



Your True Partner for
CAE x CFD
ICSC2016

IDAJ CAE
Solution
Conference

iconCFD

源代码开放

～大规模计算・系统化・用户定制～

ennovaCFD v1.6的新功能介绍 & 使用ennovaCFD的解析案例介绍

IDAJ-China
北京技术部

目录

- ennovaCFD概要
- ennovaCFDv1.6的功能介绍
 - ennovaCFDv1.6的建模方法
 - 包面功能強化
 - 多面体网格生成器強化（四面体・多面体网格）
 - 几何/表面修正・处理工具
 - 解析GUI的扩展
- 使用ennovaCFDv1.6的解析案例介绍
 - 轴流风扇解析
 - 消音器噪音分析
 - 车辆空气动力学解析
 - 发电机解析
- 未来开发计划

ennovaCFD概要

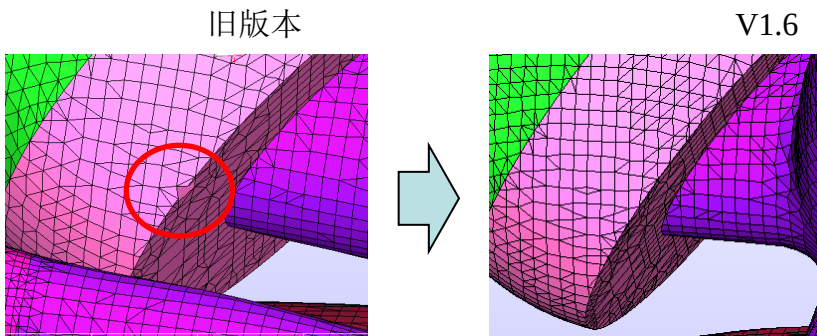
- 开源CFD软件有很多独特的优点，但是其比商业CFD软件易用性差的缺点，限制了其应用和发展。为了解决这个问题，我们开发了ennovaCFD作为开源CFD软件的前后处理器。
- 最新的v1.6版本可实现从包面到体网格（四面体・多面体）生成的全过程。还包含对错误几何形状的修正功能，已成为非常灵活的网格生成工具。解析设定的GUI里面增加了辐射模型、拉格朗日两相流和滑移网格功能，可以从ennovaCFD进行广泛的分析设定。
- 下面我们对ennovaCFD v1.6的新功能和使用EnnovaCFD的解析案例进行介绍。

ennovaCFDv1.6的功能介绍

■ 包面功能強化

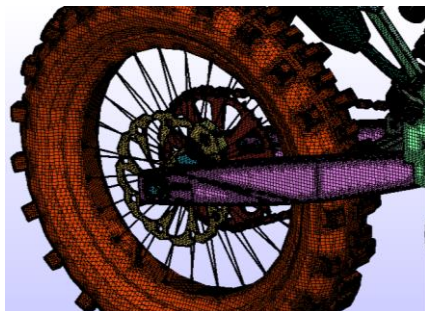
■ 包裹表面的精度提高

形状特征边缘的再现精度提高。

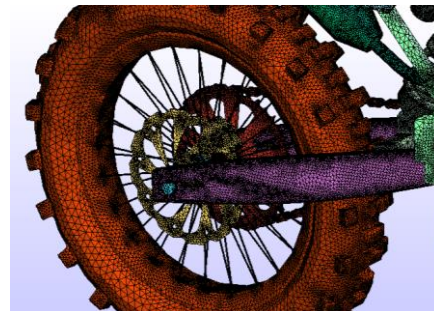


■ 表面网格划分

- 通过对重叠面进行重划网格，产生高品质的表面网格（重新网格划分的表面）。而且可以通过包面的网格尺寸系数，以较小的尺寸包面来提高重叠表面的形状捕捉精度。



包面后的表面(系数为0.5)

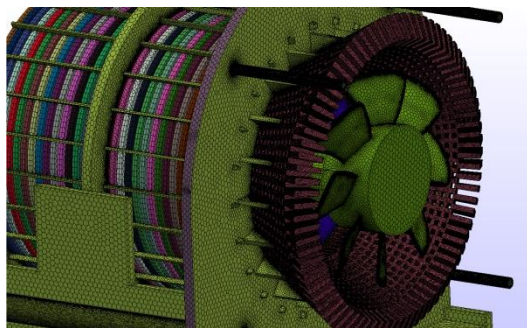


包面后的表面(系数为1.0)

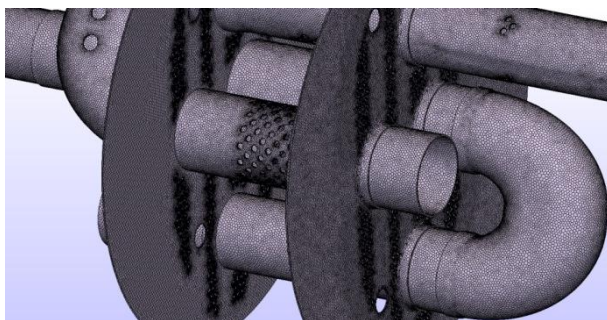
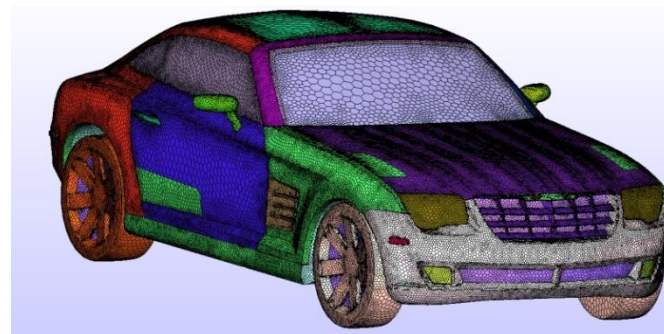
ennovaCFDv1.6的功能介绍

■ 体网格生成器强化

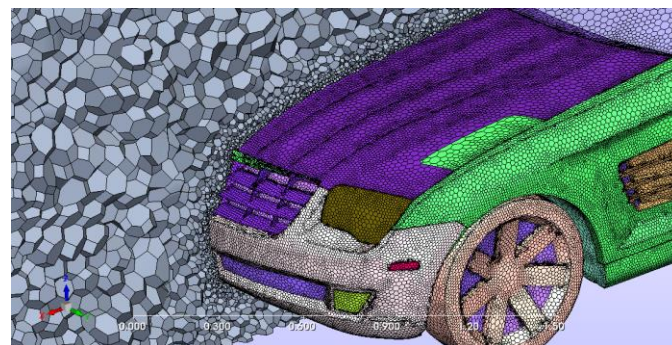
- 在v1.6版本中，除了四面体网格外，还可以生成多面体网格。可以使用由包面生成的面网格来生成体网格。



发电机流固耦合模型



消声器解析模型

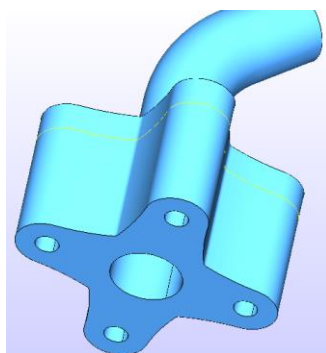
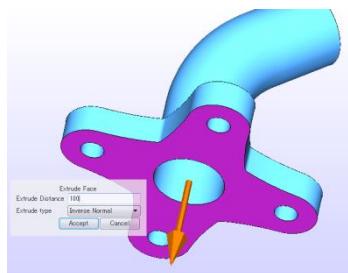


车辆外流体解析模型
(表面包面→体网格生成)

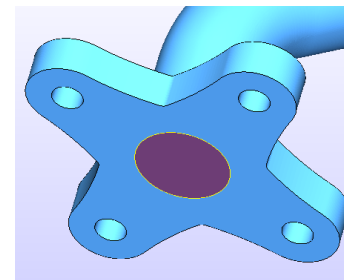
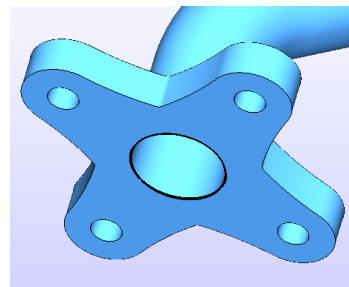
ennovaCFDv1.6的功能介绍

■ 几何修正和编辑

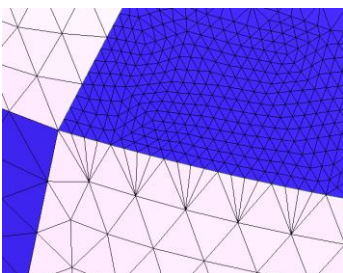
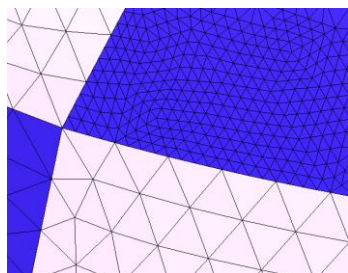
- 已具有导入几何形状数据的编辑修正功能。可在ennovaCFD中进行面拉伸、边的缝合、孔的填充、交叉面的切割、节点·边·面单元的编辑修正。



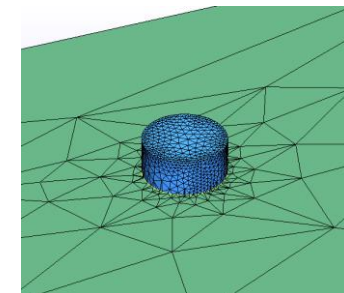
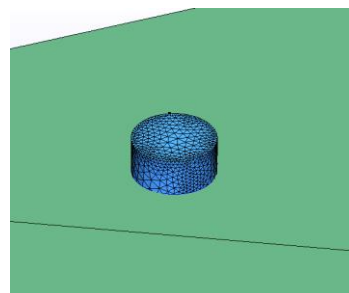
面拉伸



孔的填充



边的缝合

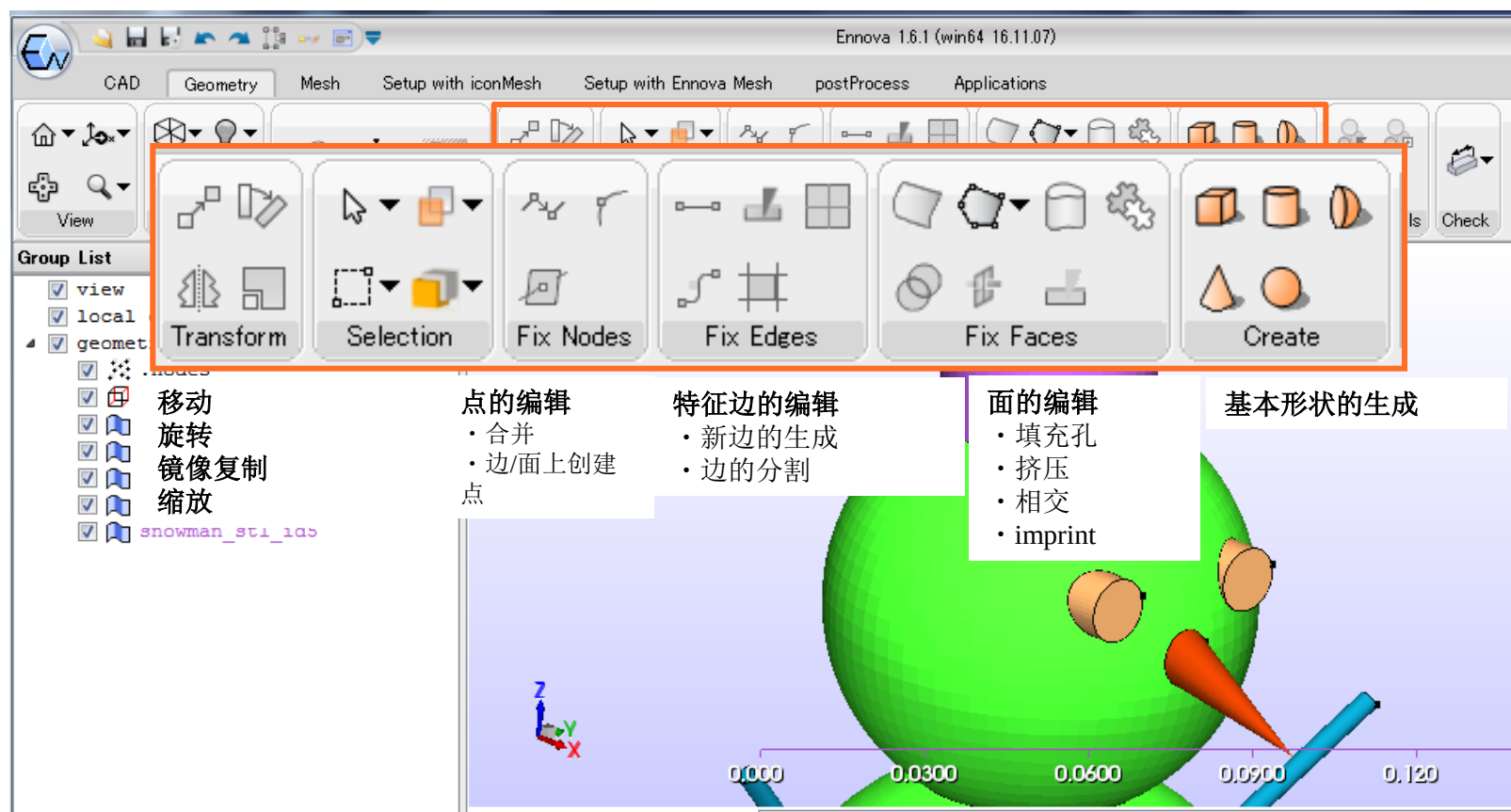


交叉面的切割

ennovaCFDv1.6的功能介绍

■ 几何修正和编辑

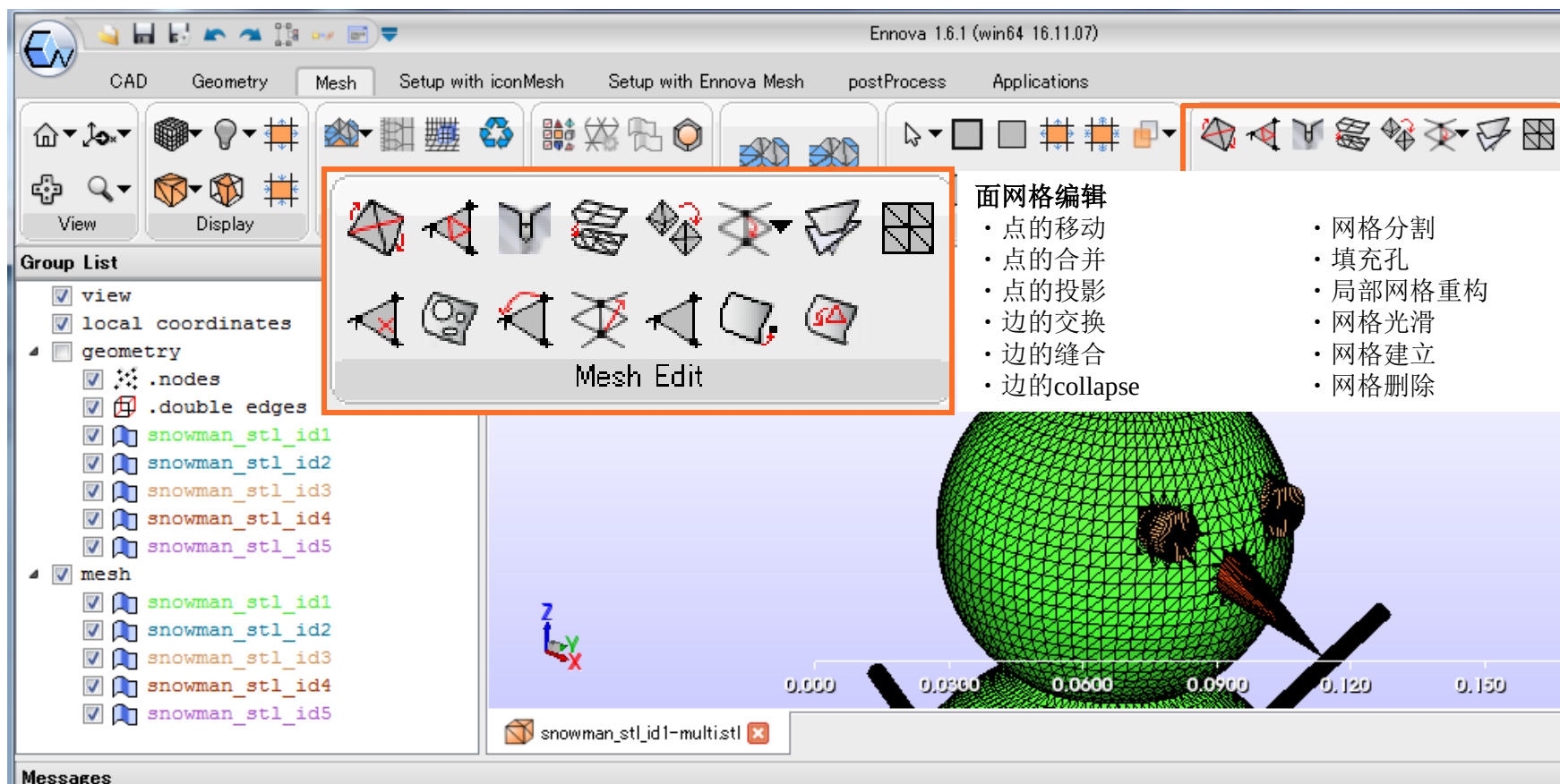
■ 点·边·面的修正和编辑



ennovaCFDv1.6的功能介绍

■ 几何修正和编辑

■ 表面网格及其边和点的修正和编辑



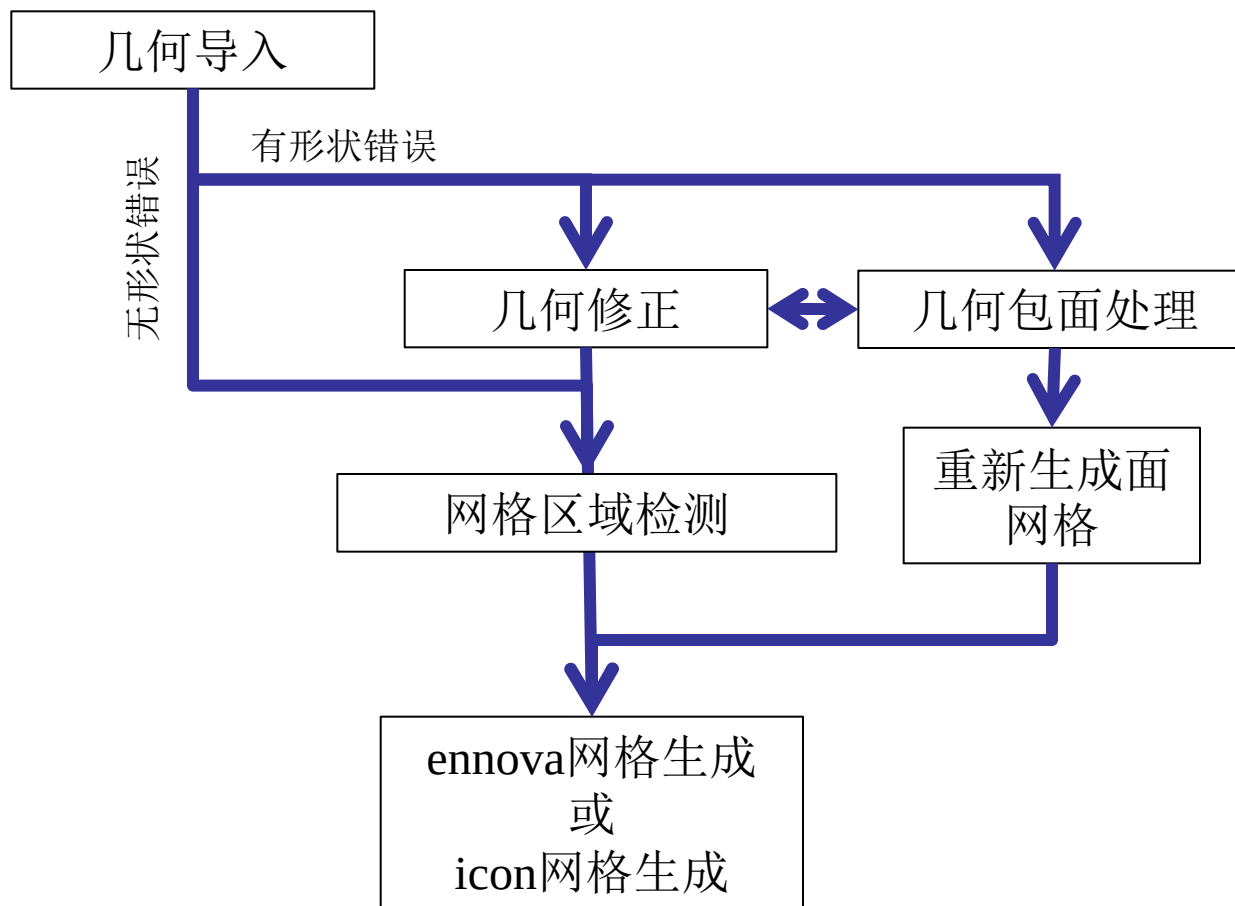
The screenshot displays the Ennova 1.6.1 (win64 16.11.07) software interface. The top menu bar includes CAD, Geometry, Mesh, Setup with iconMesh, Setup with Ennova Mesh, postProcess, and Applications. The left sidebar shows a Group List with options for view, local coordinates, geometry, and mesh. The main workspace shows a 3D model of a snowman with a green mesh. A toolbar labeled 'Mesh Edit' is highlighted, containing various icons for mesh manipulation. To the right of the toolbar, a list of mesh editing functions is provided.

面网格编辑

- 点的移动
- 点的合并
- 点的投影
- 边的交换
- 边的缝合
- 边的collapse
- 网格分割
- 填充孔
- 局部网格重构
- 网格光滑
- 网格建立
- 网格删除

ennovaCFDv1.6的功能介绍

■ ennovaCFDv1.6的建模方法



ennovaCFDv1.6的新功能介绍

■ 解析设定GUI的扩充

■ 定常・非定常、可压缩・不可压缩流

■ 湍流模型

RANS: 层流、标准k- ϵ 、Realizable k- ϵ 、k- ω SST、SpalartAllmaras **New**

LES: Smagorinsky **New**

DES: SpalartAllmaras **New**

■ 子模型

MRF、多孔介质、热源

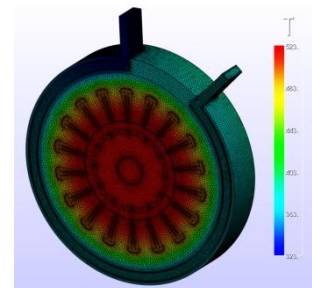
■ 流固热耦合

■ VOF

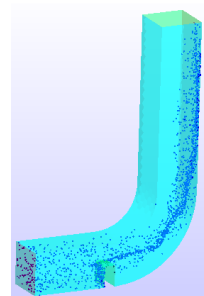
■ 热辐射・太阳辐射 **New**

■ 拉格朗日两相流 **New**

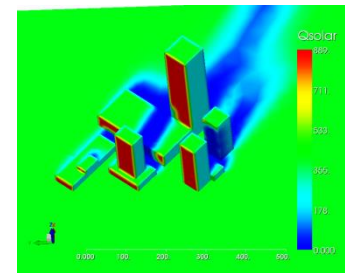
■ 滑移网格 **New**



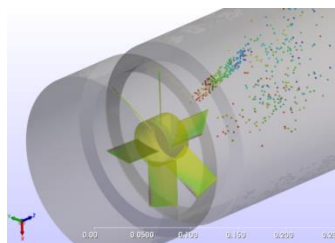
流固热耦合解析



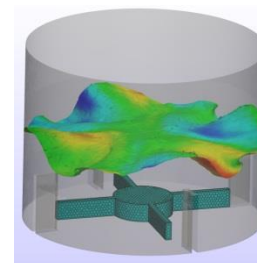
拉格朗日两相流解析



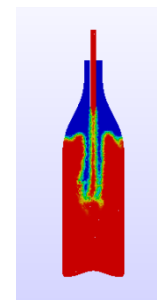
辐射解析



拉格朗日两相流+滑移网格解析



VOF+滑移网格解析



VOF解析

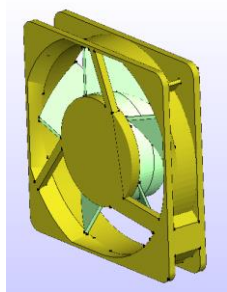
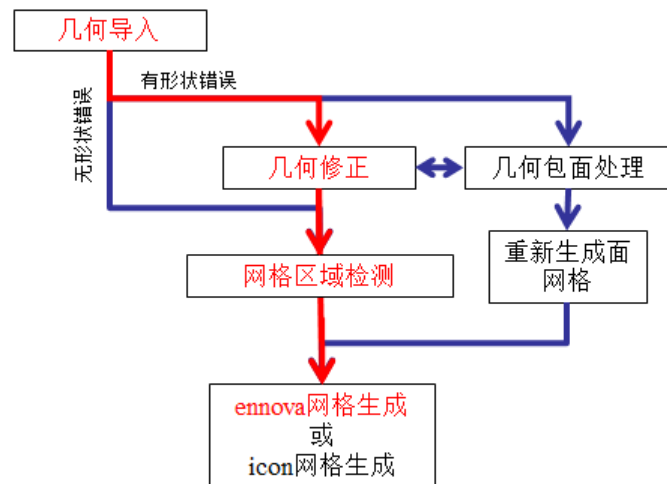
使用ennovaCFDv1.6的解析案例介绍-1

■ 轴流风扇解析

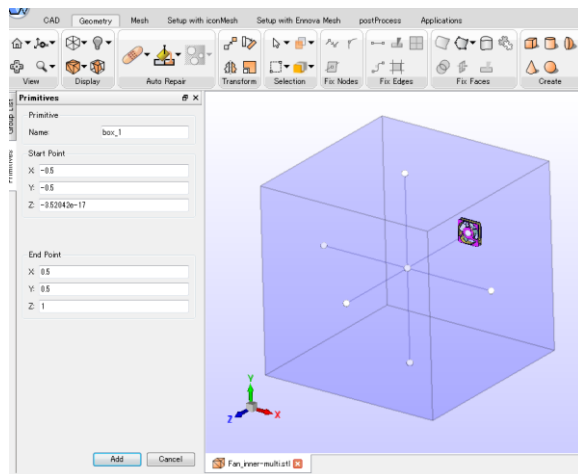
■ 模型生成

- 几何导入（风扇、框架）
- 外部区域、MRF界面生成
- 几何编辑（交叉面切割、无用面删除）
- 网格区域检测（MRF内部、外部）
- 网格生成

建模方法



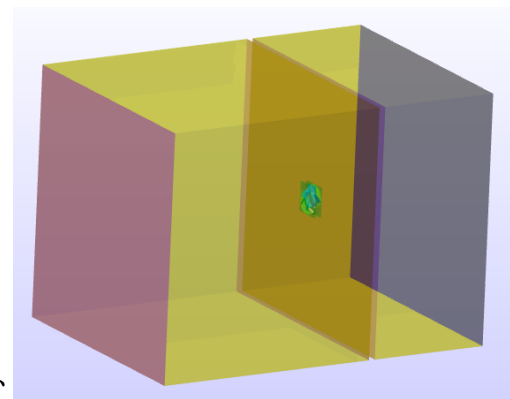
几何导入



外部区域（矩形）· MRF界面（圆柱）生成

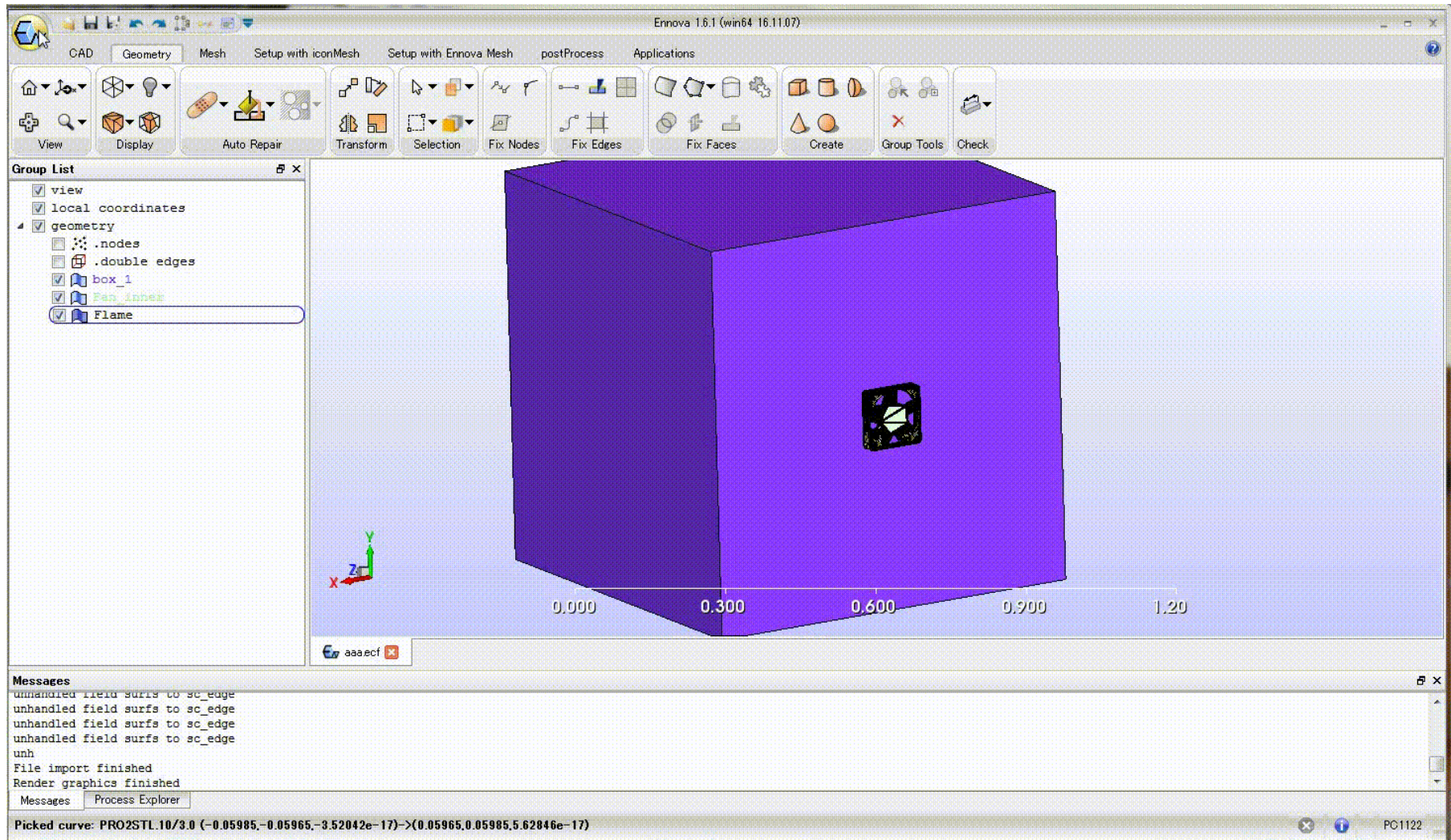


几何编辑（交叉面切割、无用面删除）



解析网格

使用ennovaCFDv1.6的解析案例介绍-1

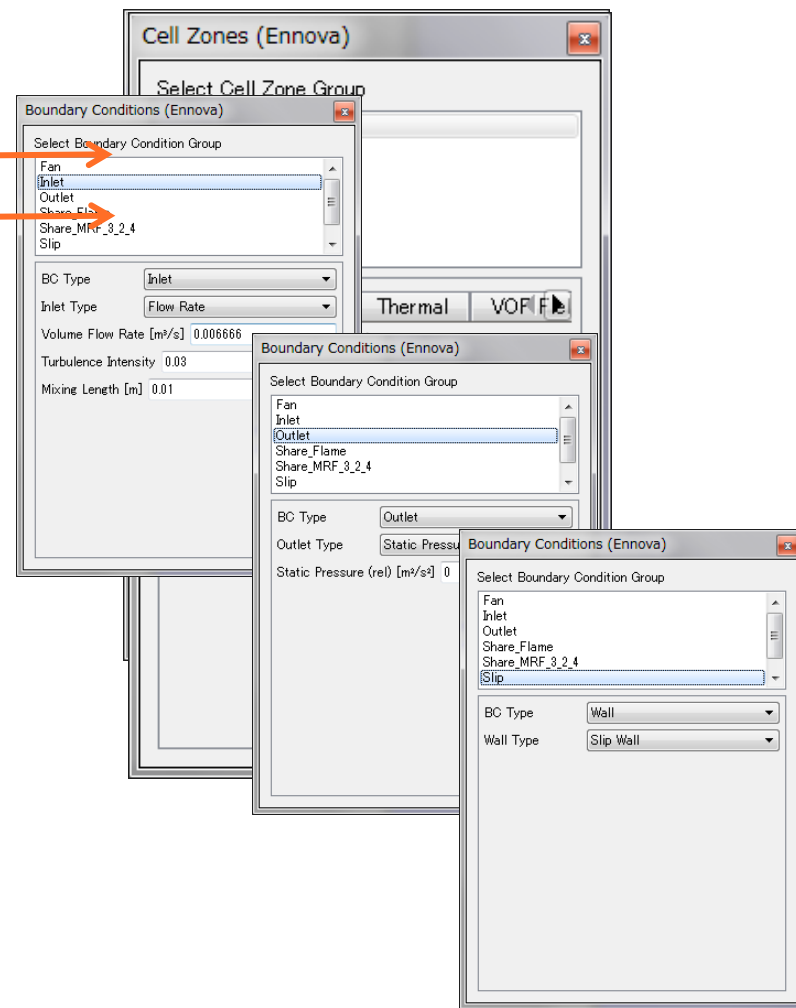
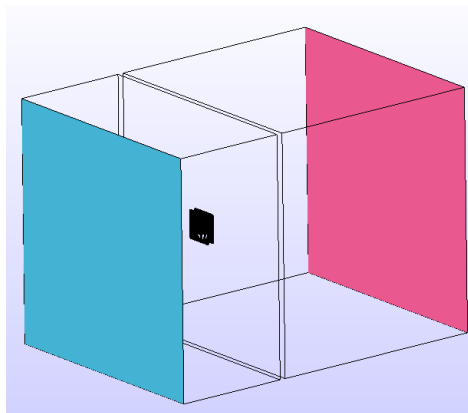


使用ennovaCFDv1.6的解析案例介绍-1

■ 轴流风扇解析

■ 解析条件

- 稳态、不可压缩、Realizable k- ϵ 模型
- 旋转速度 (MRF): 2400 [rpm]
- 进口边界: 流量条件
- 出口边界: 压力条件
- 外部区域侧面: 滑移壁面



使用ennovaCFDv1.6的解析案例介绍-1

■ 轴流风扇解析

■ 解析结果

- 静压云图 ($P \cdot \rho$)
- 进口静压监控 (surface report功能)

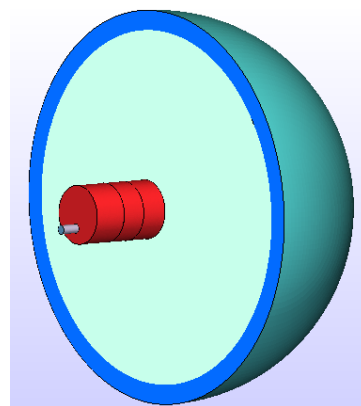
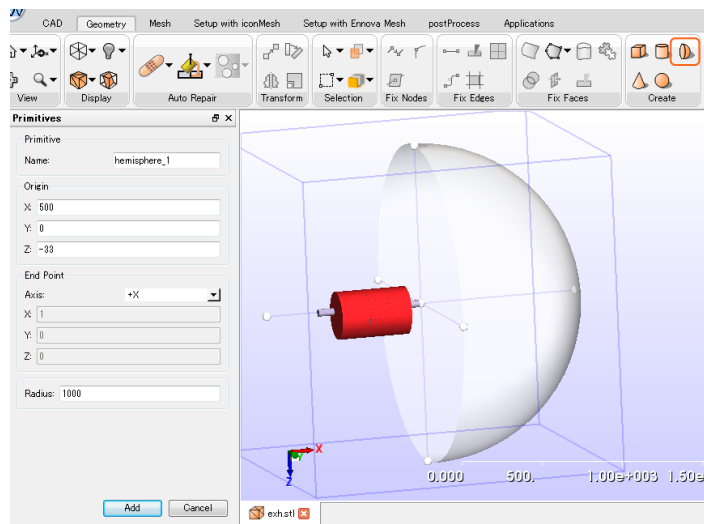


使用ennovaCFDv1.6的解析案例介绍-2

■ 消音器噪音分析

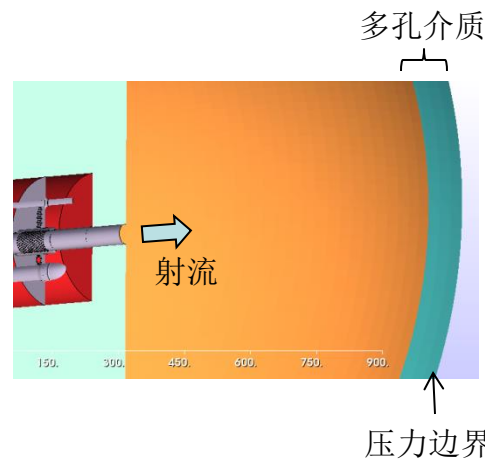
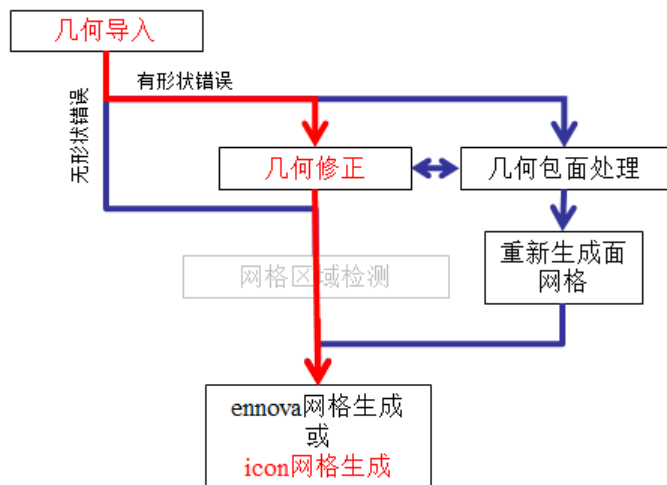
■ 模型创建

- 几何导入（消音器）
- 外部区域、多孔介质区域建立
- 几何修正（表面imprint、删除不需要的面）



外部区域·多孔介质区域生成（半球）

建模方法



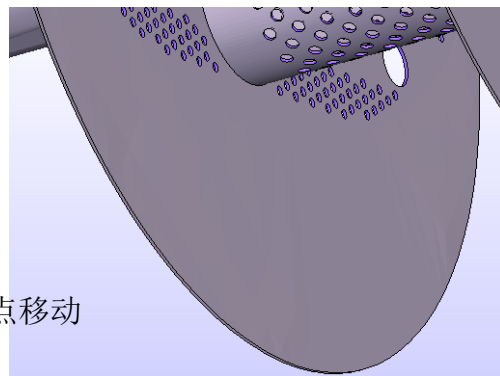
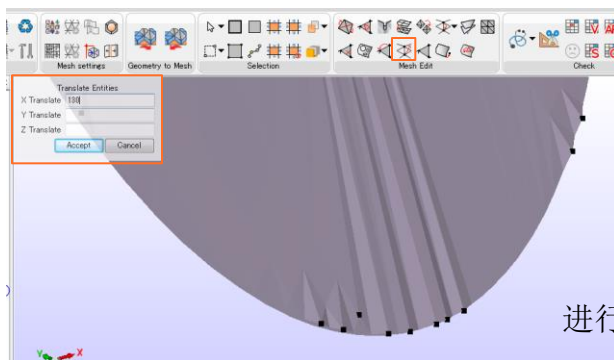
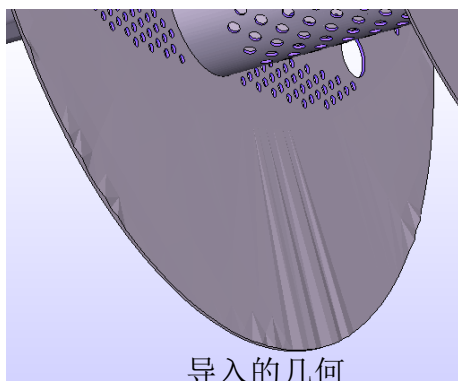
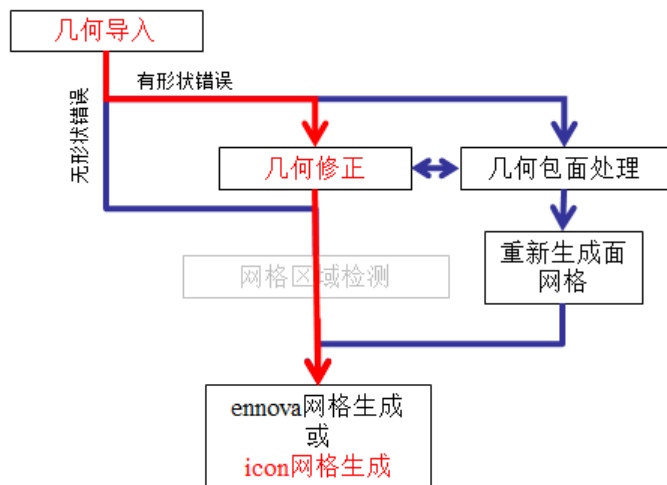
使用ennovaCFDv1.6的解析案例介绍-2

■ 消音器噪音分析

■ 模型创建

- 几何导入（消音器）
- 外部区域、多孔介质区域建立
- 几何修正（表面imprint、删除不需要的面）
- 对导入的几何进行修正（网格编辑）

建模方法



导入几何的修正

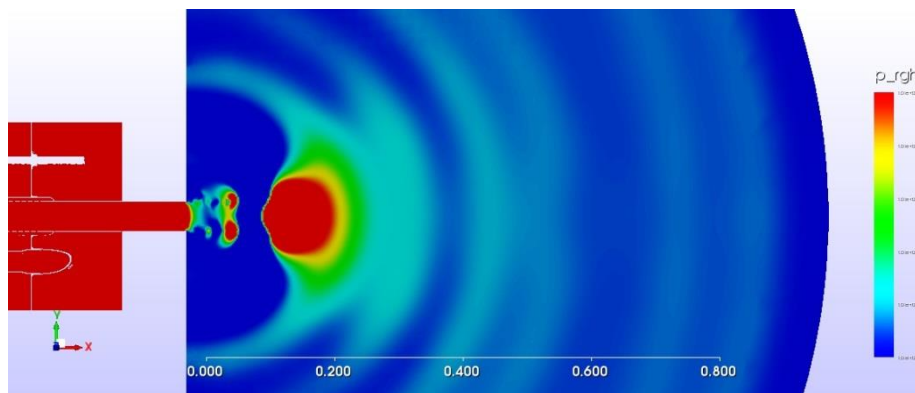
使用ennovaCFDv1.6的解析案例介绍-2

■ 消音器噪音分析

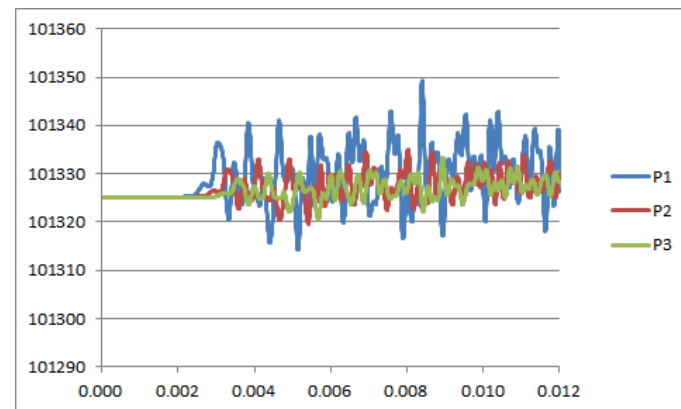
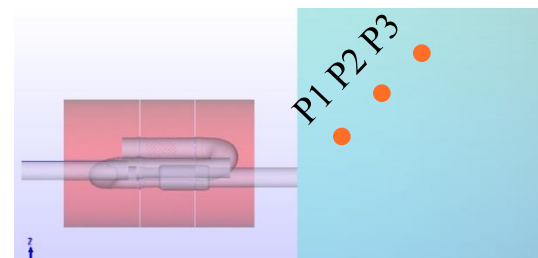
■ 解析条件

- 非稳态、可压缩、DES (SpalartAllmaras)
- 进口边界：速度条件 50[m/s]
- 出口边界：压力条件 101325[Pa]
- 多孔介质：出口边界处压力波反射抑制

■ 解析结果



压力云图

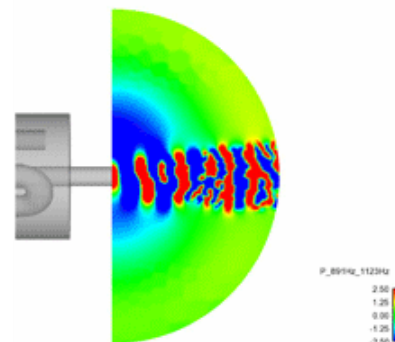
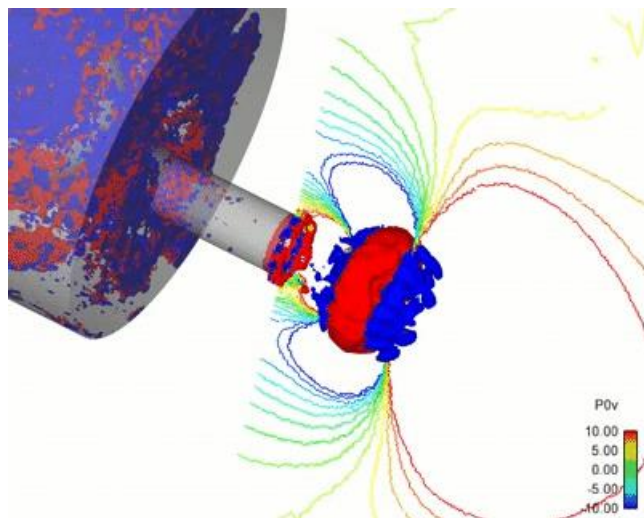


监控点压力曲线

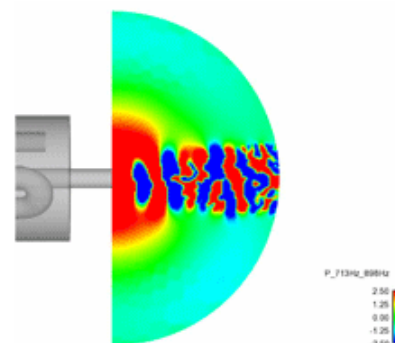
使用ennovaCFDv1.6的解析案例介绍-2

■ 消音器噪音分析

涡和压力云图



891Hz~1123Hz的压力分布



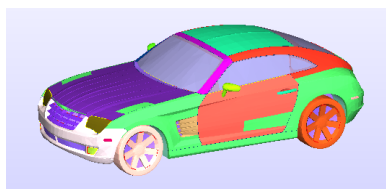
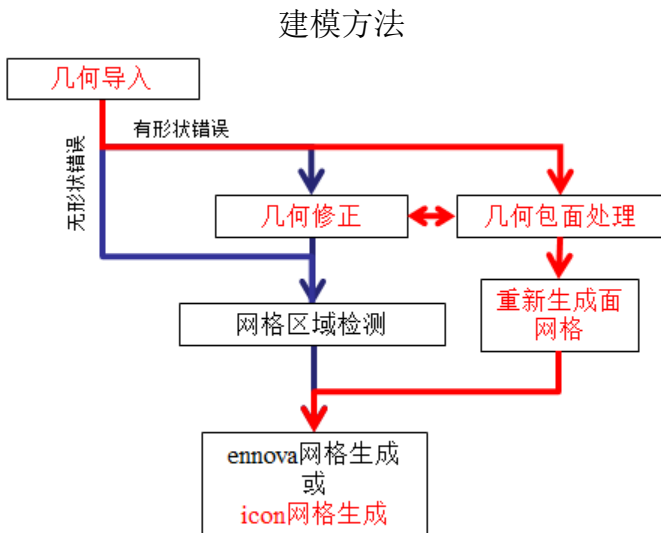
713Hz~898Hz的压力分布

使用ennovaCFDv1.6的解析案例介绍-3

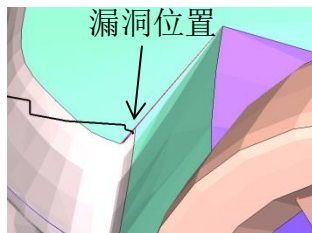
■ 车辆空气动力学解析

■ 模型生成

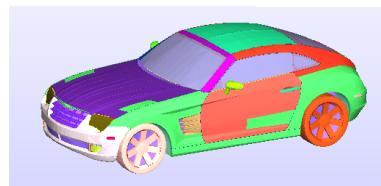
- 几何导入（车辆）
- 外部区域生成
- 漏洞检查、孔的填充
- 包面、重新划分面网格
- 体网格生成



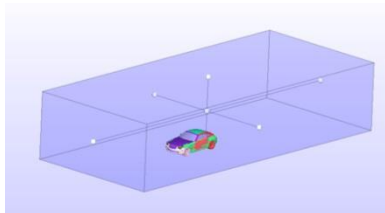
几何导入



漏洞检查



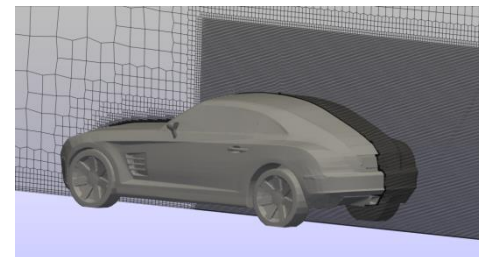
包面



外部区域（长方体）生成



几何修正（孔的填充）



解析网格

使用ennovaCFDv1.6的解析案例介绍-3

■ 车辆空气动力学解析

■ 解析条件

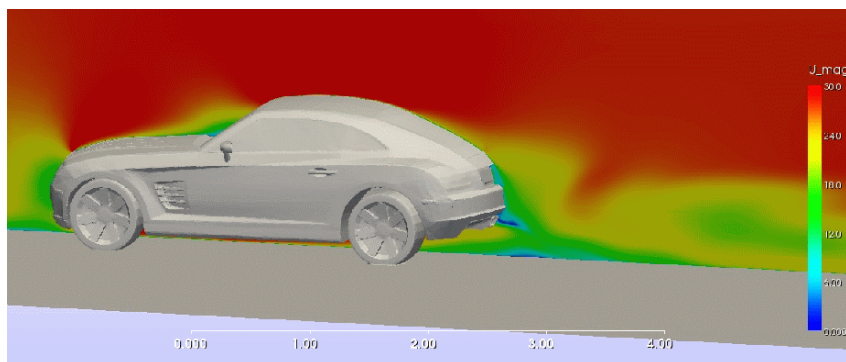
■ 稳态、不可压缩、RANS(SpalartAllmaras)

→ 非稳态、不可压缩、DES(SpalartAllmaras)

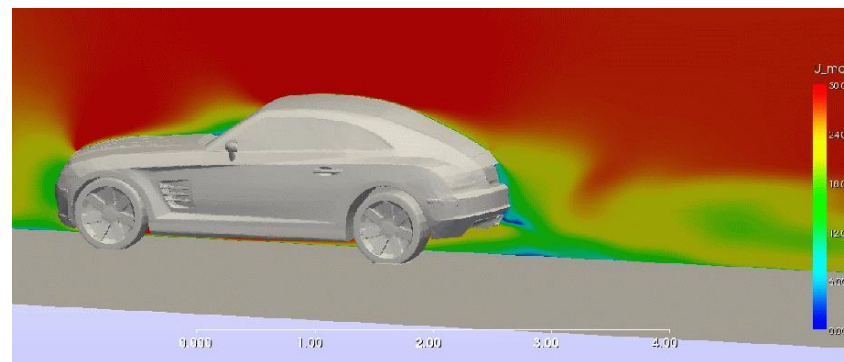
■ 进口流速:27.78 [m/s]

■ 解析结果

■ 截面速度云图



稳态计算结果 (RANS)

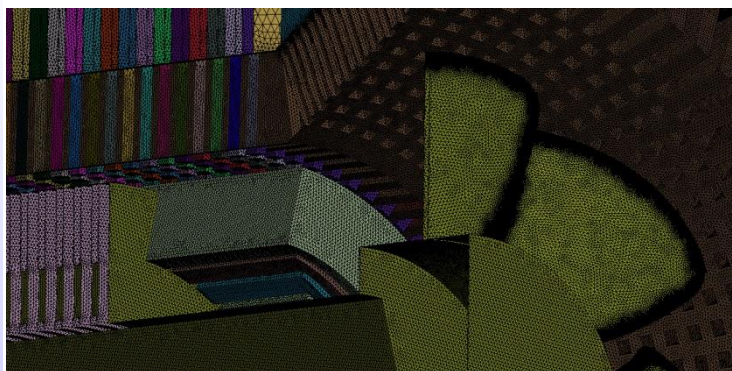
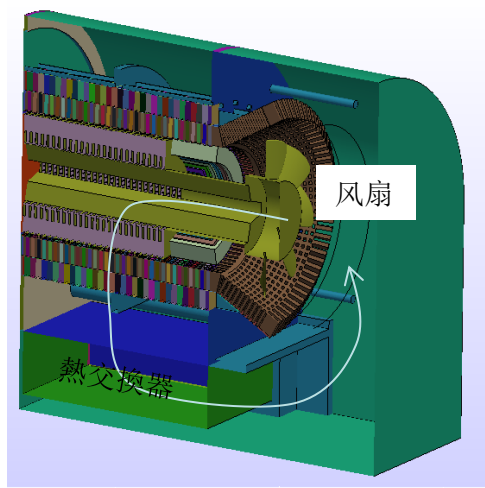


非稳态计算结果 (DES)

使用ennovaCFDv1.6的解析案例介绍-4

■ 发电机解析

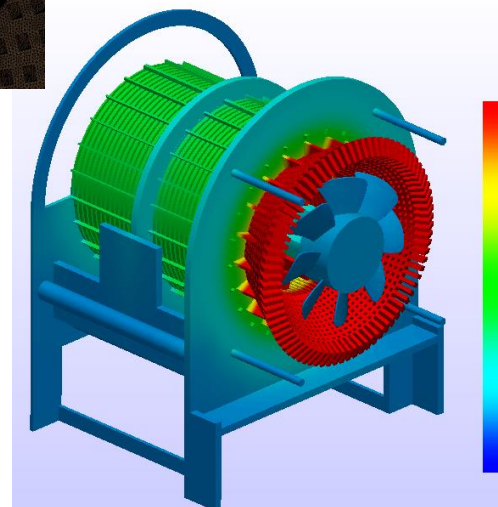
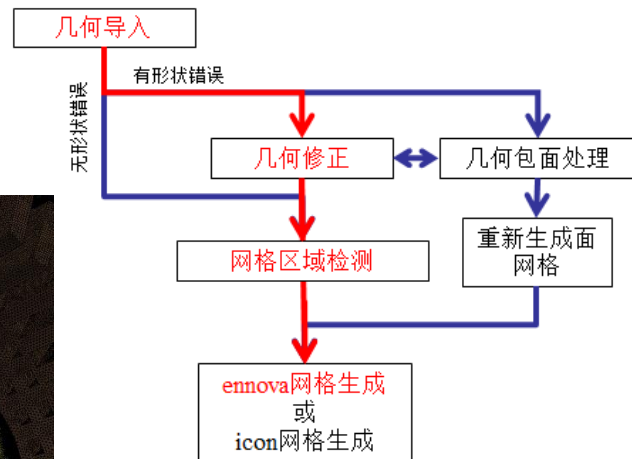
- 解析模型（2亿tetra + prism网格）



■ 解析条件

- 稳态、可压缩、Realizable k- ϵ 模型
- 风扇、转子：MRF
- 转子、定子线圈发热：热源项
- 换热器：多孔介质与热源：
（换热器阻力和热交换模拟）

建模方法



固体温度云图

未来开发计划

- 现有功能的提升（2017年1季度）
 - 网格划分（质量・稳健性提高）
 - 易用性（修复bug）
 - GUI和结果后处理功能的扩充
- 新功能（2017年4季度）
 - CAD导入功能（Step,Parasolid,Iges,CATIA)
- 客户端与服务器端的链接



谢谢！