Topology Optimization Modeling

Ameba

User Manual

for Version 0.6.7

November 29, 2018

谢亿民设计

XIE Archi-Structure Design

目　录

- 关于Ameba
- 用户条款
- 注册
- 开始一个项目
  - 开始一个2D优化项目
  - 开始一个3D优化项目
- 模块功能简介
  - Domain
    - PointsDomain
    - LinesDomain
    - CurvesDomain
    - SurfacesDomain
  - Ameba2D
    - Load2D
    - TangentLoad2D
    - NormalLoad2D
    - NondesignDomain2D
    - Support2D
  - Ameba3D
    - Load3D
    - NormalLoad3D
    - NondesignDomain3D
    - Support3D
  - Mesh
    - Mesh
  - Preprocess
    - Symmetry
    - Material
    - OptParameters
    - PreProcessing
    - Sensitivity
    - MultipleLoadCase
  - Postprocess
    - Display
    - Step
    - RenderDisplay
  - Cloud
    - Solver
    - Login

MeshTools
Rebuilding2D
Remeshing3D
AmebaSmooth
Subdivision
MeshDual
FillHoles
MeshChecker
MeshPipe
OffsetMesh
求解窗口
更新日志

关于Ameba

Ameba，变形虫，中文音译为阿米巴，也叫做阿米巴原虫。它是一种单细胞原生动物，仅由一个细胞构成，可以根据需要改变体形。

谢亿民院士领导的中国团队——谢亿民科技，根据他提出的双向渐进结构优化法（BESO），研发了基于该算法的拓扑优化设计软件Ameba。用户可根据设计需要，对初始设计区域施加力学等边界条件，通过软件计算进行优化，求解时设计区域会像变形虫那样进化成各种形状，最终获得传力合理且仿生的形态。

谢亿民团队旨在为设计师提供先进且简单易用的拓扑优化工具，助力创意灵感，加速产品设计。

用户条款

用户条款

欢迎来到Ameba

1. 感谢您使用"Ameba"拓扑优化插件及线上计算服务。
2. 请您仔细阅读以下条款，如果您对本协议的任何条款表示异议，您可以选择不进入"Ameba"。当您注册成功，无论是进入"Ameba"网站或使用"Ameba"计算服务，还是在"Ameba"网站上发布任何内容（即「内容」），均意味着您（即「用户」）完全接受本协议项下的全部条款。

隐私及知识产权

1. "Ameba"拓扑优化允许用户提交模型文件进行优化计算，计算结果通过互联网传输至用户本地，服务本身不负责存储用户相关模型及计算结果。
2. 用户设计及计算优化完成结果的知识产权归用户所有，我们会尽可能保护用户的个人信息及设计数据，避免用户数据遭到泄露或侵权。

关于使用产品

1. 用户注册成功后，将产生"Ameba"账号及相应的用户名和密码等账号信息。用户完成申请注册手续后，获得"Ameba"账号的使用权，该使用权仅属于初始申请注册人，禁止赠与、借用、租用、转让或售卖，用户应谨慎合理的保存、使用其用户名和密码。因用户保管不善可能导致遭受盗号或密码失窃，责任由用户自行承担。
2. 用户在使用"Ameba"服务的过程中，不得上载、复制、发布、传播或者转载如下内容：
   （1）反对宪法所确定的基本原则的；
   （2）危害国家安全，泄露国家秘密，颠覆国家政权，破坏国家统一的；
   （3）损害国家荣誉和利益的；
   （4）煽动民族仇恨、民族歧视，破坏民族团结的；
   （5）破坏国家宗教政策，宣扬邪教和封建迷信的；
   （6）散布谣言，扰乱社会秩序，破坏社会稳定的；
   （7）散布淫秽、色情、赌博、暴力、凶杀、恐怖或者教唆犯罪的；
   （8）侮辱或者诽谤他人，侵害他人合法权益的；
   （9）含有法律、行政法规禁止的其他内容的信息。
3. 用户需在使用"Ameba"优化计算服务时，需要在本站生成临时授权码，该授权码使用权仅属于初始申请注册人，禁止赠与、借用、租用、转让或售卖。

免责声明

1. “Ameba”将通过各种手段尽力确保计算结果及优化结果的可靠性。同时请用户理解本产品存在不可避免的一些位置缺陷，用户将计算结果用于工程实践时，请谨慎判断结构合理性并进行必要的设计复核。
2. 对于因不可抗力或“Ameba”不能控制的原因造成的服务中断或其它缺陷，“Ameba”不承担任何责任，但将尽力减少因此而给用户造成的损失和影响。

关于协议

根据互联网的发展和有关法律、法规及规范性文件的变化，或者因业务发展需要，“Ameba”将在必要时对本协议的服务条款作出修改或变更。用户可登录“Ameba”网站中查阅最新版本的相关协议条款，修改后的服务条款一经公布即有效替代原有服务条款。如果用户继续使用“Ameba”提供的服务，即视为用户已经接受修改后的服务条款；如过用户不接受修改后的服务条款，应当停止使用“Ameba”提供的服务。

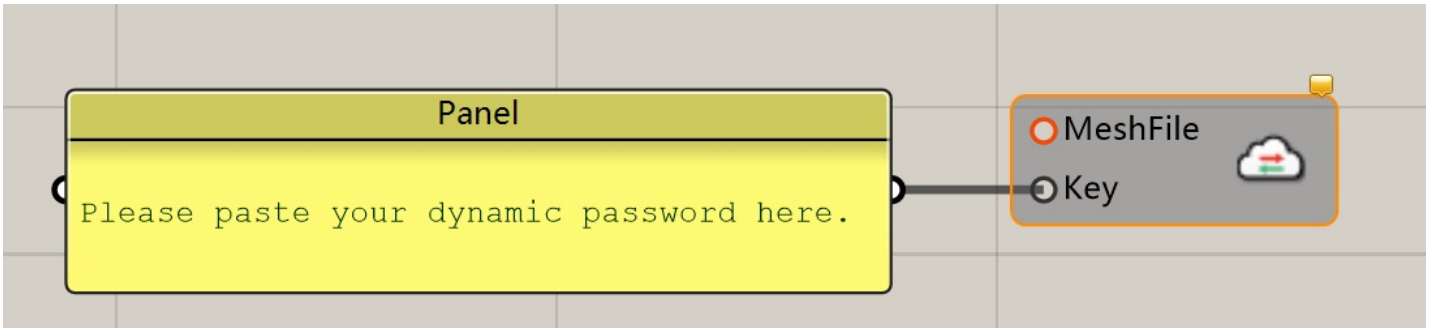
注册

注册与登录

用户登录 http://ameba.xieym.com

点击右上角 登录 | 注册，登录后点击右上角下拉面板，点击【计算服务】

跳转到动态密码页面，点击生成动态密码按钮，会在按钮上方矩形框内生成一个动态密码，此密码用于登录云服务器。



注销

点击网页右上方下拉面板，注销即可。

开始一个项目

开始一个项目（Rhino）

- 开始一个项目（Rhino）
  - 准备工作
  - 插件环境需求：
  - 安装插件
  - 软件操作界面
  - 工作区域

准备工作

下载Ameba.exe 文件，然后运行安装。

Ameba单位系统是：N、mm、MPa ，因此Rhino的模型单位最好保持 mm

注意：如果一台电脑要创建另外多个新的项目，创建下一个项目时请务必重新打开一个Rhino进程，不然会出现无法预知的错误）。

插件环境需求：

.NET Framework 4.6.1

Rhino 6 或 Rhino 5 SR12 以上（Windows） + Grasshopper(Ver>0.9)

安装插件

Rhino插件下载

软件操作界面

工作区域

Rhino平台

开始一个2D优化项目

开始一个2D优化项目

- 开始一个2D优化项目
- 计算说明
- 注意事项
- 示例：
    - 1. 定义一个设计区域
    - 2. 划分网格
    - 3. 定义支座
    - 4. 定义荷载
    - 5. 定义其他参数
    - 6. 输入动态密码， 然后进行云计算
    - 7. 将计算结果可视化
    - 8.二维拓扑优化的后处理

计算说明

2D计算，就是指对一个在XOY平面内的几何设计区域进行计算，设计区域可以使任意封闭形状。

注意事项

所有2D计算的物体必须是封闭的2D物体（一个平板面或者封闭的曲线）

示例：

我们2D计算只能在Rhino里面Top视图进行（XOY平面）。

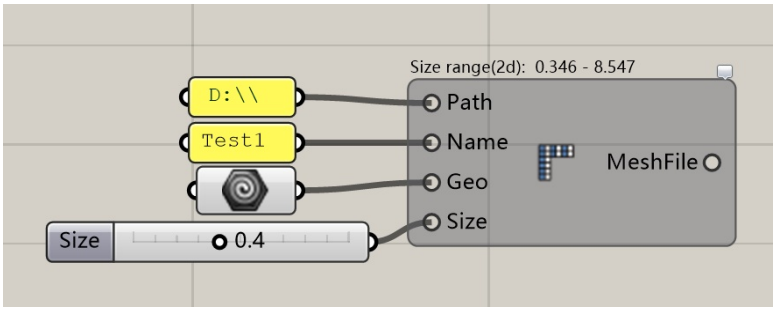
---

1. 定义一个设计区域

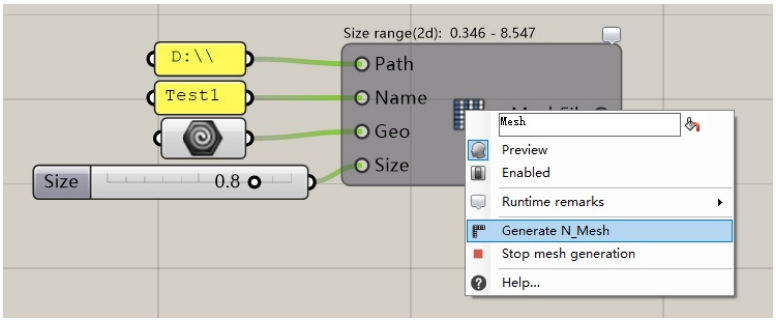
一个平面就代表了一个封闭的设计区域。

2. 划分网格

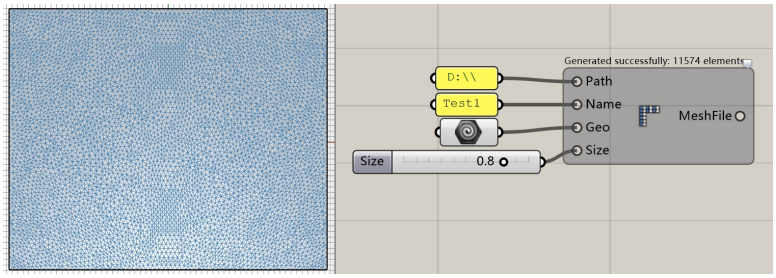
使用Mesh模块拾取模型，然后右键模块Generate N_Mesh。



等待一段时间，如果模块还是黄色或者红色，可以点击模块右上角的小标，查看出错说明。通常这一步模块划分网格完成变成白色（注意：Size一定要设置在Size range范围以内）。

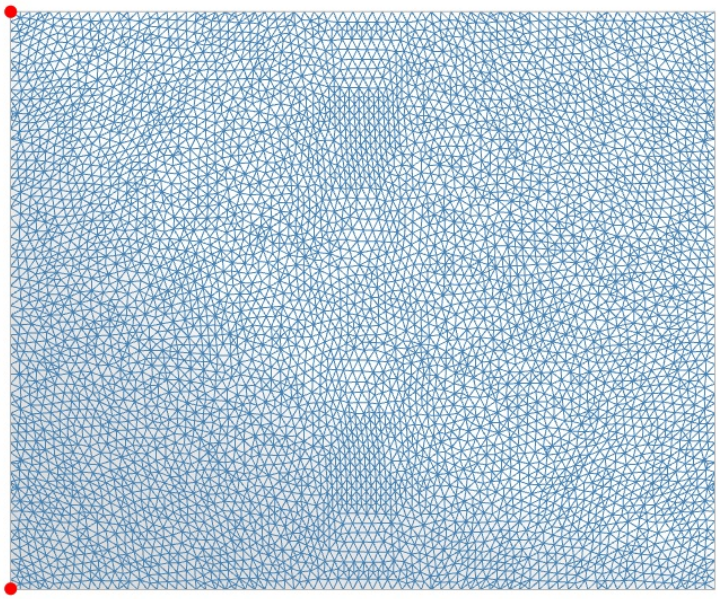


生成成功后我们会看到模型上布满了蓝色网格线，模块顶部显示了一共划分得到了多少个网格单元。

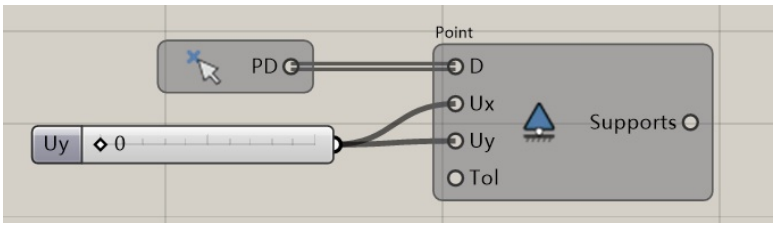


3. 定义支座

将支撑定义下图红点处。

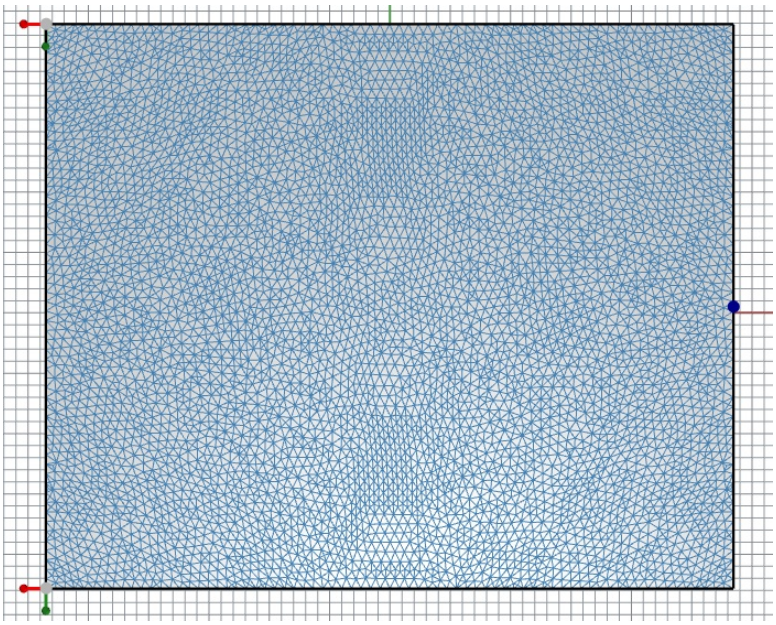


如下图定义了XY方向的固定支撑。

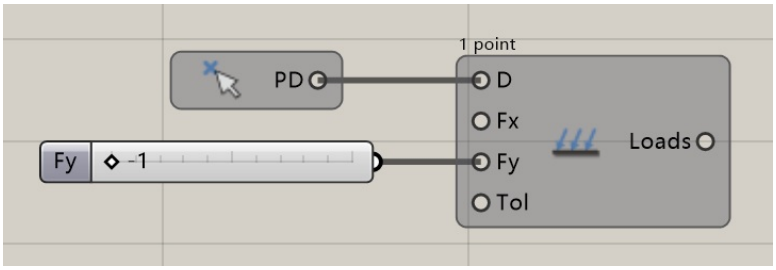


4. 定义荷载

将荷载定义下图蓝点处。

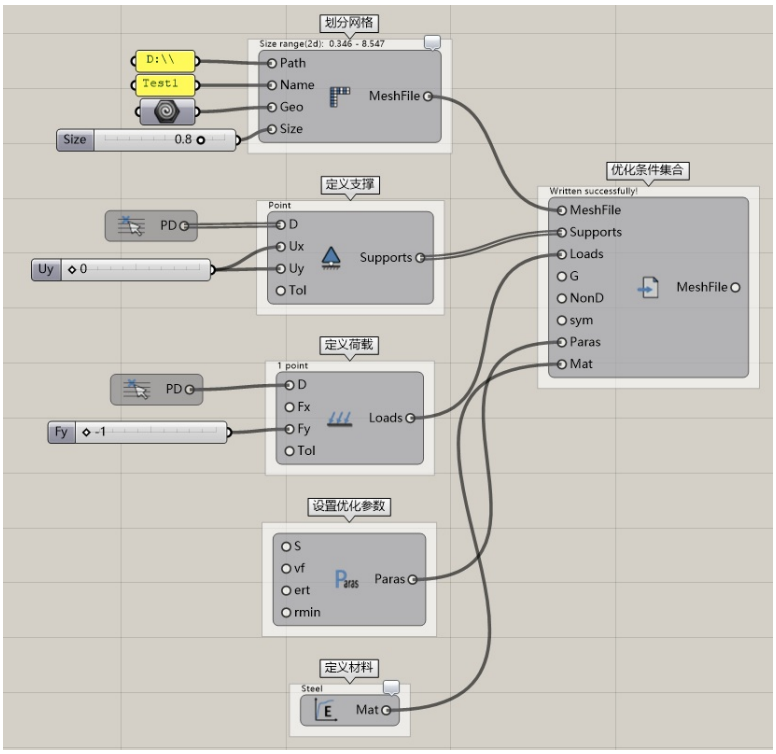


定义Y轴方向的点荷载



5. 定义其他参数

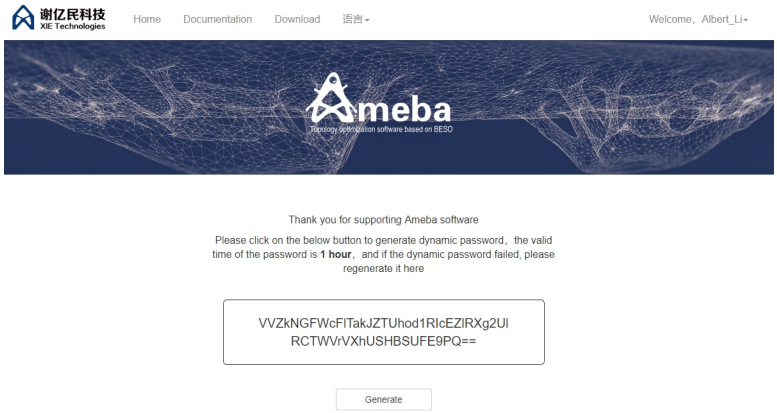
此示例全部保持默认。

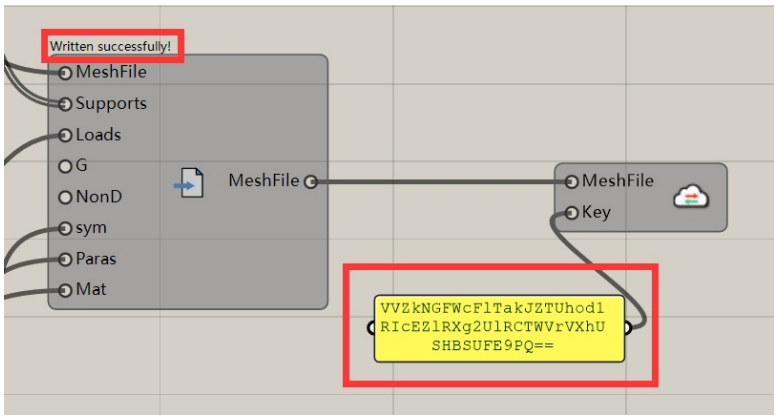


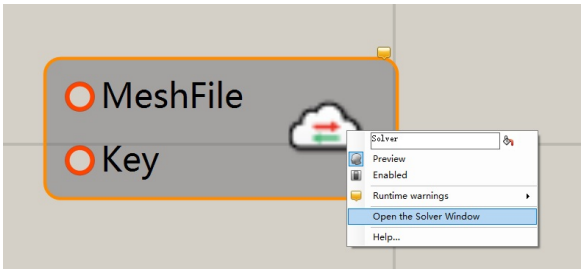
6. 输入动态密码， 然后进行云计算

首先，要先确保PreProcessing模块上方已经显示"Written successfully!"，接着你需要登录Ameba官方网站获取动态求解密码https://ameba.xieym.com/key/，把动态密码复制到Grasshopper中的Panel中，并将Panel连接到Solve运算器即可。

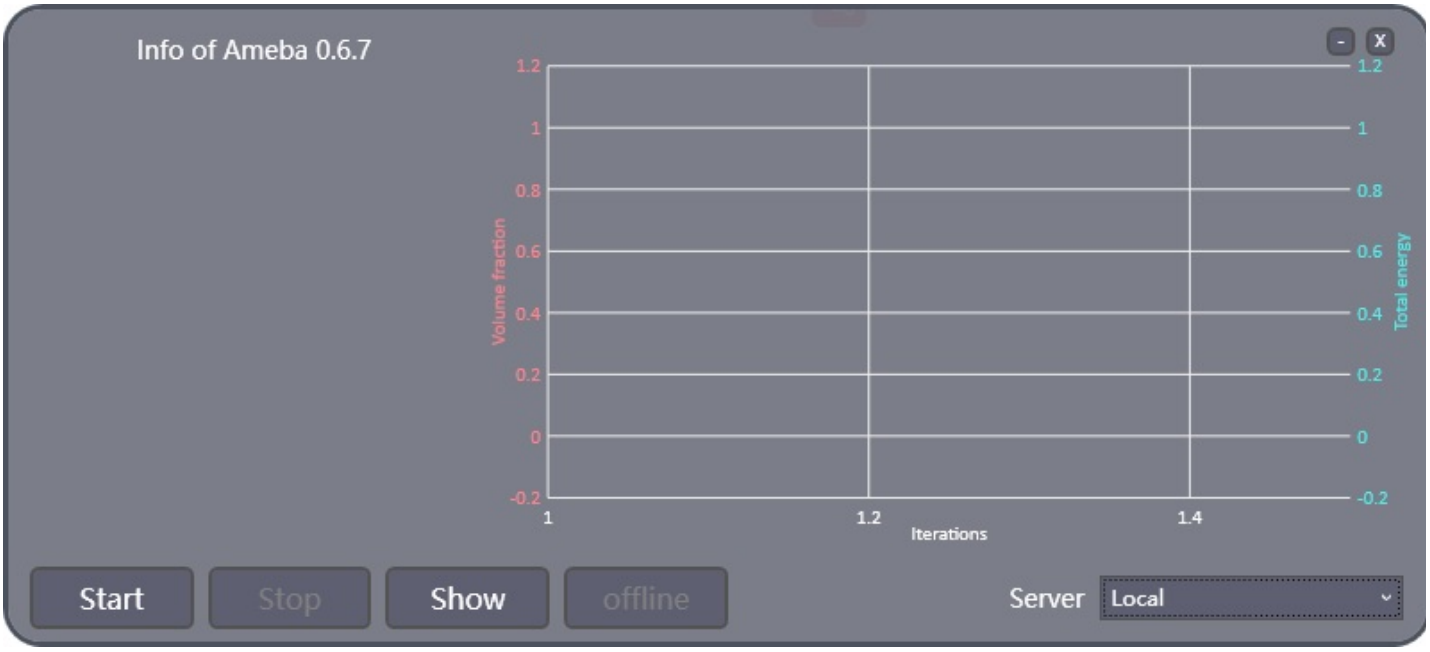
注意：动态密码只有一个小时的有效期，但是即使有效期过了也不会终断计算进程，你只需要去官网重新生成再粘贴一次。







右击 Solve 模块并选择 "Open the Solve Window"，你也可以直接双击该模块，两种操作均可打开求解器窗口。

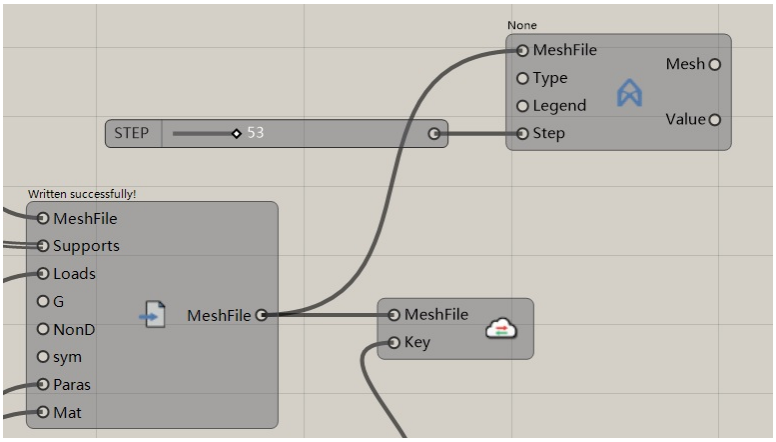


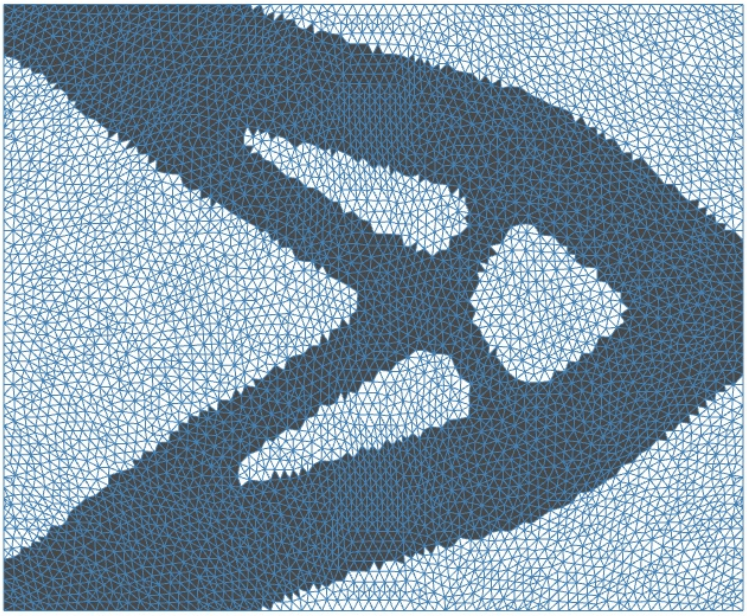
接着你需要选择一个服务器，上海服务器或者美国Virginia服务器，然后点击Start按钮。稍作等待，求解面板显示"The calculation has started. Please wait patiently."时说明计算已经开始，接下来就请耐心等待求解完成即

可大概十分钟（实际等待时间取决于你的模型大小、工况设置以及网速等因素），计算完成后可以通过Display模块来查看模型。想了解更多关于求解窗口的信息请点击求解窗口

7. 将计算结果可视化

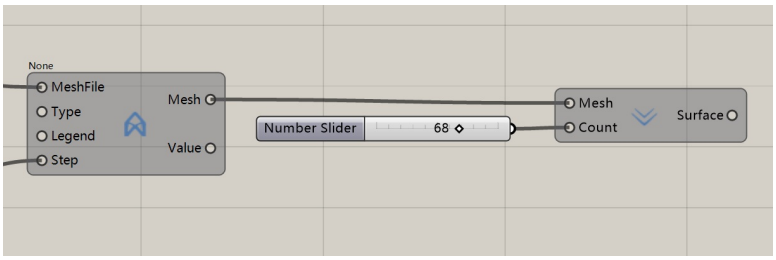
接入Display和Step模块，在上文中，计算窗口的Last Result按钮可以直接将Step调整到最新计算的步骤数，计算完成后，可以点击Last Result按钮查看最终计算结果。

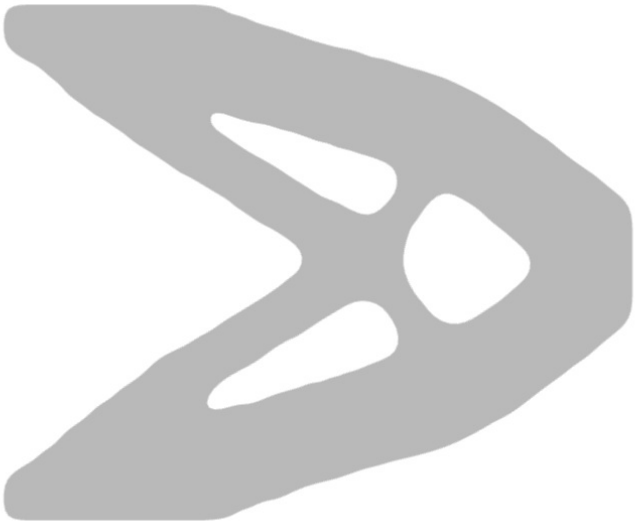




8.二维拓扑优化的后处理

我们可以借助Rebuilding2D模块对得到的网格模型进行后处理，以实现更高的模型质量。





开始一个3D优化项目

开始一个3D优化项目

- 开始一个3D优化项目
- 计算说明
- 注意
- 示例
  - 1. 定义一个设计区域
  - 2. 划分网格。
  - 3. 定义支撑
  - 4. 定义荷载
  - 5. 定义其他参数
  - 6. 输入动态密码， 然后进行云计算
  - 7. 将计算结果可视化
  - 8. 三维拓扑优化的后处理

计算说明

3D计算，对一个封闭的3D物体进行优化计算, 可以是任意封闭的三维实体。

注意

所有3D计算的物体必须是封闭的几何体。

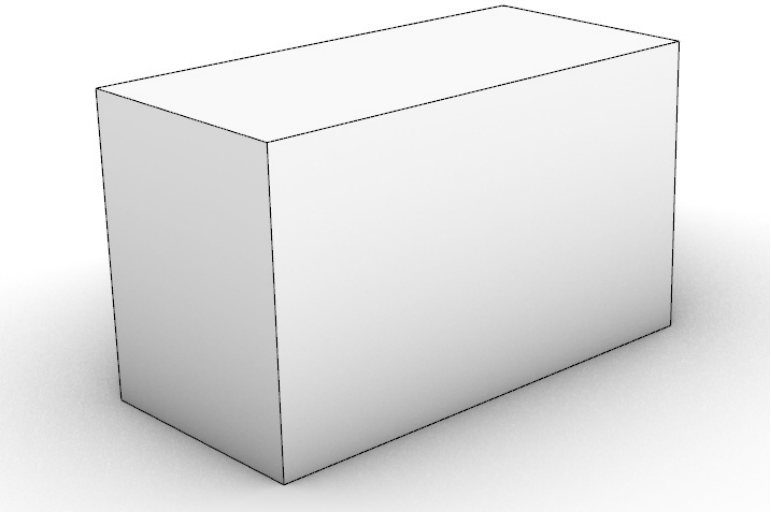
示例

我们3D计算都在Rhino里面Perspective视图进行。

---

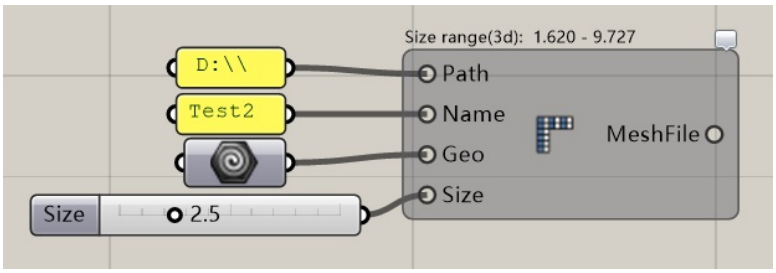
1. 定义一个设计区域

一个box代表了一个封闭的设计区域。

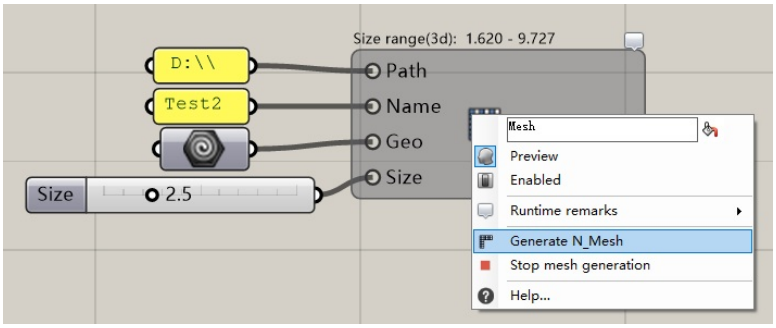


2. 划分网格。

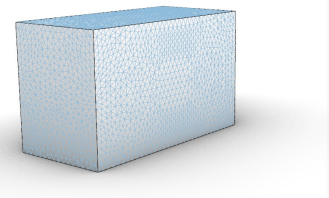
使用Mesh模块拾取模型，然后右键模块Generate N_Mesh。

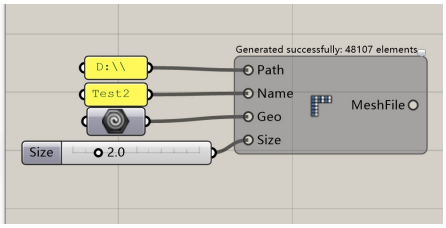


等待一段时间，如果模块还是黄色或者红色，可以点击模块右上角的小标，查看出错说明。通常这一步模块划分网格完成变成白色（注意：Size一定要设置在Size range范围以内）。



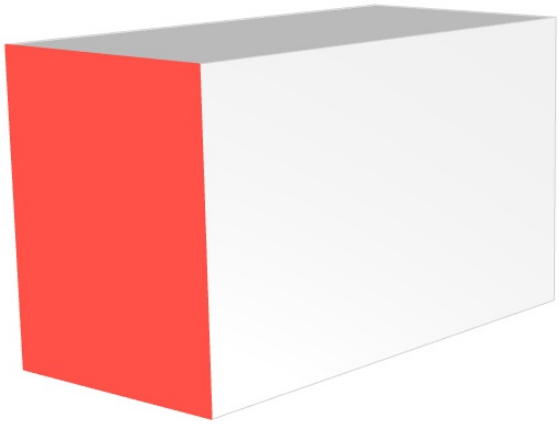
生成成功后我们会看到模型上布满了蓝色网格线，模块顶部显示了一共划分得到了多少个网格单元。



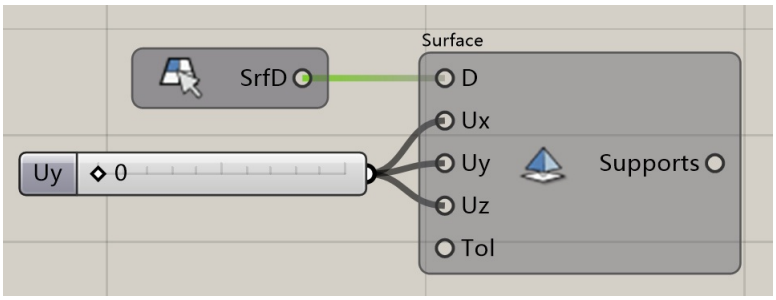


3. 定义支撑

将支撑定义为下图红色面。

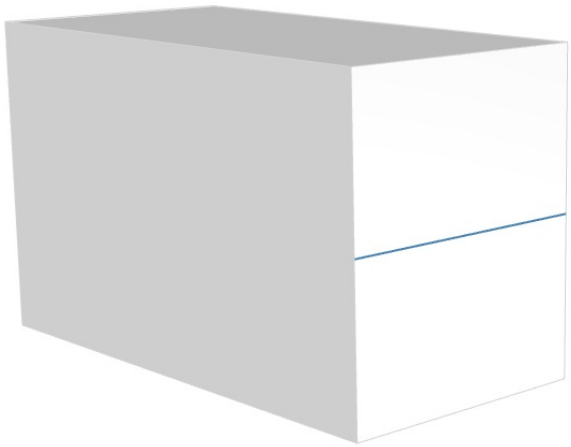


如下图定义了XYZ方向的固定支座。

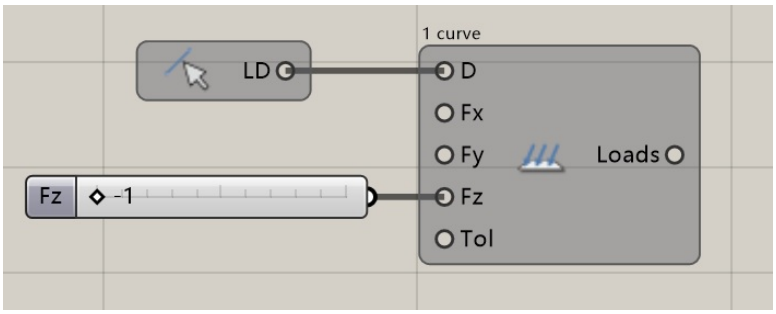


4. 定义荷载

将荷载定义下图蓝线处。

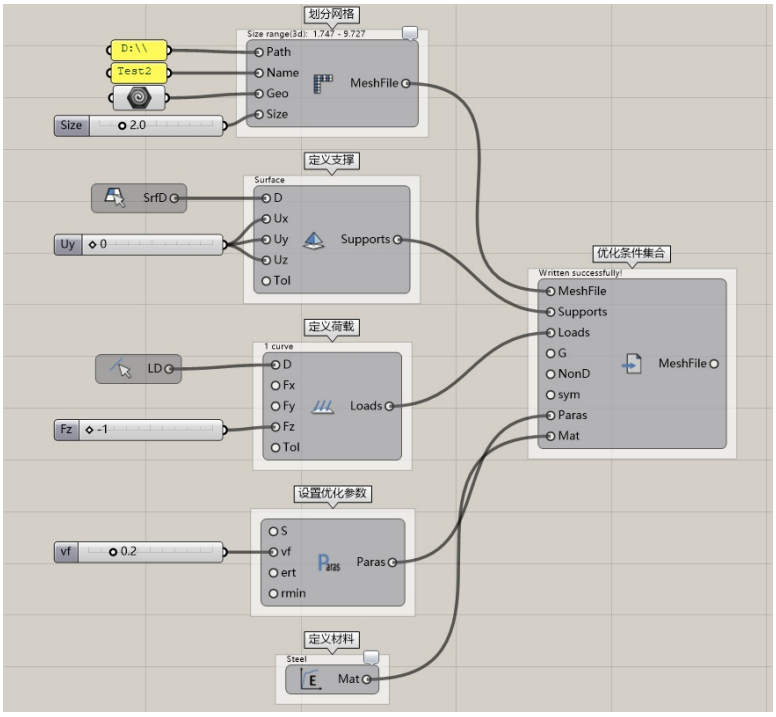


定义-Z轴方向的线荷载



5. 定义其他参数

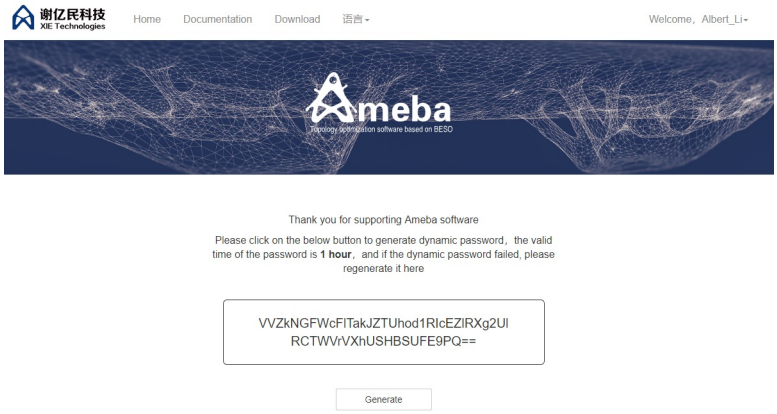
此示例约束体积分数为20%， 其他参数全部保持默认。

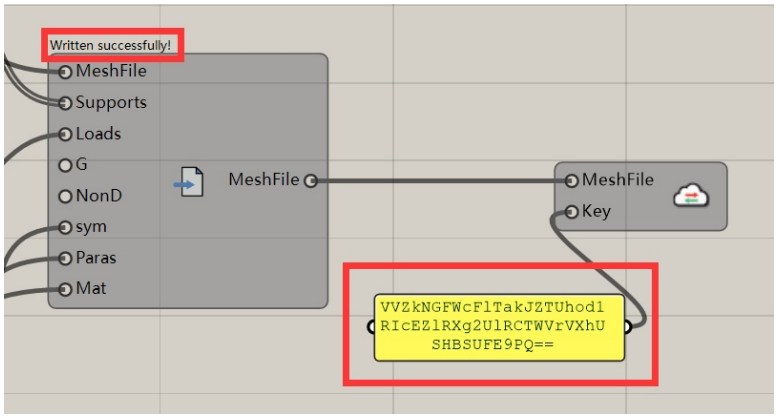


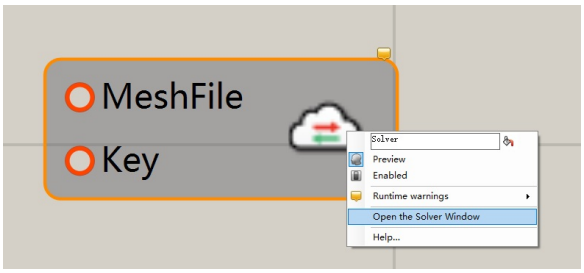
6. 输入动态密码， 然后进行云计算

首先，要先确保PreProcessing模块上方已经显示"Written successfully!"，接着你需要登录Ameba官方网站获取动态求解密码https://ameba.xieym.com/key/，把动态密码复制到Grasshopper中的Panel中，并将Panel连接到Solve运算器即可。

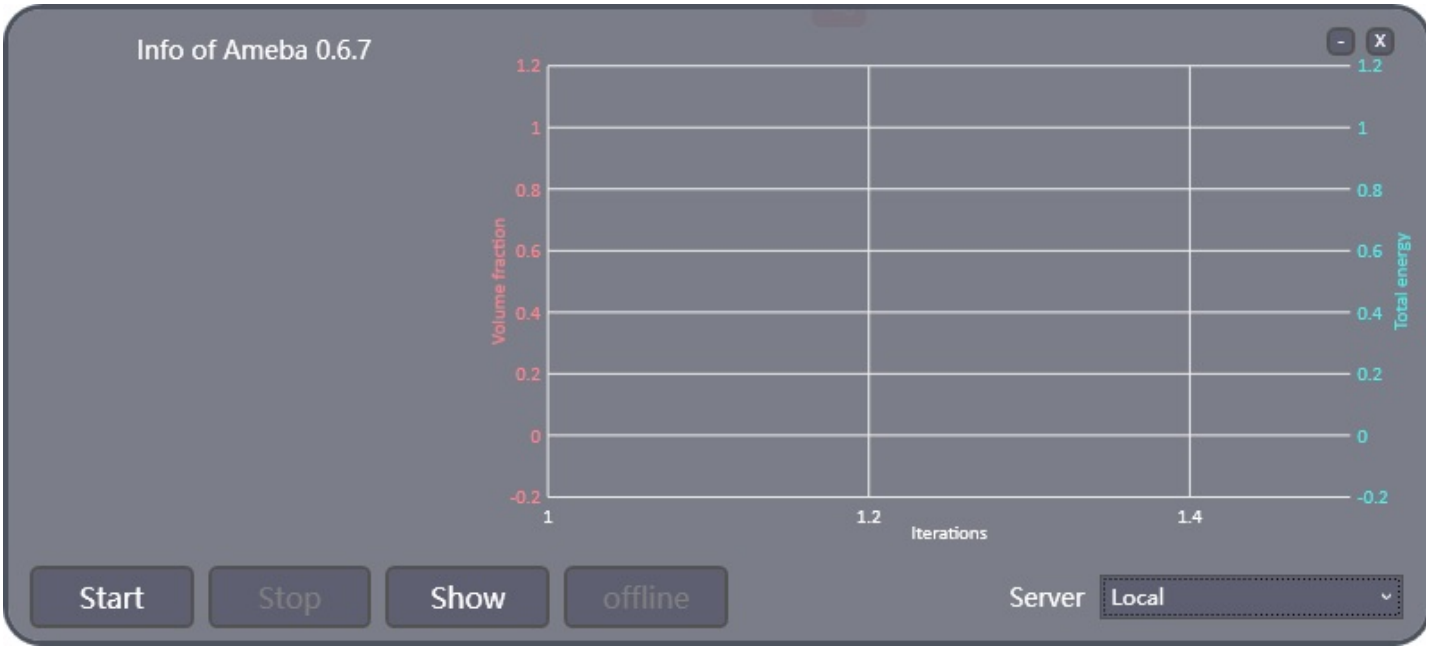
注意：动态密码只有一个小时的有效期，但是即使有效期过了也不会终断计算进程，你只需要去官网重新生成再粘贴一次。







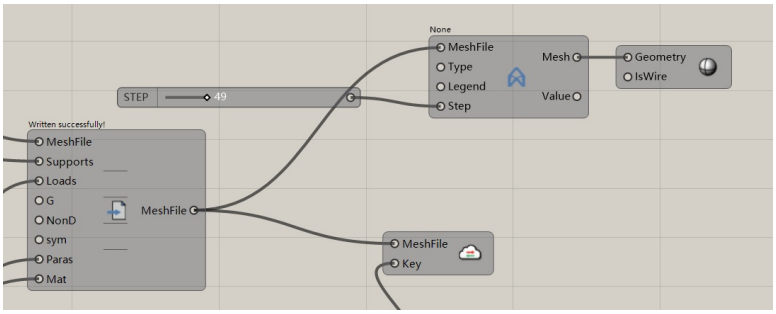
右击 Solve 模块并选择 "Open the Solve Window"，你也可以直接双击该模块，两种操作均可打开求解器窗口。



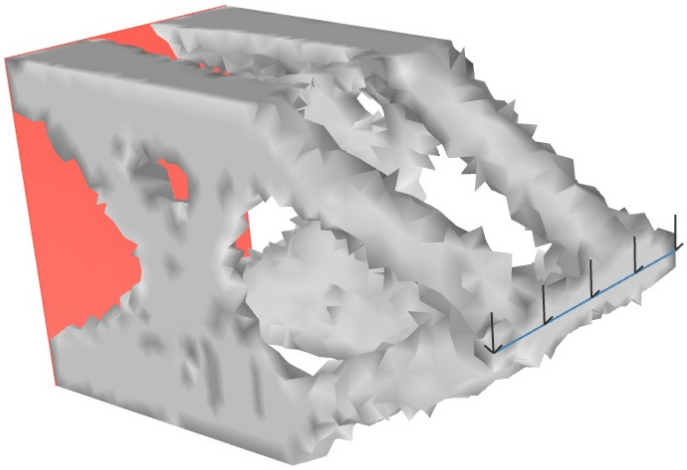
接着你需要选择一个服务器，上海服务器或者美国Virginia服务器，然后点击Start按钮。稍作等待，求解面板显示"The calculation has started. Please wait patiently."时说明计算已经开始，接下来就请耐心等待求解完成即可大概十分钟（实际等待时间取决于你的模型大小、工况设置以及网速等因素），计算完成后可以通过Display模块来查看模型。想了解更多关于求解窗口的信息请点击求解窗口

7. 将计算结果可视化

接入Display、Step和RenderDisplay模块，在上文中，计算窗口的Last Result按钮可以直接将Step调整到最新计算的步骤数，计算完成后，可以点击Last Result按钮查看最终计算结果。



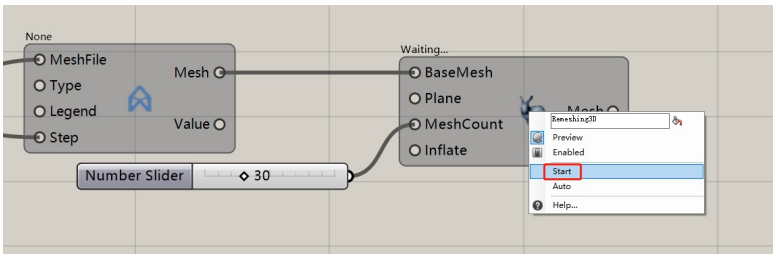
如下图所示，我们得到了三维拓扑优化的结果模型。



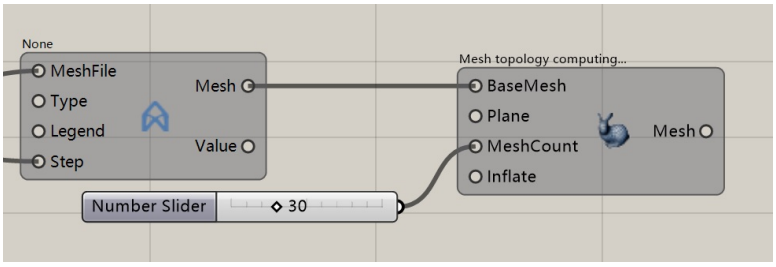
8. 三维拓扑优化的后处理

由于计算得到的网格模型较为粗糙，对于设计师而言难以继续编辑，我们可以利用Ameba的MeshTools对模型进行后处理。

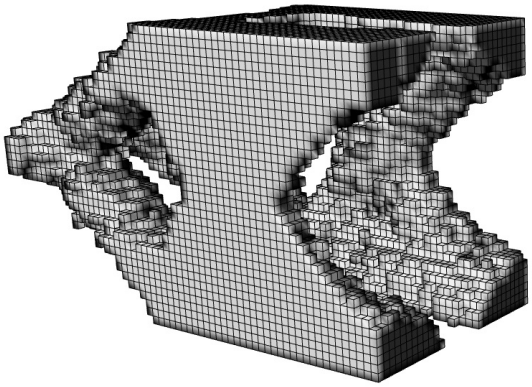
使用Remeshing3D可以对三维拓扑优化的模型进行网格重构处理，点击Start即可开始运算（Auto可以实时计算，但是可能会造成卡顿）。

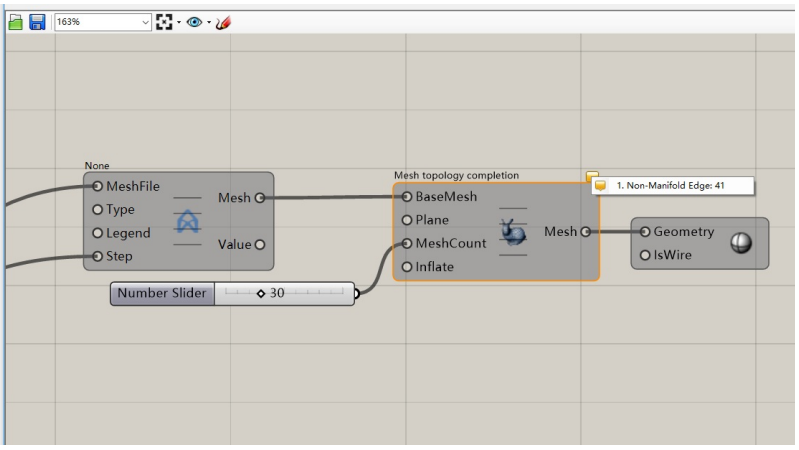


开始计算后，上方的文字会变成【Mesh topology computing...】

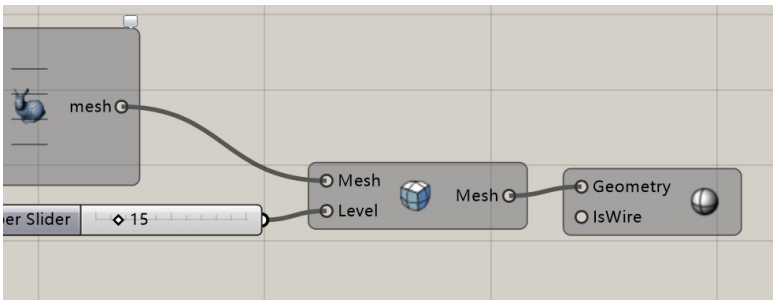


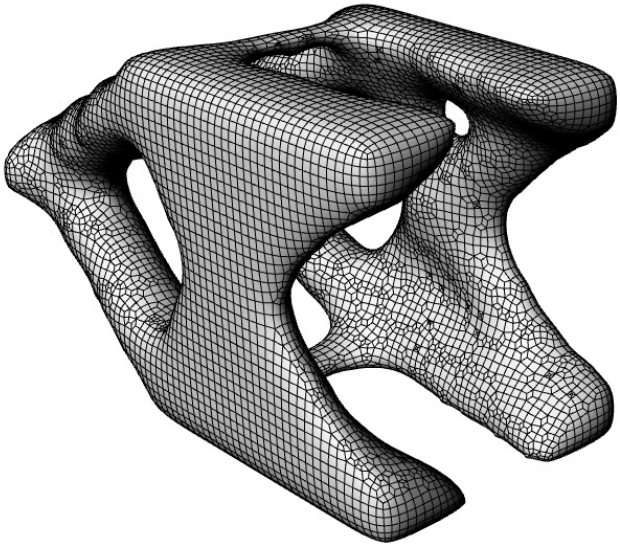
计算完成后，会得到一个由Mesh Box堆积而成的结构化网格模型，由于Free版的受限，这个模型可能会产生非流行边，并且MeshCount参数只能输入30以内。





最后，我们接入AmebaSmooth模块对模型进行光顺处理，即可得到一个光顺并可以再编辑的网格模型。





模块功能简介

模块功能简介

Domain

用于拾取Rhinoceros物件的模块组。

Ameba2D

用于设置二维拓扑优化条件的模块组，用户可以使用该组下的模块设置荷载、非设计区域及支撑。

Ameba3D

用于设置三维拓扑优化条件的模块组，用户可以使用该组下的模块设置荷载、非设计区域及支撑。

Mesh

将用户的模型转换成可以用于计算的网格模型。

Preprocess

用于计算结果前处理的模块组，用户可使用该组下的模块设置对称约束、材质、优化参数、灵敏度选项、多工况，还可将前处理参数集合起来，以便对接云端服务器。

Postprocess

用于计算结果后处理的模块组，用户可使用该组下的模块查询、显示计算结果，还可以将网格模型进行重构处理。

Cloud

用于与云端服务器交互的模块组，用户可使用该组下的模块进行云计算或登录服务器。

MeshTools

用于对拓扑优化计算出的模型进一步处理。

Domain

Domain

用于拾取Rhinoceros物件的模块组。

PointsDomain

获取选定的点物件。

LinesDomain

获取选定的线段。

CurvesDomain

获取选定的曲线。

SurfacesDomain

获得选定的曲面。

PointsDomain

PointsDomain

描述：

获取选定的点物件。

使用：

右键电池，选择 Set Points，或者双击电池，然后直接在Rhino绘制点物件。

输出端：

PD: 点物件。

LinesDomain

LinesDomain

描述：

获取选定的线段。

使用：

右键电池，选择 Set Lines，或者双击电池，然后直接在Rhino绘制线段。

输出端：

LD: 线段。

CurvesDomain

CurvesDomain

描述：

获取选定的曲线。

使用：

右键电池，选择 Select Curves，或者双击电池，然后直接在Rhino 拾取曲线。

输出端：

CurveD: 曲线。

SurfacesDomain

SurfacesDomain

描述：

获得选定的曲面。

使用：

右键电池，选择 Select Surfaces，或者双击电池，然后直接在Rhino 拾取曲面。

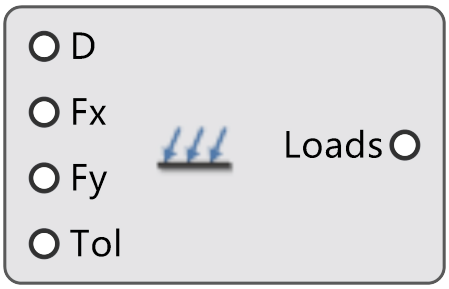
输出端：

SrfD: 曲面。

Ameba2D

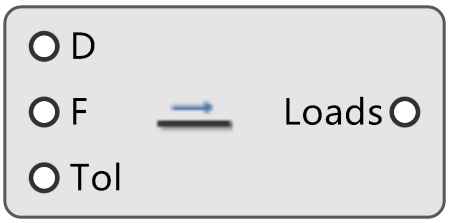
Ameba2D

用于设置二维拓扑优化条件的模块组，用户可以使用该组下的模块设置荷载、非设计区域及支撑。



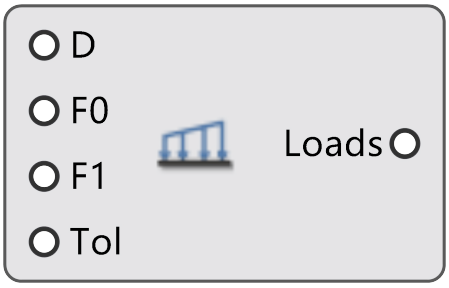
Load2D

施加沿着某一方向上的二维荷载。



TangentLoad2D

定义物体表面的二位剪切荷载。

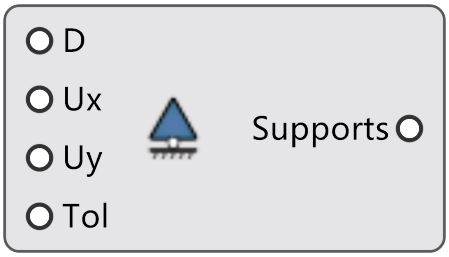


NormalLoad2D

施加沿着物体表面法线方向的二维荷载。

NonDesignDomain2D

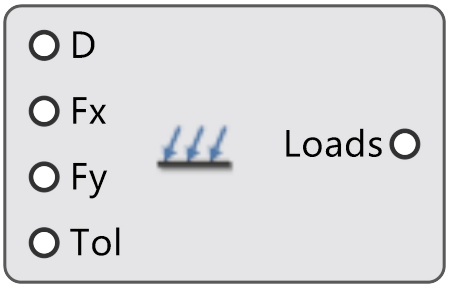
定义二维非设计区域。



Support2D

定义二维支撑。

Load2D



Load2D

描述：

在2D的分析中，定义一个通用荷载，荷载只能施加在物体表面。

(使用前必须先用mesh电池生成网格)。

使用：

右键选择 ShowSelElement 可以显示荷载所施加的单元，使用单元中心点表示单元。

输入端：

D: 输入一个荷载的区域（可以是点、线或面）。

Fx: 输入在X轴方向的荷载。

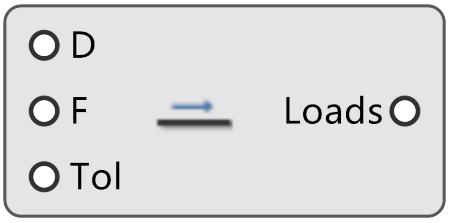
Fy: 输入在Y轴方向的荷载。

Tol: 区域判定的公差值（输入类型为面时这个值将没有意义）。

输出端：

Loads: 输出一个荷载。

TangentLoad2D



TangentLoad2D

描述：

在2D的分析中，定义一个通用荷载，荷载只能施加在物体表面。

(使用前必须先用mesh电池生成网格)。

使用：

右键选择 ShowSelElement 可以显示荷载所施加的单元，使用单元中心点表示单元。

输入端：

D: 输入一个荷载的区域（可以是线或圆）。

Fx: 输入在X轴方向的荷载。

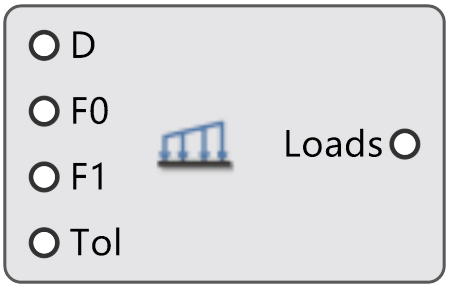
Fy: 输入在Y轴方向的荷载。

Tol: 区域判定的公差值（输入类型为封闭的实体时这个值将没有意义）。

输出端：

Loads: 输出一个荷载。

NormalLoad2D



NormalLoad2D

描述：

在2D的分析中，定义一个均布荷载，荷载只能施加在物体表面。

(使用前必须先用mesh电池生成网格)。

使用：

右键选择 ShowSelElement 可以显示荷载所施加的单元，使用单元中心点表示单元。

输入端：

D: 输入一个荷载的区域（可以是线或圆）。

F0: 左端荷载大小。

F1: 右端荷载大小

Tol: 区域判定的公差值（输入类型为面时这个值将没有意义）。

输出端：

Loads: 输出一个荷载。

NondesignDomain2D

NondesignDomain2D

描述：

在2D的分析中，定义一个非设计的区域（仅仅在2D分析中有效）。

(使用前必须先用mesh电池生成网格)。

使用：

右键选择 ShowSelElement 可以显示不设计的单元，使用单元中心点表示单元。

输入端：

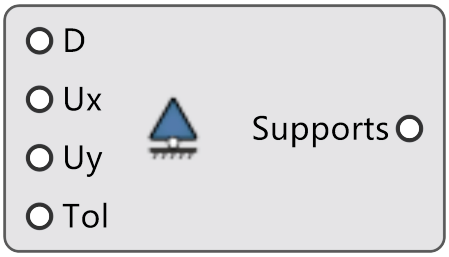
D: 输入一个荷载的区域（可以是线或面）。

Tol: 设置以线为基准左右的区域的值（输入类型为面时这个值将没有意义）。

输出端：

NonD: 输出非设计区域

Support2D



Support2D

描述：

在2D的分析中，定义一个支撑（仅仅在2D分析中有效）。

(使用前必须先用mesh电池生成网格)。

输入端：

D: 输入一个荷载的区域（可以是点、线、面）。

Ux: X轴方向可以移动距离（不输入值为不设置该方向支撑，输入0将该方向上不允许位移，输入数值可设置位移量）。

Uy: Y轴方向可以移动距离（不输入值为不设置该方向支撑，输入0将该方向上不允许位移，输入数值可设置位移量）。

Tol: 区域判定的公差值（输入类型为面时这个值将没有意义）。

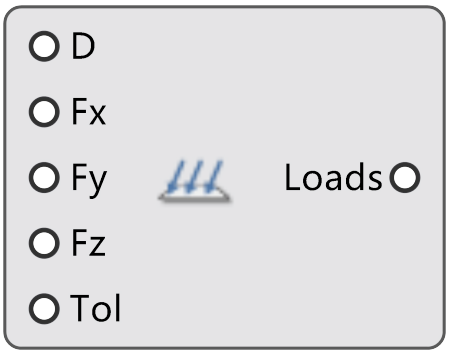
输出端：

Supports: 输出一个支座。

Ameba3D

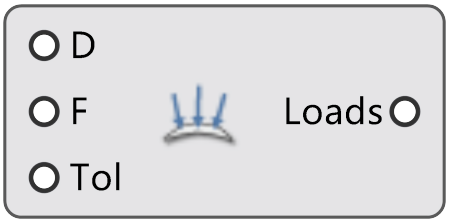
Ameba3D

用于设置三维拓扑优化条件的模块组，用户可以使用该组下的模块设置荷载、非设计区域及支撑。



Load3D

施加沿着某一方向上的三维荷载。

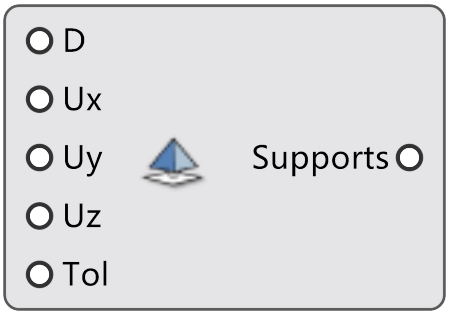


NormalLoad3D

施加沿着物体表面法线方向的三维荷载。

NonDesignDomain3D

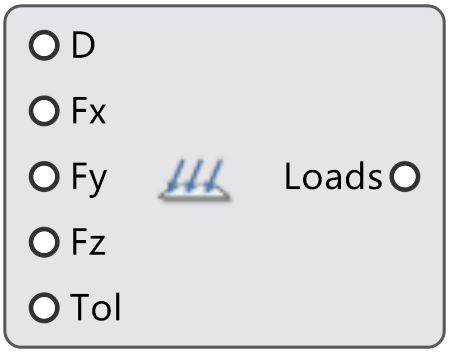
定义三维非设计区域。



Support3D

定义三维支撑。

Load3D



Load3D

描述：

在3D的分析中，定义一个通用荷载，荷载只能施加在物体表面。

(使用前必须先用mesh电池生成网格)。

使用：

右键选择 ShowSelElement 可以显示荷载所施加的单元，使用单元中心点表示单元。

输入端：

D: 输入一个荷载的区域（点、线、面或封闭的实体）。

Fx: 输入在X轴方向的荷载。

Fy: 输入在Y轴方向的荷载。

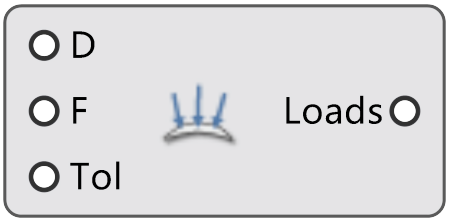
Fz: 输入在Z轴方向的荷载。

Tol: 区域判定的公差值（输入类型为封闭的实体时这个值将没有意义）。

输出端：

Loads: 输出一个荷载。

NormalLoad3D



NormalLoad3D

描述：

在3D的分析中，定义一个和曲面保持垂直的荷载，荷载只能施加在物体表面。

(使用前必须先用mesh电池生成网格)。

使用：

右键选择 ShowSelElement 可以显示荷载所施加的单元，使用单元中心点表示单元。

输入端：

D: 输入一个荷载的区域（只能输入面）。

F: 荷载大小。

Tol: 区域判定的公差值（输入类型为封闭的实体时这个值将没有意义）。

输出端：

Loads: 输出一个荷载。

NondesignDomain3D

NonDesignDomain3D

描述：

在3D的分析中，定义一个非设计的区域（仅在3D分析中有效）。

(使用前必须先用mesh电池生成网格)。

使用：

右键选择 ShowSelElement 可以显示不设计的单元，使用单元中心点表示单元。

输入端：

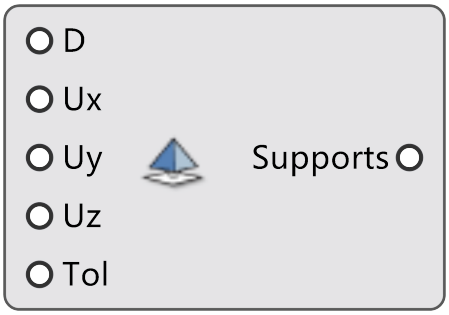
D: 输入一个荷载的区域（线，面，封闭的实体）。

Tol: 设置以面为基准左右的区域的值。如果设置是线则是以面为基准左右的区域的值（输入类型为封闭的实体时这个值将没有意义）。

输出端：

NonD: 输出一个非设计区域。

Support3D



Support3D

描述：

在3D的分析中，定义一个支撑（仅仅在3D分析中有效）。

(使用前必须先用mesh电池生成网格)。

输入端：

D: 输入一个荷载的区域（可以是点、线、面或封闭的实体）。

Ux: X轴方向可以移动距离（不输入值为不设置该方向支撑，输入0将该方向上不允许位移，输入数值可设置位移量）。

Uy: Y轴方向可以移动距离（不输入值为不设置该方向支撑，输入0将该方向上不允许位移，输入数值可设置位移量）。

Uz: Z轴方向可以移动距离（不输入值为不设置该方向支撑，输入0将该方向上不允许位移，输入数值可设置位移量）。

Tol: 区域判定的公差值（输入类型为封闭的实体时这个值将没有意义）。

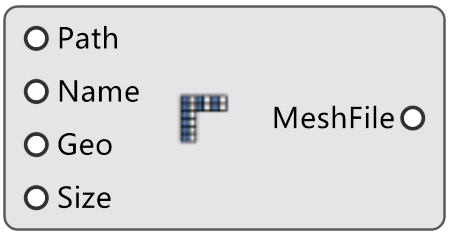
输出端：

Supports: 输出一个支座。

Mesh

Mesh

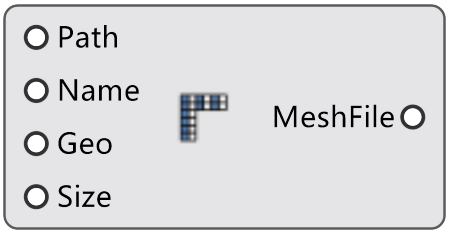
将用户的模型转换成可以用于计算的网格模型。



Mesh模块

将待分析的物体进行网格划分，以便进行云运算。

Mesh



Mesh

描述：

将待分析的物体进行网格划分，以便进行云运算。

（如果是2D计算，所在平面必须为XY平面，也就是说平面的所有顶点的坐标的Z值必须为 0）

使用：

设置好所有输入端，然后右键电池，选择 Generate N_Mesh，进行网格划分。

输入端：

Path: 定义一个存放项目文件的目录。

Name: 定义一个项目名称。

Geo: 定义一个分析区域。

Size: 划分网格的大小。

注意：

在设置完Path，Name，Geo后会出现Size range，而Size大小只能设置为电池下方Size range范围内。

输出端：

MeshFile: 连接Display，PreProcessing和Solver进行数据传输。

Preprocess

Preprocess

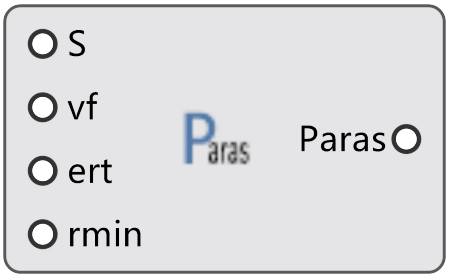
用于计算结果前处理的模块组，用户可使用该组下的模块设置对称约束、材质、优化参数、灵敏度选项、多工况，还可将前处理参数集合起来，以便对接云端服务器。

Symmetry

对称约束。

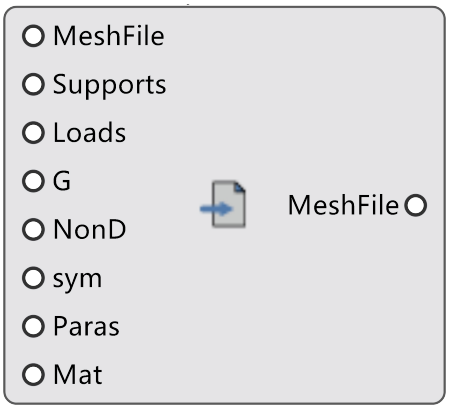
Material

材质设置。



OptParameters

优化参数设置。



PreProcessing

前处理参数集合。

Sensitivity

灵敏度选项。

MultipleLoadCase

多工况设置。

Symmetry

Symmetry

描述：

如果施加对称约束，那么要定义线（2D）或者平面（3D），作为对称轴或面。

(使用前必须先用mesh生成网格)。

输入端：

Sym: 输入对称轴（2D）或对称平面（3D）。

Tol: 公差值。

输出端：

Syms: 对称约束。

Material

Material

描述：

定义物体材料的属性。

注意：

只有设置为User的时候，E 和 u的输入才有效

使用：

右键电池，选择预设的一些材质。

输入端：

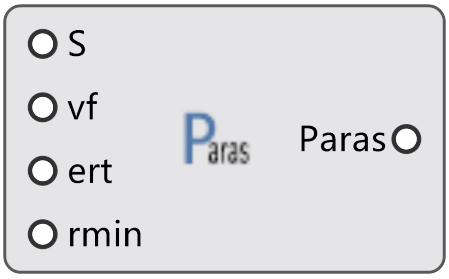
E: 弹性模量。

u: 泊松比。

输出端：

Mat: 材料参数。

OptParameters



OptParameters

描述：

定义BESO算法的一些参数。

输入端：

S: 灵敏度。（可从PreProcessing选择预设）

```
简单来说，灵敏度是单元增减的依据，目前可以选择应变能密度和Mises应力，
当单元体积全部一样时，选择应变能密度或Mises应力的计算结果是一样的，
但单元大小一般都不一样，为了考虑单元体积的影响，选择应变能密度。
```

vf: 约束体积分数。

```
约束体积分数即最终要保留的材料区域的体积占原设计区域的体积的百分数（0-1），
这个值不能过小，否则材料不足以建立一个结构，
计算得到的结构不成立，计算也会不收敛。
```

ert: 进化率。

```
进化率即每一步删减材料的体积百分数（建议0.01-0.05）
```

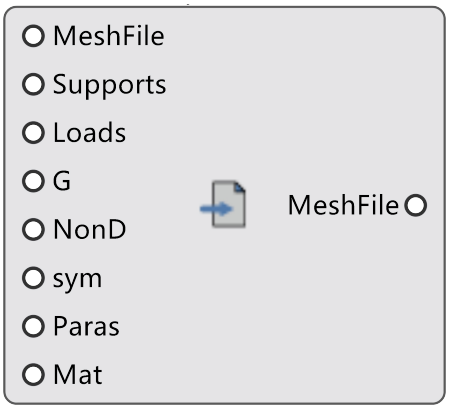
rmin: 过滤半径。（默认为3倍的网格）

```
可以理解为以第i个单元中点为圆心，半径为Rmin画圆（三维的是球），
根据圆内单元与第i个单元的距离对第i个单元的灵敏度
```

输出端：

Paras: 参数集合。

PreProcessing



PreProcessing

描述：

将分析的所有定义写入一个文件，作为云计算读取文件。

输入端：

MeshFile: 将Mesh电池传出的数据传输给此电池。

Supports: 将所有的支座以List接入。

Loads: 将所有的荷载以List接入。

G: 重力（用向量定义重力，可以自定义重力方向和大小）。

NonD: 非设计区域。（如果没有的话，保持为默认）。

sym: 对称约束。（如果没有的话，保持为默认）。

Paras: 优化参数集合

Mat: 材料

输出端：

MeshFile:Mesh文件

Sensitivity

Sensitivity

描述：

给出BESO算法灵敏度的一些预设。

输出端：

S: 灵敏度。

MultipleLoadCase

MultipleLoadCase

描述：

电池的输入端为荷载工况，一个荷载工况可以由一个或多个荷载组成；

注意：

当使用多工况功能时，PreProcessing电池的Loads输入端只能连接MultipleLoadCase电池。

输入端：

Case1: 第一种工况

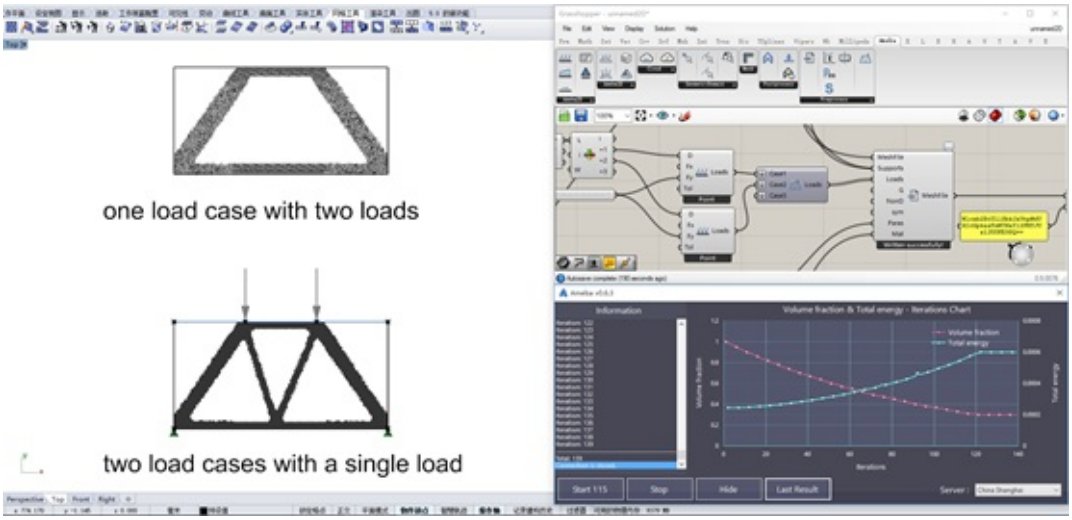
Case2: 第二种工况

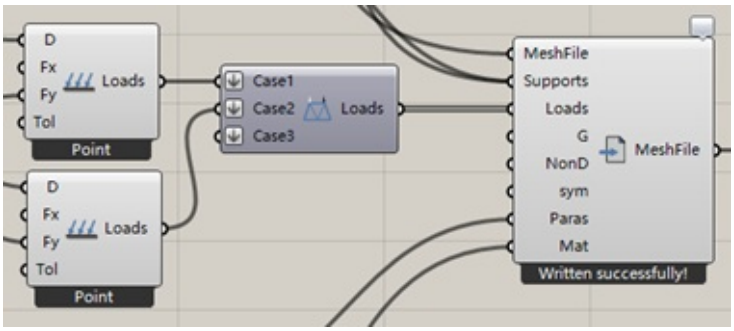
...

输出端：

Loads: 多工况集合

示例：





Postprocess

Postprocess

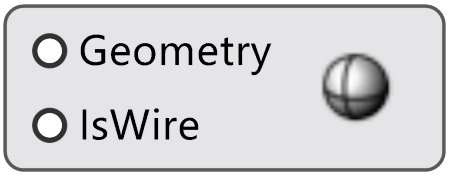
用于计算结果后处理的模块组，用户可使用该组下的模块查询、显示计算结果，还可以将网格模型进行重构处理。

Display

显示计算结果。

Step

迭代步骤数。



RenderDisplay

显示模型。

Display

Display

描述：

将云计算结果可视化在Rhino里面表示。

输入端：

MeshFile: 将Mesh模块传出的数据传输给此模块。

Type: 显示类型（“None”表示不显示云图，“Mises”表示显示Mises应力，“Principal”表示显示主应力）

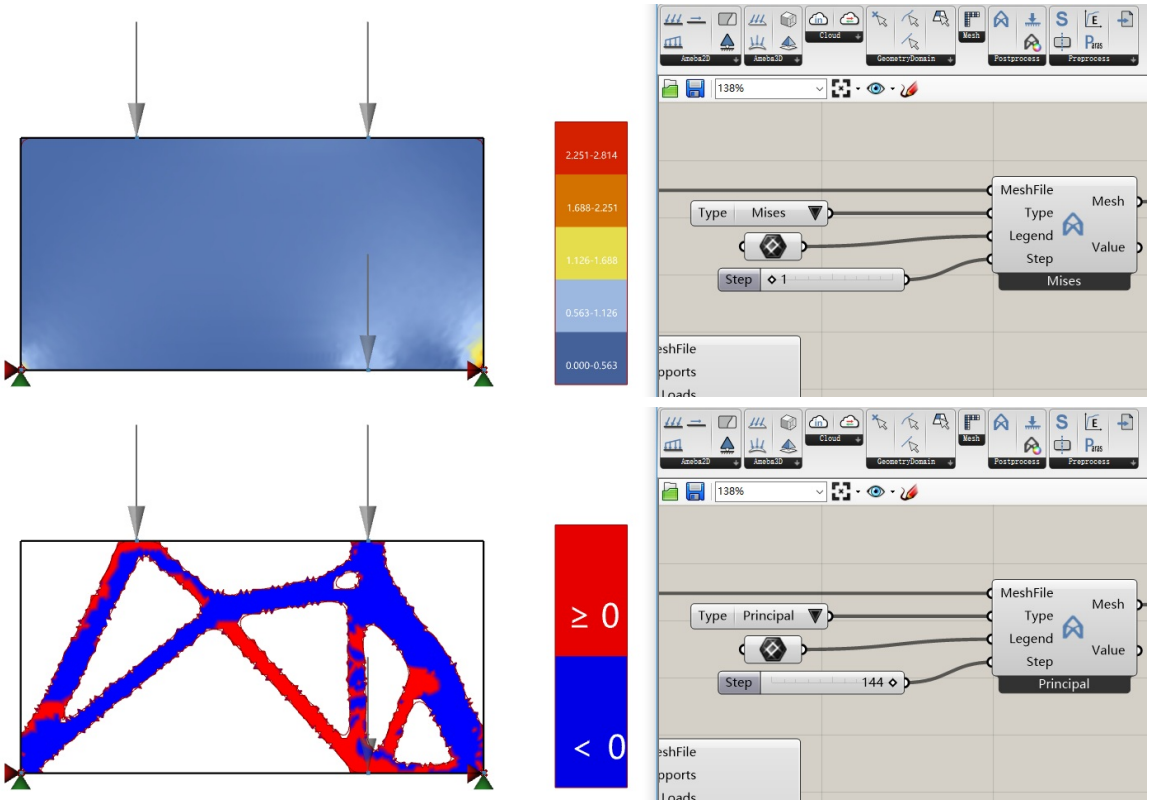
Step: 计算的每一步（依据输入网格不同，计算总步数也不同）

输出端：

Mesh: 相对应得Step的网格。

Value: 网格顶点所对应显示类型的结果值。

例子：



Step

Step

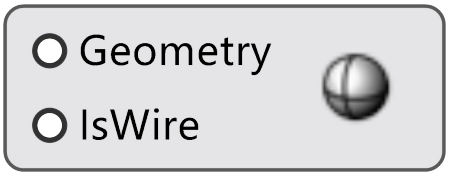
描述：

能依据计算结果，自动调整滑块的最大值。

输出端：

Step: 计算的步数。

RenderDisplay



RenderDisplay

描述：

将模型显示成白色模型、黑色边线。

输入端：

Geometry: 待显示的模型。

IsWire: 是否显示网格框线或曲面边界。

Cloud

Cloud

用于与云端服务器交互的模块组，用户可使用该组下的模块进行云计算或登录服务器。

Solve

交付云端计算、监控云端计算结果。

Login

登录云端服务器。

Solver

Solver

描述：

定义好网格，并将荷载，支撑写入文件，就可以进行云计算。

使用：

默认服务器是“Shanghai”,如果是海外用户的可以切换到“Virginia”。

连接完所有的输入端，然后右键模块，选择 Display calculation window，打开服务器计算窗口，按下窗口按钮 Start 开始计算，按下 Stop 停止运算。

Hide：

隐藏窗口。

Last Result：

将 AmebaStep 模块自动跳转到最新回传的文件数。

注意：

新版本的是计算反馈是实时计算和回传的，所以当计算收敛到自己需要的时候可以按下Stop结束它，而不是像旧版本等待所有计算完成。

输入端：

MeshFile: 将Mesh模块传出的数据传输给此电池。

key: 动态密码。

Login

Login

描述：

登录服务器。

使用：

双击模块，进入Ameba登录界面，然后进行注册登录。（这是进行云计算前需要执行的）。

输出端：

Ver: 当前Ameba的版本。（用户最好第一时间更新最新版，减少BUG的可能性）。

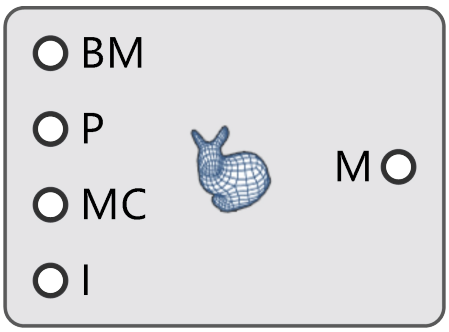
MeshTools

MeshTools

用于对拓扑优化计算出的模型进一步处理。

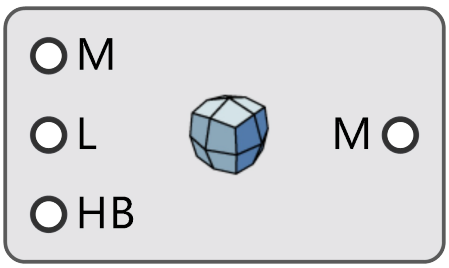
Rebuilding2D

将Ameba2D计算得到的网格重构成Nurbs剪切曲面。



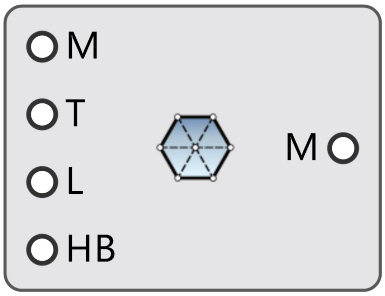
Remeshing3D

将计算网格进行重构。



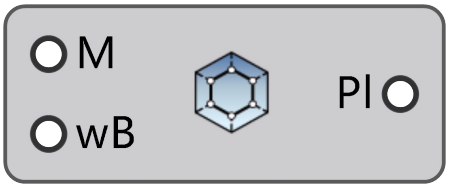
AmebaSmooth

使用Laplacian Smoothing算法处理网格模型，能使网格更光顺。



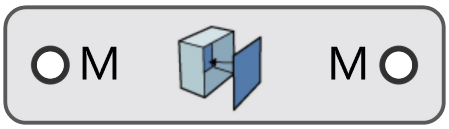
Subdivision

使用Catmull-Clark或者Loop两种算法细分网格。



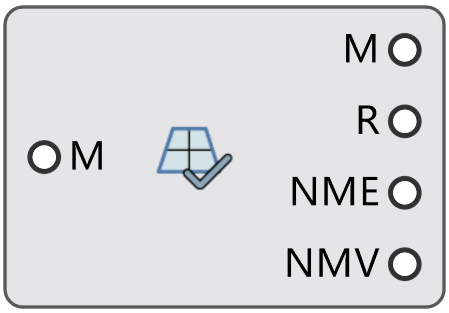
MeshDual

生成对偶网格。



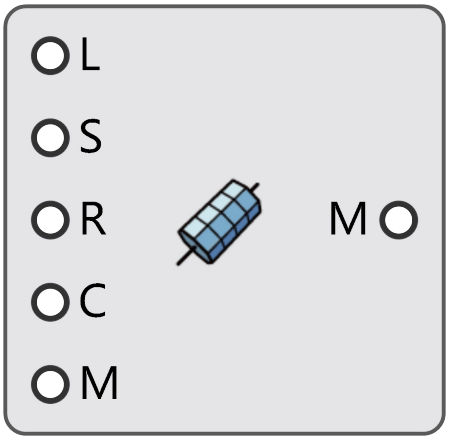
FillHoles

填补网格洞。



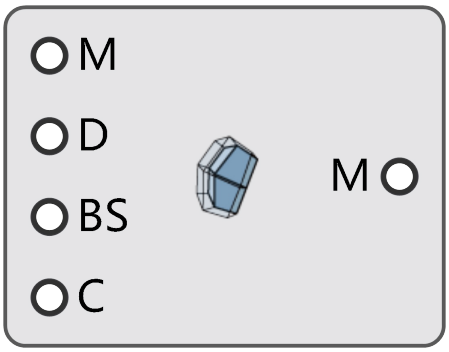
MeshChecker

检查网格质量，网格是否存在非流形边或非流形点。



MeshPipe

根据线段生成网格管，通常用来生成方便有限元计算的杆件模型。



OffsetMesh

偏移网格，挤出网格厚度。

Rebuilding2D

Rebuilding2D

描述：

将Ameba2D计算得到的网格重构成Nurbs剪切曲面。

输入端：

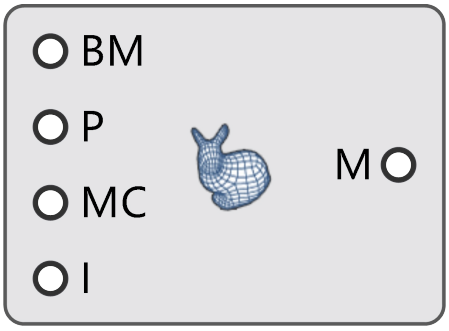
Mesh:待优化的网格模型。

Count:细分点数量，该值越大越贴合原网格。

输出端：

Surface:输出Trimmed Surface（平面剪切曲面）

Remeshing3D



Remeshing3D

描述：

将计算网格进行重构。

输入端：

BaseMesh: 输入需要处理的网格。可以是计算完成的结果，也可以是计算完成smooth后的结果。

Plane: 设定计算生成的Box的方向。

MeshCount: 网格数量，这个值越大可以代表生成Box密集，但是这个值不代表网格总算，只是一个相对值。

Inflate: 控制计算边缘，默认 0.1。

输出端：

Mesh:由表面Box构成的结构化四边形网格。

右键菜单：

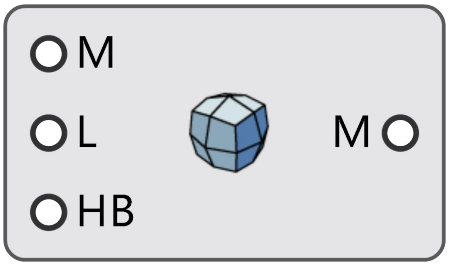
Start:开始计算。

Auto:自动计算，但是可能会出现卡顿。

注意：

1. 这个模块通常和Ameba Smooth配合使用，就能得到光顺的网格模型。
2. 在Free版中，最后生成的网格可能会产生非流形边缘（会导致该模型无法被进一步后处理），并且网格数量被限定在30以下。
3. 完整的Remeshing功能将在Ameba Pro版中推出。
4. 本模块输入的网格可以是非流形网格，也可以是未相接网格。

AmebaSmooth



AmebaSmooth

描述：

使用Laplacian Smoothing算法处理网格模型，能使网格更光顺。

输入端：

Mesh: 需要圆滑的网格模型。

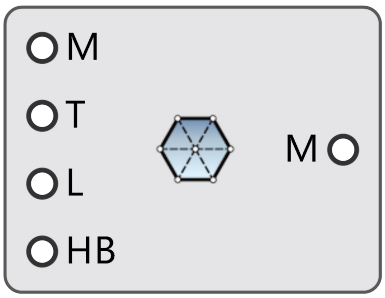
Level: 迭代次数。次数越高越光顺，但是模型体积也会缩小。

HoldingBoundaries: 是否保持网格边缘特征。

输出端：

Mesh:输出光顺的网格模型。

Subdivision



Subdivision

描述：

使用Catmull-Clark或者Loop两种算法细分网格。

输入端：

Mesh: 待圆滑的目标网格模型。

Types: 细分算法类型。如果输入0，则采用Catmull-Clark细分算法，如果输入1，则采用Loop细分算法。

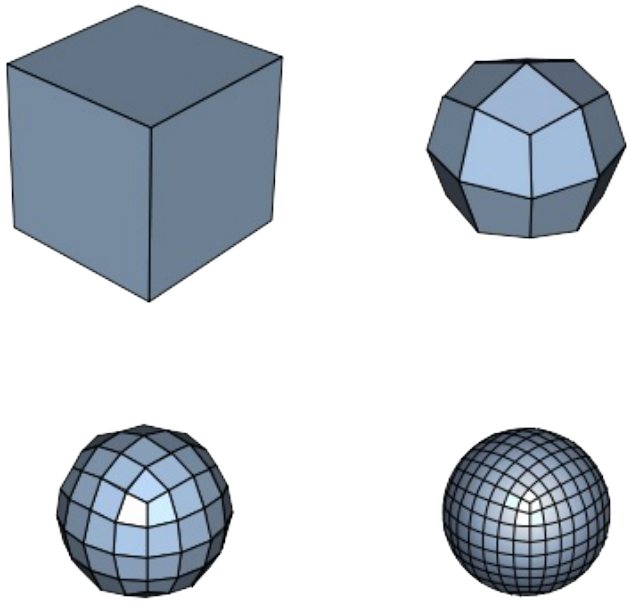
Level: 迭代次数。次数越高越光顺，但是模型体积也会缩小。

HoldingBoundaries: 是否保持网格边缘特征。

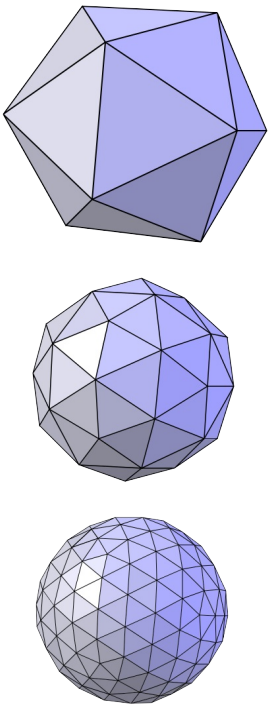
输出端：

Mesh: 输出细分后的网格模型。

算法介绍：

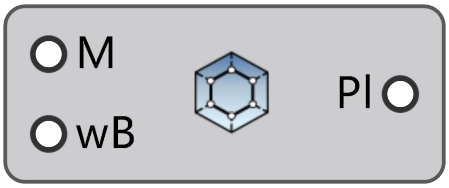


Catmull-Clark Subdivision算法详情：https://en.wikipedia.org/wiki/Catmull–Clark_subdivision_surface



Loop Subdivision算法详情：https://en.wikipedia.org/wiki/Loop_subdivision_surface

MeshDual



MeshDual

描述：

求解网格的对偶图形。

输入端：

Mesh: 输入一个网格。

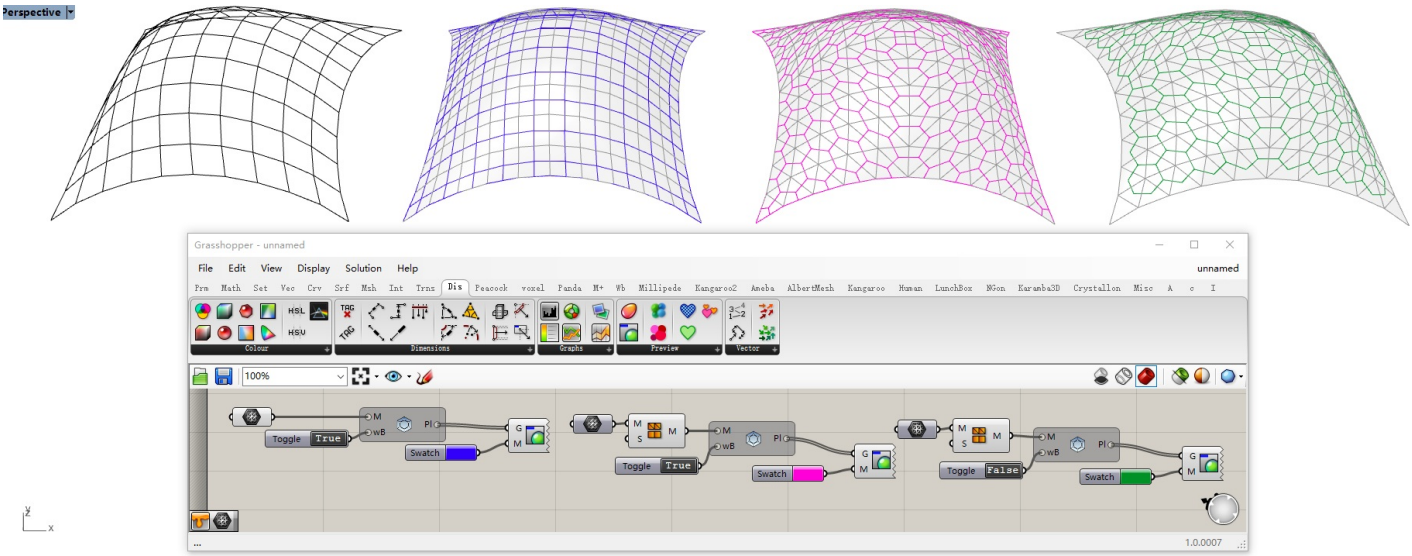
withBoundary: 在求解对偶的过程中是否考虑边缘。

输出端：

Polyline: 输出对偶图（多段线形式）。

算法描述：

一般来说，这个算法用于设计建筑幕墙。对偶算法产生的多边形的边数由网格顶点所连接的三角面的数量决定（在计算机图形学中叫做顶点的价），因此对偶算法是跟网格质量息息相关的。如果你想得到尽量多的六边形线框，那么你需要先调整你的输入网格，保证其所有的顶点仅连接6个三角形。



拓展：

在工程中，往往采用离散化建造的方法来拟合设计出来的曲面，说到离散化就不得不提拟合曲面用的单元形式。

- 三角形面板

  优点：1.三角形的三个顶点一定共面（三点共面原理）。因此三角形面板一定是平面板。2.最基本的计算机网格表达方式，不需要复杂算法，处理简单。

缺点：1.三角形是构成闭合图形的最简单形式，因此在拟合复杂曲面上，所需要的三角形的数量非常庞大。在加工和组装的过程中会带来巨大的时间消耗，施工效率低下。2.三角形拓扑形式中，共用顶点情况多变（可能出现多个三角形共用同一顶点的情况），在工程中，这种情况带来的结果是三角形面板的节点会有非常多的异形节点，难以生产制造。3.容易造成误差。使用三角形拟合曲面的误差主要来自于两个方面，一方面面板自身是有厚度的，由二轴数控机床切割出来的三角形面板，其切割面板的边缘为90度，在拟合复杂曲面的过程中，90度的切边会因厚度而产生误差，庞杂数量的三角形拼合在一切就会产生巨大的误差积累。另一方面，由于数量巨大，大量的嵌板和自身厚度带来的误差会使组装过程变得十分困难，在人工施工时难免会产生误差。

- 四边形面板

  优点：1.四边形面板的面板数量要比三角形少很多。2.节点易控制，四边形面板的节点一般只连接四块面板，很少出现特殊节点。

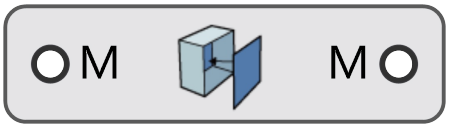
  缺点：1.四边形的四个点不一定共面。在工程上处理的手法一般要么使用多轴数控机床，要么采取优化算法将四边形平板化。2.即使相对于三角形来说四边形嵌板的数量有所减少，但其基数依然庞大，拼装仍会存在诸多问题。

- 六边形面板（对偶算法）

  优点：1.面板数量较四边形更少。2.由于由对偶算法产生，因此节点数继承原网格的边数（三角形网格对偶产生的六边形，节点数一定为3）。3.组装简便。

  缺点：1.由对偶产生的新网格，其边缘不好处理。2.计算机不支持多于四边的网格显示。3.难以后期处理，需要专业的算法。

FillHoles



FillHoles

描述：

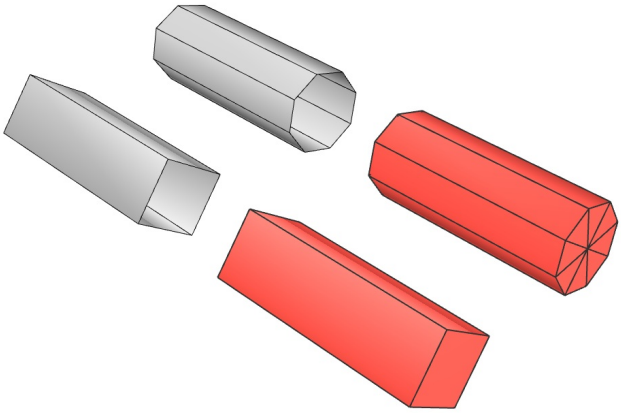
填补网格洞。当网格外露边的边数小于4时，用一张网格面封闭，如果多于4，那么会生成一组共用外露边界中心点的三角形网格面来填补网格洞。

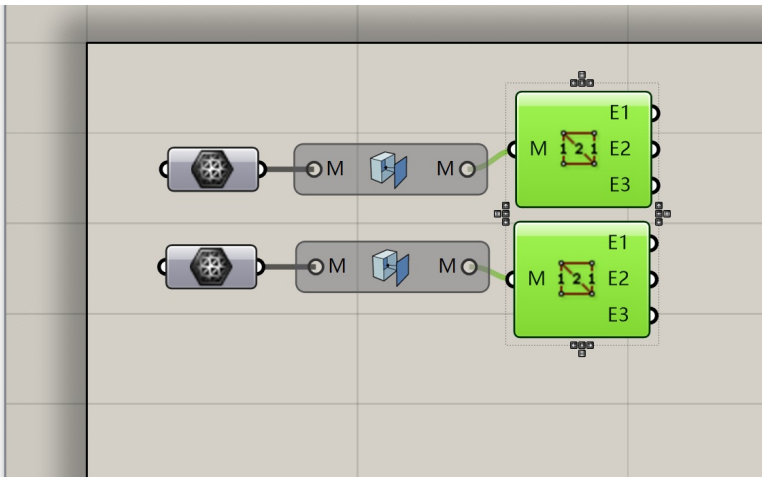
输入端：

Mesh: 输入网格。

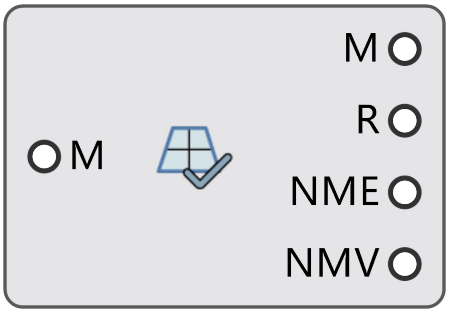
输出端：

Mesh: 输出闭合网格。





MeshChecker



MeshChecker

描述：

检查网格质量，网格是否存在非流形边或非流形点。

输入端：

Mesh: 输入一个网格。

输出端：

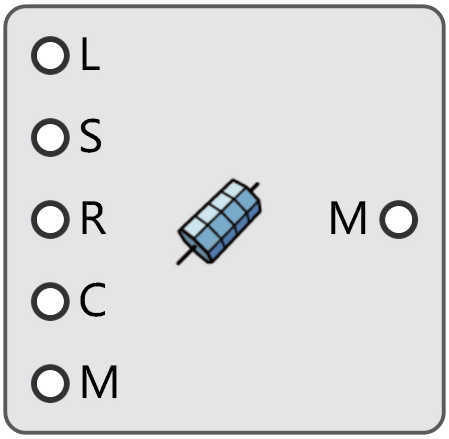
Mesh: 输出一个被焊接好的网格。

CheckReport: 反馈网格信息。

Non-Manifold Edges: 如果你的网格有非流形边，那么这个端口会输出这些非流形边。

Non-Mnifold Vertices Indices: 如果你的网格有非流形点，那么这个端口会输出这些非流形点的索引。

MeshPipe



MeshPipe

描述：

根据线段生成网格管，通常用来生成方便有限元计算的杆件模型。

输入端：

Line: 输入线段。

Sides: 网格管截面的边数。

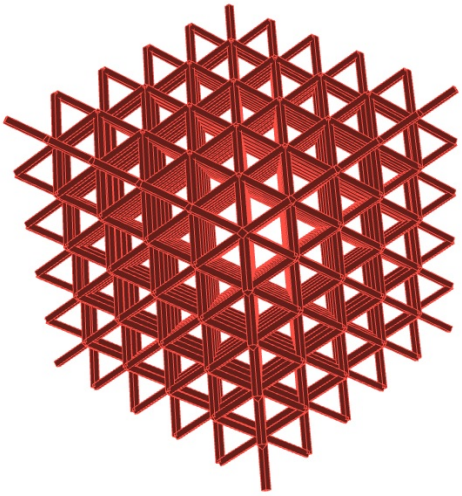
Radius: 网格管半径。

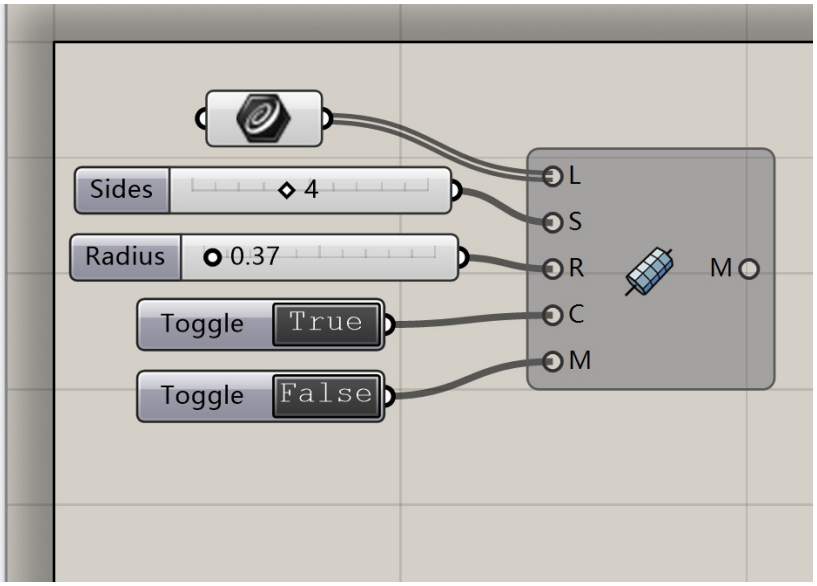
Cap: 是否将网格管封闭。

Merge: 是否要将所有网格管合并成一个网格。

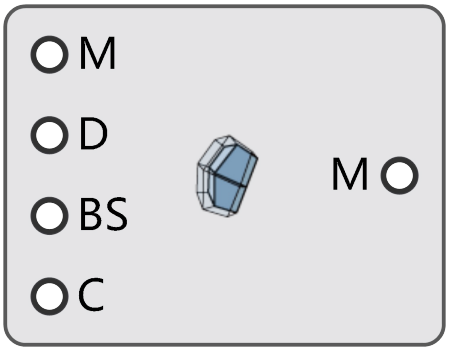
输出端：

Mesh: 输出网格管。





OffsetMesh



OffsetMesh

描述：

偏移网格。

输入端：

Mesh: 输入一个网格。

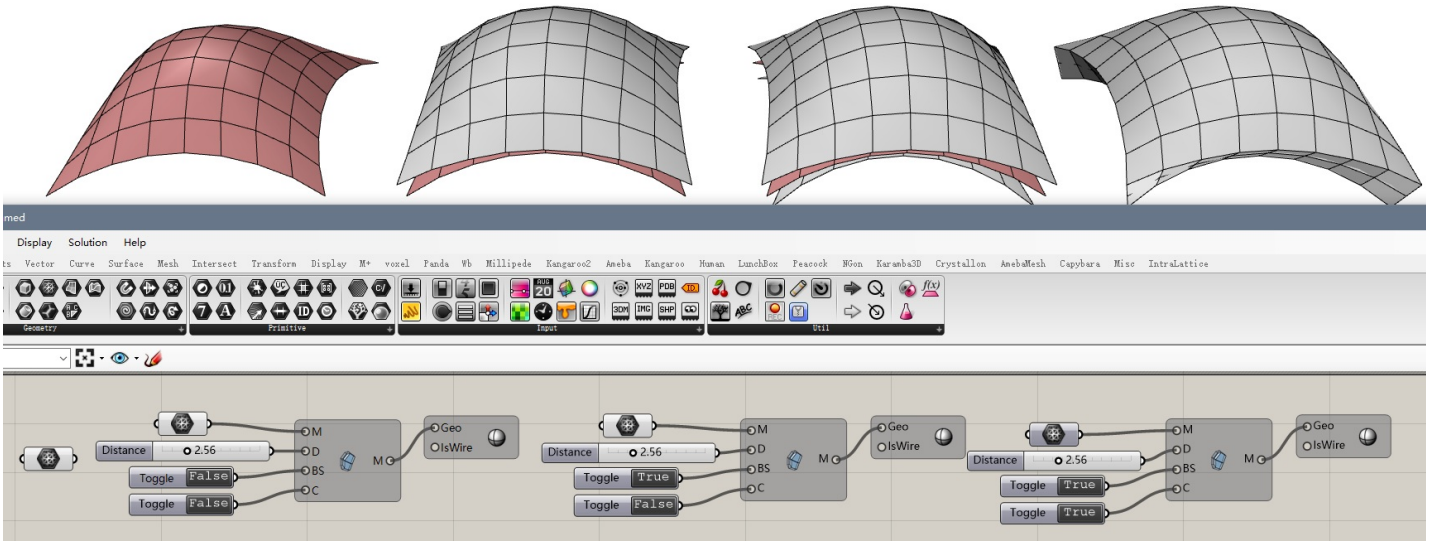
Distance: 你想要偏移的距离。

IsBothSides: 是否要向两侧偏移。

IsClosed: 是否要生成闭合实体网格。

输出端：

Mesh: 输出偏移后的网格。

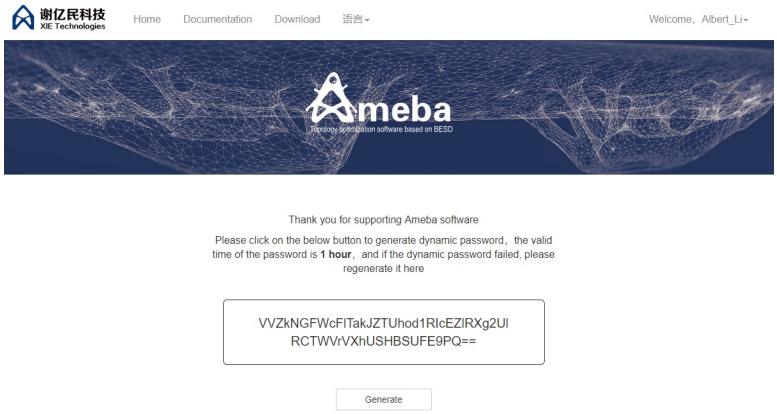


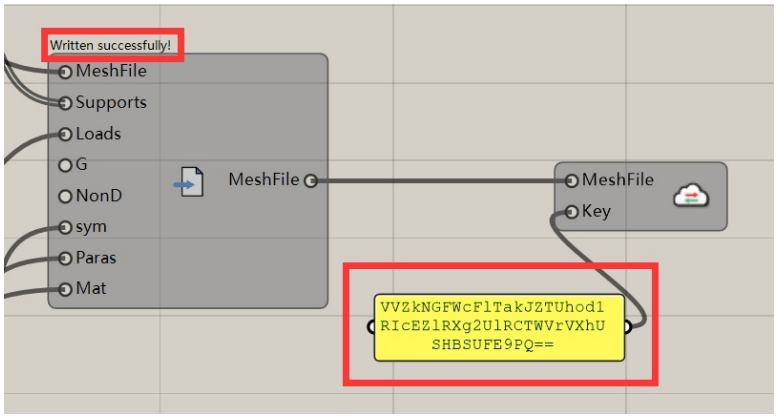
求解窗口

准备工作

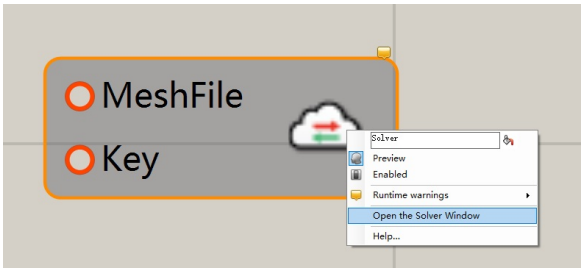
首先，要先确保PreProcessing模块上方已经显示"Written successfully!"，接着你需要登录Ameba官方网站获取动态求解密码https://ameba.xieym.com/key/，把动态密码复制到Grasshopper中的Panel中，并将Panel连接到Solve运算器即可。

注意：动态密码只有一个小时的有效期，但是即使有效期过了也不会终断计算进程，你只需要去官网重新生成再粘贴一次。

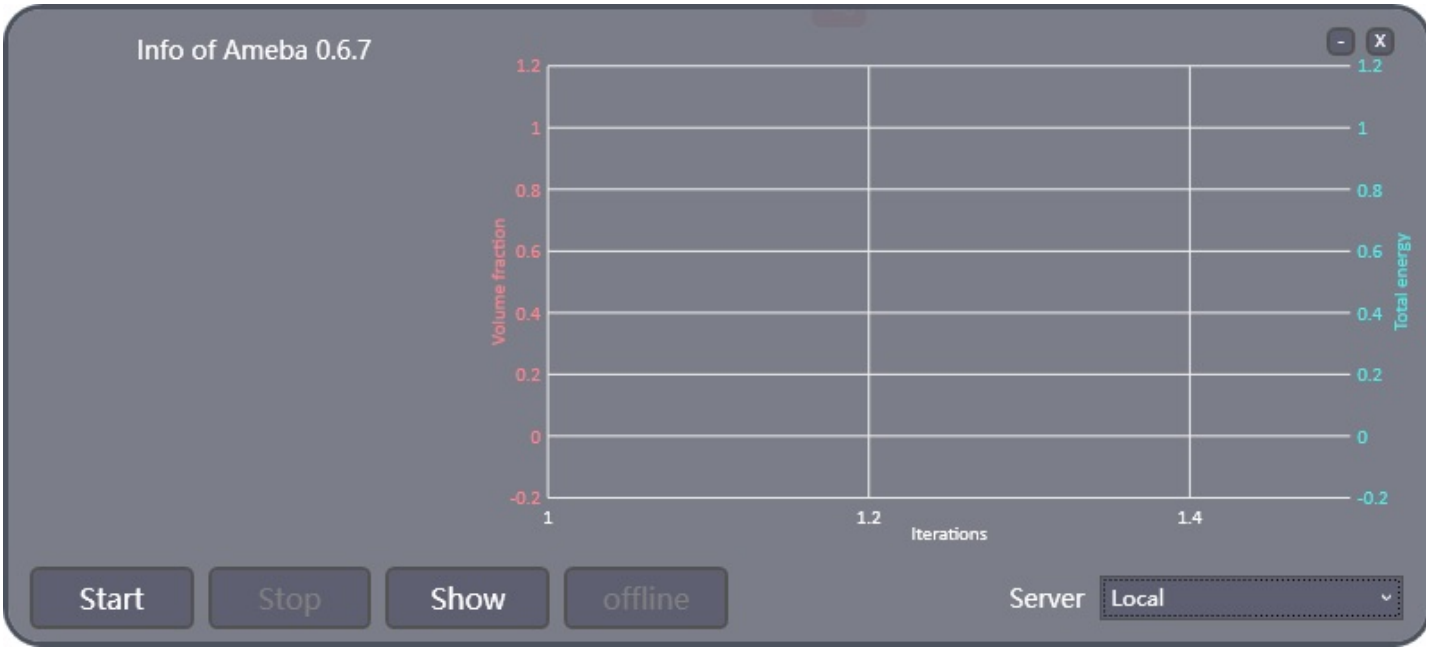




开始计算



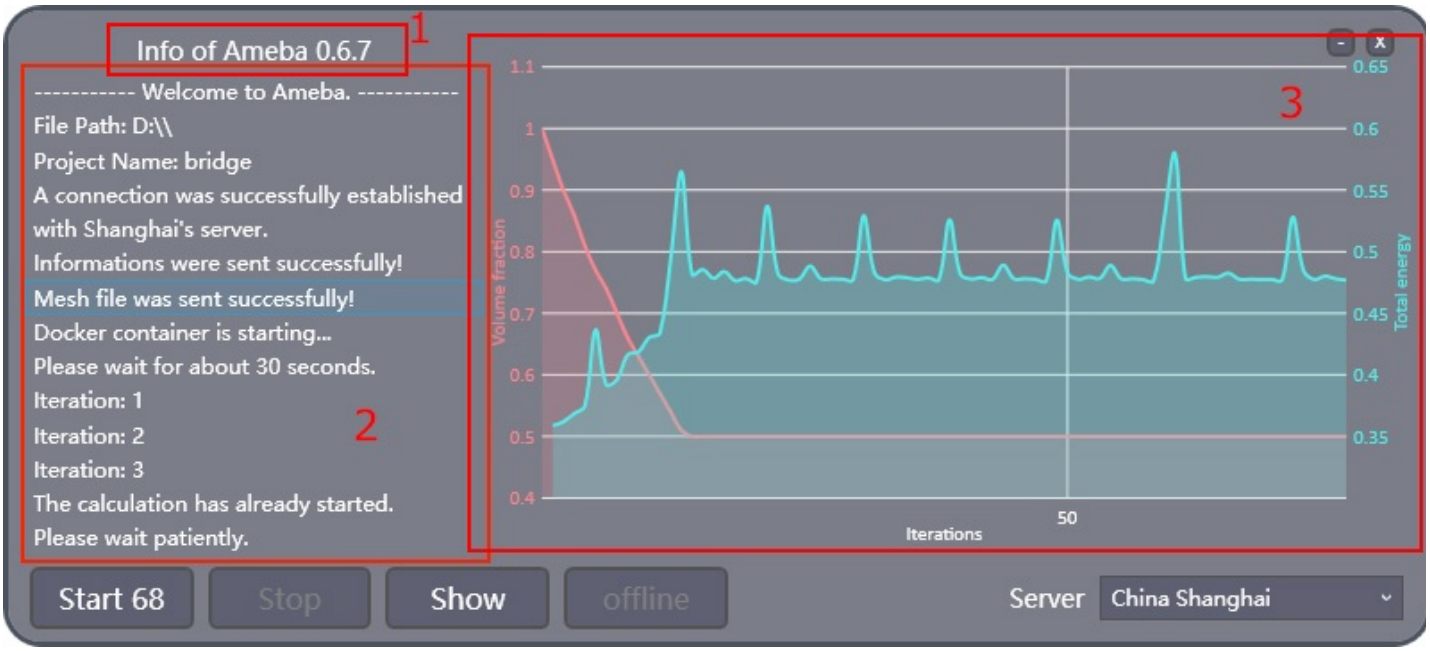
右击 Solve 模块并选择 "Open the Solve Window"，你也可以直接双击该模块，两种操作均可打开求解器窗口。



接着你需要选择一个服务器，上海服务器或者美国Virginia服务器，然后点击Start按钮。稍作等待，求解面板显示"The calculation has started. Please wait patiently."时说明计算已经开始，接下来就请耐心等待求解完成即可大概十分钟（实际等待时间取决于你的模型大小、工况设置以及网速等因素），计算完成后可以通过Display模块来查看模型。

窗口介绍

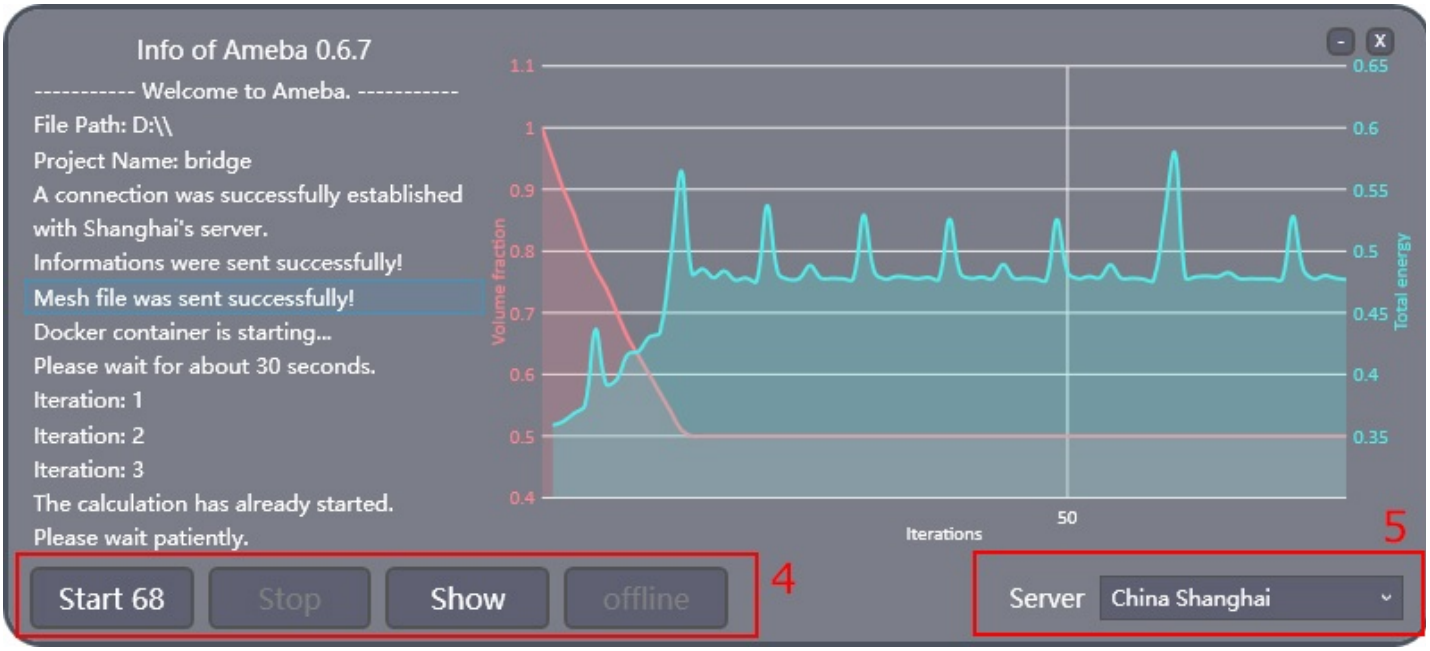
1. 标题栏: 标题信息，显示当前Ameba版本号。
2. 求解信息面板: 显示文件传输情况、错误信息以及求解过程。
3. 折线图: 这是一个以体积分数（Volume fraction）、总应变能（Total energy，和迭代次数的折线图。随着迭代次数的的增加，折线图上的体积分数线最终会下降到用户在前处理时设置的目标体积分数，总应变能线在计算过程中越趋于稳定，结果越容易收敛。当体积分数满足指定要求并且总应变能趋于稳定后，即可获得收敛结果。如果超过200次迭代计算后结果都没有收敛，求解则会自动停止。



4. 按钮介绍:

- Start: 开始求解。点击求解后，Start按钮会出现一个读秒器，用来监测服务器连接情况。如果读秒器长时间停止，说明服务器连接出现问题。
- Stop: 关闭进程。
- Show: 点击后变成高亮Auto，此时可以实时显示计算过程中的模型。
- Offline: 离线计算，当你的Rhino关闭时依然不会切断计算进程，该功能为Pro功能。

5. Server: 在求解计算之前必须先选择服务器，上海服务器或位于美国的Virginia服务器，海外用户推荐使用Virginia服务器。Local服务器为开发人员测试专用。



错误报告及解决方案

- 由于Docker启动，点击Start后到真正开始求解需要等待大概30秒左右，当出现 "The calculation has already started."时说明计算已经开始。有时候这段话可能会出现得稍晚，如图中，前三次迭代的结果已经反馈才显示出这段话，这是因为Docker开启时间无法精确确定的缘故，该bug不会影响计算结果，无需担心。
- "mesh.xml is larger than 6MB.": 出现这个问题说明您的网格划分过于密集，网格文件大小大于6MB（内测版限制，在Pro版会解除这个限制）。出现这种状况请将最开始划分网格的Size端数值调大，以降低网格数量，减少网格文件大小。
- "Memory Overflow.": 内存溢出，这说明您的模型和工况设置过于复杂。您需要减少网格的数量或简化荷载、支撑的工况设置。
- "Please check your case of loads or supports": 荷载和支撑工况设置出现问题。可能是荷载直接加载到了支撑上。请仔细检查荷载和支撑工况设置。
- "Can not connect to the server.": 您的网络无法连接到服务器。请仔细检查网络连接、防火墙或者杀毒软

件。少数情况会有杀毒软件阻止连网的情况。

- "Your key has been overdue. Please regenerate a new key!": 您的计算动态密码已经过期，请重新登陆 https://ameba.xieym.com/key/获取新的动态密码。

更新日志

2018.03.31 Ameba 0.6.0 发布.

2018.03.31 Ameba 0.6.0 user manual(Chinese version) 发布

2018.04.16 Ameba 0.6.0 user manual(English version) 发布

2018.04.23 Ameba 0.6.1发布:

1. 续点传输，解决传输中断问题;
2. 优化回传速度;
3. 优化Display电池网格显示速度;

2018.06.22 Ameba 0.6.2发布:

1. Mises应力和主应力云图显示功能；
2. 增设美国服务器；
3. 支持曲面Load和Support；
4. 电池的计算不再卡主界面。

2018.07.27 Ameba 0.6.3发布:

1. 加入多工况优化功能；
2. 可视化的并实时回传计算信息和结果；
3.优化计算速度

2018.08.30 Ameba 0.6.4发布:

1. 全新的模块显示风格；
2. 新增RenderDisplay、AmebaSmooth、Rebuilding2D和Remeshing3D模块；
3. 计算可以支持任意荷载区域
4. 计算可以支持任意非设计区域
5. 采用更节省资源的支座和荷载显示方式