

ICSC 2019

Core Competence Enhanced by MBD



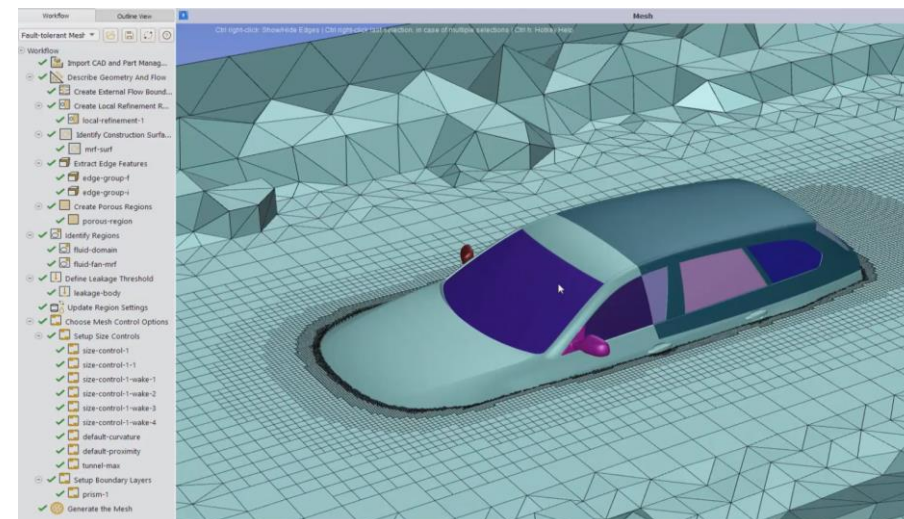
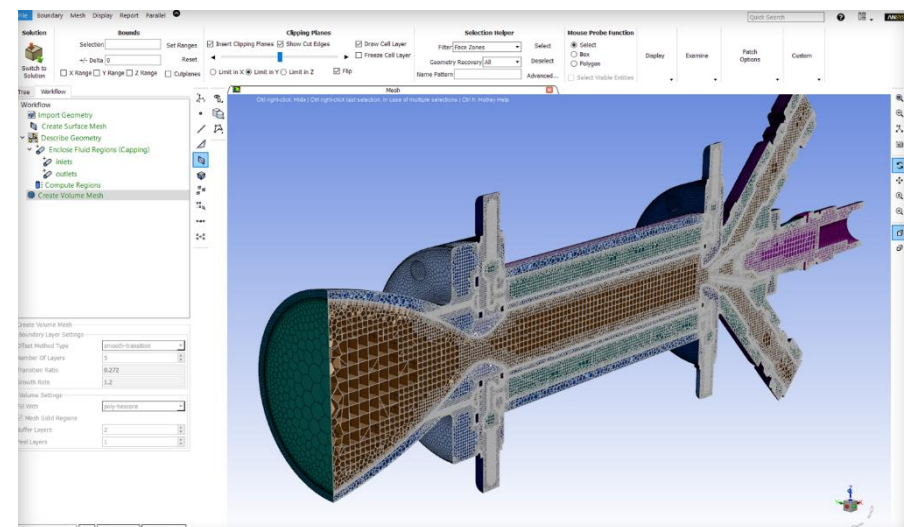
IDAJ CAE Solution Conference

面向不同程度复杂模型的CFD网格解决方案

IDAJ中国
技术部 陈桂杰

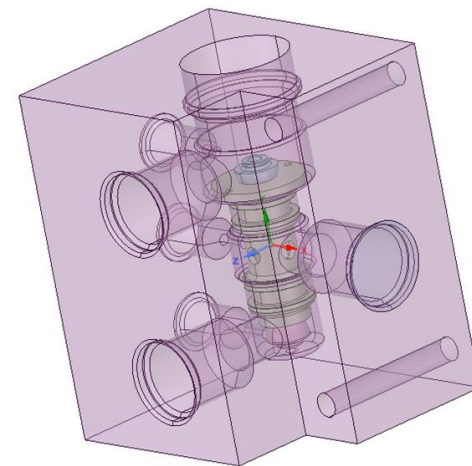
目录

- 全新的CFD网格流程介绍
- 密闭几何工作流程
 - 案例展示
- 容错网格工作流程
 - 案例展示
- 流程对比和总结



全新的CFD网格流程介绍

- **Fluent Meshing**最新版增加的功能，用于面向不同网格需求用户，提供**导航式**网格生成流程：
 - 面向部件级的内流和外流分析，客户的几何模型是可以提供原始CAD格式为最佳。比如，汽车零部件分析，EGR/进排气管路/SCR/空调管路等等
 - 面向复杂模型，如汽车整车级、飞机整机、成员舱、航空发动机燃烧室内等系统级模型，并且几何质量不好。
- 将当前的最佳实践/专业知识纳入新的工作流程范例
 - **Watertight Geometry Workflow** 密闭几何工作流程
 - **Fault Tolerant Meshing Workflow** 容错网格工作流程 (FTW)



Courtesy of Volvo Cars

单窗口工作流程-密闭几何

几何

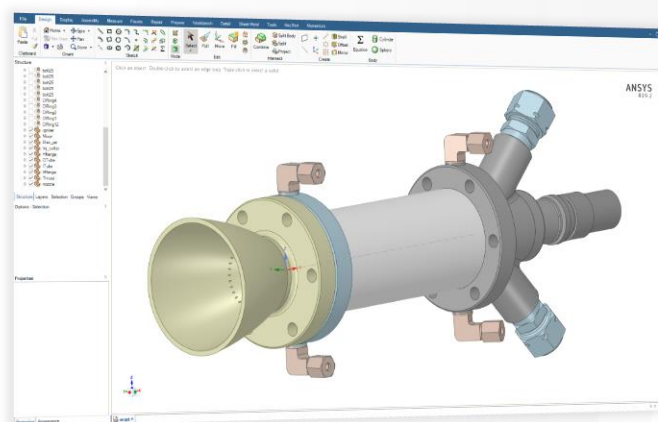
面网格

抽取流体域

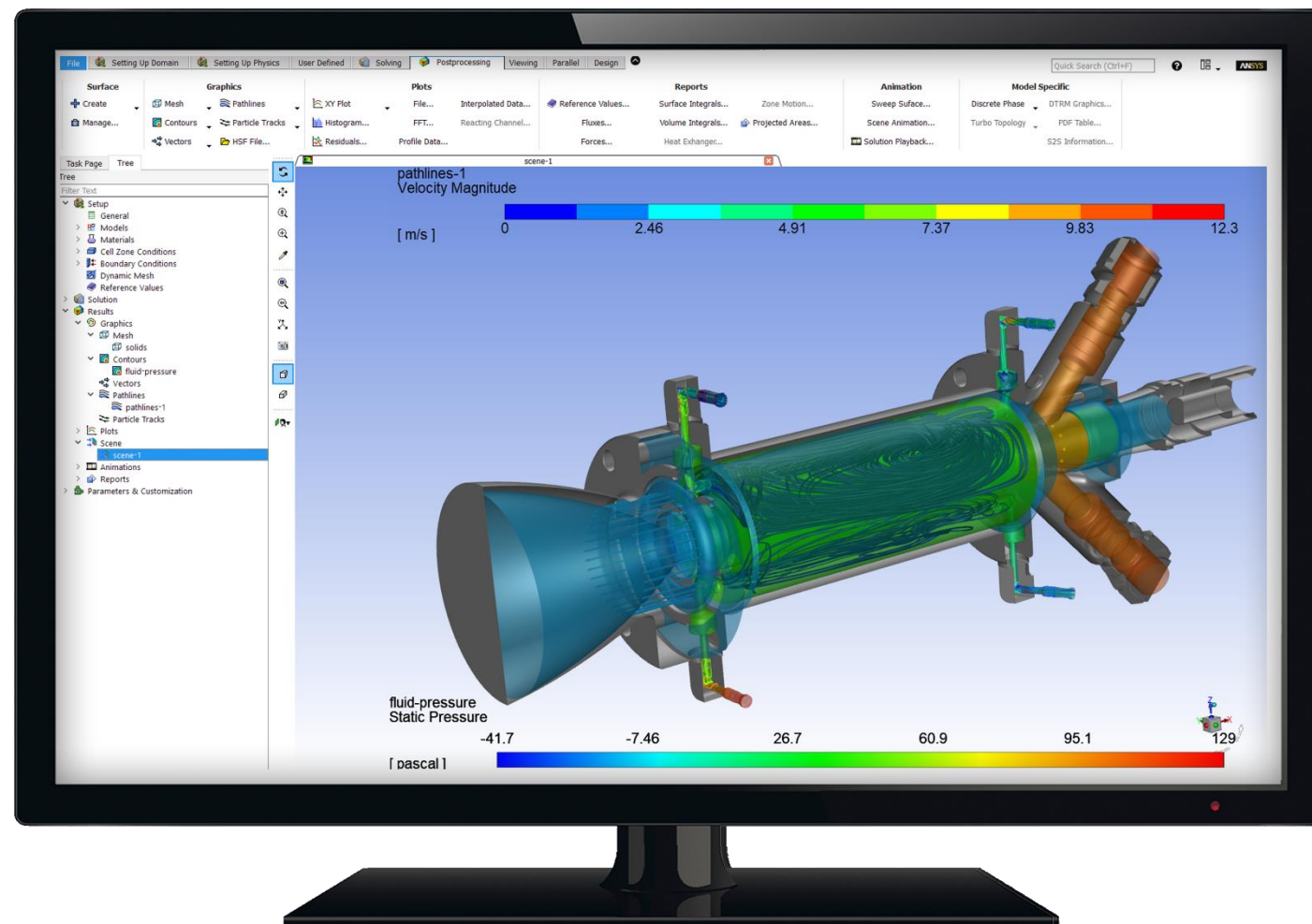
体网格

设置/求解

后处理



SpaceClaim前处理



单窗口工作流程-容错流程

几何部件管理

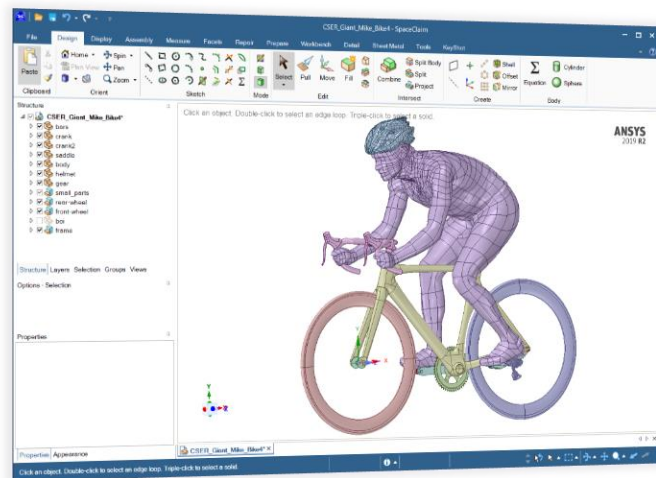
区域确认

网格控制

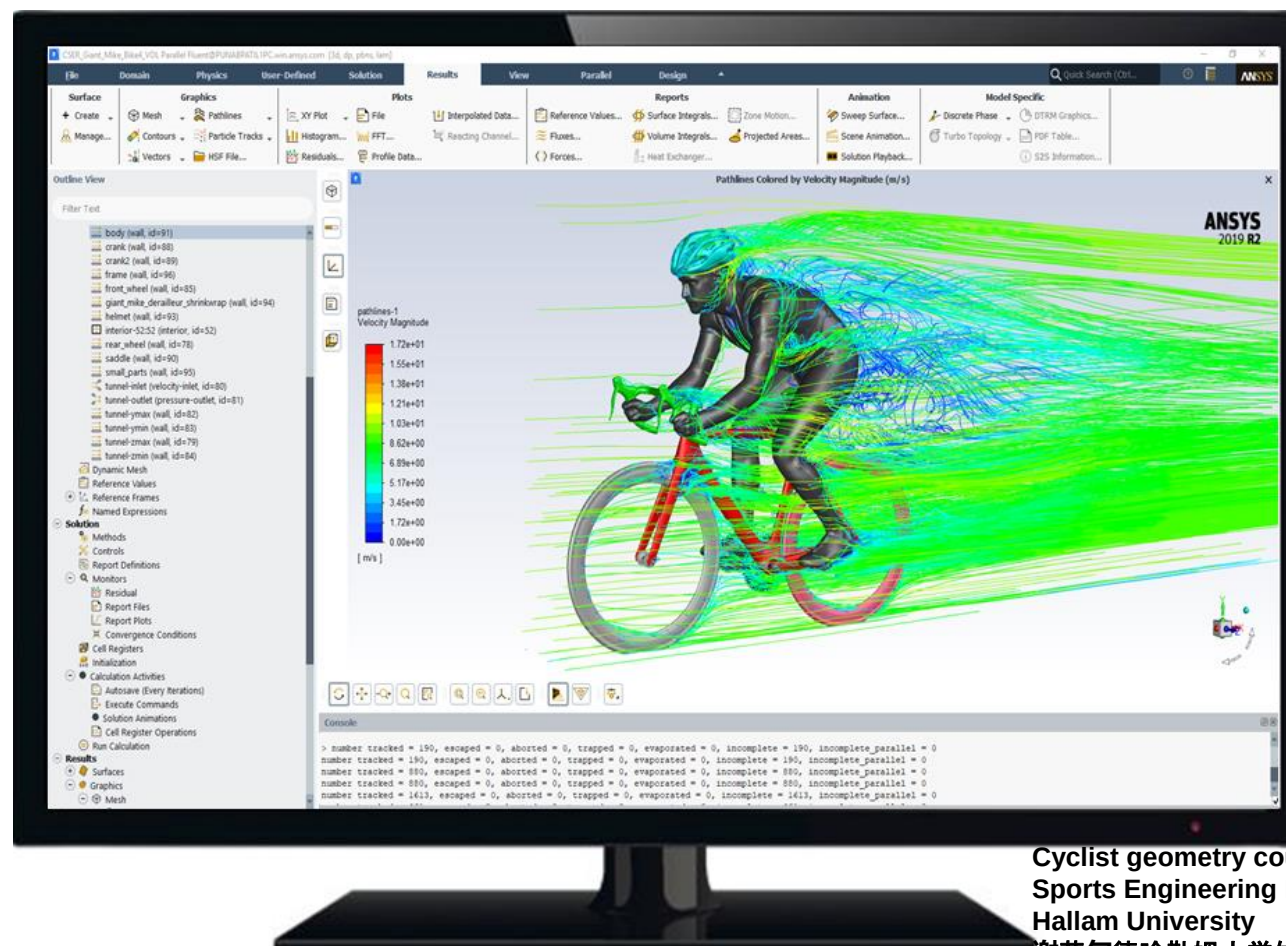
体网格

设定/求解

后处理



SpaceClaim

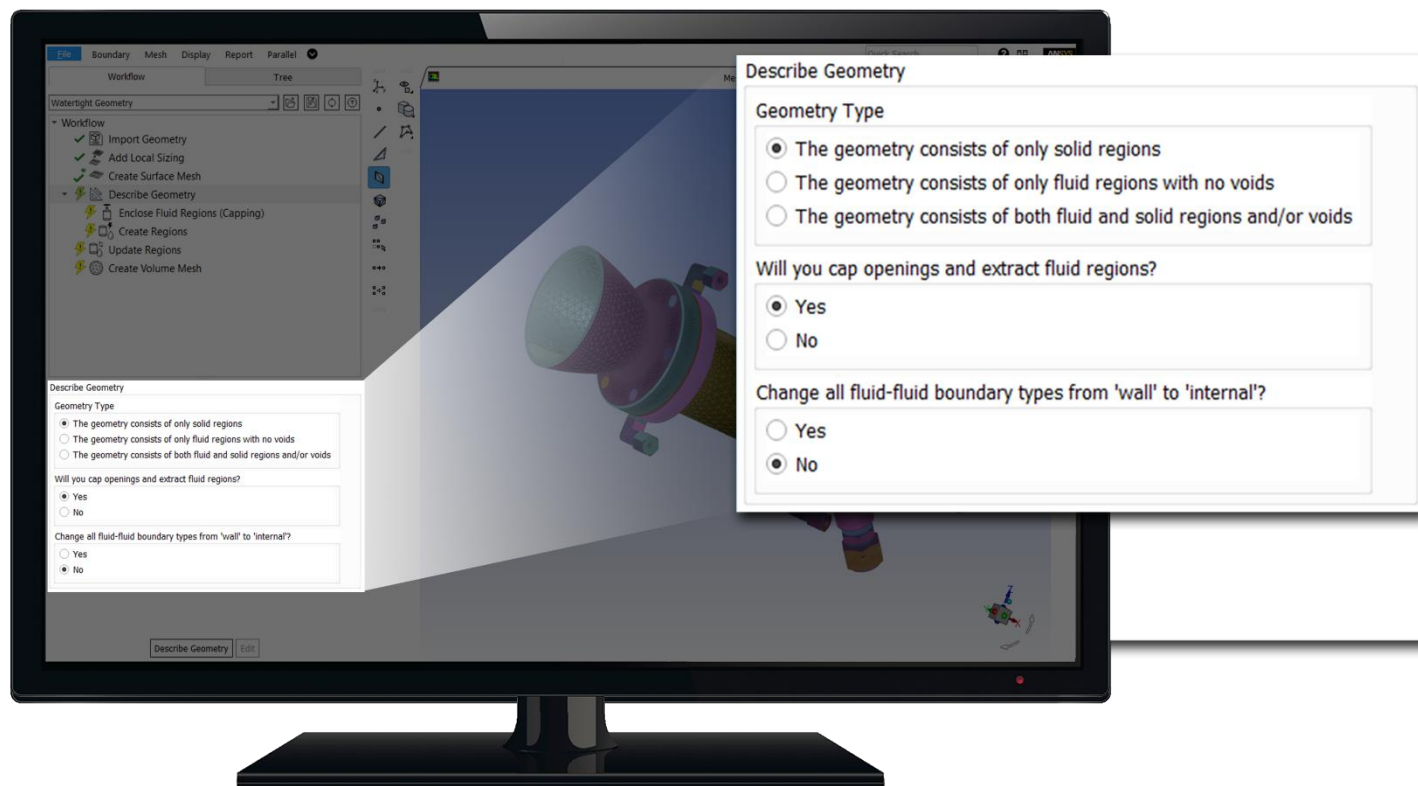


Cyclist geometry courtesy of Centre for Sports Engineering Research, Sheffield Hallam University
谢菲尔德哈勒姆大学体育工程研究中心授权的自行车几何

目录

- 全新的CFD网格流程介绍
- 密闭几何工作流程
 - 案例展示
- 容错网格工作流程
 - 案例展示
- 流程对比和总结

密闭几何工作流程



引导用户关注有意义的任务

将任务表示为简单的输入和选择
使用图形来显示状态和警告

最大限度地减少用户的人为干预，并在后台实现智能修正
通过修改任务列表创建自定义工作流程

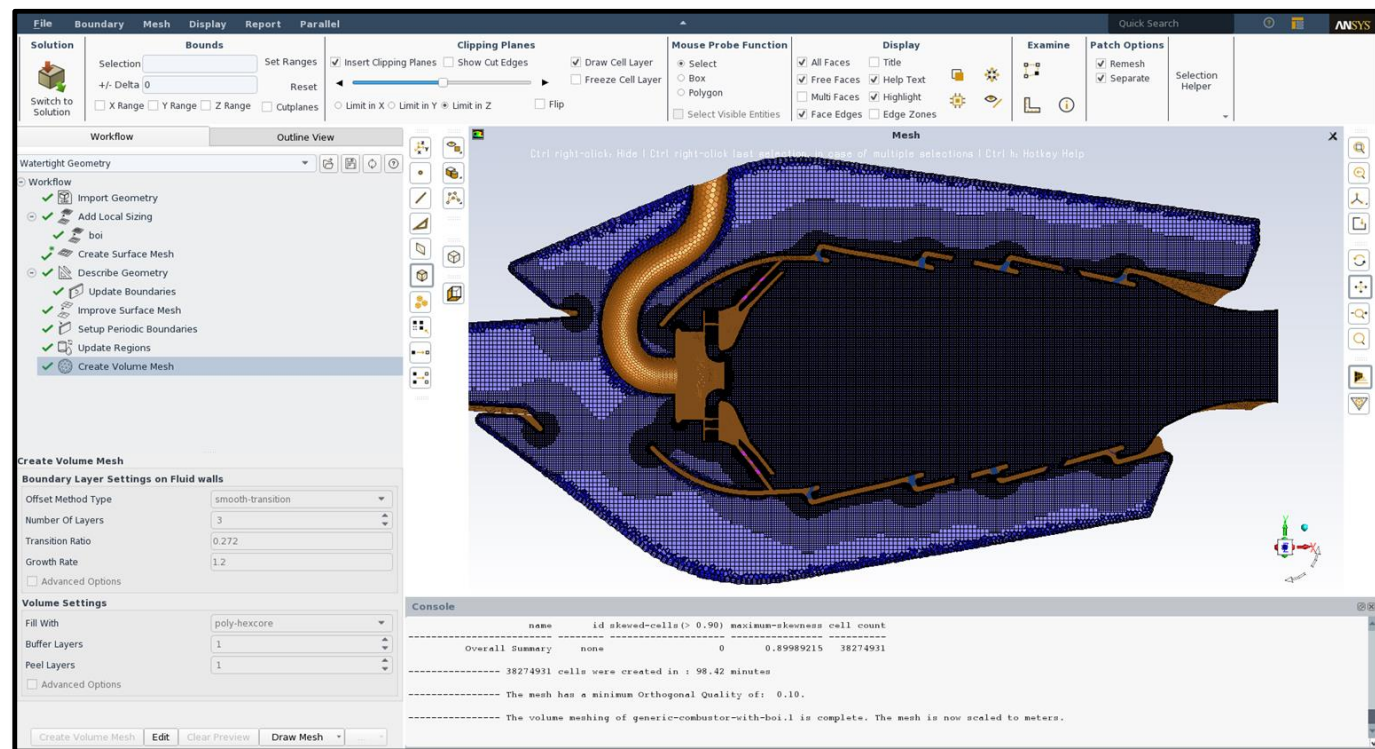
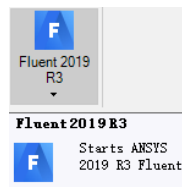
让操作更简单、更稳定、更健壮

对于watertight 几何的效果展示

- 速度提高70%
- 手动操作时间减少50%

密闭几何工作流程

- SpaceClaim中的Send to Fluent选项
- 局部尺寸
 - ✓ Face Size, Body Size, BOI, Curvature, Proximity
- 装配工作流程, 支持没有共享拓扑的模型
 - ✓ 在工作流程中执行共享拓扑
- Mosaic网格 (Poly-Hexcore)的并行选项
- 支持平移和旋转周期边界
- 文本帮助



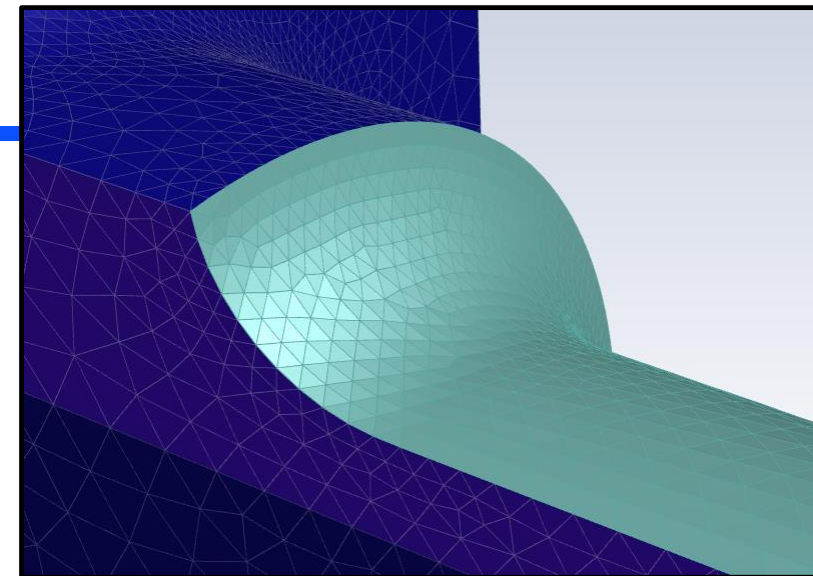
局部尺寸功能增强

■ 局部尺寸支持

- ✓ Body sizing (设定体上的最大值)
- ✓ Local Curvature (例如可以根据label来定义角度)
- ✓ Local Proximity (例如面-面的proximity尺寸可以通过label来定义)

■ 尽在需要的位置定义加密区

■ 多种尺寸定义可以重叠，最小尺寸起作用



Would you like to add local sizing?

Add Local Sizing 

Name	
Growth Rate	1.2
Size Control Type	Face Size Face Size Body Size Body Of Influence Curvature Proximity
Target Mesh Size	
Select By	
Face Zone Labels 	Filter Text

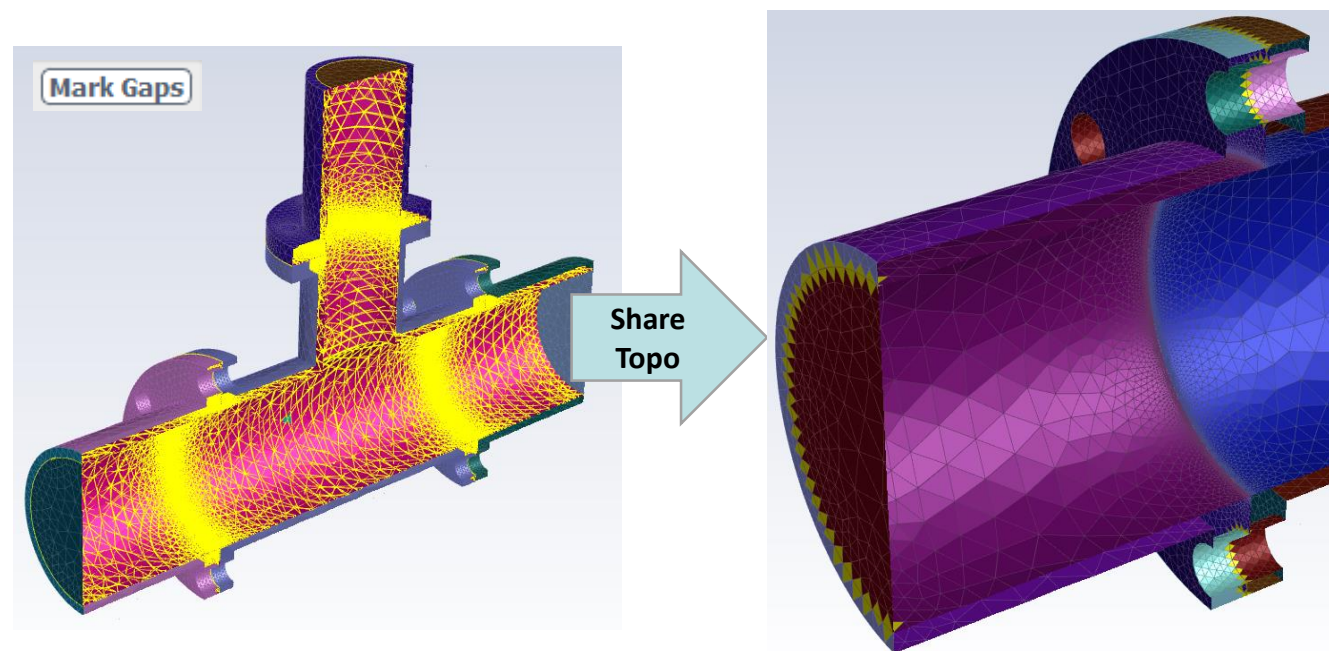
装配体工作流程— 基于网格的共享拓扑

- 密闭几何工作流程支持没有执行共享拓扑的多域几何
- 从各种来源导入多实体CAD
- 在网格层面执行共享拓扑
- 容差控制
- 推荐使用SCDM运行共享拓扑，如果不成功，再使用此功能

Do you need to apply Share Topology?

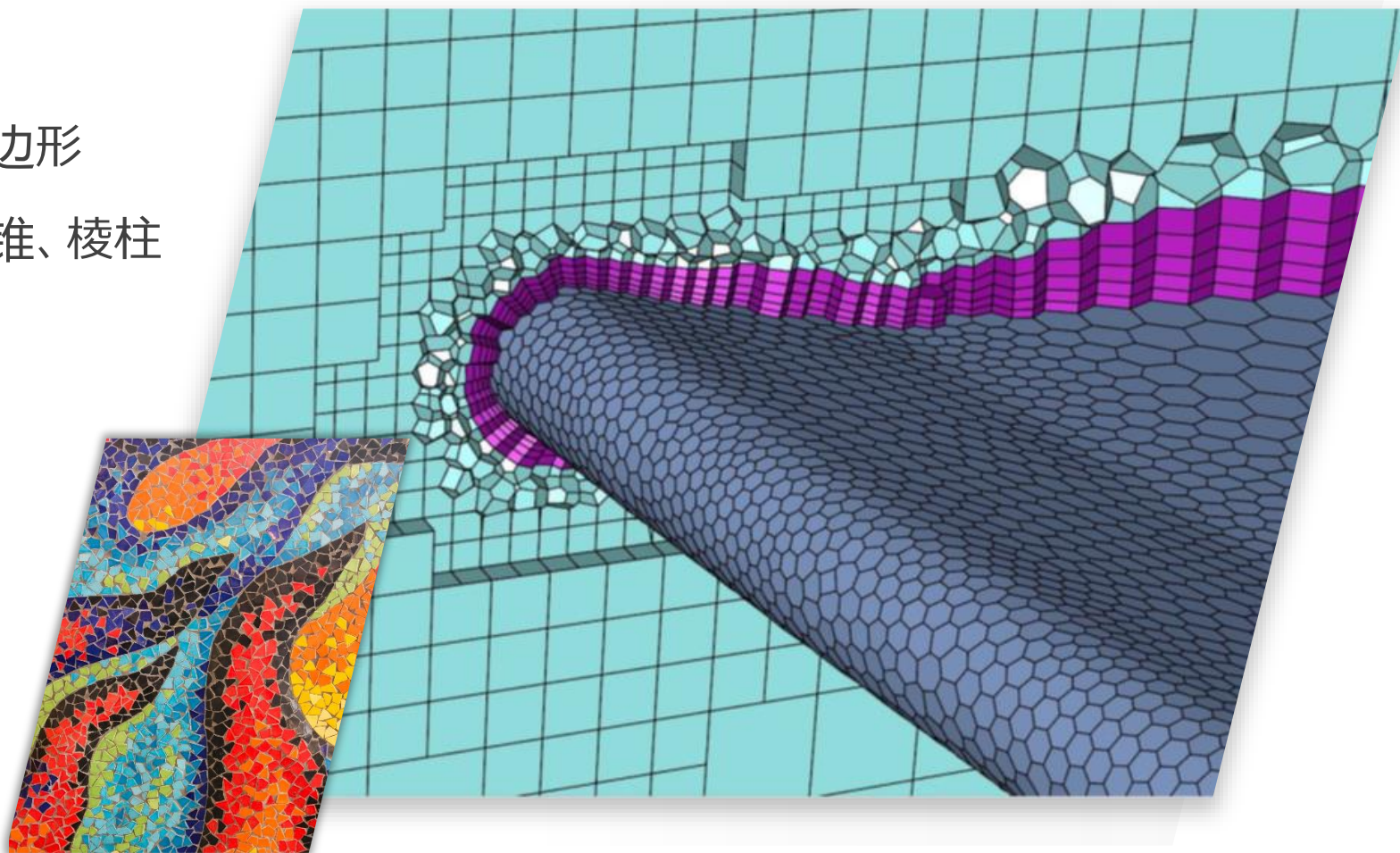
☒ Yes

☐ No



Mosaic™ 镶嵌技术采用多面体单元快速、准确的连接离散的网格

- 使用多面体连接所有单元类型
 - ✓ 面单元：三角形、四边形、多边形
 - ✓ 体单元：六面体、四面体、棱锥、棱柱
- 始终采用共形连接



具有镶嵌功能的Poly-Hexcore网格划分

■ 多棱柱体

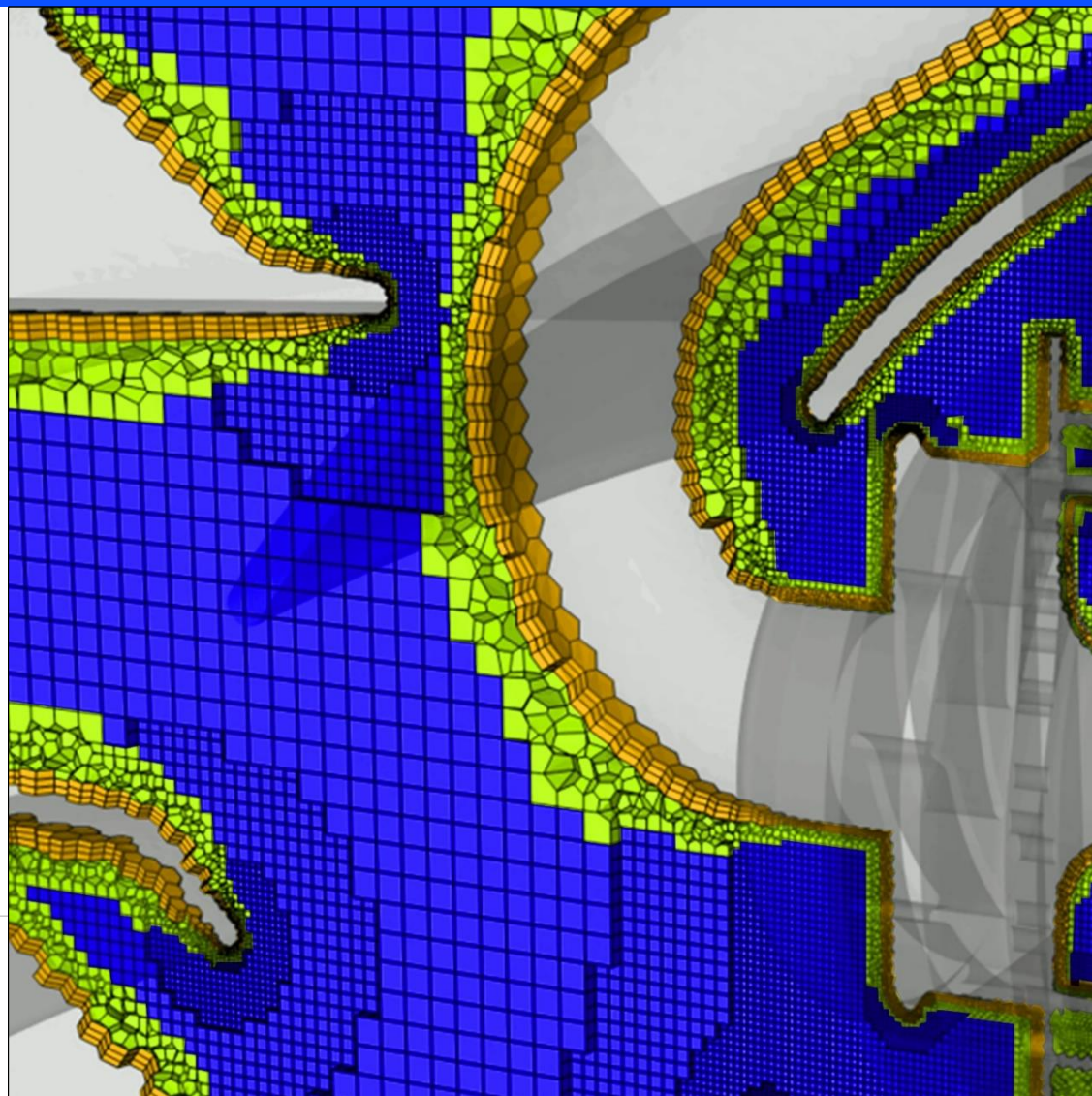
- ✓ 高质量
- ✓ 明显少于三棱柱体

■ Hexcore

- ✓ 高质量
- ✓ 求解时间快速

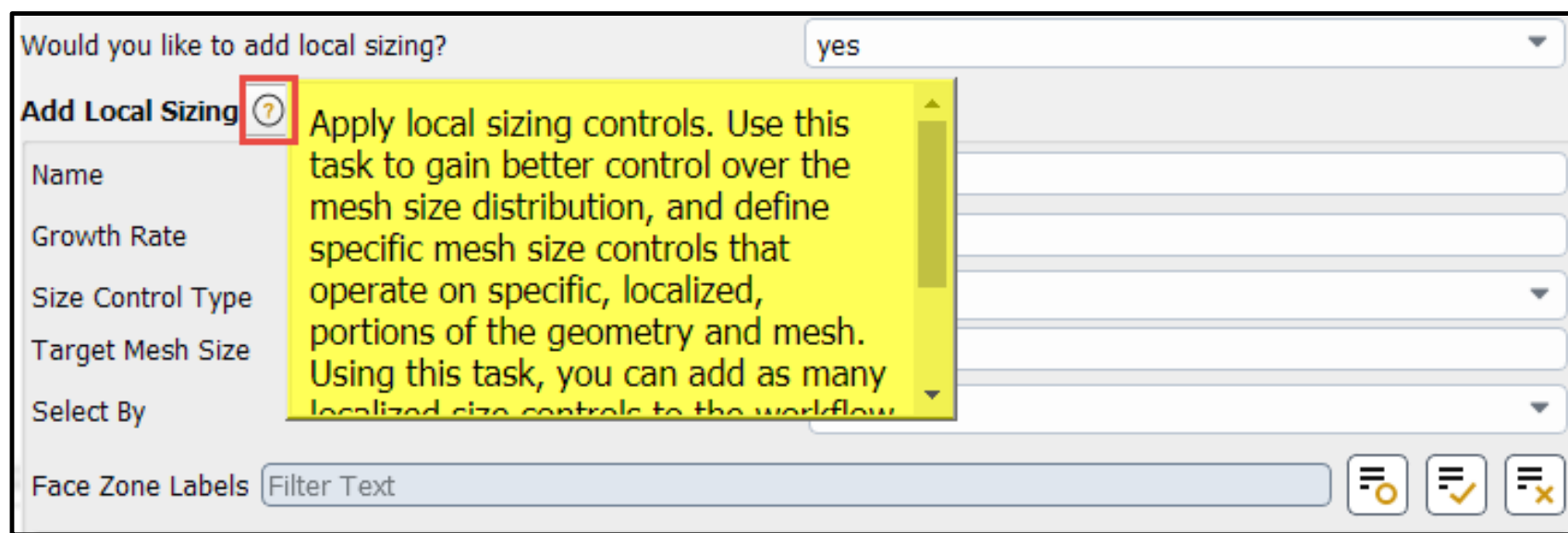
■ 新方法：镶嵌技术

- ✓ 共形连接棱柱与Hexcore



Field Level帮助

- 界面上新的 ? 按钮
- 单击以提供有关该功能的帮助
- 直接链接指向文档页面



Would you like to add local sizing? yes

Add Local Sizing ?

Apply local sizing controls. Use this task to gain better control over the mesh size distribution, and define specific mesh size controls that operate on specific, localized, portions of the geometry and mesh. Using this task, you can add as many localized size controls to the workflow.

Name

Growth Rate

Size Control Type

Target Mesh Size

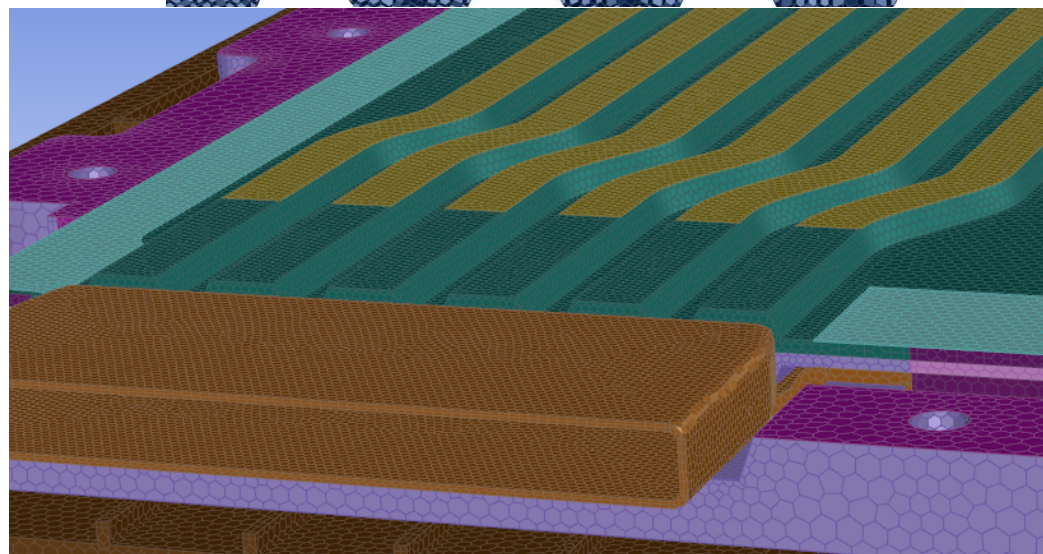
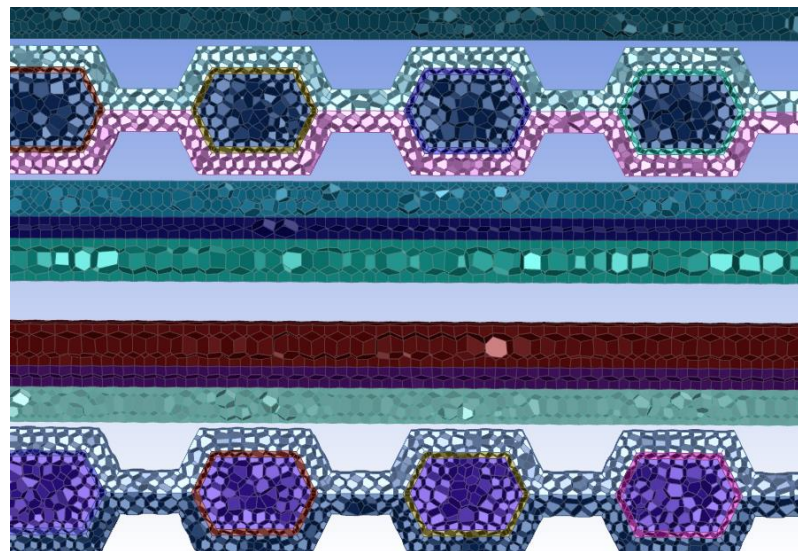
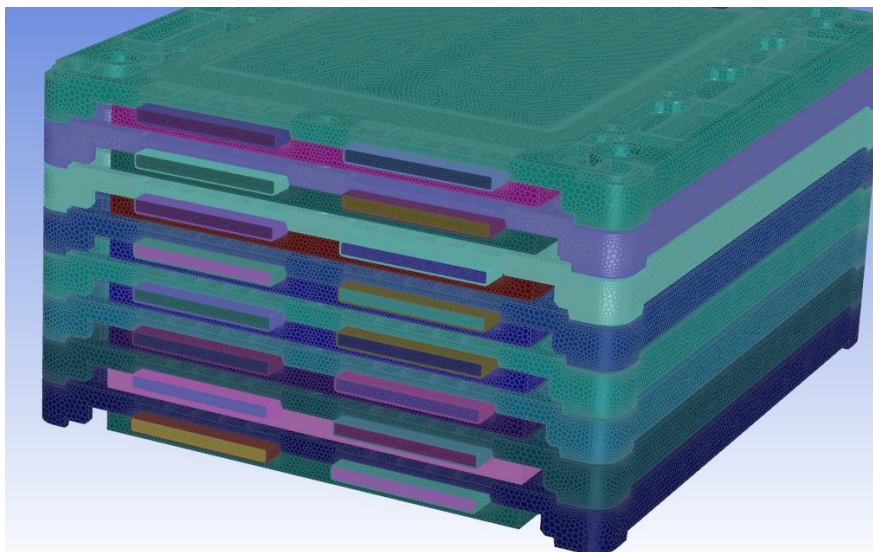
Select By

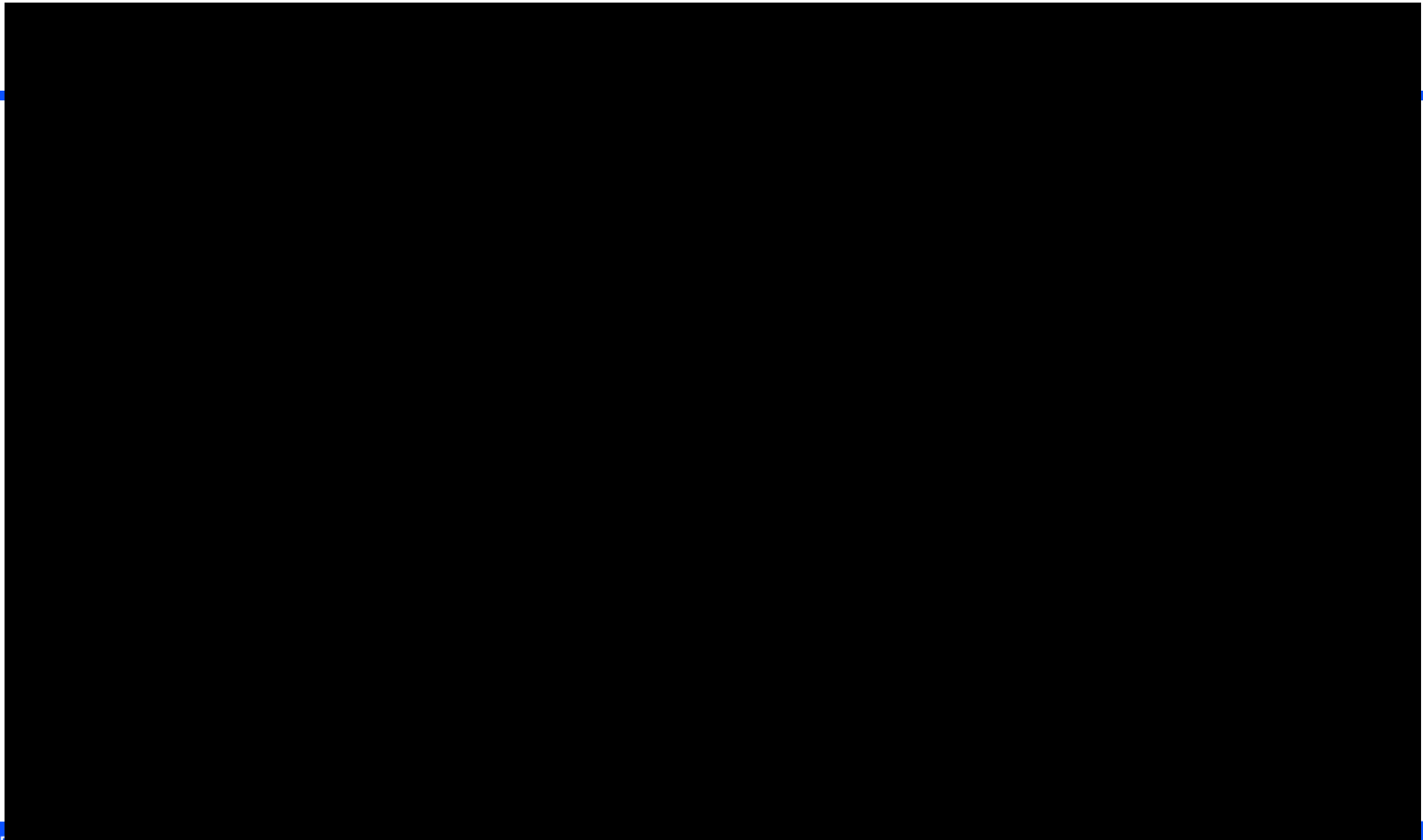
Face Zone Labels Filter Text

Icons: [List Icon], [Checkmark Icon], [Close Icon]

案例展示

■ 某电池模组网格

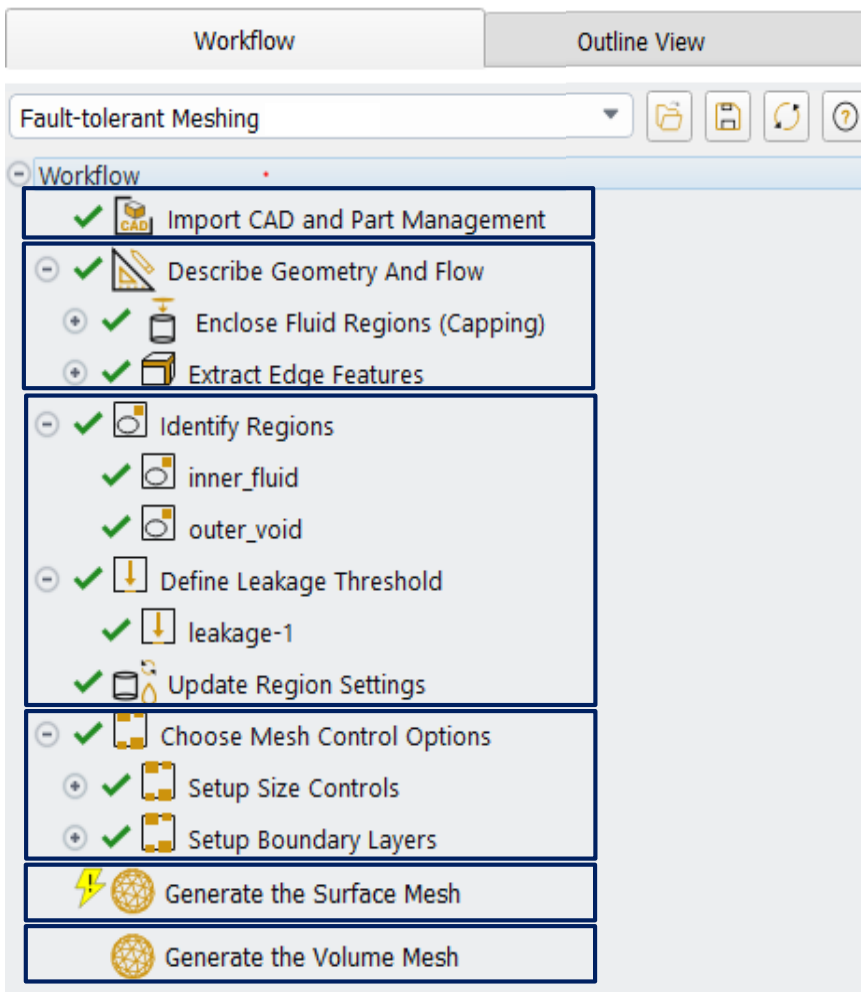




目录

- 全新的CFD网格流程介绍
- 密闭几何工作流程
 - 案例展示
- 容错网格工作流程
 - 案例展示
- 流程对比和总结

流程概述



输入几何文件(*.fmd, *.stl, 或其他);
选择相关几何, 部件归类到mesh object中, ...



内流&外流, 创建外流大空间, 封闭流体域入口和出口, 提取外形特征, ...



创建材料点确定流体区域或无效区域(如果有需要),
定义漏洞临界值, 定义区域的体填充方法



提供全局和局部尺寸控制来定义网格分辨率;
在指定区域提供边界层偏移方法和层数



创建包面网格和质量提升



创建所有区域的体网格和质量提升

即使是“dirtiest”几何图形，容错流程也能划分网格

■ 显著加速

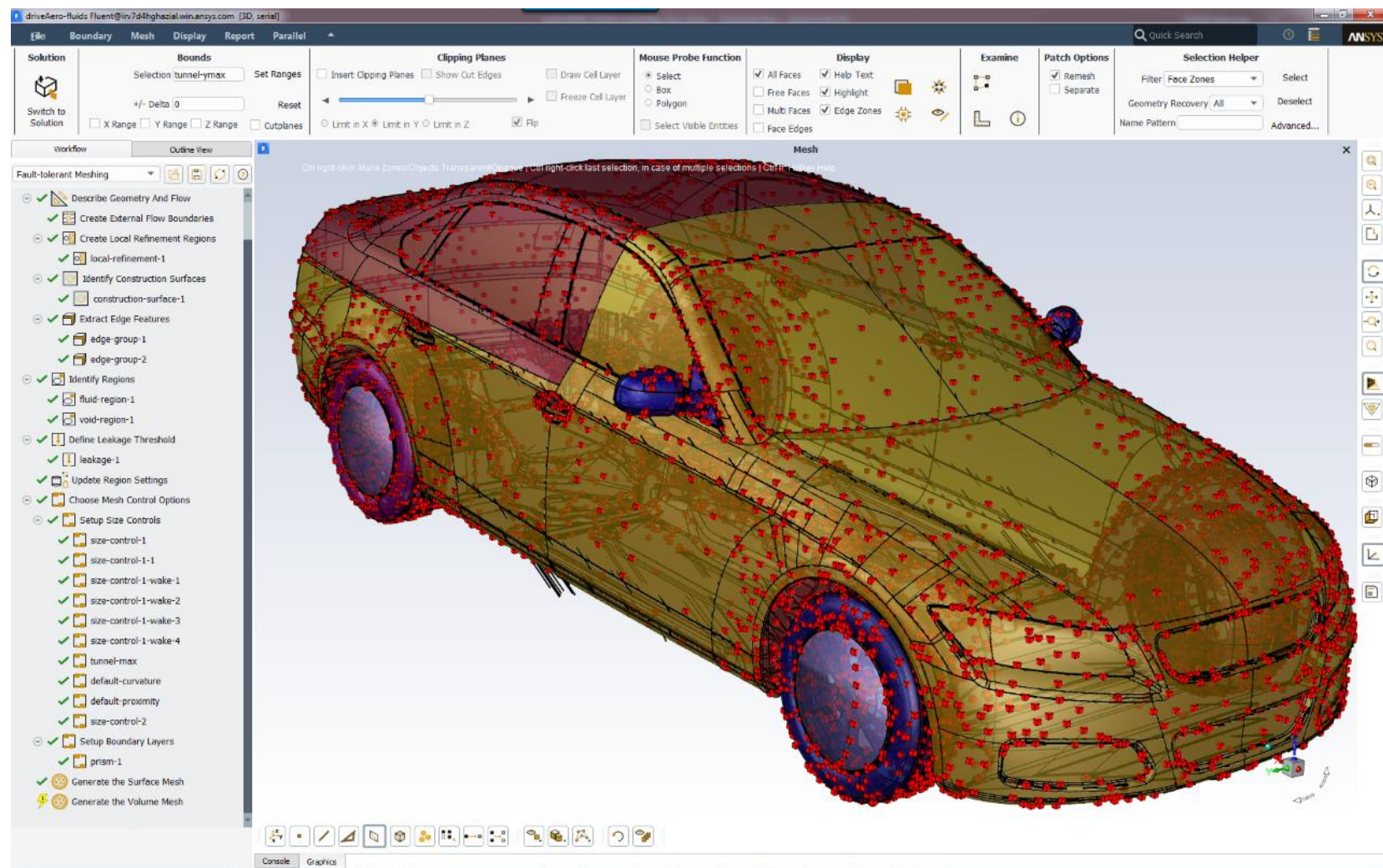
- 2X倍速度

■ 包面 (Wrapper) 密封漏洞和缺口

■ 易于学习基于任务的工作流程

- 无需编写脚本、手动编辑或弹出窗口

■ 拖放部件管理



Car model courtesy of Technical University of Munich
汽车模型由慕尼黑工业大学提供

容错网格流程

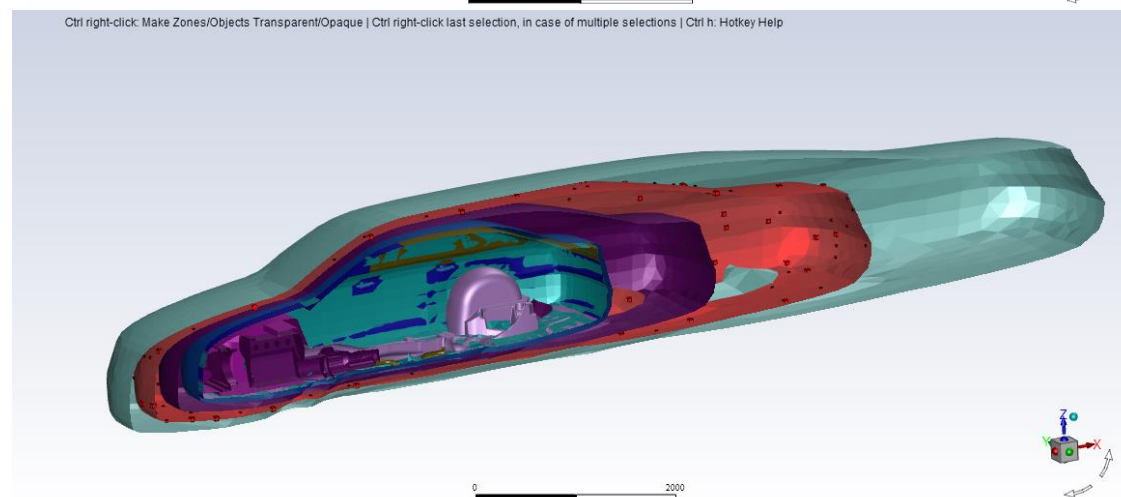
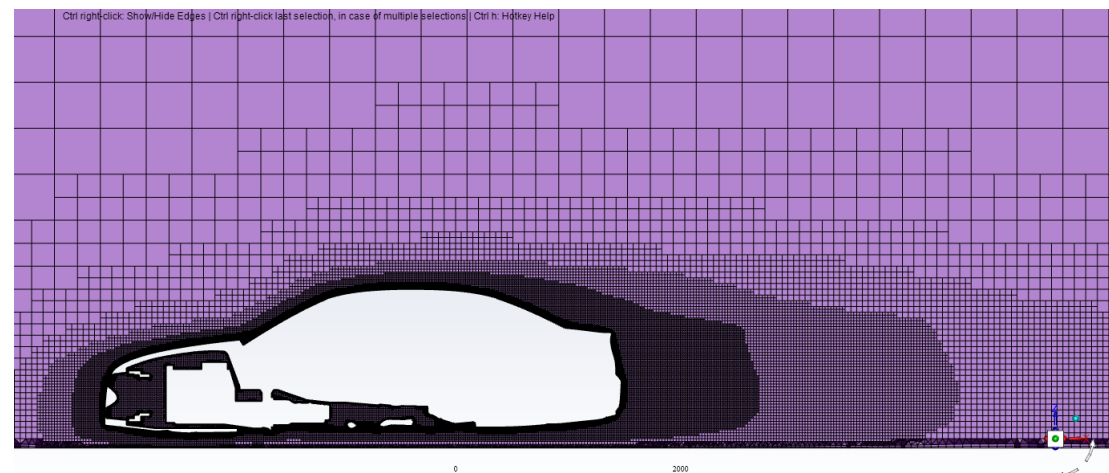
■ 解决一些最重要和最复杂的仿真工作流程

程

- 发动机舱前端冷却
- 整车外气动
- 整车热管理

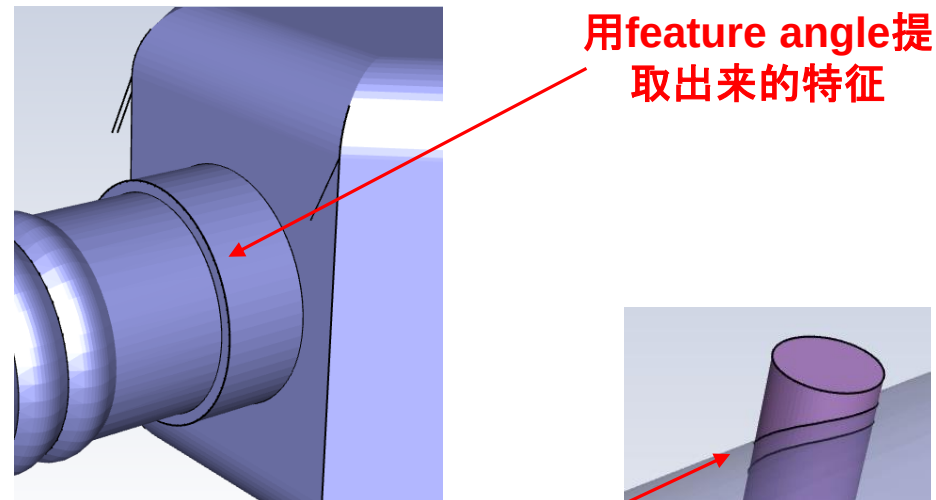
■ 支持

- 未封闭重叠的CAD输入
- 部件管理
- 创建外部计算域
- 特征线提取/加密源
- 创建多孔介质域(例如自动HX)
- 多域例如旋转部件
- 漏洞修复工作流程
- 自动的偏移和尾流加密
- 更多...

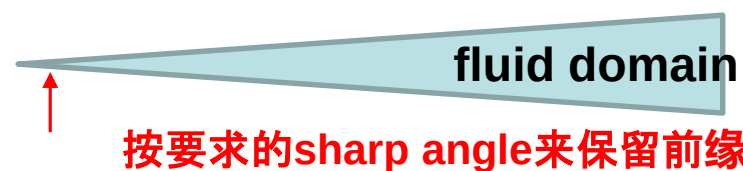
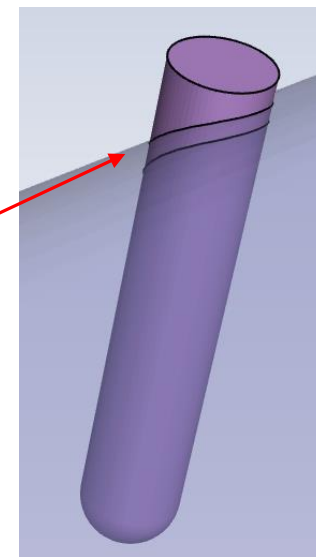


特征线提取

- 特征线提取用于捕捉输入几何边界的详细特征。
 - 控制需要捕捉的特征数量
 - 捕捉尖锐边，前缘等至关重要
- 特征线提取方法
 - Feature Angle特征角度 – 相邻几何面之间的角度。默认值为40度。更小的角度可保留更多特征。
 - Intersection loops交叉循环 – 保留不同实体之间的尖锐交叉边。
 - 尖锐角Sharp angle – 为凹形流体域保留清理前缘。



用intersection loops
提取出来的特征

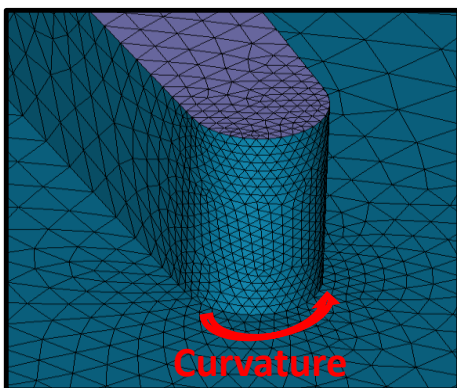


尺寸函数定义

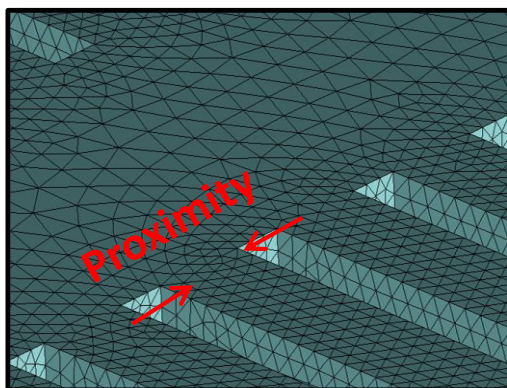
- 容错流程中尺寸函数定义在线，面或者对象(object)上。
- 尺寸函数生成一个Size field，由一个体积增长率控制。
- 如果相同的几何输入具有多个尺寸函数定义，则它将考虑较小的尺寸。

可选择的类型：

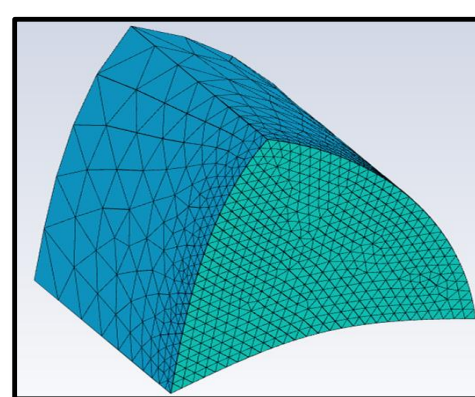
Curvature Sizing



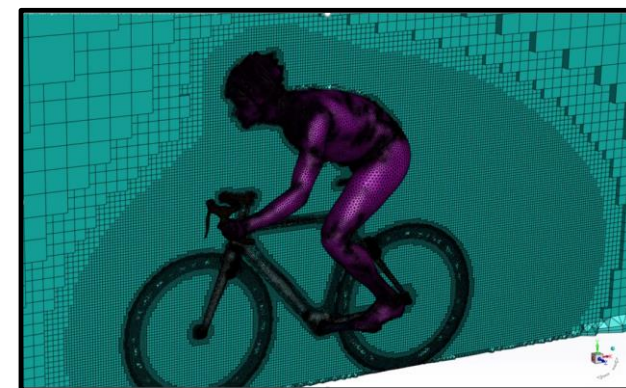
Proximity Sizing



Soft Sizing



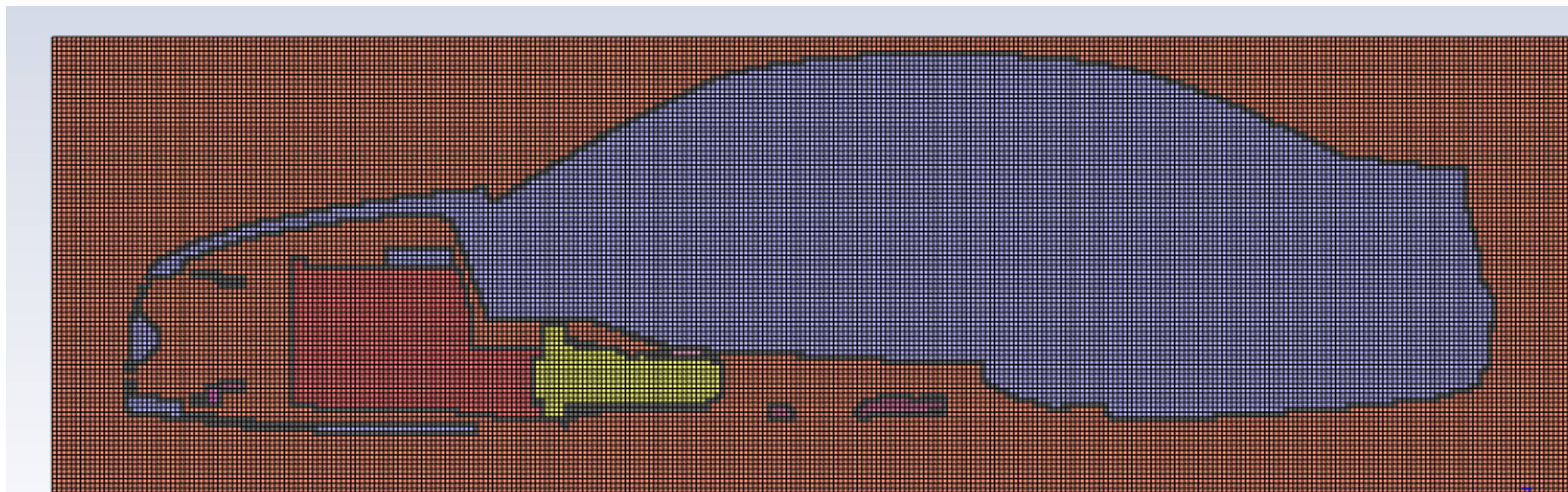
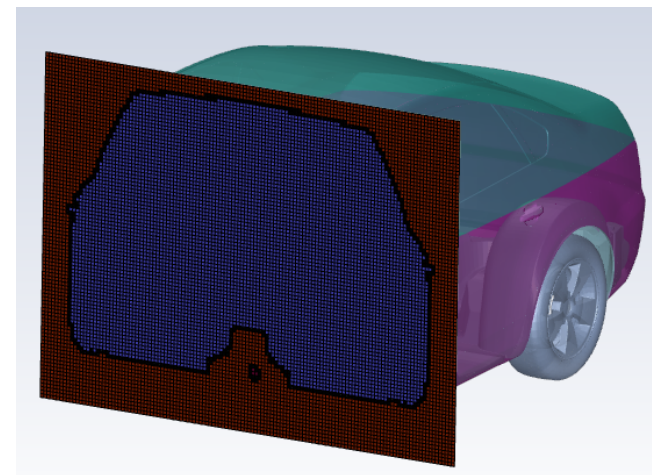
Body of Influence (BOI)



除BOI以外，所有上述尺寸的输入都可用于Face zone和Edge zones，只有boi只能face zone和体网格。

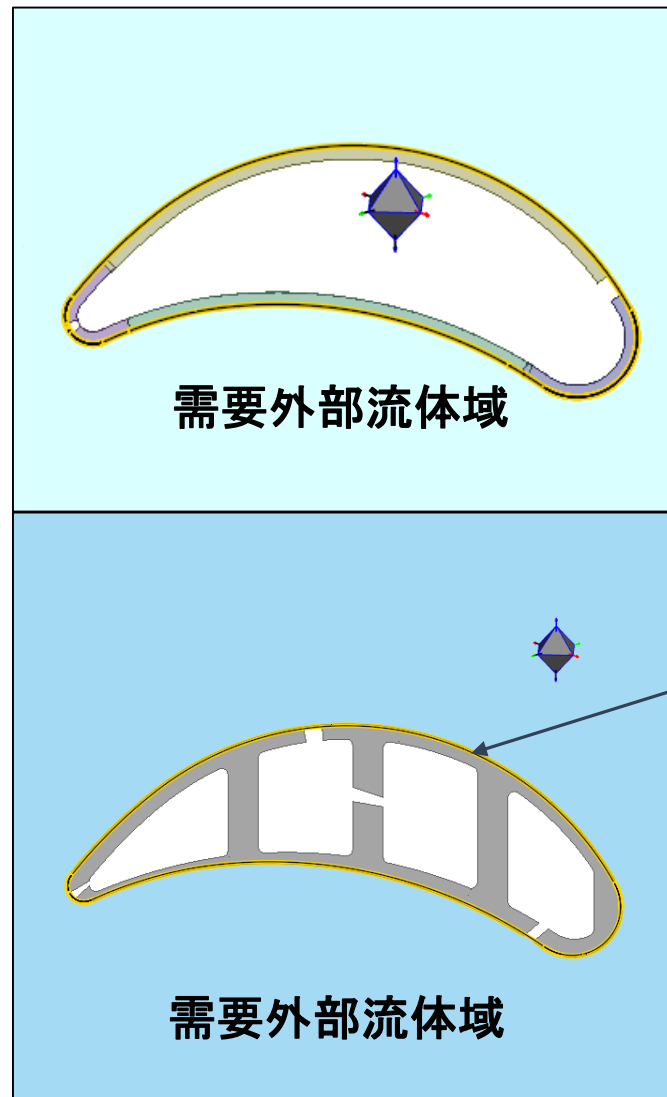
检测漏洞功能

- 查看是否有泄露
 - 不同颜色表示不连通区域



自动漏洞封堵

- 包面会自动封闭小于局部网格尺寸的漏洞。
- 为了封闭大于局部网格尺寸的漏洞，需要自动漏洞封闭leakage patching
- 漏洞封闭受Maximum Leakage Size控制
- 有两个自动漏洞封闭方法可选择
 - 空域(Void region) – 没有小于**Maximum Leakage Size**的流体通道会泄露到给定的空域
 - Dirty Object – 没有流体会通过小于**Maximum Leakage Size**的泄露尺寸流入到object内

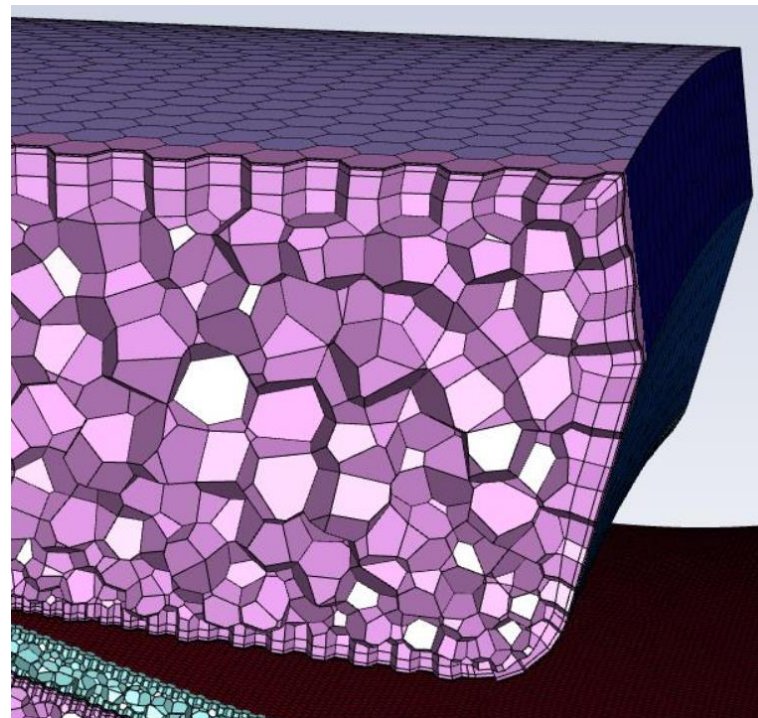


- 空域是有不同的object围成
- 提供材料点和空域会封闭泄露

- 多个空域在一个object内
- 定义这样一个object叫做dirty object，将会只提取湿表面和阻止泄露到object内部。

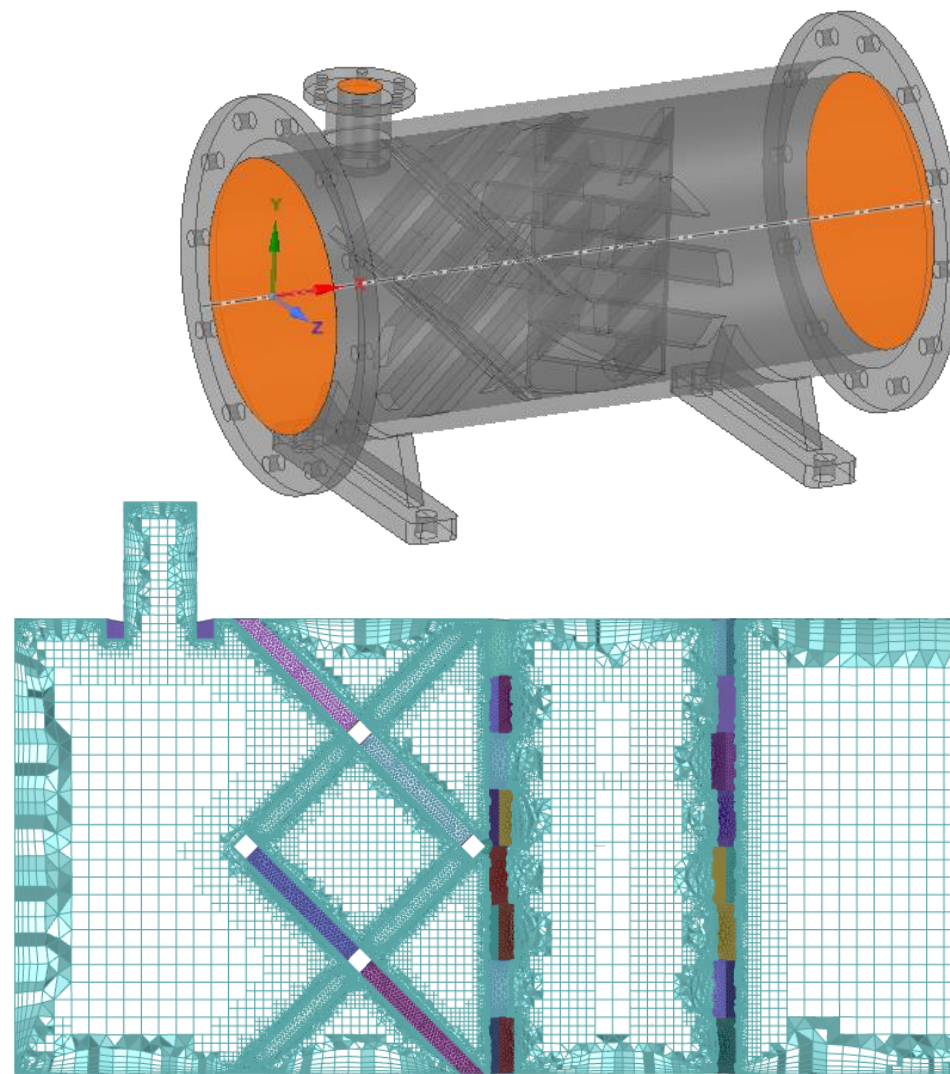
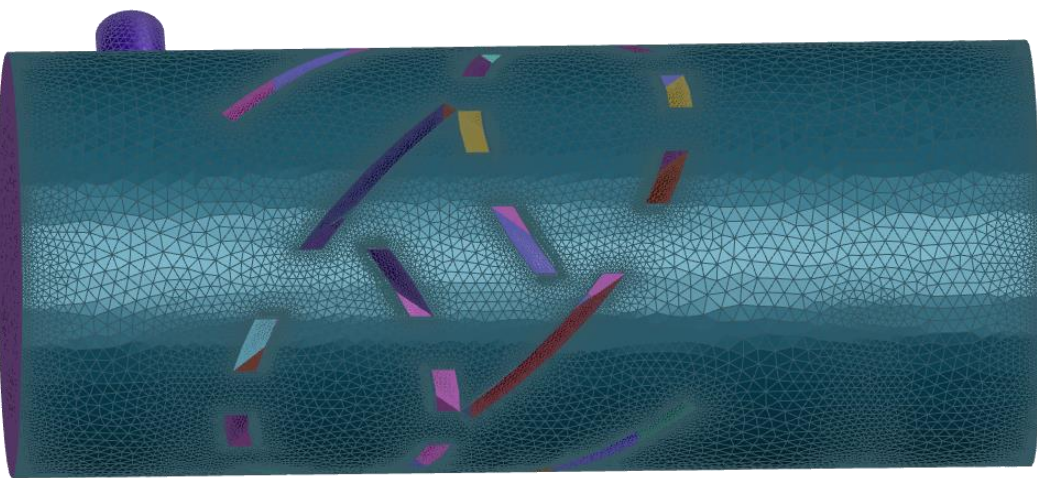
边界层

- 边界层捕获热边界并确保薄流体区域的体网格分辨率
- 默认情况下，FTM在选定流体区域内的所有面上生成边界层。
- 提供三种边界层偏移方法：
 - *aspect ratio, last ratio, uniform*
- 通过层压缩和表面网格的改进来确保棱镜单元的质量。
- 对于期望的Y+值，我们可以在Solver中使用各向异性的边界层自适应来捕获粘性边界层。



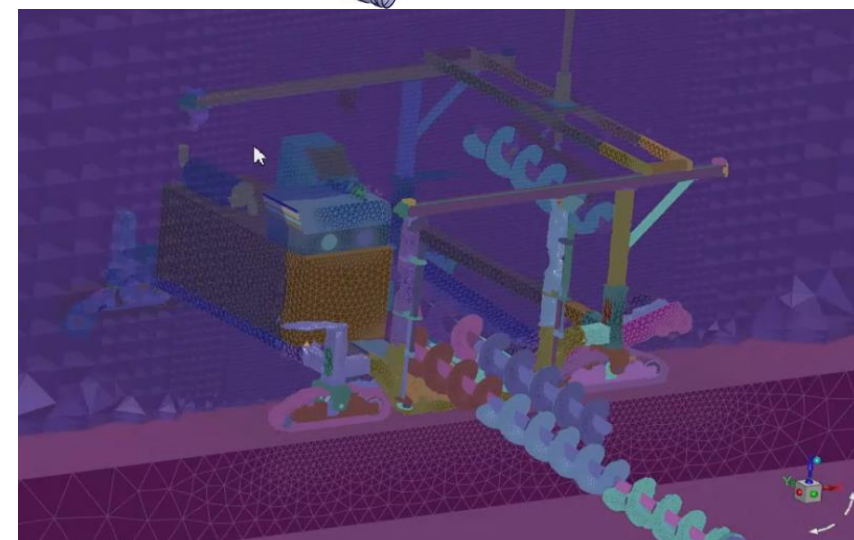
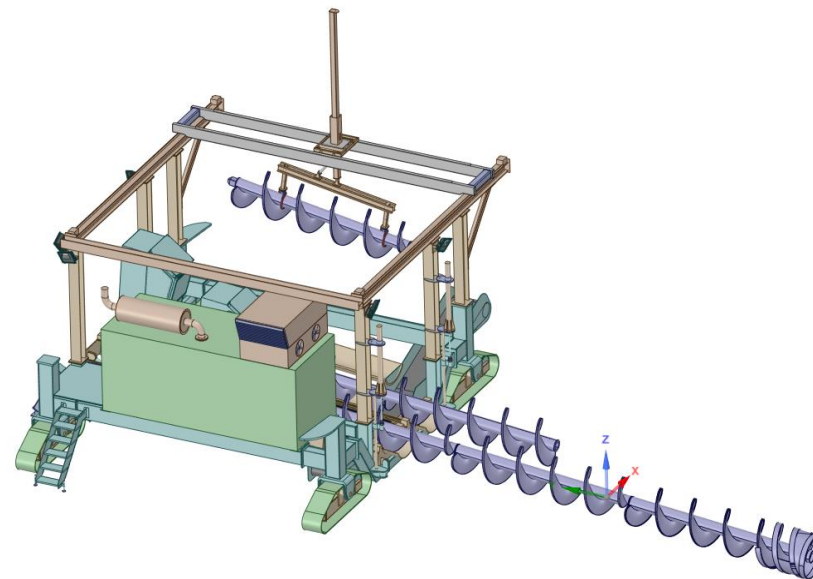
测试案例 – Static Mixer

- 应用领域
 - 通用内流
- 问题描述
 - 中等复杂几何
- 网格数量和单元类型
 - 1个流体单元域; 5层边界层+ HexCore; 2M



测试案例 – Auger

- 应用领域
 - 通用 – 外流
- 问题描述
 - 带有小特征的复杂几何
 - 共795个体
- 网格类型和单元数量
 - 1个流体单元域; 1 层边界层+ Hexcore; 18.2M
- 评论
 - 小特征被很好的捕捉



测试案例 – Eiffel Tower

■ 应用领域

- 通用 – 外流

■ 问题描述

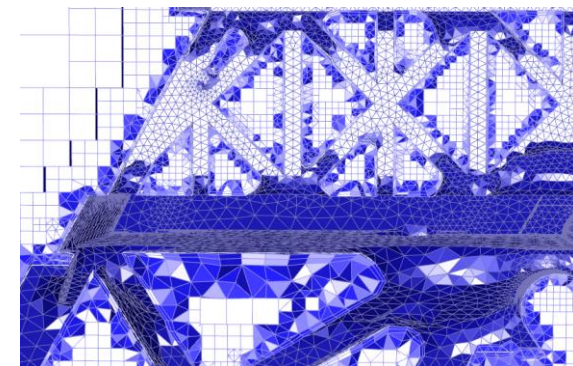
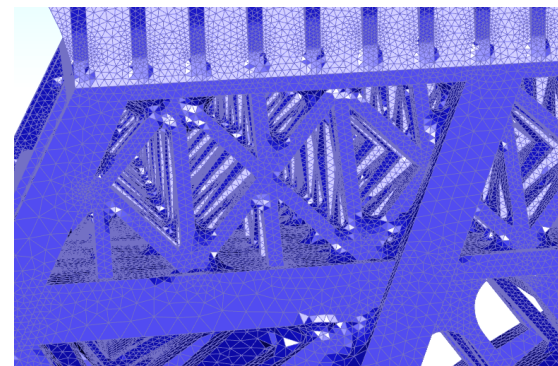
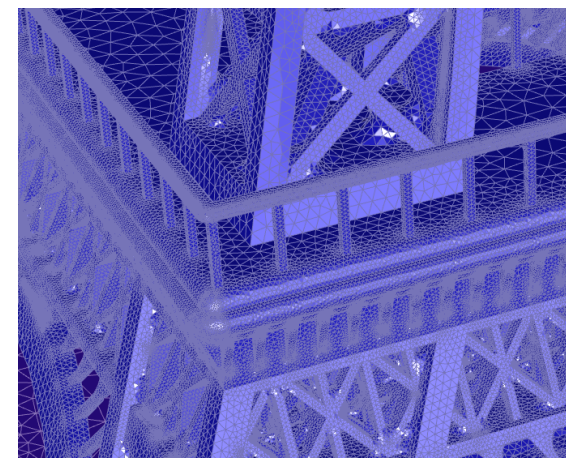
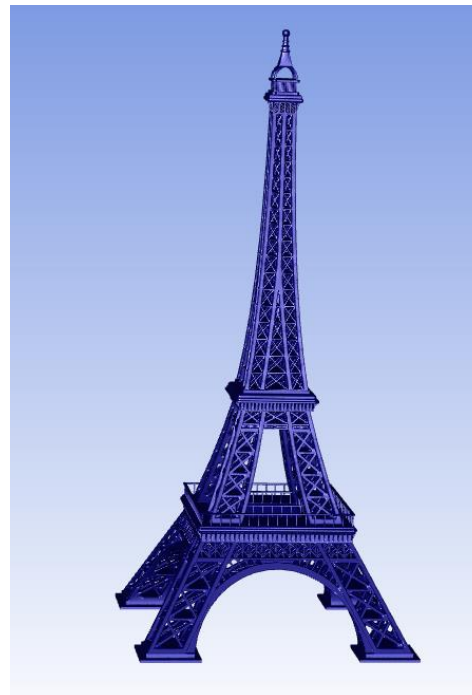
- 带有小特征的复杂几何和尖锐角
- 从Stl文件开始

■ 网格类型和单元数量

- 1个流体单元域; 2 层边界层+ Hexcore; 27M (1h30)

■ 评论

- 您想要/需要的细节程度可以通过调整最小尺寸来设置
- 网格质量好



回顾-自动化网格流程（脚本-2019版之前）

自动化网格流程

■ 自动化流程

导入初始表面 (skd优先)
Import geometry

定义/修改对象
Define/Modify Objects

定义/修改特征线
Define/Modify Features

定义材料点
Define Material Points

定义尺寸函数
Define size function

编辑用户输入脚本
Edit User Input

运行脚本
Run Script

external

engine

hx

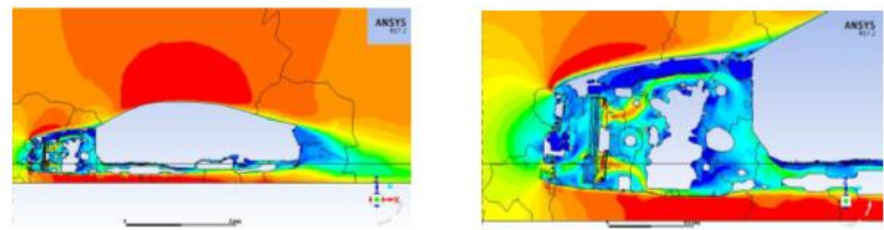
pipe

grill

rest

自动化网格流程 Automated mesh process

■ 实际车型案例展示
The actual case show



速度截面云图

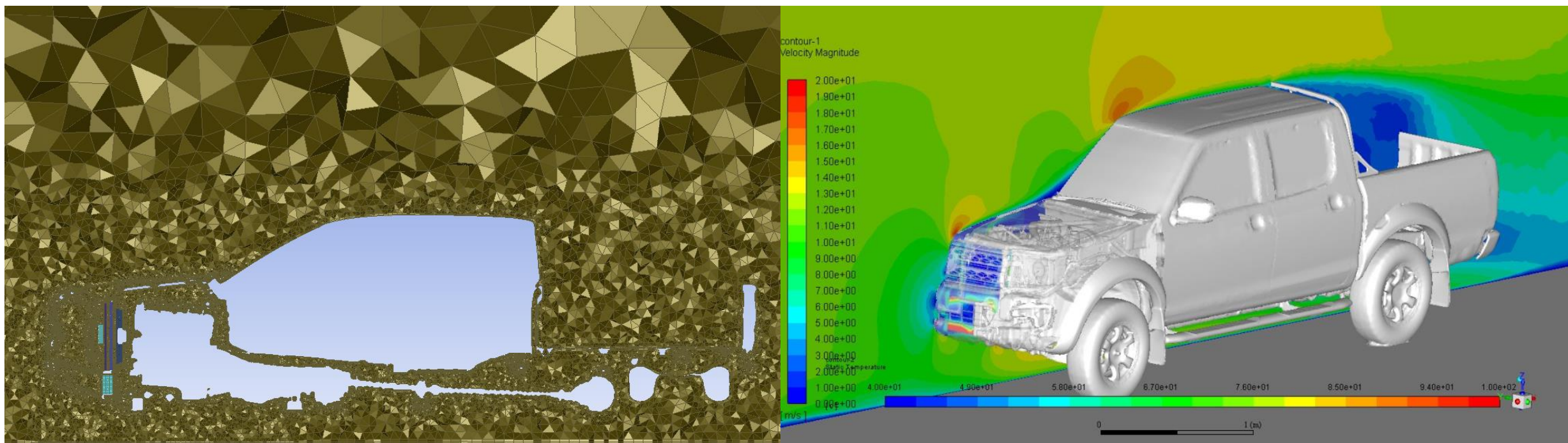
自动化网格流程 Automated mesh process

■ 实际车型案例展示
The actual case show

- 体网格数量
volume mesh number
✓ 6000万
- 网格前处理时间
preprocess time for mesh
 - ✓ 1周: 从初始几何到调试出可进行计算的体网格
1 week: from initial geometry to volume mesh for calculation
 - ✓ 1~2天: 已有最佳实践
1~2 days: best practice has been done

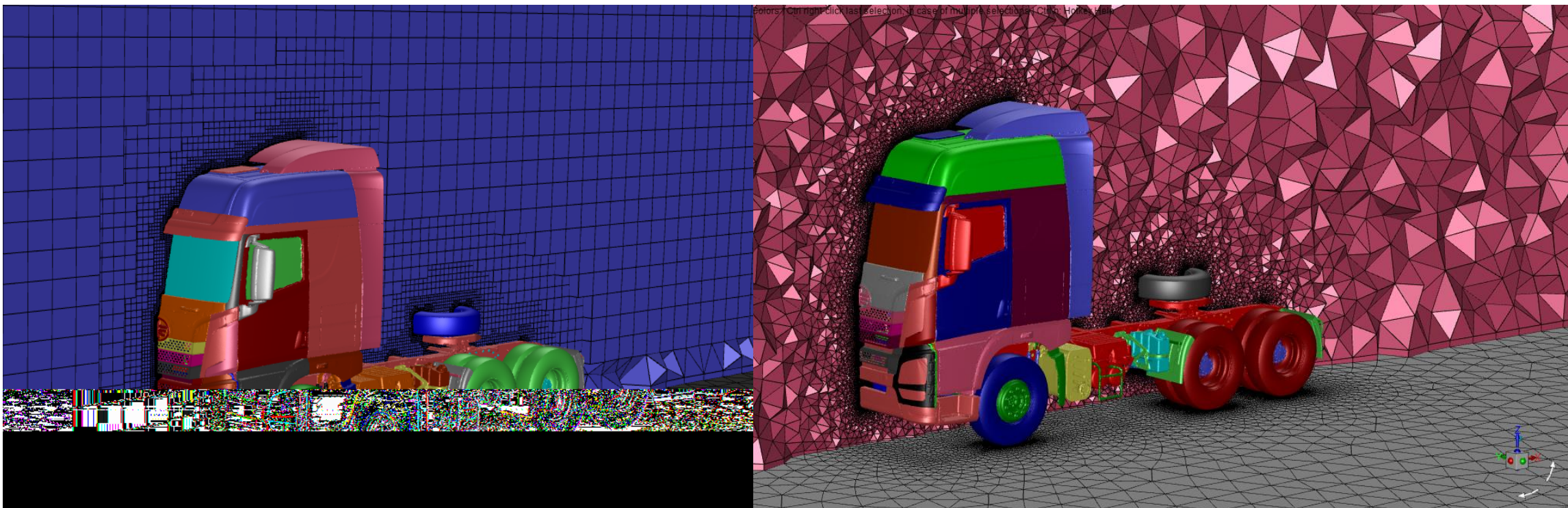
引自2017年汽车工程学会空气动力学分会学术年会-吉利汽车

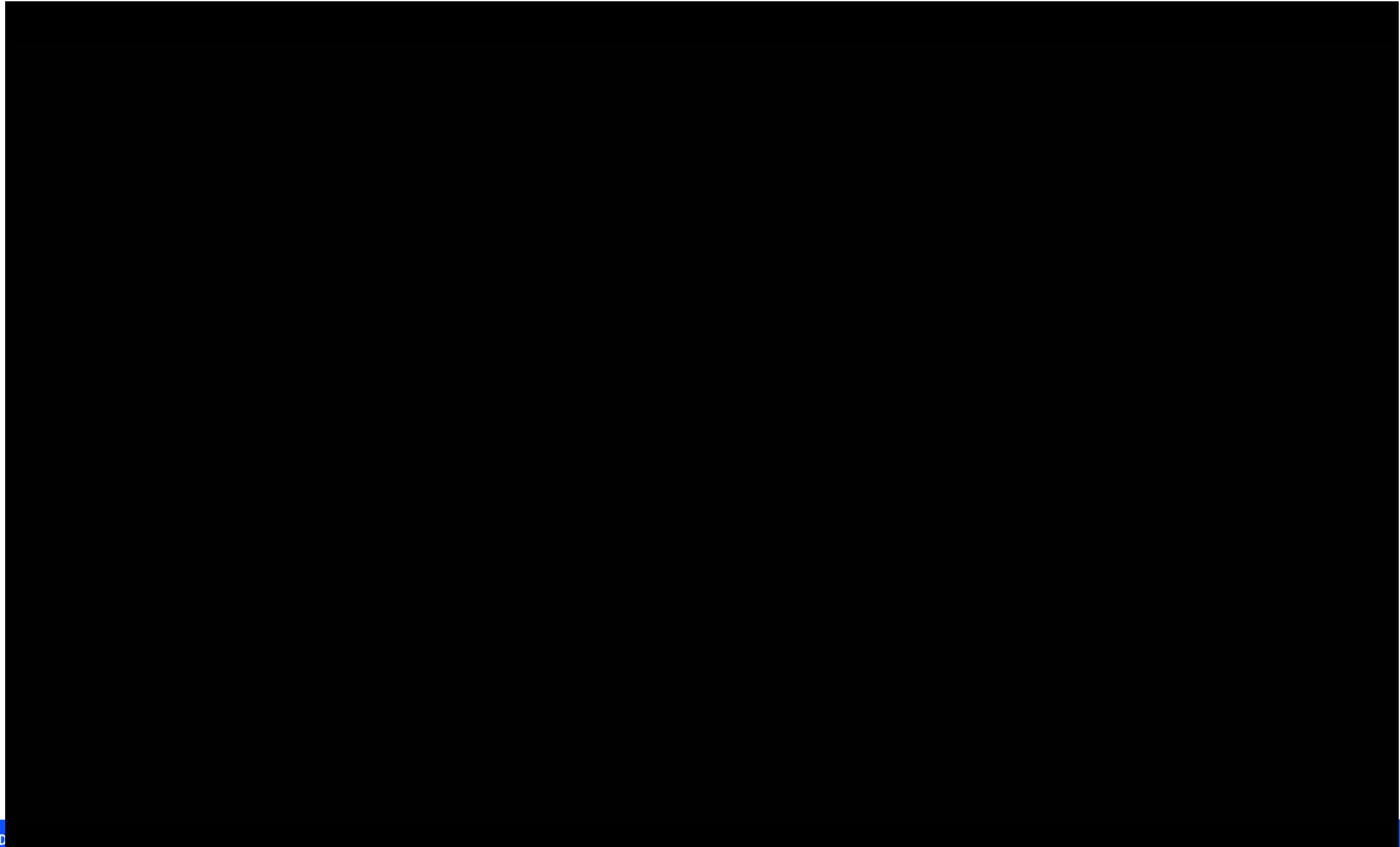
客户案例-自动化网格流程（脚本-2019版之前）



引自2018年汽车工程学会空气动力学分会学术年会-郑州日产

客户案例 - 一汽解放重卡





目录

- 全新的CFD网格流程介绍
- 密闭几何工作流程
 - 案例展示
- 容错网格工作流程
 - 案例展示
- 流程对比和总结

Watertight VS FTM

几何输入& 应用领域		
	Watertight (密闭)	FTM (容错)
输入文件类型	仅限CAD格式的文件	.fmd* 和 .stl ; - 可直接导入的更多格式包括*.msh文件以及常规CAD格式, 如CATPart, JT,等
CAD 质量	质量好的CAD : 没有缺失的面和固体上的几何缺陷	- 非常容忍质量差的CAD; - 尽量避免大的确实面; 有缺陷的体是可以接受的
几何清理要求	体之间的良好接触: 不允许体之间的泄露和穿透	尽量避免大的泄露; 自动漏洞封闭可以确保密闭的流体域
捕捉或简化小的几何特征	小特征需要很好地被捕获或手动简化	- 可以自动跨过小的特征; - 在尺寸函数定义时需要格外小心来保留小特征
应用领域	- 可以为CHT问题生成网格; - 最好对接触的体之间使用共享拓扑	新增固体网格用于共轭传热问题

* .fmd is FM数据格式, 从SCDM导出

Watertight VS FTM

网格划分指标		
	Watertight (密闭)	FTM (容错)
表面网格	准确表示输入几何	由于包面和尺寸函数定义的限制, 可能会偏离输入几何; 由于包面要求, 可能导致过度细化网格
边界层	- 可以在所有壁面上生成边界层; - 边界层质量高度依赖边界层数, offset 方法和表面网格质量	- 可以在选定区域内的所有表面上生成边界层; - 通过自动网格改进确保边界层质量;
体填充方法	TET, POLY, HexCore, POLY-HexCore	当前仅支持TET 和 HexCore ; 未来版本将支持POLY 和 POLY-HexCore
杂项		为外流应用创建包面; BOI 对输入几何的偏移表面进行加密

全新的Fluent体验

在更少的时间, 更少的培训下完成更多的CFD仿真

全新界面

基于任务的网格工作流程

速度与易用性

Experience
FLUENT



感谢您的聆听！