

# CAD2Point软件使用说明书

---

## 1. 概述

CAD2Point是一款基于开源网格生成工具gmsh的预处理软件，主要用于对CAD模型进行网格划分，并将复杂CAD模型转化为物质点模型进行离散化。

软件的主要功能和特点包括:

- 支持导入STEP、STP、STL、IGES等多种CAD模型文件。
- 基于开源网格生成工具gmsh对CAD模型进行四面体网格划分。
- 提供了网格尺寸因子、最小最大尺寸、曲率自适应网格等控制参数，可灵活控制网格质量。
- 可将网格划分后的模型转化为物质点，并按照MPM3D软件中User-Defined格式导出为txt文件
- 简洁易用的图形化用户界面

## 2. 快速上手

1. 运行软件，在CAD文件模块下选择文件类型，点击选择文件，导入需要进行转换的CAD模型
2. 在gmsh选项中设置网格参数，点击生成网格进行网格划分
3. 点击保存并更新网格信息，读取并显示网格的最大最小尺寸
4. 输入最大影响体积，点击转为物质点生成物质点模型
5. 设置模型坐标偏移和密度参数,点击导出文件输出物质点信息文本文件

## 3. 功能介绍

### 3.1 CAD文件

支持STEP/IGES/STL等多种格式的CAD模型文件导入。

### 3.2 网格生成

基于开源网格生成工具gmsh,提供以下网格参数进行精确控制:

- **3D algorithm:**选择构建三维网格的算法,提供以下选项:
  - Delaunay算法:快速生成质量较好的Delaunay三角形网格
  - Frontal算法:逐层生成三维网格,通常质量较好,但计算时间长
  - Initial mesh only:只进行初步网格划分,不进行优化处理
  - MMG3D算法:调用MMG3D库进行网格优化重构,可以生成质量很好的网格

- **Smoothing Steps**:对网格进行Laplace光顺处理的迭代步数,一般设为1-5步,可以改进最终网格的质量。
- **Mesh Size Factor**:网格单元尺寸为模型几何特征尺寸的该因子倍数,默认为1倍。增大可生成更粗糙的网格,减小可得到更精细的网格。
- **Minimum Mesh Size**:网格单元尺寸的最小值,经过上述因子放大后,实际生成网格时不会小于该值。
- **Maximum Mesh Size**:网格单元尺寸的最大值,经过上述因子放大后,实际生成网格时不会大于该值。
- **Mesh Size From Curvature**:如果设为正值,将根据曲面曲率大小自动调整网格尺寸,以得到更合理的网格分布。该值表示每旋转 $2\pi$ 弧度对应的目标网格单元数。
- **Mesh Size Extend From Boundary**:控制如何从模型边界向内部扩展网格尺寸的计算,提供以下选项:
  - For surfaces and volumes:既考虑边界曲面也考虑内部体积(默认)
  - For surfaces and volumes (use smallest length):既考虑边界曲面也考虑内部体积的特征尺寸,但在决定内部网格尺寸时,使用两者的最小值
  - Never:不扩展边界网格参数到内部
  - Only for surfaces:只考虑边界曲面特征
  - Only for volumes:只考虑内部体积特征

上述参数的详细说明可参考gmsh官方文档。本文档旨在帮助用户对主要参数有一个整体了解,以便快速上手。欲了解更多gmsh网格生成的细节,请参阅gmsh官网文档。

设置好网格参数后,点击界面上的**生成网格**按钮,执行网格生成,完成后,会弹出提示框显示"生成网格完成"。

点击**显示网格**按钮,将会调用gmsh显示生成的网格。(注意:此时在gmsh中的操作并不会影响到程序中的网格生成结果)

### 3.3 网格信息更新

点击**保存并更新网格信息**按钮,程序将读取生成网格模型的节点坐标和四面体单元信息,并在**Maximum Mesh Size**和**Minimum Mesh Size**中显示最大最小单元体积。

此步骤为后续物质点模型转化提供基础数据。

### 3.4 物质点模型转化

点击**转换为物质点**按钮,将四面体网格模型转化为物质点集合

转化过程主要包括:

- 根据用户输入的"最大影响体积"参数,迭代处理所有四面体单元

- 对体积小于阈值的四面体,直接用其几何中心点来生成物质点
- 对体积大于阈值的四面体,进行递归分割生成更小的四面体
- 最终以所有较小四面体的中心点作为物质点添加到输出列表
- 在界面中显示转化得到的物质点总数、最大最小影响体积

注: 转换物质点依赖于最后一次保存更新的网格信息

### 3.5 物质点可视化

点击**显示物质点**按钮, 将在gmsh中进行可视化, 便于检查物质点模型是否合理。

注:在实际运行中,gmsh显示大量物质点可能会出现卡顿。建议直接将生成的txt文件导入至MPM3D软件中进行查看。

### 3.6 物质点文件输出

设置好密度参数后, 点击**导出文件**按钮, 将物质点信息导出为txt文件, 软件将会进行如下操作:

- 根据输入密度计算每个物质点对应的质量
- 按照设置的**x,y,z**值进行坐标平移
- 按照MPM3D中User-Defined格式导出为txt文件

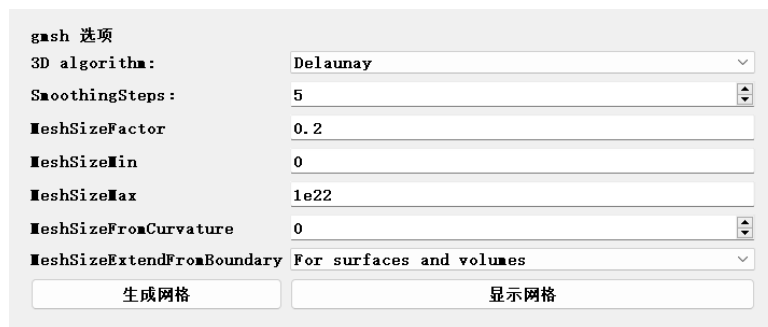
注: 物质点文件输出依赖于最后一次物质点转换的结果

## 4. 应用实例

示例模型均为STEP格式, 存放于**examples**文件夹下

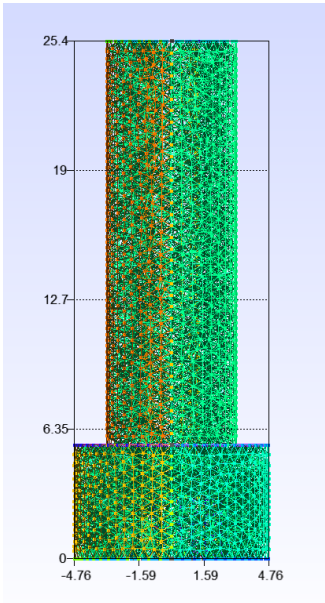
### 4.1 示例1

- 导入模型为**exapmle1.STEP**
- gmsh选项设置如图所示



gmsh 选项	
3D algorithm:	Delaunay
SmootherSteps:	5
MeshSizeFactor	0.2
MeshSizeMin	0
MeshSizeMax	1e22
MeshSizeFromCurvature	0
MeshSizeExtendFromBoundary	For surfaces and volumes
<div>生成网格      显示网格</div>	

- 生成网格如图所示



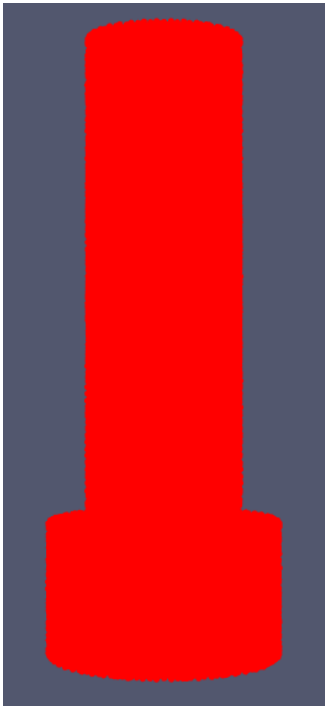
- 物质点选项如图所示，共生成121222个物质点

物质点选项

保存并更新网格信息

最大网格尺寸：	0.09769340334873405		
最小网格尺寸：	0.0038673326731563065		
最大影响体积：	0.01	转为物质点	显示物质点
坐标平移：	x: 0.0	y: 0.0	z: 0.0
密度：	1	导出文件	

- 导入物质点模型如图所示，保存在examples/example1.txt中



4.2 示例2

- 导入模型为exapmle2.STEP

- gmsh选项设置如图所示

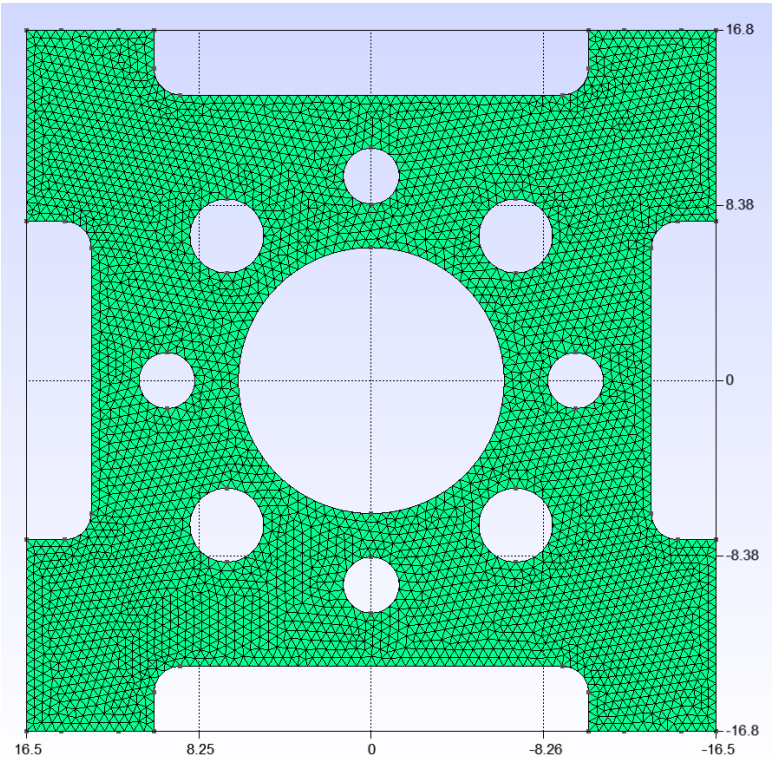
gmsh 选项

3D algorithm:	<div>Delaunay</div>
SmoothingSteps:	<div>5</div>
MeshSizeFactor	<div>0.1</div>
MeshSizeMin	<div>0</div>
MeshSizeMax	<div>1e22</div>
MeshSizeFromCurvature	<div>0</div>
MeshSizeExtendFromBoundary	<div>For surfaces and volumes</div>

生成网格

显示网格

- 生成网格如图所示



- 物质点选项如图所示，共生成612624个物质点

物质点选项

保存并更新网格信息

最大网格尺寸:	<div>0.06261907549015955</div>		
最小网格尺寸:	<div>0.004121019987981137</div>		
最大影响体积:	<div>0.01</div>	<div>转为物质点</div>	<div>显示物质点</div>
坐标平移:	x: <div>0.0</div>	y: <div>0.0</div>	z: <div>0.0</div>
密度:	<div>1</div>	<div>导出文件</div>	

- 导入物质点模型如图所示，保存在examples/example2.txt中

