如何添加主光并准备渲染设置，以探索镜头的最终效果。



**01** 回到对象层级。按下“Tab”键>“LOP网络”，创建一个子网，用于设置你的镜头。将其命名为“destruction\_stage”。双击该节点进入子网。

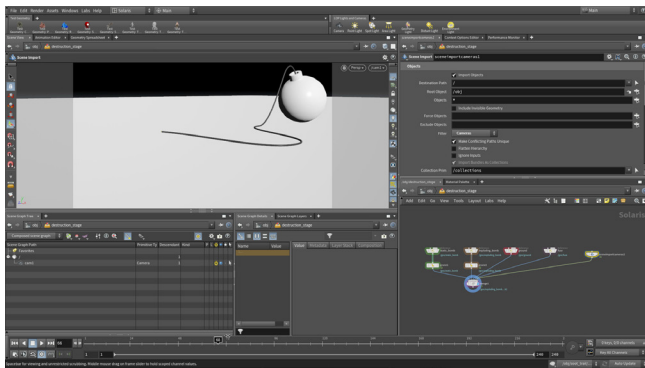
将桌面更改为Solaris。确保在“场景视图”的路径栏中看到“obj > destruction\_stage”。在场景视图上按D键，转到“背景（iBackground）”选项卡，并将“配色方案（Color Scheme）”设置为“深色（Dark）”。

在“网络视图”中，按下Tab键>“引用（Reference）”，然后单击以添加一个引用节点。在“引用模式（Reference Pattern）”旁边，点击“文件选择器（File Chooser）”并找到static\_bomb.usd文件。将该节点重命名为static\_bomb。将“图元路径（Primitive Path）”设置为/geo/\$OS。



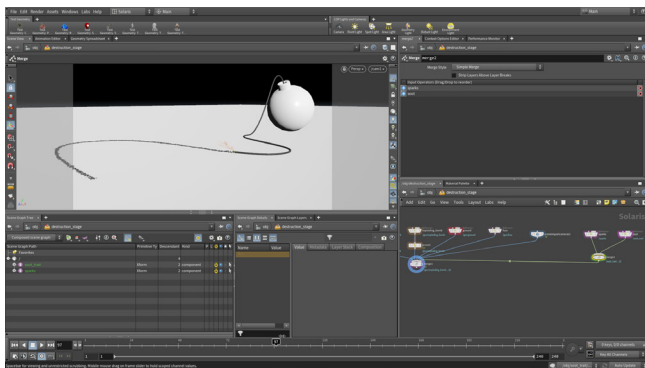
**02** 按住Alt键并拖动此节点，以创建三个副本。将它们命名为exploding\_bomb、ground和fuse，然后将“文件选择器（File Chooser）”参数指向这些USD文件。

将这些输入到一个“合并（Merge）”节点，并设置其显示标志。在“静态炸弹”节点之后，添加一个“修剪”LOP。将“修剪”参数设置为\F(>200)。在“爆炸炸弹”节点之后，再添加一个“修剪”LOP。将“修剪（Prune）”参数设置为\(\\$F < 199)。现在，当你在播放栏中拖动时，炸弹将在第200帧时在静态炸弹和爆炸炸弹之间切换。



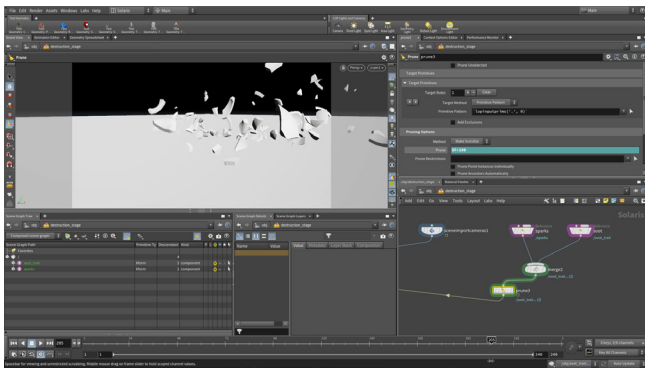
**03** 按下制表键>场景导入（摄像机）Scene Import (Cameras)。放置此节点并将其连接到合并节点。将目标路径（Destination Path）设置为/cam/。这会将任何摄像机添加到Solaris上下文。

前往相机菜单，选择cam1，通过这个动画相机进行查看。确保已选中合并节点。在时间轴上拖动，可看到引信和爆炸的炸弹进行动画演示，然后透过你在对象层级设置的相机镜头观看爆炸效果。如果你对该相机进行更改，这些更改将在Solaris中体现出来。

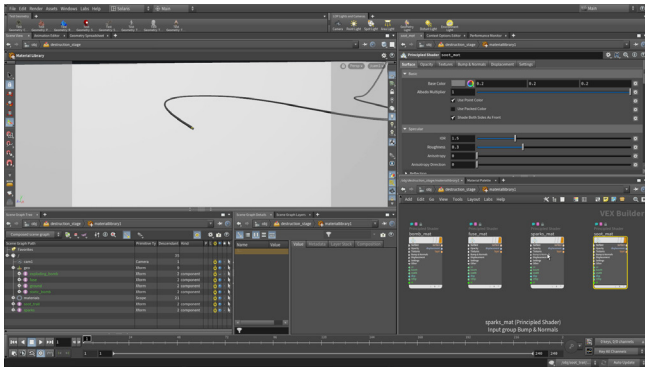


**04** 在“网络视图”中，按下“Tab”键>“参考（Reference）”，然后单击添加一个参考节点。在“参考模式（Reference Pattern）”旁边，点击“文件选择器”并找到“sparks.usd”文件。将该节点重命名为“sparks”。将“图元路径（Primitive Path）”设置为“/fx/\$OS”。

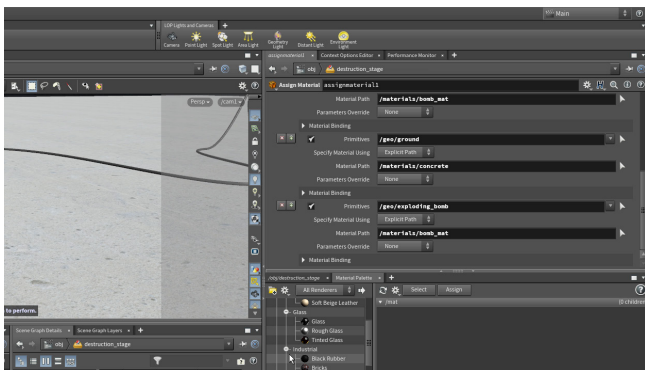
按住Alt键并拖动此节点进行复制。将其命名为“soot”，然后单击文件选择器并找到“soot\_trail.usd”文件。添加一个“Merge”节点将这些文件合并在一起，然后将它们输入到主“Merge”节点并设置其显示标志（Display Flag）。如果你在时间轴上拖动，你会看到火花和烟尘在熄灭后仍然存在。USD文件会保留粒子，直到第240帧。



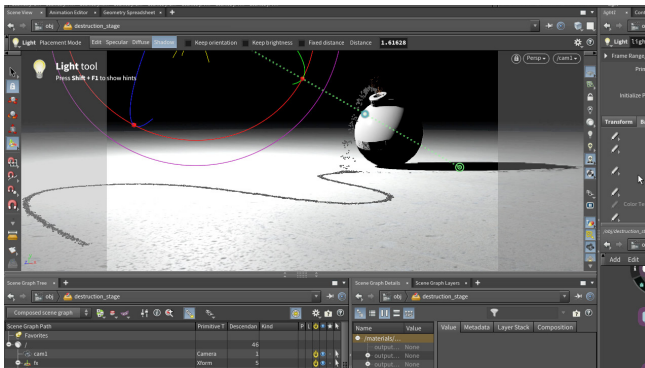
**05** 在特效合并节点之后，添加一个修剪LOP ( Prune LOP )。设置其显示标志 ( Display Flag )。将修剪 ( Prune ) 参数设置为  $(\$ F > 199)$ 。此时，烟尘和火花就会消失。



**06** 在合并节点之后添加一个材质库节点 ( Material Library )。转到材质面板 ( Material Palette )，然后将一个标准材质 ( Principled Shader ) 和一个混凝土材质 ( Concrete Shader ) 拖到 /stage/materiallibrary 中。前往“网络”视图，将原则化着色器重命名为“bomb\_mat”。按住Alt键拖动，制作三个原则化着色器的副本，并将它们命名为“fuse\_mat”、“sparks\_mat”和“soot\_mat”。

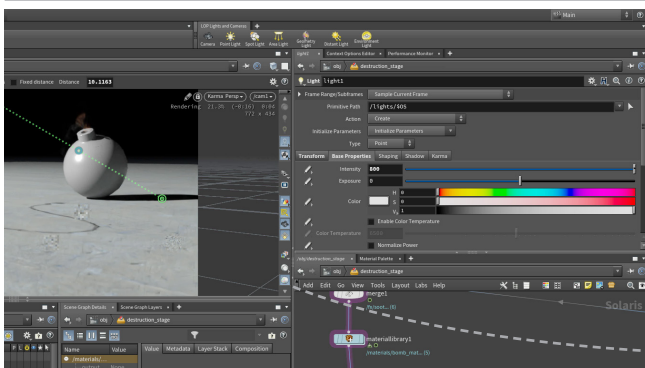


**07** 返回上一级，在链的末尾添加一个“指定材质 ( Assign Material )”节点。从场景图中，将“static\_bomb”和“exploding\_bomb”拖到“图元 ( Primitives )”字段。现在点击“材质路径 ( Material Path )”旁边的箭头，选择“bomb\_mat”。点击加号添加更多部分，并重复这些步骤，为导火索、火花和烟尘指定材质。将具体的材质指定给地面。



**08** 转到大约第180帧。点击LOP灯光和摄像机 ( LOP Lights and Cameras ) 货架上的“灯光 ( Light )”工具。这会为你的镜头添加一盏灯，并让你通过它进行查看。转到“基础属性 ( Base Properties )”选项卡，将“强度 ( Intensity )”设置为50。

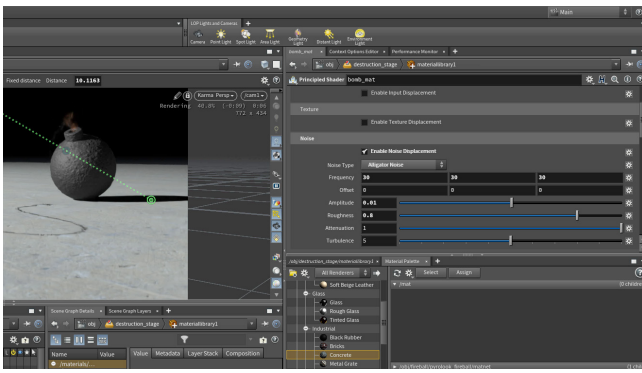
在场景视图中，点击“阴影 ( Shadow )”按钮，然后点击炸弹表面，接着按住Shift键并在炸弹后方点击，以创建阴影。



**09** 在“场景”视图中，从“透视图 ( Persp )”菜单中选择“Karma”。关闭参考平面。

在侧边栏中打开去噪器回到材质面板，选择混凝土着色器。在纹理部分，将效果缩放设置为0.01。这将使用您的显卡 ( 仅支持英伟达显卡 )，以更快地消除渲染中的噪点。



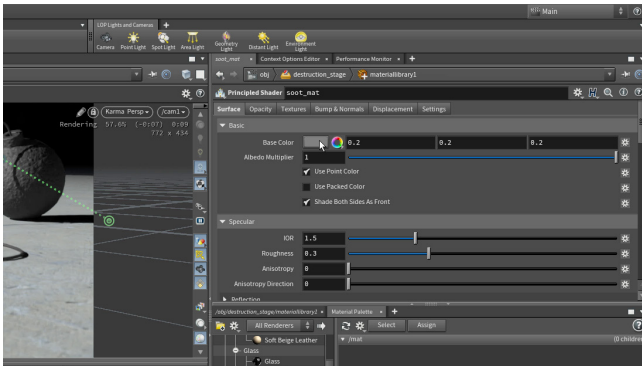


**10** 选择bomb\_mat材质。在“表面(Surface)”下，进行以下设置：

- 基础颜色设为黑色 [0, 0, 0]
- 粗糙度设为0.7

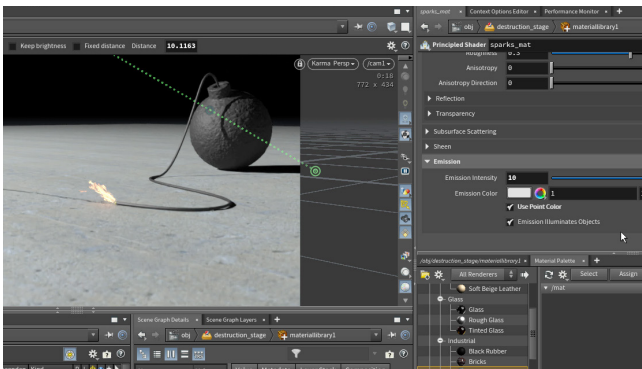
在“置换(Displacement)”下，启用“启用噪波置换(Enable Noise Displacement)”并进行以下设置：

- 噪波类型设为鳄鱼纹噪波
- 噪波频率设为30, 30, 30
- 振幅设为0.01
- 粗糙度设为0.8



**11** 对于fuse\_mat和soot\_mat材质着色器，将基础颜色(Base Color)设置为深灰色(Dark Grey)。

在fuse\_mat材质上，关闭“使用点颜色(Use Point Color)”，以便让基础颜色控制外观。



**12** 选择sparks\_mat材质，在“自发光(Emission)”下进行如下设置：

- Emission Color (发射颜色)设为1, 1, 1 [白色]
- Emission Intensity (发射强度)设为10
- 开启Use Point Color(使用点颜色)

这将使火花更加明亮，甚至在地面上产生一些光亮。



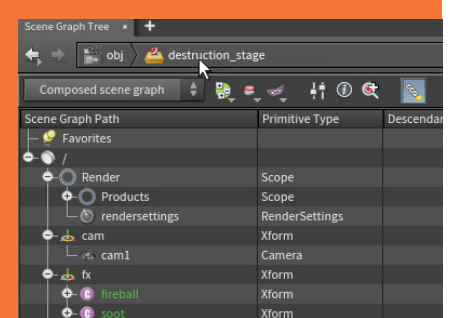
**13** 回到Stage层级。在网络视图(Network View)中，按下tab键> Karma 以添加一个Karma渲染设置和USD渲染ROP节点。将它们连接到链条末端。选择karmarendersettings节点，并将“主要采样(Primary Samples)”设置为32。在“图像输出(Image Output)”>“滤镜(Filters)”选项卡中，将“去噪器(Denoiser)”设置为“nvidia Optix去噪器(nvidia Optix Denoiser)”以重新启用去噪器。

在“高级(Advanced)”选项卡上，转到“采样(Sampling)”部分，将“收敛模式(Convergence Mode)”设置为“路径追踪(Path Traced.)”。

## 渲染设置

Karma渲染设置节点会添加渲染设置，这些设置将成为场景图的一部分，并用于渲染到视口和磁盘。

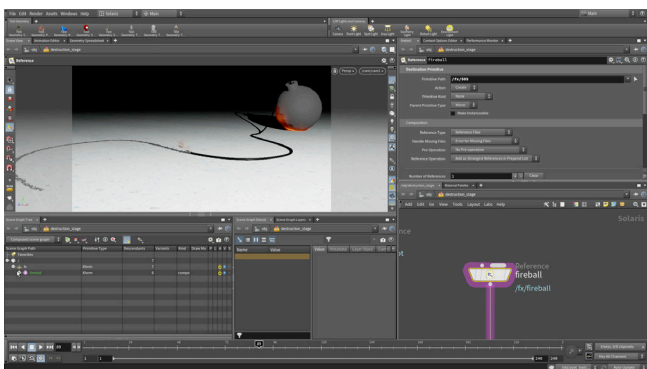
在添加这些设置之前，在视口中渲染时使用的是视口设置。如果在场景视图中设置了Karma渲染，那么按D键可查看这些设置。如果场景图中有渲染设置，那么它们将覆盖视口设置。



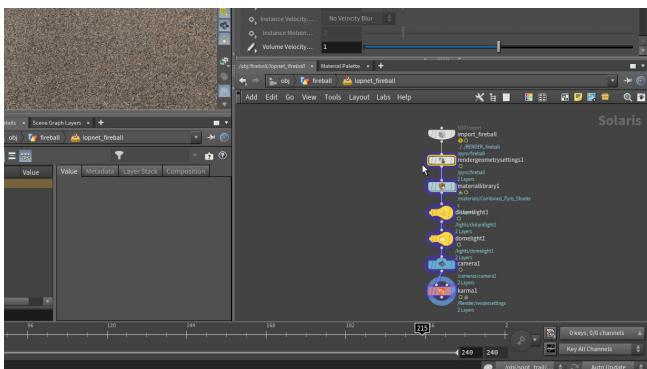
## 第十一部分

# 渲染PyroFX

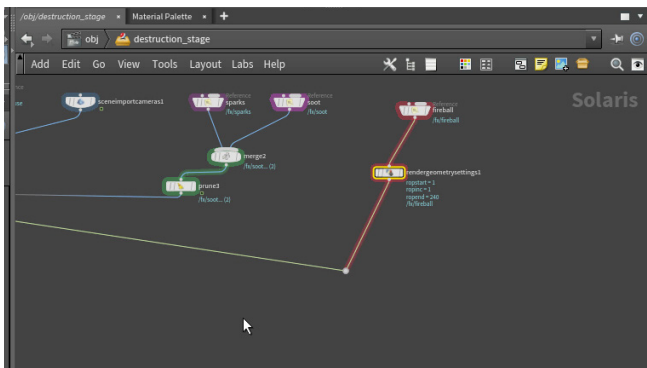
要完成这个镜头，添加火球USD文件，然后指定合适的材质。接下来，你要设置另一台摄像机，以创建爆炸的广角镜头，然后渲染出这两个序列，以获得最终序列。然后，你可以使用Mplay图像查看器预览结果。



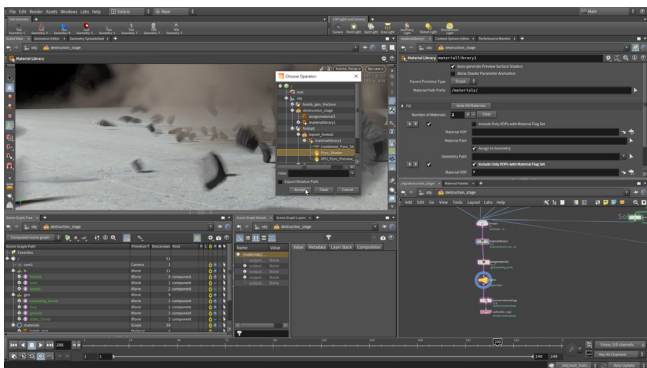
**01** 将透视图菜单设置回Houdini GL。在网络视图中，按下Tab键>“引用(Reference)””，然后点击添加一个引用节点。在“引用文件(Reference File)”旁边，点击文件选择器，找到pyrofx\_fireball.usd文件。将该节点重命名(Rename)为fireball。将“基元路径(Primitive Path)”设置为/fx/\$OS。将此节点输入到原始合并节点中。按住Alt键点击连接线添加一个点，然后将该点移至右下角。开启Karma节点上的显示标志(Display Flag)，将时间滑块拖动到第204帧左右，即可看到爆炸效果。



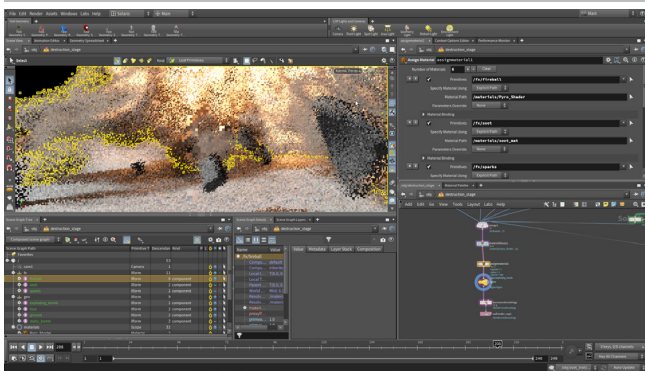
**02** 导航回到对象层级，然后进入火球对象。选择pyrosolver\_fireball节点。从“快速设置(Quick Setups)”菜单中，选择“创建渲染阶段(Create Render Stage)”。这会将lopnet\_fireball添加到该网络中。你可以深入其中查看推荐的设置。你可以用它单独渲染火球，但我们需要将其作为现有LOP网络的一部分。选择“rendergeometrysettings”节点，然后按Cmd-C进行复制。



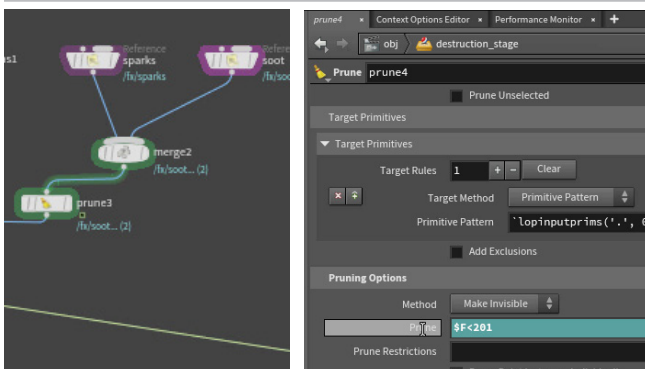
**03** 导航回到“破坏阶段”(destruction\_stage)LOP网络，按下Cmd-V组合键将其粘贴到网络中。将它连接在火球参考节点正下方。这个节点有两个作用。首先，它为火球设置速度运动模糊效果，然后利用体积来辅助照亮镜头画面。



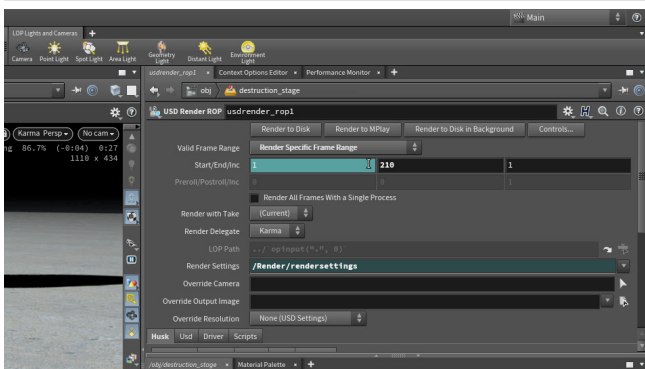
**04** 选择材质库节点，然后点击“材质数量(Number of Materials)”旁边的加号。在新列表中点击“材质VOP(Material VOP)”旁边的操作符选择器按钮，导航到“fireball”对象，然后进入“lopnet\_fireball”，再进入“matnet”以选择“Pyro\_Shader”。点击“接受(Accept)”。即使此材质位于不同的细节层次(LOP)网络中，也可以从其位置引用到该材质库节点。



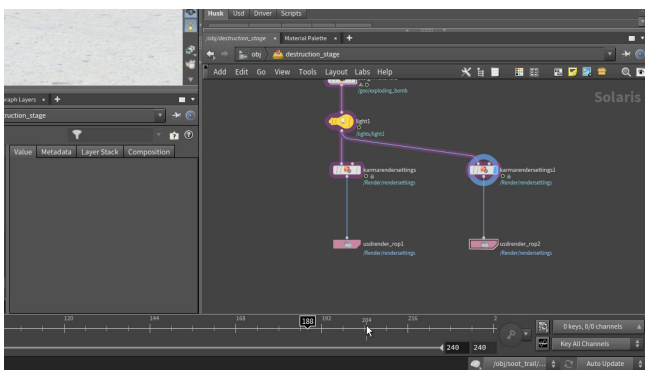
**05** 在“assignmaterial”节点上，添加另一个材质列表，然后从场景图中将“/fx/fireball”拖到“Primitives”部分，接着点击“Material Path”箭头并选择“Pyro\_Shader”。将透视图菜单设置回 Karma。



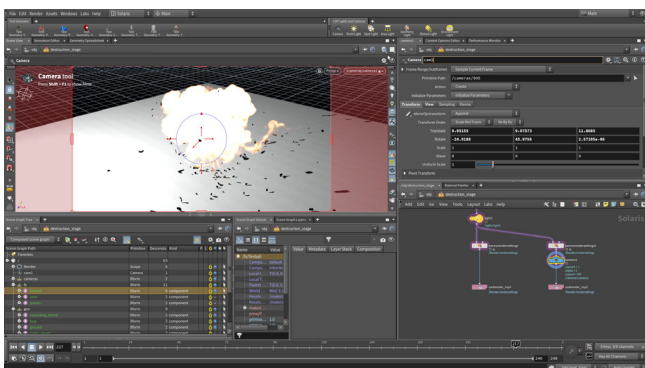
**06** 在“因果”节点上，将“有效帧范围”设置为“渲染帧范围”。右键单击显示为240的结束值，然后选择“删除通道”。将结束值（Prune）更改为\$F<201。第200帧的火球正穿过炸弹外形，这将使爆炸延迟一帧。



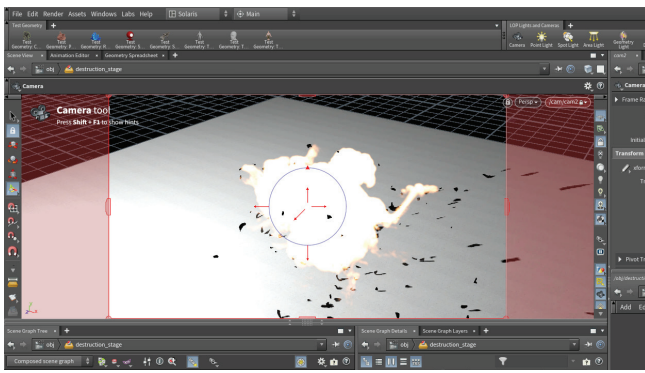
**07** 在“因果”节点上，将“有效帧范围（Valid Frame Range）”设置为“渲染帧范围（Render Frame Range）”。右键单击显示为240的结束值（End），然后选择“删除通道（Delete Channels）”。将结束值（End）更改为210。前210帧你要用动画相机，最后30帧切换到另一个相机。



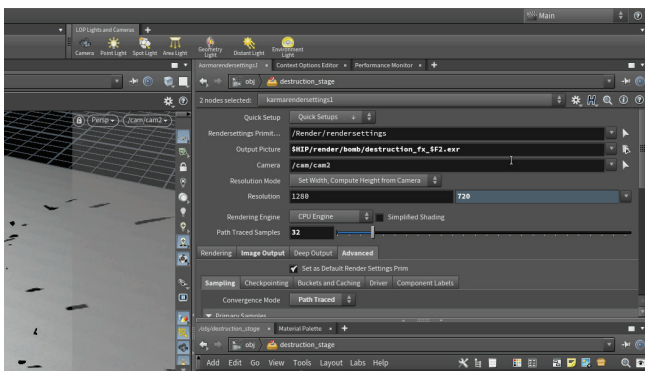
**08** 将透视图菜单设置回Houdini GL。在网络视图中，按住Alt键并将karmarendersettings和usdrender\_rop节点向右拖动。设置其显示标志（Display Flag）。



**09** 在“场景”视图中滚动以获得一个新的相机角度，从上方俯瞰爆炸。按住 Ctrl 键并单击“LOP 灯光和相机（LOP Lights and Cameras）”货架上的“相机”工具。将其图元路径（Primitive Path）设置为 /cam/\$OS 并将其名称（name）设置为 cam2。



**10** 锁定相机视图（ Lock the Camera to View ）并微调视角，以获得你想要的画面。在第210帧到240帧之间的不同位置进行检查。准备好后，关闭“锁定相机视图（ Lock the Camera to View ）”选项。



**11** 将cam2节点上移至karmarendersettings2节点上方。在usdrender\_rop2节点上，将“开始（ Start ）”和“结束（ End ）”分别更改为211和240，然后将相机指向/cameras/cam2

。选择第一个karmarendersettings节点，并确保其相机设置为/cam/cam1。否则，该节点将无法渲染，因为默认的camera1不在我们的场景中。

选择两个usdrender\_rop节点，并将输出图片更改为：  
`$HIP/render/bomb/destruction_fx_$F2.exr`



**12** 选择usdrender\_rop1 节点。点击“渲染到磁盘（Render to Disk ）”按钮。对usdrender\_rop2 重复此操作。

转到“渲染（ Render ）”菜单，选择“MPlay”>“加载工作台文件（ Load Desk Files ）”。转到render/bomb目录，选择图像序列，然后点击“加载（Load）”。这将把这些图像作为单个动画播放。

## 结论

你现在已经使用粒子、刚体动力学和Pyro FX构建了一个破坏效果。你从零开始完成了整个项目，并亲身体会了Houdini艺术家们日常使用的许多工具和技巧。

你还有机会将你的作品带到Solaris，在那里你使用USD设置场景图以渲染到Karma。

现在你可以运用这些技能，开始探索你自己的破坏特效镜头。



# HOUDINI 基础 地形 形成

Houdini包含一套专门用于生成和塑造地形的工具集。这些工具使用名为高度场的二维体来表示地形，其中每个体素包含特定网格点处的地形高度。Houdini视口可让您将二维高度场可视化三维表面。您还可以设置遮罩场，用于将编辑集中在地形的特定部分。在本课程中，您将使用图案、噪波和侵蚀来构建地形，然后导出结果以用于游戏引擎。

## 课程目标

使用Houdini中的高度场工具创建地形，并将其导入到虚幻引擎(Unreal Engine)或Unity中。

## 你将学到什么

- 如何使用高度场创建地形
- 添加图案、噪点和扭曲效果
- 使用地形特征创建遮罩
- 如何在高度场上创建散点
- 何使用地形散射设置实例化
- 将地形导出为数字资产[HDA]
- 将HDA导入虚幻引擎

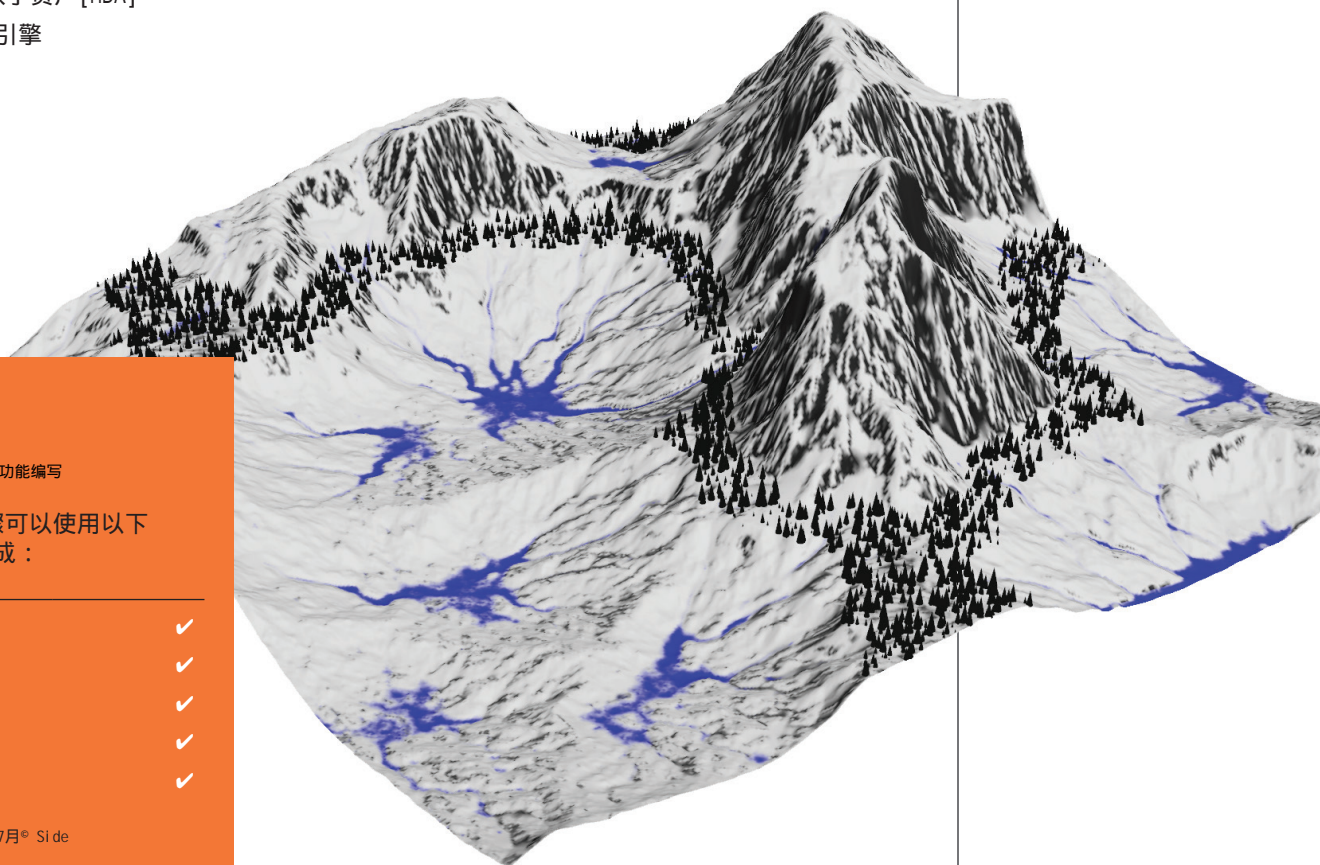
## 课程兼容性

为Houdini19.5+版本的功能编写

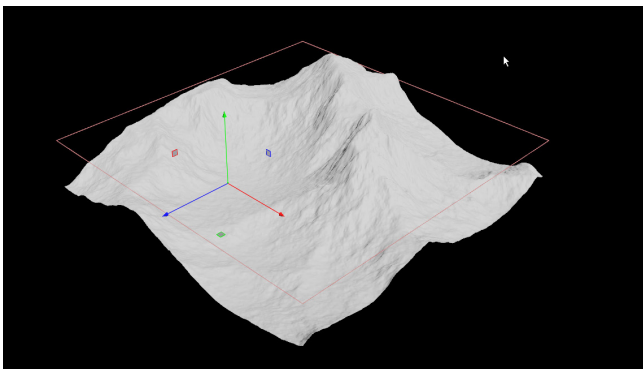
本课程中的步骤可以使用以下Houdini产品完成：

- Houdini 核心版 ✓
- Houdini 特效版 ✓
- Houdini 独立版 ✓
- Houdini 学习版 ✓
- Houdini 教育版 ✓

文档版本3.0 | 2022年7月 © SideFX 软件



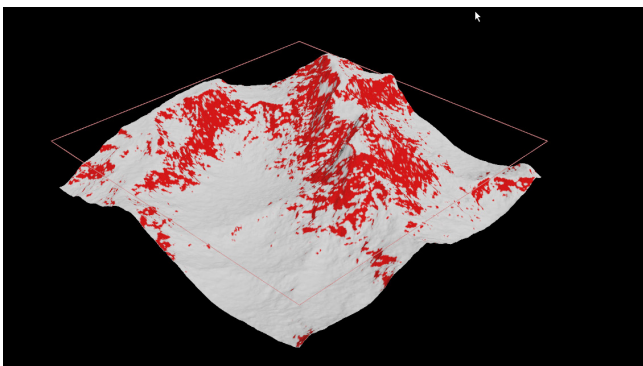




**05** 用径向菜单选择变形>“噪波”。设置以下参数

- 振幅“Amplitude”设为 10
- 元素大小“Element Size”设为20

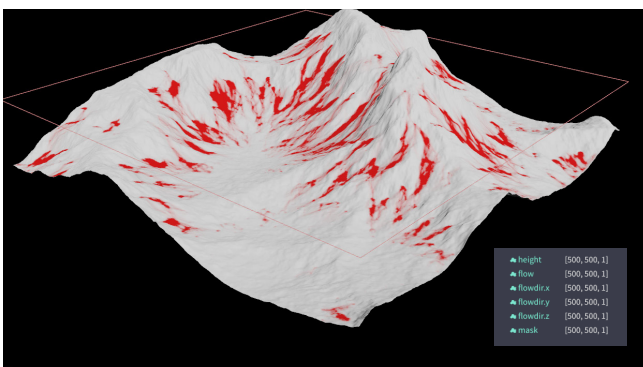
在网络视图中选择最后四个节点，然后点击网络框“Network box”图标添加一个网络框。调整其边缘以塑造该框的形状，然后在顶部栏中点击并将其命名为*Shape the Terrain*。网络框使读取网络变得更加容易，尤其是当你与其他艺术家共享文件时。



**06** 使用径向菜单选择遮罩“Mask”>按特征遮罩“Mask by Feature”。设置以下参数：

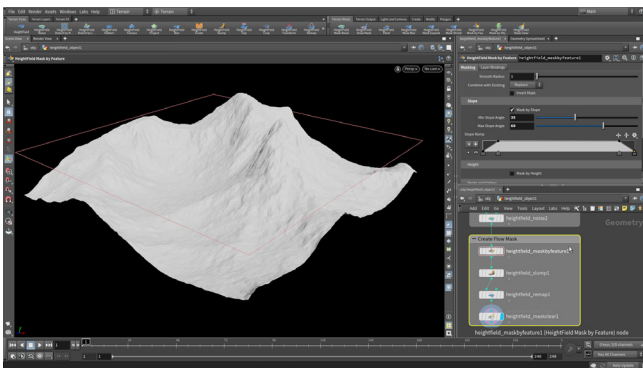
- 最小坡度角设为 35
- 最大坡度角设为60

这能让你将注意力集中在山体侧面的区域。如果你回过头去改变流入这个节点的地形形状，那么遮罩也会相应更新。



**07** 从径向菜单中，选择侵蚀“Erode”>坍塌“Slump”。将扩散迭代次数“Spread Iterations”设置为 75。

高度场坍塌节点会产生一种侵蚀效果，将不稳定的碎石堆移动到更稳定的形态。它会影响到遮罩层，同时也会输出到流动层“Flow”和流动方向层“Flow Direction”。如果您使用鼠标中键点击该节点，就可以看到正在创建哪些层。您可以使用鼠标中键点击链中较早的节点进行比较。



**08** 从地形工具架中“TerrainTools”，选择高度场“Heightfield”重映射“Remap”工具。将“层”设置为“重映射到流动”，然后单击计算范围“Compute Range”按钮。将输出最大值“Output Max”设置为1以使这些值

标准化。使用径向菜单选择遮罩“Mask”>清除遮罩“Clear Mask”。这将清除遮罩层，以便您可以在设置中使用它来创建更多层。在网络视图中选择最后四个节点，然后点击网络框“Network box”图标添加一个网络框。调整其边缘以塑造框的形状，然后在顶部栏中点击并将其命名为“创建流掩码”。保存你的工作。



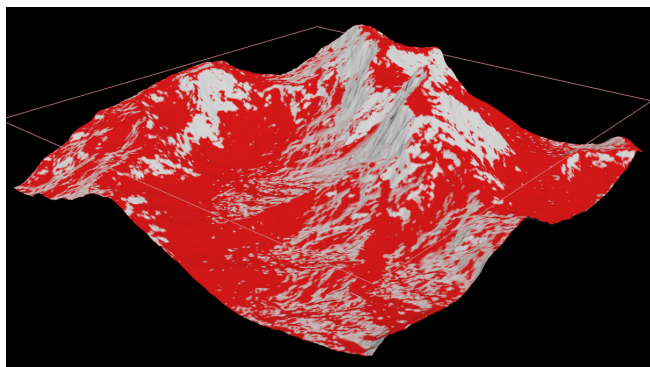
## 高度层

通过几何网络的数据可以包含多个高度场。在Houdini地形工具的术语中，这些被称为高度层。例如，某个工具可能会使用一个高度层来表示基岩，另一个表示上面的松散土壤。默认的高度层名为“height”。每个体素都包含一个“选中程度”值，称为遮罩层。大多数地形节点都有第二个输入，该输入可以包含一个遮罩层，用于控制节点将修改地形的哪些部分。默认的遮罩层名为“mask”，并在3D表面上显示为红色色调。

height	[500, 500, 1]
flow	[500, 500, 1]
flowdir.x	[500, 500, 1]
flowdir.y	[500, 500, 1]
flowdir.z	[500, 500, 1]
mask	[500, 500, 1]

## 第二部分 添加并可视化遮罩层

你可以通过首先填充遮罩，然后将该信息复制到特定层，在地形上设置层。你可以多次执行此操作以添加更多层。这些层稍后可用于可视化地形的关键方面。



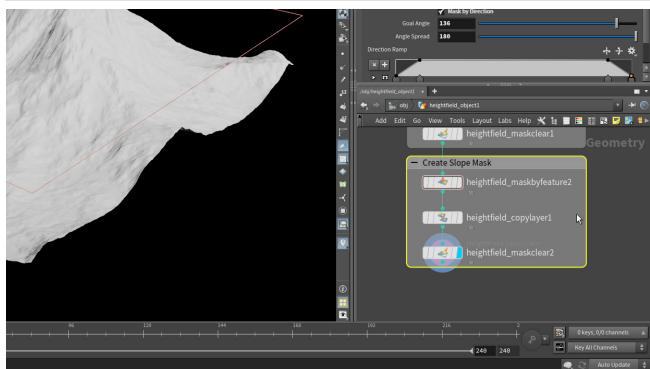
**01** 从径向菜单中，选择遮罩 “Mask” > 按特征遮罩 “Mask by Feature”。在按坡度遮罩下 “Mask by Slope”，进行以下设置：

- 最小坡度角 “Min SlopeAngle” 设为0
- 最大坡度角 “Max SlopeAngle” 设为45左右

打开按方向遮罩然后设置：

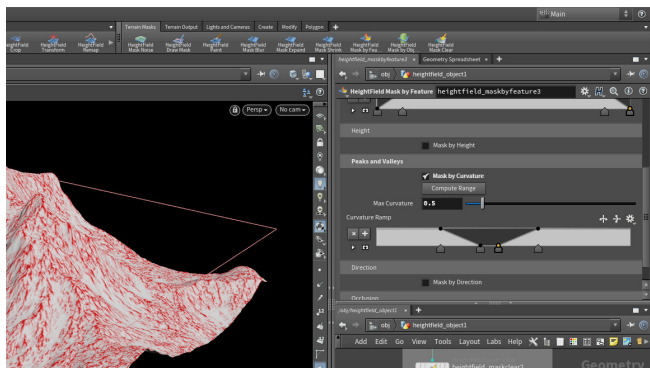
- 目标角度 “GoalAngle” 设为约136
- 角度范围设为 “Angle Spread” 180。

这些设置覆盖了包括山谷在内的更大范围的地形区域。



**02** 从径向菜单中，选择图层>复制图层 “Mask > Mask by”。将源 “Source” 设置为蒙版，并将目标设置为坡度。通过将蒙版复制到新图层，您可以自由清除蒙版并将其用于其他任务。

从径向菜单中，选择蒙版>清除蒙版 “Mask > Clear Mask”。这将再次清除蒙版层，以便您可以在设置中使用它创建更多层。添加一个网络框来整理节点，并将该框命名为 “创建坡度蒙版”。



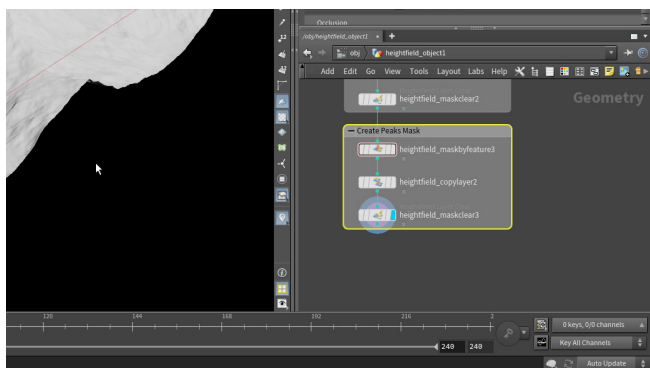
**03** 使用主径向菜单选择遮罩>按特征遮罩 “Mask > Mask by”。按坡度遮罩 “Mask by Slope” 项下进行如下设置：

- 最小坡度角 “Min SlopeAngle” 设为0
- 最大坡度角 “Max SlopeAngle” 设为约70

开按曲率遮罩 “Mask By Curvature”，然后设置：

- 最大曲率设 “Max Curvature” 为0.5..

接下来，曲率渐变 “Curvature Ramp” 的控制点向中心移动，以找到地形的山峰。这些设置会生成一个非常精细的遮罩，你可用它来找出景观中所有关键特征的山峰。



**04** 从径向菜单中，选择图层>复制图层 “Layer > Copy Layer”。将Source设置为Mask，并将目标 “Destination” 设置为波峰 “peaks.”。之后，选择蒙版>清除蒙版 “Mask > Clear Mask。”。这将再次清除蒙版图层。

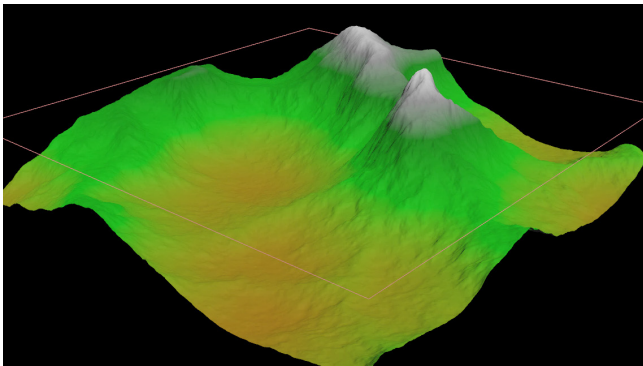
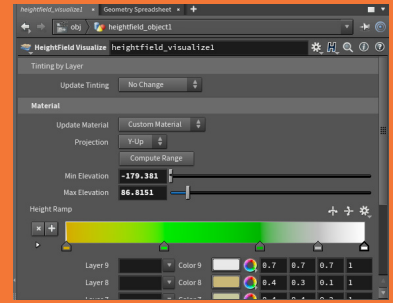
现在你有三个均由蒙版派生而来的图层。添加一个网络框来整理你的节点，并将该框命名为 *Create Peak Mask*。在下一步中，你将使用这些来可视化地形。



## 可视化高度场

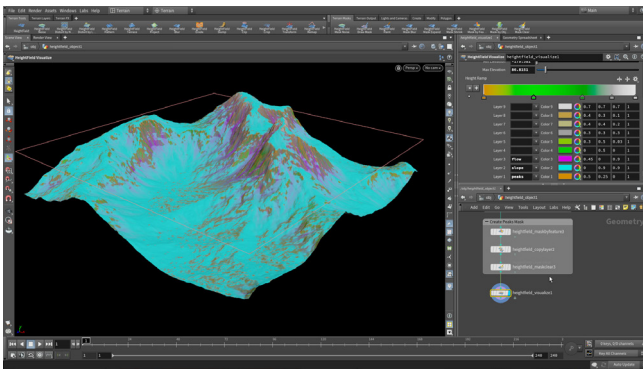
为了可视化高度场，首先要创建一个渐变，该渐变应用于地形的整体高度。首先计算渐变的应用范围，然后就可以调整渐变本身的颜色，以可视化景观。

然后，你可以为坡道上的各个图层添加颜色。这样可以场景看起来更加丰富。



**05** 从径向菜单中，选择可视化>高度场可视化“Visualize Heightfield”。点击“计算范围”按钮，使可视化与当前高度场范围对齐。

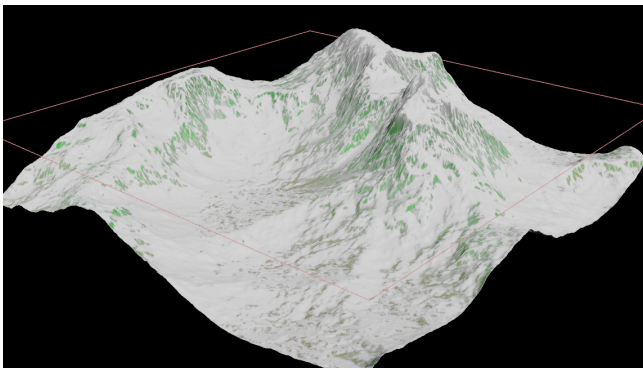
这会将渐变可视化器设置为从地形底部延伸至山顶。你可以在3D视图中查看渐变效果，其中山顶以白色突出显示。



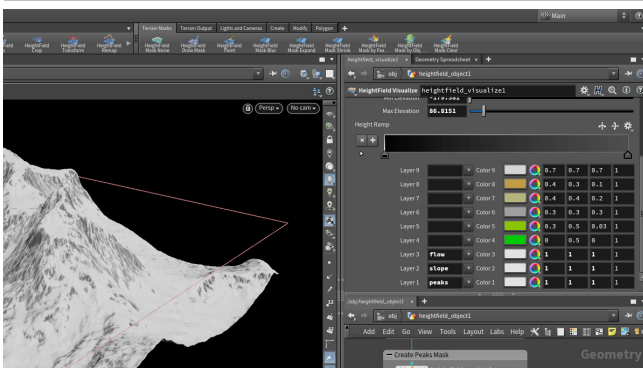
**06** 在ramp widget项下，进行如下设置：

- 图层 1 “Layer 1” 设为 *peaks*
- 图层 2 “Layer 2” 设为 *slope*
- 图层 3 “Layer 3” 设为 *flow*

你通过遮罩创建的这三个图层，其默认颜色现在可在3D视图中显示。接下来，你将利用这些来定义地形的外观。



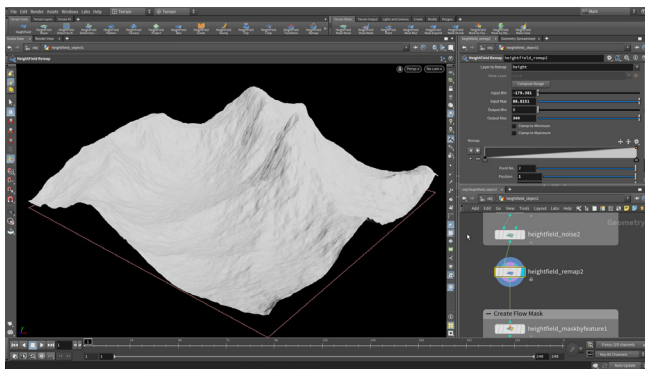
**07** 将这三层的颜色都设置为white。[1, 1, 1] 这样能让地形呈现出雪景的效果。你可以将这些层用于多种不同的元素，但对于这座山脉，你想要突出的是雪景的效果。



**08** 在Height Ramp中，选择并移除除两个标记外的所有标记。将右侧的标记设为黑色，左侧的标记设为深灰色。这样可以在雪层下方营造出更暗的效果，有助于使暗部在视觉上更加突出。保存你的工作成果。

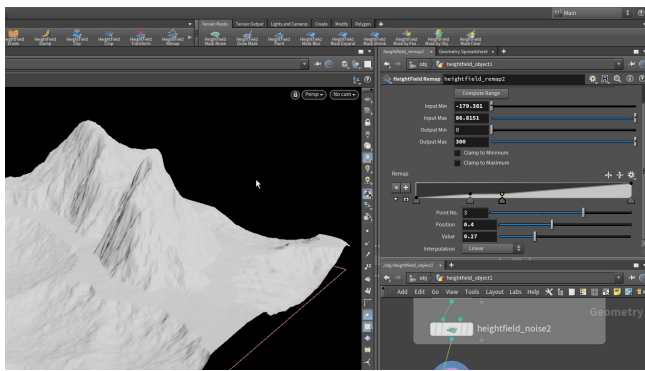
## 第三部分 重映射和侵蚀地形

目前，部分高度图的值低于0，部分高于0。你要使用“重映射”节点来更改范围，然后利用该节点上的渐变在山脉周围添加山脊。接着，你将对地形进行侵蚀处理，为地貌增添新的层次。



**01** 在按地形网络“Terrain Network”框末尾找到高度场噪波“Heightfield Noise”。开启其显示标记“Display Flag”，然后点击以选中该节点。从地形工具“TerrainTools s”架子中，点击高度场重映射“Heightfield Remap”工具。点击计算范围“Compute Range”按钮。若要重新调整高度范围，请进行以下设置：

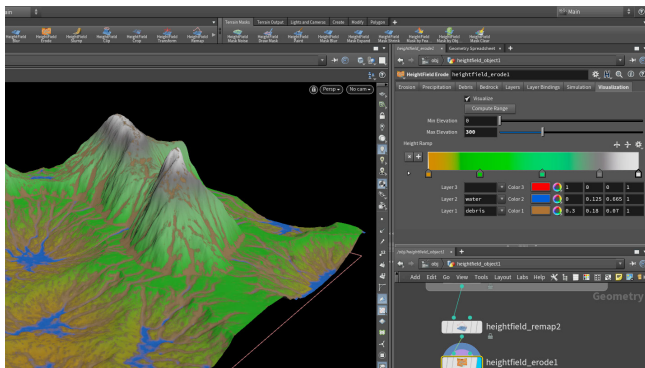
- 输出最小“Output Min”设为 0
- 输出最大值“Output Max”设为 300



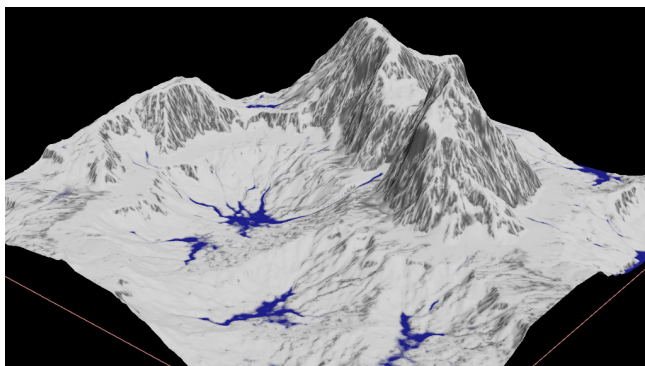
**02** 使用“重映射渐变 (Remap ramp)”，在中间添加点，然后添加并调整以下点：

- 点 2 的位置为 0.25，数值为 0.25
- 点 3 的位置为 0.4，数值为 0.27

这样会创建出一条沿着山基延伸的山脊。



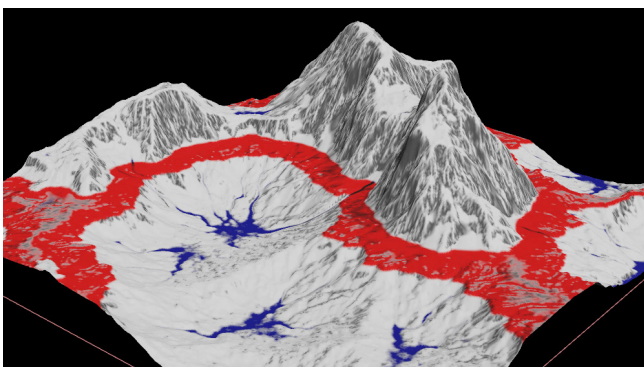
**03** 选择侵蚀 > 侵蚀“Erode > Erode”。点击可视化“Visualizaton”选项卡，然后点击计算范围“Compute Range”按钮。按下播放“Play”按钮，观看地形被侵蚀的过程。在第15帧左右停止。



**04** 在链条末端将显示标志“Display flag”设置回高度场可视化节点“Heightfield Visualizaton”。将第3层设置为水“water”，该层来自侵蚀节点，并将其颜色更改为蓝色“blue”。这将在可视化中突出显示其中一些区域。

## 第四部分 在地形上散布点

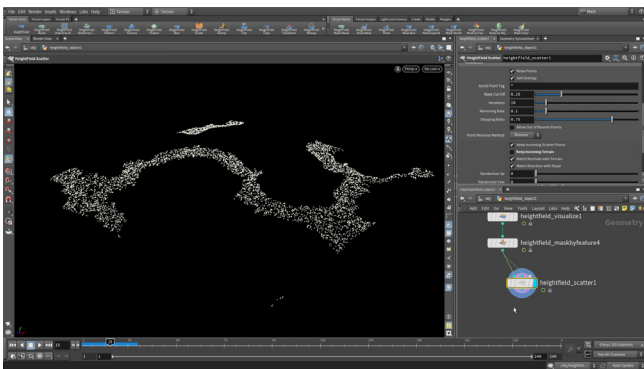
要添加树木和岩石，你需要屏蔽新的高原区域，然后设置一个特殊的地形散布工具，该工具将使用这个遮罩。然后，这些散布的点将用于复制代表树木的实例化圆锥体。这些圆锥体稍后将在虚幻引擎中被替换。



**01** 使用径向菜单选择遮罩 > 按特征遮罩 “Mask > Mask by Feature.”。设置以下内容：

- 最小坡度角设为0
  - 最大坡度角为50
- 打开按高度遮罩并设置以下内容：
- 最小高度 “Min SlopeAngle” 为70
  - 最大高度为 “Max SlopeAngle” 为85

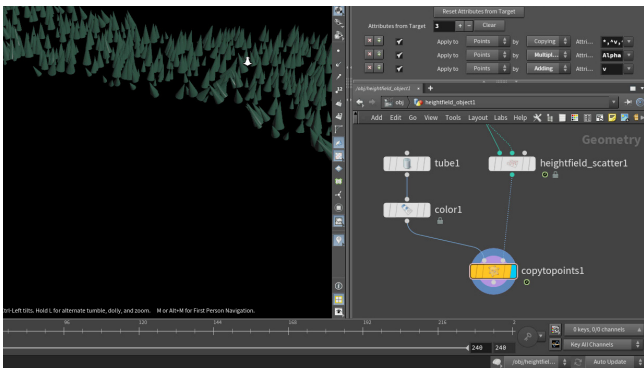
这应该突出使用重映射节点创建的平缓区域。如果没有，那就调整这些值，直到你在遮罩中分离出这个区域。



**02** 在网络编辑器中，右键单击按特征遮罩节点 “maskbyfeature” 的输出，然后开始输入散射..... “scatter...”

放置高度场散射节点 “Heightfield Scatter” 并打开其显示 “Display flag.” 标志。现在将按特征遮罩 “maskbyfeature” 节点的输出连接到散射 “scatter” 节点的第二个输入，以将点限制在传入遮罩定义的区域。

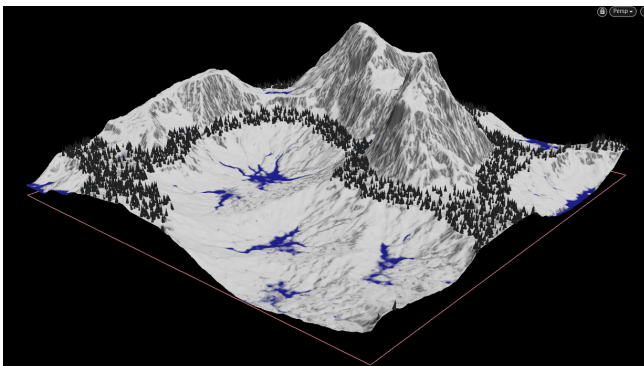
将覆盖率 “Coverage” 设置为0.05。关闭 “off” 保留传入地形 “Keep Incoming Terrain” 选项。



**03** 在网络编辑器中，按Tab键并开始输入复制到点 “Copy to Points”，然后点击添加此节点。点击打包与实例化 “Pack and Instance” 复选框将其打开。将高度场散布 “Heightfield Scatter” 连接到Copy的第二个输入，然后设置其显示节点。在网络编辑器中，向下添加一个管 “tube” 节点，然后将其连接到复制到点 “copytopoints” 节点的第一个输入端口。设置如下：

- 半径 “Radius” 设为0, 2, “Radius Scale” 设为1
- 高度 “Height” 设为10, 中心 “Center” 设为0, 5, 0。

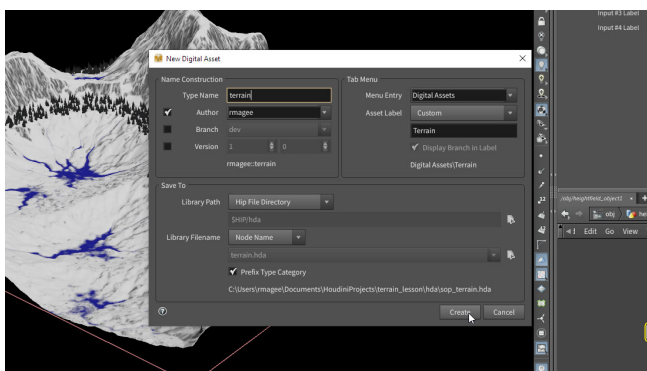
在管道后添加一个颜色节点，使树木变为绿色。添加一个合并节点，并将 “高度场可视化” 和 “复制到点” 输入其中。



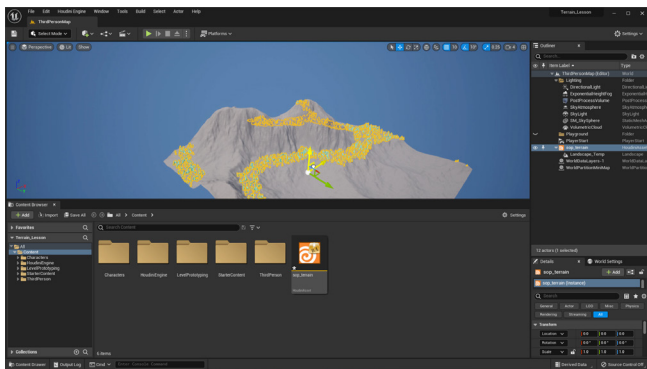
**04** 回到高度场散布节点，关闭与地形匹配法 “Match Normals with Terrain” 和与坡度匹配方向 “Match Direction with”。这样能确保所有树木都向上生长。在将随机向上 “Random Up” 设为 10, 让它们朝向产生一些变化，再将 随机偏航 “RandomizeYaw t” 设为20。你现在看不到效果，但之后替换树木时，会看到随机的旋转效果。树木的比例由 可变性 “Variability” 控制。将 范围 “Range” 改为 1, 2，以此在这两个数值间创建随机比例。

## 第五部分 在虚幻引擎中打开地形

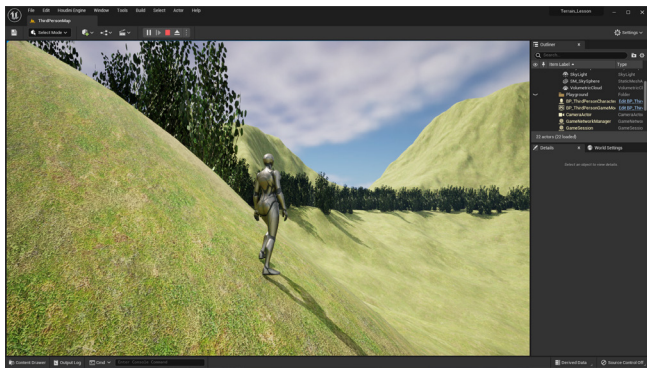
要将地形导入到诸如虚幻引擎(Unreal Engine)或Unity之类的游戏引擎中,首先要创建一个Houdini数字资产。在正确设置好Houdini Engine插件后,该资产即可加载到游戏编辑器中,复制的树木替身将作为实例化对象导入。当你将地形导入虚幻引擎时,高度场将被识别为地形。你还可以使用Houdini Engine插件将该资产导入到Unity中,



在网络编辑器中选择所有节点。点击从选定内容创建子网“Subnet from Selected Button.”按钮。右键单击新子网,然后选择数字资产>新建“DigitalAsset>Create New.”,将类型名称“Type Name”设置为terrain,并关闭分支“Branch”和“Version”。将库路径“Library Path”设置为HIP文件目录,库文件名“Library Filename”设置为节点名称。点击创建“Create”。编辑类型属性窗口“EditType Properties”将会打开。点击Accept关闭此窗口。



**02** 打开虚幻引擎,在主面板上点击新建项目“New Project”选项卡,然后选择第三人称“Third Person”模板。点击创建项目“Create Project”。项目打开后,删除默认几何体,以免妨碍你制作地形。从内容浏览器中,点击导入到游戏“Import to Game”,找到terrain.hda资源文件。将该资源从内容浏览器拖到3D工作区。将第三人称角色的Z轴平移设置为大约10,000,然后按下播放按钮,在地形上四处走动。

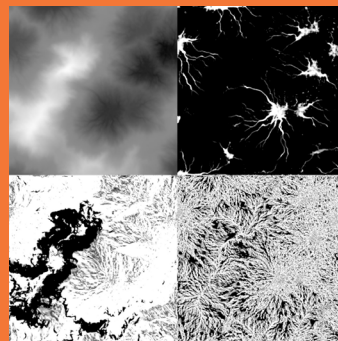


**03** Houdini 实例化输入部分并展开terrain1\_1。这是前往圆锥体实例、你可以用虚幻引擎中的内容替换它。在内容浏览器中,打开StarterContent > Props。将SM\_Bush道具拖到Houdini Instanced Input中。将缩放偏移“Scale Offset”设置为5, 5, 5。几何体将像圆锥体一样,实例化到各个点上,然后进行随机缩放和旋转,在大纲视图中、选择地形“Landscape”下的地形节点“terrain”。在地形材质“Landscape”旁边,点击菜单并找到一种草地材质。按下播放以探索地形。



### 结论

你还可以使用地形层来创建纹理贴图,利用这些贴图来定义地形的的外观。你可以通过高度场输出“Heightfield Output”节点来实现这一点。然后,你可以使用这些通道在虚幻引擎中构建一种材质,该材质会引用地形的特征。快速浏览Houdini中的地形特征,将为为游戏创作景观并添加岩石和树木等细节的艺术家们带来大量可能性,





## 角色基础

# KINEFX绑定 | 多毛伙计

在本课程中，你将为一个名为“毛毛老兄”的双腿角色进行绑定、动画制作并添加毛发。从现有的几何体开始，你将绘制骨骼、捕捉几何体，然后为动画绑定构建绑定控件。接着，你将制作一个行走循环的关键帧，并为该生物的表面添加毛发。

本课程使用KineFX，即Houdini基于SOP的全新程序性绑定工具。虽然这些工具主要用于重定向工作流程，但它们也包含用于绑定角色和生物的工具。这些工具仍在不断发展，本课程将带您领略目前可行的功能。在未来的版本中，您将看到KineFX和动画工作流程得到扩展和优化。看到KineFX和动画工作流程得到扩展和优化。

## 课程目标

为“毛毛怪”角色进行绑定、动画制作并添加毛发。

## 你将学到什么

- 如何使用KineFX关节构建骨骼
- 如何将变形和刚性几何体捕捉到骨架上
- 如何将捕捉装备封装为数字资产
- 如何添加控制并构建动画绑定
- 如何制作行走循环动画
- 如何为生物添加毛发
- 如何使用Solaris和Karma进行渲染



## 课程兼容性

为Houdini 19.5+版本的功能编写

本课程中的步骤可以使用以下Houdini产品完成：

- |             |   |
|-------------|---|
| Houdini 核心版 | ✓ |
| Houdini 特效版 | ✓ |
| Houdini 独立版 | ✓ |
| Houdini 学习版 | ✓ |
| Houdini 教育版 | ✓ |

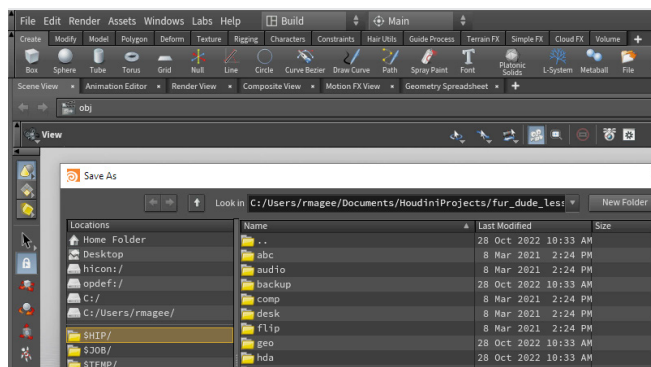
文档版本2.00 | 2022年11月？  
SideFX Software

# 第一部分 绘制骨骼

首先打开场景文件并查看毛发角色的几何体，然后使用“骨架”工具放置关节。此工具可让您创建、命名并调整关节，使其与您想要制作动画的角色对齐。

## 项目文件

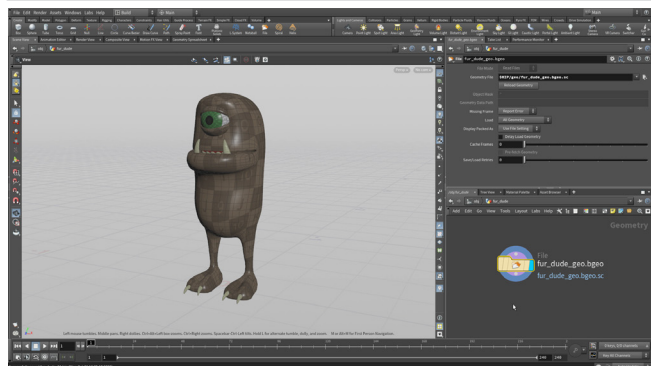
前往你获取此文档的SideFX.com上的“Fur Dude”教程页面，下载furdudelesson\_start目录。将其重命名为furdude\_lesson然后将其放入Houdini项目目录中。



**01** 选择文件> 设置项目“File > Set Project”。找到你之前下载的furdude\_lesson目录，然后点击Accept。这样就将此项目目录及其子文件夹设为与该镜头相关的所有文件的存放位置。

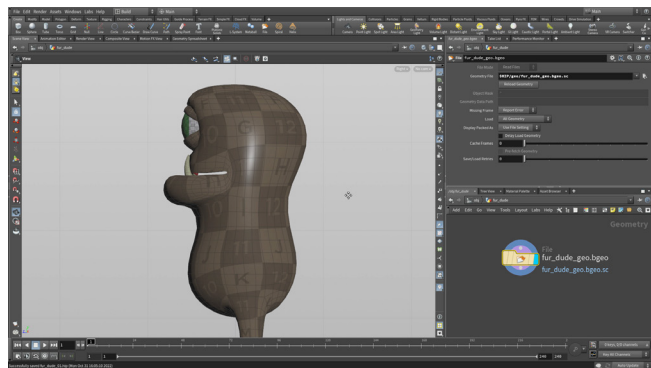
选择文件>打开“File > Open”。你应该查看新的furdude\_lesson目录。

打开名为furdude\_start.hip的文件。选择文件另存为...“File SaveAs...”并将文件重命名为furdude\_01.hip。点击Accept进行保存。这样，如果之后你想重新学习这一课，就可以回到起始文件。



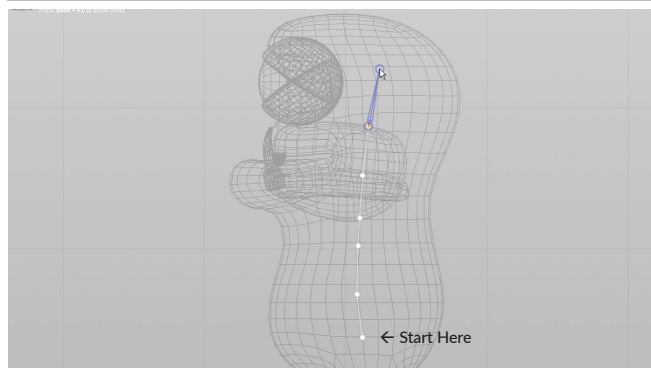
**02** 场景以一个名为furdude\_rig的单个对象开场。你将把这个几何体捕捉到使用KineFX工具集创建的骨骼上。

双击该节点可深入到几何体层级。在此处，你可以看到File节点，它正在从磁盘导入furdude\_geo.bgeo文件。此几何体存储了一些信息，如基元颜色和组。要查看这些信息，可以使用中键单击该节点，查看列出的属性和组。稍后将使用这些组来辅助捕捉几何体。



**03** 将光标移至场景视图上，按下空格键-b切换到四视图布局。从右上角的图标处，打开链接正交视图“Link OrthoViews”。现在你可以在顶视图、前视图和右视图中平移和缩放，并且它们会全部同步。

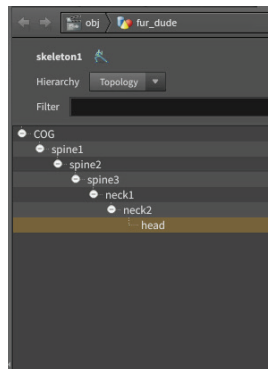
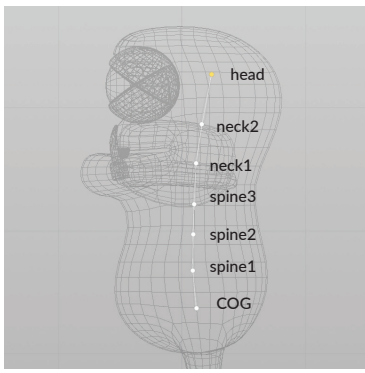
将光标移至右视图上，再次按下空格键-b。这是绘制关节的理想视图。



**04** 在“网络”视图中，按下“Tab键>骨架“tab > Skeleton”，并将新节点放置在文件节点旁边。设置其显示标志。设置文件节点的模板标志，以便在使用骨架节点时，几何体以灰色线框形式可见。

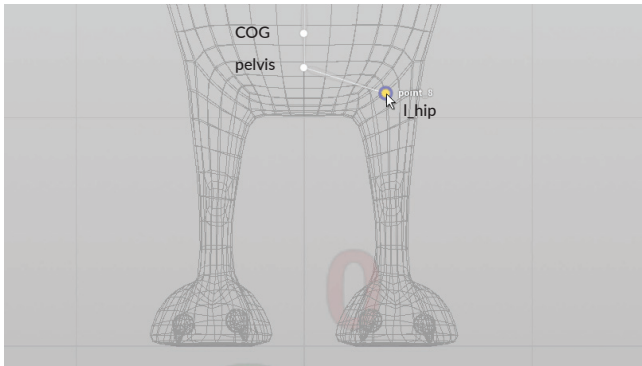
确保选择了手柄工具。在顶部栏中，将关节放置“Joint Placement”设置为手绘“Freehand”。这将在构造平面上绘图，而不考虑几何体。点击在腿部正上方放置第一个关节，然后如图所示再放置六个关节。

鼠标中键点击以停止绘制关节。



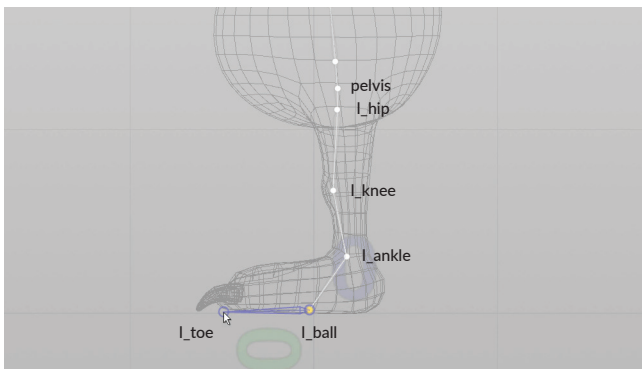
**05** 在顶部栏中，将模式“Mode”设置为修改“Modify”。现在你可以编辑关节而不是绘制它们。点击第一个关节，然后在顶部栏中将其名称设置为COG。

在参数面板中，点击选项卡区域中的+ sign。从这里选择新建面板选项卡类型>动画>骨骼树“New PaneTabType > Animaton > RigTree。”这将调出一个显示骨骼关节的面板。你可以双击第二个关节并将其命名为spine1。现在，使用场景视图或骨骼树“RigTree”，按图示为其余关节命名。

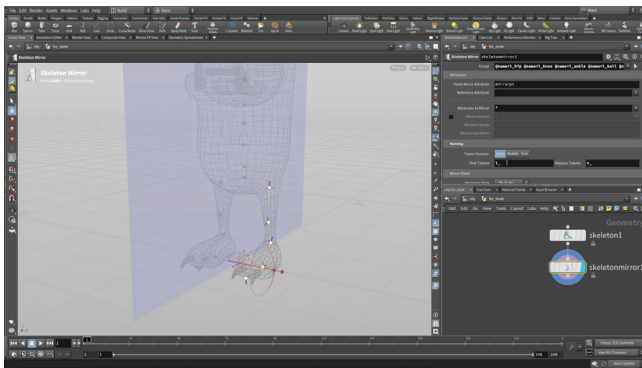


**06** 在顶部栏中，将模式设置回创建“Create。”默认情况下，它将尝试从任何选定关节的末端开始绘制。点击鼠标中键可停止此绘制操作。现在在右视图中点击COG关节，然后在其正下方绘制一个骨盆关节。

在场景视图中，按空格键 -b回到四视图。在正视图中，在角色左侧绘制一个髋关节。



**07** 现在回到右视图，按照此处所示绘制腿部的最后四个关节。回到修改模式，然后使用绑定树或通过在顶部栏中选择并命名关节来重命名关节。在骨盆之后，所有其他关节都将有一个“l\_”前缀，因为这些关节将用于左腿。



**08** 在场景视图中，按下Tab键>骨骼镜像“tab > Skeleton Mirror。”这将创建所有关节的镜像副本。转到参数面板，然后点击Group旁边的箭头。仅选择腿部关节，然后按回车键。现在只有腿部会被镜像。

在命名设置中，将查找标记“FindTokens”设为l\_，并将替换标“ReplaceTokens”记设为r\_。现在，右腿关节就被正确命名了。

选择文件>保存“File > Save”，保存到目前为止的工作成果。

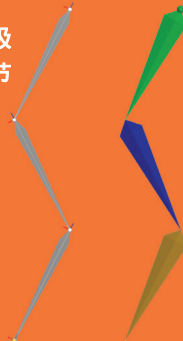


## KINEFX 与对象层级绑定

Houdini中的 KineFX 工具提供基于关节的工作流程，该流程在几何[SOP]层级进行。Houdini 的另一种角色工作流程是基于骨骼的，在这种情况下，你主要在对象[OBJ]层级工作。

在KineFX 工作流程中，关节基本上只是曲线上的点，这为使用 SOP 层级工具操作绑定提供了很多机会。在这里，你可以了解专门为角色和生物绑定设计的工具。

几何层级  
4 个关节

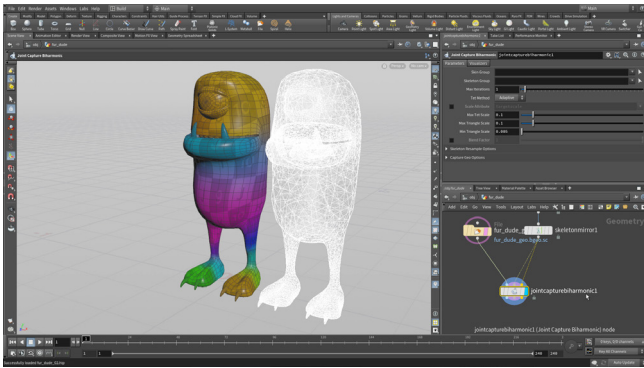


对象层级  
3 根骨骼

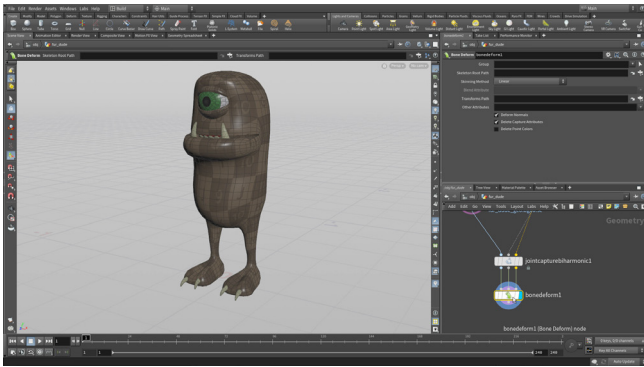


## 第二部分 捕捉几何体

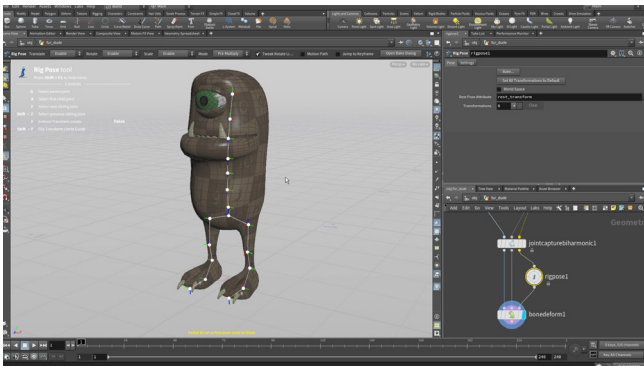
绑定角色涉及以一种特定方式将几何体捕捉到骨骼关节上，即旋转关节时，几何体也会随之变形和弯曲。Houdini 使用双调和捕捉方法，初次捕捉就能产生很好的效果，这样你可以立即开始测试绑定效果。之后，你可以绘制捕捉权重，以优化结果，使其更适合你的角色。



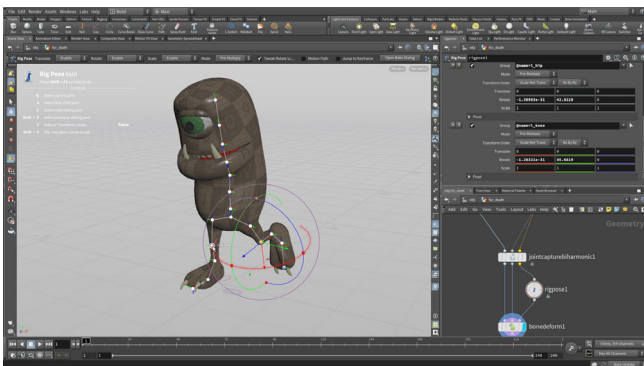
**01** 使用空格键-**b**将场景视图更改为透视图。将网络视图放大一些，以便有操作空间。在网络视图中，按下 **Tab**键>联合捕捉双调 “**tab > Joint Capture Biharmonic**”，并将此节点放置在骨架节点下方将 *fur\_dude\_geo* 连接到 “*jointcapturebiharmonic*” 的第一个输入 “**frst input**”。将 *skeletonmirror* 连接到 “*jointcapturebiharmonic*” 节点的第二个和第三个输入，然后设置其显示标志 “**Display flag**”。现在你可以在几何体上看到捕捉权重。稍后你将对其进行细化和绘制，以设置几何体的变形。



**02** 在网络视图中，按 **tab > Bone Deform** 将 “*jointcapturebiharmonic*” 的三个输出连接到三个输入。设置骨骼变形 “*bonedform*” 上的显示标志。在本课程中，你要捕捉牙齿、爪子和眼睛，而这些部位你可能不希望它们变形。稍后你会将这些部分分离出来，使用不同的方法进行捕捉。



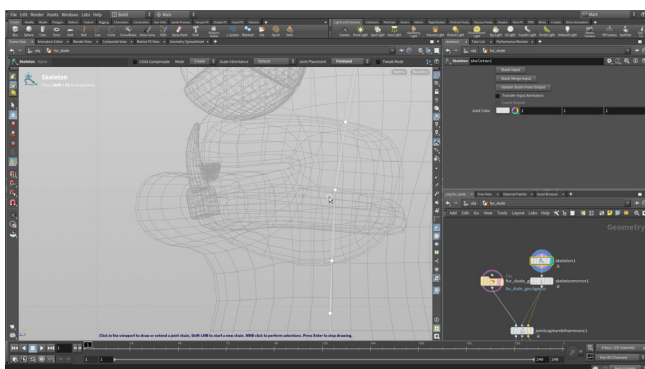
**03** 接下来按 **Tab**键>绑定姿势 “**tab > Rig Pose**”，然后放置节点。将其移到连接 *jointcapturebiharmonic* 的第三条线以及 *bonedform* 的第三个输入上，以将其添加到链中。这是在绑定上进行动画设置的地方，绑定姿势将用于旋转关节，也可用于设置关键帧。



**04** 选择绑定姿势节点，并确保手柄工具 “**Handle**” 在场景视图中处于激活状态。选择并旋转各个关节以测试变形效果。之后你可以重置、所以尽情探索吧。

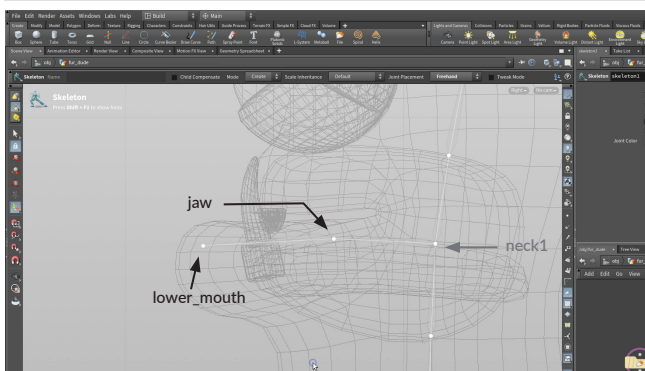
## 第三部分 添加更多骨骼

嘴巴部位要是能多一些骨骼就好了。Houdini 中的程序性网络允许你回过头添加关节，并且所有其他节点(包括双调和捕捉)都会更新以反映这些变化。这在你首次搭建生物的绑定系统时，为你提供了灵活性。

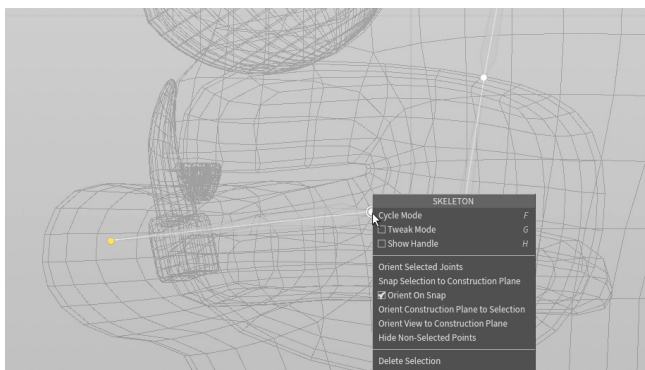


**01** 在网络视图中，在骨架节点上设置显示标志“Display flag”，在原始文件节点上设置模板标志。连续两次按空格键-b进入场景视图中的右视图。

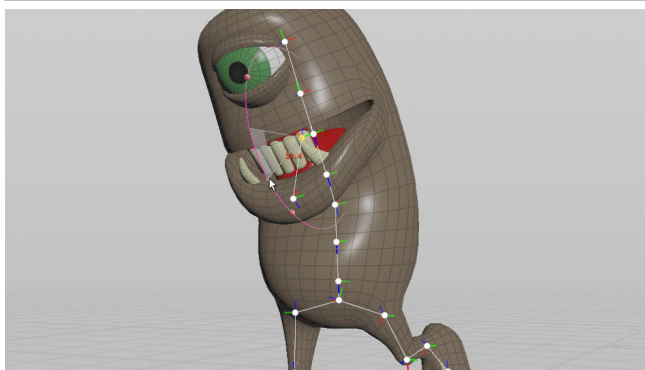
在骨骼节点上设置显示标志。选择骨骼节点并启用手柄工具。将模式设置为创建“Create”。这样我们就可以向骨骼添加更多关节。使用KineFX，你可以添加骨骼，并且网络中其他节点的程序性将允许接受这些更改。



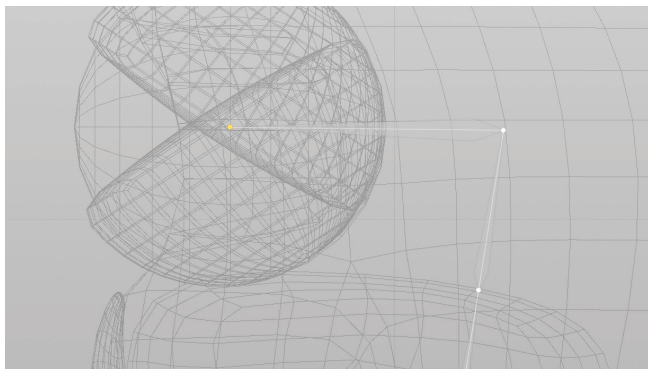
**02** 点击neck1关节开始绘制，然后点击下巴和下嘴处的两个关节。当这些关节放置到位后，按住鼠标中键点击以停止绘制，并将模式改回修改“Modify”。现在，你可以点击关节并将它们重命名为jaw和lower\_mouth，或者使用绑定树视图对其进行重命名。



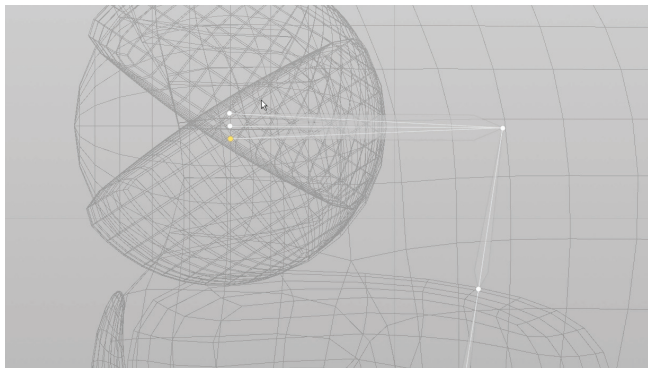
**03** 你可以在修改模式下编辑关节位置。在顶部栏中打开微调“Tweak”复选框，现在你可以点击并拖动关节来移动它们。当你移动一个关节时，它的所有子关节也会移动，你可能需要将它们调整回原位。为避免这种情况，你可以打开子关节补偿“Child Compensate”。如果您右键单击关节，将看到拆分、解除父子关系、复制和粘贴关节的选项。对于这个骨架，您无需执行这些操作，但了解这些选项的存在是有好处的，在这里你甚至可以镜像关节，但在这个网络中你需要使用不同的节点来实现。



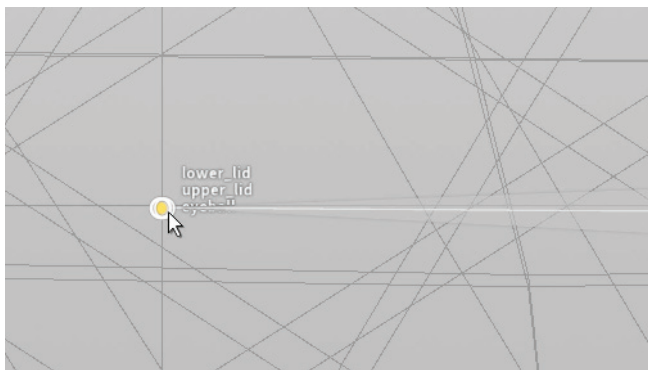
**04** 在骨骼变形节点上设置显示标志，并关闭文件节点上的模板标志“Template flag”。然后将重新配置几何体，并使用新骨骼进行捕捉。选择绑定姿势节点，然后选择手柄工具，点击新的颌关节并将其向下旋转。这是可行的，但它会同时影响下唇和上唇。如果它只影响下唇就更好了。要解决这个问题、你将在本教程的后面部分绘制捕捉权重



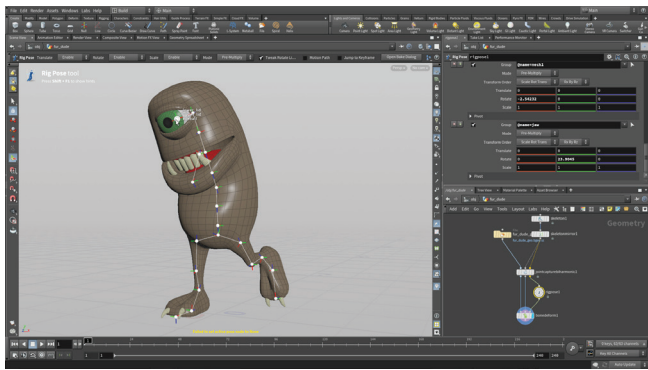
**05** 将显示标记重新设回骨骼节点，并将模板标记“Template flag”设到原始的文件节点上。选择骨骼节点，开启Handle工具。将模式设为修改“Modify”。点击头部关节，使用微调模式Tweak Mode将其向下移动，直到与眼球对齐。将模式设为创建“Create”。点击头部关节，然后在眼球正中央点击创建一个新关节。切换到修改“Modify”模式，将这个关节命名为`eyeball`。



**06** 将模式设置为创“Create”。点击头部关节、然后在眼球关节上方点击创建一个新关节。中键点击取消选择，然后再次点击头部关节，接着在眼球关节下方点击创建一个新关节。切换到修改模式，将这些关节命名为“上眼睑”`upper_lid`和“下眼睑”`lower_lid`。在动画制作过程中，你将使用这些关节来转动眼睑，但它们也需要位于眼睛的中心位置。



**07** 关闭几何体上的模板标志。选择上眼睑关节，使用微调模式“Tweak Mode”将其向下拖动至眼球关节上方。对下眼睑重复此操作、使其与眼球关节重叠，现在你已经将三个关节都放置在了同一位置。稍后、你需要分别为每个关节添加几何体，这样就可以独立地对它们进行动画设置了。

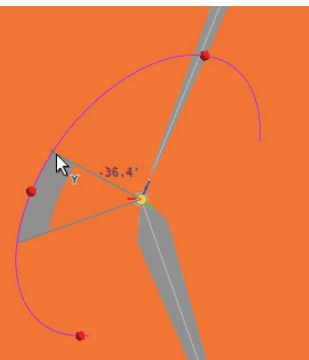


**08** 在骨骼变形节点上设置显示标志“Display flag”。然后将重新配置几何体，并使用所有新骨骼进行捕捉，你还无法摆出新的关节、因为几何体尚未以刚性方式连接到它们。在你为身体和舌头绘制捕捉权重后、再过几步就可以做到这一点。



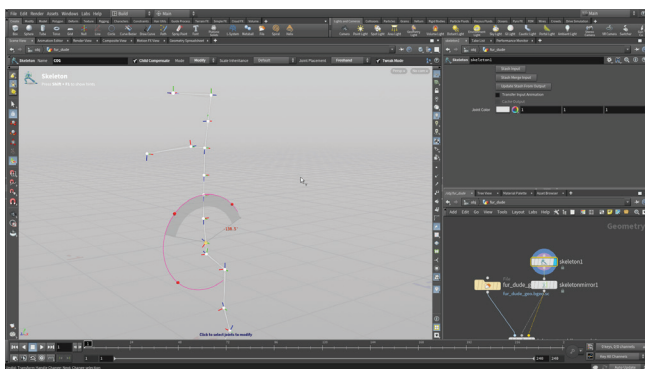
## 关节方向

在一个以关节为基础的系统，每个关节都是一个点，关节方向至关重要，因为它决定了正向运动学中关节将如何旋转。KineFX拥有一些工具，可让您沿着链指向相邻关节，或者您也可以使用“子级补偿”选项手动旋转每个关节，以确保重新调整关节方向不会影响链中的其他关节，

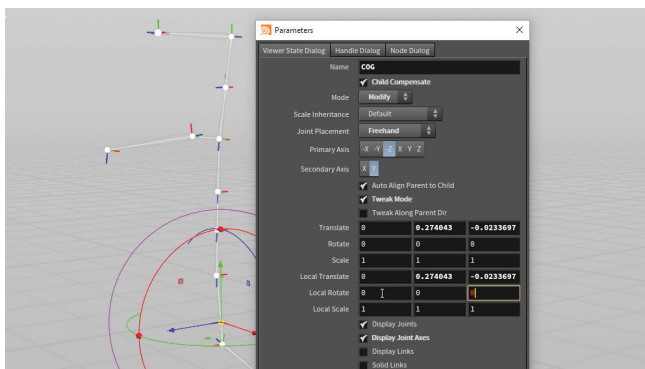


## 第四部分 关节方向

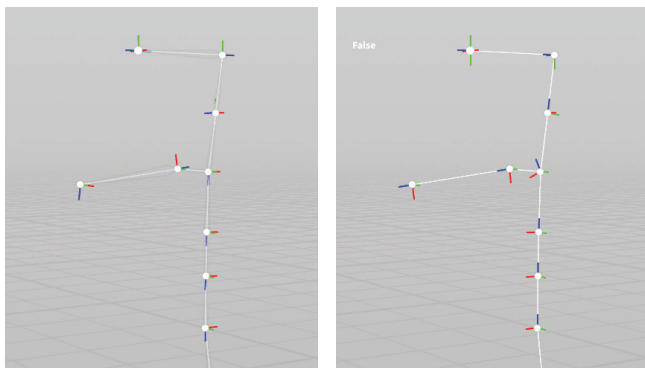
当你为角色制作动画时，关节的方向在你操控绑定方面起着重要作用。在这个阶段，你将手动调整一些关节的方向，然后使用“重新定向关节”节点将所有其他关节指向-Z轴方向。有时，当你在后期评估绑定效果时，可能需要返回并调整这些方向。



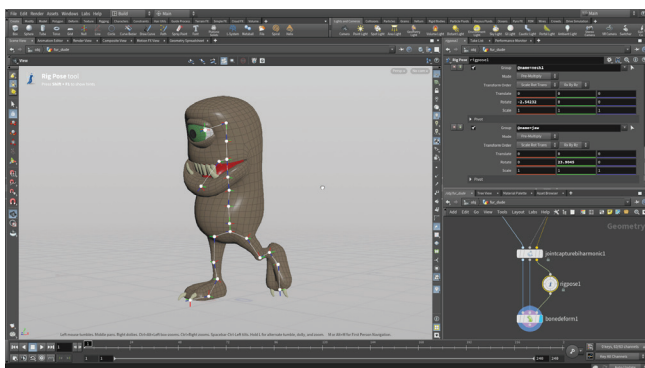
**01** 返回并在骨骼节点上设置显示标志。在场景视图中，右键单击并选择显示关节轴“Display JointAxes”以查看关节方向。选择重心COG关节，右键单击并选择显示操纵柄。现在，如果你旋转该关节，整个绑定会随之移动。按Ctrl-Z撤销操作。点击子级补偿“Child Compensate”复选框，现在您就可以旋转关节，而不会改变骨骼的其他部分。您可以使用Ctrl键将旋转角度限制为45度的增量。



**02** 在场景视图中，按p键调出此关节的参数。要使重心与世界对齐，将旋转“Rotate”和局部旋转“Local Rotate”设置为0, 0, 0。在空白处点击以取消选择COG关节，然后点击骨盆关节。将旋转“Rotate”和局部旋转“Local Rotate”0, 0, 0。



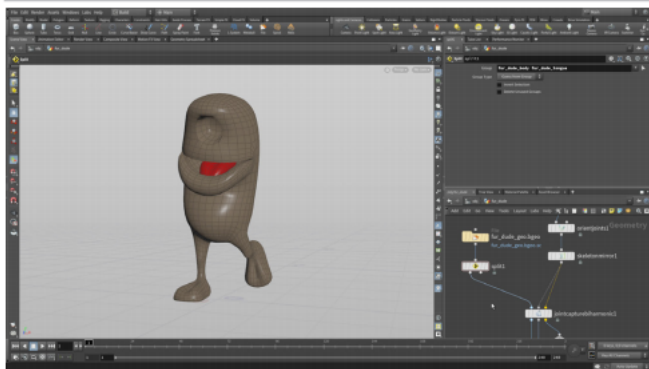
**03** 在骨骼关节之后，插入一个方向关节“Orient Joints”节点，该节点默认会将方向指向正Z轴。点击“方向”组旁边的箭头，然后在场景视图中，选择所有关节。按住Ctrl键并选择重心COG、骨盆和颈部1关节，将它们从选择中移除。按下回车键。现在，除了三个取消选择的关节外，所有关节都沿正Z轴方向。



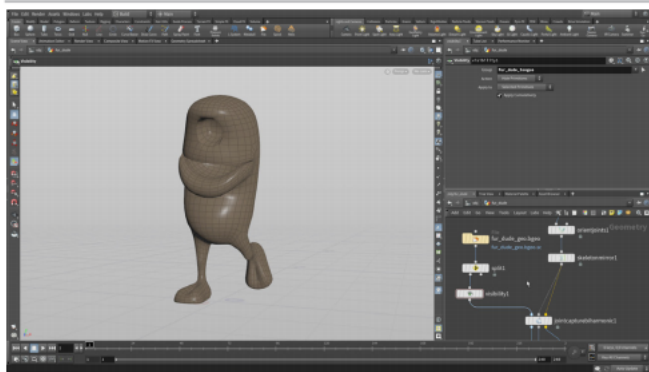
**04** 将显示标志设置回骨骼变形节点“Bone Deform”，以便所有其他节点进行更新并接受新的关节方向。结果看起来与你定向关节之前没有任何不同，但它会影响你在动画制作过程中对角色进行摆姿和操控的方式。

## 第五部分 附加捕捉几何体

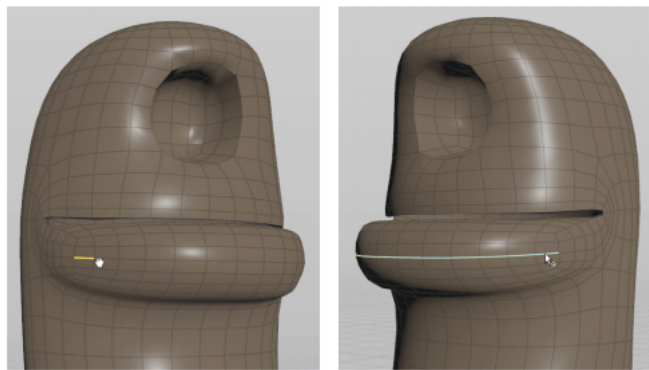
具前你正在使用骨骼关节来捕捉几何体，并为角色上的每个点指定捕捉权重。为了更精准地控制这一过程，你可以将曲线附加到关节上，这样就可以扩展该关节的影响范围。这为你尽快实现目标提供了一种方法。



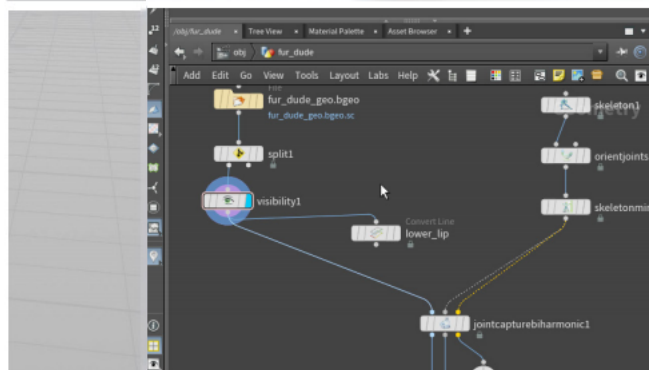
**01** 在网络视图中，按下 **tab > Split**，然后将节点放置在文件节点和 *jointcapturebiharmonic* 节点之间。拆分节点的第一个输出应连接到 *jointcapturebiharmonic* 节点的第一个输入，点击 **Group** 字段中的下拉菜单，选择 “*fur\_dude\_body*” 组和 *fur\_dude\_tongue* 组。这些现在连接到分裂节点的第一个输出端，而所有其余部分，如眼球、牙齿和爪子则从第二个输出端输出在对这个几何体绘制权重后，你将使用不同的方法将它们绑定到骨骼上，



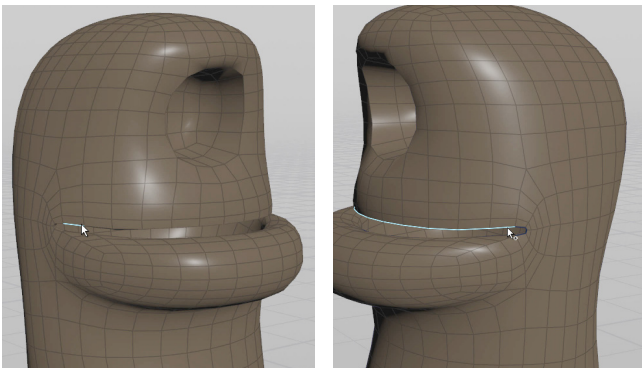
**02** 在网络视图中，按下 **tab > Visibility**，并将节点放置在 *jointcapturebiharmonic* 节点与 *bonedeform* 节点之间。点击 “**组**” 字段中的下拉菜单，然后选择 *fur\_dude\_tongue* 组。此节点会隐藏选定的几何体，但不会将其移除。这样可确保点编号和基元编号不会改变，这在使用绘制捕捉权重工具时非常重要。在此过程中，每次隐藏某些几何体时，您都不希望更改此信息。



**03** 按下 **S** 键以获取选择工具，按下 **3** 键进入边选择模式。选择左侧下嘴唇中间的一条边，然后按下 **Shif-A** 并选择另一侧的一条边。

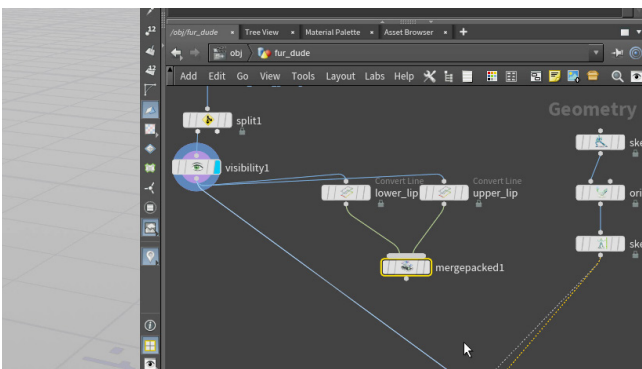


**04** 按下 **tab > Curve from Edges**，所选边将从几何体中提取出来。将此节点重命名为 *lower\_lip*。从边创建曲线节点 “*curvefromedges*” 会放置文件节点和 *jointcapturebiharmonic* 节点之间。将其移到一侧，然后重新连接文件节点的输出，使其连接 *jointcapturebiharmonic* 节点的第一个输入。这样就把从边创建曲线 “*curvefromedges*” 节点分支到一侧。



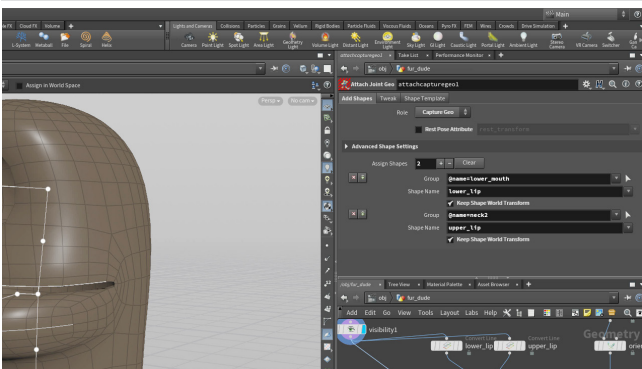
**05** 按下 **S**键获取选择工具，按下 **3**键进入边选择模式。选择左侧上嘴唇上的一条边，然后按下**Shif-A**并选择另一侧的一条边。

按下 **tab** > **Curve from Edges**，所选边将从几何体中提取出来。将此节点重命名为`upper_lip`。  
像处理另一个节点那样，将此节点分支出来。



**06** 按下**tab** > **Merge Packed**将此节点放置在两个提取的曲线节点下方，然后将这些节点的输出馈入合并打包节点。

按下**tab** > **Atach Capture Geo**。将此节点添加到网络中，然后将`skeletonmirror`节点连接到第一个输入，将`mergepacked`连接到第三个输入。



**07** 将添加捕获几何体“`add_capture_geometry`”节点的输出接入`jointcapturebiharmonic`节点的中间输入。在“高级形状设置”点击“分配形状”的加号按钮两次。

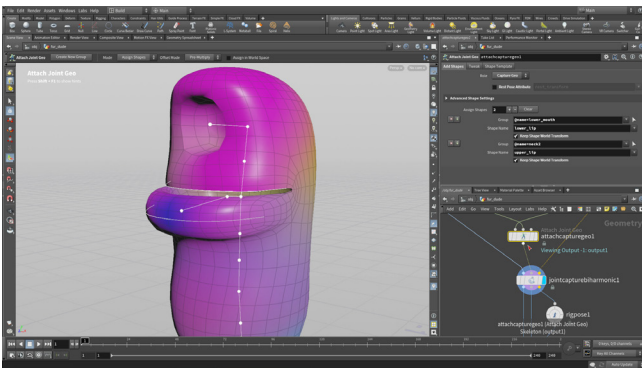
对于第一个，设置：

- 组“Group”为`@name=lower_mouth`
- 形状名称“Shape Name”为`lower_lip`

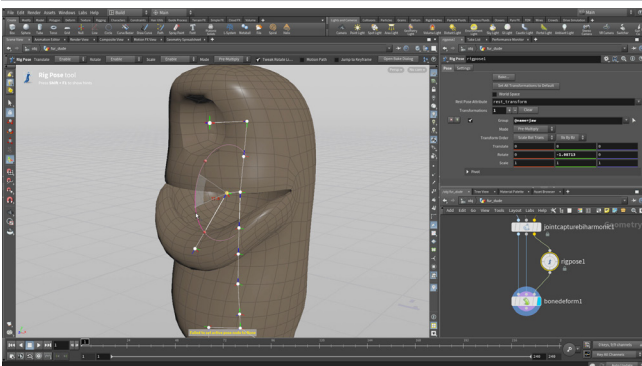
对于第二个，设置：

- 组“Group”为`@name=neck2`
- 形状名称“Shape Name”为`upper_lip`

为这两个形状开启 保持形状世界变换。



**08** 在`jointcapturebiharmonic`上设置显示标志。现在绕过`add_capture_geometry`节点，以显示捕获权重的差异。当此节点开启时，附加的曲线将辅助把几何体捕捉到相关关节上。这使你在搭建角色时能获得更多控制权。



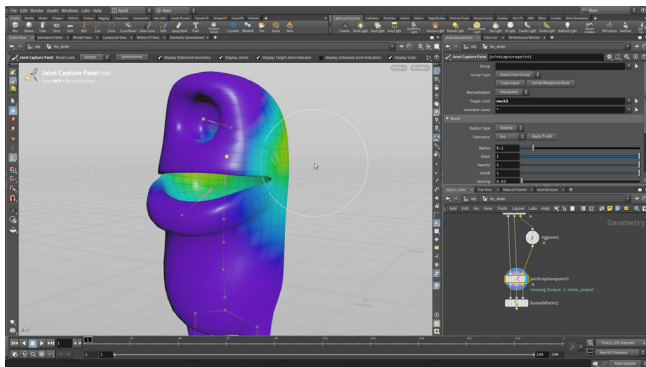
**09** 在骨骼变形节点上设置显示标志。点击绑定姿势节点，然后在参数面板中，点击“变换”旁边的“清除”按钮。这将重置关节。

现在，激活“手柄”工具，在场景视图中点击下颌关节。旋转它，使嘴唇向下。

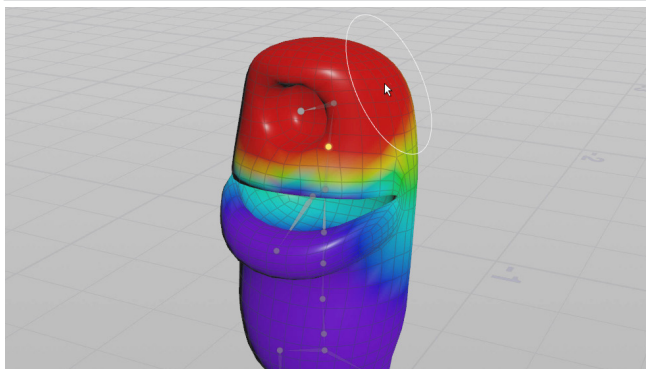
你可以看到，这仍然会使腹部的某些部位变形。要纠正这一点，你需要绘制捕捉权重，将捕捉权重重新分配给不同的关节。

## 第六部分 绘制捕捉权重

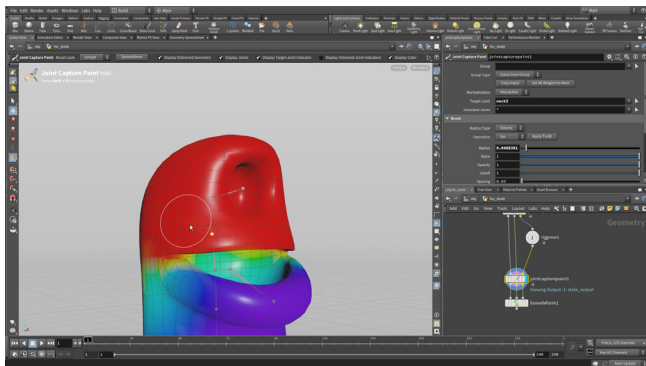
双调和捕捉为角色的几何形状添加了与不同骨骼相关联的权重。现在，你可以使用一个新节点，通过画笔工作流程来调整捕捉权重。对于这个生物，目标是使嘴部上半部分不受嘴部下半部分关节的影响，并微调脚部区域的权重分配。



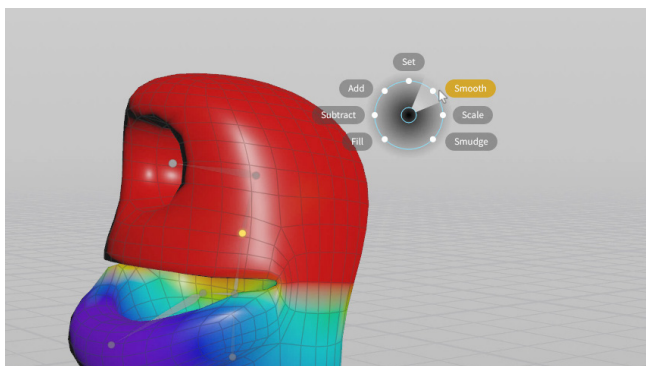
**01** 在网络视图中，按下 **tab > Joint Capture Paint**，将节点放置在骨骼变形节点“*bonedform*”正上方，使三个连接器全部连接。设置其显示标志，然后点击目标关节旁边的下拉菜单，选择*neck2*关节。在场景视图中，你还会在光标上看到一个大大的圆形绘制图标，可用于绘制权重。在头部区域进行绘制，几何体的这一部分将被捕捉到*neck2*关节。



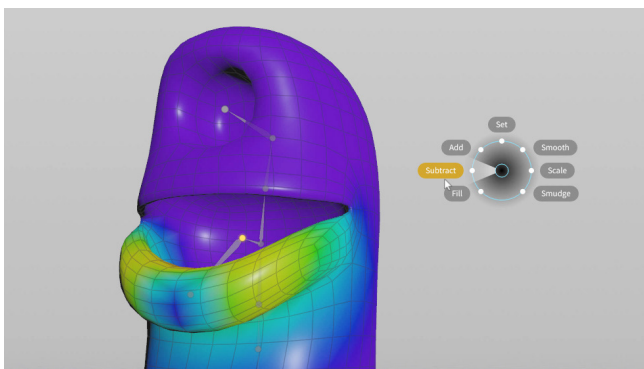
**02** 你需要捕捉头部、上唇区域到颈部*neck2*关节的部分。当强度达到最大时，几何体将显示为红色。先使用较大笔触绘制头顶部分，然后使用鼠标滚轮减小画笔半径，或者在参数面板的“画笔”选项卡中更改半径。



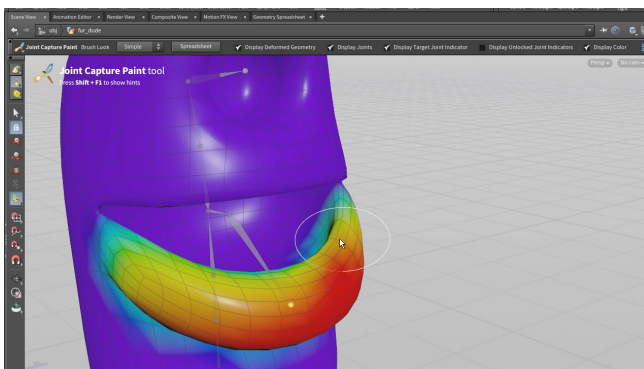
**03** 在嘴唇上部绘制，以增强*neck2*关节对该区域的影响。确保绘制的是上唇而非下唇。如果操作失误，可使用 **Ctrl-Z** 撤销笔触。四处调整，甚至在嘴巴内部调整，以处理嘴巴的上半部分。在操作控制“Operaton Controls”面板中，您可以看到显示变形几何体“Display Deformed Geometry”、显示关节“Display Joints”和显示颜色“Display Color”选项。您可以打开和关闭这些选项，以在绘制时帮助评估捕捉权重。



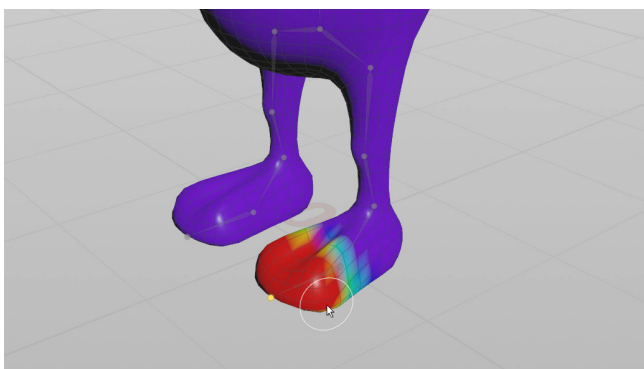
**04** 按下 **F** 键并选择“平滑”**Smooth**“来平滑你在此处用其他捕获权重绘制的内容。把画笔半径调大一点，以创造更明显的平滑效果。完成后，使用操作柄“Handle”工具点击 *rigpose* 节点，在场景视图中点击下颌关节。旋转该关节，将嘴唇向下拉。你会看到现在上嘴唇没有移动，但头部的其他部分在旋转。



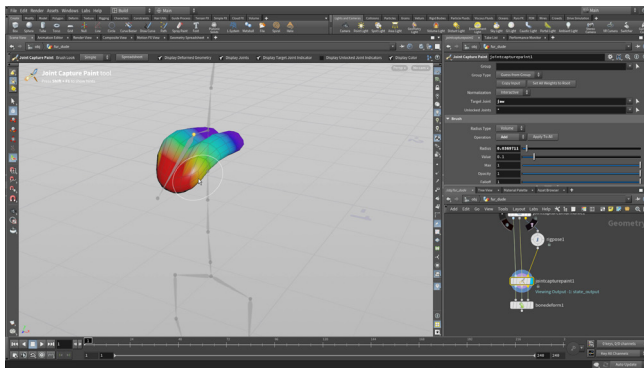
**05** 选择 *jointcapturepaint* 节点。点击捕捉区域 **Capture Region** 字段中的下拉菜单，选择颌关节。按下 **F** 键，然后选择 **Subtract**，以去除该关节对头区域的影响。顶部和眼部你也可以使用此方法消除下巴和下嘴关节对嘴部鼓起区域的影响。这样一来，当嘴部运动时，嘴部鼓起区域就不会受到太大影响。



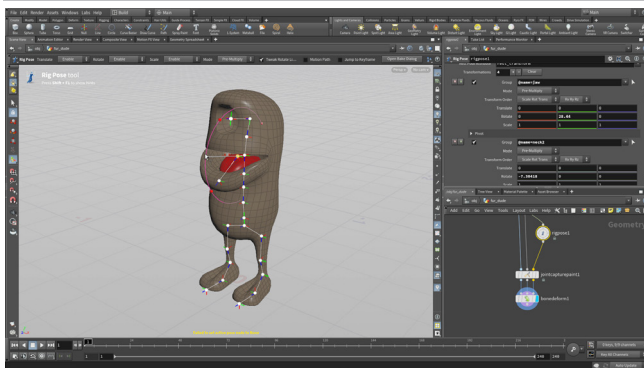
**06** 时不时地，回到操作处并测试一下颌部。一旦你确定它不再对头的区域产生影响，那么就可以继续下一步了。完成后，你也可以回到平滑处理步骤来优化一下。现在你可以为骨骼中的其他关节绘制权重。双调和算法应该已经在腿部和脚部取得了不错的效果，但你可以使用 *rigpose* 测试绑定，然后绘制权重以优化结果。



**07** 选择脚趾关节，并确保脚部末端绑定到这些关节上。之后你将使用反向设置，并将几何体附加到脚趾上。



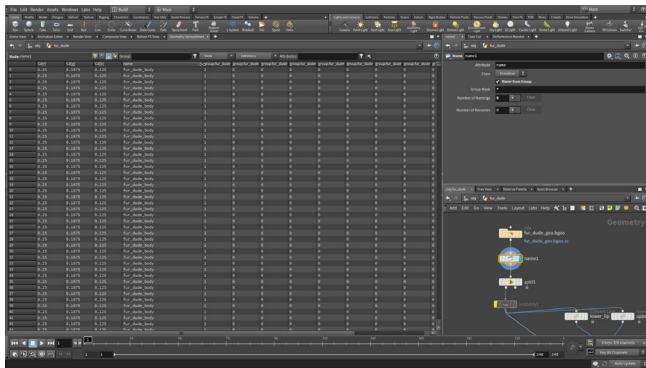
**08** 在可见性节点上，设置应用于未选择的图元 “Apply to Non-Selected”。现在你只能看到舌头。默认情况下，它也应进行精细权重设置，但如果需要，你可以绘制权重。选择关节捕捉绘制节点，为 *neck1* 和下巴关节绘制权重。完成后，再次绕过可见性节点 “Bypass Flag”。



**09** 在可见性节点上设置绕过标志 “Bypass Flag”。完成此步骤后，在 “Handle” 工具处于激活状态时点击 “骨骼姿势” 节点，然后在场景视图中点击下颌关节。旋转该关节以使嘴唇向下。如果你对所有部件的运作情况感到满意，就可以捕捉刚性几何体了。

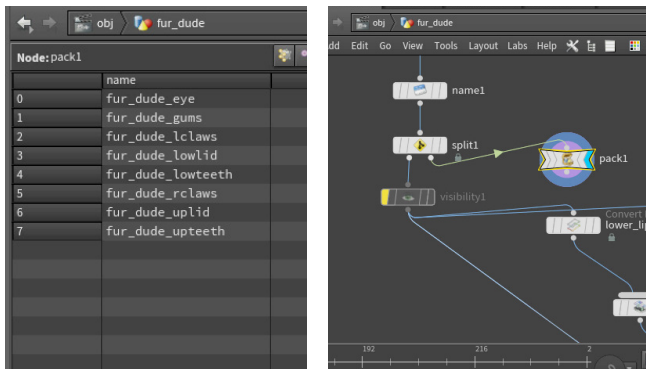
## 第七部分 捕捉刚性几何体

之前你拆分了眼睛、牙齿和爪子的几何体。现在你要对这些几何体进行打包，然后使用“捕获打包几何体”节点将每个部分指定给一个关节。这相当于将每个对象父子约束到骨架上，因为在使用KinFX时，无法在几何体层级进行父子约束。



**01** 在网络视图中，按 `tab > Name from Groups`，并将节点放置在文件节点和拆分节点之间。将 `Group Mask` 更改为 `*`。这会将所有组转换为名称属性。

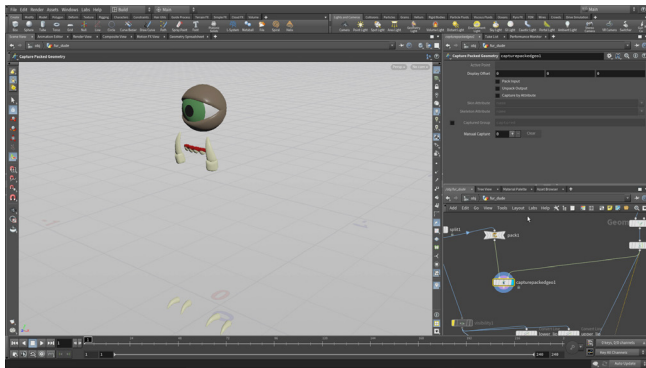
要查看此内容，请点击几何体表格“`Geometry Spreadsheet`”选项卡，然后点击左上角的基本体“`Primitives`”按钮。向下滚动，您会看到一个名称属性，并且所有几何图形的值都使用组名称。



**02** 在网络视图中，按 `tab > Pack` 并将节点放置在拆分节点的右下方。将拆分节点的第二个输出连接到“打包”节点，并设置其显示标志“`Display Flag`”。你可以

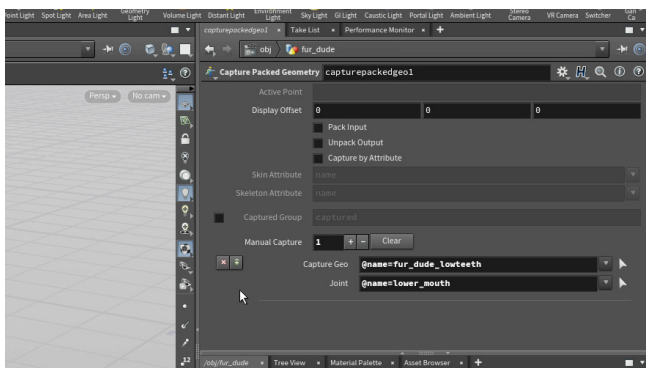
在场景视图中看到身体部位，将路径属性“`PathAttribute`”复选框设为关闭“`Off`”，然后将名称属性“`NameAttribute`”复选框设为打开“`On`”，并将转移属性“`TransferAttributes`”设置为名称“`name`”。

使用网络视图右上角的箭头，选择拆分“`Split`”。在几何体电子表格中“`Geometry Spreadsheet`”，你可以看到8个合并的基元。这些基元现在可以作为刚性几何体捕捉到骨架上，



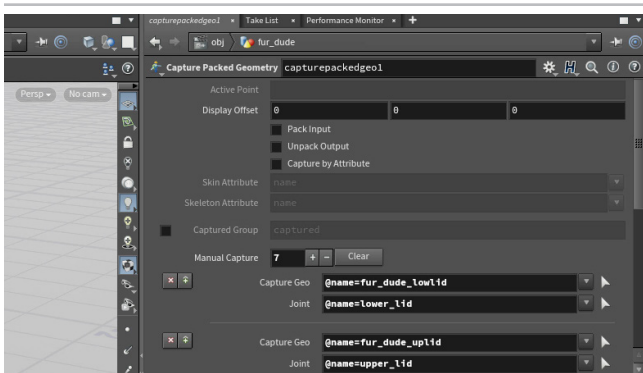
**03** 在网络视图中，按 `tab > Capture Packed Geometry`，然后将节点放置在打包节点下方。将打包节点的输出连接到捕获打包几何体节点的第一个输入。接下来，将骨架镜像节点

的输出连接到捕获打包几何体节点的第二个输入，然后在捕获打包几何体节点上设置显示标志，目前还没有任何变化——你需要关联骨骼与你想要捕捉的几何体。



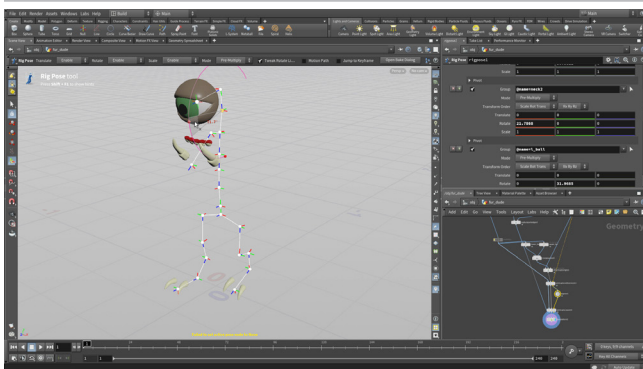
**04** 在参数窗格中，点击手动捕捉“`Manual Capture`”旁边的加号。点击捕捉几何体“`Capture Geo`”旁边的箭头，然后在“场景”视图中，选择下牙。

你只需点击一下，因为你下牙是你打包的组之一。按`Enter`键确认。现在点击关节旁边的箭头。几何体消失，骨骼以线条和点的形式显示。选择`lower_mouth`关节，确保光标位于场景视图上方，然后按回车键确认，

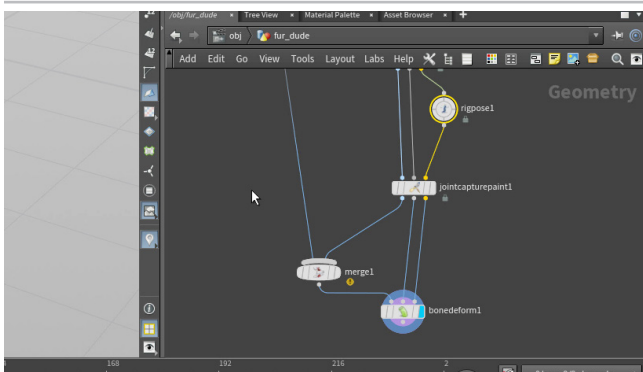


**05** 点击加号，然后点击捕捉地理信息旁边的箭头在场景视图中，按住Shift键选择fur\_dude\_upteeth和fur\_dude\_gums。按回车键确认。现在点击关节旁边的箭头。选择neck2关节，然后按回车键。再重复这些步骤两次，以关联以下内容：

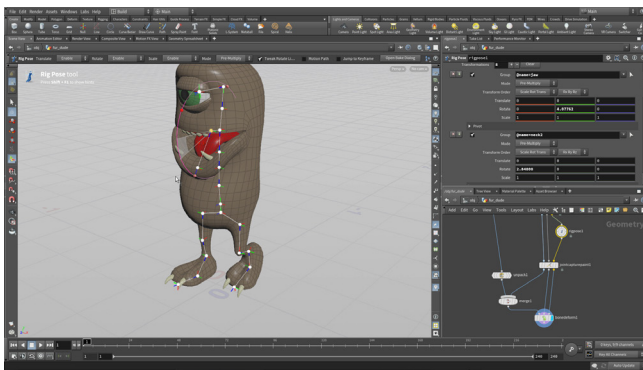
- 将fur\_dude\_rclaws连接到r\_toe (右脚趾)
- 将fur\_dude\_lclaws连接到l\_toe (左脚趾)
- 将fur\_dude\_eye连接到eyeball (眼球)
- 将fur\_dude\_uplid 连接到upper\_lid (上眼睑)
- 将fur\_dude\_lowlid连接到 lower\_lid (下眼睑)



**06** 将capturepackedgeo的输出连接到bonedeform节点的第一个输入。设置bonedeform节点上的显示标志。选择绑定姿势节点，然后在场景视图中选择并旋转关节。你可以看到，几何体正被捕捉到关节上，且没有任何变形。眼睛和眼睑的关节相互重叠，因此当你点击时，会弹出一个菜单供你选择-你可能需要点击几次才能选中所需的关节。然后，你可以使用这些关节分别转动眼睛和眼睑。



**07** 在网络视图中，按下 tab > Merge，并将节点放置 capturepackedgeo 和bonedeform 之间。将 capturepackedgeo 节点连接到合并节点“merge”。在合并“merge”节点上，按下capturelayerpaint旁边的蓝色向上箭头，以重新排列输入。现在一切都在变形，但身体和舌头是灰色的，而打包的几何体有其自身的颜色。合并节点上也有一个错误，因为一侧将颜色(Cd)作为原始属性，而另一侧将其作为点属性。



**08** 在网络视图中，按下 tab > Unpack并将节点放置在 capturepackedgeo和merge节点之间。将“迭代次数”设置为2，传输属性“TransferAttributes”设置为\* ^ Cd。\*获取所有捕获属性，^Cd确保不删除原始颜色属性。现在两边都在使用点颜色，绑定看起来就正确了。现在，你可以选择绑定姿势节点，然后在场景视图中选择并旋转关节。你会看到所有捕捉到的几何体在协同工作。保存你的工作成果。

## 平整网络

你为了捕获几何体、绘制权重并为动画准备几何体而创建的网络运行良好，但在进行更改时可能需要一点时间来更新。

为了创建更高效的绑定，你将把该网络平整为单个文件，捕获权重会存储在几何体中。当这个文件与包含最初用于捕获几何体的相同骨骼的骨架一起输入到骨骼变形 SOP (Geometry level operation in Houdini) 时，它会高效地变形。



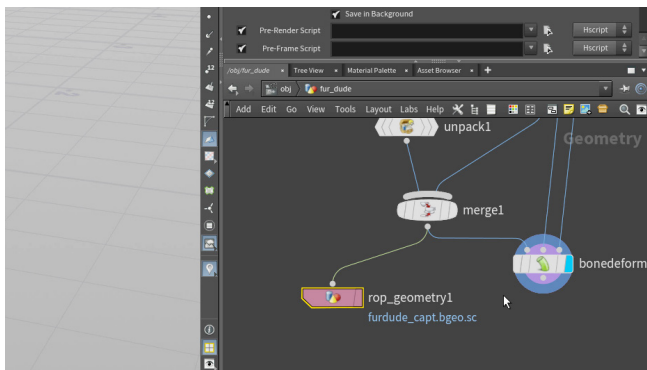
furdude\_capt



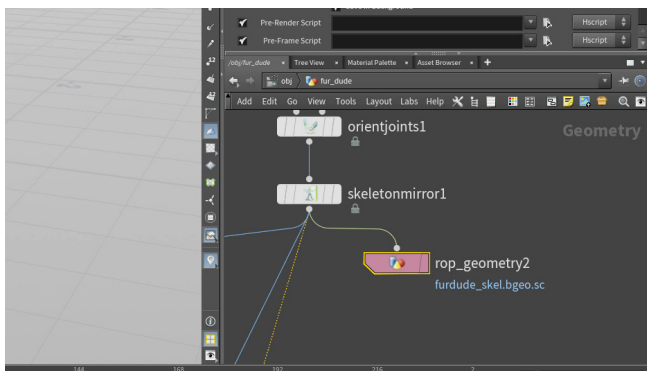
furdude\_skel

## 第八部分 创建捕捉装备数字资产

捕获的几何体和骨骼现在可以打包成一个数字资产，作为动画绑定的基础。首先，你需要导出带有捕获权重的几何体和骨骼，然后将它们嵌入到数字资产文件中。这将有助于在为角色制作动画时，使捕获绑定更加高效。



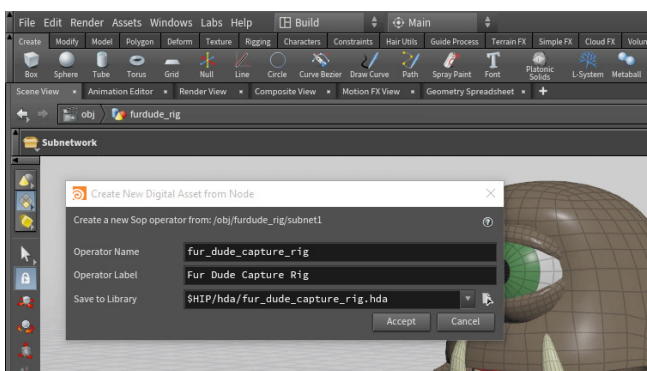
**01** 在网络视图中，按下 **tab > ROP Geometry Output**，并将该节点放置在合并节点下方。将合并节点的输出连接到 *rop\_geometry* 节点的输入。在参数“窗格”中，将“输出文件”设置为：*\$HIP/geo/furdude\_capt.bgeo.sc* 点击保存到磁盘“**Save to Disk**”将几何体保存到您的几何目录中。这个几何体看起来与您课程开始时导入的几何体相似，但现在它包含了重要数据，例如允许其变形的捕捉属性。



**02** 在网络视图中，按下 **tab > ROP Geometry Output** ROP几何输出，然后将该节点放置在 *skeletonmirror* 节点旁边。将 *skeletonmirror* 节点的输出连接到点击保存到磁盘“**Save to Disk**”将几何体保存到您的几何目录中。此几何体代表您的骨骼，可以用于构建动画绑定资产。



**03** 打开其显示标志。返回到对象级别。将对象重命名为 *fur\_dude\_capture* 点击“创建”架上的File按钮。接着点击 *\$HIP*，然后进入 *geo* 目录，选择 *urdude\_capt.bgeo.sc* 文件。按回车键将其放置于原点，然后给新创建的对象节点重命名为 *furdude\_rig*。双击以进入该对象。使用 **Alt** 键加鼠标拖动在 *File* 节点上创建第二个节点。将其几何体文件“**Geometry File**”设为：*\$HIP/geo/furdude\_skel.bgeo.sc* 将其重命名为 *furdude\_skel.bgeo*，然后在 *furdude\_capt.bgeo* 节点上设置显示标志“**Display Flag**”。



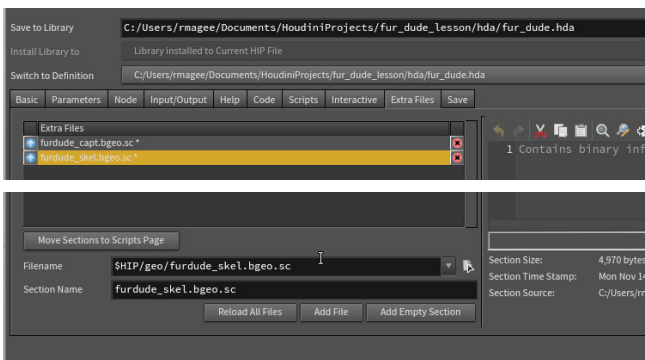
**04** 择这两个“文件 (File)”节点，然后从“资源 (Assets)”菜单中选择“从所选内容新建数字资产 (New Digital Asset from Selection)”。进行如下设置：

- 操作符名称 (Operator Name) : *fur\_dude\_capture\_rig*
- 操作符标签 (Operator Label) : *Fur Dude Capture Rig*
- 保存到库 (Save to Library) : *\$HIP/hda/fur\_dude\_capture\_rig.hda*

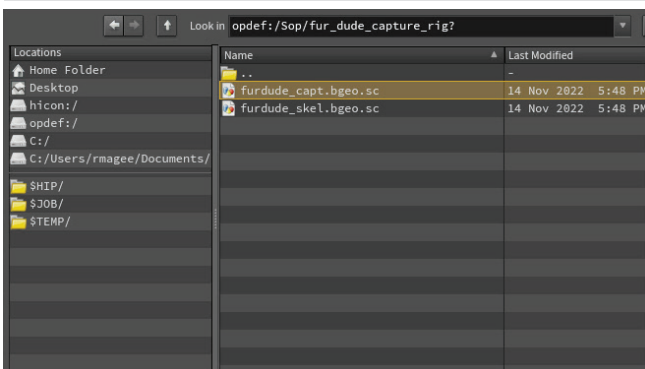
点击“**Accept**”以创建 HDA 文件。会弹出一个 *Edit Operator Type Properties* 窗口。将 *Maximum Outputs* 设置为 3，然后点击 *Accept*。将子网重命名为 *fur\_dude\_capture\_rig*。



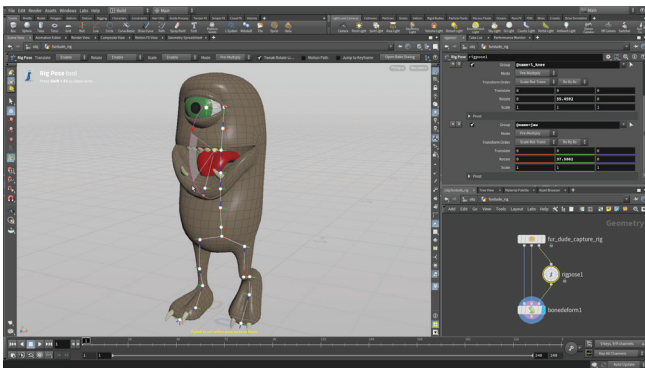
**05** 双击此节点可深入子网。按下 **tab > Output** 并在 *fur\_dude\_geo\_capt File* 节点下方放置一个输出节点。将 *File* 节点连接到输出节点。将其重命名为 *CaptureGeo*。按住 **Alt** 键并拖动两次，以创建两个新的输出节点。将第二个节点命名为 *RestSkeleton*，并将其输出索引“**Output Index**”设置为 1。将第三个节点命名为 *AnimSkeleton*，并将其输出索引“**Output Index**”设置为 2。将 *fur\_dude\_skel.bgeo* 文件节点连接到第二个和第三个输出节点。在 *CaptureGeo* 输出节点上设置显示标志。



**06** 从资源“**Asset**”菜单中，选择 **EditAsset Properties > Fur Dude Capture Rig**。这将打开“操作符类型属性”窗口。点击额外文件“**Extra Files**”选项卡。点击左下方文件名“**Filename**”旁边的选择器按钮，导航到 *\$HIP/geo/fur\_dude\_capt.bgeo.sc*。点击 **Accept**。然后点击 **Add File**。对 *fur\_dude\_skel.bgeo.sc* 文件重复这些步骤。现在你已经将这些文件放置在数字资产文件中，这样就可以更方便地将它们作为一个完整的包与其他人分享。点击 **Accept** 完成。



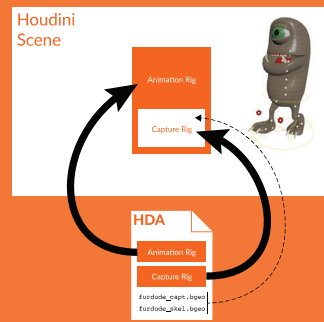
**07** 在第一个文件节点上，点击几何文件旁边“**Geometry File**”的选择器图标，然后在“**位置**”侧边栏中点击 *opdef:/*，接着双击 *sop* 目录，再双击“*fur\_dude\_capture\_rig*”文件夹，选择 *fur\_dude\_capt.bgeo.sc* 文件，然后按 **Accept**。这将创建以下 *opdef* 表达式：  
`opdef:/Sop/fur_dude_capture_rig?fur_dude_capt.bgeo.sc`  
对 *fur\_dude\_skel.bgeo.sc* 文件节点重复这些步骤。从资源“**Assets**”菜单中，选择 **LockAsset > Fur Dude Capture Rig**。保存更改以保护此资源的内容。之后如有需要，你可以解锁并更新这些文件。



**08** 向上一级，你会看到有三个输出的捕捉装备。按下 **tab > Bone Deform**，并将此节点放置在其下方。将 *fur\_dude\_capt\_rig* 三个输出连接到骨骼变形节点的“*bonedform*”三个输入。现在在第三条链的中间添加一个 *rigpose* 节点。设置骨骼变形“*bonedform*”节点上的显示标志。选择骨骼姿势节点，并确保“**操纵柄**”工具处于激活状态。你将再次看到所有骨骼关节。对骨骼进行摆姿势，以测试变形是否与之前的效果相同。

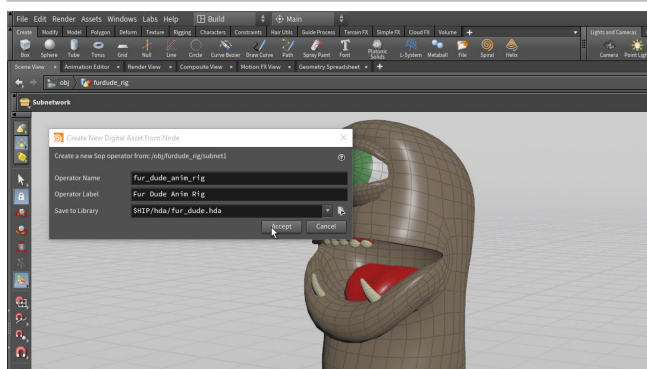
## HDA

这个节点网络被保存为 Houdini 数字资产“HDA”。这是一个保存在磁盘上且易于共享的文件。捕捉装备是一种从磁盘引用的资产，在下一节中，你将使用嵌套在其中的捕捉装备构建动画装备。它们与 *bgeo* 文件都将存储在单个 HDA 文件中。对磁盘上的 HDA 文件所做的更改，将更新动画师在其场景文件中正在处理的资产实例。



## 第九部分 创建动画绑定资产

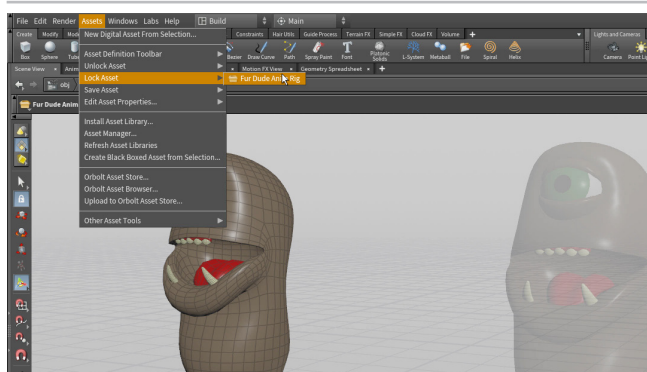
现在你要创建第二个数字资产，并将捕捉绑定嵌套在其中。这个新资产将用于制作动画，以实现角色的最终动作。这个新资产将包含所有的绑定工具，如反向运动学和目标约束，这些工具将辅助动画制作。为了在添加这些控制时进行测试，你将设置一个绑定的测试版本，该版本在第二个场景视图窗格中锁定并可见，



**01** 选择这三个节点，然后资源菜单中选择“从所选内容新建数字资源”进行如下设置：

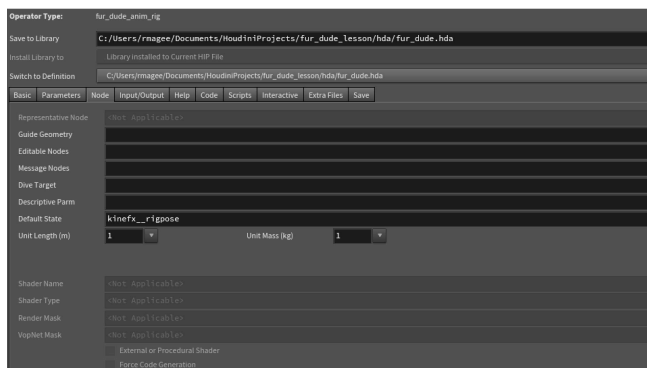
- Operator Name to *fur\_dude\_anim\_rig*
- Operator Label to *Fur Dude Anim Rig*

对于保存到库“Save to Library”，点击浏览按钮，然后点击\$HIP，双击进入HDA目录。选择fur\_dude.hda文件，然后点击Accept，它现在被设置为：*\$HIP/hda/fur\_dude.hda*在类型属性面板中，先点击Accept，再点击Accept。这会将新的资源定义添加到同一个HDA文件中。将子网重命名“Rename”为*fur\_dude\_anim\_rig*。

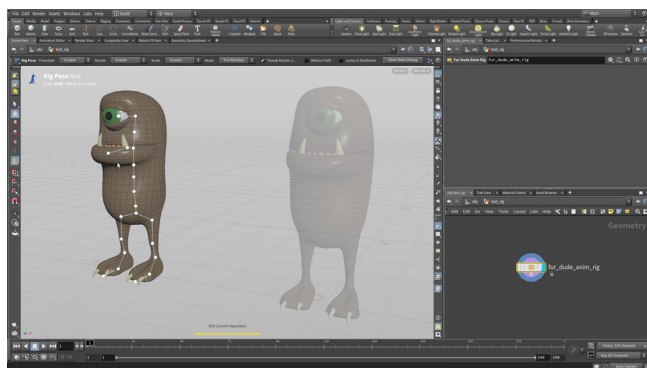


**02** 转到对象层级。按住Alt键并在*fur\_dude\_rig*节点上拖动，以创建一个新的几何节点，并将其命名为*testrig*。按下t键，然后将测试绑定向左移动。双击深入了解。选择*fur\_dude\_anim\_rig*节点，然后从资源“Asset”菜单中，选择Lock Asset > Fur Dude Anim Rig。返回上一级。现在你有了该绑定的两个版本 rig - the *test\_rig*已锁定，它展示了与完成的资源进行交互的样子。目前你没有可交互的内容。你很快就会解决这个问题。

在“网络”编辑器中单击，然后按Ctrl 1设置快速标记。



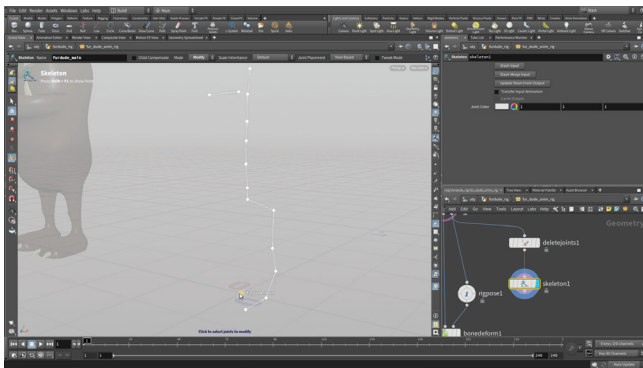
**03** 导航回到*fur\_dude\_rig*对象，然后进入*fur\_dude\_anim\_rig*。在网络编辑器中单击，然后按Ctrl2设置一个快速标记。现在你就能在这些网络之间快速来回切换了。选择*rigpose*，然后点击Transformations旁边的Clear按钮。转到Asset菜单，选择Save Asset > “Fur Dude Anim Rig”。从“Asset”菜单中，选择Save Asset > Fur Dude Anim Rig。点击Node节点选项卡，并将Default State设置为：*kinefx\_\_rigpose*。点击Accept。



**04** 在网络视图中，按1导航回到测试台。在左侧的场景视图中，展开工具栏，然后单击手柄“Handle”工具。现在你会看到测试平台上显示出关节。如果你点击其中任何一个关节，就会发现它们无法更改，因为其参数尚未提升至资源。这是为该角色构建可动画化界面的开端。

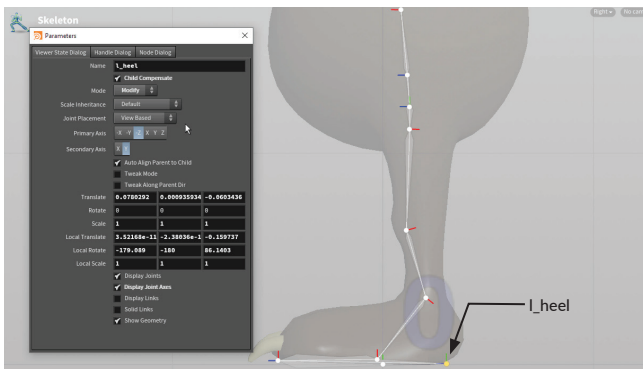
## 第十部分 添加更多控制关节

为了在控制骨架上提供更大的灵活性，你可以添加关节，比如为整个骨骼添加一个根关节，为反向足部设置添加脚跟关节，或者添加一个注视点，以便用眼球瞄准。这些关节的名称将与原始静止骨骼中的关节名称相同，这将确保它们用于驱动角色的动作。

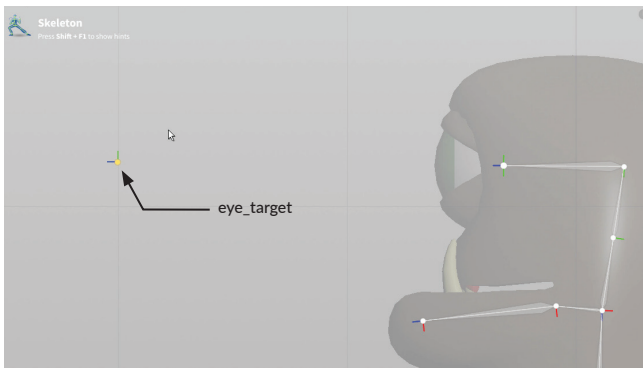


**01** 在网络视图中，按2键导航回 `fur_dude_anim_rig` 并设置其显示标志。在 `fur_dude_capture_rig` node节点上放置模板标志

从 `fur_dude_capture_rig` 节点的第三个输出分支一个 `Delete Joints` 节点。点击组旁边的箭头，然后选择 `fur_dude` 的右腿关节。按回车键。添加一个骨架节点“`Skeleton`”。切换到创建模式“`CreateMode`”。打开网格捕捉“`Grid snapping`”并在原点添加一个点。切换回修改模式“`Modify`”，将新关节重命名为 `furdude_main`



**02** 转到右视图。回到创建模型，然后按住鼠标中键点击，断开与主关节的连接。点击左脚趾关节，然后在脚跟位置添加一个新关节。切换回修改模式，将新关节重命名为 `L_heel`。按下 `p` 键，在子级补偿“`Child Compensate`”设置为开启的情况下，将旋转“`Rotate`”设置为 `0, 0, 0`。

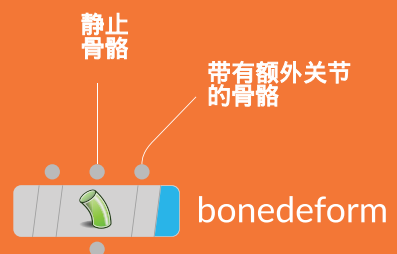


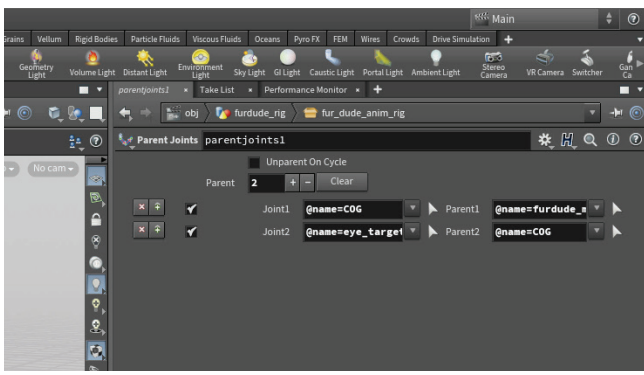
**03** 平移到眼睛周围区域。回到“创建模型”，然后中键单击任意连接。现在在眼睛前方添加一个新关节。切换回“修改”模式，将新关节重命名为 `eye_target`。按下 `p` 键，确保旋转“`Rotate`”设置为 `0, 0, 0`。



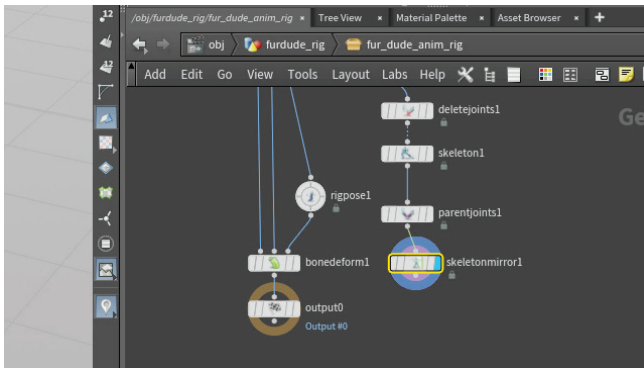
### 为绑定添加额外关节

这些额外的关节被添加到最右侧的节点流中，而中间的休息骨骼将继续使用原始关节。当输入到骨骼变形中时，额外的“幻影”关节将被忽略，只有原始关节决定绑定的最终输出。如果你将这些数据输入到骨骼变形的中间休息姿态骨架输入中，就会出错，因为这些额外的关节在传入的几何体中没有相应的捕捉权重。

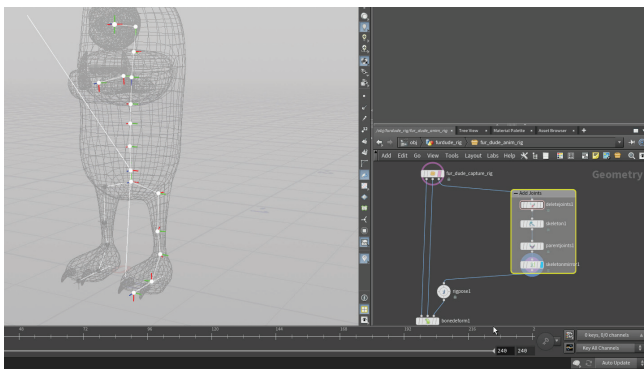




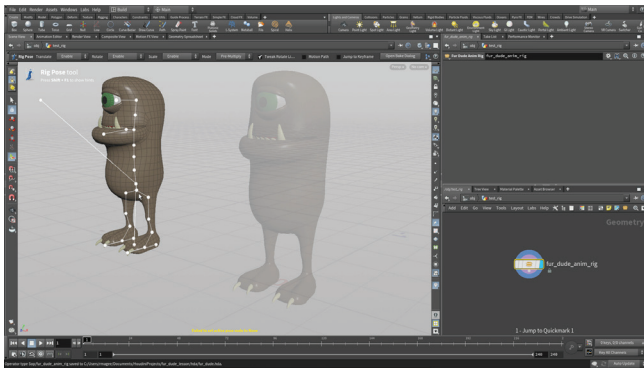
**04** 添加一个父关节节点“Parent Joints”。点击加号“plus sign”两次。点击Joint1旁边的箭头，然后在场景视图中点击COG关节。将光标移至场景视图上按下回车键确认。现在使用Parent1旁边的箭头并选择furdude\_main关节。对于第二个条目，点击Joint2旁边的箭头，然后在场景视图中点击eye\_target关节。将光标置于场景视图上按下回车键确认。现在使用Parent2旁边的箭头并选择COG关节，



**05** 在链中添加一个骨骼镜像节点“Skeleton Mirror”。这将创建所有关节的镜像副本，转到参数面板，点击Group旁边的箭头。仅选择左腿关节，包括新的L\_heel关节，然后按下回车键。现在只有腿部会被镜像，在命名设置中，将查找标记“FindTokens”设为L\_，替换标记”设为r\_。现在，右腿关节就被正确命名了。



**06** 将骨骼镜像节点输入到绑定姿势节点。在骨骼变形节点上设置显示标志。脚上的爪子似乎翻转了。回到骨骼关节，选择L\_toe，然后按p调出参数。将旋转设置“Rotate”为0, 0, -90。选择用于添加关节的四个节点，然后点击添加网络框“Add Network box”按钮。放置该框并将节点居中。点击框的标题并输入添加关节“Add Joints”。

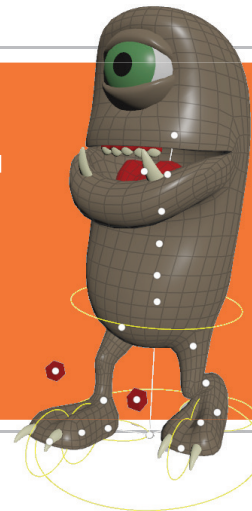


**07** 从资源“Assets菜单中，选择SaveAsset > Fur Dude”。这会将更改保存到资源定义中，该定义将在test\_rig上更新。你仍然无法对test\_rig执行任何操作，因为没有参数提升到顶级。现在你要设置主控件并提升参数，让test\_rig开始发挥作用。

## 测试装备的作用是什么？

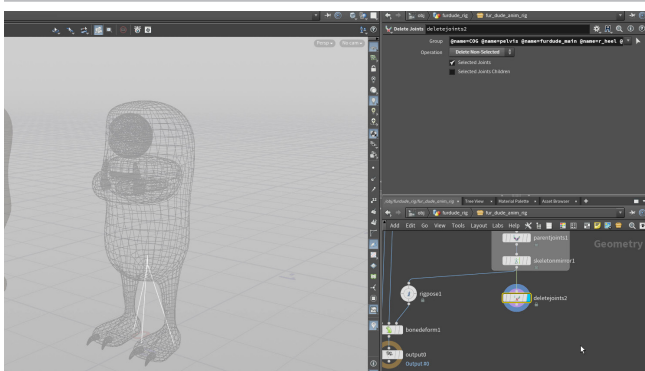
你正在处理的装备是一个未锁定的资源，它让你能够操作该资源内部的所有关节。但当该资源发布给动画师时，他们只能操作已提升到角色顶级层级的参数。

测试装备“test\_rig”是该资源的第二个锁定版本，在你开始提升参数并构建控制之前，你无法操作它。这就是它成为验证该资源是否已为动画制作做好准备的出色工具的原因——如果你无法使用测试装备进行操作，那么动画师将无法为角色摆姿势。

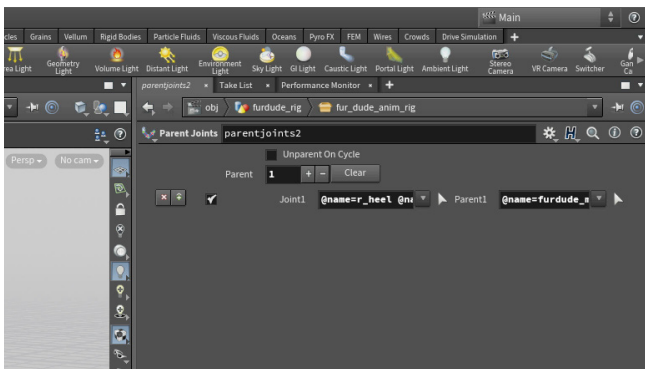


## 第十一部分 主要控制项

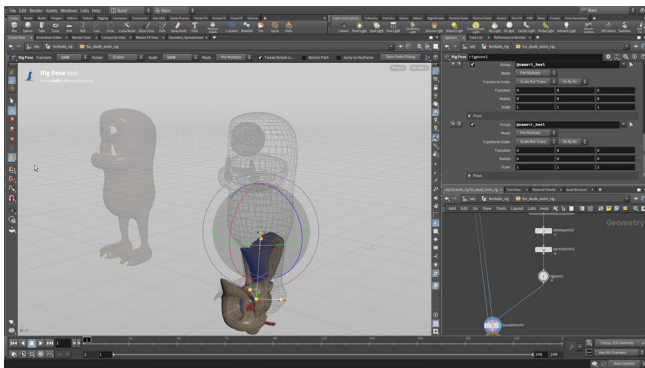
要添加运动学，你需要打破当前足部位于重心下方的层级结构。你可以分离出一些关节并重新指定父级，以构建所需的层级结构。这种重新指定父级的操作在一旁进行，然后你要将结果融合回原始的骨骼层级结构中，这对于确保骨骼变形功能正常运行至关重要。



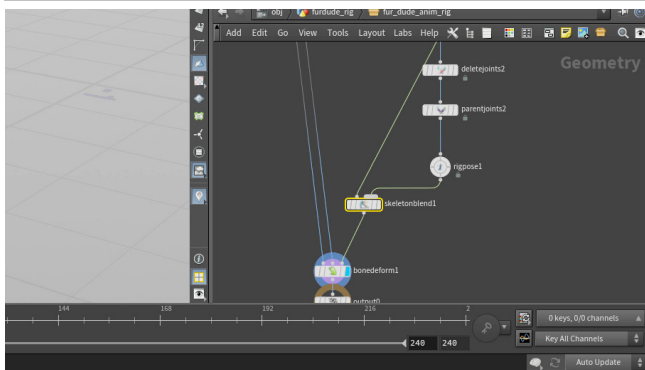
**01** 从骨架镜像节点分支出一个删除关节“delete joints”节点。点击 Group 旁边的箭头，在场景视图中选择 *furdude\_main*、*COG*、*pelvis*、*L\_heel* 和 *R\_heel*。按下回车键后将“操作”设置为删除未选定项“Delete Non-Selected”。



**02** 在 *deletejoints* 节点后添加一个父关节“Parent Joints”节点。点击 + sign 来添加一个关节列表。点击 Joint1 旁边的箭头，在场景视图中选择两个脚跟关节。按下回车键。点击 Parent1 旁边的箭头，在场景视图中选择 *furdude\_main* 关节。按下回车键。现在，脚跟关节已脱离 *COG* 关节，可用于后续驱动腿部的反向运动学 IK。但除了 *pelvis* 关节之外，所有关节的父关节都是 *furdude\_main* 关节。



**03** 将 *parentjoints* 节点连接到 *rigpose* 节点。清除该节点上任何现有的关节，然后设置其显示标志。现在点击 *furdude\_main* 关节、*COG* 关节、*pelvis* 关节，然后是两个脚跟关节。如果你现在在骨骼变形节点上设置显示标志“Display flag”，一切都会混乱，因为现在大多数关节都缺失了。这可以通过骨骼混合来解决。

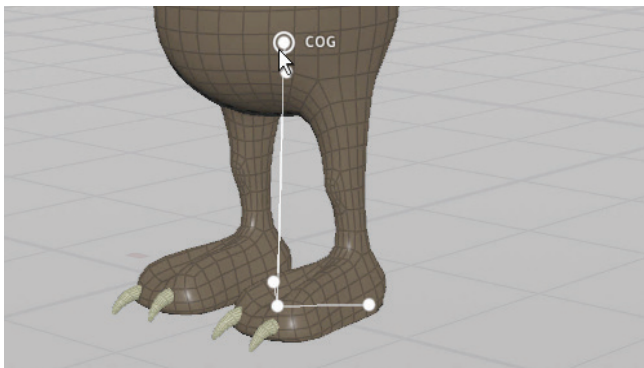
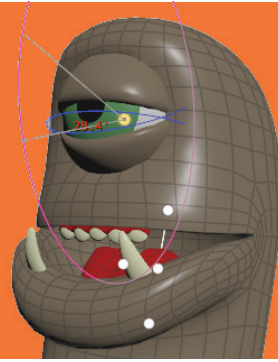


**04** 在网络编辑中添加一个骨骼混合“Skeleton Blend”节点。将到右侧骨架镜像“*skeletonmirror*”节点连接到左侧输入，将绑定姿势“*rigpose*”连接输入。然后将骨骼混合“*skeletonblend*”节点连接到骨骼变形“*bonedform*”节点的第三个输入。在骨架混合“*skeletonblend*”参数面板中，将世界空间“World Space”复选框设置为“开启”，并将权重1“*weight1*”设置为1。

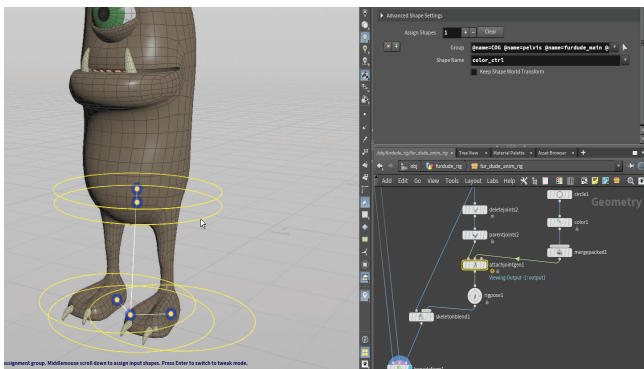


## 控制几何体

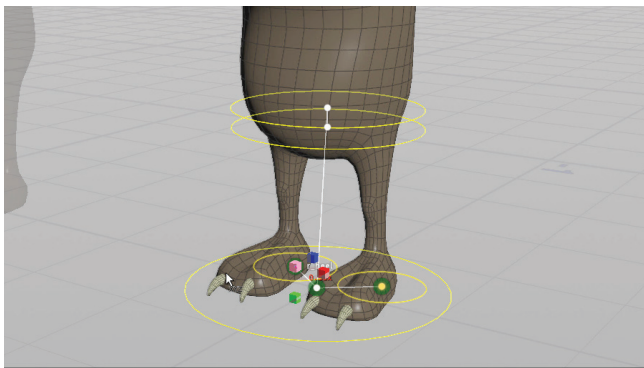
当你向装备姿势添加关节时，可以将其提升到资产的顶层以便选择和制作动画。附加控制几何体“Attach Control Geometry”节点可让你将构建的几何体指定到装备的不同部分，从而更轻松地选择关节进行操作。你可以为这些控件创建任何想要的形状。这方面能提供帮助的一个很好的例子是眼球和两个相互重叠的眼睑关节。当你设置绑定的该部分时，控制几何体将使选择这些变得更容易。目前，你将把它用于主要控制。



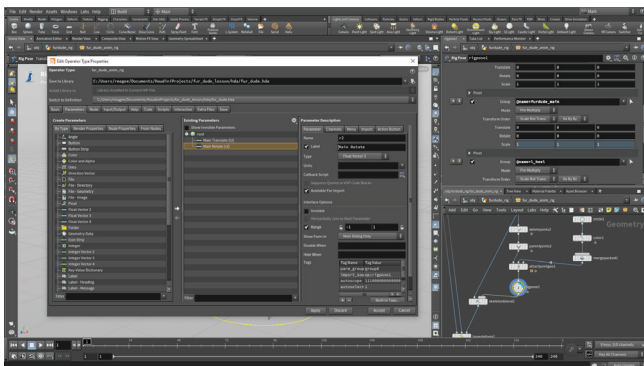
**05** 从资源“Assets”菜单中，选择SaveAsset > Fur Dude。这将保存当前设置。在网络视图中按1键导航回test\_rig,在那里您可以看到只有绑定姿势中列出的五个关节是可见的。你无法选择并移动它们，因为参数尚未提升。



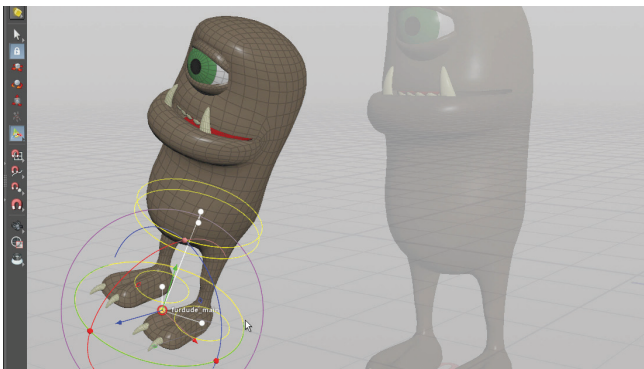
**06** 在网络视图中，按2键导航回到fur\_dude\_anim\_rig。向网络中添加一个圆形“Circle”节点。将方向“Orientaton”设置为XZ。将统一缩放“Uniform Scale”设置为0.2。将分段“Divisions”设置为36,弧类型“ArcType”设置为开放“Open”。添加一个颜色“Color”节点，并将Color设置为黄色“yellow”。接着添加一个合并打包“Merge Packed”节点，并将Name 1设置为circle\_ctrl。在父节点“parent”和绑定姿势“rigpose”节点之间放置一个附加关节几何“Attach Joint Geometry”节点。将合并打包“mergepacked”节点连接到第二个输入端口。设置此节点的显示标志，然后在场景视图中按回车键。选中所有可见关节，然后按G键，使用鼠标滚轮找到circle\_ctrl几何图形。它会被指定给所有关节。



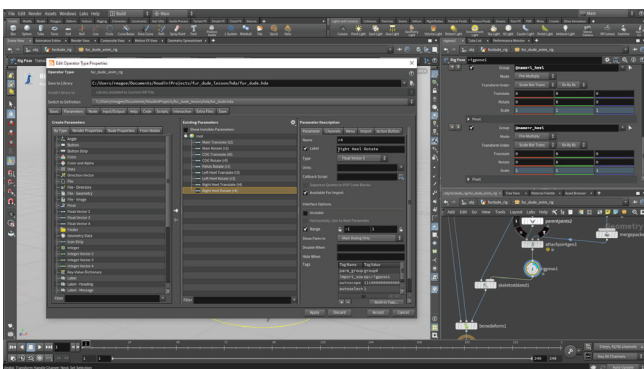
**07** 在顶部的操作控制栏中，将模式更改为调整形状“Tweak Shapes”。选择重心(COG)和骨盆关节，然后按G键调出变换操纵柄。按E键获取缩放操纵柄，然后点击并拖动中间的操纵柄在三个方向上进行缩放，直到这些控件稍微变小(参数面板中约为0.67)。选择两个脚跟关节，然后按G键调出变换操纵柄。按E键获取缩放操纵柄，然后点击并拖动中间的操纵柄在三个方向上进行缩放，直到脚跟控制器变得小得多(参数面板中约为0.3)。



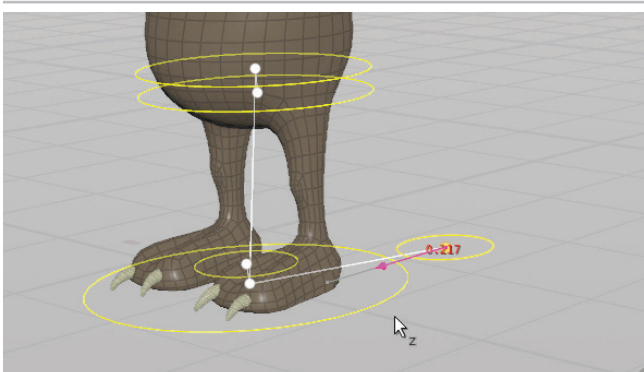
**08** 选择绑定姿势节点，然后使用控制几何体选择四个关节。要使此功能在测试绑定上生效，你需要提升参数。从资源“Assets”菜单中，选择EditAsset Properties > Fur Dude Anim Rig。点击参数“Parameters”选项卡。在rigpose节点上，进入furdude\_main,右键单击Scale并选择锁定参数“Lock Parameter”。现在拖动Translate,将其移动到root下的“参数列表”中。将其标签设置为MainTranslate。对Rotate参数重复此操作，并将它们命名为Main Rotate。点击Accept完成操作，并将结果保存到资源中。



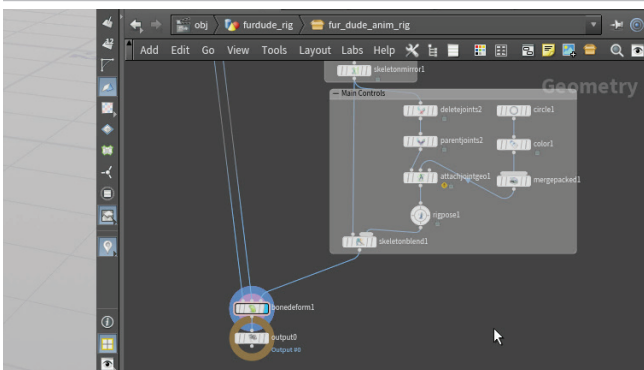
**09** 在网络视图中，按1键可导航回测试装备。只要test\_rig工具处于活动状态，测试装备现在就会更新以显示新控件。使用其控制几何体选择furdude\_main关节，此时会出现一个变换操纵柄，可用于移动装备。完成后执行Undo”操作，将其移回到起始点。



**10** 在网络视图中，按数字键2返回 fur\_dude\_anim\_rig。从资源“Assets”菜单中，选择EditAsset Properties> Fur DudeAnim Rig。拖动COG、l\_heel和r\_heel关节的Translate和Rotate参数，以及pelvis的Rotate参数。对于每个关节，锁定未使用的Scale参数或(针对骨盆的)Translate参数。点击Accept完成操作，并将结果保存到资源中。



**11** 在网络视图中，按1键导航回到 test\_rig，该绑定已更新以显示新控件。使用控制几何体选择COG和heel关节，然后对相关部件进行变换操作。完成后，执行撤销Undo操作，将所有部件恢复到其原始位置。



**12** 在网络视图中，按2键导航回fur\_dude\_anim\_rig。选择用于设置主要控制的节点，然后单击添加网络框“Add Network box”按钮。放置该框并将节点居中。单击框的标题并输入Main Controls。从资源菜单中，选择SaveAsset > Fur DudeAnim Rig。这对绑定没有影响，但会使资源保持最新状态。你可能也需要保存场景文件。



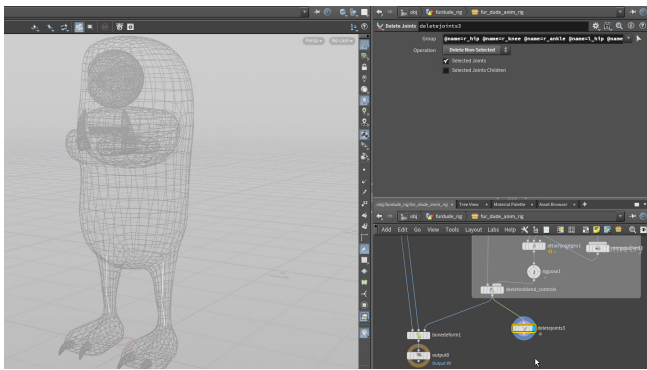
## 组织你的网络

排列节点并添加网络框是额外的步骤，但值得付出这些努力。你的网络组织得越有条理，日后你操作起来就越容易，其他人也越容易理解你的意图。你还可以为每个节点添加注释并在网络中显示这些注释，或者你可以使用便签来解释较大的节点块。在团队环境中创建网络时，沟通总是有益的。

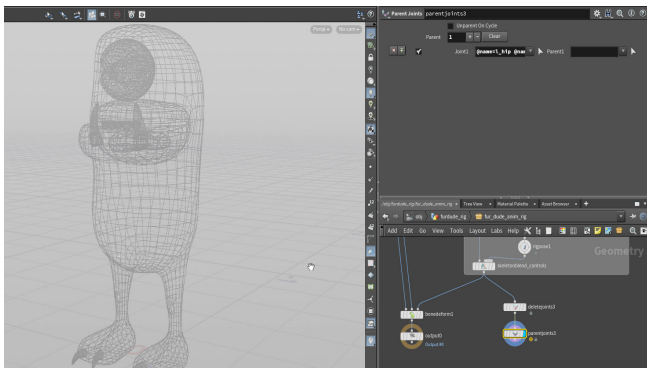
This part of the network organizes the main controls such as the root, the COG and the heel joints.

## 第十二部分 腿部反向运动学

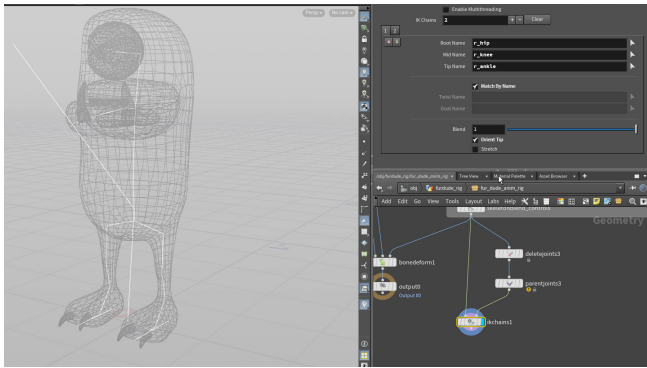
要为角色制作动画，反向运动学可让你设置腿部，这样移动脚部或臀部时，膝盖就会相应弯曲。你需要再次从主骨架中提取一些关节，并使用IKneFX进行设置。你还需要将结果再次混合回原始层级结构中。



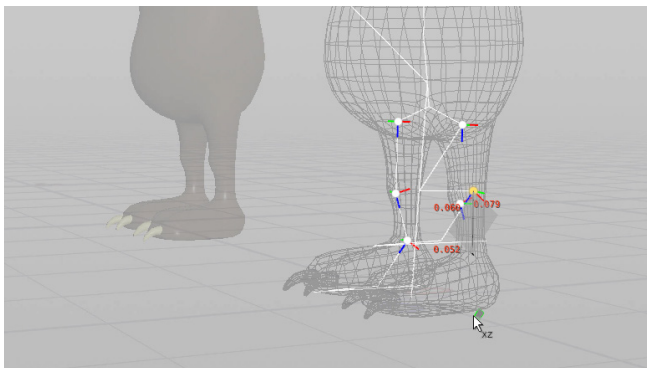
**01** 将 *skeletonblend* 节点重命名为 *skeletonblend\_controls*。你会经常使用这些节点，能够识别它们会很有帮助。从 *keletonblend\_controls* 节点分支出一个 **Delete joints** 节点，并设置其显示标志。点击 **Group** 旁边的箭头，然后在场景视图中选择左右臀部“*lef and right hip*”、膝盖“*knee*”和脚踝关节“*ankle joints*”。按回车键，然后将 **Operaton** 设置为 **Delete Non-Selected**。



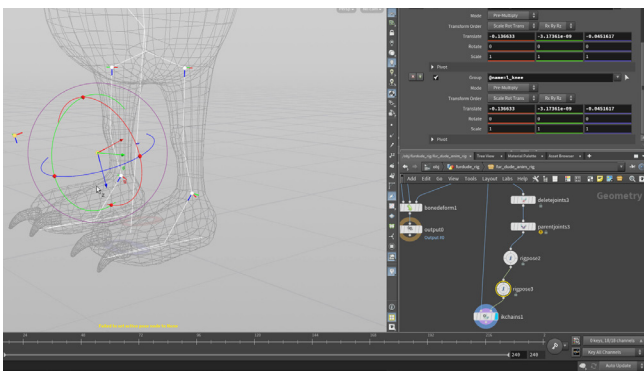
**02** 分支一个父关节“**Parent Joints**”节点并设置其显示标志“**Display flag**”。点击 **+ sign** 添加一个关节，并将 **Joint1** 设置为 **\***。将 **Parent1** 留空。现在所有关节都未连接。这样你就可以自由独立地使用它们。



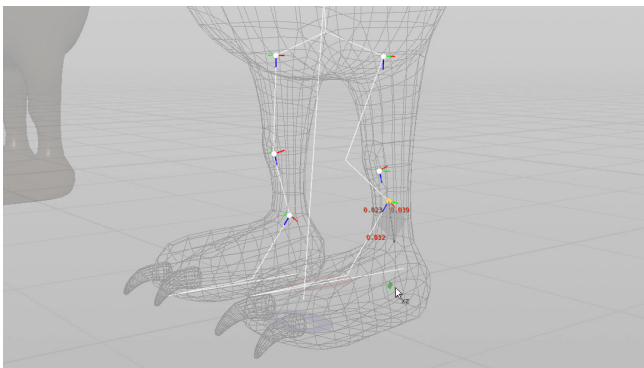
**03** 将一个反向运动链“**IK Chains**”节点放置到网络编辑器中。将 *skeletonblend\_controls* 节点接入第一个输入入口，将父关节“*parentjoints*”节点接入第二个输入入口。设置其显示标记。在参数面板中，点击根名称根名称“**Root name**”旁的 **+ sign**。在文件夹中，点击 **Root name** 旁的箭头，选择 *L\_hip* 关节，然后按下回车键。将中间名称“**Mid Name**”设为 *L\_knee*，将末端名称“**Tip Name**”设为 *L\_ankle*。你可以用箭头选择关节，也可以直接输入名称。将按名称匹配“**Match by Name**”设为开启“**On**”，将混合“**Blend**”设为 **1**，然后将定向末端“**OrientTip**”设为开启“**On**”。再次点击 **+ sign**，对右腿执行相同操作。



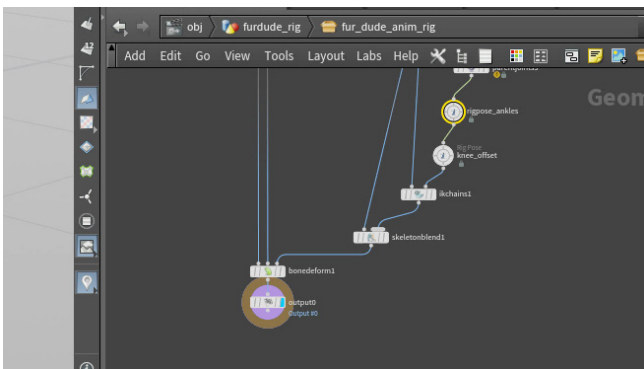
**04** 在父节点和 *ikchains* 节点之间添加一个绑定姿势“**Rig Pose**”节点。点击脚踝“*ankle*”关节并移动它们，以查看反向运动学的效果。因为你使用了按名称匹配“**Match by Name**”，脚踝关节就作为了 IK 链的末端效应器。当你移动脚踝时，会看到一些翻转现象。这是因为膝关节被用作扭转效应器，但其位置不太理想——你需要将它们移到腿部前方。



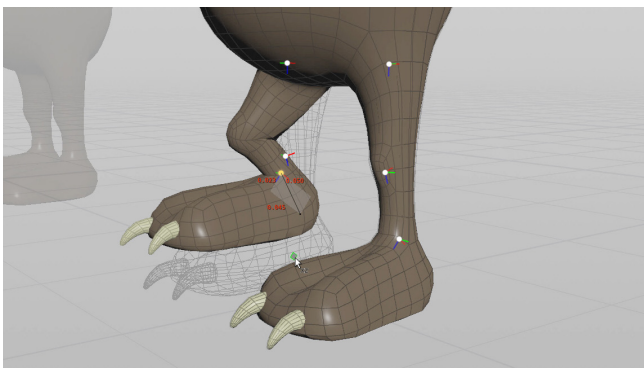
**05** 在第一个绑定姿势节点和反向动力学链节点之间再添加一个绑定姿势节点“Shif”。按下Shift键，选中两个膝关节，将它们移动到角色前方。现在，反向动力学中出现的任何翻转情况都会恢复正常。将第一个绑定姿势节点命名为*rigpose\_ankles*，第二个命名为*knee\_ofset*。



**06** 现在你可以回到*rig\_ankles*节点，测试一下脚踝关节。由于你已经对膝盖进行了偏移处理，它们不会再翻转了。你还可以转到*knee\_ofset*节点，移动膝盖，将其作为反向动力学“IK”链的扭转控制器。



**07** 添加骨骼混合节点，将*skeletonblend\_controls*点连接到第一个输入，将*ikchains*连接到第二个输入。然后将新的骨骼混合节点的输出连接到骨骼变形“Skeleton Blend”的第三个输入。将该节点重命名为*skeletonblend\_ik*，然后将世界空间“World Space”复选框设置为开启“On”，并将*weight1*设置为1。

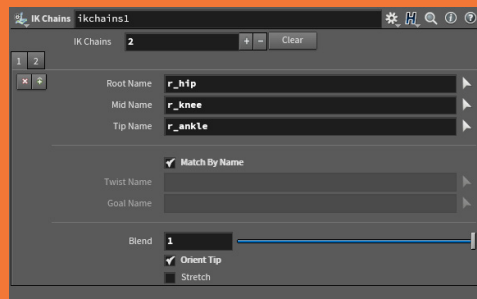


**08** 现在你可以回到 *rigpose\_ankles* 节点，测试脚踝关节，看看它对捕捉到的曲面有怎样的影响。此时，你无需保存数字资源来将这些更改推送到测试装备。*rigpose\_ankles*节点不会是你最终装备中控制脚踝的方式。现在你要构建一个反向足部设置，它将让你能够驱动整个足部设置，随后整个腿部设置会被保存到资源中。



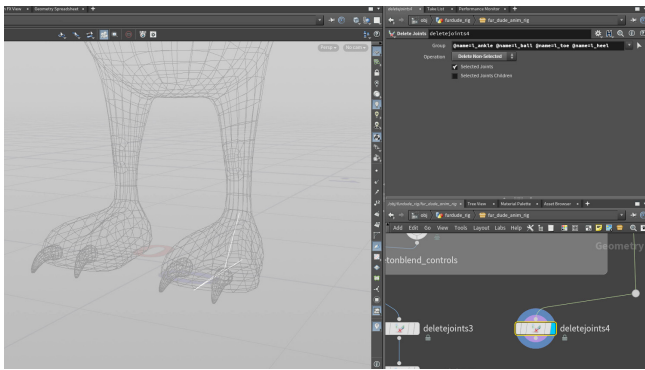
## FK/IK 混合

有几种方法可以混合反向动力学“IK”和正向动力学“FK”，但在本节课中你不会用到它们，因为对于腿部你只会使用反向动力学。要实现混合功能，你需要使用 *rigpose* 将腿部关节的参数提升为资源，然后你可以要么使用“IK”链节点上的混合“Skeleton Blend”属性，要么在 *rigpose* 中的反向动力学解算结果和旋转关节之间使用骨骼混合“Skeleton Blend”。要是 *Fur Dude* 有手臂的话，设置这个“混合功能”就更有意义了。



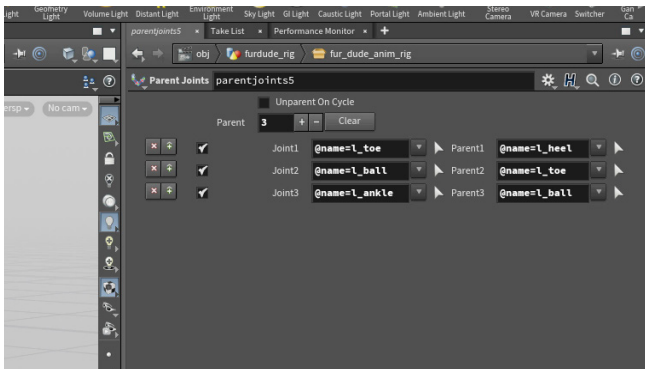
## 第十三部分 反向足部设置

为了控制脚部，你将创建一个经典的反向足部设置，其中脚跟成为根骨骼，然后将脚趾、脚掌和脚踝作为其子级连接到脚跟。这在KineFX中很容易实现，并且结果可以混合回原始骨骼。在这种情况下，你将完全重建右脚，但由于关节名称是一致的，所以一切都能正常工作。



**01** 删除 *rigpose\_ankles* 节点。你将使用反向足部设置来控制脚踝。从 *skeletonmirror* 节点分出一个 *Delete Joints* 节点并设置其显示标志。点击 *Group* 旁边的箭头，在场景视图中选择 *L\_ankle*、*L\_ball*、*L\_toe* 和 *L\_heel* 关节。按下回车键，然后将 *Operation* 设置为 *Delete Non-Selected*。

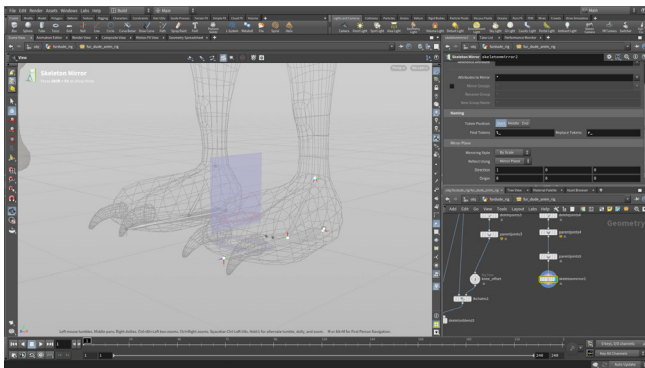
注意：如果您想让连接线绕过网络盒，那么可以按住 *Alt* 键点击连接线来添加控制点。



**02** 添加一个父关节“Parent Joints”节点并设置其显示标志。点击 *Parent1* 左侧的 *+* sign 来添加一个关节，然后将 *Joint1* 设为 *\**。Branch 空白。

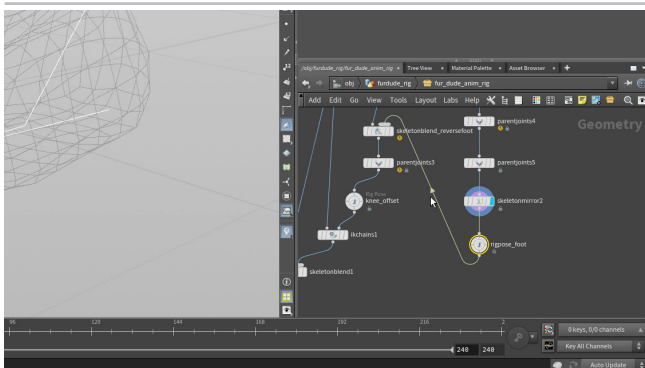
添加第二个父关节“Parent Joints”节点并设置其显示标志。在场景视图中，先点击 *L\_heel* 关节，接着点击 *L\_toe* 关节，然后点击 *L\_ball* 关节，再点击 *L\_ankle*。按鼠标中键完成操作。在参数面板中，它们将按以下顺序显示

- Joint1 to @name=L\_toe | Parent1 到 @name=L\_heel
- Joint2 to @name=L\_ball | Parent2 到 @name=L\_toe
- Joint3 to @name=L\_ankle | Parent3 到 @name=L\_ball

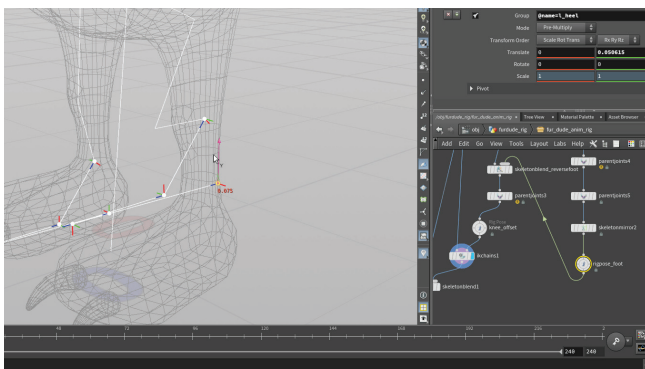


**03** 在链中添加一个骨架镜像节点“Skeleton Mirror”。转到参数面板，在命名项下，将查找标记“FindTokens”设置为 *L\_*，将替换标记

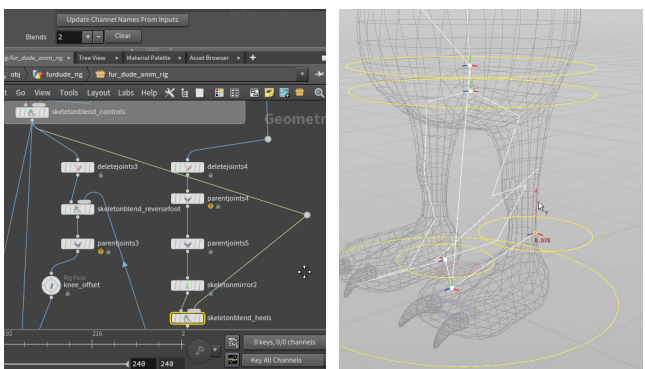
“ReplaceTokens”设置为 *r\_*。这将为右腿创建反向的脚。因为这个层级结构中的所有关节与原始骨骼的名称相同，所以当对这个绑定进行摆姿时，它将正确地传递信息。



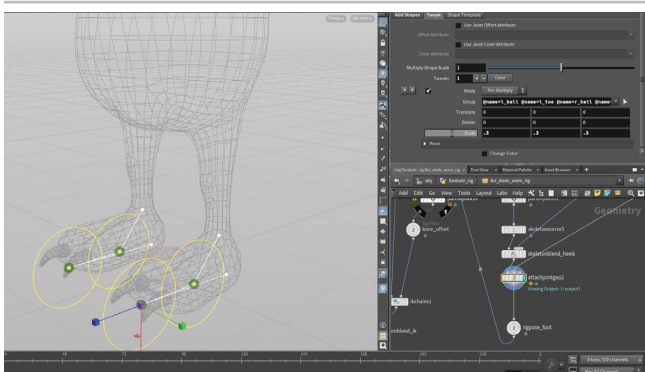
**04** 现在，在你之前为腿部设置的 *deletejoints* 和 *parentjoints* 之间添加一个骨架混合“Skeleton Blend”。将该节点重命名为 *skeletonblend\_reversefoot*，并将世界空间“World Space”复选框设置为开启，将权重“weight1”设置为 1，点击 *Group* 旁边的箭头，选择两个脚踝关节。然后按下回车键。在 *skeletonmirror* 之后添加一个 *Rig Pose* 节点。将其重命名为 *rigpose\_foot*。将其输入到 *skeletonblend\_reversefoot* 节点的第二个输入端口。



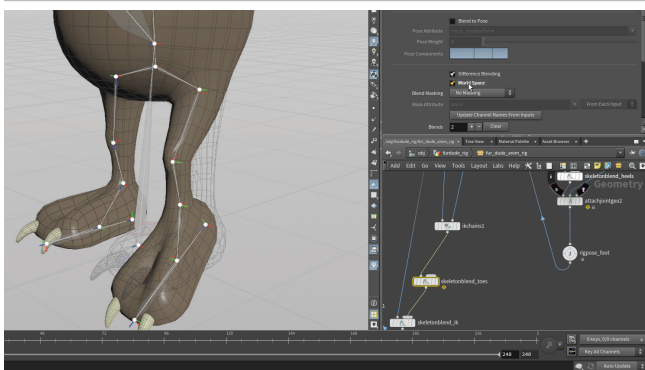
**05** 在`ikchains`节点上设置显示标志。现在转到`rigpose_foot`节点并选择`_heel`关节。现在，当你移动它时，你同时移动了整个脚部和腿部链。选择`_toe`关节并旋转它。反向脚部再次起作用，并且IK链被激活。完成后，按清除“Clear”移除所有关节。稍后你会将其中一些关节添加回来。对于脚跟关节，你要使用之前设置的脚跟关节作为主要控制的一部分。



**06** 现在，在你刚刚使用的反向足部骨骼镜像“reverse foot skeletonmirror”节点和绑定姿势“rigpose”节点之间添加一个骨骼混合节点“Skeleton Blend”。将该节点重命名为 `skeletonblend_heels`，把世界空间 World Space 复选框设为“开启”，并将 `weight1` 设为1。然后将 `skeletonblend_controls` 的输出接入第二个输入。点击 Group 旁边的箭头，选择两个脚跟关节。按下回车键。现在你可以选择用于控制的 `rigpose`，移动左脚跟或右脚跟来控制整个设置。你也可以抓取重心 COG 关节，如果上下移动它，反向动力学“IK”链就能正常工作。



**07** 在 `skeletonblend_heels` 节点和 `rigpose_foot` 节点之间放一个 Attach Joint Geometry 节点。将 Main Controls 网络框中的 `mergepacked` 节点连接到第二个输入。设置此节点的显示标志，然后在场景视图中按回车键。选择脚趾和球关节，然后按 G 键，使用鼠标滚轮找到 `circle_ctr1` 几何体。在顶部的操作控制栏中，将模式更改为调整形状“Tweak Shapes.”。选择脚趾和球关节，然后按 G 键。按 E 键获取缩放手柄，然后点击并拖动中间的手柄，将控制器缩放到大约 0.3。



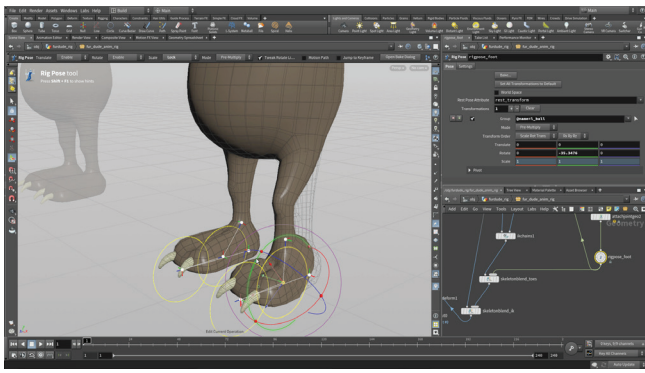
**08** 在骨骼变形节点上设置显示标志。使用 `rigpose_foot` 节点对 `_ball` 进行摆姿。你会发现，滚动球体时，脚趾会向下指，而不是弯曲。



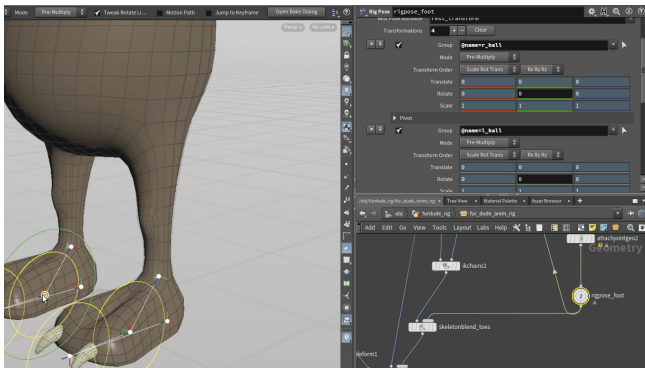
## 反向足部 SOP

存在一个 Reverse Foot SOP，可用于控制脚部并驱动腿部运动学。该 Reverse Foot SOP 配备滑块，用于控制足部滚动，且为所有部位设有单独控制项。但在本课程中你不会用到它。相反，你要创建一个手动搭建的反向足部解决方案，以此了解如何操控关节，获得所需的控制能力。

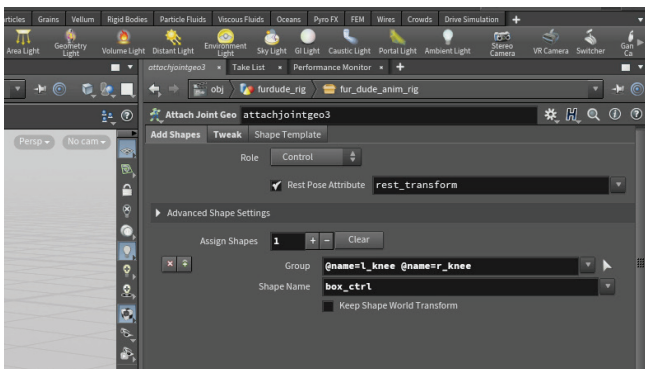




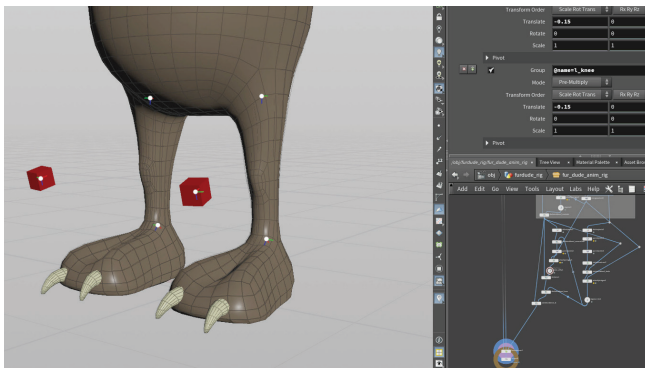
**09** 现在，在 *ik* 链与你刚刚使用的 *skeletonblend\_ik* 节点之间添加一个骨骼混合“Skeleton Blend”。将该节点重命名为 *skeletonblend\_toes*，并将世界空间“World Space”复选框设置为开启，将 *weight1* 设置为 1。现在，将 *rigpose\_foot* 节点的输出连接到第二个输入。点击 *Group* 旁边的箭头，选择脚趾和脚掌关节。按下回车键。现在，如果你转动球关节，脚趾就会指向正确的方向。



**10** 选择 *rigpose\_feet* 节点。确保此节点上仅列出左右脚掌和脚趾关节。对于所有这些关节，右键单击 >> Lock Parameter, Translate、Rotate 和 Scale 参数。然后针对每个关节的 Rotate Y，右键单击 > Unlock Parameter。现在，如果你选择这四个关节中的任何一个，你只会得到一个 Y 轴旋转操纵柄。



**11** 回到主控制网络框。向网络中添加一个 Box 节点。将其统一缩放“Uniform Scale”设置为 0.02。接着添加一个 Color 节点，并将其设置为 red。将该节点连接到合并并打包“mergepacked”节点，并将 Name 2 设置为 *box\_ctrl*。在 *parentjoints* 节点和 *knee\_ofset* 节点之间放置一个 Attach Joint Geometry。将 *mergepacked* 节点连接到第二个输入端口。将模式设置为 Tweak Shapes，然后选择膝盖关节，接着按 G 键并使用鼠标滚轮找到盒状几何体。

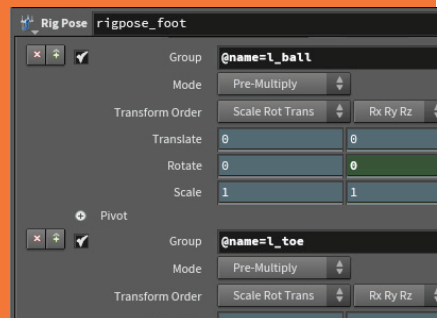


**12** 前往 *knee\_ofset* 绑定姿势节点确保仅列出两个膝关节。对于这两个关节，右键单击 > 锁定旋转和缩放参数。你将通过移动这些关节来对其进行控制。将两个膝盖的 Translate 值设为 -0.15、0、-0.05。在所有用于定义脊柱和头部关节的节点周围添加一个网络框并将其命名为 *Leg Controls*。



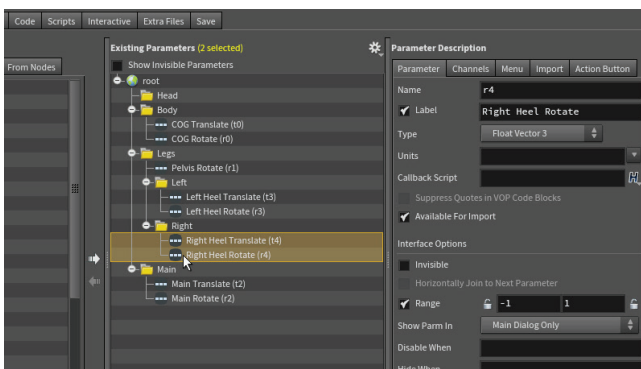
## 绑定姿势的作用

到目前为止，骨骼姿势节点一直用于测试骨骼。在构建动画控制骨骼时，该节点还用于设置将提升到顶级的参数，并定义在使用数字资产时哪些关节将可见。在设置这些节点时，很容易不小心添加不需要的参数，这会在顶级添加额外的关节。你也可能会因为点击 x 按钮而错误地删除需要的参数。

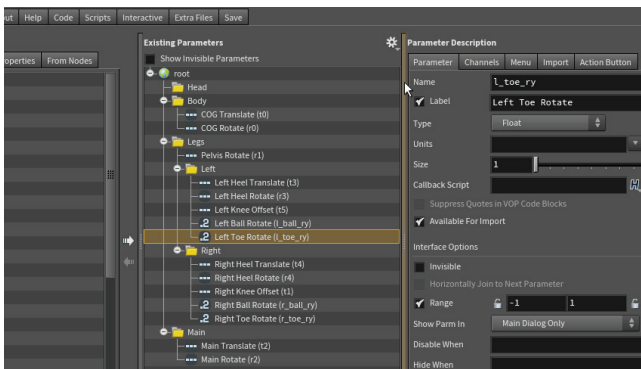


## 第十四部分 提升腿部和脊柱控制

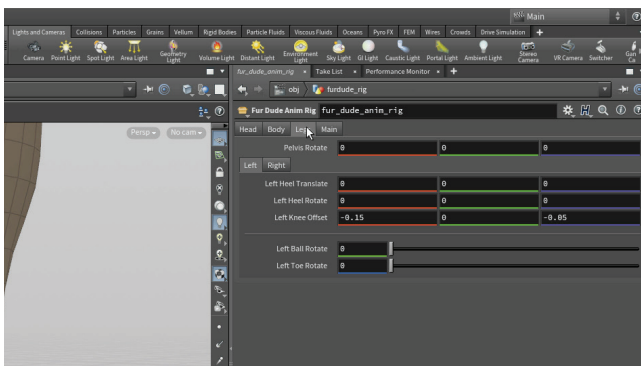
为了让动画师能够使用腿部和脊柱的所有控制，需要将这些参数提升到资产的顶层。这是一个重要步骤，始终是赋予动画师所需控制权所必需的。这也意味着，你可以隐藏某些你不希望动画师使用的参数。



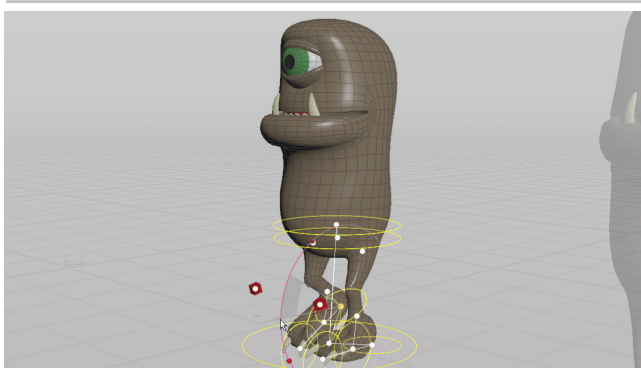
**01** 从资源菜单中，选择 `EditAsset Properties > Fur DudeAnim Rig`。点击参数选项卡创建四个文件夹。将它们分别命名为 `Head`、`Body`、`Legs` 和 `Main`。将 `COG` 参数拖到 `Body` 文件夹中，将主参数拖到 `Main` 中。在 `Legs` 文件夹内创建两个文件夹，分别命名为 `Left` 和 `Right`。将 `Left Heel` 参数添加到 `Left` 文件夹中，将 `Right Heel` 参数添加到 `Right` 文件夹中。



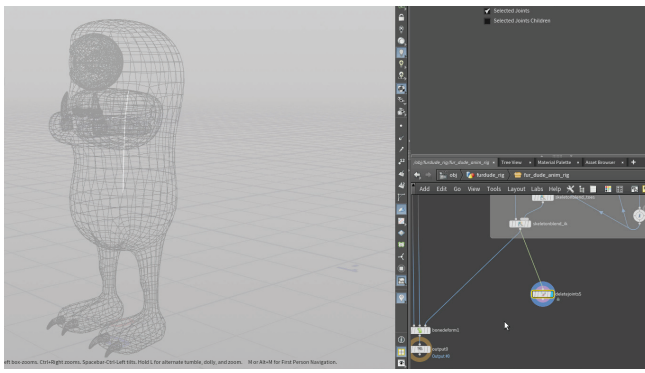
**02** 从绑定姿势节点 `knee_offset r`，将左腿的平移数值拖到 `Leg` 文件夹下的 `Left` 子文件夹中。将其重命名为 `Lef Knee Offset`。点击通道“Channel”选项卡，将默认值设为 `-0.15, 0, -0.1`。从 `rigpose_foot` 节点，拖出 `L_ball` 的 `RotateY` 属性，为其命名为 `Left Ball Rotate`，并将其 `Range` 设为 `0` 到 `30`。对 `L_toe` 的 `RotateY` 属性执行相同操作，命名为 `Left Toe Rotate`，范围设为 `0` 到 `20`。点击“+”号，在 `Knee Offset` 和 `Ball Rotate` 参数之间添加一个分隔符 `Separator`。对右腿和右脚执行相同操作。



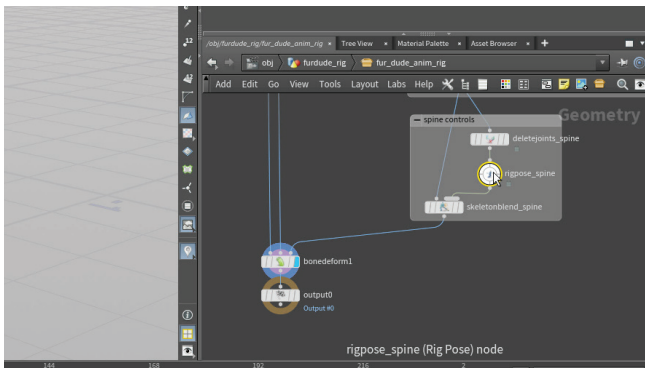
**03** 点击 `Accept`，此时新的参数和控制项将保存到资源中。返回上一级，查看布置在 `furdude_rig` 上的资源参数。这些参数是用于你正在处理的解锁装备的。与其测试这些参数，不如摆弄一下测试装备，这是个更好的主意。



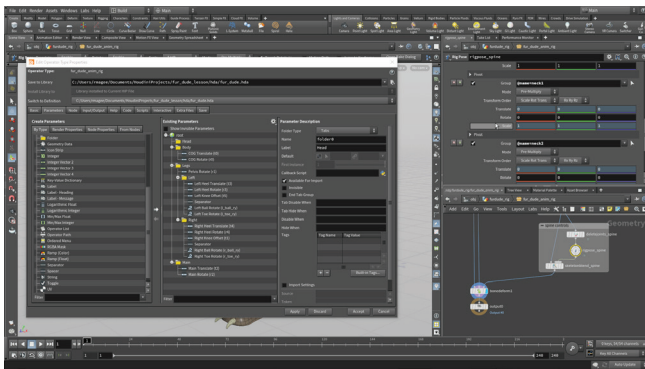
**04** 在网络视图（`Network view`）中，按 `1` 键导航回到测试装备（`test rig`，结合动画制作等语境，指测试用的角色骨骼等装备），该装备已更新以显示新的控制项。在场景视图（`Scene view`）中，使用控制手柄或使用浮动面板中的参数，操作测试装备。



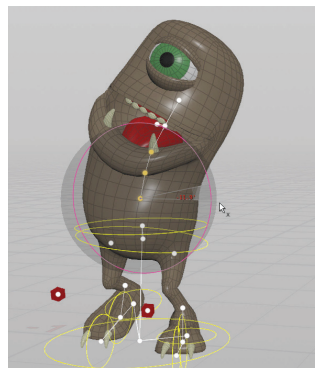
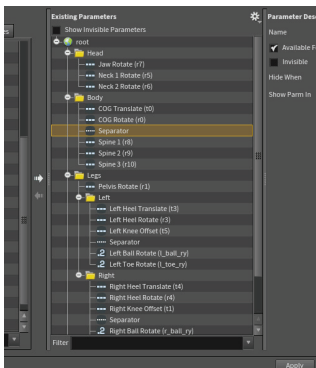
**05** 从 *skeletonblend\_ik* 节点分支出一个 **Delete joints** 节点，并设置其显示标志。将该节点重命名为 *deletejoints\_spine*。点击 **Group** 旁边的箭头，在场景视图中选择 *spine1*、*spine2*、*spine3*、*neck1*、*neck2* 和 *jaw*。按下回车键，然后将操作“Operaton”设置为删除未选定项“Delete Non-Selected”。



**06** 添加一个 **Rig Pose** 节点，并将其重命名为 *rigpose\_spine*。现在在 *skeletonblend\_ik* 和 *bonedeform* 节点之间添加一个骨骼混合 **Skeleton Blend** 节点。将该节点重命名为 *skeletonblend\_spine*，并将世界空间“World Space”复选框设置为开，将 *weight1* 置为 1。现在将 *rigpose\_spine* 节点的输出连接到第二个输入。在所有用于定义脊柱和头部关节的节点周围添加一个“网络框”，并将其命名为 *Spine Controls*。



**07** 设置其显示标志，然后在场景视图中按住 **S** 键，接着选中所有关节。这会将它们添加到绑定姿势列表中。锁定所有这些关节的 **Translate** 和 **Scale** 参数。你将只对它们进行旋转操作。



**08** 从“资源”菜单中，选择 **EditAsset Properties > Fur DudeAnim Rig**。点击参数选项卡。将 *neck1*、*neck2* 和 *jaw* 拖到 **Head** 文件夹中，并将它们命名为 **Neck 1 Rotate**、**Neck 2 Rotate** 和 **Jaw Rotate**。将 *spine1*、*spine2* 和 *spine13* 拖到 **Body** 文件夹中，并将它们命名为 **Spine 1**、**Spine 2S**、**pine 3**。在 **COG** 参数和脊柱参数之间添加一个分隔符。点击 **Accept**。这将把新的控制设置保存到绑定模型中。现在你可以使用测试绑定模型来探索这些设置。



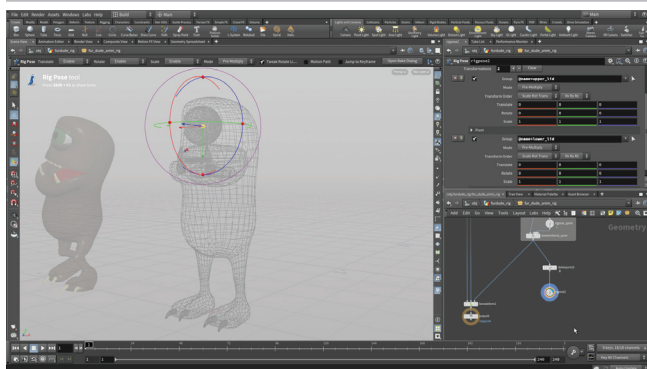
## 脊柱控制

对于这个绑定，你使用关节旋转来设置脊柱。这被称为正向运动学，就像绑定的其他部分一样，你从主骨架中提取这些关节，然后在绑定姿势中进行设置，以便提升到顶层。你没有为这些部件使用控制几何体，因为在场景视图中关节很容易选择。你不需要为所有关节都设置控制几何体。

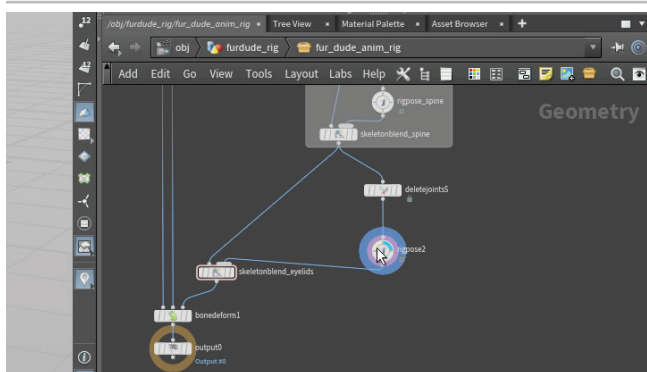
Fur Dude Anim Rig		fur_dude_anim_rig	
Head	Body	Legs	Main
COG Translate	0		-0.031
COG Rotate	0		0
Spine 1	0		0
Spine 2	0.761985		0
Spine 3	0		0

## 第十五部分 眼睛控制

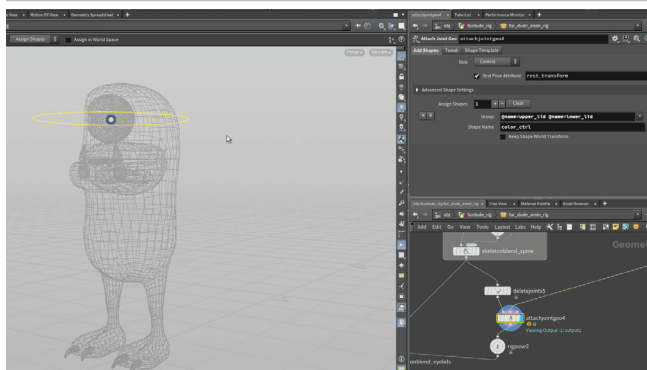
下一步是使用控制几何体设置眼睑，以便更轻松地选择这些重叠的关节。你还将使用Houdini中名为VOPS的不同部分，将眼睛目标关节设置为眼球的注视点。当这些部分完成绑定后，你将再次把合适的参数提升到角色的资源中。



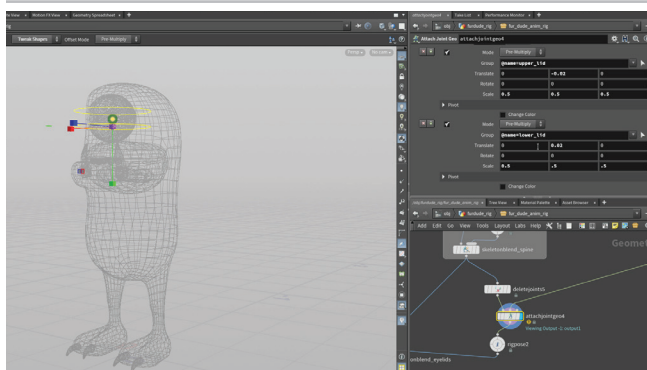
**01** 从 `skeletonblend_spine` 节点分支出一个 `Delete joints` 节点，设置其显示标志并将其命名为 `deletejoints_eyelids`。点击 `Group` 旁边的箭头，在 `RigTree` 中选择 `upper_lid` 和 `lower_lid`。将光标移至场景视图上，按回车键，然后将 `Operation` 设置为 `Delete Non-Selected`。添加一个 `Rig Pose` 节点并将其重命名为 `rigpose_eyelids`。设置其显示标志，然后在场景视图中按住 `S` 键，接着选择所有关节。这将把它们添加到绑定姿势列表中。



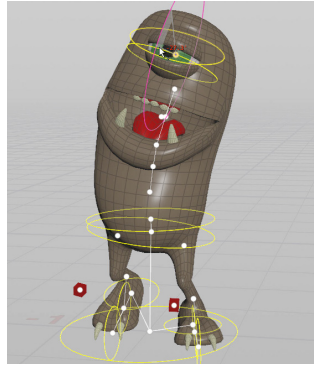
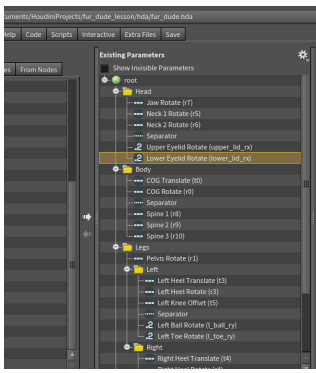
**02** 现在在 `skeletonblend_spine` 和 `bonedform` 节点之间添加一个蒙皮混合 “`Skeleton Blend`”，将该节点重命名为 `skeletonblend_eyelids`，并将 “`World Space`” 复选框设置为开，将 `weight` 设置为1。现在将 `rigpose_eyelids` 节点的输出连接到第二个输入



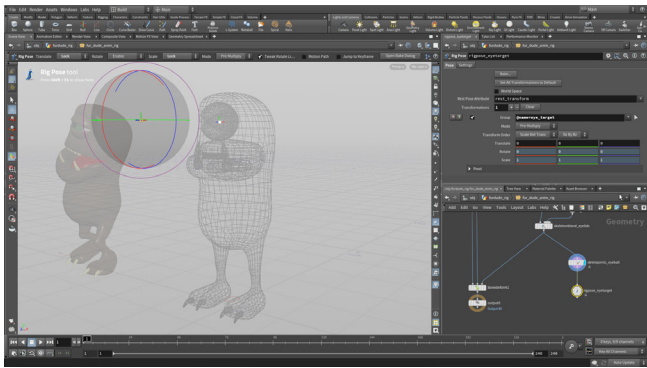
**03** 在 `deletejoints` 节点和 `rigpose` 节点之间放置一个 `Attach Joint Geometry` 节点。将 `mergepacked` 节点连接到第二个输入。设置此节点的显示标志，然后在场景视图中按回车键。确保模式设置为 `Assign Shapes`。选择所有两个眼睑关节，然后按 `G` 键并使用鼠标滚轮找到 `circle_ctrl` 几何体。



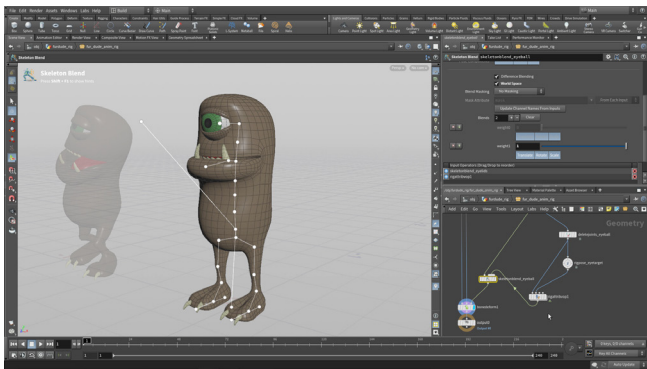
**04** 在顶部的操作控制栏中，将模式更改为 `Tweak Shape`。选择眼睑关节，然后按 `G` 键调出变换操纵柄。按 `E` 键获取缩放操纵柄，然后点击并拖动中间的操纵柄在三个方向上进行缩放，直到这些控件稍微变小(参数面板中大约为0.5)。现在选择上眼睑关节并将其向上移动0.02，然后选择下眼睑关节并将其向下移动0.02。



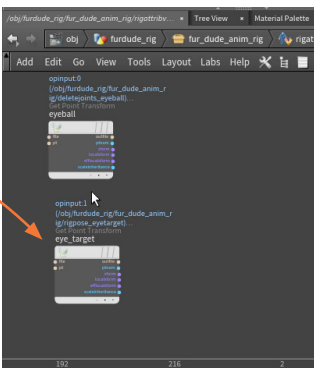
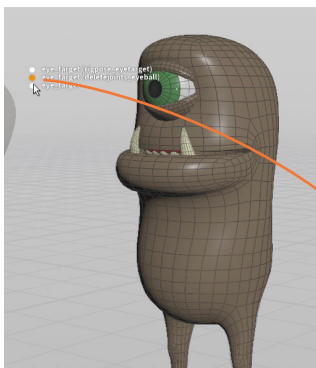
**05** 从资源菜单中，选择 **EditAsset Properties > Fur DudeAnim Rig**。点击参数选项卡。锁定所有这些关节的 **Translate**、**Rotate** 和 **Scale** 参数。解锁 **Rotate X** 参数。 **rigpose\_eyelids** 节点，将上眼脸的 **Rotate X** 参数拖到 **Head** 文件夹。将范围设置为 **-10** 到 **30**。接下来，将下眼脸的 **Rotate X** 参数拖到 **Head** 文件夹。将范围设置为 **-20** 到 **20**。添加一个分隔符，将眼睛控制与头部控制分开。点击 **Accept**。这会将新的控制项保存到绑定中。现在你可以使用测试绑定来探索这些控制项。



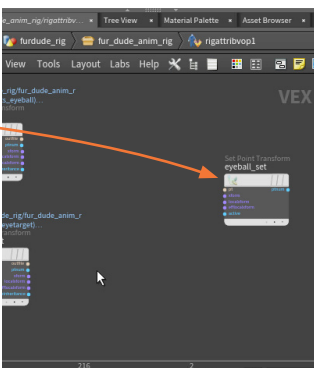
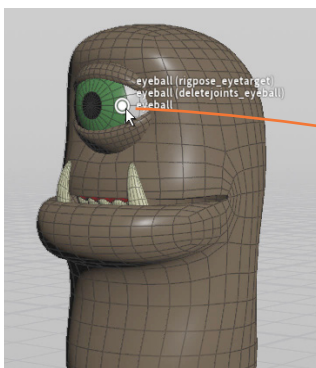
**06** 从 **skeletonblend\_eyelid** 节点分支一个 **Delete joints** 节点，设置其显示标志并将其命名为 **deletejoints\_eyes**。点击 **Group** 旁边的箭头，在场景视图中选择 **eyeball** 和 **eye\_target** 关节。按回车键，然后将 **Operation** 设置为 **Delete Non-Selected**。添加一个 **Rig Pose** 节点并将其重命名为 **rigpose\_eyetarget**。设置其显示标志，然后在场景视图中选择 **eye\_target** 关节。这将把它添加到绑定姿态列表中。你不需要眼球关节，它将由一个注视约束来控制。锁定 **eye\_target** 关节的 **Rotate** 和 **Scale** 参数。



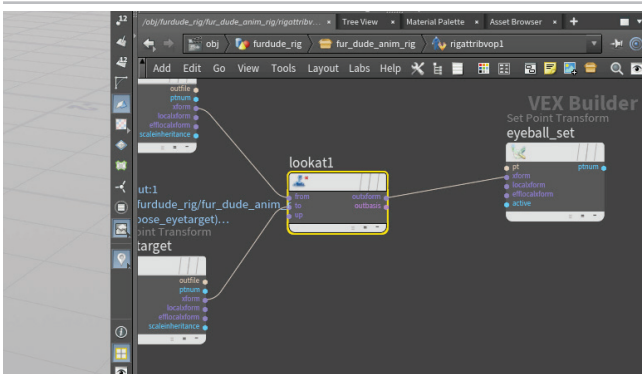
**07** 添加一个 **RigAttributeVOP** 节点。将 **deletejoints\_eyes** 节点连接到第一个输入，将 **rigpose\_eyetarget** 节点连接到第二个输入。现在在 **skeletonblend\_eyelids** 和 **bonedform** 节点之间添加一个骨骼混合 “**Skeleton Blend**”。将该节点重命名为 **skeletonblend\_eyeball**，并将 **World Space** 复选框设置为开启，将 **weight 1** 设置为 **1**。现在将 **rigattributevop** 节点的输出连接到第二个输入。设置 **bonedform** 节点的显示标志。



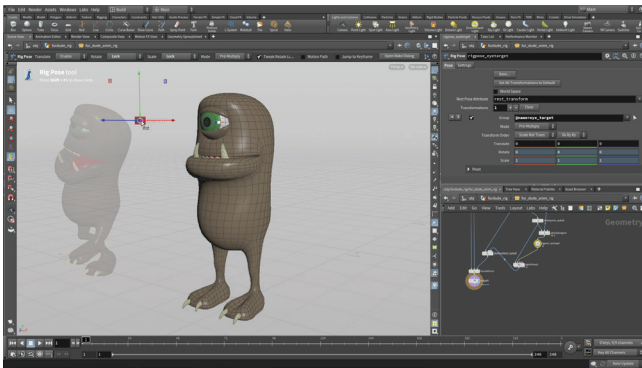
**08** 双击 **rigattributevop** 节点进入其中。在场景视图中，点击眼球关节，然后将 **eyeball (deletejoints)** 版本拖入网络编辑器。这样会得到一个获取点变换节点 “**Get Point Transform**”，该节点聚焦于来自第一个输入的眼球关节。点击 **eye\_target** 关节，然后将 **eyetarget (rigpose\_eyetarget)** 版本拖入网络编辑器。这样会得到一个获取点变换节点 “**Get Point Transform**”，该节点聚焦于来自“第二输入”的 **eye-target** 关节。



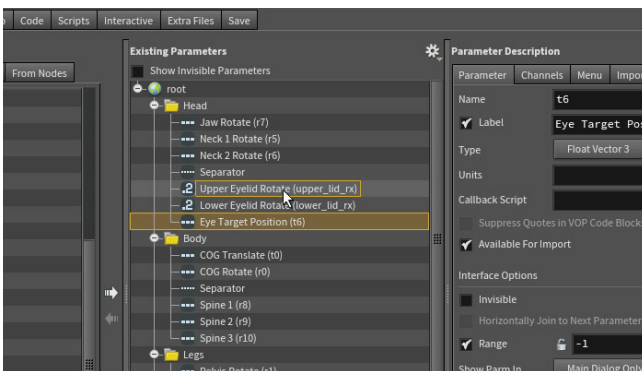
**09** 点击 **eyeball** 关节，然后将眼球版本拖入网络编辑器。这样就会生成一个聚焦于眼球关节的设定点变换节点 “**Set Point Transform**”。



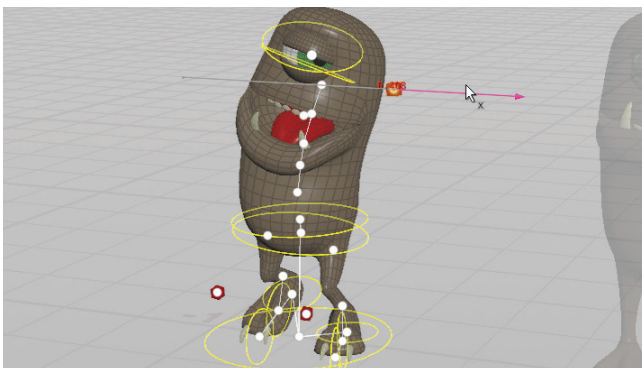
**10** 现在按下 `tab > LookAt (KineFX)` 并将该节点放置在中间位置。将眼球 `getpointtransform` 节点的 `xform` 输出连接到 `lookat` 节点的 `from` 输入。将 `eye_target` `getpointtransform` 节点的 `xform` 输出连接到 `lookat` 节点的 `to` 输入。将 `lookat` 节点的 `outxform` 输出连接到 `eyeball_set` 节点的 `xform` 输入。眼球几何体发生翻转。选择 `lookat` 节点，将 `Look At Axis` 设置为 `Z`，以匹配搭建绑定最初设置时的朝向



**11** 在 `deletejoints_eyes` 节点和 `rigpose_eyetarget` 节点之间放置一个 `Attach Control Geometry` 节点将网络中前面的合并打包节点连接到第二个输入。在该节点上设置显示标志，然后进入操纵工具。确保模式设置为 `Assign Shapes`。在 3D 视图中选择 `eye_target` 关节，然后按 `G` 键，并使用鼠标滚轮选择。在骨骼变形节点上设置显示标志。点击 `rigpose_target`，选择并移动 `eye_target` 关节。这样就能调整眼球的方向。通过撤销操作可将其恢复到初始位置。



**12** 在用于定义眼睛的所有节点周围添加一个网络盒，并将其命名为 `Eye Controls`。从资源菜单中，选择 `EditAsset Properties > Fur Dude Anim Rig`。点击参数选项卡。从 `rigpose_eyetarget` 节点，将 `eye_target` 的 `Translate` 参数拖到眼睛部分的 `Head` 文件夹中。将它们命名为 `EyeTarget Position`。点击 `Accept`。这会新的控制设置保存到绑定中。

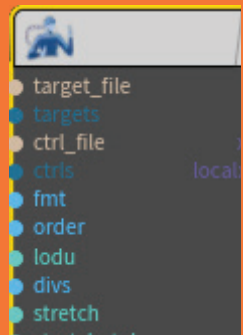


**13** 现在你可以使用测试装备来探索它们。这个控制装备的所有部件你都已完成。现在你可以为一个行走循环制作动画了。要做到这一点，你需要创建测试装备的第二个副本，并使用该网络制作动画。这个数字资产可以在多个场景文件中创建多个实例，并且如果之后你需要返回并进行更改，所有的资产都会随之更新。这就是使用数字资产绑定的工作流程优势。



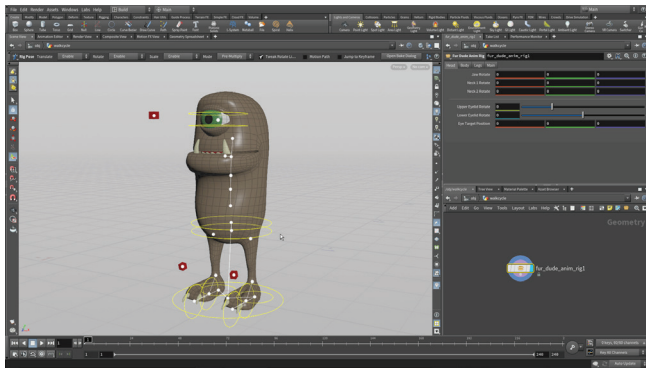
## 在 VOPS 中进行绑定

Rig Attribute VOP 提供了一系列不同的解决方案，超出了你在本节课中所看到的内容。使用这种方法可以构建逆向运动学“IK”链，并且你之前使用的IK链SOP内部就包含其中一种。你还可以使用VOP来设置曲线解算器、逼真的肩部、反向足部等。将关节从场景视图拖到VOP网络的功能是一种独特的工作流程，有助于加快工作流程。



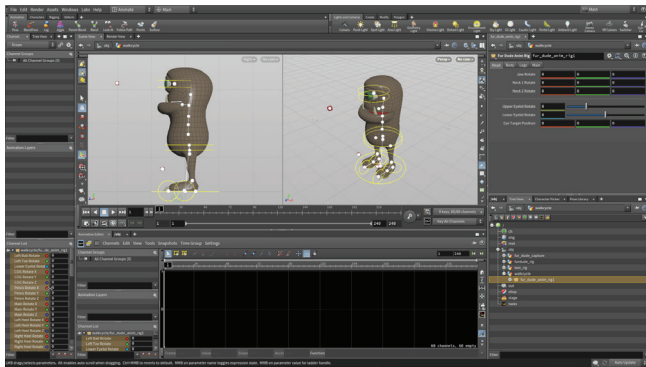
## 第十六部分 为绑定设置动画

是时候为毛茸茸老兄这个角色制作一个行走循环的关键帧了。这将用到诸如“通道列表”之类的新工具，以便锁定通道来规划动作。其结果将是一个快速且大致的行走循环，旨在让毛茸茸老兄动起来。目标是规划出一个基本的帧工作流程，从而对如何为Ki neFX绑定进行动画制作有所了解。



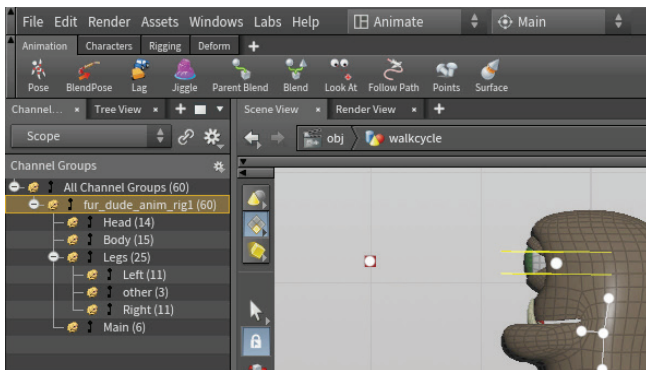
**01** 进入对象层级。按下 **tab > Geometry**，然后放置节点。将其重命名为 *walkcycle*。关闭所有对象的显示标志。

双击进入行走循环，在网络视图中，按 **tab > Fur Dude Anim Rig**。按回车键将其放置在原点。这是毛茸茸家伙绑定的一个新的锁定版本，你将从头开始为其制作动画。这会将角色资源的另一个版本放入场景中。你可以在这个场景文件或其他场景文件中有多个版本，它们都将引用磁盘上相同的资源定义。



**02** 从桌面菜单“Desktop”（当前显示“构建”的那个菜单）中，选择 **Animate**。这会为您提供专门用于关键帧工作流程的窗格。您可能需要返回到行走循环对象。

左侧的通道“Channel List”列表将在规划角色动画方面发挥关键作用。动画编辑器“Animaton Editor”可让您显示和编辑动画曲线。在本课程中，您将进行动作规划，但不会进行任何曲线编辑。

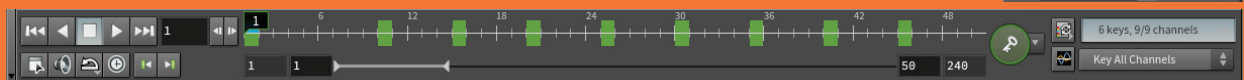


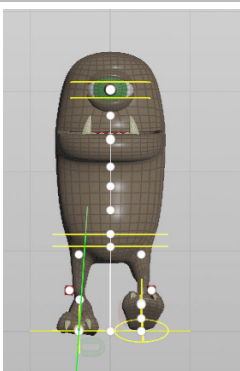
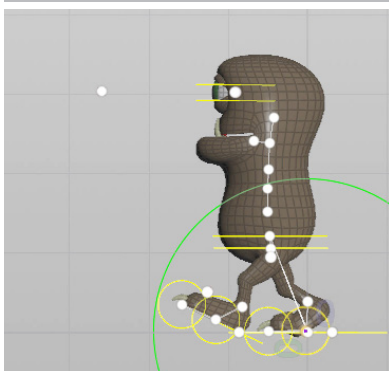
**03** 在网络视图中，选择 *walkcycle* 对象内的 *fur\_dude\_a nim\_rig*。转到“参数”窗格，然后点击右上角的方块图标。选择 **Parameters and Channels > Create Nested Channel Groups**。在弹出窗口中点击 **Close**。现在，资产中的参数将根据其文件夹列出并整理。点击 *fur\_dude\_anim\_rig* 通道组旁边的图钉图标，以固定这些通道。确保时间轴设置为第1帧，然后按 **k** 键为所有通道设置关键帧。



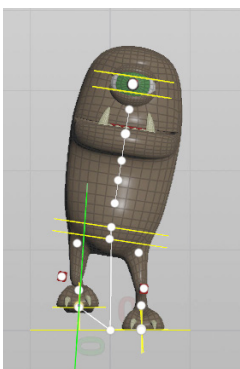
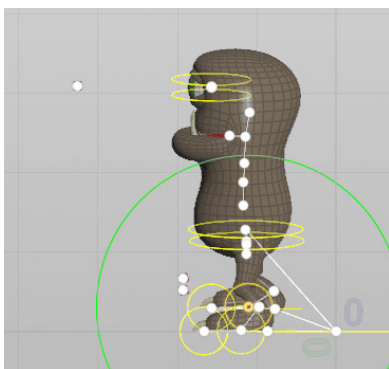
### 通道如何工作

当你选择一个关节时，通道会加载到通道列表中。按 **k** 键为它们设置关键帧。如果你想将它们保留在列表中以便进行屏蔽，可以将它们固定，或者将它们添加到一个通道组中以便一起固定。你可以直接从资源构建通道组。它们是根据你为角色构建用户界面的方式进行组织的。你也可以创建自己的组来固定特定的通道。

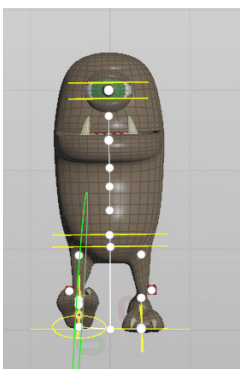
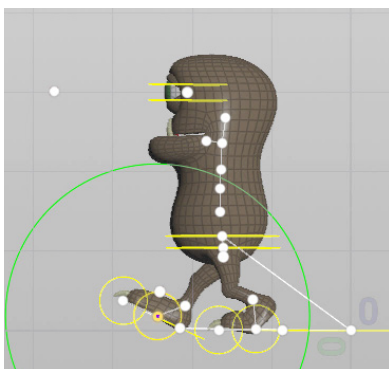




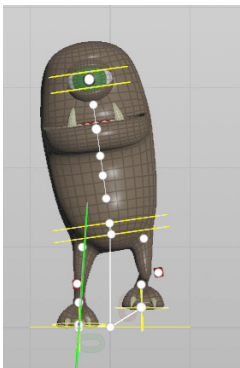
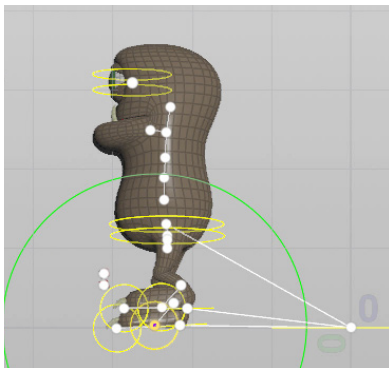
**04** 将时间轴设置为从10开始，到50结束。转到第10帧。在所有通道都固定的情况下，按 k 键设置另一个关键帧。你需要先设置关键帧，然后再摆姿势。任何姿势调整都会更新该关键帧的值。你想要创建一个姿势，让左脚后跟向前移动并向上旋转。重心会稍微下降，右脚球向前滚动。



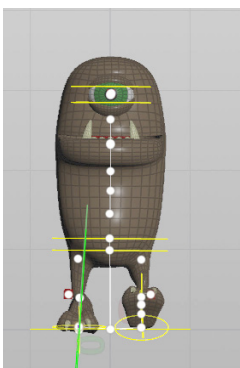
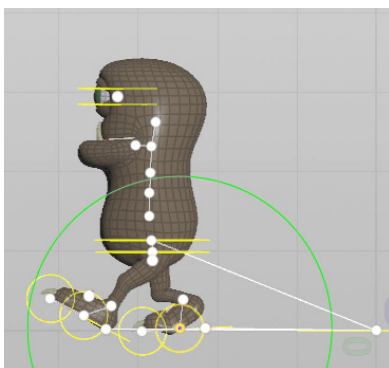
**05** 转到第15帧并按下k键将左脚后跟放平，但不要移动它。将重心移动至与左脚对齐。将右脚后跟抬起，与另一只脚成一条直线。将右脚前脚掌向后转动，使脚放平。将重心向左脚方向转动一点。你也可以给三个脊椎关节添加一些旋转，以突出这种倾斜。



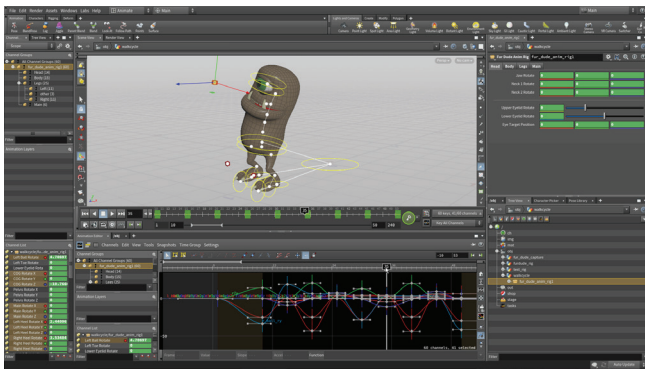
**06** 人转到第20帧并按下k键。现在你想要创建一个姿势，在这个姿势中，右脚后跟向前移动并向上旋转。重心会稍微下降，左脚球向前滚动。这与第10帧的姿势相反。将重心和脊椎关节旋转回中心位置。



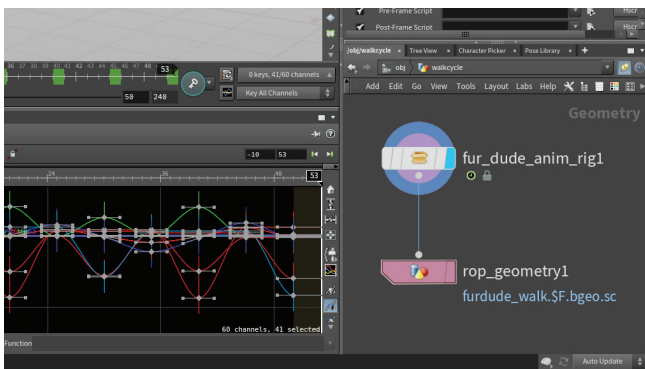
**07** 转到第25帧并按下k键。将右脚后跟放平，但不要移动它。将重心移动至与右脚对齐。将左脚后跟抬起，与另一只脚在一条直线上。将左脚前掌向后转动，使脚放平。将重心向右脚方向转动一点。你也可以给三个脊椎关节添加一些旋转，以突出这种倾斜。



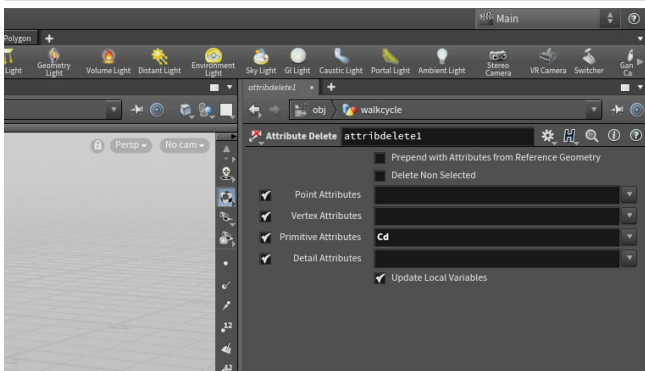
**08** 转到第30帧并按k键。你想要创建一个姿势，使左脚后跟向前移动并向上旋转。重心会稍微下降，同时右脚球向前滚动。将重心(COG)和脊椎关节旋转回中心位置。



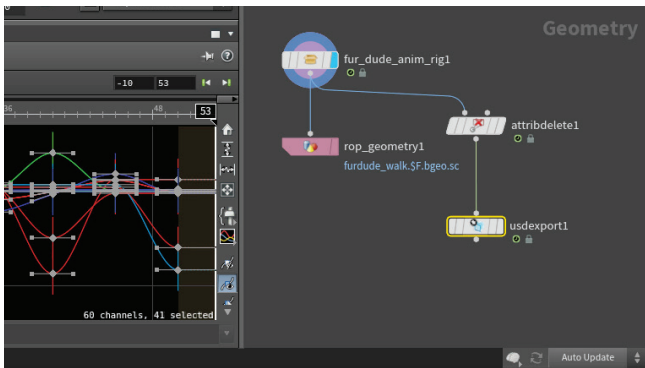
**09** 持续这种模式，直到第50帧。你可以重复相同的姿势，使行走循环继续向前。此时，你可以回过头去调整任何姿势，以优化动作。你还可以尝试使用额外的关键帧来创建一些重叠动作。你可以为眼睛添加一些运动动画，比如眨眼。如果你想要更长的动画，也可以超过50帧。



**10** 将 `fur_dude_anim_rig` 节点的输出连接到 ROP Geometry 节点。这将使你能够导出毛茸小人的几何缓存。将输出文件“Output File”设置为 `$HIP/geo/furdude_walk.$F.bgeo.sc`。将下一组有效帧范围设置“SetValid Frame Range”为渲染帧范围“Render Frame Range”。右键单击开始“Start”/结束“End/增量“Inc”参数并选择删除通道。将Start设置为1,End设置为50。点击保存到磁盘“Save to Disk”按钮，将缓存存储到磁盘。你将用此来添加毛发。



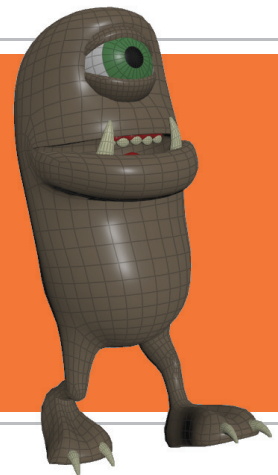
**11** 从 `fur_dude_anim_rig` 节点分支出一个属性删除“Attribute Delete”节点。在原始属性“PrimitiveAttributes”下选择Cd。这将去除所有身体部位的颜色。



将属性删除“`attributedelete`”节点的输出连接到USD Export节点。这样你就可以将毛发角色几何体导出USD格式。将输出文件“Output File”设置为 `$HIP/usd/furdude_walk.usd`。将下一组有效帧范围设置“etValid Frame Range”为渲染帧范围“Render Frame Range”。右键单击开始“Start”/结束“End/增量“Inc”参数，然后选择删除通道“Delete Channels”。将Start设置为1,End设置为50。点击“保存到磁盘”按钮，将缓存存储为USD文件。你将在后续渲染过程中使用该文件。

## 缓存动画

由于Houdini的程序化特性，实际上并不一定需要缓存动画。你可以将其从这个网络引用到另一个用于毛发梳理的网络，或者引用到Solaris以转换为USD格式。缓存的优势在于你可以锁定动画，并使用磁盘上的扁平化文件进行工作。这是一种非常适合生产的方法。在Solaris中，从磁盘引用的USD文件效率也更高。由于Houdini从磁盘引用文件，你始终可以自由更改动画并输出新的序列，而且它会自动被识别。



## 第十七部分 添加并梳理毛发

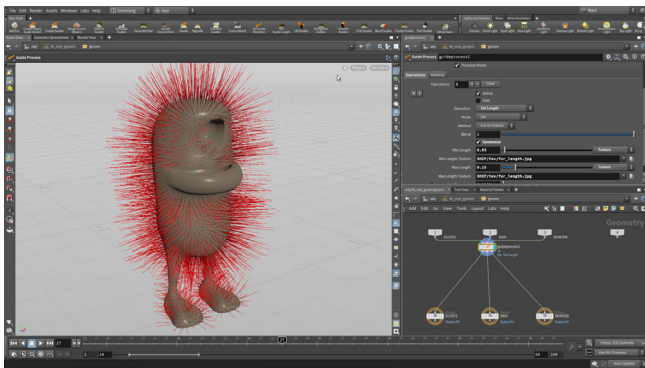
毛茸茸先生(Fur dude)之所以叫这个名字是有原因的，你将使用各种造型工具来添加毛发并塑造其形状。利用专为毛发造型设计的桌面工具，你可以添加毛躁感、毛发结块效果以及毛发动态效果，这样在毛茸茸先生行走时就能模拟出逼真的效果。最终成果将可以导出进行渲染。



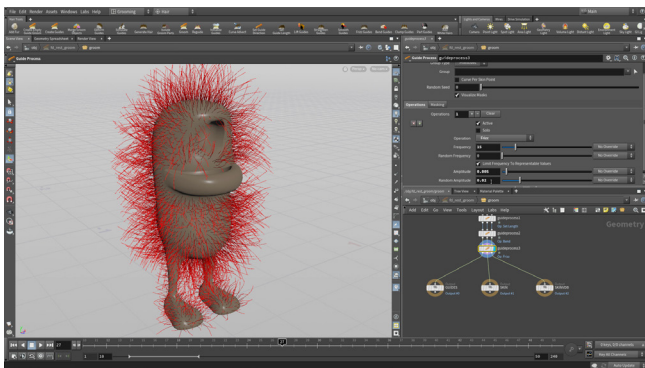
**01** 进入Grooming工作区。将现有的四个对象放入一个网络盒子中，并将其命名为*Rig & Animate*。在网络编辑器中，tab > File。放置节点，然后双击进入该节点。点击几何文件“Geometry File”旁边的浏览“browse”按钮，找到 $\$HIP/geo.Select\_furdude\_walk.\$F.bgeo.sc.$ 。点击Accept。添加一个Blast节点，将其组设置为*fur\_dude\_body*，并勾选删除未选中项“Delete Non-Selected”复选框以聚焦于身体部分。设置显示标志，然后进入对象层级，将其重命名为*fd\_anim*。按住Alt键拖动创建一个副本，并将其命名为*fd\_rest*。深入操作，将几何文件“Geometry File”改为 $\$HIP/geo/furdude\_walk.1.bgeo.sc.$



**02** 现在把时间滑块向前移动一点。一个物体有静态版本的毛发模型，另一个是动态的。点击添加毛发“Add Fur”按钮。选择*fd\_rest*对象并按回车键。现在选择*fd\_anim*对象并按回车键。关闭*fd\_rest\_anim*、*fd\_rest\_deform*和*fd\_rest\_hairgen*显示标志“Display flag”。打开*fd\_res*和*fd\_rest\_groom*的显示标志“Display flag”。



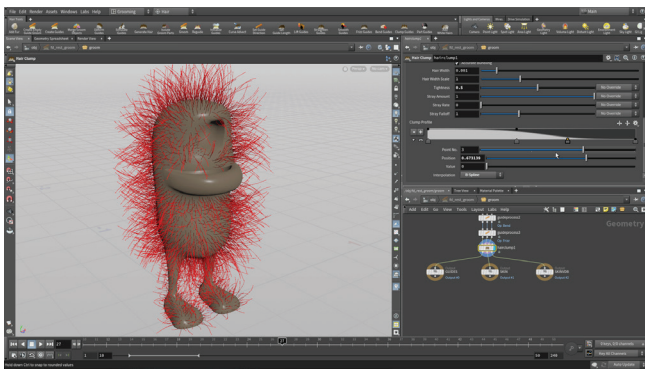
**03** 选择*fd\_rest\_groom*节点，然后在毛发工具“Hair Tools”货架上，点击设置引导线长度“Set Guide Length”。将随机化“Randomize”按钮切换为开启。将最小长度“Min Length”设置为0.03，并从右侧的菜单中选择纹理“Texture”。使用文件浏览器按钮选择 $\$HIP$ ，然后进入*tex*目录并选择*fur\_length.jpg*。现在将最大长度“Max Length”设置为0.15，然后再次选择纹理“Texture”。你可以使用右侧的箭头选择*fur\_length.jpg*图像。现在你已经将眼睛、嘴唇和脚底遮住，其余的毛发则设置了随机长度。



**04** 从毛发工HairTools 工具架中，点击弯曲导向“Bend Guides”。将角度“Angle”设为45，为导向线添加一些弯曲效果。接下来，点击毛躁导向工具“Frizz Guides”。进行如下设置：

- 频率“Frequency”设为15
- 振幅“Amplitude”设为0.005
- 随机振幅“RandomAmplitude”设为0.02

这样可以防止毛发在渲染时看起来过于笔直。如果你想要更杂乱的外观，可以添加更多毛躁效果。



**05** 从毛发工具“HairTools”工具架中，点击成束导向“Clump Guides”。将束大小“Clump Size”设为0.02，紧密度“ ”设为0.5。

接下来，调整束轮廓“Clump Profile”，使其在较长一段距离内保持较高高度，然后在靠近末端处逐渐变细。

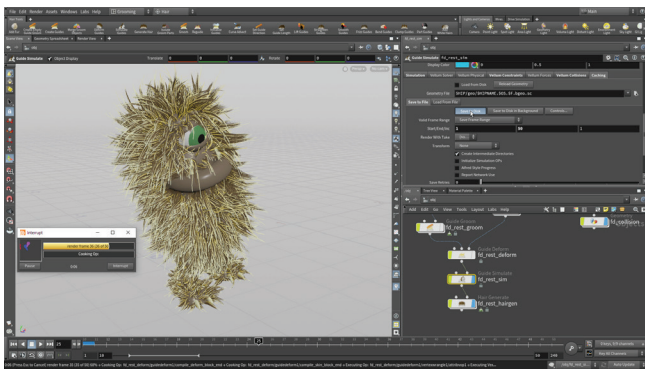
现在，进入物体“Object”级别，关闭 *fd\_rest* 和 *fd\_rest\_groom* 的显示，开启 *fd\_anim*、*fd\_rest\_sim* 和 *fd\_rest\_hairgen* 的显示。

选择 *fd\_rest\_groom* 节点，将密度“Density”设为20000。



**06** 选择 *fd\_rest deform* 节点，从HairTools工具架中点击模拟导向“Simulate Guides”。

在 *fd\_rest\_sim* 节点上，进入约束“Vellum Constraints”选项卡，在弯曲“Bend”项下将刚度“Stiffness”设为5。按住Alt键拖动 *fd\_anim* 节点进行复制，并重命名为 *fd\_collision*。进入该节点，在 *blast* 节点上把删除未选中项“Delete Non Selected”设为关闭。将 *tongue*、*upper teeth* 和 *gums* 添加到Group选择中，然后添加一个空“Null”节点并命名为“COLLISION\_OUT”。在物体级别，选择 *fd\_rest\_sim*，然后在Vellum Collisions项下，将外部碰撞“External Collisions”设为开启，接着将碰撞器“Collider SOP”设为 `../fd_collision/COLLISION_OUT`。



**07** 点击 Caching 选项卡，将设置有效帧范围“Set Valid Frame Range”设为保存帧范围“ave Frame Range”。

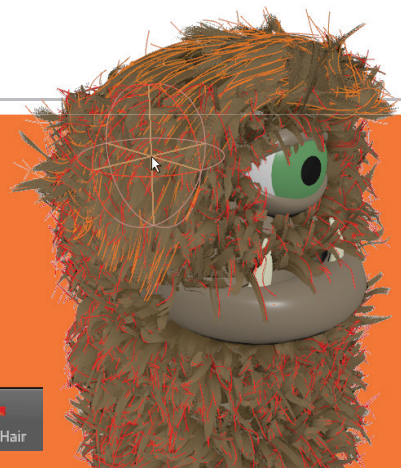
在开始“Start”/结束“End”/增量“Inc”参数上点击右键，选择“删除通道“Delete Channels””。将开始“Start”设为1，结束“End”设为50。

点击保存到磁盘“Save to Disk”以运行模拟。现在，将从磁盘加载“Load from Disk”复选框设为开启。现在，该缓存将用于定义毛发，而非逐帧计算毛发。



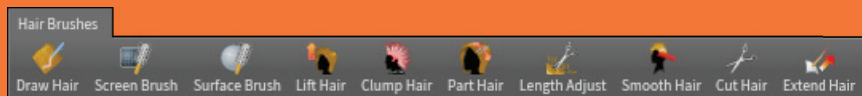
**08** 选择 *fd\_rest\_hairgen* 节点。在分布下“Distributon”，将密度“Density”设置为1000000。

向下滚动到导向插值“Guide Interpolaton”簇交叉“Clump Crossover”设置为0.25，使发簇之间产生一些重叠。这样你就能了解 *furdude* 满头头发时的样子。这些毛发不是你要在Houdini中名为Solaris的光照环境下渲染的毛发。相反，你要导入引导毛发，并在渲染时使用毛发程序进行渲染。



## 发刷

梳理桌面还配备了毛刷工具，让您可以在角色表面进行交互式操作。您可以拉长、顺滑、修剪和延长毛发。设置“多毛伙计”的毛发造型并不需要这些工具，但之后您可能希望探索使用它们，进一步优化最终造型。



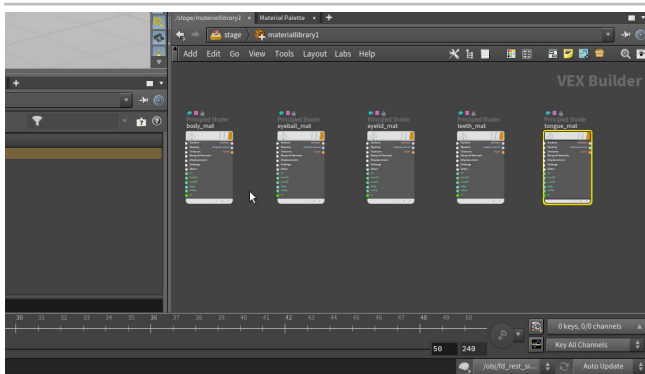
## 第十八部分 设置并渲染镜头

要渲染这个镜头，你需要将USD文件导入到Solaris场景中，然后添加一个背景。Solaris是Houdini的一个环境，它使用LOP节点来搭建USD场景图。接下来，你要导入毛发，然后添加并放置一个相机和一盏灯光。然后调用Karma渲染器来创建该镜头的预览渲染，接着渲染出动画序列。

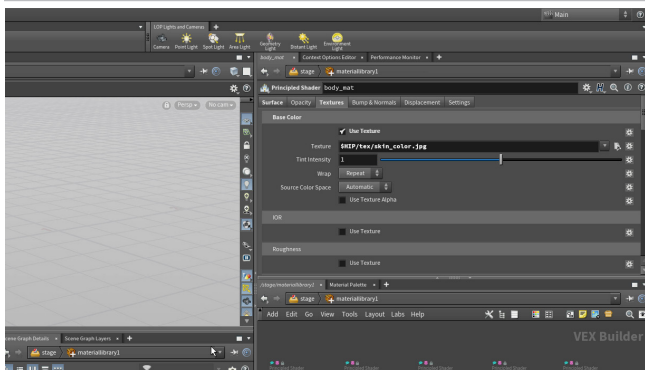


**01** 将桌面更改为Solaris。从路径栏中选择Stage。在网络视图中，按tab > Reference然后单击以添加一个参考“Reference”节点。在参考文件“Reference File”旁边，点击文件模式“File Pattern”，找到*furdude\_walk.usd*文件。将节点重命名为*furdude*。将Primitive Path设置为/*char/@sourcename* -这将使用节点名称并将其放入一个名为*char*的组中。在场景图树中展开*char*，然后展开*furdude*，以查看所有命名的基元。

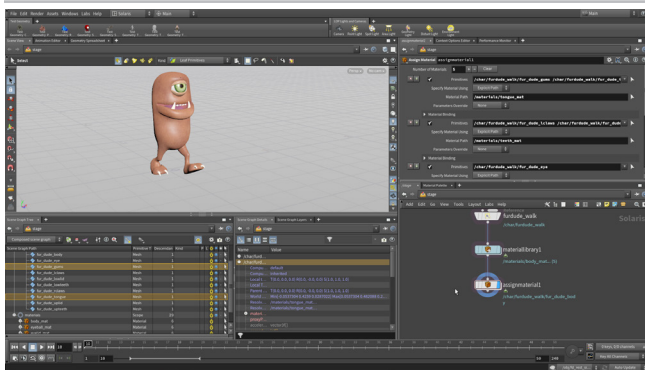
在场景视图中，使用诸如按空格键-h等视图工具将视图归位，以便更好地查看行走循环。



**02** 按下 tab > Material Library。将其注接到参考节点的输出，然后设置其显示标志。前往材质面板，点击/*stage/materiallibrary*旁边的箭头展开此区域。在面板左侧的材质库中滚动浏览，然后将标准表面材质“Principled Shader”拖入材质库工作区。转到网络视图，按住Alt键拖动该材质，再创建四个。将这五个材质分别重命名*body\_mat*、*eyeball\_mat*、*eyelid\_mat*、*teeth\_mat*和*tongue\_mat*。你也可以在场景图树中看到这些材质。



**03** 对于*furdude\_body\_mat*，在Surface选项卡下，将基础颜色“BaseColor”设置为1, 1, 1。点击纹理“Texture”选项卡，在基础颜色“BaseColor”下点击使用纹理“Use Texture”，然后使用纹理旁边的按钮调出文件窗口。在侧边列表中点击\$HIPI，然后点击*tex*文件夹将其打开，接着点击一次*skin\_color.jpg*将其选中。点击Accept将纹理指定给材质。接下来，将粗糙度“Roughness”设置为0.5，反射率“Refractivity”设置为0。使用相同的方法将*eye\_color.jpg*和*eye\_lid.jpg*指定给它们的材质。将*tongue\_mat*设置为淡红色“redish pink”，将*teeth\_mat*设置为淡黄色“yellowish-white”。



**04** 进入场景层级“Stage level”。在材质库Material Library节点之后，添加一个指定材质Assign Materials节点。从场景图中将*furdude\_body*拖到基本体“Primitives”字段，然后点击材质路径“Material Path”旁的箭头，选择*body\_mat*。现在点击Plus Sign旁的按钮来添加四个新条目，按如下方式指定它们：

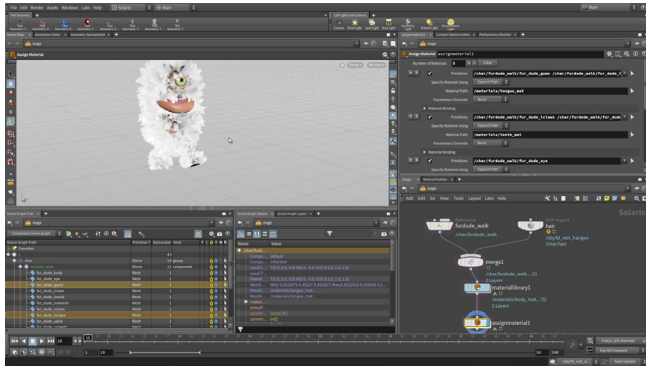
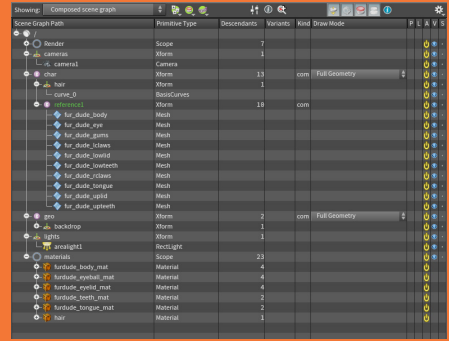
- *furdude\_eye* > *eyeball\_mat*
- *furdude\_lowid/uplid* > *eyelid\_mat*
- *furdude\_lowteeth/upteeth/claws* > *teeth\_mat*
- *furdude\_tongue/gums* > *tongue\_mat*



## USD场景图

在Solaris中工作时，使用LOP节点添加的几何体和材质会被添加到场景图中并转换为USD格式。当添加灯光和相机时，它们也会成为USD场景图的一部分。

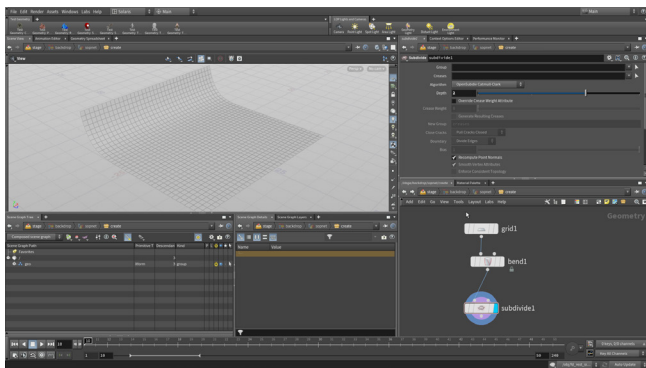
作为一名艺术家，在Houdini中进行光照和渲染时，并不需要完全理解通用场景描述USD。但一旦你开始考虑项目的流程，USD将成为管理镜头的有用工具。



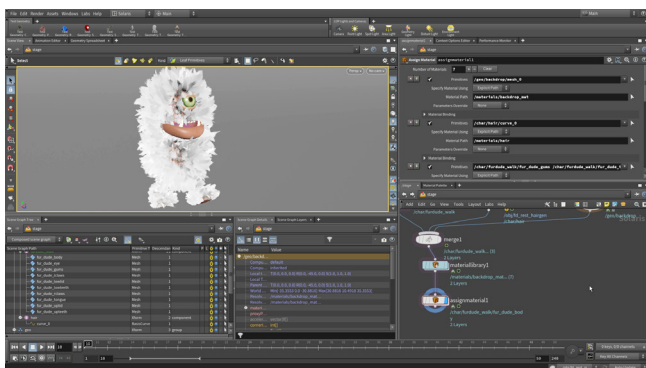
**05** 在“网络”视图中，按tab键并输入SOP Import。点击以放置节点。将其重命名为hair。将Import Path Prefix设置为/char/\$OS。点击节点图标“网络到SOP路径”，并导航到fd\_rest\_hairgen节点。在furdude节点和materiallibrary节点之间添加一个Merge节点。将hair节点连接到该Merge节点。



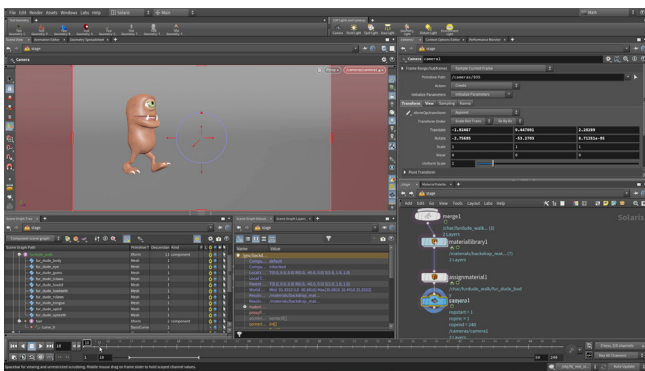
**06** 回到材质面板。打开/stage/materiallibrary。将Hair材质拖到材质库工作区。将头发的根部颜色和发梢颜色保留为默认设置。接下来，点击二次反射选项卡“Secondary Refecton”将根部颜色“Root Color”设置为深灰色“dark grey”，发梢颜色“Tip Color”设置为中灰色“medium grey。”。回到指定材质节点，在场景图中，点击“图元”旁边的箭头并选择毛发曲线。接下来，点击材质路径“Material Path”旁边的箭头并选择hair材质。



**07** 在网络视图中，按tab键并输入Grid。点击放置节点。将其重命名为backdrop，并将其连接到merge。将导入路径前缀“Import Path Prefix”设置为/geo/\$OS。双击backdrop节点，深入到几何体层级。选择网格节点，将Size设置为50, 50, 行数“Rows”和列数“Columns”设置为10。右键单击网格节点的输出，输入Bend。放置弯曲节点并设置其显示标志，然后设置：弯曲度“Bend”为75,, 捕捉原点“Capture Origin”为0, 0, -10, 捕捉方向“Capture Directon”为0, 0, -1, 捕捉长度“Capture Length”为10。右键单击弯曲节点的输出，输入细分“Subdivide”。设置其显示标志，然后将深度“Depth”设置为2。

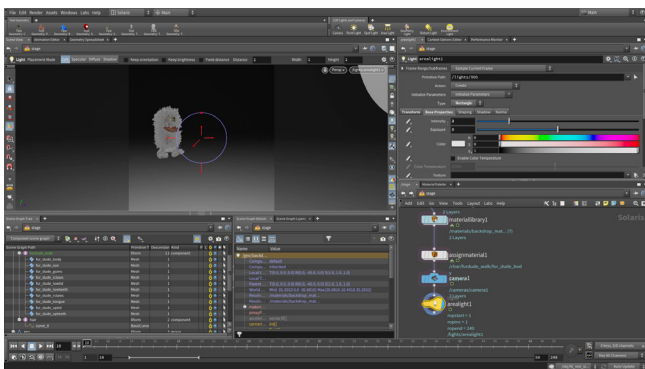


**08** 进入对象层级，将RotateY设置为-45度。添加材质并指定。你可以保留默认的灰色，也可以添加自己的基础颜色。将时间范围设置为10-50。在头发经过10帧稳定下来后，你将渲染这个序列。



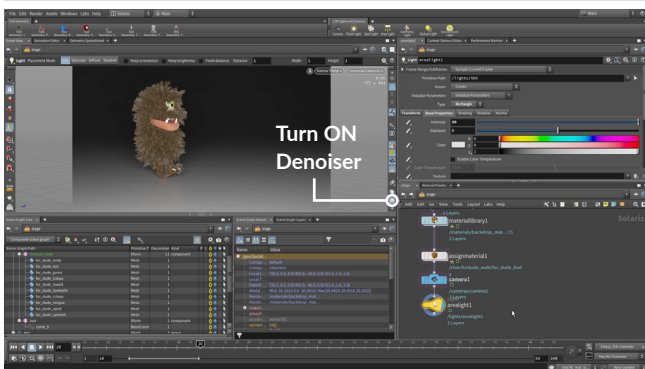
**09** 使用视图工具从正面查看“毛家伙”。在局部操作面板灯光与相机架子上“LOP Lights and Camera”，按住Ctrl-键并点击

Camera工具。这会在网络中添加一个相机节点，此时你就可以通过场景视图中的相机进行查看了。按下Lock Camera/Light toView按钮，以便使用视图更改来重新定位相机。现在，在场景视图中进行Tumble、Pan和Dolly，重新定位相机，使furdude从左侧开始，然后移动到右侧。拖动时间轴，确保相机在整个序列中都能正常工作。

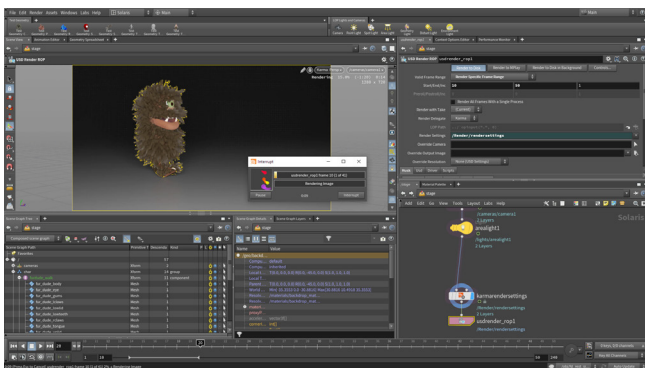


**10** 现在关闭Lock Camera/Light toView按钮，然后四处转动视角，直到你俯视“毛怪”。在局部操作面板灯光和相机“LOPLights and Camera”面板中，按住Ctrl-键并点击区域光“Area Light”工具。这会在链的末尾添加一个区域光“

arealight”节点。选择该区域光节点“arealight”，然后在基本属性“Base Propertes”选项卡中，将强度“Intensity”设置为2。



**11** 从透视图菜单中，选择Karma，以在场景视图中使用Karma进行渲染。你可以在时间轴中切换到不同帧，场景视图会快速更新。Karma是为配合USD而设计的，这就是为什么LOP上下文中的所有内容都会转换为USD场景图。你只能在Houdini的这个模块中使用Karma渲染器。若要在渲染时获得更清晰的图像，如果你有Nvidia显卡，可以开启去噪器Denoiser。务必从Render菜单安装去噪器，然后在Display Options栏中开启它。

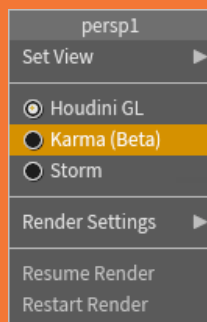


**12** 按下tab > Karma，添加一个Karma Render Setngs和USD Render ROP节点。将它们连接到节点链的末端。选择karmarendersetngs节点，在Image Output > Filters选项卡中，将去噪器“Denoiser”设为nvidia Optx Denoiser。将输出图片“Output Picture”设为\$HIP/render/walk/furdude\_walk\_-\$F2.exr。名称中的\$F用于在渲染结果中添加帧号，数字2是帧号的填充位数。选择usdrender\_rop节点，在开始“Start”/结束“End”/“Inc”参数上点击右键，选择删除通道“Delete Channels”。将Start设为10，End设为50。选择usdrender\_rop节点，点击渲染到磁盘“Render to Disk”



## KARMA 渲染器

现在你将使用Houdini的渲染器Karma渲染序列。Karma旨在渲染USD，被称为渲染委托。首先，你将在场景视图中进行渲染。在场景视图中按“d”调出显示选项以控制渲染。你可以启用去噪器、设置像素采样并定义图像分辨率。之后，当你设置一个Karma渲染层级(Karma LOP)时，该节点上会有渲染设置，你将使用这些设置来创建最终输出并保存到磁盘。

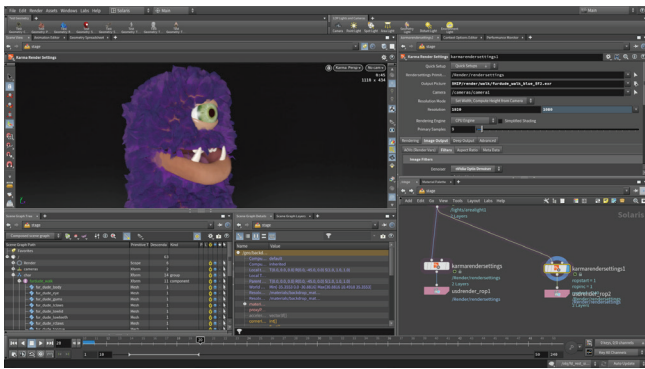




**13** 完成后，选择Render > Mplay > Load Disk，打开渲染好的图像以查看最终序列。之后，你可以分出分出另一个Karma 节点，以提高最终渲染的分辨率和渲染设置。最好先以较低的分辨率完成测试渲染，以确保一切都按预期运行。



**14** 如果你想调整毛发设置，可以将场景视图固定到LOP网络，然后回到对象层级，在模拟导向器“Simulate Guides”节点中，将从磁盘加载“Load from Disk”复选框设置为关闭“Off”。这样一来，所做的任何更改都将应用到最终渲染中。在这里你可以看到，头发被剪短了，而且变得更加毛躁。你可以做任何你想做的事。完成后，一定要重新缓存，然后将从磁盘加载“Load from Disk”重新设置为开启“On”。



**15** 然后你可以回到Solaris 网络，或许改变毛发的颜色并重新渲染。对于最终渲染，你可能需要将分辨率“resoluton”提高到 1920x1080,并更改一些质量设置。例如，你可以将像素样本“Pixel Samples”设置为128,将光线采样质量“Light Sampling Quality”设置为16。

## 结论

现在，你已经使用Houdini中的KineFX工具对“毛毛老兄”角色进行了绑定、动画制作和渲染。在此过程中，你涉及了多个重要步骤，包括创建一个捕捉绑定，然后在其基础上叠加动画控制绑定。你将角色打包成一个Houdini数字资产，然后通过关键帧制作了一个传统的行走循环。然后，你使用各种梳理工具添加毛发，再用Karma进行渲染。这为你提供了一个使用该角色创建镜头的完整工作流程。然后，你可以回过头来完善该过程的任何方面，在追求完美效果的过程中进行多次迭代。如前所述，KineFX工具集目前旨在进行重定向和运动编辑，本课程不涉及这些内容。这些绑定和动画工具将不断发展，本课程让你预先体验未来版本中Houdini程序性绑定工作流程的新功能。



HOUDINI 基础

# 虚幻引擎的程序化资源



要使用Houdini 基于节点的工作流程创建游戏资源，首先学习如何以程序化的方式思考和工作非常重要。在本课程中，你将学习如何使用程序化节点和网络创建游戏资源，然后使用Houdini Engine将其直接部署到虚幻引擎中，在此过程中，你将接触到Houdini 用户界面的不同方面。你将了解不同的用户界面元素如何协同工作、在你创建游戏资源时为你提供支持。本课程使用Unreal Engine 5完成。请注意，虽然本课程专注于虚幻引擎，但你可以使用Houdini 引擎将相同的资源导入到Unity中。

## 课程目标

创建可作为游戏美术资源导入到虚幻引擎中的资产。

## 你将学到什么

- 如何使用节点和网络来控制数据流
- 如何使用Houdini 数字资产打包你的解决方案并与其他人分享
- 如何将Houdini 数字资产加载到虚幻编辑器中
- 如何将对象实例化到点上，并使用属性控制对象的方向和比例
- 如何创建带有碰撞几何体的游戏资源，以便在虚幻引擎中使用
- 如何将刚体模拟导出为适用于虚幻引擎的FBX文件。

## 课程兼容性

为Houdini19.5+版本的功能编写

本课程中的步骤可以使用以下Houdini产品完成：

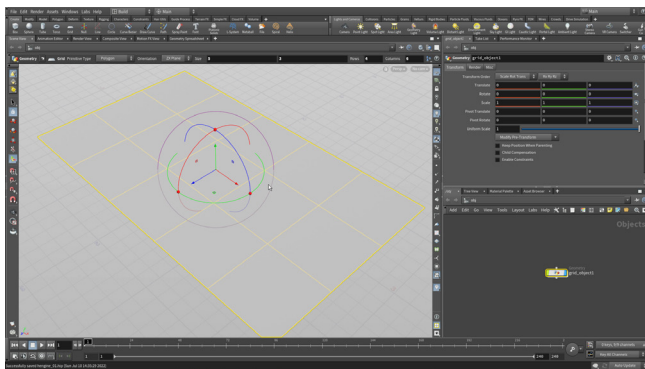
- |             |   |
|-------------|---|
| Houdini 核心版 | ✓ |
| Houdini 特效版 | ✓ |
| Houdini 独立版 | ✓ |
| Houdini 学习版 | ✗ |
| Houdini 教育版 | ✓ |

文档版本3.0 | 2022年7月©  
SideFX 软件



# 第一部分 创建一座简易建筑

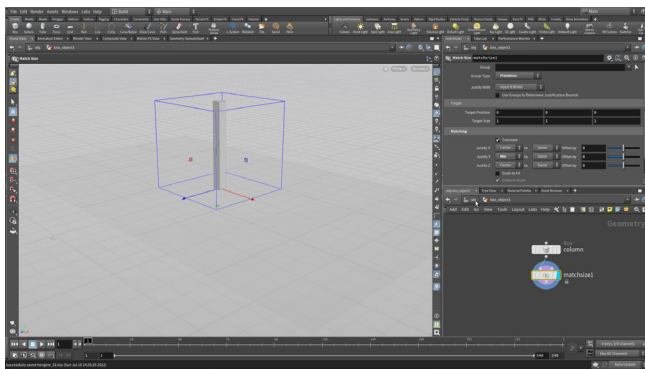
学习如何使用基于节点的程序化网络构建一个简单的建筑。有些节点将通过在场景视图中进行交互创建，而其他节点则在网络视图中创建。你将使用通道引用来连接系统中一个节点的不同部分与其他节点。这将创建一个程序化解决方案，你会将其封装成一个Houdini数字资产。



**01** 选择File > New Project。将其命名为：  
. Call it *engine\_lesson*, 然后点击Accept。  
File > SaveAs...。将文件名设置为*engine\_01.hip*, 然后点击Accept进行保存。在视口中, 按C键, 然后选择Create > Geometry > Grid。按Enter键将栅格放置于原点。在场景视图顶部的“操作控件”栏中, 设置:

- Size to 5, 3
- Rows to 4
- Columns to 6

按下V键, 然后选择 Shading > Smooth Wire Shaded。

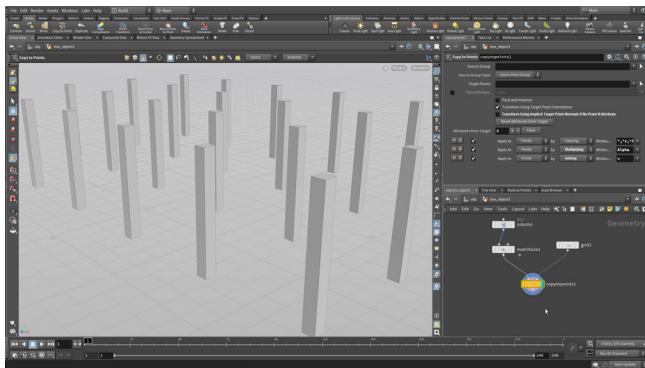


**02** 按下c键, 然后选择Create > Geometry > Box。按Enter将其放置于原点。在网络视图中双击*box\_object*。

这会使你进入对象的几何体层级。设置以下内容:

- Size to 0.1, 1, 0.1

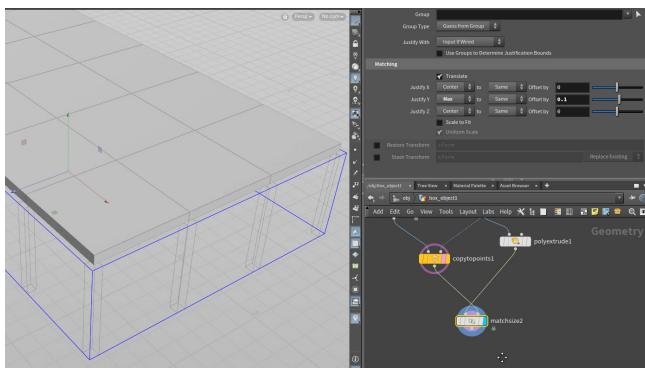
将盒形节点重命名为*column*。在场景视图中, 按下Tab键, 开始输入Match Size, 然后选择Match Size。按下n键选中盒形, 然后按Enter键。这会添加一个新节点。在参数面板的Matching项下, 将JustfyY设置为Min。这会向盒形向上提升, 使其位于地面上。



**03** 按u键返回对象层级, 或点击“网络路径”栏之一上的obj。点击Select工具, 然后在空白处点击以取消选择所有对象。

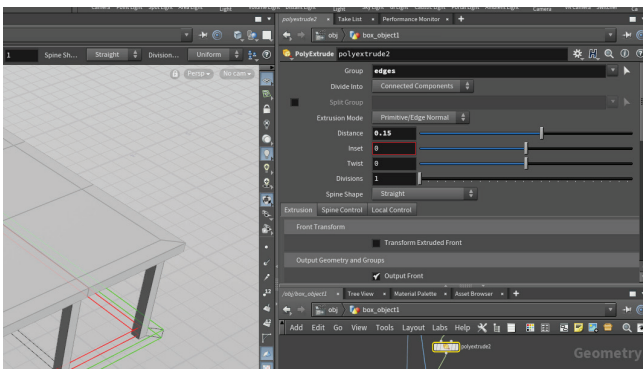
在Modify工具栏上, 点击Copy to Points。选择要复制的几何图形所在列, 然后按Enter, 接着点击网格作为要将几何图形复制到其点上的对象, 再按Enter。

在“参数”窗格中, 将Transform Using ImplicitTarget... 设置为Off。现在, 列将朝上。打开Pack and Instance, 以确保在虚幻引擎中实现实例化几何体。按4进入基本体选择模式。这将隐藏所有角点。

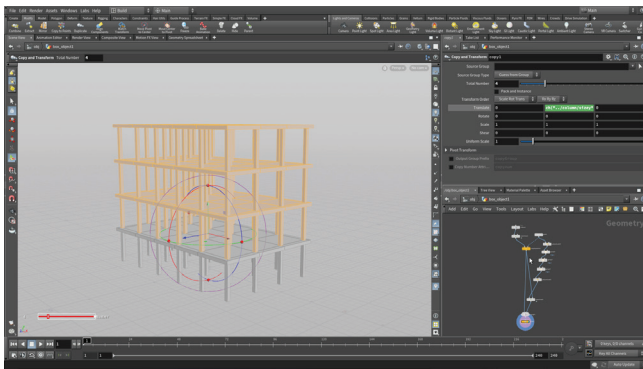


**04** 在网络视图中按tab键>选择PolyExtrude。将其放置在一侧。将网格节点连接到多边形挤出节点, 并设置其显示标志“Display flag”。

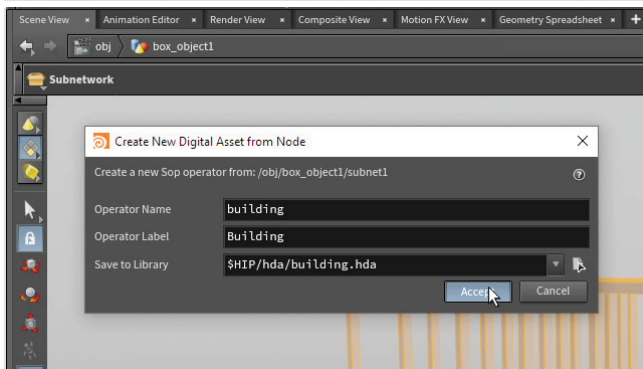
将Distance设置为0.1, 在Output Geometry and Groups下, 打开Output Back。在copytopoints node节点上设置“模板”标志在网络中添加一个Match Size节点, 将polyextrude连接到第一个输入, 将copytopoints 连接到第二个输入。将JustfyY设置为Max to Same, 偏移量设为0.1。现在, 挤出的形状将位于柱子的顶部。添加一个Merge节点, 并将copytopoints和matchsize连接到该节点。



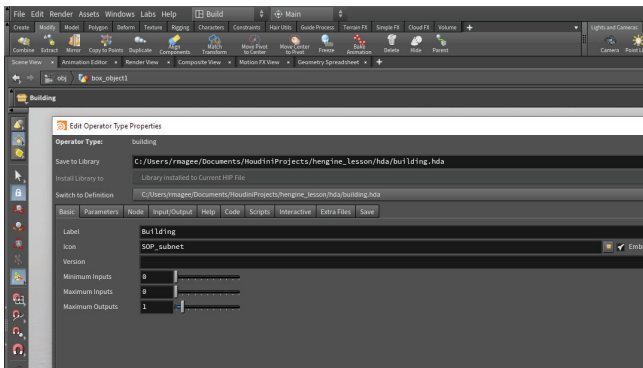
**05** 在网络视图中，按 `tab > group`。将其连接到“多边形挤出”和“匹配大尔”之间。将组名称“Group Name”更改为 *edges*”。按住 `Alt` 键拖动以创建另一个组节点并设置其显示标志。将组名称保持设置为 *edges*，然后将初始合并“Initial Merge”设置为从现有内容中减去“Subtract from Existing”。关闭基础组下“Base Group”的启用“Enable”，并打开按法线保留“Keep by Normals”下的启用。将“方向”设置为 `0, -1, 0`。扩散角度”设置为 `0`。按住 `Alt` 键拖动此节点以制作副本并将其连接到链中。将方向“Directon”更改为 `0, -1, 0`。现在只有盒子的侧面在 *edges* 组中，添加一个多边形挤压“PolyExtrude”节点。将 *Group* 设为 *edges*，*Directon* 设为 `0.15`。



**06** 将合并节点“merge”的显示标志“Display Flag”设置为可见，以查看建筑物的一楼已完成。关闭复制到节点上的模板“Template”标志。在场景视图中，按 `n` 全选，然后 `tab > Copy and Transform`。选择列节点，右键单击 *Y* 轴中心“CenterY”并选择复制参数“Copy Parameter”。转到复制节点，右键单击 *Y* 轴平移“TranslateY”并选择粘贴相对引用“Paste Relative References”。在表达式中添加 `+ 0.1`。现在将总数“Total Number”增加到 `4`、以再多添加三层。



**07** 在网络编辑器中选择所有节点。从资源“Asset”菜单中，选择从所选内容新建数字资产“New DigitalAsset from Selecton”。这将把网络折叠为子网，然后使用该子网节点创建数字资产，将操作符名称“Operator Name”设置为 *building*，这会操作符标签“Operator Label”更改为 *Building*。点击保存到库“Save to Library.”最右侧的按钮。在位置“Locatons”侧边栏中，点击 `$HIP/`，然后双击 *hda* 目录。点击 `Accept`，然后再次点击 `Accept`，将资产保存到磁盘。

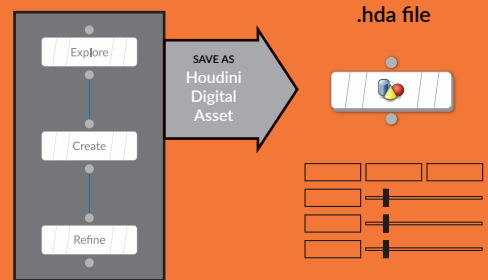


**08** 编辑类型属性“EditType Propertes”窗口随即打开。此面板用于为资源构建用户界面。稍后你会再次用到此窗口。点击 `Accept` 关闭此窗口。将网络视图中的节点重命名为“*building*”。您用于构建资产的节点在保存资产后仍将是该资产的一部分。这使您即使在虚幻游戏关卡中开始使用该资产后，仍能继续对其进行修改。



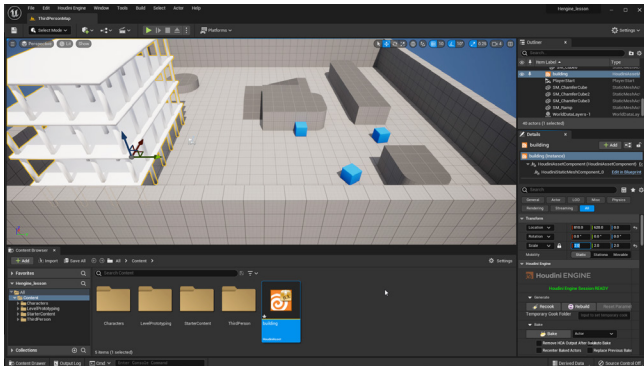
## 什么是 HDA 文件？

Houdini 节点和网络可以封装成单个节点，称为 Houdini 数字资产，让你可以与同事分享你的技术。这些资产以 *hda* 文件的形式保存在磁盘上。在旧版本 Houdini 中创建的资产文件可能具有不同的扩展名，*otl*，即“操作类型库”，这两种文件类型的工作方式相同，

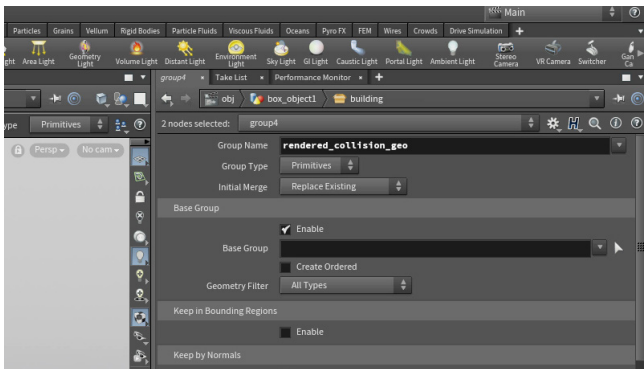


## 第二部分 将资源导入虚幻引擎

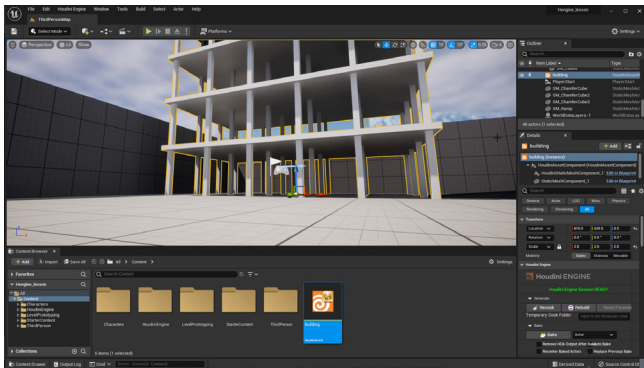
既然你在磁盘上有了数字资产文件，就可以将其导入到虚幻引擎中。这之所以可行，是因为有连接这两个应用程序的Houdini Engine插件。加载到虚幻引擎中的Houdini数字资产实际上是在后台使用Houdini进行烘焙的。要完成本课程，必须安装适用于虚幻引擎的Houdini Engine插件(安装说明请见[Sidefx.com/unreal](http://Sidefx.com/unreal))。请注意，Houdini Apprentice与虚幻引擎不兼容。



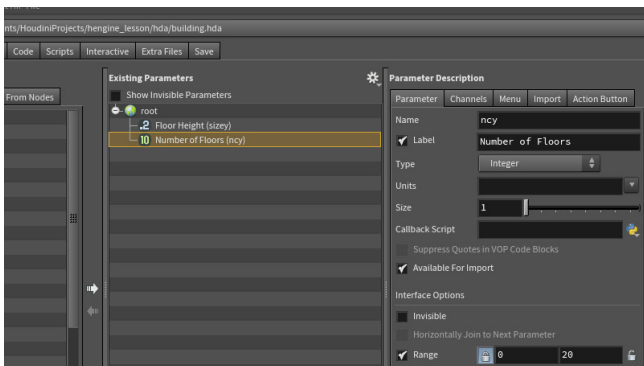
**01** 在UNREAL中“IN UNREAL”-设置一个支持蓝图的第三人称模板“Third Person Template”。删除文本渲染演员“TextRenderActor”。打开内容抽屉“Content Drawer”，然后点击导入按钮。你可能需要停靠内容抽屉“Content Drawer”。导航到你的Houdini项目并找到建筑资产。点击打开“Open”。将缩放“Scale”设置为2, 2, 2，然后将其移到角落。如果你按下播放“Play”按钮，在游戏过程中你就会看到那座建筑。



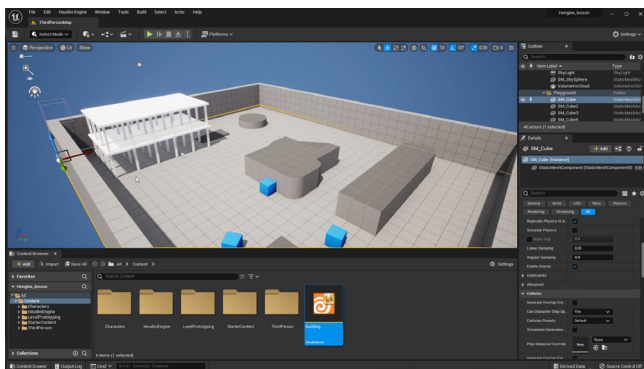
**02** 在HOUDINI中-要为几何体添加法线和碰撞，你需要在网络中添加一些节点。深入构建网络，在polyextrude和matchsize节点之间，添加一个Normal节点。这将为几何体添加法线，以便在虚幻引擎中正确显示。在Normal节点下方添加一个Group节点，并将组名称“Group Name”设置为rendered\_collision\_geo。这将把你的几何体转换为碰撞几何体。复制并粘贴“Copy and Paste”这两个节点，然后将新节点插入到column节点之后。



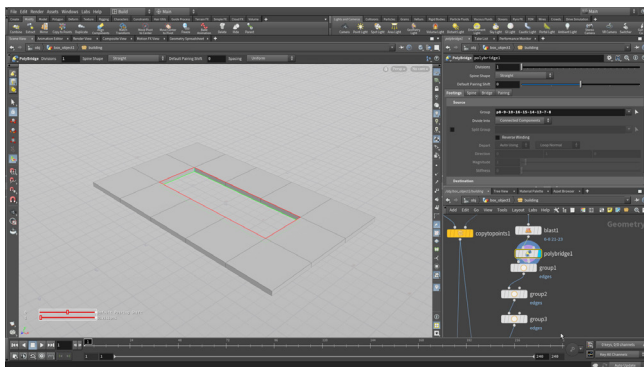
**03** 在UNREAL中-在建筑资产的细节“Details”面板的“生成”部分，按下重建按钮“Rebuild”。按下Play按钮来浏览场景。法线工作正常，现在如果你试图穿过这些柱子，就会与它们发生碰撞。



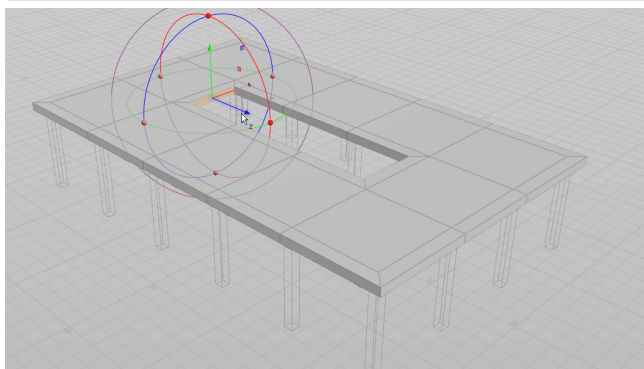
**04** 在HOUDINI中-选择资产“Assets”>编辑资产属性“EditAsset Properties”>建筑“Building”。在属性窗口中，点击“参数”选项卡。现在选择列节点，然后将Size Y参数拖到“参数”选项卡。将其重命名为Floor Height。现在从复制节点，将总数“Total Number”参数拖过来并将其重命名为Number of Floors。点击Accept。



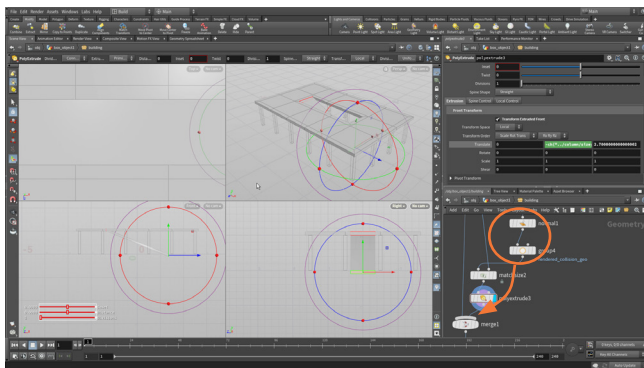
**05** 在UNREAL中-在建筑资产的细节“Details”面板中按下重建“Rebuild”按钮。向下滚动，即可看到现在有楼层高度“Floor Height”和楼层数量“Number of Floors”参数。将楼层高度“Floor Height”设置为1.5，楼层数量“Number of Floors”设置为2。你可以游玩关卡，在该资源周围走动并查看更改。



**06** 在HOUDINI中-回到操作步骤，在楼板的角节点上设置显示标志。按下数字4进入图元选择模式。从顶部选择中间的两个图元，然后旋转视角，按住shift键从楼板底部选择另外两个图元。按下Delete键。这会添加一个炸开节点“Blast”。按下3选择边。双击孔的底边以选择整个循环边。转到tab > Polybridge。按回车键。现在双击孔的顶边，然后按回车键。这将在孔内部添加几何体。

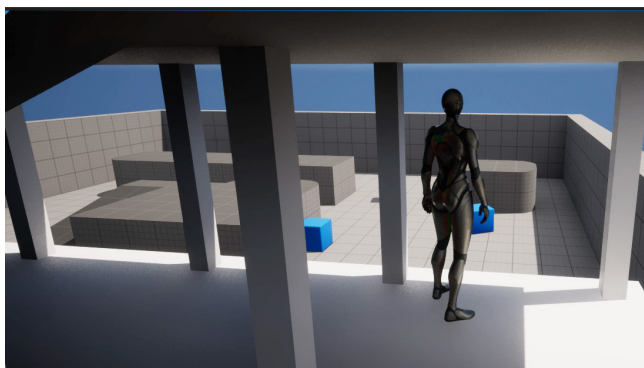


**07** 在匹配尺寸节点上设置显示标志。你将看到带有悬垂部分的新孔洞。按4获取基本选择。获取选择工具，然后选择开口的端面。它可能看起来没有被选中，但实际上已被选中。按下tab > PolyExtrude”。在挤出选项下，启用变换挤出前端“Transform Extruded Front”。开始将面向上和向下拉伸。



**08** 在新的多边形挤出“polyextrude”节点的SizeY中，复制柱体节点的SizeY通道并粘贴相对引用“Paste Relative Reference”。在表达式前添加减号，然后减去0.1。表达式应写为：  

$$-ch("../column/sizey") - 0.1$$
 将 Translate Z 设为 2.7。  
 将法线“normal”和分组“group”节点移至该多边形挤出节点“polyextrude”之后。否则，新的挤出部分不会成为碰撞几何体，渐变“ramp”也无法正常工作。在输出节点上设置显示标记（Display Flag）。选择 Assets > Save Asset > Building，将更改保存到磁盘上的HDA文件。



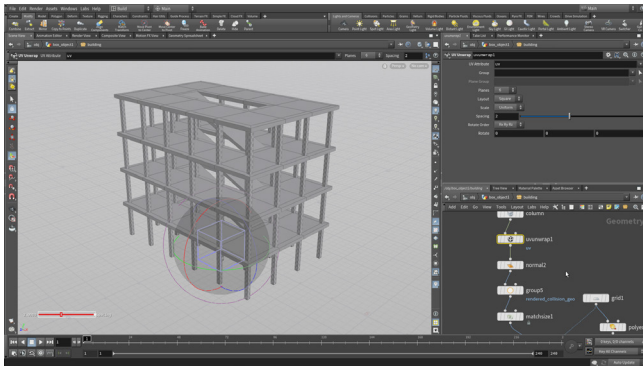
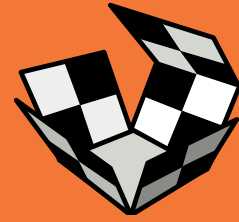
**09** 在虚幻引擎中-按下重建“Rebuild”，然后将楼层高度“Floor Height”设置为1，楼层数量“Number of Floors”设置为6。按下Play键，沿着坡道向上走并环绕建筑物。



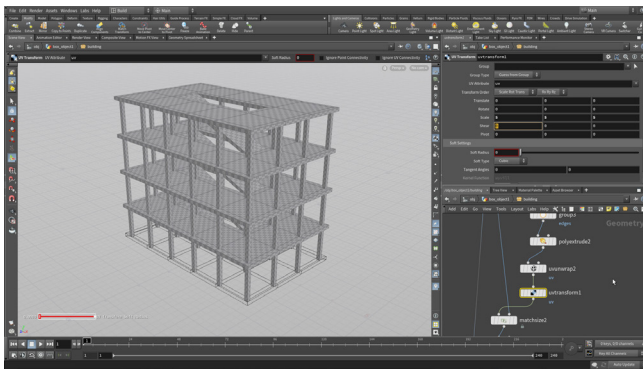
## UVS

Houdini 有许多用于在几何体层级设置和管理UV 的节点。在本课程中，你将使用“UV 展开”和“UV 变换”为建筑物添加UV。这些节点对于用于建模建筑物的简单形状很适用。对于更复杂的形状，你将使用诸如“UV 展平”和“UV 布局”之类的工具。当UV 展开完成后，你可以在几何体上看到UV网格。若要隐藏该网格，你可以点击“显示选项”栏上的“显示UV 纹理”按钮来切换其显示与隐藏状态。

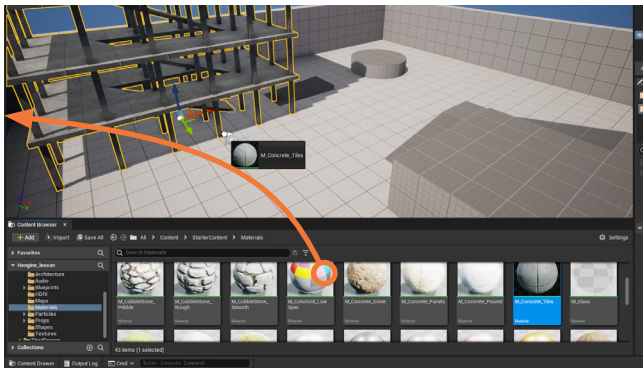
Show UV Texture



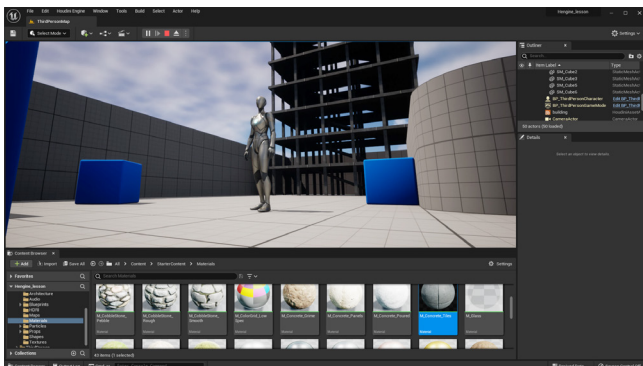
**10** 在HOUDINI中-你需要为几何体添加一些UVs,以便在游戏编辑器中使用。前往网络中包含柱体节点的部分。按下ab> UV Unwrap,并将该节点放置在柱体节点和匹配大小节点之间。前往网络中包含第二个多边形挤出节点的部分。按下tab > UV Unwrap,并将该节点放置在多边形挤出节点和匹配大小节点之间。



**11** 你会在柱子上看到一个UV网格。与柱子相比，它们的比例不同。按下tab > UV Transform,并将该节点放置在展开UV节点和匹配大小节点之间。将缩放值“Scale”设置为5, 5, 5。现在UVs 看起来更相似了。选择Assets > SaveAsset > Building,将更改保存到磁盘上的HDA文件中。



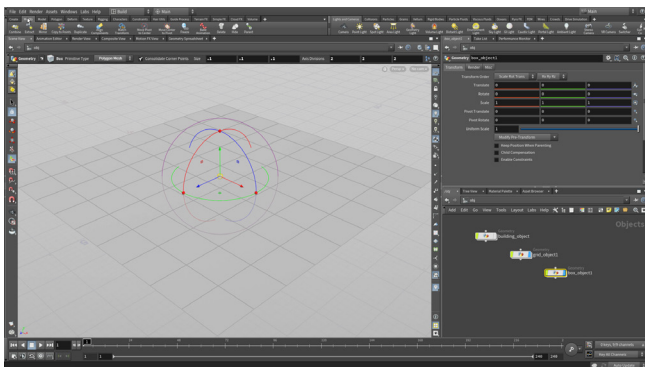
**12** 在UNREAL中-按下重建“Rebuild”按钮。在添加材质之前，你不会看到UV。在内容浏览器中“Content Browser”，向上导航至Content > Starter Content > Materials。确保选中Building资产，然后在场景视图中为建筑几何体添加一种材质，如M\_Concrete\_Tiles。你可能需要将其拖动到柱子和楼板上。



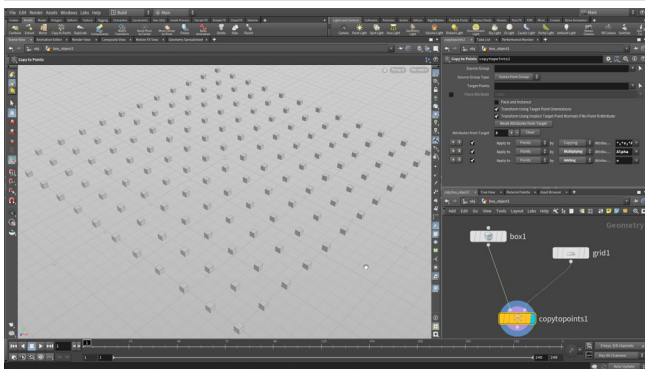
**13** 按下播放“Play”，在关卡中漫步，探索纹理建筑。此资源可在关卡中多次使用，以创建具有不同楼层高度和建筑高度的不同建筑物。您还可以为该资源增加更多参数，以实现更多控制。当对该资源的网络或其参数接口进行更改时，关卡中源自此数字资源的所有资源都可以一次性更新。

## 第三部分 复制到点

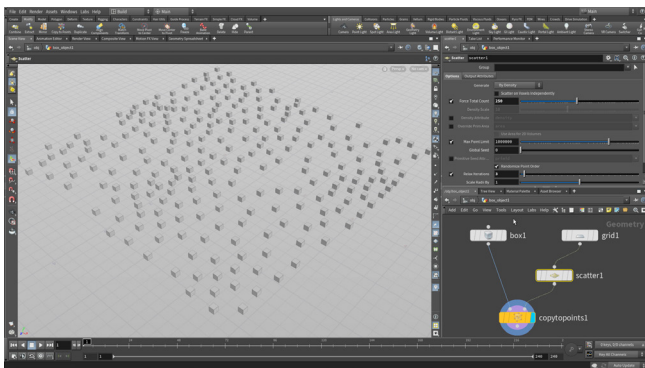
在本课程的这一部分，你将把一些方块复制到另一个网格的点上。然后，你将随机化这些点，以获得更自然的外观，并添加随机属性来旋转和缩放方块，使形状分布更具多样性。这将创建另一个程序系统，你将把它封装成一个Houdini数字资产。



**01** 在HOUDINI中-转到对象层级并隐藏建筑物。在视口中，按下c键调出径向菜单，然后选择Create > Geometry > Grid。松开按键，然后按Enter键将其放置在原点。你将从使用此网格曲面上的点来实例化几何体开始操作。使用相同的径向菜单，依次选择Create > Geometry > Box, 然后再次按回车键将其放置在原点。在视口顶部的操作控制栏“Operaton Control”中，将尺寸“Size”设置为0.1 0.1 0.1。这就是你要复制到网格点上的几何体。



**02** 保持选中该盒子，转到修改“Modify”货架，然后点击“复制到点”“Copy to Points”工具。选择网格并按回车键。现在，盒子已被复制到所有网格点上。现在你可以通过编辑参数来调整系统外观。选择网格节点，将大小“Size”改为6, 6, 将行数“Rows”和列数“Columns”改为12。网格变大且点数增多，但盒子并没有被复制到所有点上。点击“复制到点”节点，你会看到目标点“Target Points”设置为0-99，以匹配原始网格上的点。删除0-99，以便将盒子复制到整个网格。

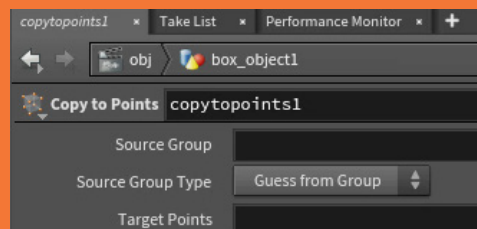


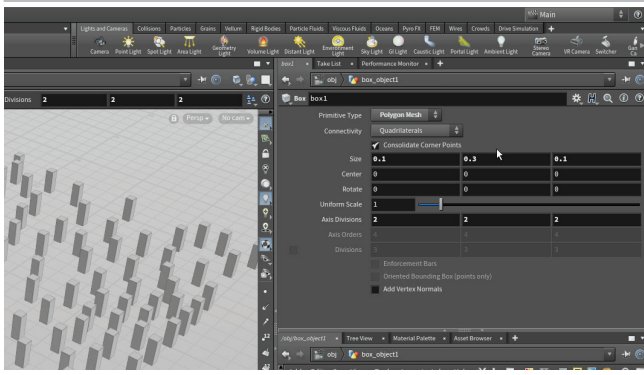
**03** 在网络编辑中，按tab > Scatter。将散布“scatter”节点放置在网络编辑器中的网格节点和复制到点节点之间。它会自动连接到网络中，现在这些盒子将被复制到这些新点上。将力的总数“ForceTotal Count”设置为250。调整松弛迭代次数“Relax Iteratons”，以调整点的布局方式。与原始网格点相比，散射”节点可提供更自然的布局。



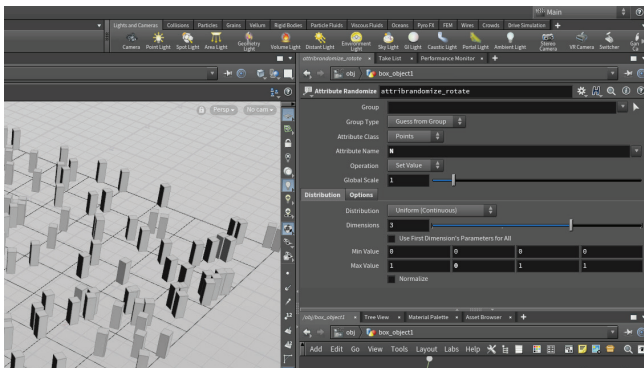
### SOURCE GROUP

当你在场景视图进行建模时，根据所选工具，你选中的几何体将作为编号点或基元放置到Source Group字段中。如果该字段为空，那么工具将作用于所有点或基元。当你在几何级别使用工具时，如果你在使用工具前选择全选 [n]，该字段将留空。因为你在对象级别设置了“复制到点”，它会将点填充为0-99。

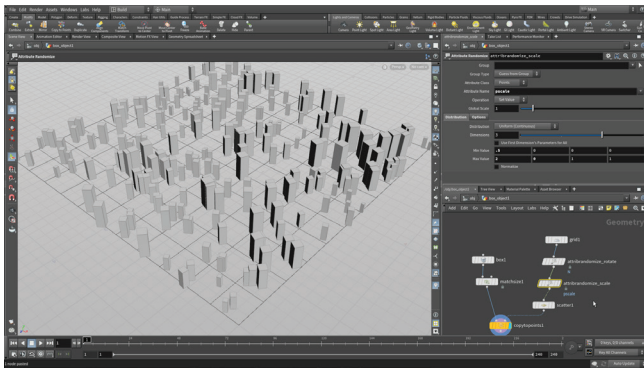




**04** 在网络视图中，按下 `tab` 键并开始输入 `MatchSize`，然后选择匹配大小“`Match Size`”。将此节点放置在框“`box`”节点和“复制到点”`copytopoints`”节点之间。在参数窗格的匹配“`Matching`”下，将`JustifyY`设置为`Min`。在盒子节点上，将`SizeY`尺寸设置为`0.3`以测试该表达式。你会看到所有盒子都放置在地面上



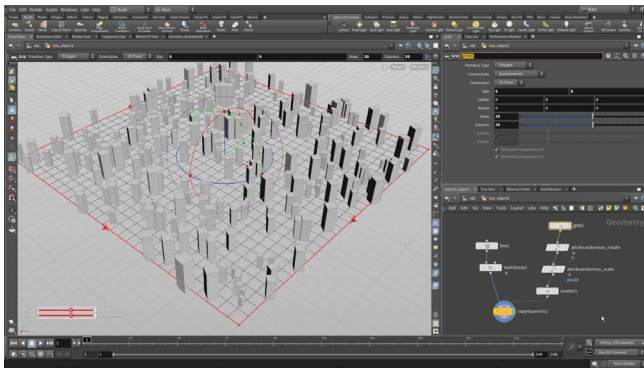
**05** 在网络编辑器中，按 `tab` 键并开始输入 `rand...`，然后选择属性随机化“`Attribute Randomize`”工具。将属性随机化节点放置在“网格”节点和“散布”节点之间。起初，您会在盒子上看到随机颜色，因为默认属性是颜色`Cd`。将属性名称“`Attribute Name`”设置为`N`。这会将属性更改为正常方向，此时所有盒子指向不同方向。将`Max Value Y`设置为`0`，这将把随机性限制在`X`轴和`Z`轴方向。将其重命名为 `attrrandomize_rotate`。



**06** 按下 `Alt` 键并在 `attrrandomize_rotate` 节点上拖动以复制该节点。将复制的节点放置在 `attrrandomize_rotate` 节点和 `scatter` 节点之间。将其重命名为 `attrrandomize_scale`。设置以下内容：

- 属性名称“`Attribute Name`”设为 `pscale`。
- 最小值“`Min Value`”设为 `0.5`
- 最大值“`Max Value`”到 `2`。

这为网格上的盒子提供了多种不错的尺寸。

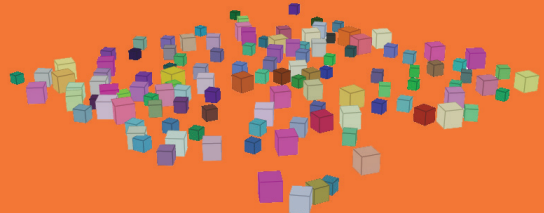


**07** 选择网格节点，将行数“`Rows`”和列数“`Columns`”增加到`60`，这样会在网格上创建更多的点，从而在散点上生成更多样的值。保存你的工作成果。



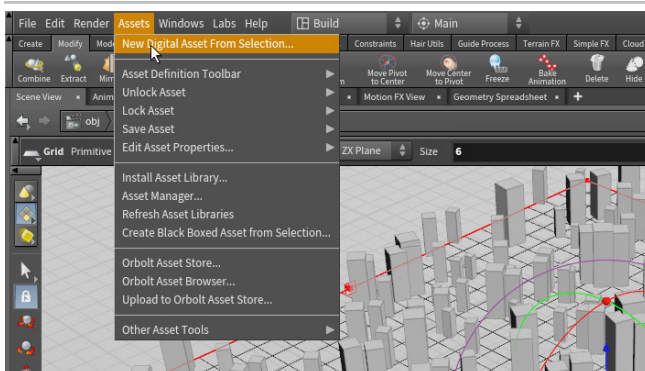
## 属性如何工作

分配给几何体的属性会沿着网络链传递到不同的节点。在其中，分配给网格几何体的属性会传递到分散的点上，进而影响几何体。这是在Houdini中控制数据流向的一种重要方式。属性最初被分配给网格上的点，因此，点越多，属性值的随机性越大。

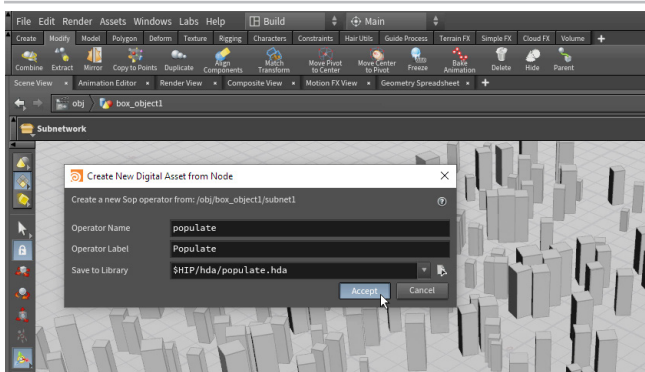


## 第四部分 创建另一个Houdini 数字资产

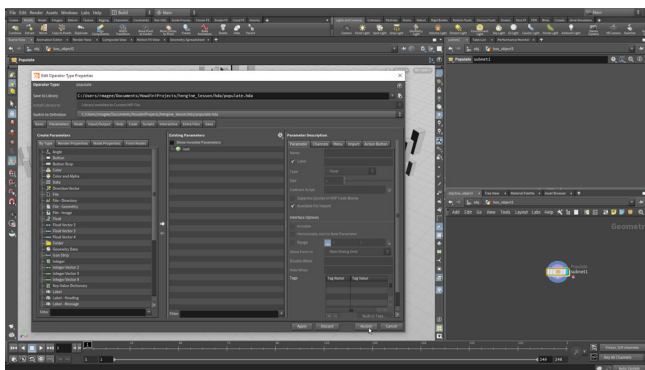
在本课程的这一部分，你将创建一个数字资产，并在虚幻引擎中测试该系统。就像构建建筑一样，这意味着整合网络，并将结果作为HDA文件保存到磁盘。你将提升一些参数，以便能够控制网格大小、点数和松弛度。这些参数随后将在虚幻引擎中可用。



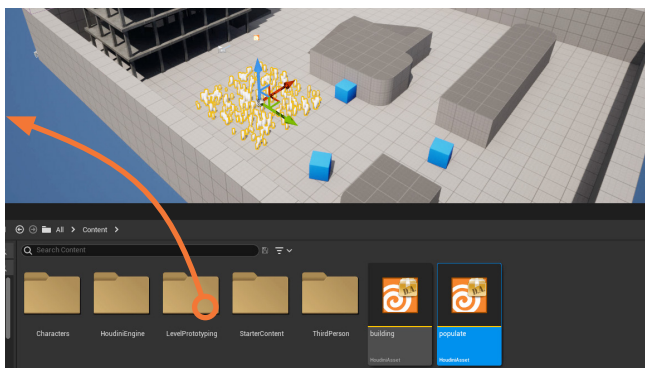
**01** 在网络编辑器中选择所有节点。从资源“Asset”菜单中，选择从所选内容新建数字资产“New DigitalAsset from Selecton”。这将把网络折叠为子网，然后使用该子网节点创建数字资产。你用于构建资源的节点在保存资源后仍将是该资源的一部分。这使你即便已开始在游戏关卡中使用该资源，仍可继续对其进行修改。



**02** 将操作员名称“Operator Name”设置为填充“populate”，这会将操作员标签“Operator Label”更改为填充“to Populate”。点击保存到库“Save to Library”最右侧的按钮。在“位置”侧边栏中，点击\$HIP，然后双击hda目录。按下Accept，然后再次按下Accept，将资产保存到磁盘。这会在磁盘上创建一个新的Houdini 数字资产文件 (.hda)，该文件正被此场景引用。它也可以通过Houdini Engine被引用到其他Houdini 场景或其他应用程序(如虚幻引擎)中。



**03** 编辑类型属性“EditType Propertes”窗口随即打开。此面板用于为资源构建用户界面。稍后您还会回到这个窗口。点击Accept关闭此窗口。为了让你保持Houdini 数字资产的程序特性，你可以构建一个高级界面，用于访问网络内的节点。在本课程的后续部分，你将为该资产的界面添加内容。

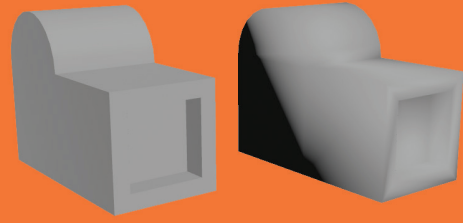


**04** 在UNREAL中 - 在内容浏览器中，返回Content目录。点击导入“Import to”，并在当前项目目录中找到populate.hda资源文件。将该资源从内容浏览器拖到3D工作区。按下播放键并在场景中四处走动。它就在那里，但并没有什么特别之处。按下 Esc键返回场景用户界面。



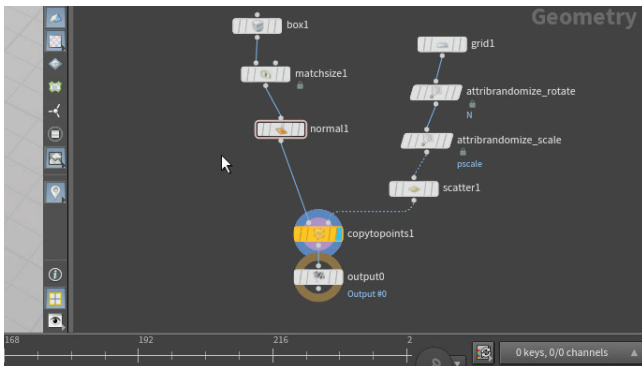
## VERTEX 正常

默认情况下，像盒子这样的Houdini对象具有点法线，但没有顶点法线。为确保拥有合适的顶点法线，可以添加法线“Normal”节点，该节点使用尖点值来确定哪些边应显示为硬边，哪些边应显示为软边。诸如虚幻引擎“Unreal”之类的游戏编辑器需要顶点法线才能正确显示，而这在现有网络中很容易设置。

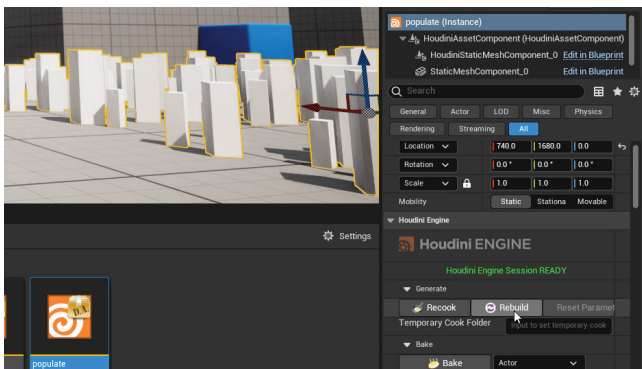


With Normals

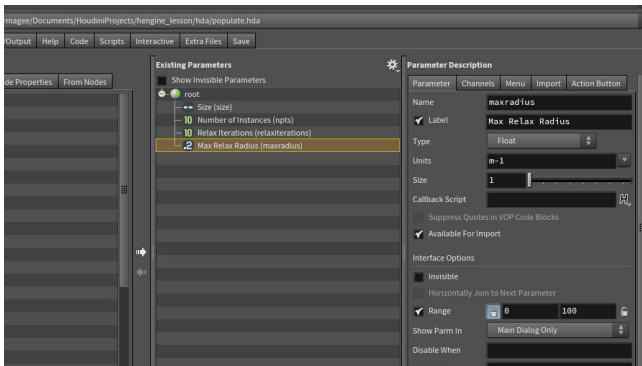
Without Normals



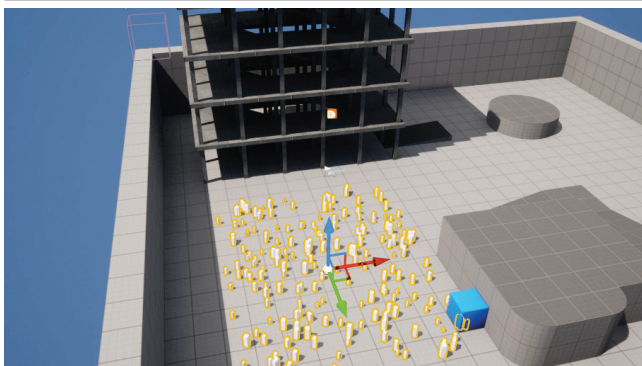
**05** 在HOUDINI中-在虚幻引擎“Unreal”中，你会注意到该资产的一点是，这些盒子没有尖锐的边角。要解决这个问题，你应该回到Houdini，在网络编辑器中，按tab > “norm...” ，然后选择法线工具。在box节点之后紧接着添加Normal节点。从资源“Asset”菜单中，选择SaveAsset > Populate。这样就会将更改保存到.hda文件中，任何加载了该文件的人都能使用更新后的资源。在这种情况下，这意味着你可以在虚幻引擎中更新资源定义，正确的法线就会显示出来。



**06** 在UNREAL中-在细节面板的HoudiniAsset下，打开烘焙操作“CookingActions”部分。点击重建资源“RebuildAsset”按钮以接受更改。这样可确保你在Houdini中所做的更改在虚幻引擎场景中得到正确更新。该资产现在有了合适的法线，但你无法对程序化网络进行任何控制。为了创建一个可以在Houdini中使用的界面，你现在要将资产内部的一些参数提升到顶级。



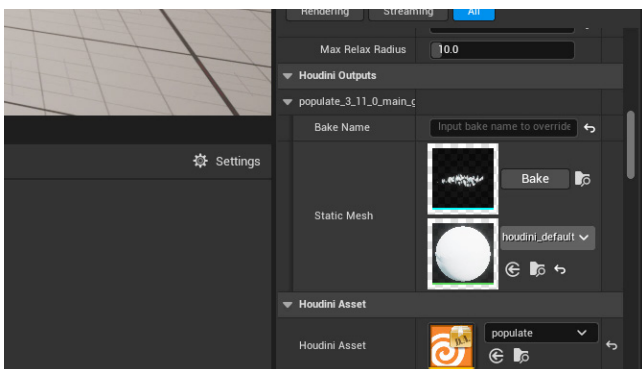
**07** 在HOUDINI中-选择Assets > EditAsset Properties > Populate。点击参数选项卡。在网络编辑器中，点击网格节点。从参数窗格中，将大小“Size”参数拖到现有参数“Existing parameters”列表中的“根”上。在网络编辑器中，点击散射节点“scatter”。在参数面板中，将力总数“ForceTotal Count”参数拖到根节点上。在参数描述中，将标签“Label”更改为实例数“Number of Instances。”。拖动松弛迭代次数“Relax Iteratons”和“最大松弛半径“Max Relax Radius”，将这些参数添加到资源中。点击Accept，将这些新参数保存到资源中。



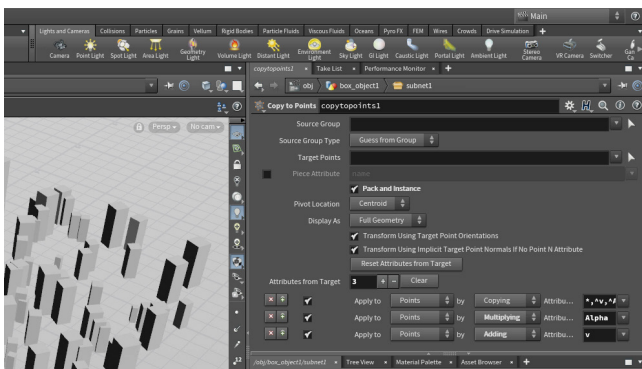
**08** 在UNREAL中-点击重建资源“RebuildAsset”按钮以接受更改。提升后的参数会显示在参数窗格中。更改实例大小“Size”和实例数量“Number of Instances”，查看它们如何影响最终生成的盒子网格外观。现在，该资产的程序性本质已被公开，你可以在不同层级中创建该资产的独特版本。你可以在这个层级中添加多个此类填充资产，并且它们中的每一个在引用.hda文件中的同一资产时，都可以有独特的设置。你还可以在多位艺术家正在处理的多个层级中使用该资产。

## 第五部分 设置实例化

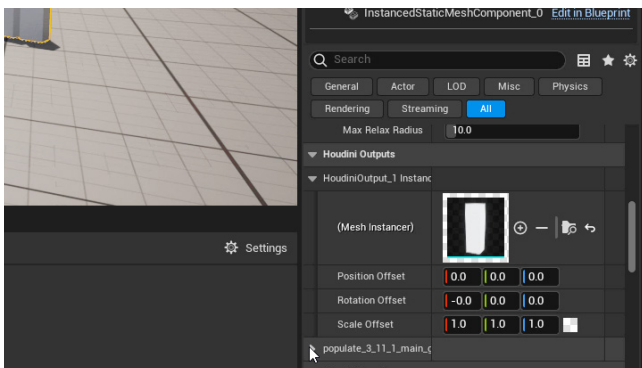
当你在Houdini中正确设置实例化时，你可以用其他虚幻引擎（Unreal）的道具替换复制到点上的默认形状。你可以添加多个道具，这些道具将随机分布以替代你的默认形状。现在你要确保实例化确实设置正确，然后你将利用这一点向系统中添加一些其他道具。



**01** 在虚幻引擎中 - 在“细节”面板中，转到“Houdini 输出 (Houdini Outputs)”部分。你可以看到，整个盒子集合作为单个网格导入。这意味着你尚未使用实例化。Houdini 正在将盒子复制到点上，然后输出最终的几何体供虚幻引擎使用。这对于游戏玩法来说效率不是很高。因此，你需要对设置稍作调整，以实现该工具正常运行所需的实例化。



**02** 在Houdini 中 - 选择copytopoints节点并启用“打包 (Pack)”和“实例化(Instance)”。从“资产(Asset)”菜单中，选择“保存资产(Save Asset)”>“填充(Populate)”。通过使用打包的基元，输入到“复制到点”节点的盒子几何体将被视为单个基元。这在Houdini中设置了实例化，并且当使用Houdini Engine插件将此资产加载到编辑器中时，会相应地在Unreal中触发实例化。



**03** 在虚幻引擎中 - 点击“重建资源(Rebuild Asset)”按钮以接受更改。转到“Houdini 输出(Houdini Outputs)”部分。你会看到只有一个盒子被导入并实例化到这些点上。然后，它会根据你之前设置的属性进行旋转和缩放。现在，你可以在虚幻引擎环境中用其他几何体替换这个默认的房子。这是填充一系列点的理想方法，因为你在编辑器中有很大的灵活性，可以向系统中添加不同的对象。



### Houdini中的封装基本体

在Houdini中，打包基元为视口显示和渲染的实例管理提供了一种高效方式。输入到复制节点的几何体被打包到单个基元中，然后当作实例处理。对于本课程中显示的复制盒子，一旦完成打包，基元数量会从1500个减少到250个。通过适用于虚幻引擎的Houdini Engine插件，打包基元会被识别为虚幻引擎实例，从而实现更高效的游戏体验。

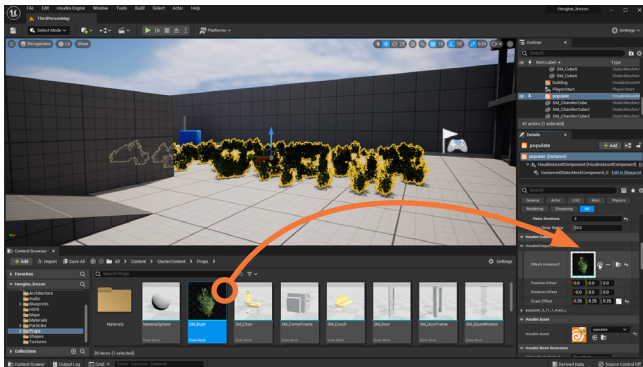
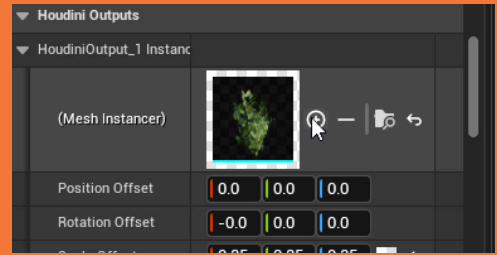
Points	2,000	Center	-0.0227511, 0.286
Primitives	1,500	Min	-3.12244,
Vertices	6,000	Max	3.07694, 0.573
Polygons	1,500	Size	6.19938, 0.573

Points	250	Center	-0.0227511,
Primitives	250	Min	-3.12244, -1.0
Vertices	250	Max	3.07694,
Packed Geos	250	Size	6.19938,



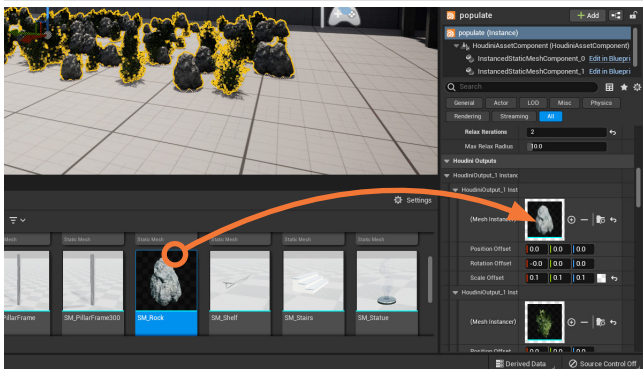
## 虚幻引擎中的实例

当Houdini Engine插件检测到打包的基元时，会在“细节”选项卡中创建一个Houdini输出实例化器，其中包含输入几何体以及用于旋转和缩放实例的一些参数。你可以用虚幻内容窗口中的几何体替换它，并相应地调整其大小。加号可让你添加更多实例化输入，以便在同一系统中创建更多变化。



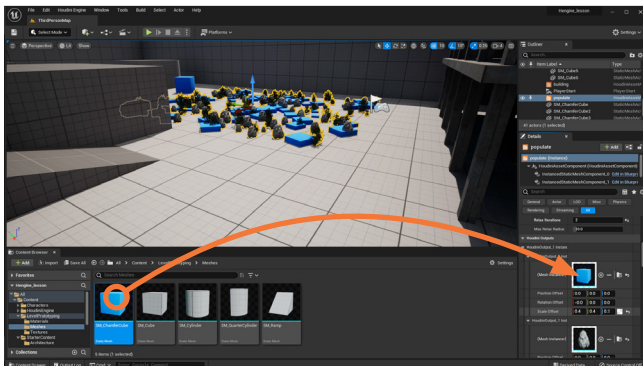
**04** 前往“Houdini 输出”部分，展开“HoudiniOutput1 实例化器”。这是一个箱体实例，你可以用虚幻引擎内的内容替换它。

在内容浏览器中，打开“起始内容 (Starter Content)”>“道具 (Props)”。将“SM\_Bush”道具拖到Houdini输出中。在三个轴向上将缩放偏移 (Scale Offset) 设置为0.25。该几何体将实例化到填充资源中的点上，并像盒子一样进行旋转和缩放。



**05** 现在点击实例对象旁边的加号[+]。这会添加第二个实例。将SM\_Rock道具拖到新的Houdini实例化输入 (Houdini Instanced Input) 中。将三个轴的缩放偏移 (Scale Offset) 都设置为0.1。

在“详细信息”面板中，滚动到“Houdini 引擎 (Houdini Engine)”部分并点击“烘焙 (Bake)”按钮。在“大纲视图”中，滚动到“Houdini 资产角色”。点击眼睛图标将其隐藏，以便您可以专注于数字资产。按下“播放 (Play)”键并在场景中四处走动，查看实例的实际效果。



**06** 现在点击灌木丛对象旁边的加号。这会添加第三个。导航到“内容 (Content)”>“关卡原型设计 (Level Prototyping)”>“网格 (Meshes)”文件夹。将“SM\_ChamferCube”拖到新的Houdini实例化输入 (Houdini Instanced Input) 中。将“缩放偏移 (Scale Offset)”设置为0.4 0.4 0.2。

你可以继续添加更多实例对象，以增加多样性，也可以改变它们的大小。如果你需要将实例彼此分开得更远一些，可以使用“松弛迭代次数”参数。

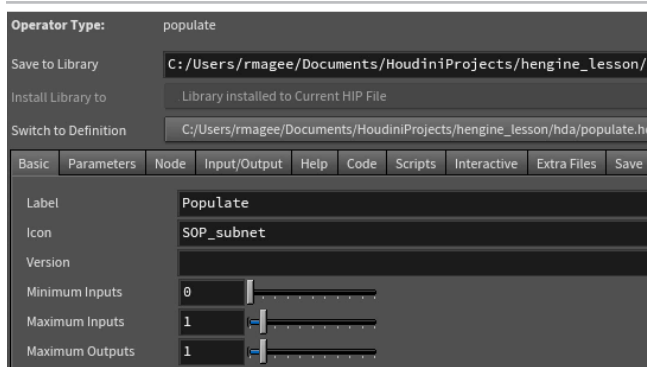


**07** 在建筑资产“详细信息”面板的“生成”部分，按下“重建 (Rebuild)”按钮。在“烘焙”部分，开启“替换预览烘焙 (Replace Preview Bake)”，然后点击“烘焙 (Bake)”按钮。

按下“播放 (Play)”按钮在场景中四处走动，以查看实例化几何体的实际效果。现在你可以看到，你正在与已经正确设置了碰撞几何体的立方体发生碰撞。你应该始终确保你的实例化对象已正确设置碰撞几何体。

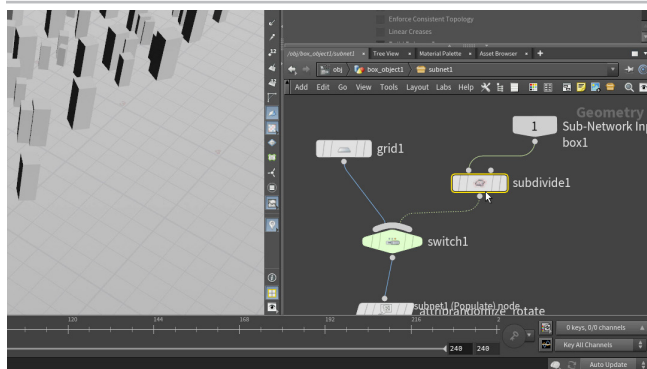
## 第六部分 使用几何体驱动资源

到目前为止，该资源为填充资源提供输入几何体。另一种选择是使用虚幻场景中的现有几何体来实例化该几何体。现在，你将向资源添加一个输入节点，该节点将接受此虚幻几何体。能够处理关卡中的对象，可使你的程序生成资源与现有游戏美术更好地结合。



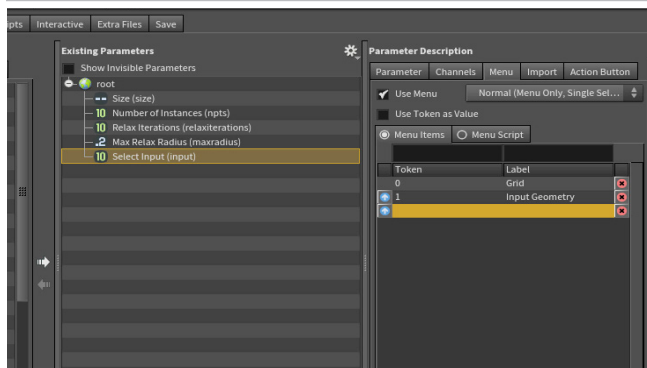
**01** 在Houdini中 - 选择“资产(Assets)” > “编辑资产属性(Edit Asset Properties)” > “填充(Populate)”。保持在“基本(Basic)”选项卡上，并将“最大输入数(Maximum Inputs)”设置为1。在“类型属性”窗口中单击“接受(Accept)”以保存更改。这将在资产内部创建一个输入节点，您可以将其连接到网络。此输入可让您稍后从虚幻场景中获取几何体。

确保将“最小输入(Minimum Inputs)”设置为0。如果设置的值高于此，那么只有在满足最小输入要求时，该资源才会起作用。否则，该资源将无法烘焙，你也看不到任何内容。



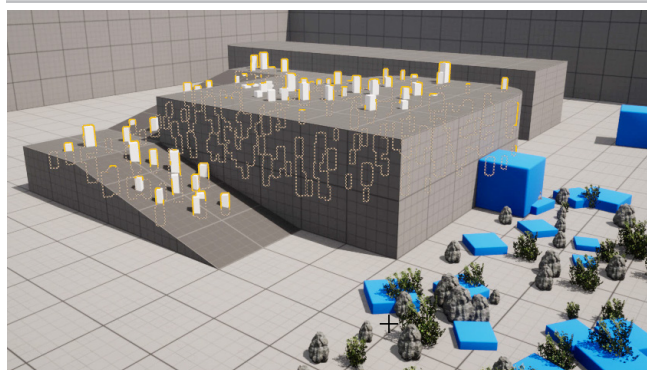
**02** 在网络编辑器中，在网络之后添加一个“切换(Switch)”节点，并将新输入连接到该节点。然后添加一个“细分(Subdivide)”节点，并将其连接到输入节点之后，以确保属性值随机化时有足够的细节。将“深度(Depth)”设置为5。

你在细分节点上遇到错误，是因为在Houdini中，没有任何内容输入到第三个输入端。回到上一级，将一个盒子输入到资产的输入端，以帮助预览其工作方式。在Houdini中，这个盒子会细分成为一个球体，但这并不是它在最终场景中的工作方式。



**03** 选择“资源(Assets)” > “编辑资源属性(Edit Asset Properties)” > “填充(Populate)”。从切换节点将“选择输入(Select Input)”参数拖到“参数”列表中。选择“选择输入(Select Input)”参数。单击“菜单(Menu)”选项卡，然后启用“使用菜单(Use Menu)”。

添加0，“网格”，然后添加1，“输入几何体(Input Geometry)”。在“类型属性(Type Properties)”窗口中单击“接受(Accept)”以保存更改。这将在资产的用户界面中添加一个菜单，你可以在虚幻引擎中使用该菜单。



**04** 在虚幻引擎中 - 点击“重建资源(Rebuild Asset)”按钮以接受更改。将一个新的填充资源拖到前景中。转到Houdini参数部分，然后从“选择输入(Select Input)”菜单中选择“输入几何体(Input Geometry)”。

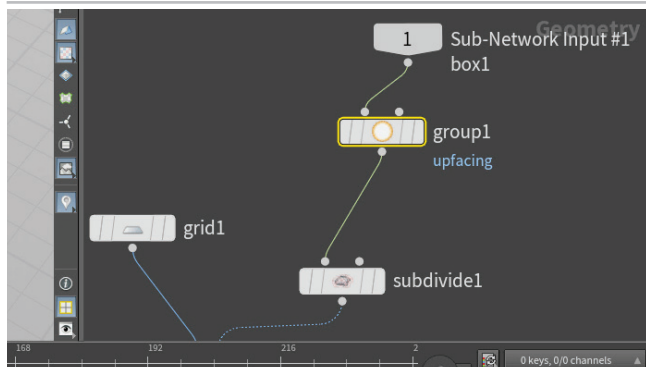
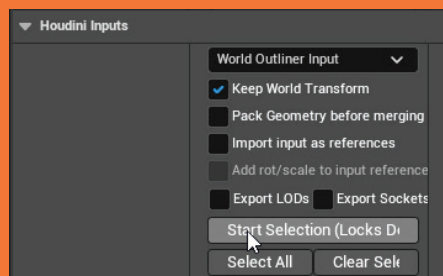
在“详细信息(Details)”面板中，转到“Houdini输入(Houdini Inputs)”部分，然后从菜单中选择“世界大纲视图输入(World Outliner Input)”。单击“开始选择(Start Selection)”按钮，然后在3D场景中，选择坡道和平台的所有部分。单击“使用当前选择(Use Current Selection)”，现在实例将散布在细分平台内。但这并非我们所需要的。



## 在虚幻引擎中使用输入节点

当你在资产中设置输入节点时，有多种访问输入几何体的选项。你可以使用内容浏览器中的几何体。

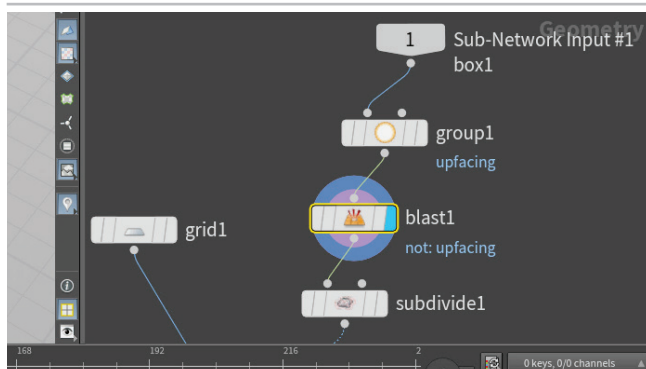
你可以在虚幻引擎中绘制曲线的地方设置曲线输入。你还可以从世界大纲视图中获取内容，或将虚幻引擎的地形作为高度场输入，以便与Houdini的新地形工具集配合使用。



**05** 在Houdini中 - 你现在要分离出盒子的顶面，以限制点的复制位置。

在网络编辑器中，在输入节点之后插入一个“组(Group)”节点。将组名称设置为“upfacing”。在“基础组(Base Group)”下，将“启用(Enable)”设置为“关闭(Off)”。在“按法线保留(Keep by Normals)”下，将“启用(Enable)”设置为“开启(On)”。将“方向(Direction)”设置为0, 1, 0，“扩散角度(Spread Angle)”设置为0。

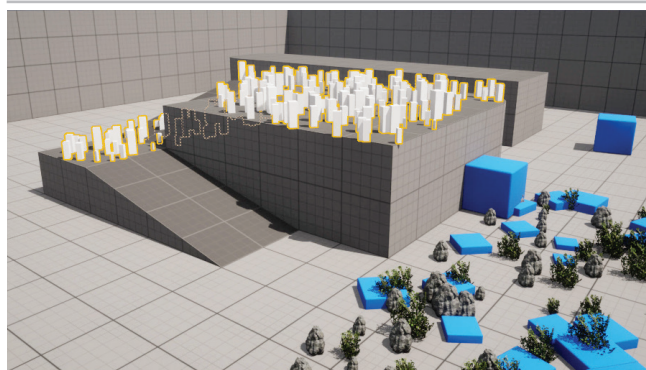
无需在虚幻引擎中将点分散到几何体的所有面上，而是要分离出顶面并使用这些面。



**06** 在组节点之后插入一个Blast节点，将组设置为向上，并将“删除未选择项>Delete Non Selected)”设置为开启(On)。

现在仅保留朝上的图元，其他的将被删除。选择“资源(Assets)”>“保存资源(Save Asset)”>“填充(Populate)”。

这里的关键是，因为您使用了一个组来识别顶面，所以输入到资产中的几何图形并不重要，解决方案将起作用。这是过程资产的工作方式，因为它提供了一个通用的解决方案，而不是一个特定的一次性解决方案。



**07** 在虚幻引擎中 - 点击“重建资源(Rebuild Asset)”按钮以接受更改。现在只有几何体的顶面有边界框。此资产现在可以使用源自关卡的默认网格或几何体来运行。在构建用于虚幻引擎的Houdini数字资产时，始终有很多可用选项。



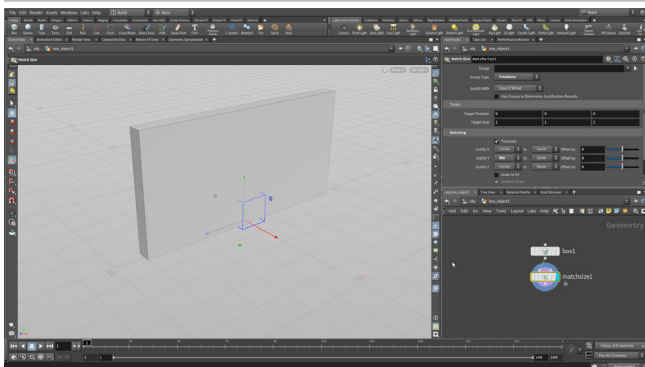
**08** 将实例数量(Number of Instances)设置为40。转到Houdini输出部分并展开实例化的盒子。

在内容浏览器中，打开“StarterContent > Particles”。将“P\_Fire”道具拖到“Houdini Instanced Input”上。将“Rotate Y”设置为90。按下“播放(Play)”按钮来测试关卡。

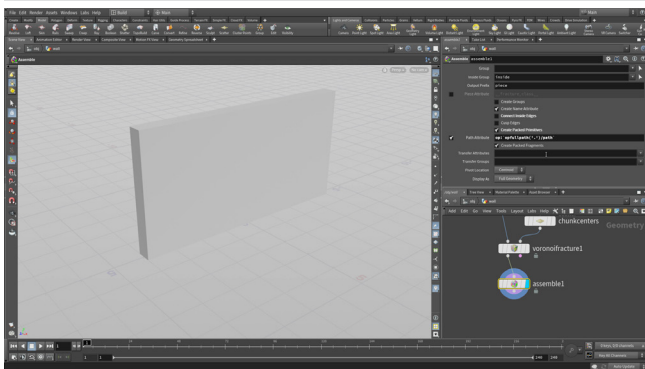
此资源中的实例化点不仅可用于几何图形。它们现在是虚幻引擎关卡的一部分，可用于解决各种不同的问题。在向场景中添加更多内容时，你可能希望用火焰隐藏populate2。但在关卡运行时，它仍会显示。

## 第七部分 将刚体动力学模拟导入虚幻引擎

在本课程的这一部分，你将创建一堵墙，然后使用刚体动力学将其击碎。将此系统导出为FBX格式，然后导入到虚幻引擎中，以便在你的游戏中使用。这是一个将视觉效果从Houdini引入虚幻引擎的简单示例。

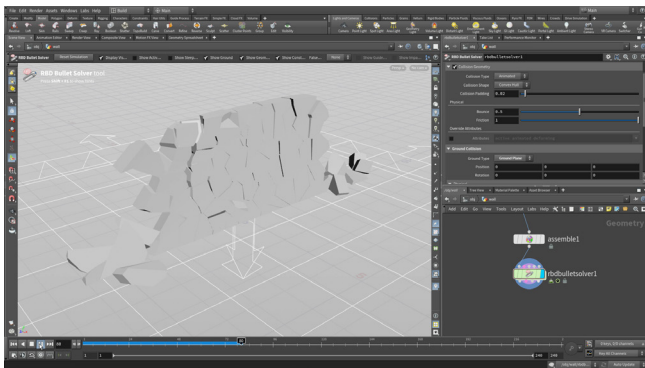


**01** 在Houdini中 - 创建一个盒子(Box)。进入几何体层级，将其尺寸设置为0.5、4、8。  
添加一个“匹配大小(Match Size)”节点，然后在“参数”面板的“匹配(Matching)”项下，将“对齐Y轴(Justify Y)”设置为“最小(Min)”。这样会将盒子向上提升，使其位于地面上。

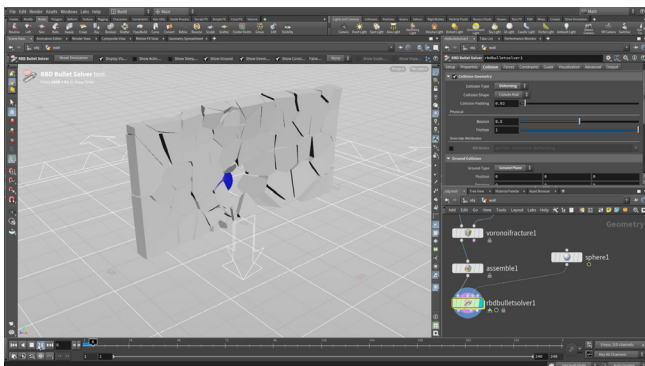


**02** 进入对象层级。重命名节点“wall”。选择“wall”节点，然后从“模型(Model)”货架中选择“破碎(Shatter)”。  
深入到几何体层级，选择chunkcenters节点并将“力总数(Force Total Count)”设置为100。  
在链的末尾添加一个“组装”节点。关闭“连接内部边(Connect Inside Edges)”，打开“创建打包图元(Create Packed Primitives)”和“路径属性(Path Attribute)”。将“路径属性(Path Attribute)”更改为：

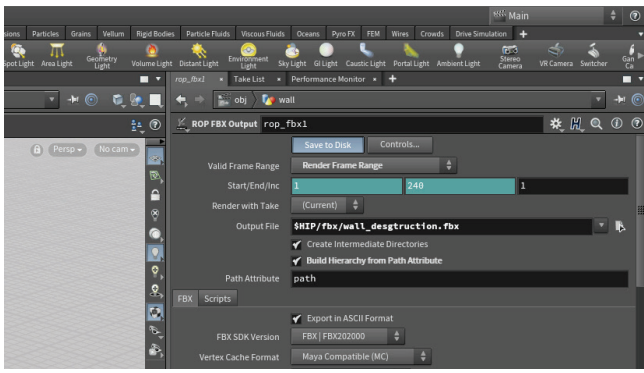
```
op: `opfullpath(`.`)/path`
```



**03** 点击在链的末尾添加一个RBD Bullet解算器节点。在“地面(Ground)”选项卡上，将“添加地面平面(Add Ground Plane)”设置为“地面平面(Ground Plane)”。  
“播放(Play)”以运行模拟。由于墙壁的碎片只是在掉落，所以不会发生太多情况。



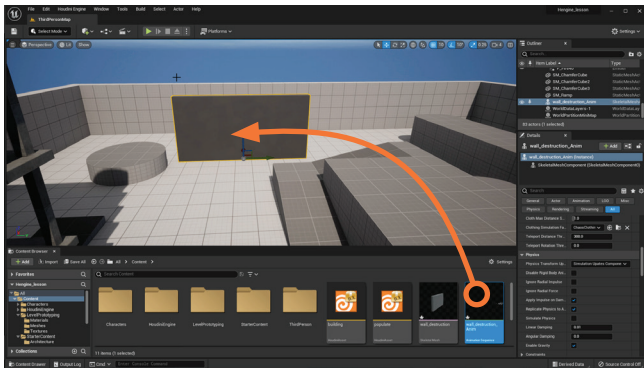
**04** 在网络中添加一个球体节点。将其放置在墙的前方，X中心坐标设为2，Y中心坐标设为1。按住Alt键并点击X中心坐标来为其设置关键帧。  
转到第9帧。将“中心X(Center X)”设为-3，然后按住Alt键并单击“中心X”以设置第二个关键帧。  
将球体连接到rdbulletsolver节点的第四个碰撞输入。在“碰撞(Collisions)”下，将“碰撞类型(Collision Type)”设置为“变形(Deforming)”。  
点击“播放(Play)”运行模拟。墙壁正在被球体撞击，球体将在模拟中隐藏。



**05** 在rbdbulletsolver节点之后添加一个变换节点 (Transform)，然后将均匀缩放(Uniform Scale)设置为100。这会将模拟缩放放到虚幻引擎中所需的大小。

添加一个FBX输出 (FBX Output) 节点。将“有效帧范围(Valid Frame Range)”设置为“渲染帧范围(Render Frame Range)”，然后将“输出文件(Output File)”设置为\$HIP/wall\_destruction.fbx。启用“从路径属性构建层级(Build Hierarchy from Path Attribute)”。

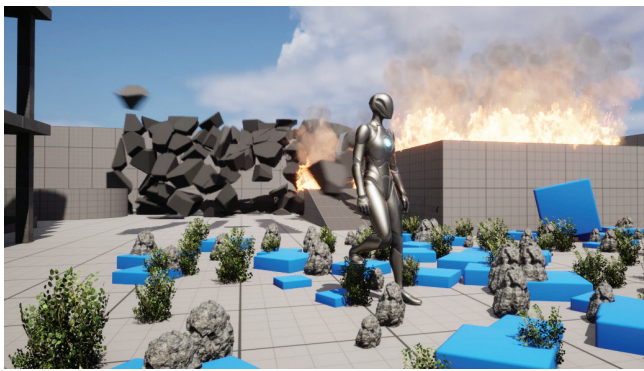
点击“保存到磁盘(Save to Disk)”将其保存到磁盘。



**06** 在虚幻引擎中 - 在内容浏览器中，返回“Content”目录。点击“导入(Import)”，选择“wall\_destruction.fbx”文件。勾选“骨架网格体(Skeletal Mesh)”、“导入网格体(Import Mesh)”、“导入动画(Import Animations.)”。展开“动画”部分，确保取消勾选“骨骼中的导入网格(Import Meshes in Bone)”。展开“网格(Mesh)”部分，将“法线导入方法(Normal Import Method)”设置为“导入法线和切线(Normals and Tangents)”。点击“导入(Import)”。

会弹出一个面板，提示UV尚未设置。关闭此面板。内容列表中会出现四个新项目。

将wall\_destruction\_Anim资源拖到你的工作区中。



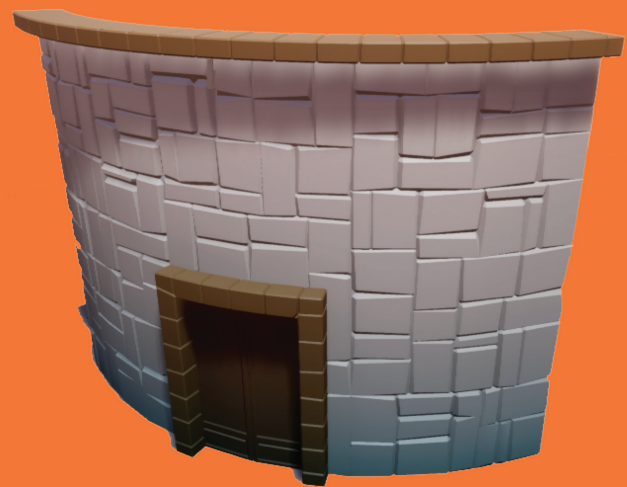
**07** 按下播放键(Play)，即可看到游戏中的模拟运行效果。目前动画只是循环播放，不会与任何事物产生交互。你可以设置一个蓝图，根据角色的某些动作来触发动画。

## 结论

现在，你已经创建了各种可在虚幻引擎中使用的游戏资源。从Houdini数字资产到包含刚体模拟的FBX文件，你现在有了一个良好的基础来进行构建。这些数字资产使你能够将Houdini基于节点的工作流程集成到诸如虚幻引擎之类的宿主应用程序中。同样的工作流程也适用于其他应用程序，如Unity、Autodesk Maya和Autodesk 3DS Max。

同时还提供更多教程的链接。如需了解更多信息，请访问 [SideFX.com/unreal](http://SideFX.com/unreal)。这将为您提供一套可立即在虚幻引擎中使用的初始资产包。

为“泰坦计划”创建的内容已作为学习材料和可下载内容与社区共享。一定要看看“泰坦计划”，这是一个内部技术演示，旨在探索利用虚幻技术创建引擎最新3D环境。其中的工具和技术



## HOUDINI 基础

# 使用PDG打造一座城市

要管理流水线工作流程，你可以借助任务操作符（TOPs），它是使用一种名为过程依赖图（PDG）的技术构建的。使用PDG创建的工作流程会使用TOP节点，这些节点生成工作项，将任务分配到你的本地计算机或更大的计算集群上。

TOP网络使您能够确定不同工作项之间的依赖关系，以及它们如何对最终输出产生影响。这些信息在节点图中很容易可视化，节点图可用于定义您希望数据如何在网络中流动。TOPs使您能够构建工作流程，用于自动化、分析和扩展您的管道。

在本课程中，你将使用TOP节点处理城市地图，为每个街区创建建筑物，然后扩展该系统，以处理更复杂的建筑和更大的城市地图。Houdini艺术家可能知道如何在SOP中完成此操作，但通过使用TOP，你可以在创建一个可轻松扩展的系统的同时，学习PDG工作流程，该系统能够将多个任务分发到外部计算集群进行并行处理。

注意：本课程使用Image Magick - 请确保你的计算机上安装了此应用程序。

### 课程目标

- 创建一个TOP（任务操作符）网络，构建一座程序化生成的城市，然后将其渲染出来。

### 你将学到什么

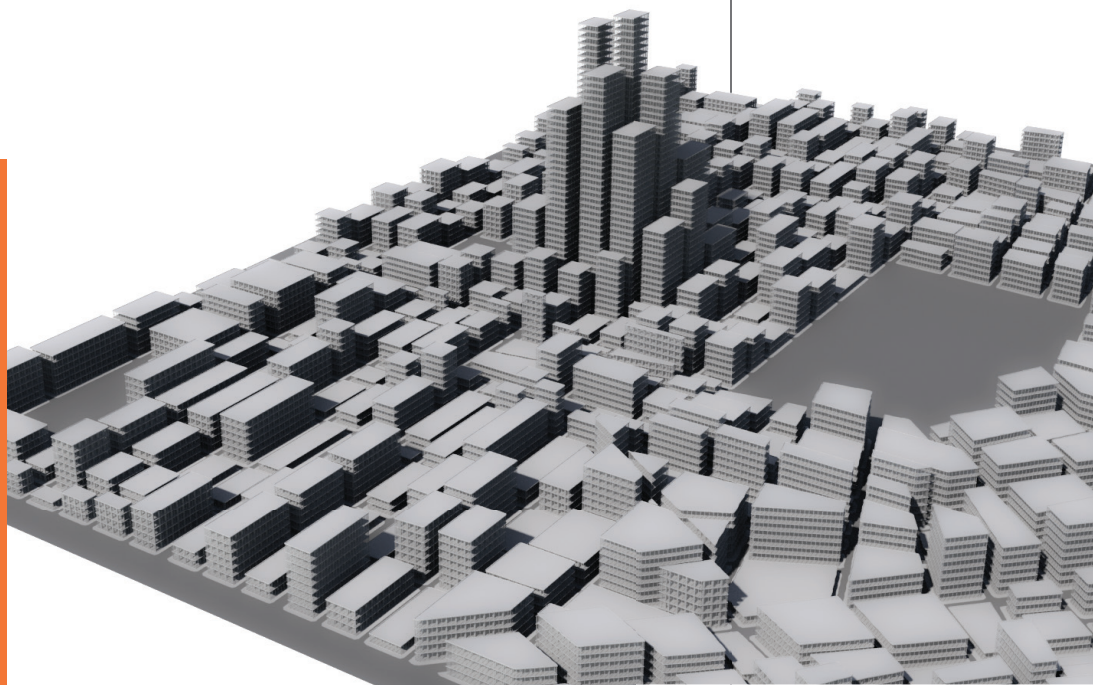
- 如何将城市地图图像转换为几何图形
- 如何设置一个TOP网络来保存城市街区
- 如何在TOPs中创建几何体，以便在每个城市街区上建造建筑。
- 如何创建一个城市核心区域，使一些建筑比其他建筑更高
- 如何对城市景观进行楔形细分，以尝试将城市核心设置在不同位置
- 如何通过楔形处理使用不同的地图图像
- 如何使用任务运算符（TOPs）渲染出城市，并使用图像拼接来比较不同的参数设置

### 课程兼容性

针对Houdini 19.5及以上版本的功能编写  
本课程中的步骤可以使用以下Houdini产品完成：

Houdini Core	✓
Houdini FX	✓
Houdini Indie	✓
Houdini Apprentice	✓
Houdini Education	✓

文档版本 2.0 | 2022年10月 ©  
SideFX Software

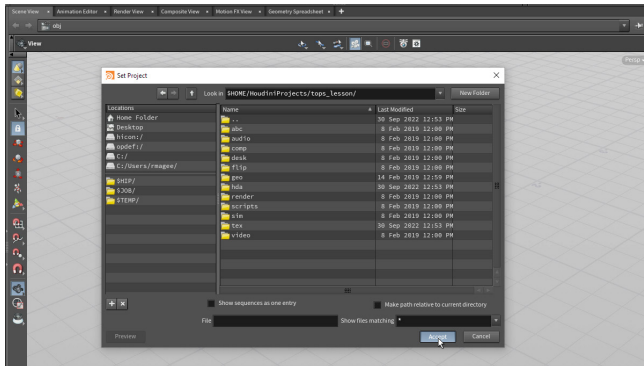


# 第一部分 创建城市网格

要构建一个程序生成的城市，你将从城市网格开始。你要通过描绘一个包含城市地图黑白图像的图像文件来创建几何图形。这将作为你在TOPs中构建的网络的输入几何图形。

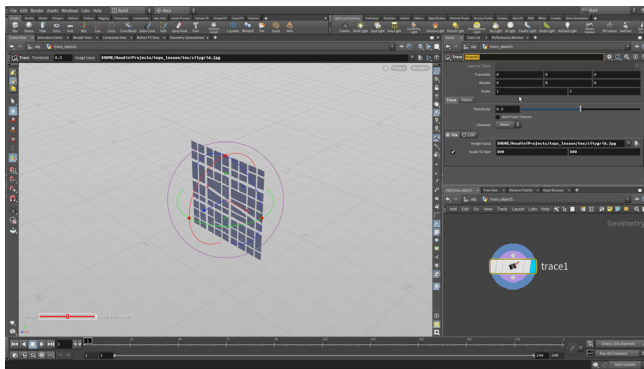
## 项目文件

前往你获取本教程的SideFX.com上的基础教程页面，下载tops\_lesson目录。将其放入Houdini项目目录，你可以在主目录或文档目录中找到该目录。



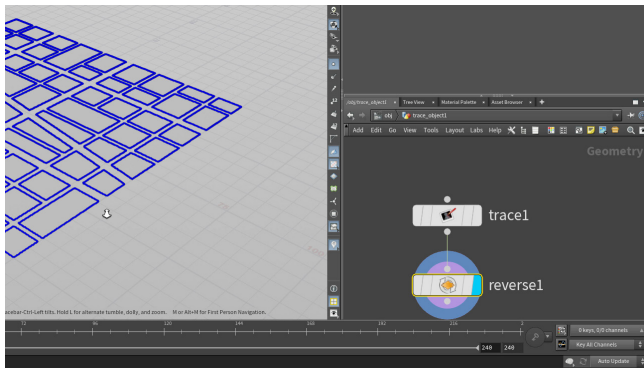
**01** 选择“文件(File)”>“设置项目(Set Project)”。找到你下载的tops\_lesson目录，然后点击“接受(Accept)”。这会在此项目目录及其子文件夹中设置与该镜头相关的所有文件的存放位置。

选择“文件(File)”>“另存为...(SaveAs...)”。你应该查看新的tops\_lesson目录。如果没有，请点击左侧栏中的\$JOB。将文件名设置为city\_01.hip，然后点击“接受(Accept)”进行保存。



**02** 在视口中，按Tab键调出菜单，然后开始输入“TRACE”。选择“Trace”，此时光标会显示一个正方形的轮廓，等待放置到场景中。按回车键将其放置在原点。目前它是一个追踪出来的圆形。

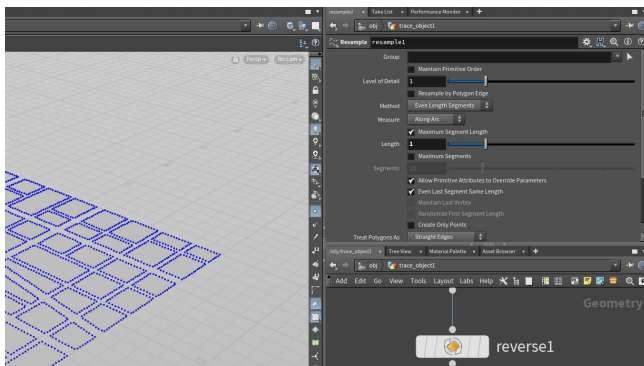
在“网络”视图中双击节点，深入到几何体层级。选择追踪节点，然后点击“图像输入”参数旁边的文件选择器(File chooser)。点击\$HIP，然后导航到tex目录。选择citygrid.jpg图像，然后点击“接受(Accept)”。接下来，打开“按尺寸缩放(Scale to Size)”选项，并将其设置为500,500。这样会让结果更精确。



**03** 在轨迹节点的上部，进行以下设置：

- 将X旋转设为 -90
- 缩放设为100,100

在“网络”视图中，按Tab键并开始输入“Reverse”。选择“反转(Reverse)”节点并将其放置，然后将“追踪(trace)”节点连接到该节点。设置其显示标志(Display Flag)。此节点将使法线朝上。在视口中，按Spacebar-H组合键可查看整个城市网格。在“显示(Display option)”选项栏中打开“显示点(Display Points)”，即可看到每个街区周围都有大量的跟踪点。



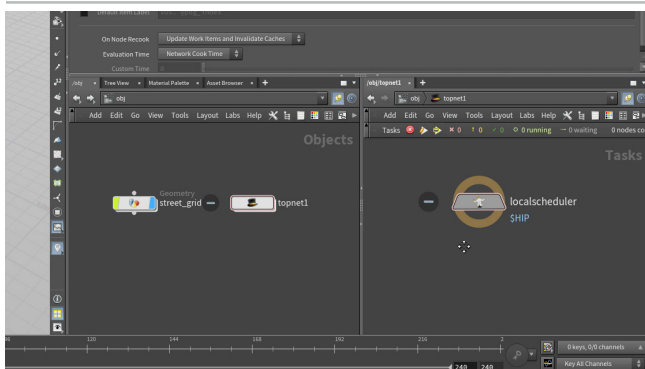
**04**

在网络视图中，按下制表键(tab)>重采样(Resample)，然后点击将其放置在反转节点下方。暂时不要连接线路。将“长度(Length)”设置为1，然后将反转节点的输出连接到重采样节点的输入。

点击重采样节点的输出并选择“空对象(Null)”。点击将空对象节点放置在链的末尾。设置其显示标志并重命名为“CITYBLOCKS\_OUT”。保存你的工作成果。

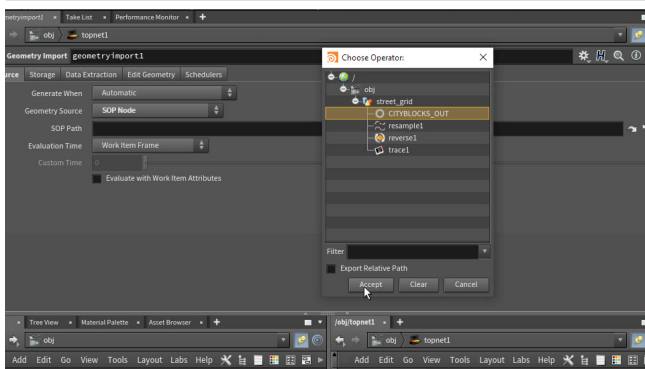
## 第二部分 生成并显示工作项

既然你已经有了一个城市网格，就可以将不同的城市街区分解为单独的工作项。这样你就可以利用每个街区来生成建筑。你将设置一个TOP网络来导出每个街区。同时，你要创建一个对象来可视化选定的工作项，以验证是否得到了想要的结果。

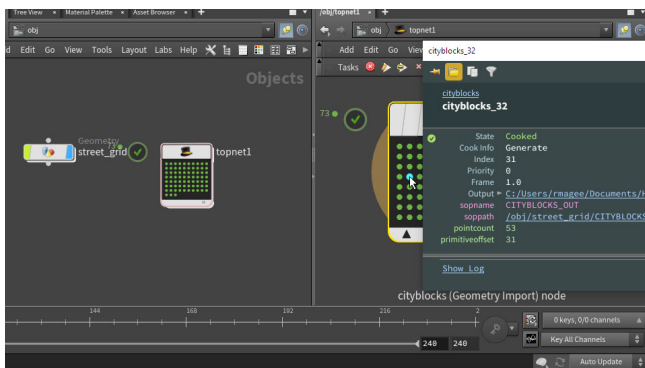


**01** 回到对象层级，将对象重命名为street\_grid。进入网络视图，按下Tab键，开始输入TOP... 并选择TOP Network。点击将节点放置在网络中。

点击“网络视图”右上角的小箭头。从菜单中选择“左右拆分窗格 (Split Pane Lef/Right)”。点击左侧“网络视图”上的图钉图标。另一个“网络视图”已固定。在右侧的“网络视图”中，双击“topnet”深入查看。现在，您在开发城市时可以同时使用这两个网络。



**02** 在TOP网络中，按下“tab”键 > “几何图形导入 (Geometry Import)”。点击放置节点。将“几何图形源”设置为“SOP节点 (Geometry Source)”，然后点击“SOP路径 (SOP Path)”旁边的“选择运算符 (Choose Operator)”图标。使用浮动窗口导航并选择“CITYBLOCKS\_OUT”空节点。在“存储 (Storage)”下，将“存储几何图形为 (Store Geometry As)”设置为“外部文件 (External File)”。在“数据提取”下，将“从类复制到基本体 (Copy from Class)”设置。这会将文件存储到磁盘，以便下一个TOP节点可以检索它们。如果设置了一个TOP网络来将任务分发到计算集群，这一点尤为重要。



**03** 将“geometryimport”节点重命名为“cityblocks”，然后从顶部的任务栏中，点击“Cook Selected Node (烹饪选定节点)”按钮。你也可以选中该节点，然后按 Shift+G 组合键来进行烹饪。在节点烹饪时，你会看到代表工作项的小点出现。按住Ctrl键并中键单击圆点可检查工作项属性。像“索引 (Index)”这样的一些属性是每个工作项都具备的基本属性。其他属性则特定于工作项的类型。您会看到每个工作项都与一个输出文件相关联。您可以右键单击某个工作项，然后选择“查看工作项输出 (View Work Item Output)”，在单独的几何图形查看器中查看其包含的几何图形。

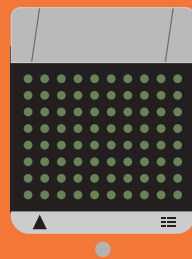


### 工作项

TOP节点会为你要求其执行的每个任务创建工作项。这些工作项在TOP节点上以点的形式呈现，你可以通过它们直观了解状态，还能单独选中它们，以评估该工作项的进展情况。

当所有工作项都完成时，节点会出现一个对勾，已完成的工作项将显示为绿色。

80



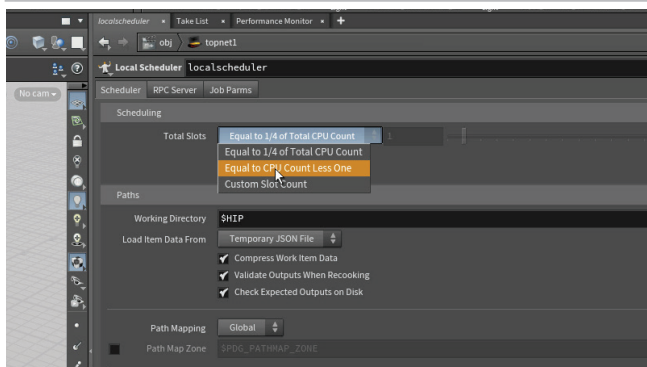


## 什么是调度器节点？

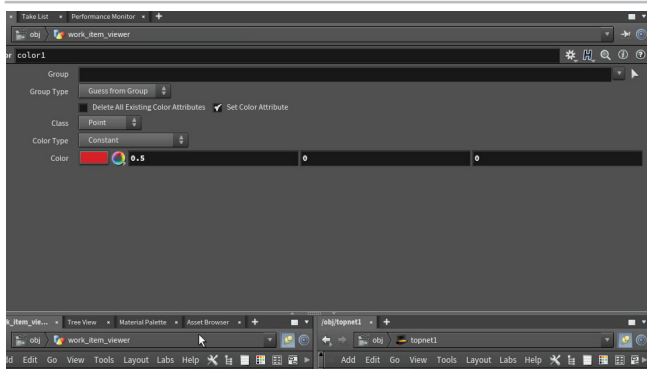
当你首次创建一个TOP网络时，会创建一个本地调度器节点，以便在任务处理时对其进行组织。本地调度器指向你的本地计算机，并将使用一定比例的可用核心进行处理。你可以选择“总数等于CPU数量减一”选项，使插槽总数与可用核心数相匹配。

你还可以为HQueue、Deadline、Tractor和Python设置调度器节点，以便将任务发送到更大的计算集群。这样就能并行处理更多工作项，从而提高图形处理效率。

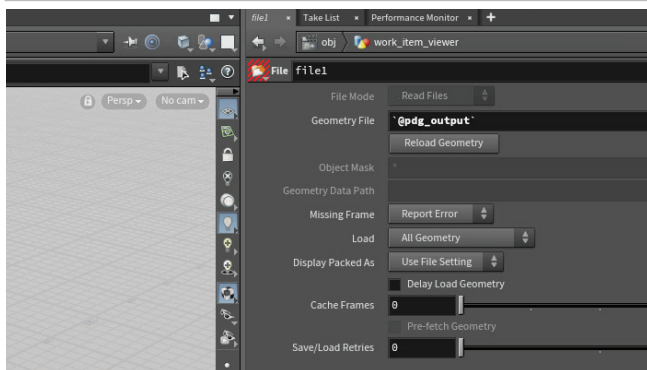
17  
6  
89



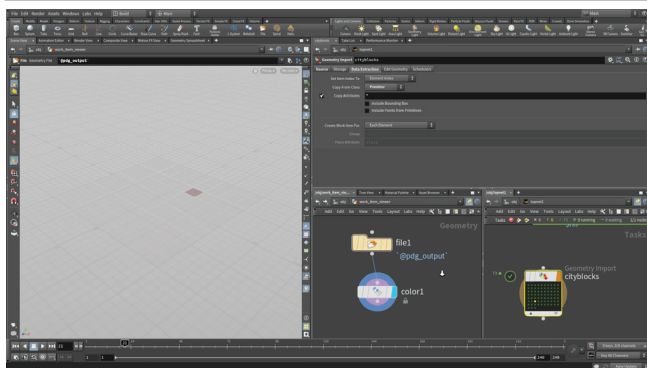
**04** 如果你想加快网络处理速度，选择本地调度器节点，并将“总插槽数（Total Slots）”设置为“等于CPU数量减一（Equal to CPU Count Less One）”。这样一来，由于使用了更多处理器，后续的烹饪操作将会更快。要在视口中查看工作项，您需要设置一个工作项查看器。在左侧的“网络”视图中，按Tab键>“文件（File）”。点击放置节点并将其重命名为work\_item\_viewer。通常情况下，你会将一个文件节点指向磁盘上的某个文件。一开始你将这样做来查找文件，然后使用另一种方法直接从TOPS获取工作项。



**05** 双击进入work\_item\_viewer节点，然后在“参数”窗格中，点击“几何文件”文件选择器按钮。在文件选择器中，点击\$HIP，然后双击“geo”文件夹。选择city\_01\_cityblocks文件序列。这会将保存的几何体作为编号序列导入。在几何体序列之后添加一个颜色节点，并将其颜色设置为红色（1, 0, 0）。在时间轴上拖动查看几何体的不同部分按顺序加载。已经有73个部分保存到了磁盘上。



**06** 不要将城市街区的显示与帧数关联，而是将其直接与顶级网络关联。点击“文件（File）”节点，并将“几何文件（Geometry File）”更改为以下表达式：  
``@pdg_output``  
这意味着，你将加载顶层网络中处于活动状态的任何工作项，而不是按顺序从磁盘加载文件。一开始，你会收到一个错误，因为PDG网络没有输出任何工作项。

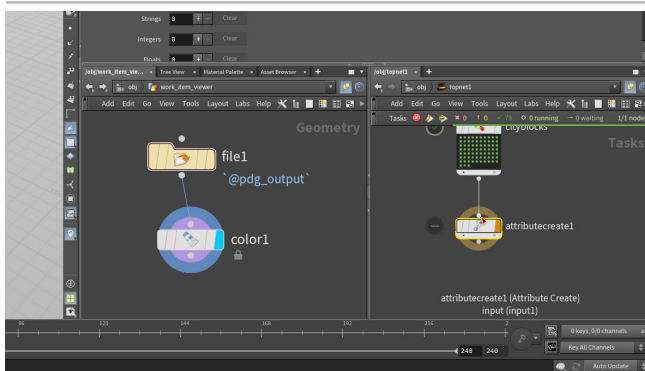


**07** 从“几何网络”视图中的“活动工作项（Active Work Item）”菜单中，选择不同的工作项，以便在“场景”视图中选中它们。红色会移动到选定的几何体上。与该工作项相关的几何体将显示在视口中。在拓扑网络（topnet）中，您会看到“cityblocks TOP”节点上的点以黄色突出显示。保存您的工作。

## 第三部分

# 添加属性

要创建建筑物，你需要设置一个固定的基础高度和一个随机的高度变化，这样你的建筑物就不会都是一样的大小。你可以在城市地图的几何级别设置这些属性，但也可以在TOPs中在此处指定它们。这样，如果以后有需要，在TOP级别进行更改会更容易。

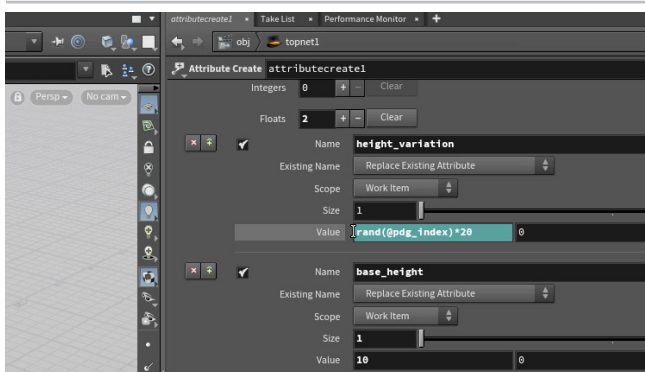


**01** 在TOP网络中，添加一个“属性创建 TOP”。将“生成时机 (Generate When t)”设置为“每个上游项目已烹饪 (Each Upstream Item is Cooked)”。

点击“浮点属性 (Float Attributes)”下的加号创建一个新属性，然后输入以下内容：

- 名称设为 `base_height`
- 值为 `10`

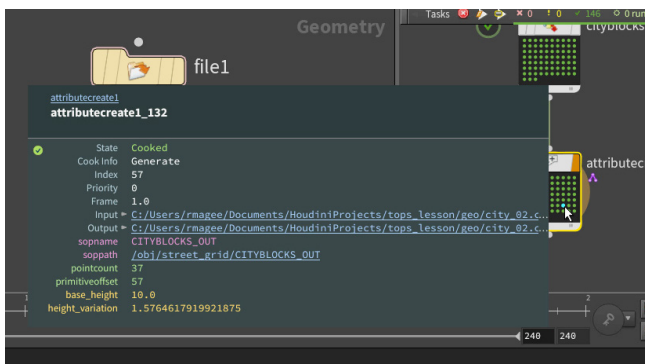
这将确保所有建筑物的最小值为10。如果你希望最低的建筑物有不同的高度，之后可以调整这个数字。



**02** 再次点击加号并输入以下内容：

- 名称为 `height_variation`
- 值为 `rand(@pdg_index)*20`

这将使用工作项属性“索引 (Index)”作为种子，创建一个0到20之间的随机数。在构建用于创建建筑物的网络时，你需要将该值与基础高度值相加，以确定每栋建筑物的高度。



**03** 选择“属性创建 (attributecreate)”节点并按 Shift-G 进行处理。在3D视图中，你仍会看到脚印，因为你还没有创建建筑物。

如果你在工作项上进行 MMB 点击，你会发现每个工作项都有一个10的 `base_height` (基础高度) 和一个介于0到20之间的 `height_variation` (高度变化量)。这些属性是在这个 TOP 节点中生成的，但目前尚未使用。



### 在TOPs中添加属性

原本可以在城市网络的几何网络中添加属性，但在TOPs中添加属性，能更便于在TOPs的情境下对其进行修改。

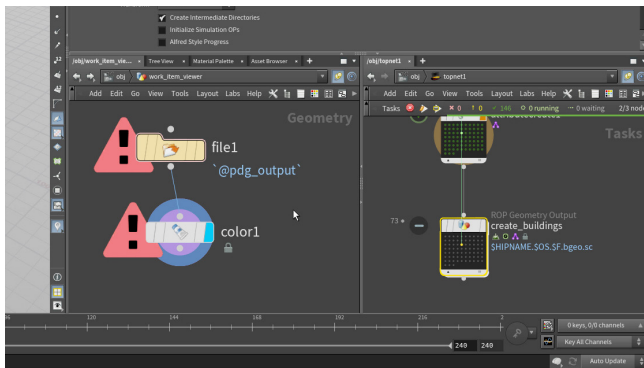
属性是通过管道传递重要信息的一种重要方式，正确设置属性非常重要。

```
pointcount 29
primitiveoffset 26
base_height 10.0
height_variation 19.69480037689209
```

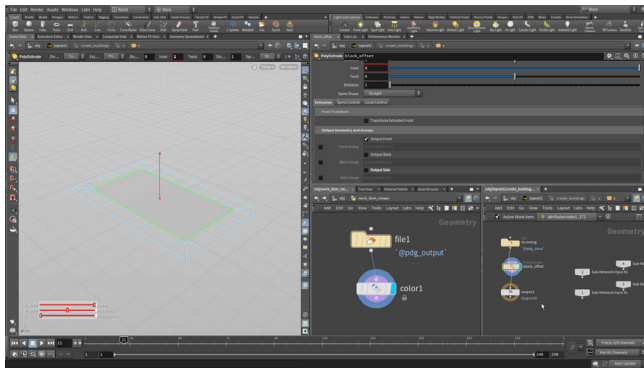
## 第四部分

# 为城市网格创建建筑

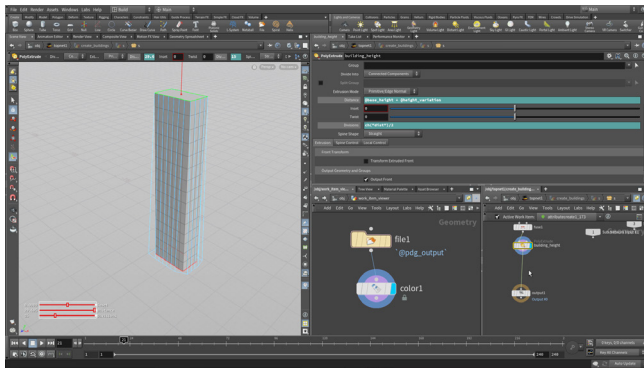
现在你要用一个ROP几何体节点来创建一座简单的建筑。要在视口中看到你所做的操作，你需要生成工作项并选择其中一个。然后你就可以用该工作项在几何层面设计这座建筑。



**01** 添加一个ROP几何体输出TOP (ROP Geometry Output)。将其重命名为create\_buildings。关闭“使用外部SOP (Use External SOP)”选项。点击它并选择“生成节点(Generate Node)”来创建工作项。这些是尚未处理的灰色工作项。实际上，它们是占位符，代表一旦你设置好这个节点后将会执行的任务。  
重要提示：点击其中一个工作项。这将在工作项查看器网络中产生一个错误，因为此节点尚未生成任何几何体。



**02** 双击此节点进入几何体层级。创建一个“多边形挤出 (PolyExtrude)”节点，并将其放置在输入和输出节点之间。将其重命名为“block\_offset”。将“插入(Insert)”设置为1，并在“挤出(Extrusion)”下，关闭“输出侧面(Output Side)”选项。这样会使建筑物内缩，留出人行道空间。接下来，在多边形挤出节点之后添加一个融合节点，并将捕捉距离(Snap Distance)设置为0.2，以去除任何细小的线条。请注意，尽管工作项查看器节点显示错误，但您仍能在视口中看到一些内容。您稍后会解决这个问题。



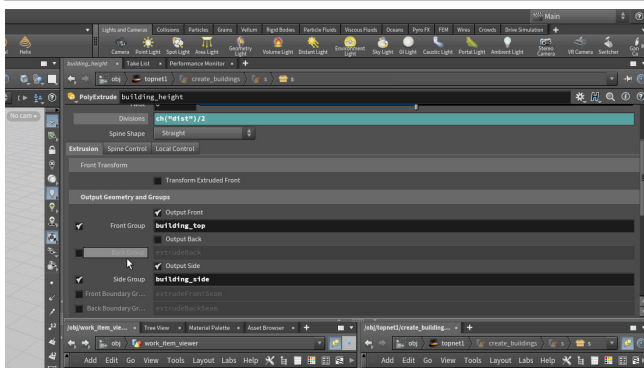
**03** 在融合节点之后创建第二个“多边形挤出 (PolyExtrude)”节点。将其重命名为“building\_height”，并将“距离 (Divisions)”设置为：

`@base_height + @height_variation`

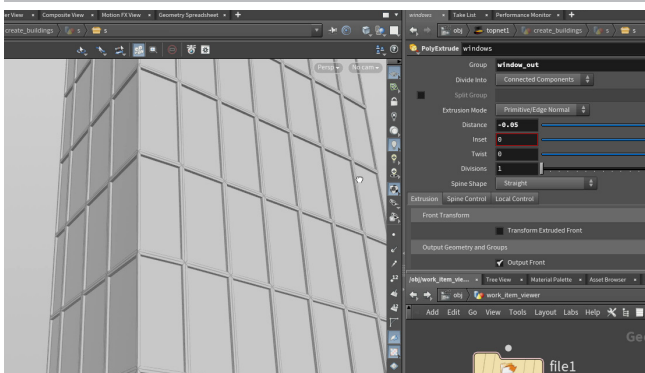
确保“距离 (Distance)”参数处于高亮状态。右键单击该参数并选择“复制参数 (Copy Parameter)”。右键单击“分割数 (Divisions)”参数并选择“粘贴相对引用 (Paste Relative References)”。将得到的通道引用除以2进行编辑：

`ch("dist") / 2`

现在你可以看到楼层和窗户组成的网格。

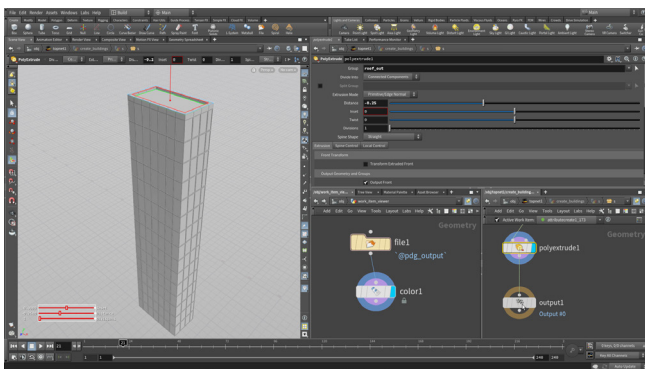


**04** 在“挤出 (Extrusion)”选项卡中，打开“正面组 (Front Group)”并将其命名为“building\_top”，然后打开“侧面组 (Side Group)”并将其命名为“building\_side”。你将使用这些来为建筑物添加细节。



- 05** 在链中添加一个新的多边形挤压节点 ( Poly Extrude ) ，并将其重命名为 `window_frames` 。设置如下：
- 组设为 `building_side`
  - 内插至 0.05
  - 分割为单个元素
  - 在“挤出”选项卡中，打开“正面组”并将其命名为 `window_out` 。

添加另一个新的多边形挤出节点 ( Poly Extrude ) 并将其重命名为“ `windows` ”。将“ `Group` ”设置为“ `window_out` ”，“ `Distance` ”设置为 -0.05。

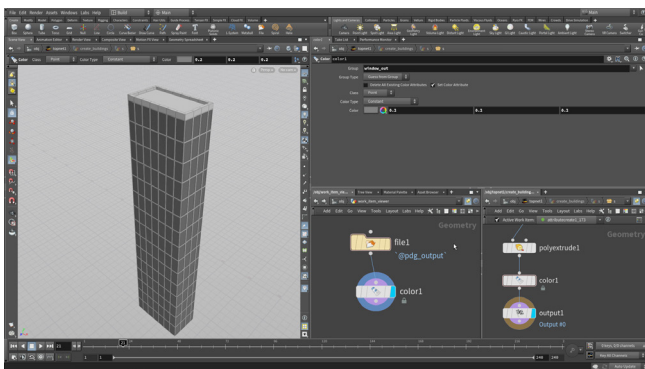


- 06** 添加一个新的多边形挤出 ( Poly Extrude ) ，并将其重命名为 `extend_roof` 。
- 距离为 0.5

A 添加另一个多边形挤压节点，并将其重命名为 `roof_edge` 。设置

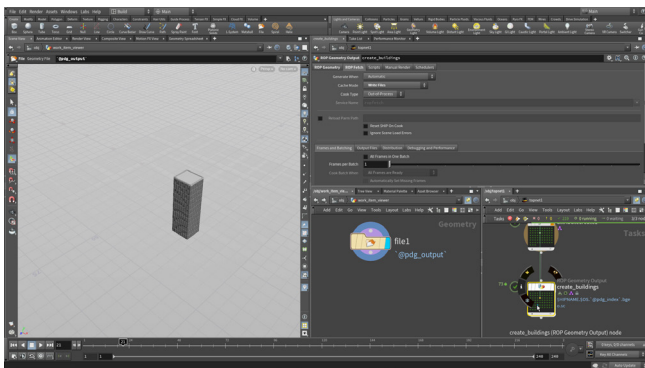
- 组设为 `building_top`
- 内缩至 0.3
- 在“挤出”选项卡中，打开“正面组”并将其命名为 `roof_out` 。

在链中添加另一个新的多边形挤出节点 ( Poly Extrude ) ，并将其重命名为“ `roof` ”。将“ `Group` ”设置为“ `roof_out` ”，“ `Distance` ”设置为 -0.25。



- 07** 在此之后添加一个颜色节点，并进行以下设置：
- 组设置为 `windows_out`
  - 将颜色设置为深灰色 ( 0.2, 0.2, 0.2 ) 。

确保这些节点连接到输出节点，并在该节点上设置“显示”标志 ( Display flag ) 。现在，帧将显示为浅色，而窗口将显示为深色。这有助于你在视口中查看它们。



- 08** 返回上一级，在“ `create_buildings` ” ( 创建建筑 ) 选项卡上，更改 `$F` to ``@pdg_index`` to set the Output File to:

```
$HIP/geo/$HIPNAME.$OS.`@pdg_index`.bgeo.sc
```

这将使用每栋建筑的索引文件而非帧文件。点击“ `ROP Fetch` ”选项卡，并将“缓存模式 ( Cache Mode ) ”设置为“写入文件 ( Write Files ) ”。

保存你的场景文件，然后选择 `create_buildings` TOP 并按下 `Shift-G` 进行处理。

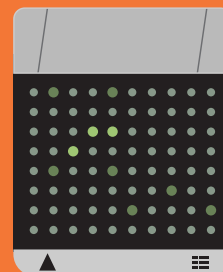
回到工作项查看器中，删除颜色节点，这样你就不会再看到红色。现在在“ `创建建筑` ”顶级节点上，点击工作项，查看不同高度的建筑。



## 工作项进度

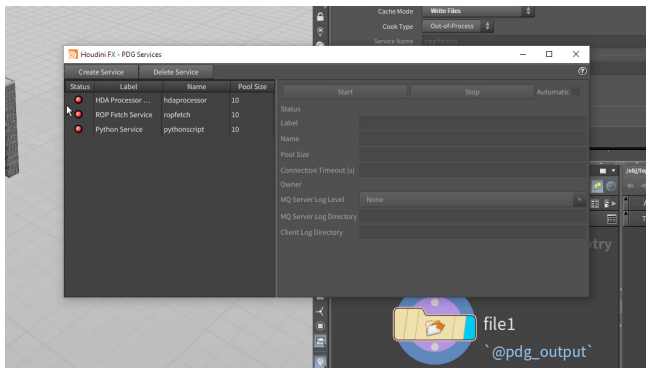
到目前为止，工作项的处理速度一直非常快，但这个节点所需时间稍长一些。你可以看到进度轮，其中深绿色表示已完成的任务，黄色表示正在进行的任务，灰色表示已排队的工作项。这样你就能观察该节点完成指定任务的过程。

在对象级别，TOP 网络还会显示网络中所有任务的工作项进度。



## 第五部分 合并建筑

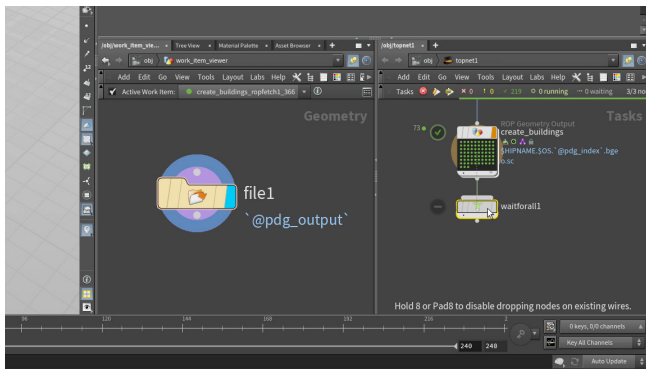
一旦建筑完成，你会希望将它们组合在一起创建城市。这涉及到一个名为“等待全部”的分割节点和一个几何图形导入。你还会添加一个城市核心区域，这里的建筑会比城市其他地方的更高。



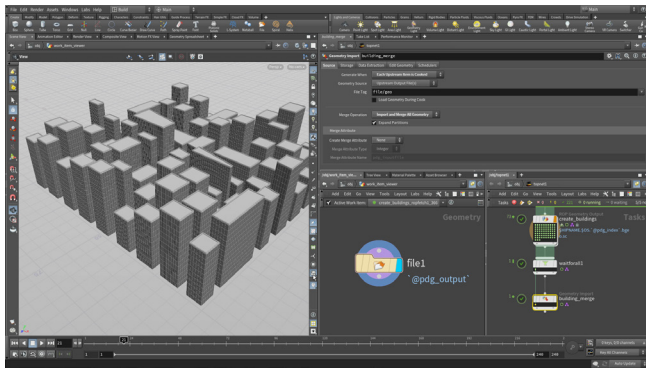
**01** 为加快任务处理速度，您将使用名为PDG服务的功能。在TOP网络视图中，选择“任务（Tasks）”>“PDG服务（PDG Services）”。在此处，您可以看到已设置好可供使用的服务。

关闭“服务”窗口，然后转到create\_buildings TOP的ROP Fetch选项卡，并将“烹饪类型（Cook Type）”设置为“服务（Services）”。这将加快此TOP节点的处理速度。

保存你的场景文件，然后选择create\_buildings TOP，按下Shift+D使其变脏，再按下Shift+G进行烹饪。你会发现这次比上次快得多。

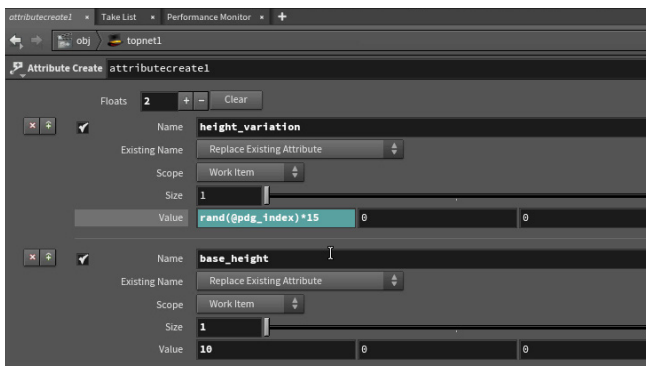


**02** 添加一个“等待所有TOP（Wait for All）”节点。该节点会获取ROP几何体节点生成的所有工作项，并将它们合并为单个工作项。它还会阻止任何子级TOP进行处理，直到上方的所有工作项都完成处理。



**03** 添加一个“几何图形导入TOP（Geometry Import TOP）”。将其命名为building\_merge。将“生成时机（Generate When）”设置为“每个上游项目已烹饪（Each Upstream Item is Cooked）”，并将“合并操作（Merge Operation）”设置为“导入并合并所有几何图形（Import and Merge All Geometry）”。

保存你的场景文件，然后选择building\_merge节点并按下Shift-G进行计算。当网络计算完成后，点击最终的building\_merge节点上的工作项。你将在视口中看到整个城市。

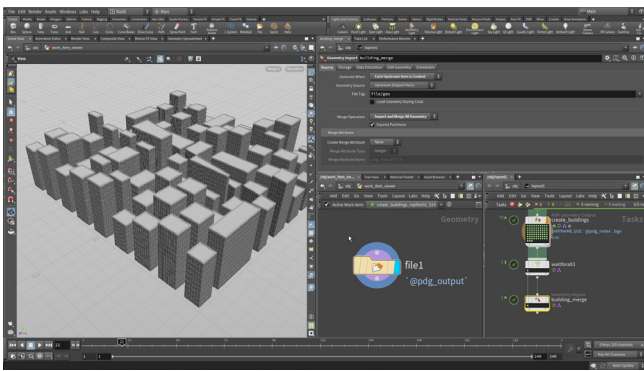


**04** 回到“属性创建TOP（Attribute Create TOP）”，并将“height\_variation”属性编辑为以下内容：

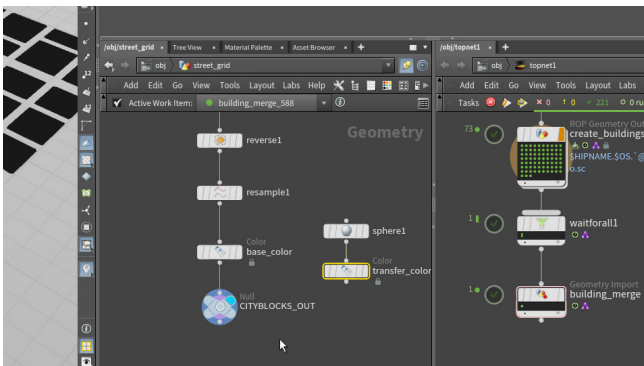
- 值设置为  $\text{rand}(\text{@pdg\_index}) * 15$

这将使建筑物整体稍微矮一些。

右键单击该属性，创建“TOP”，并选择“弄脏此节点（Dirty This Node）”。这将清除沿链向下的所有工作项。



**05** 保存你的场景文件。现在选择building\_merge TOP节点，然后按下Shift-G键进行烹饪。当网络完成烹饪后，点击最终的building\_merge节点上的工作项以查看变化。

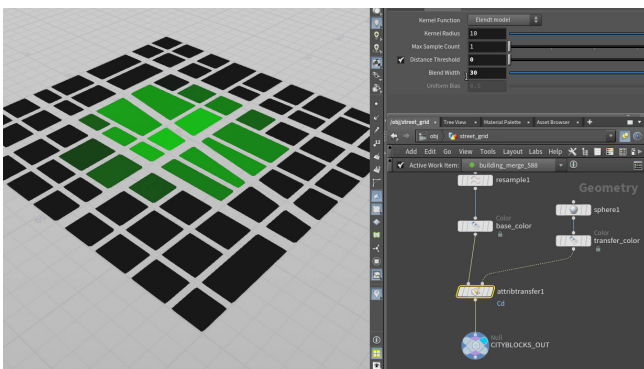


**06** 导航到street\_grid对象并深入其中。创建一个颜色节点，并将其连接到重采样节点之后的链中。将“类别(Class)”设置为“图元”，将“颜色”设置为黑色(0, 0, 0)。将此节点重命名为base\_color。

在街道网格网络中创建一个球体，将其放置在一侧并设置：

- 基本体类型转多边形(Polygon)
- 均匀缩放至5

在球体的输出上添加一个颜色节点，将“类别(Class)”设置为“图元”，将“颜色”设置为绿色(0, 1, 0)。将此节点命名为transfer\_color。

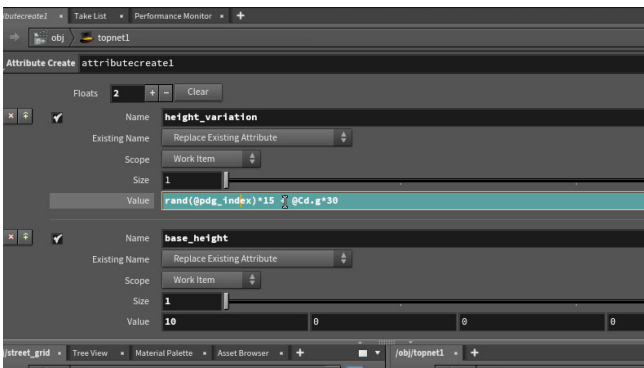


**07** 在基础颜色节点之后添加一个属性传递节点(Attribute Transfer)。然后将传递颜色节点连接到其第二个输入。

取消勾选“Points(点)”复选框，并将“Primitives(图元)”字段设置为“Cd”。然后在“Conditions(条件)”选项卡中，设置：

- 距离阈值降低至0
- 将混合宽度设置为大约30。

将光标置于“场景”视图上，按空格键-Y组合键以隐藏其他对象(Hide Other Objects)。现在你可以看到，当方块靠近球体中心时，绿色会逐渐布满它们。



**08** 回到TOP网络，选择attributecreate节点，并将height\_variation属性编辑为以下内容：

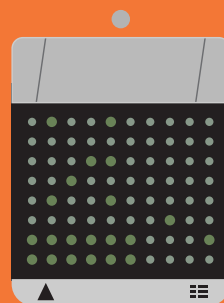
- 值为  $\text{rand}(\text{@pdg\_index}) * 15 + \text{@Cd.g} * 30$

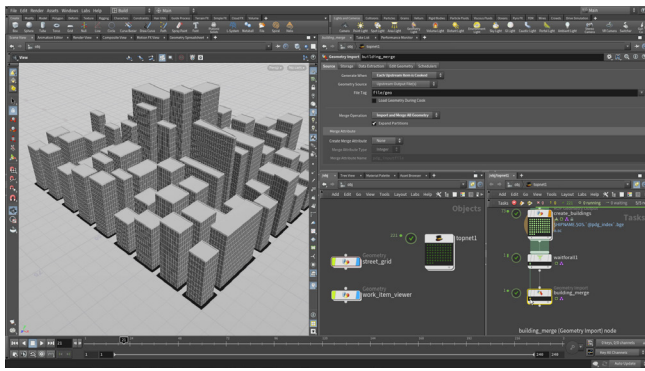
这将增加城市核心区域那些建筑的高度。30这个值将是增加的最大高度。如果你想要更高或更矮的建筑，可以更改这个值。



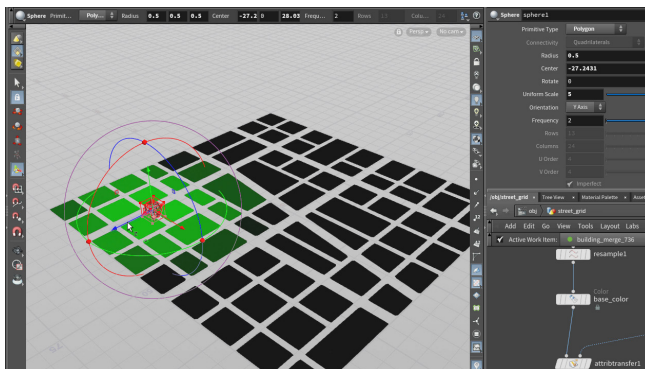
## 脏与净工作项

PDG技术的主要目的之一是处理复杂系统中产生的依赖关系。当你市中心核心区域进行更改时，你会发现一些节点变得“脏”了，必须重新处理，而其他节点则保持原样。TOPs处理这些依赖关系的方式是其优势之一。

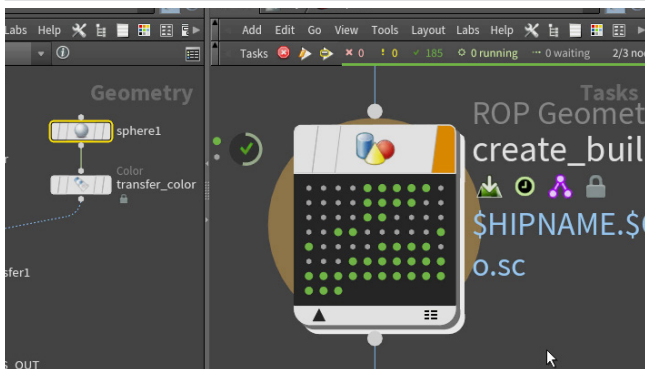




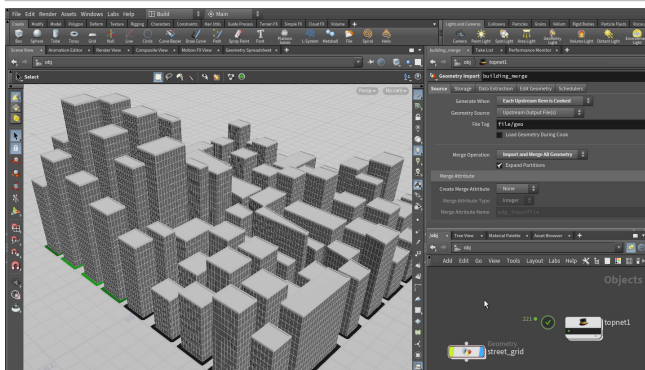
**09** 右键单击“building\_merge”节点，然后从菜单中选择“弄脏此节点”。你也可以选中它并按 Shift-D 组合键来弄脏它。选择“building\_merge”节点，然后按 Shift+G 进行烹饪。系统会提示您保存。完成后，点击最终“building\_merge”节点上的工作项。  
在另一个“网络”视图中，导航回到对象层级。你会在视口中看到更新后的城市，其中包含城市核心区域。



**10** 导航到“street\_grid”对象，在显示“CITYBLOCK\_OUT”节点的情况下，你可以选择球体节点，并使用操纵手柄工具（handle）移动它，查看它对城市网格不同部分的影响。



**11** 回到TOP网络，右键单击“create\_buildings”节点并选择“Generate Node（生成节点）”。你会发现，由于几何层级的变化，一些工作项已自动被“弄脏”。其他工作项仍被视为干净，无需重新处理。

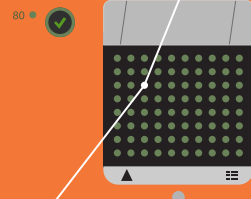


**12** 现在，当你右键单击“building\_merge”节点并选择“Cook Selected Node”（烹饪所选节点）时，只有脏工作项会被更新。点击工作项可查看新的城市核心。这是在你开发工作流程时，TOPs中的依赖关系图高效运行的方法之一。



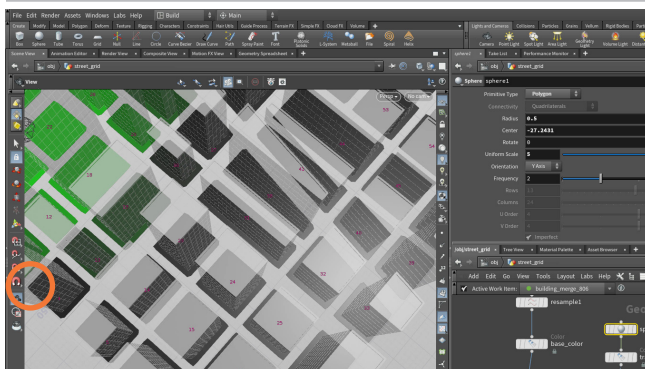
## 更新的依赖项

当你选中某个工作项时，会看到一些线条，这些线条展示了该工作项在系统中是如何与其他工作项相连接的。这是依赖关系的映射，它有助于你的图形高效运行，因为除非你使用 Shift-D 组合键显式地将某个节点上的所有工作项标记为待处理，否则只有待处理的工作项才会被处理。

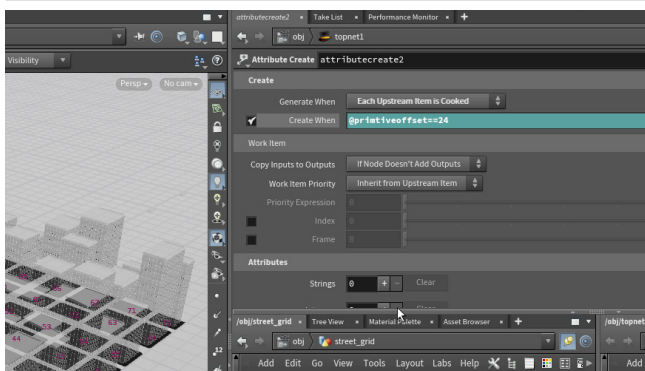


## 第六部分 隔离一座建筑

到目前为止，建筑高度由高度变化的随机性决定。如果你想将某一栋建筑的高度固定为特定值，可以使用第二个属性创建节点来选择图元并设置特定值。当你想要覆盖随机性时，这样能更方便地对系统进行艺术指导。



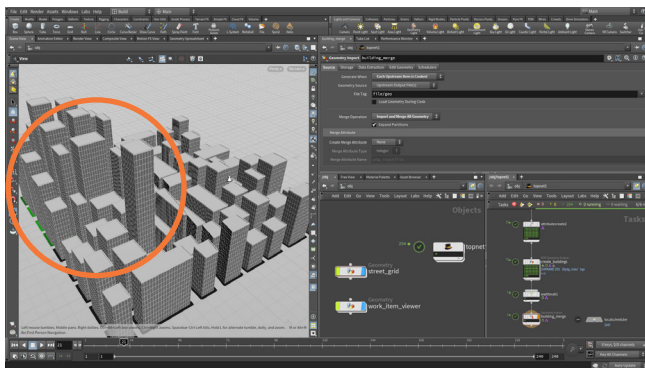
**01** 按下空格键-Y可在谷歌搜索“虚化其他对象”。回到“street\_grid”对象，在显示选项中打开“显示图元编号”。你可以看到街区编号。你可以识别建筑物，并决定是否要明确设置其中之一。这里选择的是24号街区。现在，你将为这个城市街区设置特定参数，以获得你想要的精确高度，而不是依赖于我们当前设置的随机性。这样一来，你就能在TOP网络内获得一定的艺术创作控制权，而不是一切都由随机性决定。



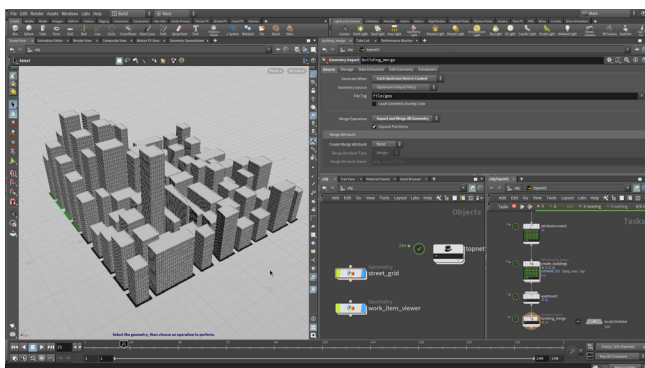
**02** 现在按住Alt键点击并拖动“attributecreate TOP”节点，以复制该节点。暂时不要连接它。打开“Create When”旁边的复选框，并添加以下表达式：

@primitiveoffset==24

右键单击“高度变化”值参数，选择“删除通道”（Delete Channels），然后将其值设置为0，接着将“基础高度”值设置为50。这样将使24号街区的建筑物高度精确为50个单位。



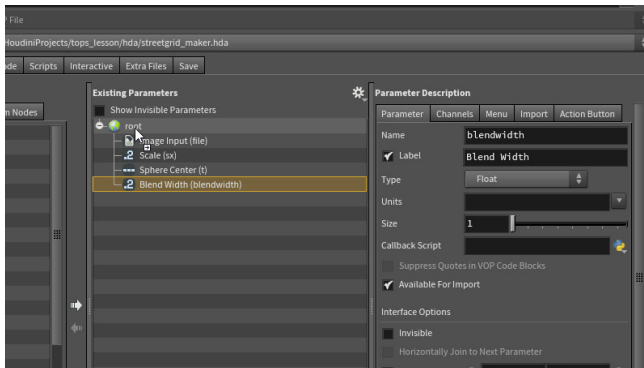
**03** 将此节点插入到第一个“attributecreate”和“create\_buidings”节点之间。保存工作，然后重新计算“building\_merge”节点。点击“create\_buildings”节点上索引为24的工作项，查看位于24号街区、规模为50个单位的建筑。



**04** 点击building\_merge节点上的工作项，查看新的城市景观，其中新建筑正在拔地而起。现在，无论何时重新烘焙网络，24街区的建筑都不会更新，而是保持特定设置。如果你想更改那座建筑，可以使用第二个属性创建节点来显式设置其高度。

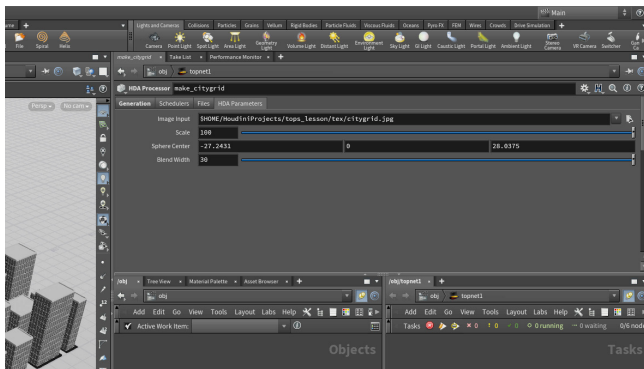
## 第七部分 楔形化城市核心位置

为了将球体的位置嵌入到street\_grid对象中，需要将该网络转换为Houdini数字资产 [HDA]，并通过HDA Processor TOP节点运行。加载这些资产并将其添加到系统中的能力，使您能够用离散的工具创建一个复杂的系统，该系统可根据需要进行更新和调整。

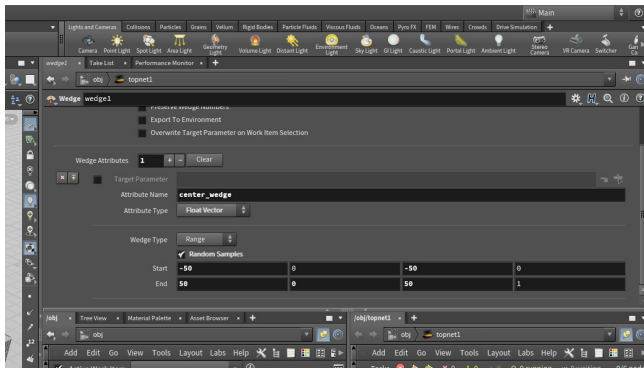


**01** 在街道网格网络中，选择除CITYBLOCKS\_OUT之外的所有节点。从“资源”菜单中，选择“新建”从选择中获取数字资产。将该资产命名为streetgrid\_maker，标记为“街道网格生成器”，并将其保存到 \$HIP/hda/ 目录中。

在“操作符类型属性 (Operator Type Properties)”面板中，点击“参数”选项卡。深入研究该资源。将“图像输入 (Image Input)”从追踪节点拖到参数列表中。将“X轴缩放”拖到“Y轴缩放”，并选择“相对通道参考 (Relative Channel Reference)”。现在将“X轴缩放”拖到参数列表中，并将其命名为“缩放”。从球体节点拖动“中心”，并将其命名为“球心”。从属性传输节点拖动“混合宽度 (Blend Width)”，然后点击“接受 (Accept.)”。



**02** 回到TOP网络。创建一个HDA处理器。将TOP连接到“几何体导入”节点。在“几何体导入”节点上，将“生成时机”改为“每个上游项目已处理时”，将“几何体源”改为“上游输出文件”。选择“HDA处理器”节点，将“HDA文件”设置为\$HIP/hda/streetgrid\_maker.hda。点击“HDA参数”选项卡，查看列出的“图像输入”、“中心”、“缩放”和“混合宽度”参数。将此TOP重命名为make\_citygrid，然后按Shift+V使节点标记为脏并进行处理，以确保它仍按之前的方式生成城市网格。



**03** 创建一个楔形TOP节点(Wedge TOP)，并将其连接到make\_citygrid中。设置以下参数：

- 楔形数量为4

点击“楔形属性(Wedge Attributes)”旁边的加号，将第一个的“属性名称(Attribute Name)”设置为“center\_wedge”，然后设置：

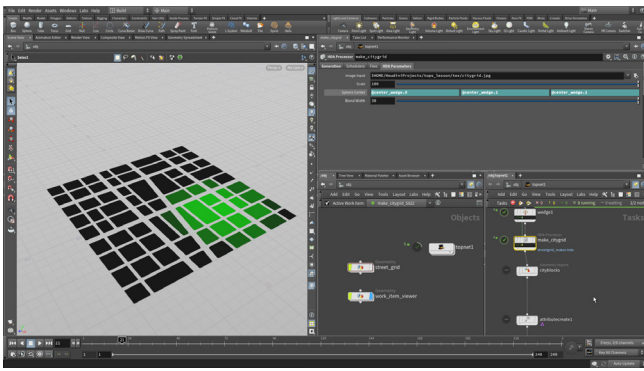
- 类型转浮点型向量，
- 起始范围为 -50, 0, -50, 0
- 结束范围设为50, 0, 50, 0
- 开启随机样本

### 楔入

楔形法是一种源自摄影的理念，即在拍摄时使用多种设置，以便之后在实验室中选出最佳的一张。这里的理念相同，只是你将使用随机值来影响系统，并获得四个独特的结果进行比较。

之后，你将渲染出一幅镶嵌图，其中所有选项都标有显示的随机楔形值。



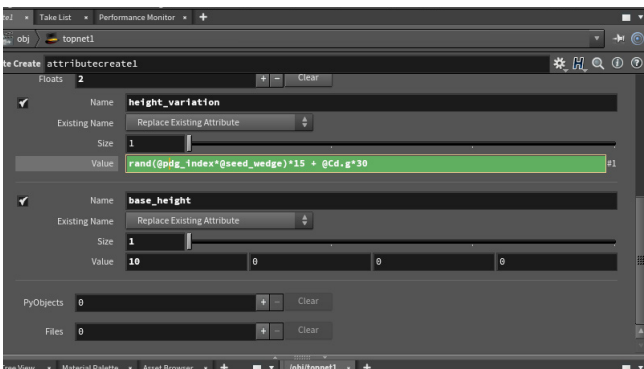


## 04 Select the HDA Processor node and on the HDA Parameters tab, set the Center parameter to:

@center\_wedge.0, @center\_wedge.1, @center\_wedge.2

Select the *make\_citygrid* HDA processor node and press **shift-V** to Dirty and Cook the node - now there are four citygrids being created.

隐藏street\_grid对象。点击工作项以可视化不同的网格。每个网格都显示了绿色的不同位置，绿色所在位置即城市核心所在之处。

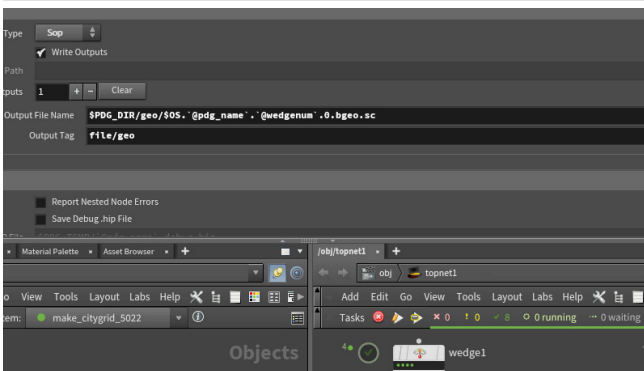


## 05 现在为高度变化添加一些楔形效果，这样你就能得到四种不同的外观。选择“楔形顶部”，点击“楔形属性(Wedge Attributes)”旁边的加号，将第二个的“属性名称(Attribute Name)”设置为seed\_wedge，保持“类型(Type)”设置为“浮点型(Float, )”，并将其“起始/结束(Start/End)”值设为0和1000。

打开“随机样本(Random Samples)”参数。

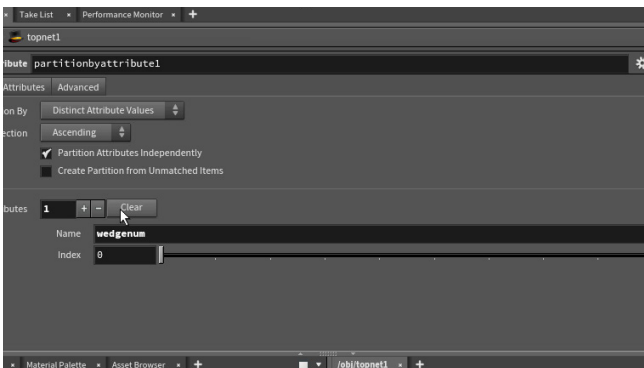
在第一个“属性创建”TOP上，将height\_variation属性的值更改为：

```
rand(@pdg_index*@seed_wedge) * 15 + @Cd.g*30
```

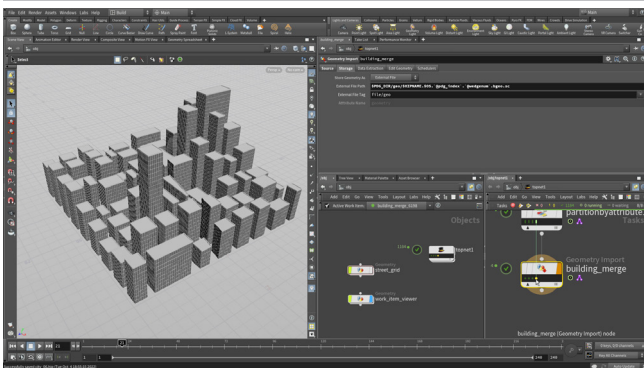


## 06 你需要为所有生成输出文件的 TOPS更新输出文件名，使其包含楔形编号，以便能够区分不同楔形的文件。在以下TOP节点的输出文件参数中，紧接着.bgeo之前添加一个. '@wedgenum`：

- 创建城市网格HDA处理器
- 几何导入几何导入
- 创建建筑物ROP几何体
- 建筑合并几何导入



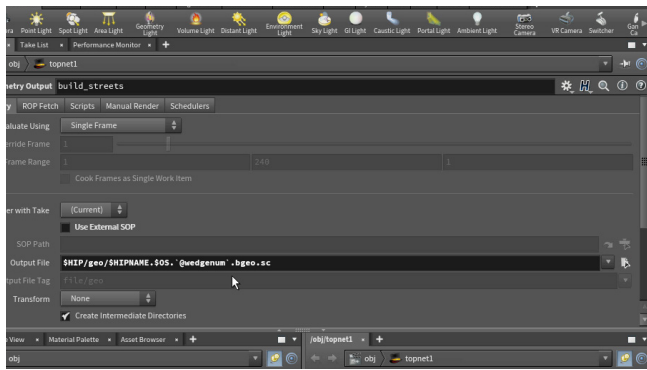
## 07 将“等待所有(Wait for All)”节点替换为“按属性TOP分区(Partition by Attribute TOP)”节点。确保“按.....分区(Partition By)”设置为“不同属性值(Distinct Attribute Values)”。点击“属性(Attributes)”旁边的加号，并将“名称(Name)”设置为wedgenum。这将为每个楔块创建一个分区。



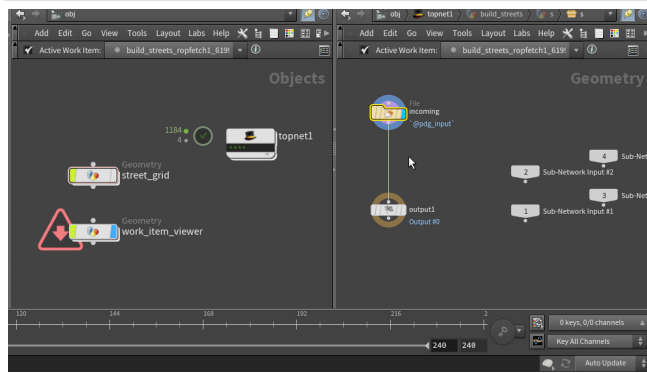
## 08 保存你的工作，然后运行“building\_merge TOP”节点。这将创建四张城市地图，你可以通过点击“building\_merge”节点上的工作项来查看这些地图。由于这是在使用本地调度器，处理过程会花费稍长一些的时间。在这种情况下，使用一个能将任务分配到计算集群的调度器可以显著加快处理速度。

## 第八部分 创建街道的几何体

为了给建筑物营造背景环境，你现在要创建城市街区和街道，以便在最终渲染中使用。虽然目前这四个扇形区域都使用相同的地图，但你将在TOPs中设置此几何图形，以便日后能够使用不同的地图。构建一个灵活的系统以打造最强大的体系，这始终是个好主意。

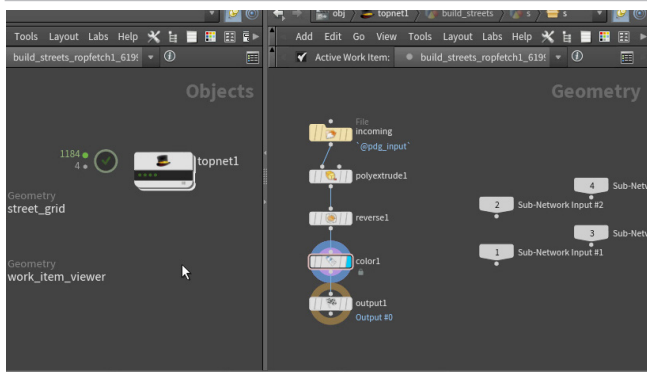


**01** 在TOP网络中，添加一个ROP几何输出节点(ROP Geometry Output)，并将其从make\_citygrid HDA处理器处分叉出来。将这个新节点重命名为build\_streets。关闭“使用外部SOP(Use External SOP)”选项，在输出文件中，在.bgeo之前，将表达式中的\$F替换为.@wedgenum`。在“ROP获取(ROP Fetch)”选项卡上，将“缓存模式(Cache Mode)”设置为“写入文件(Write Files)”。

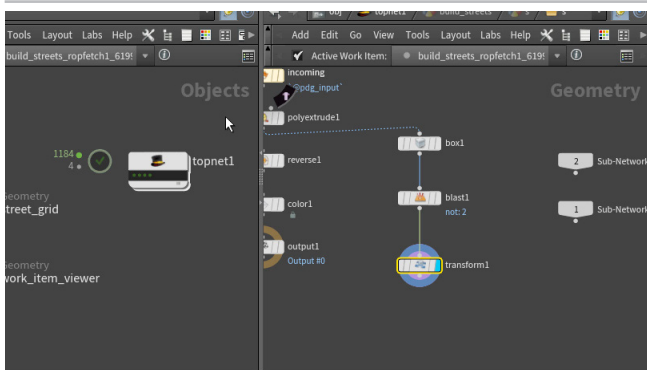


**02** 点击此节点并选择“生成节点(Generate Node)”以获取四个工作项。点击其中一个工作项以突出显示它，然后双击该节点深入查看。

这将带你进入几何图形层级，在那里你将创建街道。

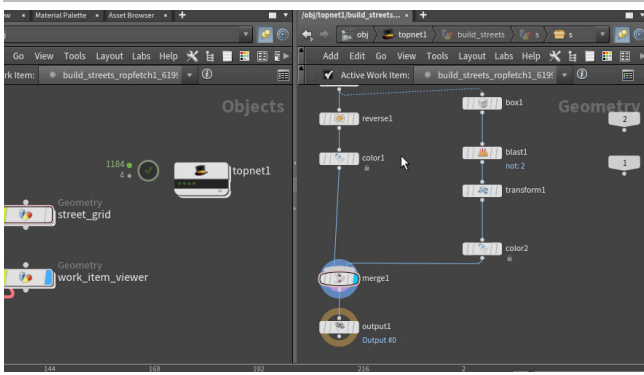


**03** 在输入节点和输出节点之间添加一个“多边形挤出(PolyExtrude)”节点。将“距离(Distance)”设置为 -0.05。关闭“输出正面(Output Front)”复选框，并打开“输出背面(Output Back)”选项。添加一个“反转(Reverse)”节点来修正法线，然后添加一个“颜色(Color)”节点将所有城市街区变为白色。

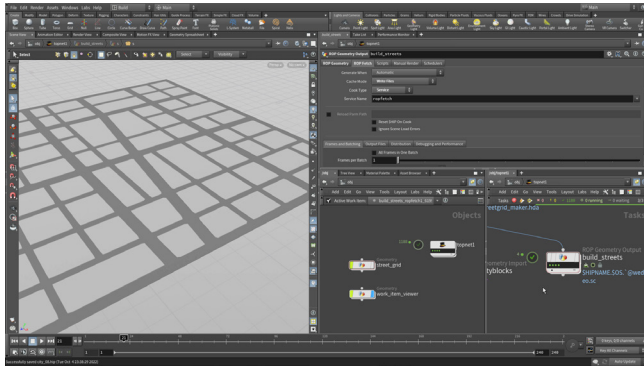


**04** 在网络的一侧添加一个Box节点。将多边形挤出 (polyextrude) 连接到Box节点，使边界框与城市网格几何体匹配。在box后面添加一个Blast节点，并将组设置为2，然后打开删除未选中选项。在Blast节点之后添加一个变换节点并设置：

- Y轴调整到-0.05
- 将X轴缩放到1.05
- 将Z轴缩放到1.05

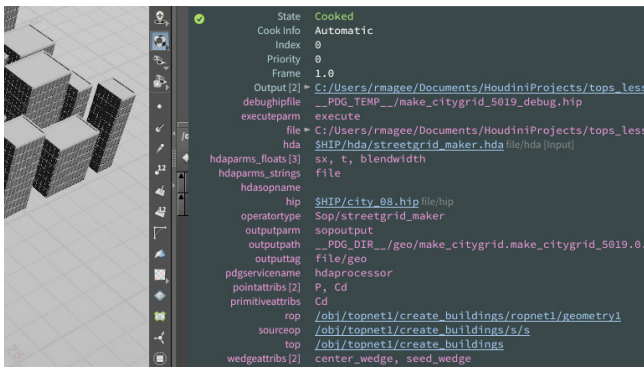


**05** 添加一个颜色节点(Color)，颜色设为中灰色(0.33, 0.33, 0.33)。现在创建一个合并节点，并将其连接到这两个颜色节点。确保将显示标志(display flag)设置为输出，以便看到街道几何图形就位。



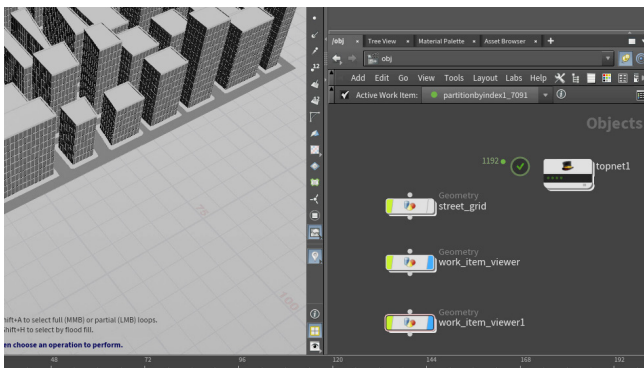
**06** 保存场景文件。回到TOP网络并烹饪该节点，你可以点击工作项查看。

此刻，这四个都是一样的。等之后你在等式中引入更多城市网格时，情况就会有所不同。



**07** 在链的末尾添加一个按索引分区(Partition by Index)。将building\_merge节点输入到第一个输入端口，将building\_streets输入到第二个输入端口。

烹饪(Cook)新节点。完成后，点击工作项，您将看到仅显示建筑物。如果您中键点击一个工作项，您将看到分区正在创建两个输出文件。您需要显示新的文件，才能在视口中看到它。



**08** 进入对象层级。按住Alt键在“工作项查看器”上拖动，创建第二个名为“工作项查看器1(work\_item\_viewer1)”的对象。深入到几何层级，将“几何文件”设置为：

``@pdg_output.1``  
返回上一级到对象层级，然后在 TOP网络中，选择 partitionbyindex 节点上的其中一个工作项。现在你会看到两个输出都显示在视口中。这对于下一步渲染城市图像很重要。



## 另一个PDG输出

之前你使用pdg\_output创建了work\_item\_viewer节点，以帮助你可视化每个节点的输出内容。现在你已经完成了这一分区，实际上有两个输出，你可以通过按住Ctrl + 中键点击一个工作项来查看。因此，这第二个输出需要有自己的查看器才能正确显示。

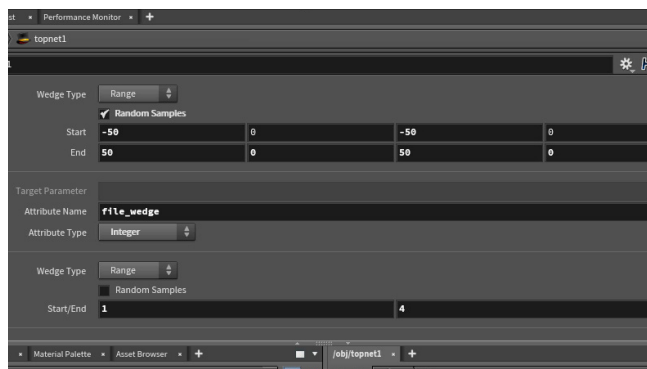
Output [2] ▾

`C:/Users/rob/Documents/HoudiniProjects/tops_lesson/geo/city_01.building_merge.1.1.bgeo.sc file/geo`  
`C:/Users/rob/Documents/HoudiniProjects/tops_lesson/geo/city_01.build_streets.1.bgeo.sc file/geo`

## 第九部分

# 楔形四城市地图

让我们在楔入过程中再添加一个变量。你要访问四张不同的地图，并为每张地图创建一个渲染图。每张不同的黑白图像都将被追踪，并用于为系统提供数据。这展示了另一种向管道中添加更多内容的方法。

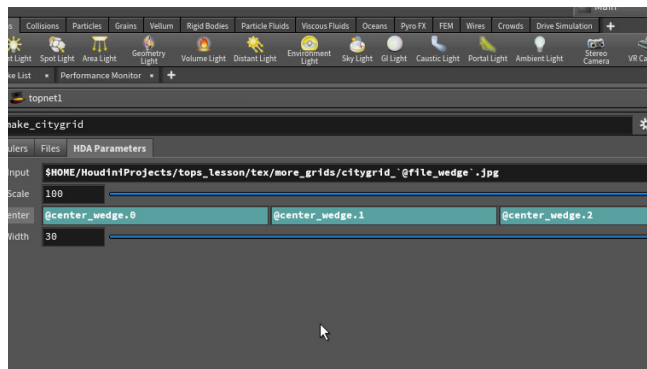


**01** 回到楔形TOP节点。点击“楔形属性”旁边的加号以添加一个新的楔形参数。

设置以下内容：

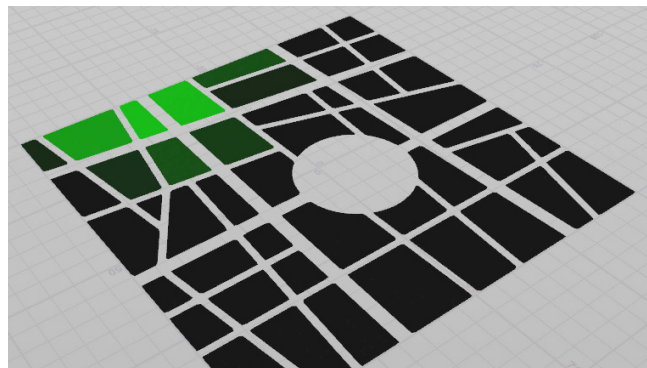
- 属性名称设为 `file_wedge`
- 属性类型设为整数
- 起始/结束为1,4

这将创建1、2、3和4的整数值，用于查找不同的城市地图。

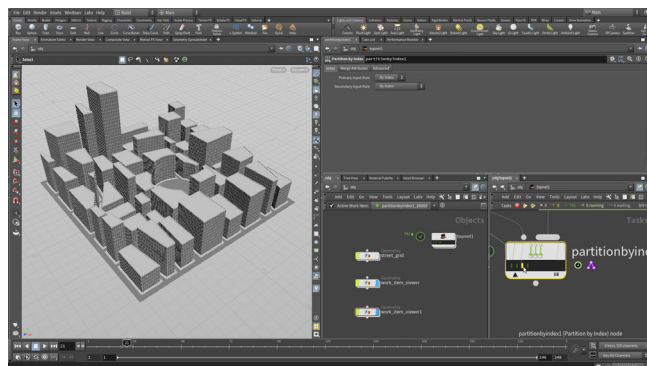


**02** 在 `streetgrid_maker` HDA 处理器节点上，点击“图像输入 (Image Input)”旁边的“文件 (File)”按钮，导航到 `more_grids` 文件夹。从那里选择文件，然后在“参数”窗格中，将表达式中的 `$F` 更改为 `@file_wedge``。

此文件夹中有四个文件，当你运行该网络时，楔形属性将按顺序贯穿所有这些文件。



**03** 对“`streetgrid_maker`”HDA 处理器节点执行“脏化” (Dirty) 和“烹饪” (Cook, 快捷键 Shift-V) 操作。你将看到与之前一样，四个不同的地图正在被使用，并且城市核心区域也在移动。

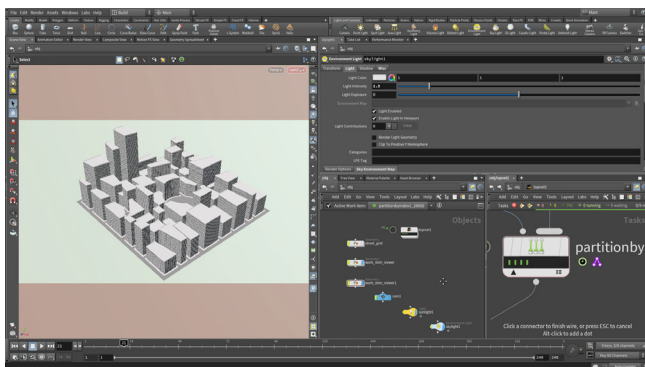


**04** 绕过第二个属性创建TOP节点。这是为静态地图设计的，不适用于四种不同的地图。烹饪最终分区节点 (Shift-G)，查看四个变成城市的城市规划。

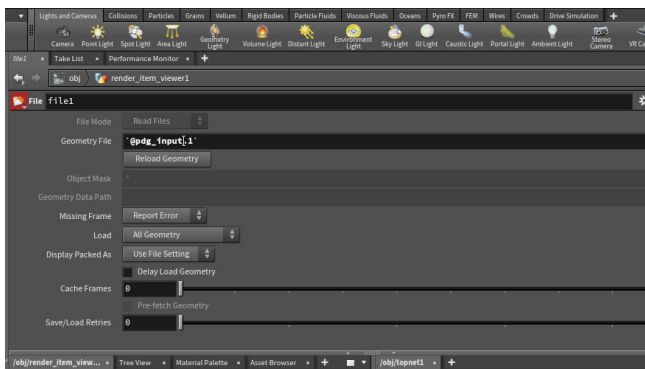
## 第十部分

# 渲染一幅拼接图

现在你要添加一个相机和一个天光，然后渲染出这些城市。生成的图像随后将被组合成一个带有显示楔形属性的单一拼接图，以便根据结果做出创意决策。拼接图节点将使用Image Magick应用程序，要使这些步骤生效，你的计算机上需要安装该应用程序。



**01** 将视角旋转，直到你能从某个角度俯瞰这座城市。在相机菜单中，选择“新建相机（New Camera）”。检查四个城市网格，确保它们都在相机画面内。如有必要，调整相机视角。你将使用此设置渲染出拼接图。添加一个天光（Skylight）。将环境光强度（Intensity t）设置为1.3。



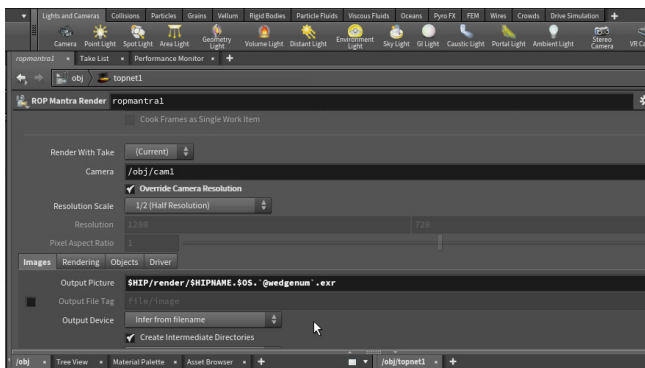
**02** 在对象层级，按住Alt键并拖动“工作项查看器”以创建副本。将新节点重命名为“渲染项查看器”。深入此节点并将“几何文件（Geometry File）”参数更改为：

```
`@pdg_input`
```

重复这些步骤，创建ender\_item\_viewer1，并将其“几何文件（Geometry File）”参数设置为：

```
`@pdg_input.1`
```

在这些新的渲染项目查看器节点上设置显示标志，并关闭两个工作项目查看器节点的显示。



**03** 在partitionbyindex之后添加一个ROP Mantra渲染节点。在ROP获取选项卡上，将缓存模式（Cache Mode）设置为“写入文件（Write Files）”。

确保相机参数设置为你制作的相机。打开“覆盖相机分辨率（Override Camera Resolution）”选项并将其设置为1/2。将“输出图片（Output Picture）”参数更改为：

```
$HIP/render/city.$OS.`@wedgenum`.exr
```

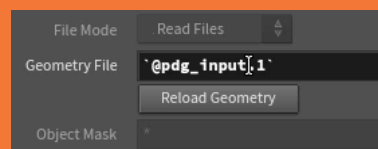
注意：如果您使用Houdini Apprentice运行本教程，那么您应该使用.pic文件而非.exr文件，以避免出现Apprentice水印。

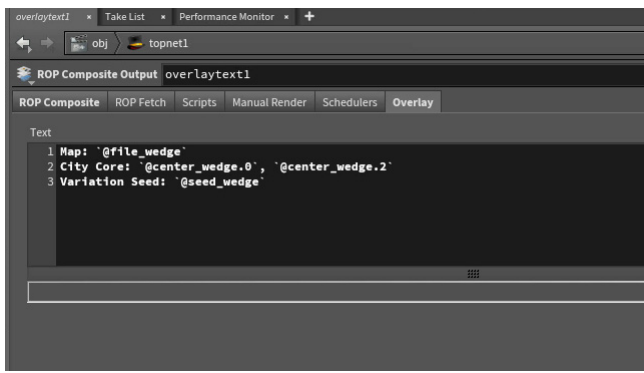


## PDG 输入

虽然“PDG输出”可让您获取节点的结果并进行显示，但“PDG输入”会获取节点之前的结果并显示该结果。通过这种方式，Mantra节点可以将前一个节点的结果用作几何体的输入，然后渲染该几何体。

这两个选项类似，但理解它们之间的差异很重要。



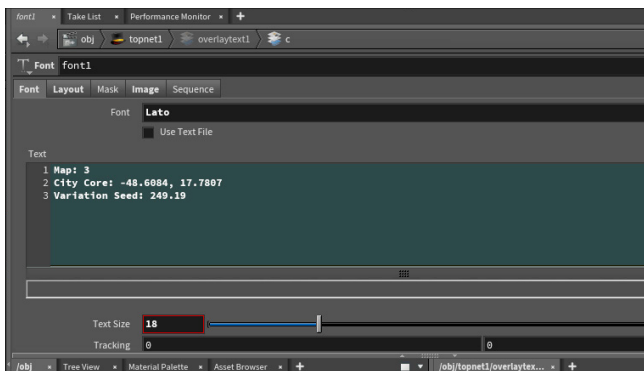


**04** 在顶部添加覆盖文本，并将输出图片设置为：  
`$HIP/render/$HIPNAME.$OS.`@wedgenum`.exr`

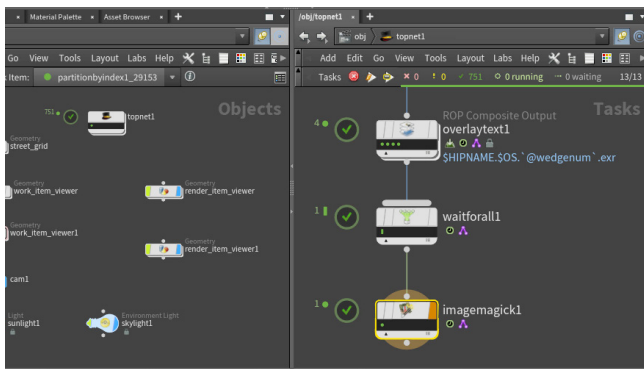
在ROP Fetch选项卡上，将缓存模式(Cache Mode)设置为“写入文件(Write Files)”。

在“叠加(Overlay)”选项卡中输入：

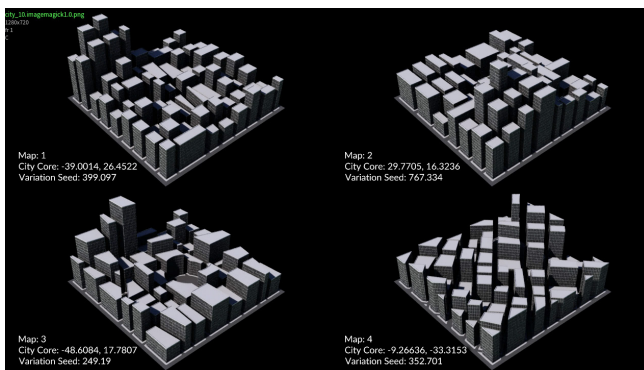
Map: `@file\_wedge`  
 City Core: `@center\_wedge.0`, `@center\_wedge.2`  
 Variation Seed: `@seed\_wedge`



**05** 双击“覆盖文本(Overlaytext)”节点进入其中。选择“字体(Font)”节点，并将“文本大小(Text Size)”更改为18。这样文本会变小，留出更多空间来查看城市。ity.



**06** 返回上一级并添加一个“等待所有分区(Wait for All)”节点。这将把所有元素整合到一起。现在添加一个ImageMagick节点。烹饪此节点以处理TOP网络。这将生成四张渲染图，然后叠加文本并将它们合并为一张拼接图。



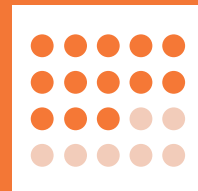
**07** 完成后，点击工作项并选择“查看任务输出(View Task Output)”。这将在Mplay图像查看器中显示最终图像。这张联系表能让你回顾不同的部分，并决定要推进哪一部分。图片上显示的参数是你打造理想城市所需确定下来的参数。



## PDG 不只是用于HOUDINI

借助PDG与Python协同工作的能力，你可以将其用于与Houdini没有直接关联的任务。它提供了一种可视化工具，通过TOP节点来组织工作流程，进而整理你的管线工具。

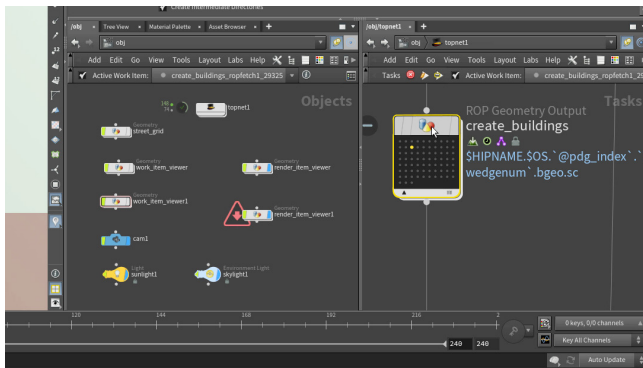
这些网络可以通过Houdini进行处理，然后发送到你选择的调度程序。这将使你能够将工作发送到计算云，以实现更快的处理速度。



## 第十一部分

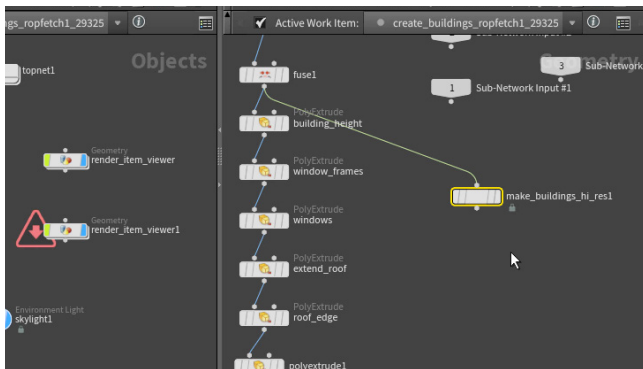
# 扩大规模以创建更多内容

一开始你指出，这个城市建设的例子很可能在SOPs中创建，不会有太大困难。问题在于，随着系统变得更加复杂，就会出现瓶颈，因为所有处理都在单个网络内进行。而使用TOPs，你可以将工作项分配到计算集群，并且随着规模的扩大，处理速度不必减慢。



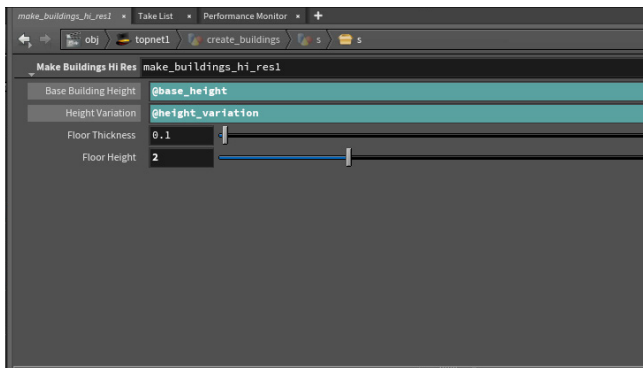
**01** 在“楔形 (wedge)”顶部，将“楔形数量”设置为1。这样，在你使用新地图扩展城市规模时，目前就只会有一次迭代。

选择创建建筑ROP几何TOP节点，右键单击并选择“生成节点 (Generate Node)”。现在，你将深入探索并使用数字资产来创建一种带有楼层、窗户和柱子的不同类型的建筑。



**02** 双击深入。从“资源 (Assets)”菜单中，选择“安装资源库 (Install Asset Library)”。导航到hda目录并选择make\_buildings2.hda。点击“接受”，然后点击“安装 (Accept)” (不是“安装并创建”)。按下Tab键>“Make Buildings Hi Res”将节点放置到图表中。

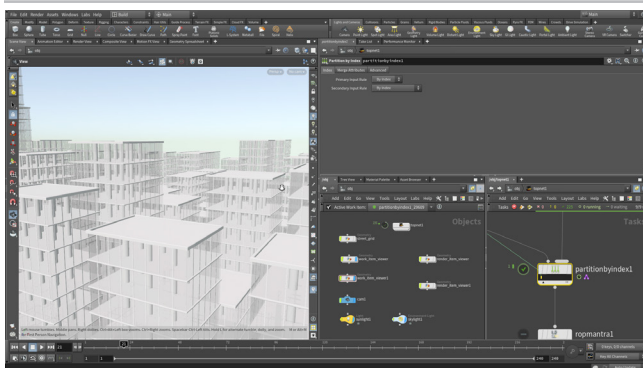
将融合节点连接到新的数字资产。



**03** 在“make\_buildings\_hi\_res”数字资产上，进行以下设置：

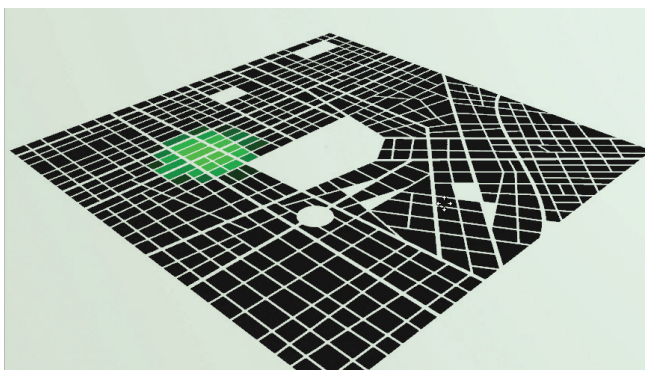
- 楼层高度设为 2。
- 基础建筑高度至 @base\_height
- 高度变化至 @height\_variation

在颜色节点和输出节点之间添加一个切换节点，然后将“make\_buildings\_hi\_res”节点连接到第二个输入，并将“选择输入 (Select Input)”设置为1。

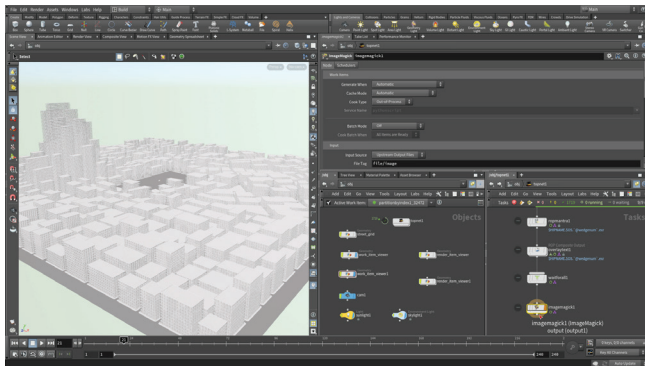


**04** 选择“按索引分区 (Partition by Index)”节点并运行网络，以查看新建筑。现在它们有楼板、柱子和窗户。

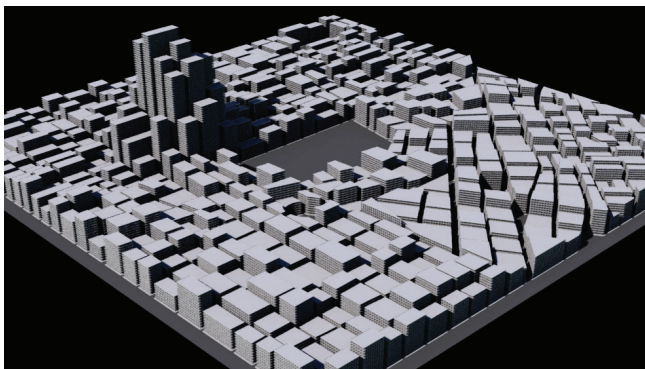
已经生成了更多的几何图形，你开始意识到，利用计算集群增加可用工作项的数量将是个好主意。你可以使用其他调度节点之一来实现这一点。



**05** 你也可以使用不同的城市网格图像来扩大城市规模。你需要将streetgrid\_maker HDA处理器上的“统一缩放(Uniform Scale)”增加到500，并将“图像”输入更改为citygrid\_large地图。你可能还需要增加“混合宽度(Blend Width)”，以便在城市中心区域创建更多的衰减效果。在“楔形”节点上，你可以将center\_wedge属性设置为-110、0、100之类的值。



**06** 弄脏并运行streetgrid\_maker HDA处理器节点。你将看到新的城市地图正在生成。完成后，与原始地图相比，你将拥有更多的城市街区，并且会生成更多的建筑。在这一点上，使用计算集群肯定是有意义的，因为单台计算机无法充分利用TOPS的并行处理能力。



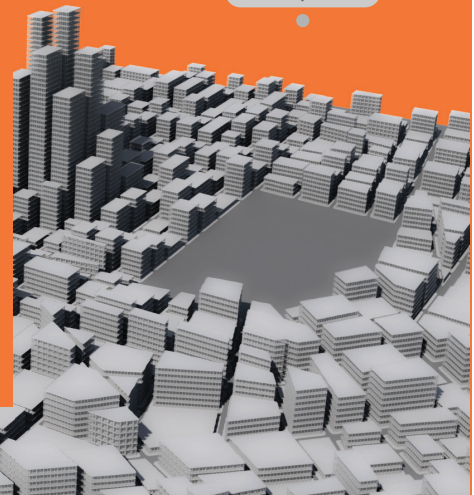
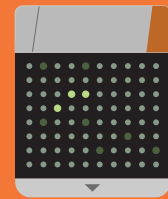
**07** 重新烘焙最终节点，渲染出城市的图像。你可以看到，你构建的这个简单系统有潜力发展到你所需的任何规模。保存你的场景。

## 结论

在本课中，您已使用TOP节点来获取城市地图，为每个城市区块创建建筑，然后扩展此系统以处理更复杂的建筑和更大的城市地图。该项目向您介绍了TOP工作流程中常用的典型节点，以及这些节点如何被用于创建和处理工作任务。

借助TOPs，您可以创建许多不同的内容，而这仅仅是个开始。您不仅能够利用这种网络类型来自动化并处理典型的Houdini工作流程，还可以用它来处理完全不涉及Houdini的工作流程。

完全不涉及Houdini的工作流程。完全不涉及Houdini的工作流程。这将使其成为一个在整个制作流程中管理依赖关系的出色工具，无论你是寻求提高效率的小工作室，还是管理大量数据的大工作室。





## 场景视图快捷方式

### TOOLS(工具)

Select(选择)	S
Move(移动)	T
Rotate(旋转)	R
Scale(缩放)	E
Pose(姿态)	Ctrl-R
Handle(控制柄)	Enter
View(视图)	Esc
Tool Menu(工具菜单)	Tab
Custom Radial Menu(自定义径向菜单)	C
Repeat Last Tool(重复上一个工具)	G

### VIEW(查看)

Tumble	Space/Alt + LMB
Track	Space/Alt + MMB
Dolly	Space/Alt + RMB
Home Grid	Space + H
Home All	Space + A
Home Selected	Space + G

### VIEW RADIAL MENU(查看径向菜单)

Selection Tools	V →
Selection Options	V ↑
Viewport	V ←
Shading	V ↓

### SELECTION MODES(选择模式)

Objects(对象)	1
Points(点)	2
Edges(边)	3
Primitives (Faces)(图元 (面))	4
Vertices(顶点)	5
Select Groups/Connected Geometry 选择组/相连几何体	9
Toggle Objects/Geometry(切换对象 / 几何体)	F8

### SELECTING(选择)

Select	LMB
Add to Selection	Shift + LMB
Remove from Selection	Ctrl + LMB
Toggle Selection	Ctrl + Shift + LMB
Select All	N
Select Nothing	Shift-N

### SNAPPING RADIAL MENU(捕捉径向菜单)

Grid Snap	X →
Primitive (Curve) Snap	X ↑
Point Snap	X ←
Multi-Snapping Snap	X ↓

### VIEWPORTS(视图)

Expand Viewport	Space + b
Select Viewport	Space + n
Perspective View	Space + 1
Top View	Space + 2
Front View	Space + 3
Right View	Space + 4
UV View	Space + 5
Toggle Wireframe/Shaded	W
Display Options	D

### VIEWPORT LAYOUT(视口布局)

Single View	Ctrl + 1
Four Views	Ctrl + 2
Two Views Stacked	Ctrl + 3
Two Views Side by Side	Ctrl + 4
Three Views Split Bottom	Ctrl + 5
Three Views Split Left	Ctrl + 6
Four Views Split Bottom	Ctrl + 7
Four Views Split Left	Ctrl + 8

### FINDING THINGS(寻找东西)

Dashboard	Ctrl + D
-----------	----------

## 网络视图快捷方式

### VIEW(查看)

Pan	Space + LMB or MMB
Zoom	Space + RMB or Scroll Wheel
Show all Nodes	H
Show Selected Nodes	G

### CREATE(创建)

Node Menu	Tab
Add File Node	=
Create Subnet	Shift + C
Add Background Image	Shift - I

### NOTES AND NETWORK BOXES(笔记和网络盒子)

Add Network Box	Shift + O
Add Sticky	Shift - P
Minimize Selected Notes/Boxes	Shift - J
Expand Selected Notes/Boxes	Shift - K
Shrink box to fit contents	Shift - M

### WIRING(布线)

Connect Nodes	LMB on Connector
Connect Multiple Nodes	J drag over nodes
Insert Node	RMB on Connector
Branch	MMB on Connector
Connector List	Alt + MMB on Node
Cut Wire	Y drag across wire
Disconnect from Wires	Shake Node

### DOTS(点数)

Add Dot	Alt + LMB on wire
Pin/Unpin Dot	Alt + LMB on dot

### TOOLS(工具)

Toggle Parameter Pane	P
Toggle Tree View	Shift + W
Toggle Network Overview	O
Toggle Color Palette	C
Toggle Shape Palette	S

### CLICKS AND DRAGS(点击并拖动)

Select	LMB
Add to Selection	Shift + LMB
Remove from Selection	Ctrl + LMB
Start Wiring from Node	Alt + LMB
Select Node + Inputs	Alt + Shift + LMB
Select Node + Output	Alt + Ctrl + LMB
Select Inputs + Outputs	Alt + Shift + Ctrl + LMB
Move Node	LMB-Drag
Move Node + Inputs	Shift + LMB-Drag
Move Node + Outputs	Ctrl + LMB-Drag
Copy Selected Nodes	Alt + LMB-Drag
Copy Node + Inputs	Alt + Shift + LMB-Drag
Copy Node + Output	Alt + Ctrl + LMB-Drag
Reference Copy	Alt + Shift + Ctrl + LMB-Drag

### NAVIGATION(导航)

Enter a Node	Double-click or Enter
Go up a level	U
Radial Menu	N
Create a Quickmark	Ctrl + <# 1-5>
Go to a Quickmark	Shift + <# 1-5>
Go to Previous View	` (Backtick)
Select the Node Upstream	PgUp
Select the Node Downstream	PgDn
Select Previous Sibling	Shift + PgUp
Select Next Sibling	Shift + PgDn

### ORGANIZE NODES(组织节点)

Layout all	L
Align	A + LMB-Drag Down/Across

### DISPLAY FLAGS | SOP LEVEL

Render	T + LMB
Display	R + LMB
Template	E + LMB
Footprint	W + LMB
Bypass	G or B + LMB