

# CAD 导入模块

## 简介

# CAD 导入模块简介

© 2005–2018 COMSOL 版权所有

受 [cn.comsol.com/patents](http://cn.comsol.com/patents) 中列出的专利和美国专利 7,519,518、7,596,474、7,623,991、8,457,932、8,954,302、9,098,106、9,146,652、9,323,503、9,372,673 及 9,454,625 的保护。专利申请中。

本文档和本文所述的程序根据 COMSOL 软件许可协议 ([cn.comsol.com/comsol-license-agreement](http://cn.comsol.com/comsol-license-agreement)) 提供，且仅能按照许可协议的条款进行使用和复制。此软件的某些部分属 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. 公司所有。© 1986–2017. 保留所有权利。此软件的某些部分属 Spatial Corp. 公司所有。© 1989–2017. 保留所有权利。

COMSOL、COMSOL 徽标、COMSOL Multiphysics、COMSOL Desktop、COMSOL Server 和 LiveLink 为 COMSOL AB 公司的注册商标或商标。ACIS 和 SAT 为 Spatial Corporation 公司的注册商标。CATIA 为 Dassault Systèmes 公司或其子公司在美国和 / 或其他国家或地区的注册商标。Parasolid 为 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. 公司或其子公司在美国及其他国家或地区的商标或注册商标。所有其他商标均为其各自所有者的财产，COMSOL AB 公司及其子公司和产品不与上述商标所有者相关联，亦不由其担保、赞助或支持。相关商标所有者的列表，请参见 [cn.comsol.com/trademarks](http://cn.comsol.com/trademarks)。

版本：COMSOL 5.3a

## 联系信息

请访问“联系 COMSOL”页面 [cn.comsol.com/contact](http://cn.comsol.com/contact)，以提交一般查询、联系技术支持或搜索我们的联系地址及号码。您还可以访问全球销售办事处页面 [cn.comsol.com/contact/offices](http://cn.comsol.com/contact/offices)，以获取地址和联系信息。

如需联系技术支持，可访问 COMSOL Access 页面并填写在线申请表，位于：[cn.comsol.com/support/case](http://cn.comsol.com/support/case) 页面。其他有用的链接还包括：

- 技术支持中心：[cn.comsol.com/support](http://cn.comsol.com/support)
- 产品下载：[cn.comsol.com/product-download](http://cn.comsol.com/product-download)
- 产品更新：[cn.comsol.com/support/updates](http://cn.comsol.com/support/updates)
- COMSOL 博客：[cn.comsol.com/blogs](http://cn.comsol.com/blogs)
- 用户论坛：[cn.comsol.com/community](http://cn.comsol.com/community)
- 活动：[cn.comsol.com/events](http://cn.comsol.com/events)
- COMSOL 视频中心：[cn.comsol.com/video](http://cn.comsol.com/video)
- 技术支持知识库：[cn.comsol.com/support/knowledgebase](http://cn.comsol.com/support/knowledgebase)

文档编号：CM020302

# 目录

---

简介.....	3
关于 CAD 文件格式.....	4
导入和修复三维 CAD 文件.....	6
使用削除工具.....	13
应用虚拟几何操作.....	18
在固体曲面周围创建流体域.....	26



## 简介

---

本指南向您介绍 **CAD 导入模块**，支持将多种三维 CAD 文件格式导入 COMSOL 建模环境。还提供了一个强大的平台，提供修复和削除等工具对导入的几何执行处理，使其适用于多物理场建模。这里提供的详细教程将引导您从起步逐渐成为高效率的使用者。

## 关于 CAD 文件格式

---

如果您想更好地理解 **CAD 导入模块** 的功能，先要了解一些关于 CAD 文件格式的背景知识。

### CAD 软件、几何内核及文件格式

---

每个 CAD 软件都使用一种几何内核来创建对象的数学描述，以计算实体建模操作的结果。Parasolid<sup>®</sup> 和 ACIS<sup>®</sup> 是两种应用最广泛的内核，很多软件都有这两种内核的许可证。此外，有些软件使用自己开发的内核（如 COMSOL），这些内核都有一个对应的原生文件格式。例如，Parasolid 文件格式简称为 Parasolid，而 ACIS 的则称为 ACIS 或 SAT<sup>®</sup>。

几何内核可定义三维建模的内部表示类型，后者可以根据不同的内核而变化。这就解释了为什么在不同文件格式中存储的表示会存在巨大差异。**CAD 导入模块** 可以读取多种不同格式的对象描述，将它们转换为 COMSOL 可以处理的格式。

除了几何内核的原生文件格式外，还有其他一些格式基于中性标准，其定义可以方便地在各种不同 CAD 软件应用之间交换几何模型。STEP 和 IGES 是两种最常见的中性标准格式。

还有另外一类文件使用面 - 网格几何格式，它们并不表征一个模型的确切三维几何，而是只保存其表面的三角形网格。这种格式类型中最常用的是 VRML 和 STL。

### 在不同格式之间转换三维 CAD 文件

---

由于不同的几何格式表示方法不同，因此几何模型并不总是能够无缝地在不同几何格式之间传递。这意味着将几何导入 COMSOL 时，其转换质量与文件格式有很大关系。最平滑过渡的方法是使用 CAD 软件的原生格式，我们通常推荐您使用 Parasolid、STEP 或 ACIS。

将三维 CAD 文件导入 COMSOL 是一件直接明了的事情，因为导入操作的设置已调整为适用于绝大多数情况，因此，只需轻松单击一下按钮即可完成文件导入。在导入几何的过程中，程序会自动检查几何错误，并进行修复，移除导入容差范围内的小特征。

## 导入和修复三维 CAD 文件

---

本例中，在一个轮辋的 Parasolid® 文件中包含一些小面和长条面，在导入过程中未被自动移除，因为它们超出了默认的导入容差范围。以下分步操作说明演示了一种找到并移除这些特征的方法。一般工作流程为：

- 导入文件
- 快速创建网格来检查几何
- 测量要移除的特征的尺寸
- 修复对象
- 创建新网格来进行比较

## 模型向导

---

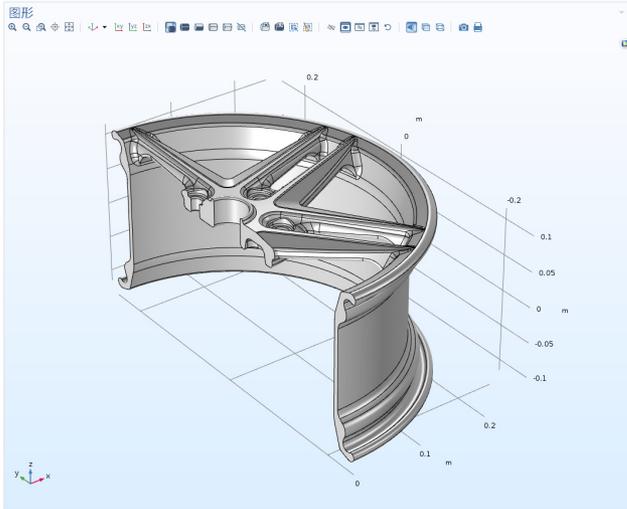
- 1 启动 COMSOL Multiphysics。
- 2 选择**空模型**，跳过选择物理场接口和研究类型的步骤。
- 3 在**主屏幕**工具栏，单击**添加组件** ，并选择**三维**。

## 导入几何

---

- 1 在**主屏幕**工具栏，单击**导入** 。
- 2 在**导入设置**窗口，单击**浏览**按钮。
- 3 在 COMSOL 安装路径，浏览到文件夹 applications/  
CAD\_Import\_Module/Tutorial\_Models，然后双击文件  
repair\_demo\_1.x\_b。
- 4 单击**导入**。

完成导入后，会在图形窗口中显示该几何。



## 创建曲面网格

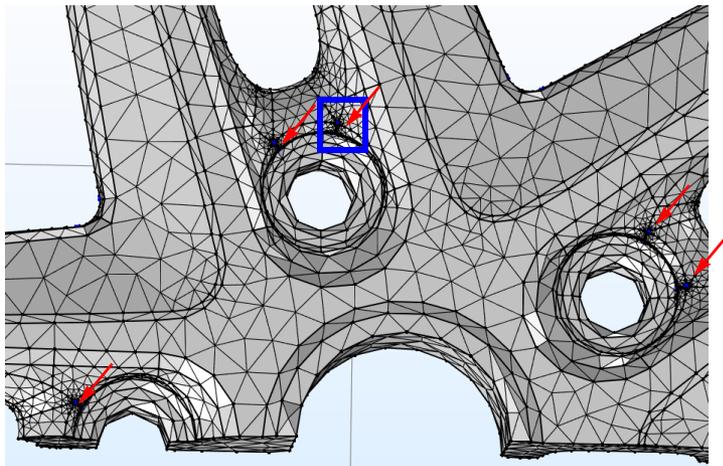
创建已导入实体的曲面网格是一种最快的评估几何质量，以及辨别需要修复或简化区域的方法。

- 1 右键单击**网格 1**  节点，选择**更多操作** > **自由三角形网格** 。
- 2 在**自由三角形网格**设置窗口，从**选择**列表框中选择**所有边界**。
- 3 单击**全部构建**  按钮来创建网格。

网格剖分完成后，会在**信息窗口**显示网格单元数量，约为 16000。此外，在**信息窗口**还显示两条警告，这些警告说明几何中包含比最小单元尺寸还要小的边，以及一些面。

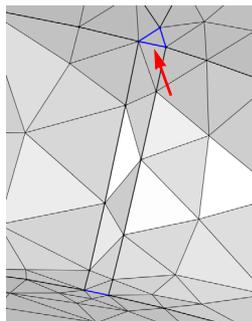
在网格序列的**自由三角形网格 1**节点下还出现两个警告节点，每一个对应于一条警告。这些节点包含实体列表，本例中出现的警告问题对应于短边和小面。这些实体还会在几何中高亮显示，通常周围会是一些很细密的网格，说明面或边相对于整体几何尺寸相当小。

- 单击网格序列中的**警告 1** 节点，然后在**图形**窗口中缩放到围绕螺栓孔的区域，如下图所示。



图中箭头所示的这些区域网格很密，说明是由长条面和小面引起的。进一步缩放到蓝色矩形所示的区域，可以看到与长条面相交的一个小面。在每个螺栓孔周围可以找到两个这样的结构。在**警告**窗口的选择列表中列出了这些高亮边的序号。

要获得这些面的表示尺寸，可以测量其中一条边的长度，例如列表中的 646，即图中红色箭头所指的边。



- 在**警告**窗口中向下滚动**选择**列表，然后单击边 646。

- 单击**网格**工具栏**计算**栏上的**测量** 。

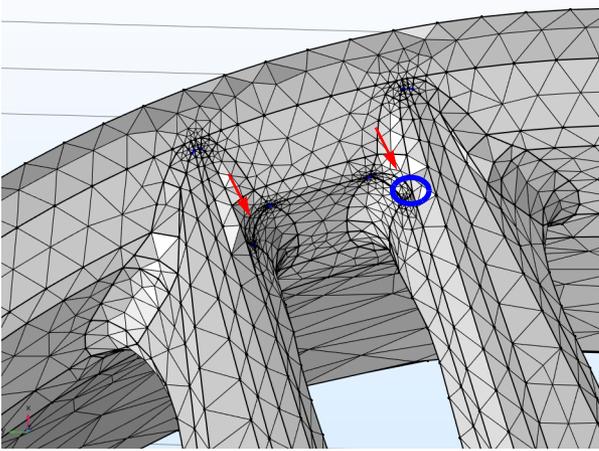
**信息**窗口显示这条边的长度为 2.556e-4 米，即  $2.556 \cdot 10^{-4}$  米，或约为 0.01 英寸。

现在仔细观察**警告**窗口中列出的其他一些边。

- 向下滚动到**警告**窗口内的**选择**列表末尾，然后单击边 958。
- 单击列表旁边的**缩放选定对象**  按钮。

**图形**窗口会缩放高亮的边，并将其居中显示。

- 9 使用鼠标缩小和平移，找到这条边在轮辋中所处的位置。它是两个轮辐连接到轮框区域的构成长条面的其中一条边。



每个轮辐都包含一个图中箭头所示的长条面。

- 10 如果要得到长条面的宽度，选中所选的边，单击**网格**选项卡中的**测量**  。边 958 的长度是  $3.126 \cdot 10^{-4}$  米（约为 0.012 英寸）。

## 修复几何

---

既然您已经知道要移除的面的尺寸，接下来可以修复几何。

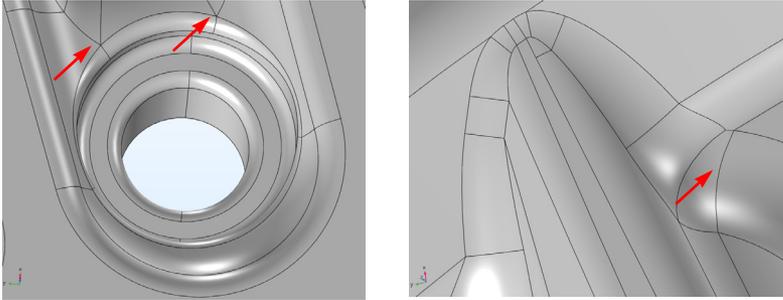
- 1 在**几何**工具栏，单击**削除和修复**  ，并选择**修复**  。
- 2 在**图形**窗口中选择轮辋，将它添加到**输入对象**列表。
- 3 在**绝对修复容差**文本框中键入  $3.2e-4$  。

绝对修复容差:

3.2e-4

- 4 单击**全部构建**  来执行本操作。

- 5 检查几何。平移和缩放，查看包含长条面和小面的区域，它们现在将不会显示在几何中。



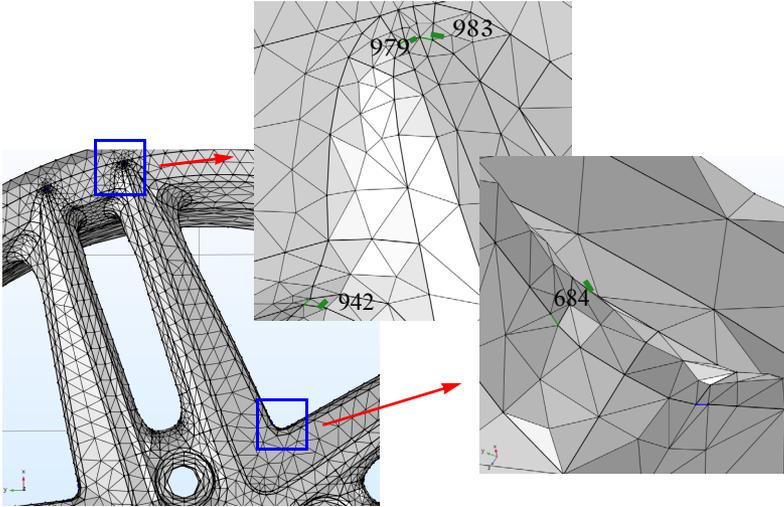
## 更新网格和继续修复

---

- 1 右键单击**网格 1**  节点，选择**全部构建** 。

这次，网格包含大约 1500 个曲面单元，远小于修复之前的数量。警告节点提示仍有一些边小于最小单元尺寸。

- 2 单击**警告 1** 节点，然后使用**选择**列表找到边 684、942、979 和 983，单击旁边的**缩放选定对象**按钮 。



其中三条边位于靠近轮辐与轮框的连接处，另一条靠近轮中央。在另一个轮轱同样有类似的边存在。

- 3 要找到一个合适的修复容差，需要使用**测量**工具栏按钮来测量边的长度。**信息**窗口显示以下报告

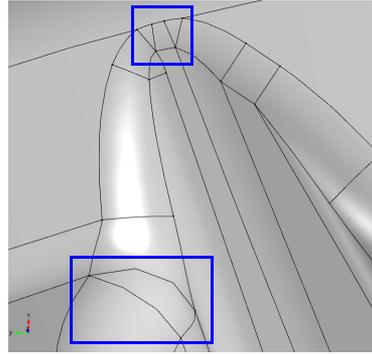
边	长度
684	8.91e-4
942	6.61e-4
979	4.77e-4
983	8.33e-4

- 4 在**几何**工具栏，单击**删除和修复** ，并选择**修复** ，继续修复几何。
- 5 选择轮轱作为输入对象。
- 6 在**绝对修复容差**文本框中输入  $9e-4$ 。
- 7 单击**全部构建**  按钮。

- 8 修复操作完成后，单击**自由三角形网格 1**特征下的**警告 1**节点，无需重构网格，可以发现这些边仍然存在于列表中。

程序中的并行性算法确保警告节点中的列表自动移除已删除的边。

由于删除边操作，邻近的面通过修复算法进行了修复。这些操作也可能导致删除边邻近的表面曲率的改变。被删除的边越长，得到的几何体与原来的几何体的差距就越大。由于这个原因，我们推荐在做修复操作时，使用小的容差。如果保留表面曲率对分析很重要，您可以使用虚拟几何操作，它通过隐藏几何特征使其免于进行网格剖分。后续章节将描述如何进行此操作。

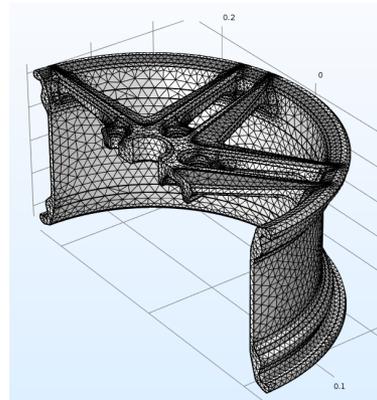


## 创建自由四面体网格

既然已完成削除操作，现在开始为轮辋创建体网格。最快的方式是重新设置网格序列。

- 1 右键单击**网格 1**  节点，选择**编辑物理场引导序列** 。
  - 2 在出现的**确认操作**对话框单击**是**。
- 网格序列被重置，包含一个**大小**和一个**自由四面体网格**节点。
- 3 右键单击**网格 1**节点，然后选择**全部创建** 。

这次，网格构建不会出现警告，约包含34000个四面体网格。



## 使用削除工具

---

作为上例中描述的修复方法的备选方法，您还可以应用削除工具，从几何中移除小特征。这些工具的用法，一般是您先在几何中搜索容差范围内的特征，然后检查这些结果后，可以决定删除哪些结构。相较于修复操作的优势在于快速移除每个容差范围内的特征，削除工具给予您对可选移除特征的更多可控性。

通常按照以下流程来使用削除工具从几何中搜索和移除小特征：

- 导入文件
- 搜索和删除小面
- 搜索和删除长条面
- 搜索和删除短边

首次搜索特征时，从略高于默认导入容差（ $10^{-5}$  米）的容差开始会是一个较好的尝试。因此，在第一次尝试中，搜索最大值  $10^{-4}$  米的小面。删除所有或部分返回的小面后，再重新对较大的容差进行搜索，如  $5 \cdot 10^{-4}$  米。

对几何进行网格剖分也可以作为一种查找小特征的诊断工具，可与削除工具组合使用。网格剖分后，您可以测量一些网格剖分工具报告的小边和面，作为削除工具的容差设置的一个好的起点。

以下分步操作说明将引导您了解如何削除前例中使用的轮辋几何。

## 模型向导

---

- 1 启动 COMSOL Multiphysics。
- 2 选择**空模型**，跳过选择物理场接口和研究类型步骤。
- 3 在**主屏幕**工具栏，单击**添加组件** ，并选择**三维**。

## 导入几何

---

- 1 在**主屏幕**工具栏单击**导入** 。

- 2 在**导入**设置窗口，单击**浏览**按钮。
- 3 在 COMSOL 安装路径，浏览到文件夹 Applications/CAD\_Import\_Module/Tutorial\_Models，然后双击文件 repair\_demo\_1.x\_b。
- 4 单击**导入**。

## 查找和删除小面

- 1 在**几何**工具栏，单击**削除和修复**，并选择**删除小面** 。

在**删除小面**的**工具**窗口，轮辋 imp1 已出现在**输入对象**列表中。

- 2 在**最大面大小**文本框中键入  $1e-4$ 。

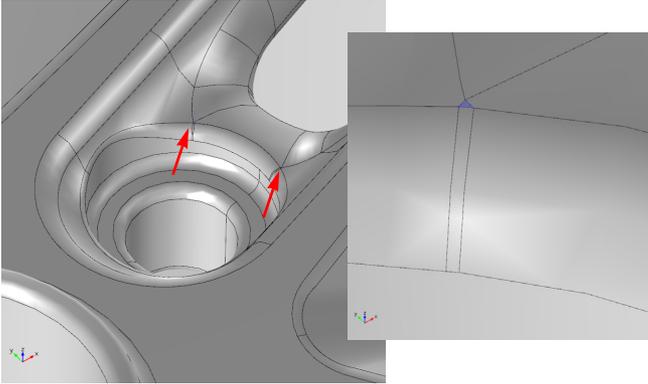
因为默认的导入容差是  $10^{-5}$  米，所以我们可以从  $10^{-4}$  米开始进行尝试，除非导入的 CAD 设计采用的是一个比这大得多的尺寸。

- 3 单击**查找小面**按钮。
- 4 由于未找到任何面，因此将**最大面大小**增加到  $4e-4$ ，然后重新单击**查找小面**按钮。

这次会在**小面选择**列表中列出五个面。



- 5 使用列表旁边的**缩放选定对象**  按钮，找到轮辋中的面，前面已经提到过，它们位于螺栓孔附近，如下图所示。

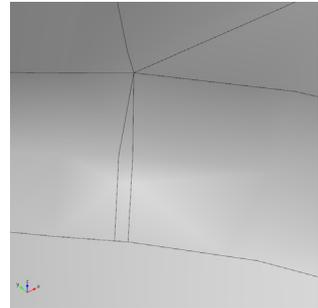


- 6 单击**全部删除**按钮来删除列表中的所有面。

此工具通过将一些小面坍塌到顶点来将其移除。因此，不建议采用这种方法删除较大的面，因为有可能对几何产生意想不到的更改。

注意随着操作的完成，在**模型开发器**树状序列中会添加一个**删除小面 1 (dsf1)**  节点，它可以用来返回和编辑该删除操作。

**删除小面**的工具窗口继续显示，因此可以继续使用它或其他削除工具进行削除。



## 查找和移除长条面

---

长条面是具有较高长宽比的面，就象您刚删除的小面旁边的面。

1 从**删除小面**窗口左上角的工具栏，单击**删除长条面**  按钮。

2 在**最大面宽度**文本框中键入  $4e-4$ ，然后单击**查找长条面**按钮。

共找到 10 个面，除了上面提到的螺栓孔周围的 5 个面，在轮辐上还有 5 个。使用**缩放选定对象**  按钮来找到它们在轮辋上的位置。

3 单击**全部删除**按钮。

此工具通过将长条面坍塌到一条边来将其移除，在此过程中，使用指定的容差进行搜索。最好的结果是使用与实际要删除的长条面接近的容差。如果不能删除长条面，可以编辑该操作的设置，使容差比面的宽度略大一点。



## 查找和移除短边

1 在工具栏右上角的**削除和修复**中单击**删除短边** 。

2 如果尚未选定，请将轮辋添加到**输入对象**列表。

3 在**最大边长**文本框中输入  $4e-4$ 。

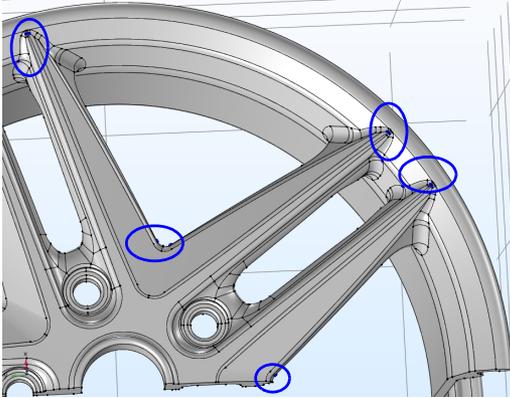
4 单击**查找短边**按钮。

似乎之前的操作移除了所有短于该值的边。



5 将**最大边长**增加到  $9e-4$ ，然后再次单击**查找短边**。

花一些时间在几何上的列表中查找边，并测量它们的长度。通常它们会出现在每个轮辐的相同位置，其中一些如下图所示。

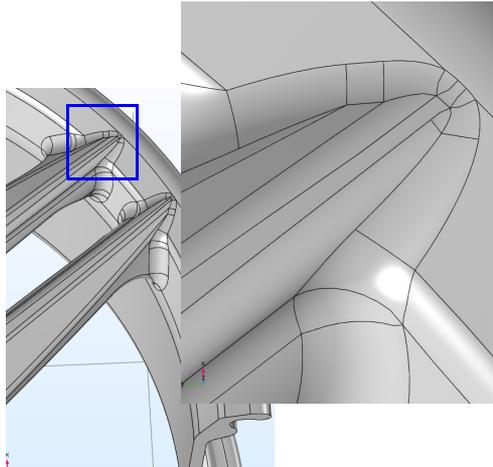


6 单击**全部删除**按钮。

产生的几何与先前教程中完成最后的修复操作后得到的几何相似。区别在于，使用消除工具，您可以更好地控制要删除的实体及删除的顺序。

对于几何的修复，建议使用这些工具，并结合小容差来避免对几何进行大量修改。

接下来的教程描述如何在保证曲面曲率不变的情况下，用虚拟几何操作来避免剖分细小几何特征上的网格。



## 应用虚拟几何操作

---

查找和删除小几何特征的修复和削除工具只能用于允许操作限制的几何拓扑。对于更复杂的情况，削除可能会失败，这时可以使用虚拟几何操作。有了这些工具，您可以设置为让网格剖分工具忽略一些几何实体，例如顶点、边或面。由于选定的单元被网格剖分工具“隐藏”，只需在虚拟几何上进行网格剖分，因此称为虚拟操作。

使用虚拟操作的另一个好处是它们基于定型几何，所以可以保留几何的曲率不变。后者在一些情况下特别重要，特别是删除较大的面，或对于一些物理应用，改变几何的曲率会明显影响结果，例如产生应力集中。

进行虚拟几何操作通常需要先找到小特征，一般工作流程为：

- 导入文件
- 通过以下一个或两个操作来查找小特征
  - 使用削除工具搜索
  - 创建面网格或体网格，然后研究网格剖分工具返回的报告
- 使用合适的虚拟几何工具隐藏特征

使用本指南前面两个示例中的相同轮辋几何，以下分步操作说明将引导您了解如何在各种不同的小特征上应用不同的虚拟几何操作。

## 模型向导

---

- 1 启动 COMSOL Multiphysics。
- 2 选择空模型，跳过选择物理场接口和研究类型步骤。
- 3 在主屏幕工具栏，单击添加组件 ，并选择三维。

## 导入几何

---

- 1 在**主屏幕**工具栏单击**导入** 。
- 2 在**导入设置**窗口，单击**浏览**按钮。
- 3 在 COMSOL 安装路径，浏览到文件夹 `applications/CAD_Import_Module/Tutorial_Models`，然后双击文件 `repair_demo_1.x_b`。
- 4 单击**导入**。

## 创建曲面网格

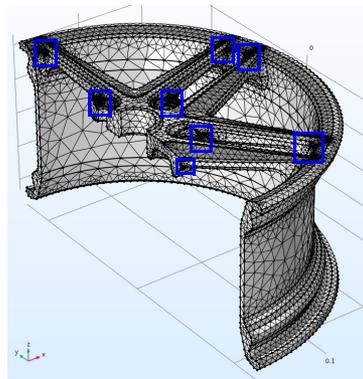
---

创建已导入几何的曲面网格是评估几何质量，以及辨别需要修复或削除区域的快速方法。

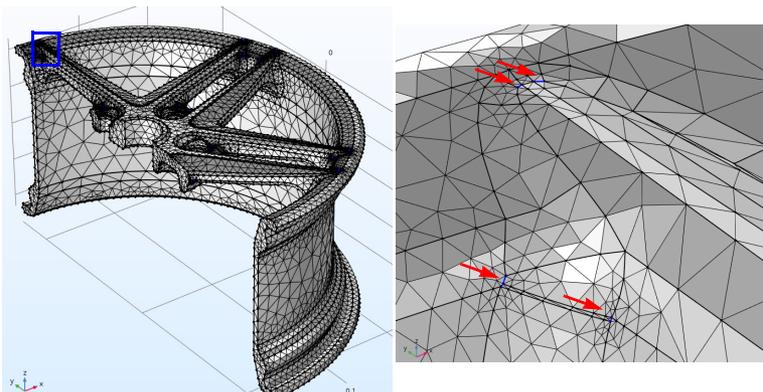
- 1 在**网格**工具栏，单击**边界** ，并选择**自由三角形网格** 。
- 2 在**自由三角形网格**设置窗口，从**选择**列表框中选择**所有边界**。
- 3 单击**全部构建**  按钮来创建网格。

在**信息**窗口，您可以看到网格单元的数量，约为 16000。此外，还显示两个警告，提示几何中包含小于最小单元尺寸的边和面。

接下来，检查网格，查找网格剖分工具提示的小边或面的区域。这些区域通常对应于更细密的网格，其中一些如右图所示。



- 4 使用**缩放框**  按钮，缩放到下图所示的区域，即轮辐与轮框连接的区域。由于图中箭头所示的小特征，每个轮辐上均包含一个密集网格区域。

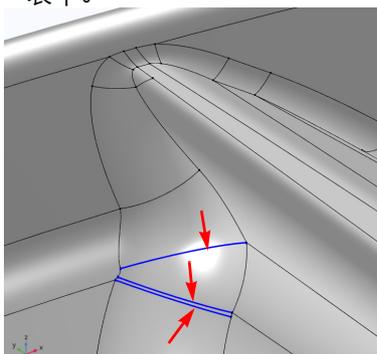


更进一步观察，您可以看到这个区域中的一些边高亮显示，提示对于当前的网格设置而言，它们太短，以致于不能进行网格剖分。

## 忽略边和形成组合面

---

- 1 在几何工具栏，单击**虚拟操作** ，并选择**忽略边** .
- 2 在图形区域中选择高亮的边 217、219 和 222，将它们添加到**忽略边**选择列表中。



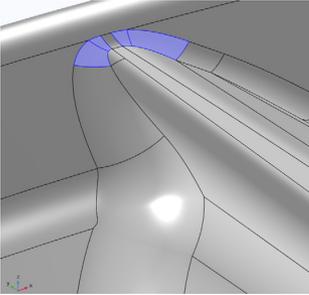
3 单击**构建选定对象**  按钮。

图形窗口中显示的轮辋已更新，反映出选定的边，以及相邻顶点都不再是要进行网格剖分的几何的一部分。

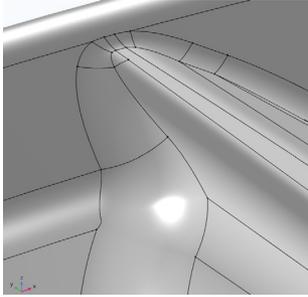
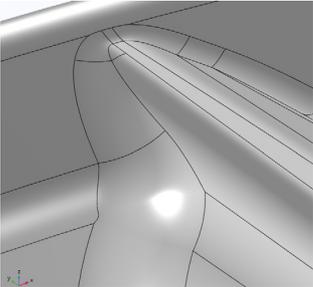
作为忽略边操作的另一种方案，您也可以使用**形成组合面**操作。

4 在几何工具栏，单击**虚拟操作** ，选择**形成组合面** 。

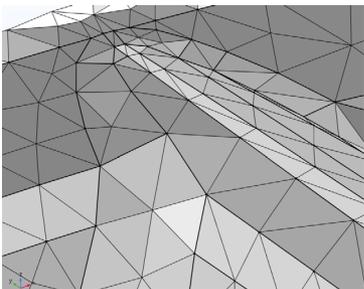
5 选择下图中高亮的面 112、118、122 及 126。



6 单击**构建选定对象**  按钮。图形窗口中的几何会更新，显示完成操作后新形成的组合面。

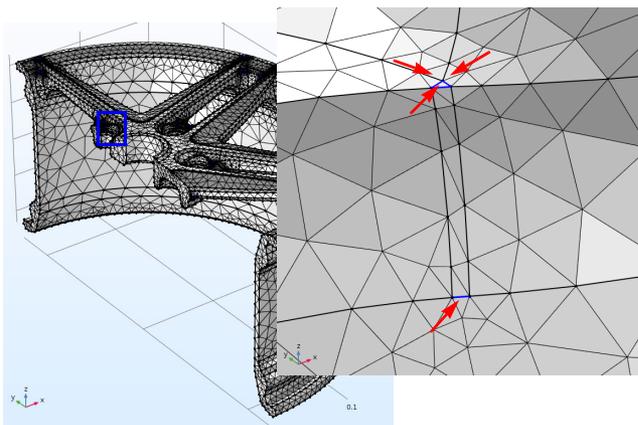


- 7 要查看此区域的新网格，单击**网格 1**  节点，然后单击**全部构建**  按钮。



## 编辑几何序列

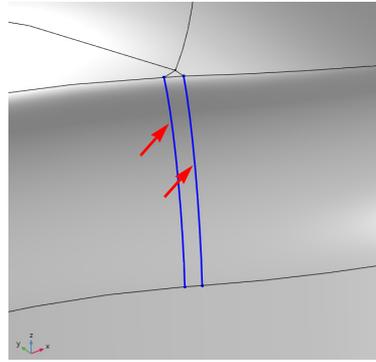
- 1 单击**缩放到窗口大小**  按钮，重新观察整个轮辋几何。然后使用**缩放框**  缩放到下图所示的区域。



此区域的短边构成了您使用**折叠边**操作删除的小面，可以通过将长条面的一条长边添加到现有几何序列中的**忽略边 1** 节点来移除长条面。

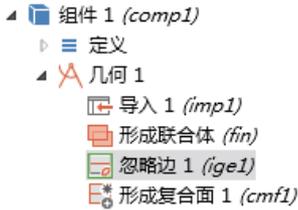
- 2 单击**忽略边 1** (igel1)  节点，然后在**设置**窗口中单击**激活**按钮。

3 选择如右图所示的边 197 和 198，经过最后的添加操作，现在列表中应包含边 197、198、219、222。



4 单击**构建选定对象**  按钮。

5 接下来继续移除小三角形面。在将该操作添加到序列之前，先查看一下**模型开发器**窗口。



在**忽略边 1** 节点图标周围有一个绿色的矩形，说明这是当前节点。在序列中添加的所有操作会直接放置在当前节点下。其中**形成复合面 1 (cmf1)** 节点上有一个标记，提示该节点需要重新构建。

6 右键单击**形成复合面 1 (cmf1)** 节点，选择**构建选定对象** ，确保下一个操作是序列中的最后一个。

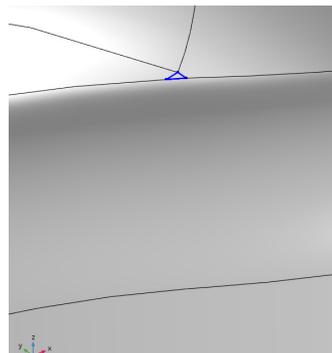
## 折叠边

1 在几何工具栏，单击**虚拟操作**，选择**折叠边** 。

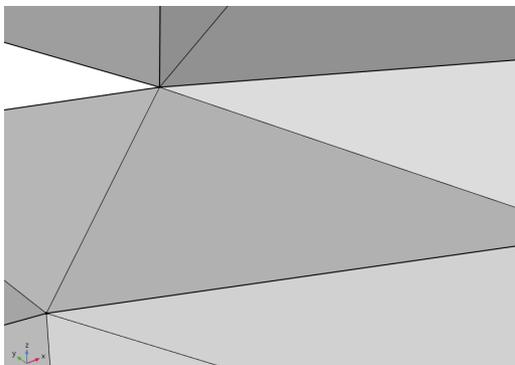
2 选择图中高亮的边 201-203，使用**选择框**  按钮来一次性选择这三条边。

3 单击**构建选定对象**  按钮。

4 要构建网格，首先单击**网格 1** 节点，然后单击**全部构建**  按钮。



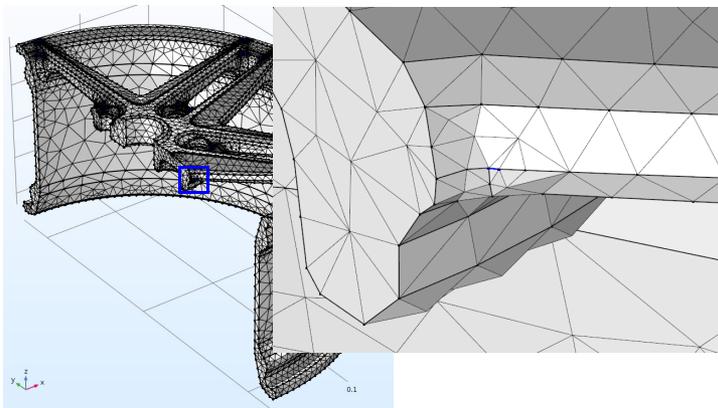
- 5 由于长条面和小面不再对网格剖分工具可见，因此新网格包含较少的单元。



## 忽略顶点或形成复合边

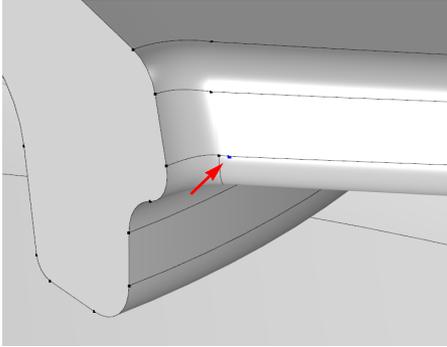
本例中最后一个虚拟几何操作示例是*忽略顶点*操作，它用来从分段的边上移除短边。该操作等同于*形成复合边*操作。

- 1 单击**缩放到窗口大小**  按钮，观察整个轮辋几何。然后使用**缩放框**  按钮缩放如下图所示的区域。



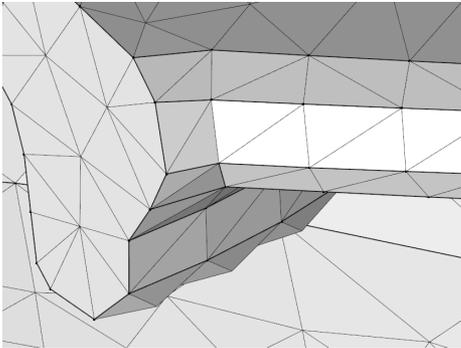
- 2 在几何工具栏，单击**虚拟操作** ，并选择**忽略顶点** 。

- 3 将下图中高亮的顶点 108 添加到**要忽略的顶点**列表，然后单击**构建选定对象**  按钮。



- 4 右键单击**网格 1**  节点以再次剖分网格，然后选择**全部构建**  。

现在网格剖分工具将两条边看作一条边，这可以从当前单元与原来的短边没有关系看出来。



作为最后一步，在轮辋的其他地方找一个类似的短边，然后使用**形成组合边**操作将它**在网格剖分工具中隐藏起来**。

## 在固体曲面周围创建流体域

---

三维 CAD 文件一般仅包含产品的几何结构。对于有限元分析而言，我们常常需要一些额外的几何，例如分析设备内 / 外的流体流动。本节中的示例涉及排气歧管的几何结构，演示了如何创建一个额外的域来进行流动分析。包含以下步骤：

- 导入 Parasolid® 文件。
- 在几何序列中添加选择。
- 使用端盖面操作创建附加的域。
- 控制如何在几何序列中插入操作。
- 从几何中查找并移除圆角。

## 模型向导

---

- 1 启动 COMSOL Multiphysics。
- 2 选择**空模型**，跳过选择物理场接口和研究类型步骤。
- 3 在**主屏幕**工具栏，单击**添加组件** ，并选择**三维**。

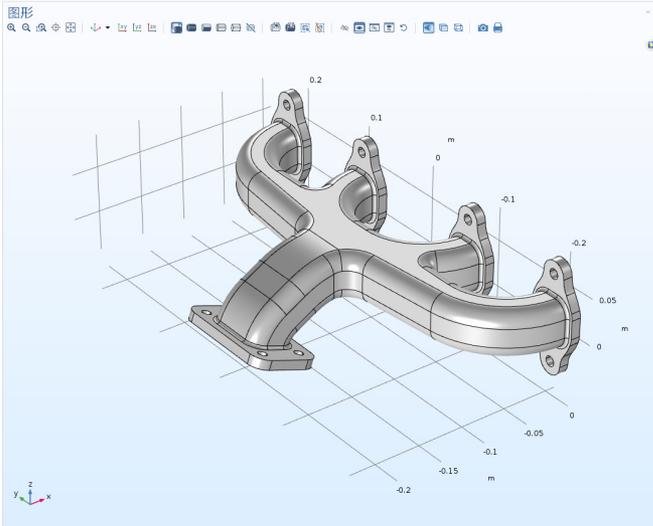
## 导入几何

---

- 1 在**主屏幕**工具栏，单击**导入** 。
- 2 在**导入**设置窗口，单击**浏览**按钮。
- 3 在 COMSOL 安装路径，浏览到文件夹 `applications/CAD_Import_Module/Tutorial_Models`，然后双击文件 `exhaust_manifold.x_t`。

#### 4 单击导入。

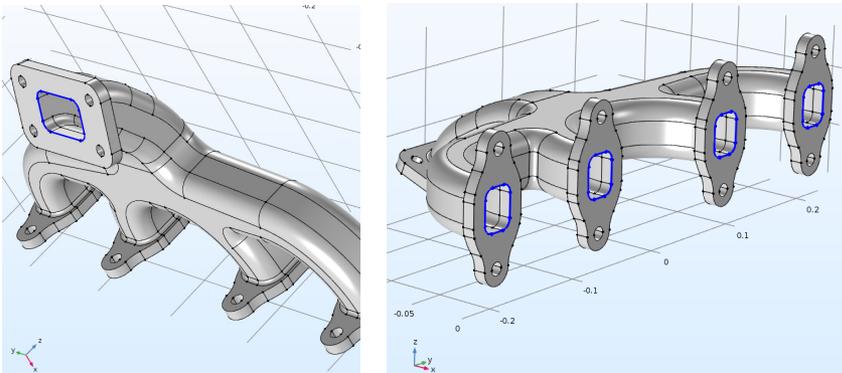
完成导入后，会在图形窗口中显示几何。



旋转该几何。如您所见，其内部是空心的。如下所示，您可以仅通过一个操作来获取内部的几何。

#### 创建显式选择

端盖面的操作对于空心体需要一个具有边界的输入端来形成一个实体。对于此排气歧管，这些边界是图中高亮部分。



这些边界可以在端盖面操作中直接选择，另一个更有效的方法是只需选择边界圆环中的一小段，也可以通过创建一个包含连续边界的选择进行操作。

- 1 在几何工具栏，单击**选择** ，选择**显式选择** 。
- 2 在**显式选择**的设置窗口，从**几何实体层**列表选择**边界**。
- 3 也可以通过**按连续正切分组**复选框来选择组。
- 4 从**图形**窗口，在上图中高亮部分的每一组中选择一条边。连续的边界将自动添加至选择中。完成选择边界后，会显示为图中所示的高亮部分。

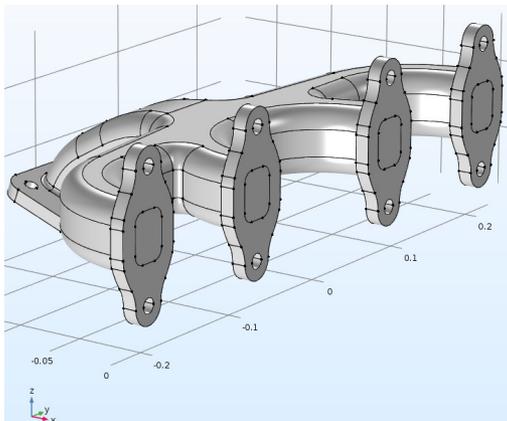
## 通过端盖面创建域

- 1 在几何工具栏，单击**削除和修复** ，选择**端盖面** 。  
空心体内部的边界包含在**显式选择 1** (sel1) 的内部。
- 2 在**设置**窗口，从**边界**列表中选择**显式选择 1**。



3 单击**构建选定对象**  按钮来完成操作。

该操作作用一个新的面将入口和出口闭合。该操作同时还创建一个固体域，用来代表分支管道内部的空腔。



我们可以用测量工具来检查新的几何对象。

4 在**模型开发者树**右键单击**几何 1** , 并选择**测量** .

## 5 选择图形窗口中的对象。

根据测量窗口中显示的信息，对象 cap1 包含 2 个求解域。



## 从几何中移除圆角

假设您正在准备一个用于传热分析的几何结构，想要移除其中一些圆角。

**注意：**包含多个域的几何对象是非流形对象，不支持诸如删除圆角的削除操作。

为移除圆角，需要在几何序列的**端盖面 1**节点的前面插入**删除圆角**操作。

- 1 在几何 1 节点下，右键单击端盖面 1 (cap1) ，并选择构建前序节点 。

端盖面 1 (cap1) 节点变成不可用，显式选择 1 (sel1) 节点变成当前节点，在其图标周围显示有绿色方框。现在您可以应用削除操作，它将插入端盖面 1 (cap1) 节点的前面。



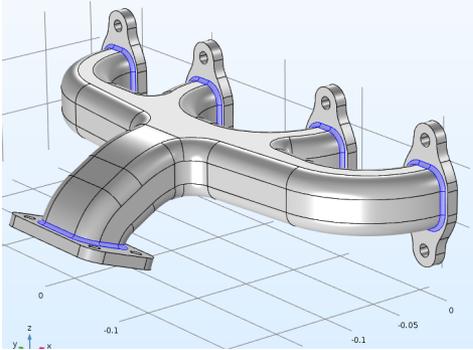
- 2 右键单击几何 1 节点，选择削除和修复 > 删除圆角 。

- 3 imp1 已显示在工具窗口的输入对象列表中，您可以在最大圆角半径文本框中键入 0.003。



- 4 单击查找圆角按钮，以搜索几何中半径小于 0.003 米的圆角。

5 该工具找到 5 个圆角，显示在**圆角选择**列表中，也会高亮显示在几何上。



6 单击**删除圆角**窗口中的**全部删除**按钮，将 5 个圆角删除。



操作完成后，所有的圆角均被移除。注意**删除圆角 1 (dfi1)** 节点已插入几何序列中，位于**端盖 1 (cap1)** 节点正上方。**端盖 1 (cap1)** 节点目前仍不可用，表示当前并未构建。



7 要重新构建整个几何序列，右键单击**几何 1** 节点，并选择**全部构建** 。

现在，该几何结构已准备好进行网格剖分和分析！

