



Your True Partner for
CAE x CFD
ICSC2016



IDAJ CAE
Solution
Conference



吉利汽车
GEELY AUTO

基于Fluent Meshing的快速 发动机舱建模

吉利汽车 / 訾昌陆
2016.11.23



■ 吉利集团简介

■ 发动机舱热管理建模

- 热管理仿真经验及前处理建模经验
- UTM CFD前处理建模的难点
- 未来UTM技术前瞻

■ 基于Fluent Meshing进行UTM建模

- Fluent Meshing新版本易用性
- 实际车型建模方案
 - ✓ 手工方式建模
 - ✓ 基于TUI脚本驱动

■ 未来展望

■ 吉利集团简介

■ 发动机舱热管理建模

- 热管理仿真经验及前处理建模经验
- UTM CFD前处理建模的难点
- 未来UTM技术前瞻

■ 基于Fluent Meshing进行UTM建模

- Fluent Meshing新版本易用性
- 实际车型建模方案
 - ✓ 手工方式建模
 - ✓ 基于TUI脚本驱动

■ 未来展望



吉利集团简介

吉利集团始建于1986年，1997年进入汽车行业。现资产总值超过1100亿元，连续五年进入世界500强，连续十二年进入中国企业500强，连续十年进入中国汽车行业十强，是国家“创新型企业”和“国家汽车整车出口基地企业”。

FORTUNE 500

2016年，以263.038亿美元营业收入连续第五年入围世界五百强，排名第410位，较2015年的第477位上升67位。



在中国，吉利控股集团有9大整车及零部件制造基地，以及正在建设的陕西宝鸡、山西晋中、宁波春晓等新基地。各大生产基地配有相应的零部件工业园。

在埃及、乌拉圭、俄罗斯、乌克兰、伊拉克、斯里兰卡等国家设立了CKD、SKD工厂。



吉利集团简介

吉利技术研发体系

- **吉利整车研究院**：(杭州、杭州湾)
- **动力总成研究院**：总部在杭州湾，墨尔本DSI研发中心、在宁波、上海、杭州有分部
- **造型中心**：总部在上海，于美国洛杉矶、西班牙巴塞罗那、瑞典哥德堡都有分支
- **吉利中欧汽车技术中心(CEVT)**：位于瑞典哥德堡，世界前沿技术的模块化、平台化架构的设计已全面推进，吉利与沃尔沃跨品牌的共享技术战略已形成。



吉利-沃尔沃中国设计及试验中心

- 在中国上海、瑞典哥德堡、西班牙巴塞罗那和美国加州成立设计造型中心，构建了全球造型设计体系
- 吉利全球各类研发人员近3000人，已经具备独立的整车、发动机、变速器和汽车电子电器的自主研发能力。



中欧汽车技术中心实景

CEVT (China Europe Vehicle Technology)



吉利集团简介

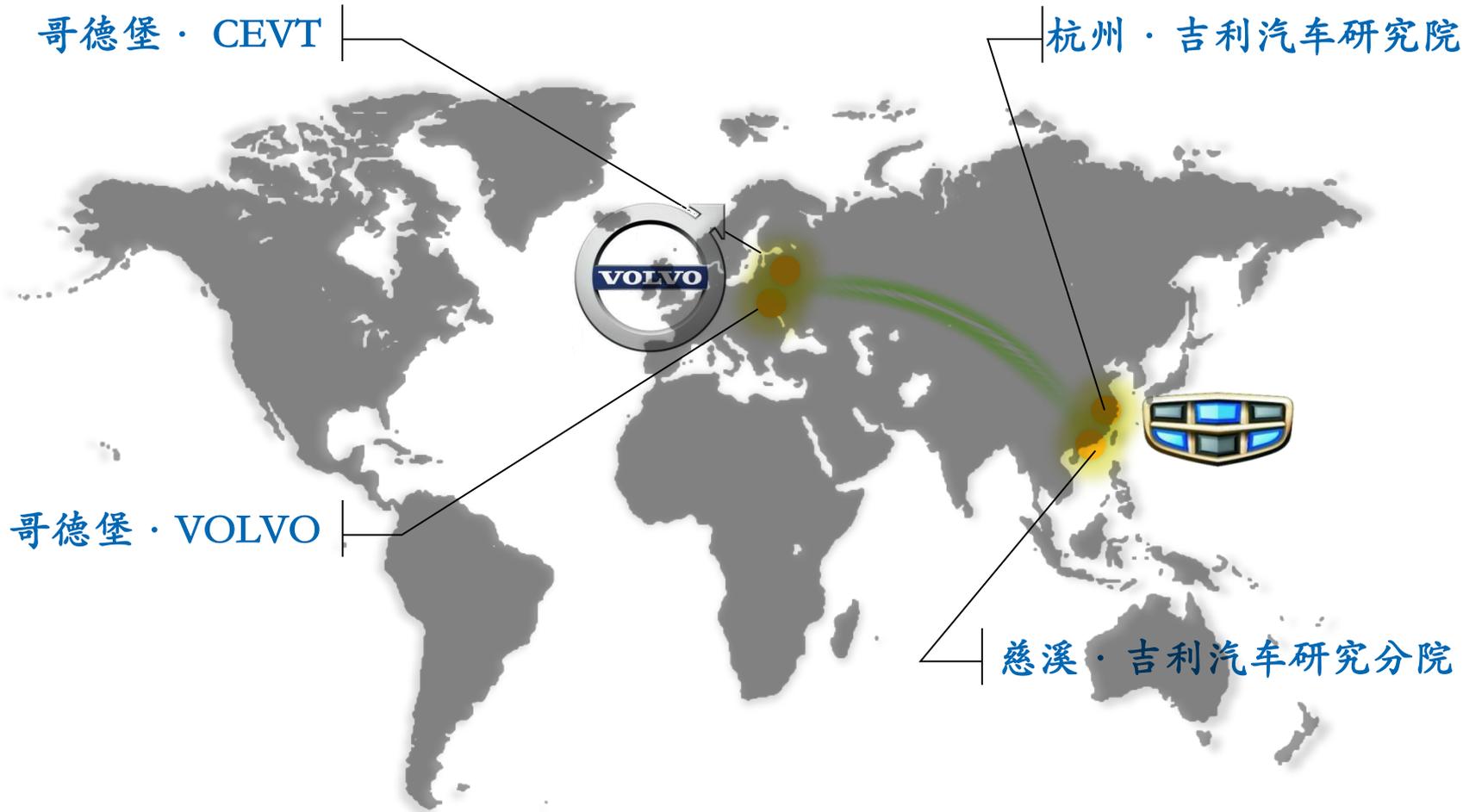
当吉利的户口迁出了浙江……

哥德堡 · CEVT

杭州 · 吉利汽车研究院

哥德堡 · VOLVO

慈溪 · 吉利汽车研究分院





吉利集团简介

书福哥变了:

有(diao)志(si)青年



魅力大叔





吉利集团简介

顾客至上 “老三样”

美日之星



自由舰



“新三样”

“造老百姓买得起的车”

EC7



优利欧



金刚



GX7



豪情SRV



远景





吉利集团简介

博瑞



博越



帝豪GS



帝豪GL



■ 吉利集团简介

■ 发动机舱热管理建模

- 热管理仿真经验及前处理建模经验
- UTM CFD前处理建模的难点
- 未来UTM技术前瞻

■ 基于Fluent Meshing进行UTM建模

- Fluent Meshing新版本易用性
- 实际车型建模方案
 - ✓ 手工方式建模
 - ✓ 基于TUI脚本驱动

■ 未来展望



热管理仿真经验及前处理建模经验

■ 前端冷态流动分析

- 建立全车尺度模型预测前端冷却风量

■ 含换热器模型的前端流动/传热分析

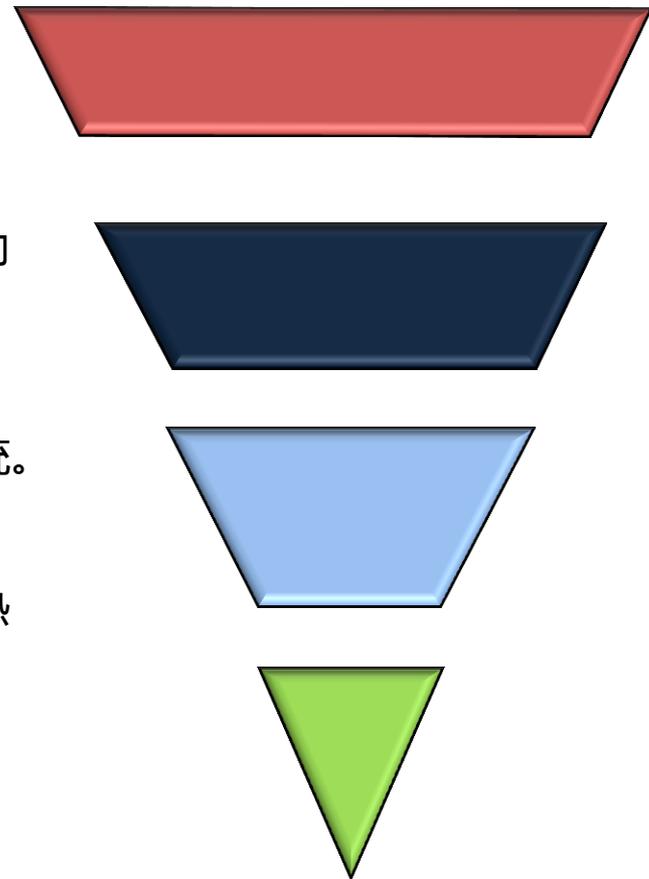
- 建立全车尺度模型预测前端冷却风量同时预测冷却液温度以及获得匹配放热量

■ 热分析(部件级)

- 单独建立关键部件模型预测表面温度，如排气系统。

■ 热分析(整体)

- 建立完整的车辆模型预测流经冷却模块的流动和热量传递，以及对流，导热和辐射。





UTM CFD前处理建模的难点

■ 网格方面的挑战

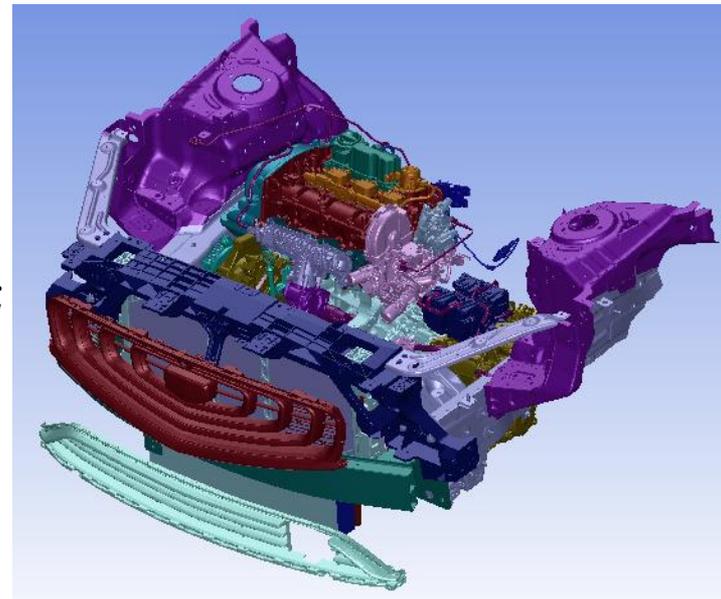
- 复杂的CAD模型：
 - ✓ 成百上千的零件及其细节
- 上游CAD模型质量问题：
 - ✓ 零件来源不同、参考坐标不同和单位制不同；
 - ✓ 部件间重叠，缺失；
 - ✓ 部件间干涉、损坏等

■ 计算精度问题

- 计算流动/传热过程
- 自然/强制对流，热辐射
- 换热器模型/风扇模型精度

■ 模型规模巨大

- 几千万甚至上亿的单元数量





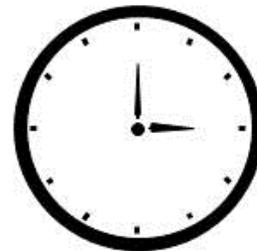
未来UTM技术前瞻

■ UTM前处理难点总结

- 前处理周期长
- 网格质量控制
- 对工程师要求较高

■ 新技术需求

- 周期可控
- 质量可控
- 不依赖(少依赖)工程师经验





未来UTM技术前瞻-海外成功案例

■ Volvo S80一体化模型

Common Model

• Attributes included

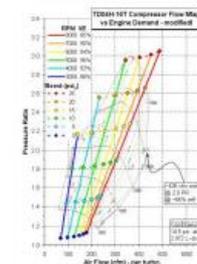
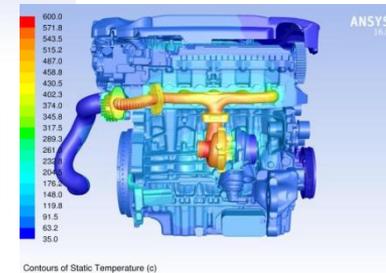
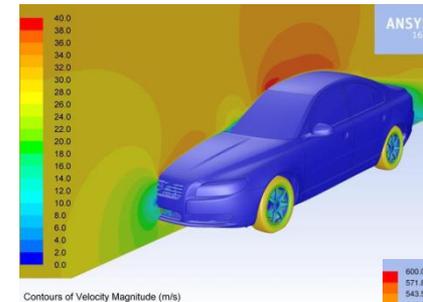
- Aerodynamics
- Underhood Thermal Management
- Engine CHT/Under the hood
- Cooling system
- Brake system
- Air intake system
- Exhaust system

• ~400 Solids

• ~50 Shells (readily extensible to 1000's)

• Use case

- Vehicle moving at 110 kph
- Engine rpm: 2050
- Thermal sources:
 - Combustion heat in cylinders
 - Hot exhaust gas into exhaust system and environment
 - Frictional heat in brake rotor
- Brakes engaged
- Turbo and pump
- CRFM (Fans and HXs)

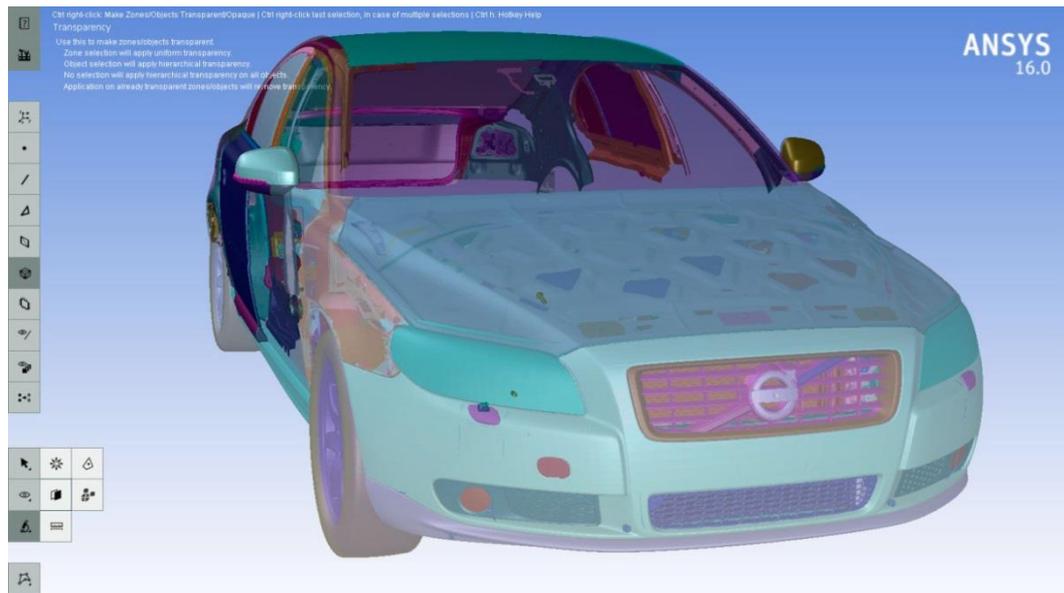




未来UTM技术前瞻-海外成功案例

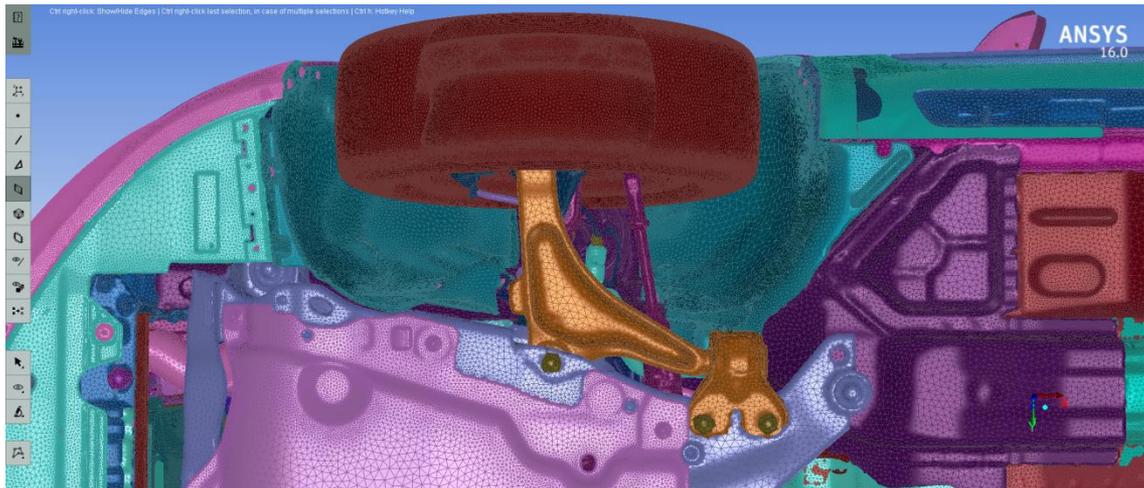
■ Volvo S80利用Fluent Meshing获得整车网格步骤

- 拉伸零厚度面
- (依情况) 分割外表面
- (依情况) 手动/自动修复缝隙/漏洞
- 抽取特征线
- 定义objects
- 定义材料点(material points)
 - ✓ Live: main
 - ✓ Live: 2 fans
 - ✓ Dead: cabin
- 定义范围尺寸函数
- 设置边界层网格参数
- 批处理模式运行脚本

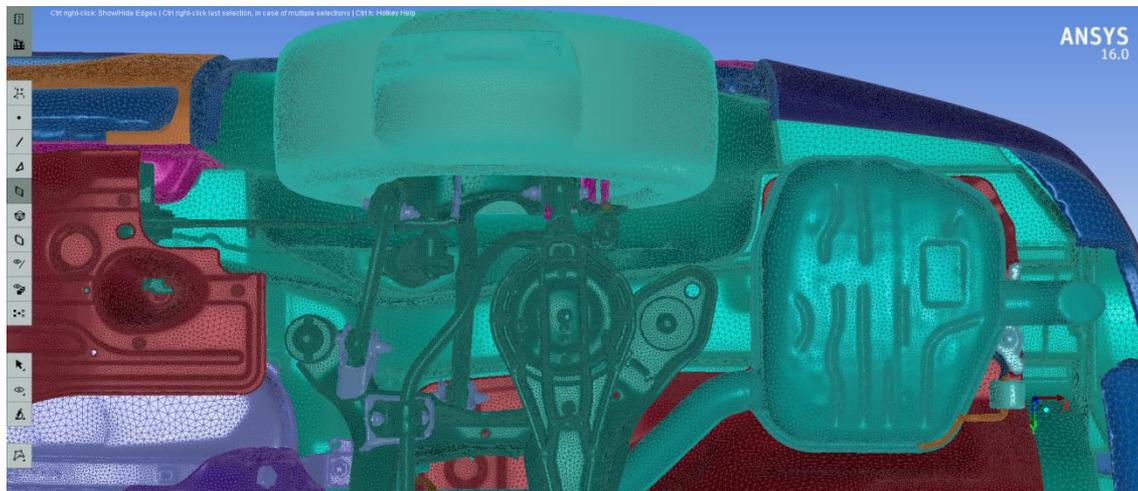




未来UTM技术前瞻-海外成功案例

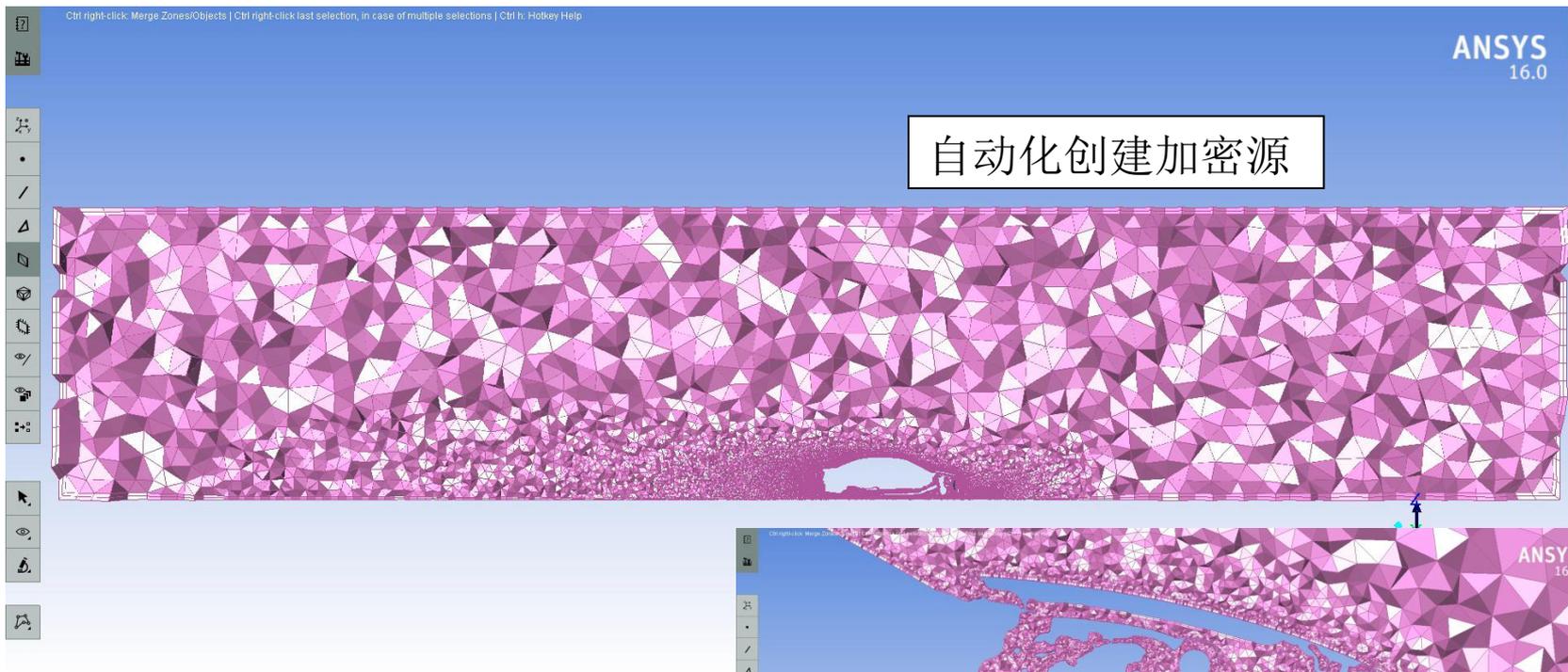


面网格局部细节

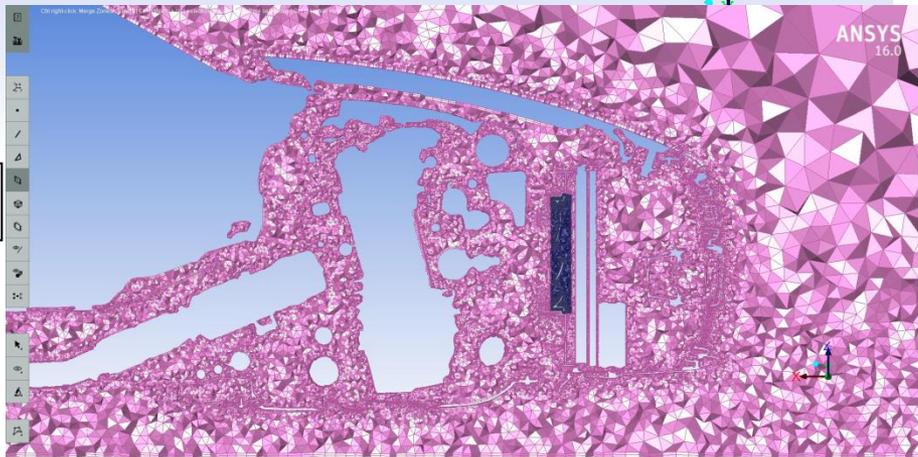




未来UTM技术前瞻-海外成功案例



局部放大图



■ 吉利集团简介

■ 发动机舱热管理建模

- 热管理仿真经验及前处理建模经验
- UTM CFD前处理建模的难点
- 未来UTM技术前瞻

■ 基于Fluent Meshing进行UTM建模

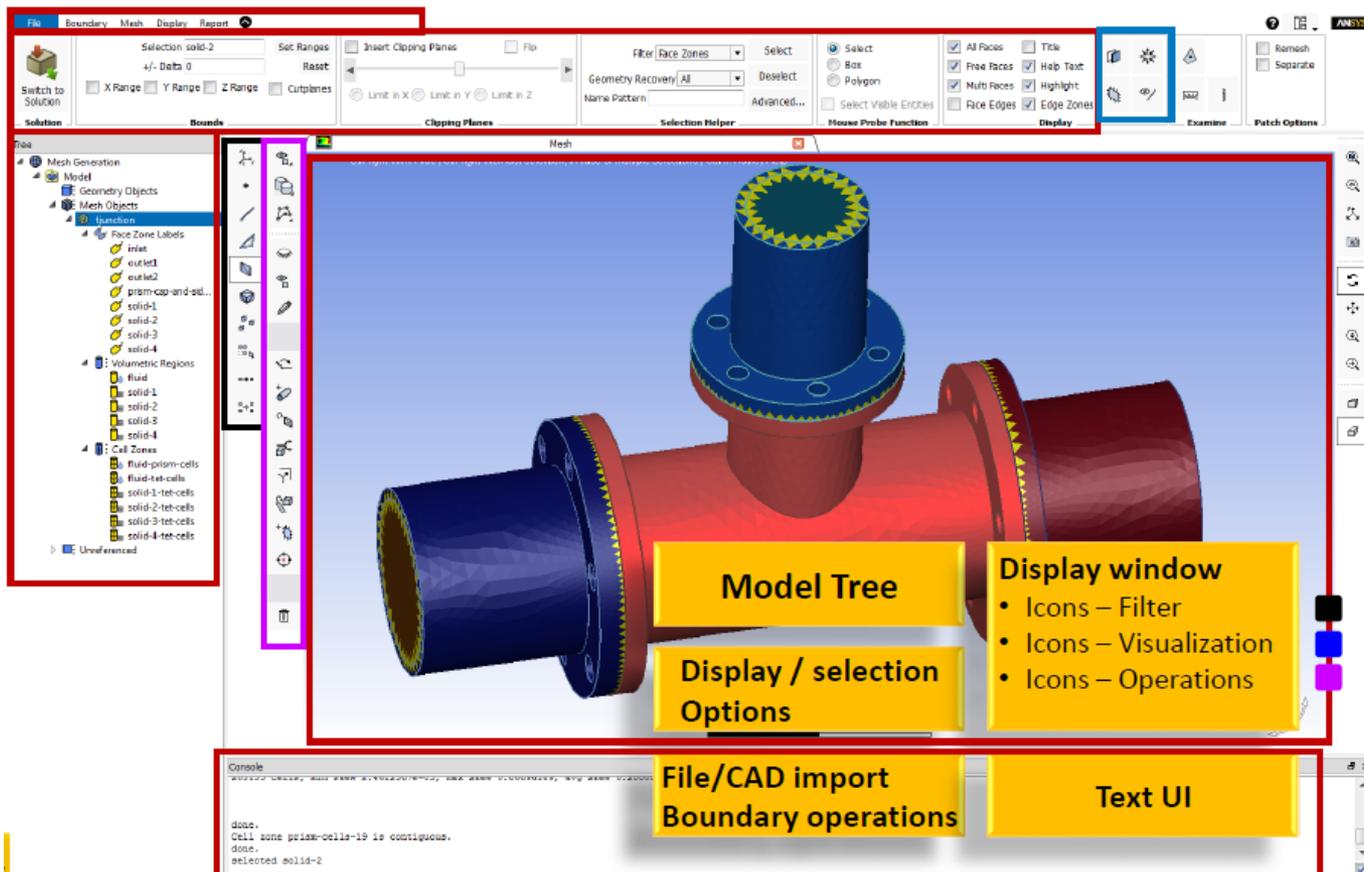
- Fluent Meshing新版本易用性
- 实际车型建模方案
 - ✓ 手工方式建模
 - ✓ 基于TUI脚本驱动

■ 未来展望



Fluent Meshing新版本易用性

- 操作界面友好，易用性提升



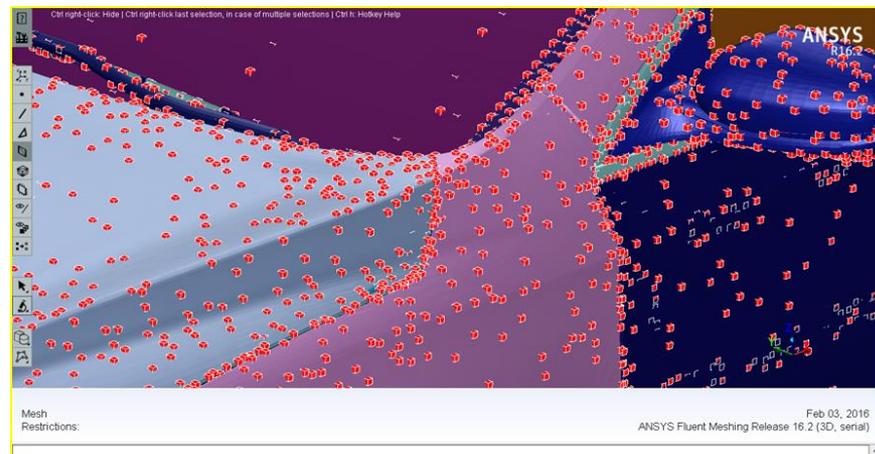
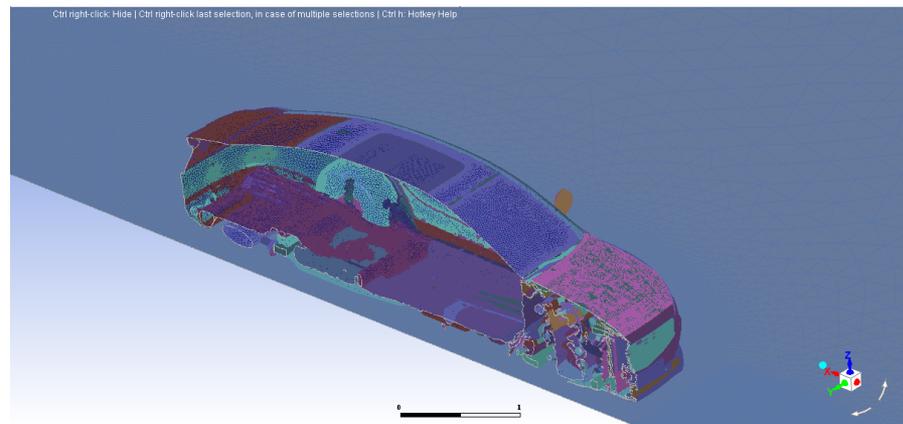


Fluent Meshing新版本易用性

■ 方案一：手工方式建模

- 表面预处理
 - ✓ 漏洞检查
 - ✓ 自动和手动封补漏洞
- 包面（含重构）
 - ✓ 边界层

■ 方案二：基于TUI脚本驱动方式建模，效率得到极大提升，IDAJ提供脚本技术支持



■ 吉利集团简介

■ 发动机舱热管理建模

- 热管理仿真经验及前处理建模经验
- UTM CFD前处理建模的难点
- 未来UTM技术前瞻

■ 基于Fluent Meshing进行UTM建模

- Fluent Meshing新版本易用性
- 实际车型建模方案
 - ✓ 手工方式建模
 - ✓ 基于TUI脚本驱动

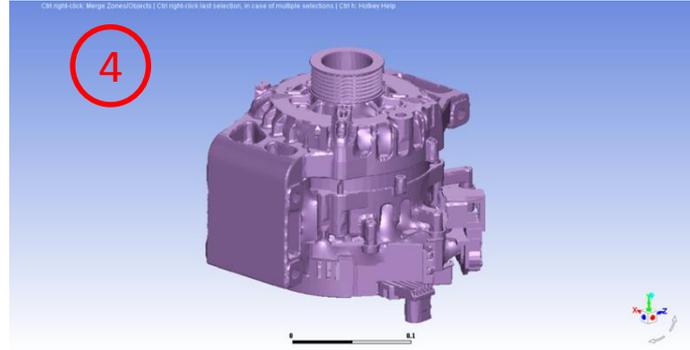
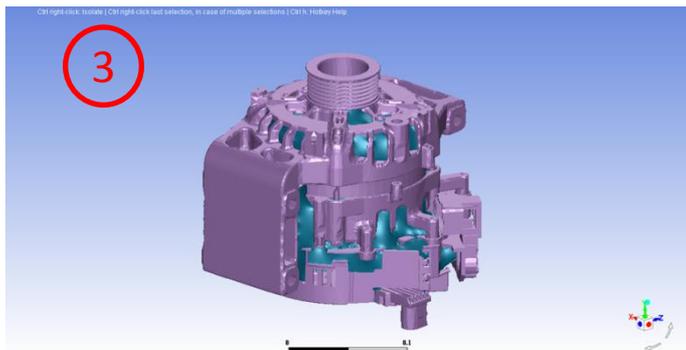
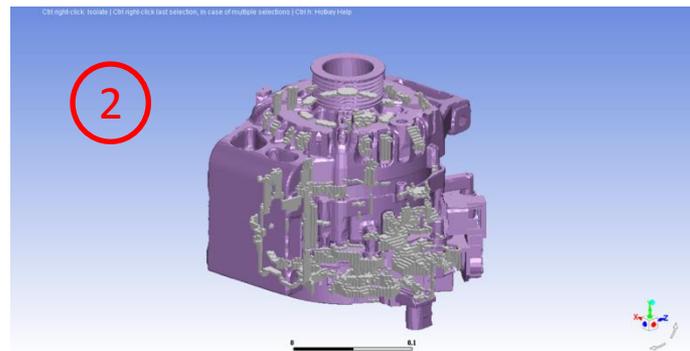
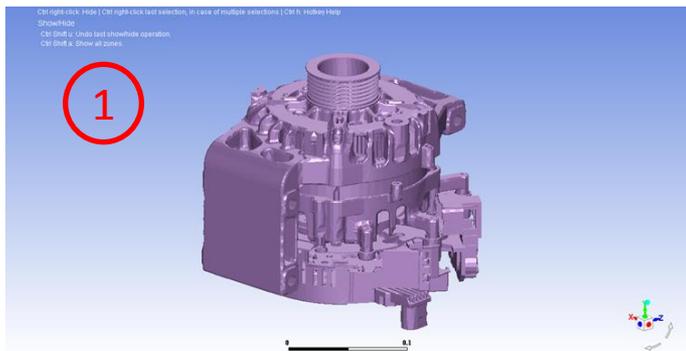
■ 未来展望



实际车型建模方案

■ 手工方式建模-几何预处理

- 利用漏洞检测功能封闭部件上大量不规则的漏洞

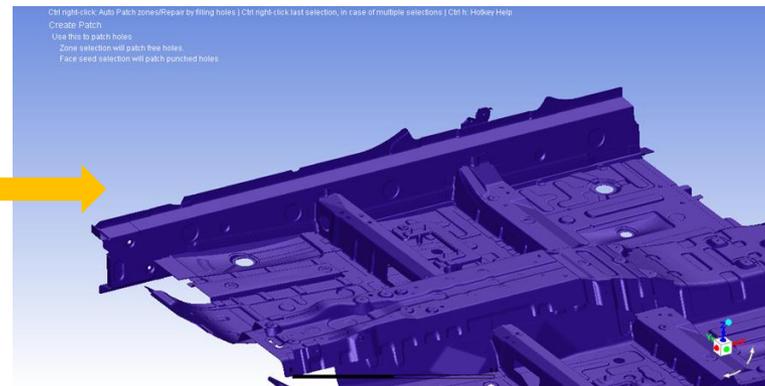
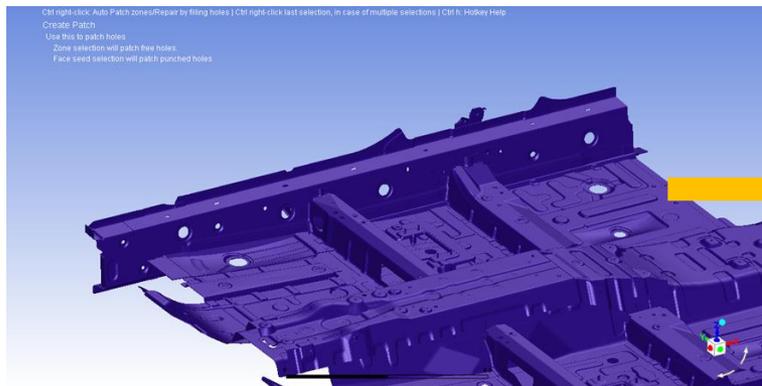
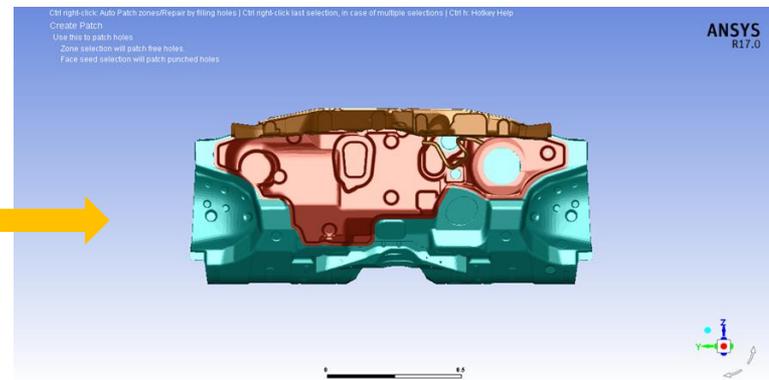
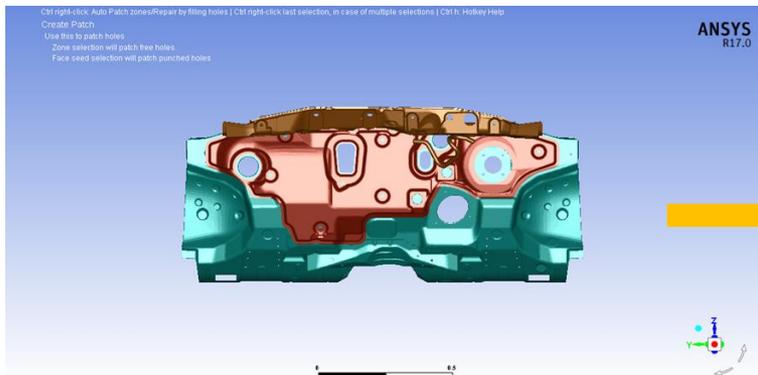




实际车型建模方案

■ 手工方式建模-几何预处理

- 利用Patch功能封闭连续体上大量的规则开孔

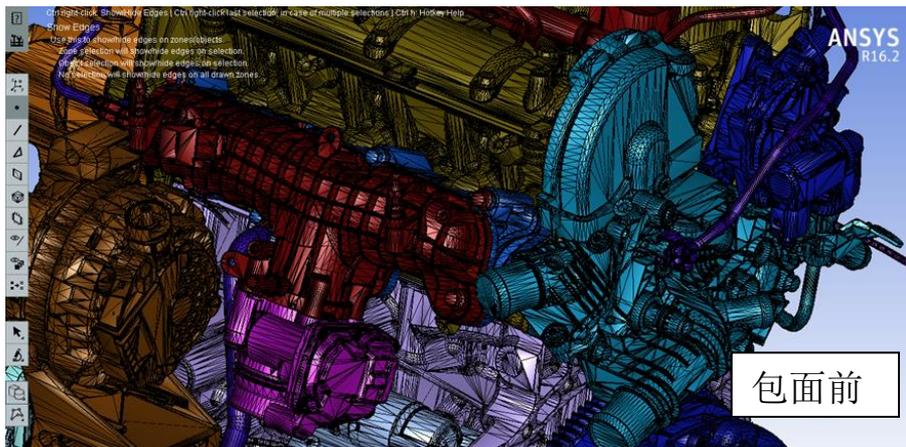
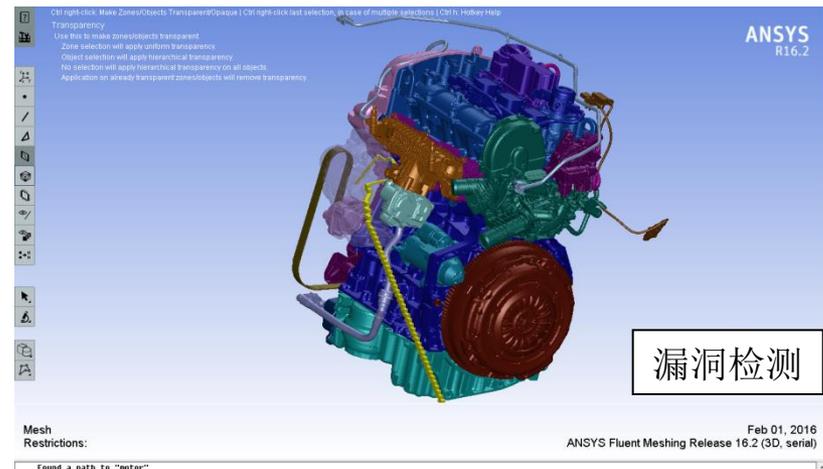




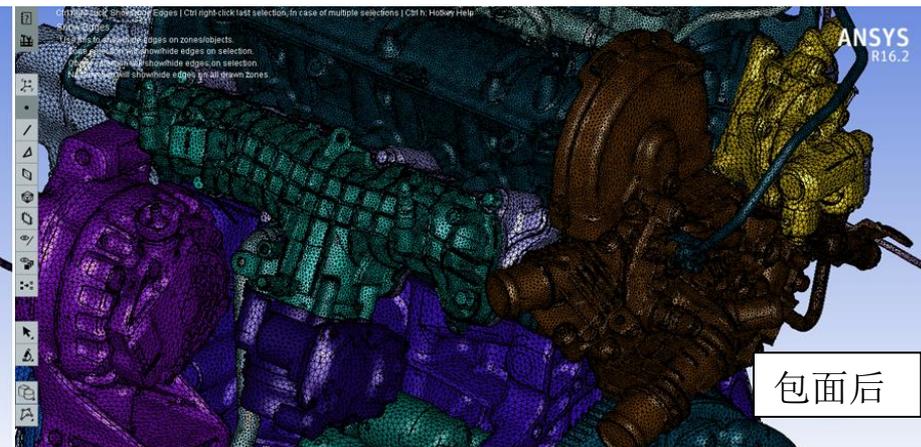
实际车型建模方案

■ 手工方式建模-发动机包面

- 尺寸函数设定
- 发动机漏洞检测及封闭
- 包面



Mesh Restrictions: Feb 01, 2016 ANSYS Fluent Meshing Release 16.2 (3D, serial)



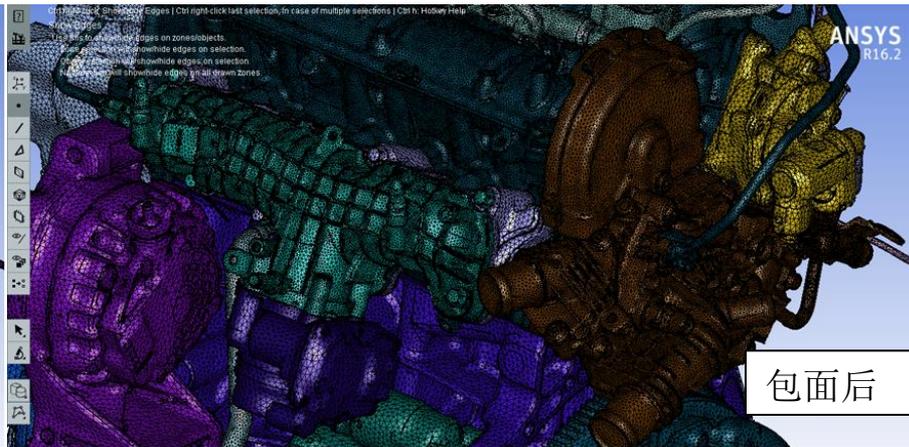
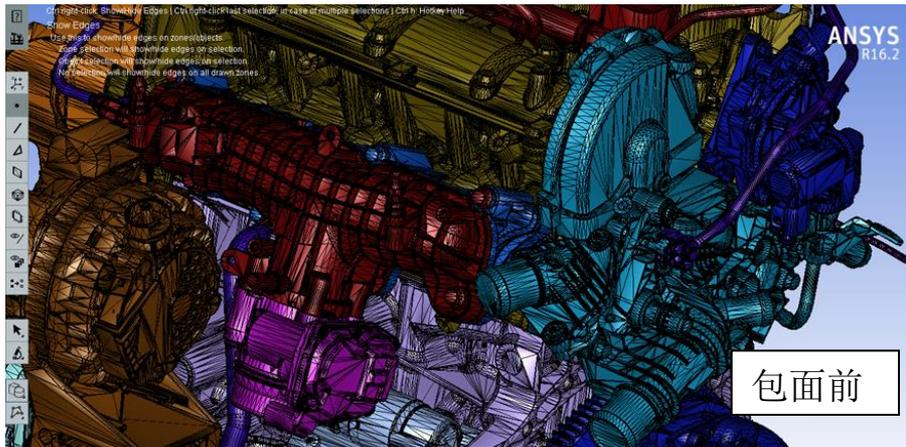
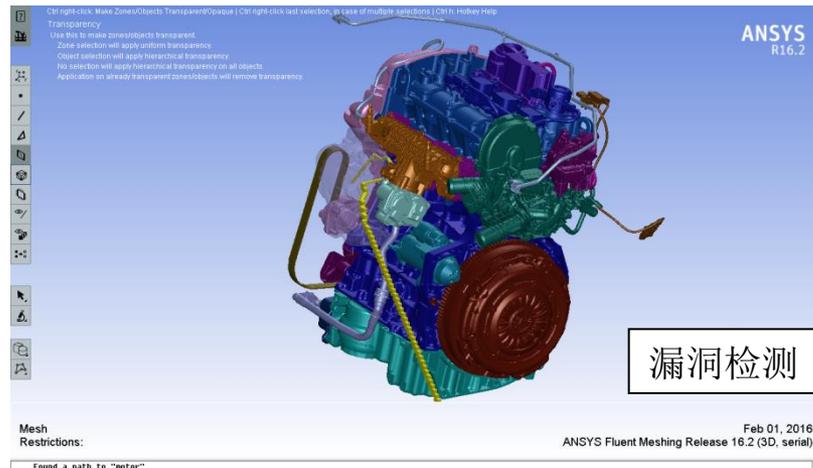
Mesh Restrictions: Feb 01, 2016 ANSYS Fluent Meshing Release 16.2 (3D, serial)



实际车型建模方案

■ 手工方式建模-发动机包面

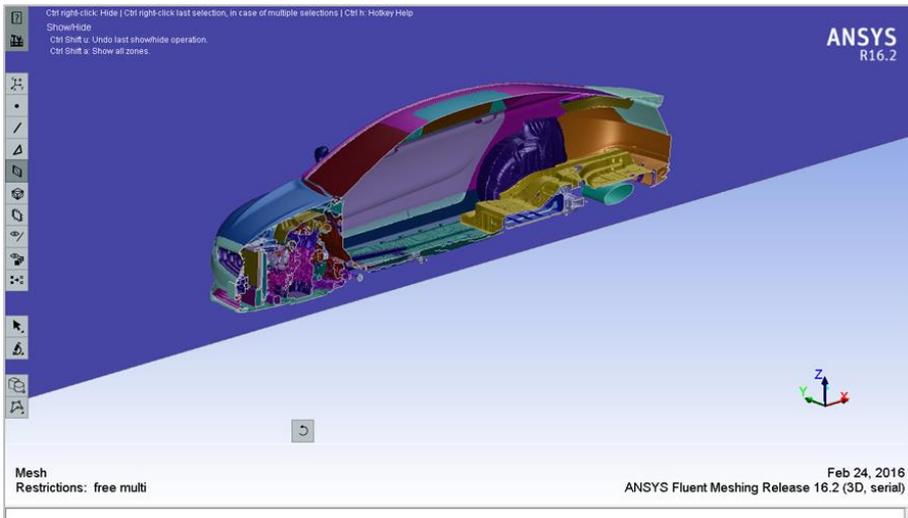
- 尺寸函数设定
- 发动机漏洞检测及封闭
- 包面





实际车型建模方案

■ 手工方式建模-整车包面及体网格





实际车型建模方案

■ 手工方式建模-优势

- 几何预处理功能方便快捷
 - ✓ 自动处理大量规则开孔
 - ✓ 利用检漏工具自动封闭大量不规则孔洞
- 漏洞检测和封补工具
 - ✓ 自动封闭和手动封补工具结合
 - ✓ 自动封闭适用于多数情况，节省大量人工时间

■ 手工方式建模-不足

- 漏洞封补工作占用工程师大量时间
- 网格质量提升困难
- 项目周期长

■ 吉利集团简介

■ 发动机舱热管理建模

- 热管理仿真经验及前处理建模经验
- UTM CFD前处理建模的难点
- 未来UTM技术前瞻

■ 基于Fluent Meshing进行UTM建模

- Fluent Meshing新版本易用性
- 实际车型建模方案
 - ✓ 手工方式建模
 - ✓ 基于TUI脚本驱动

■ 未来展望



实际车型建模方案

■ 基于TUI脚本驱动-脚本介绍

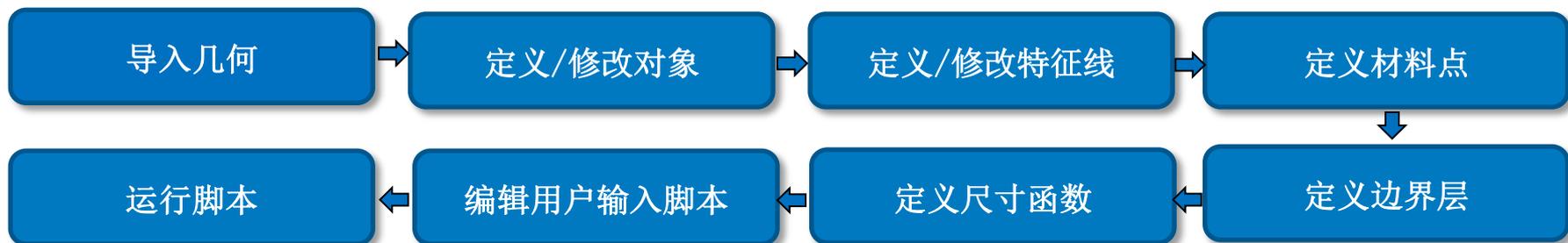
- AdvWrapNPrisms_R15R16_v500_Main.bin: 这里定义主体格式包含所有的功能控制参数设定
- AdvWrapNPrisms_R15R16_v500_UserInputs.scn: 这是用户输入模板, 用户只需修改这个脚本
- AdvWrapNPrisms_R15R16_v500_Run.scn: 这是递交执行脚本, 它会调用上述两个脚本中定义的功能和控制参数
- AdvWrapNPrisms_Rxx_v814_Main_Load.scn: Userinput和advsettings是通过这个文件加载
- AdvWrapNPrisms_Rxx_v814_AdvSettings.scn: 局部/高级设置是通过这个文件设定, 用户较少修改这个脚本



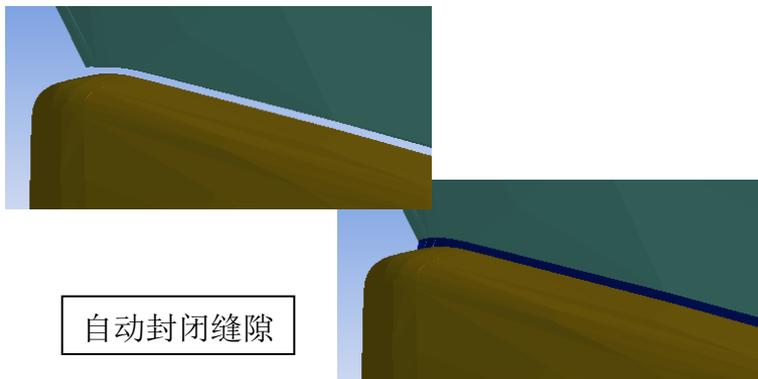
实际车型建模方案

■ 基于TUI脚本驱动优势-前处理效率大幅提升！

■ 流程清晰，调整设定简单快捷



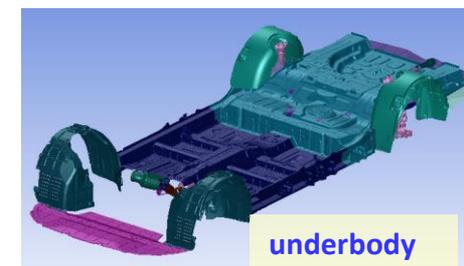
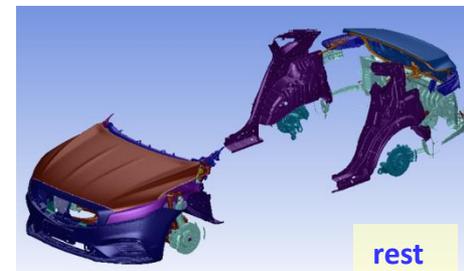
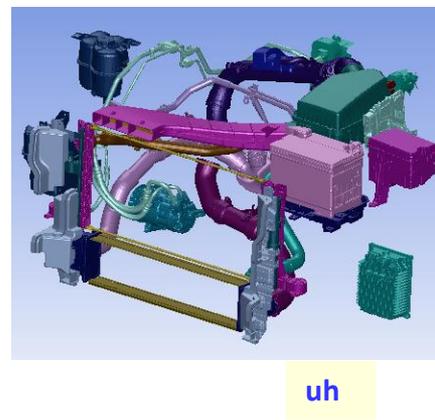
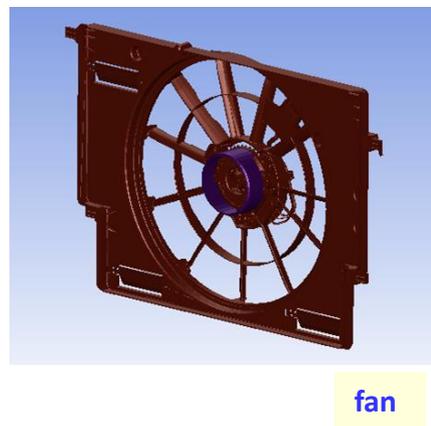
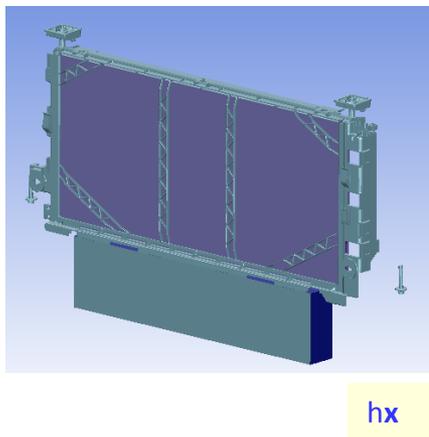
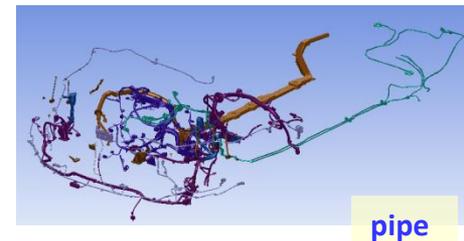
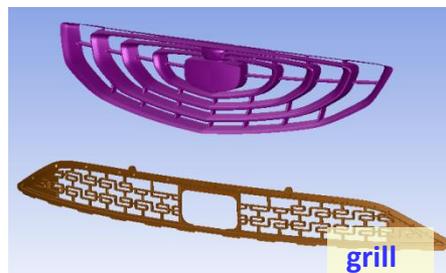
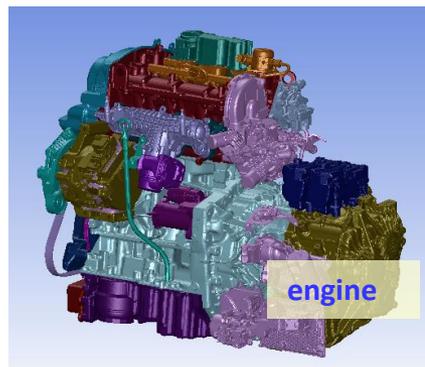
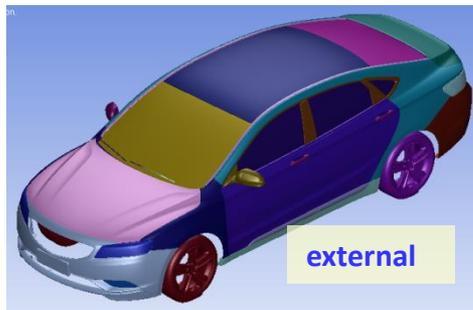
■ 省去了大量的漏洞检测和封补工作，前处理效率大幅提升，前处理时间可控制在两周左右，并且人工处理时间和经验因素的影响大大减少。





实际车型建模方案

■ 基于TUI脚本驱动-几何分区

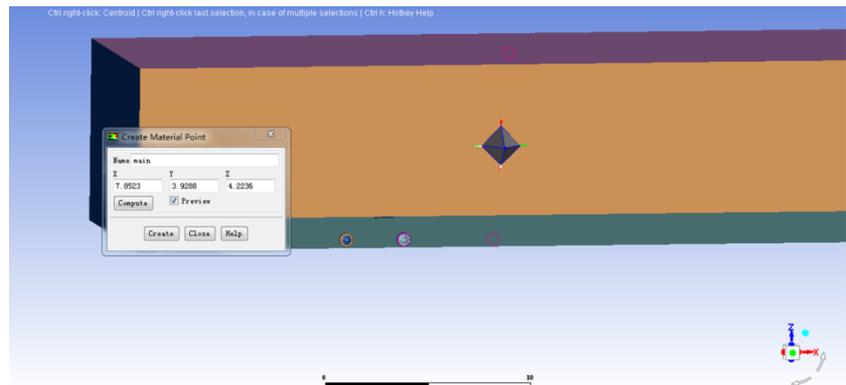
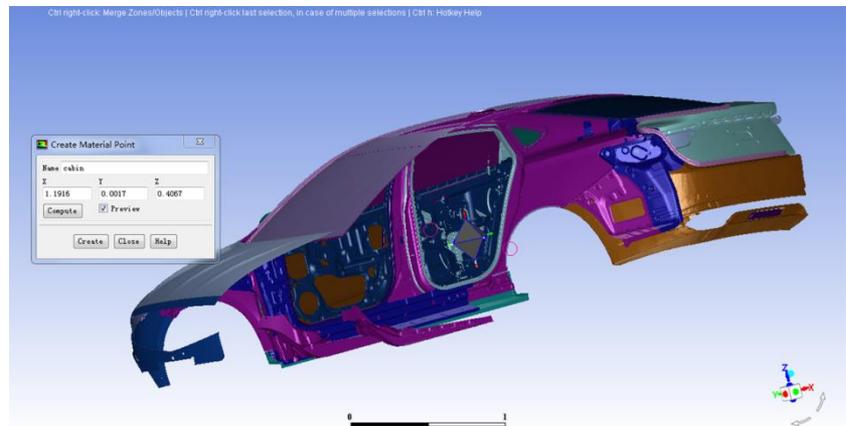
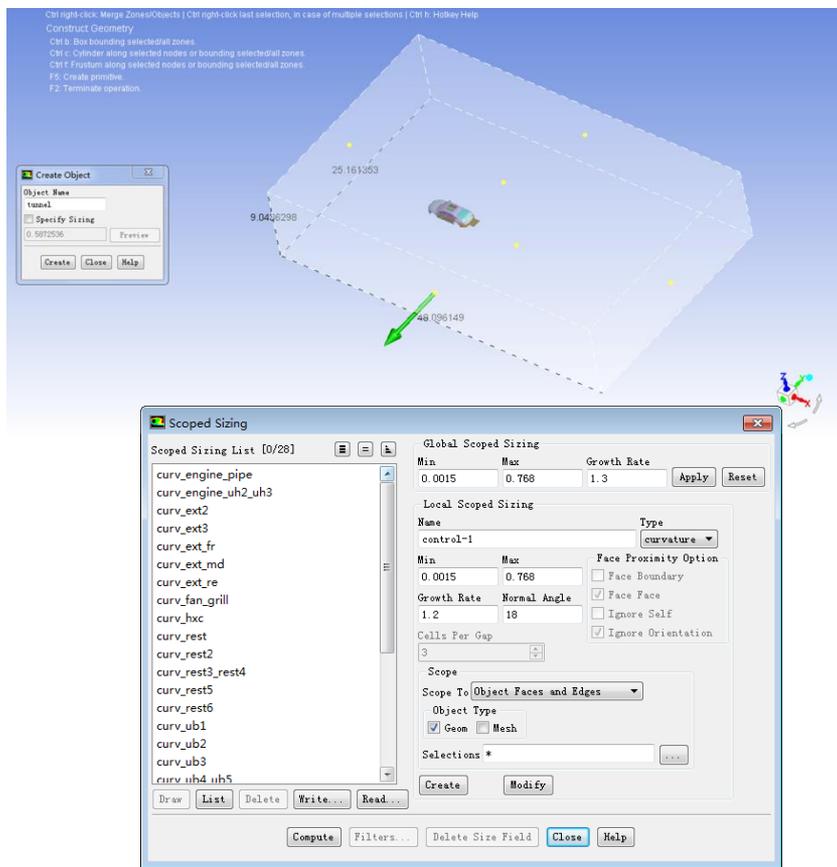




实际车型建模方案

■ 基于TUI脚本驱动

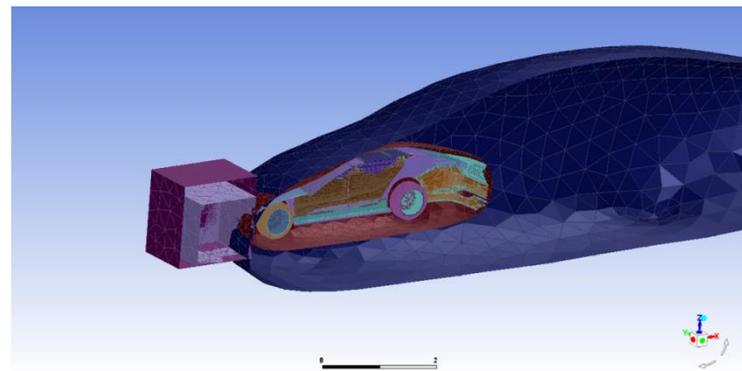
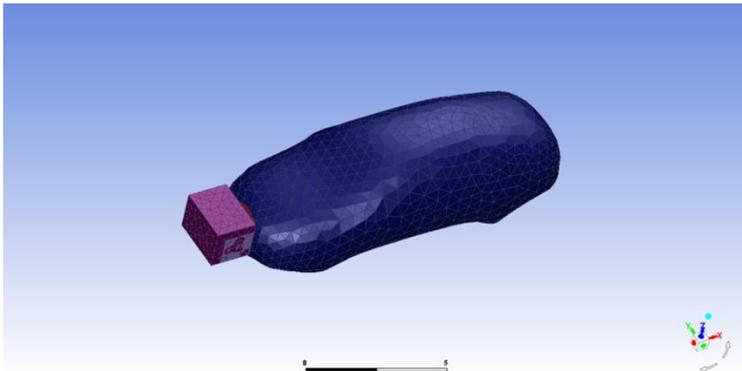
- ▶ 定义风洞区域，定义材料点（主流区和乘员舱），尺寸函数





实际车型建模方案

- 基于TUI脚本驱动-自动生成加密源
 - 在UserInputs脚本中定义加密源
 - 读入Main_Load脚本，generate_bois生成加密源



```

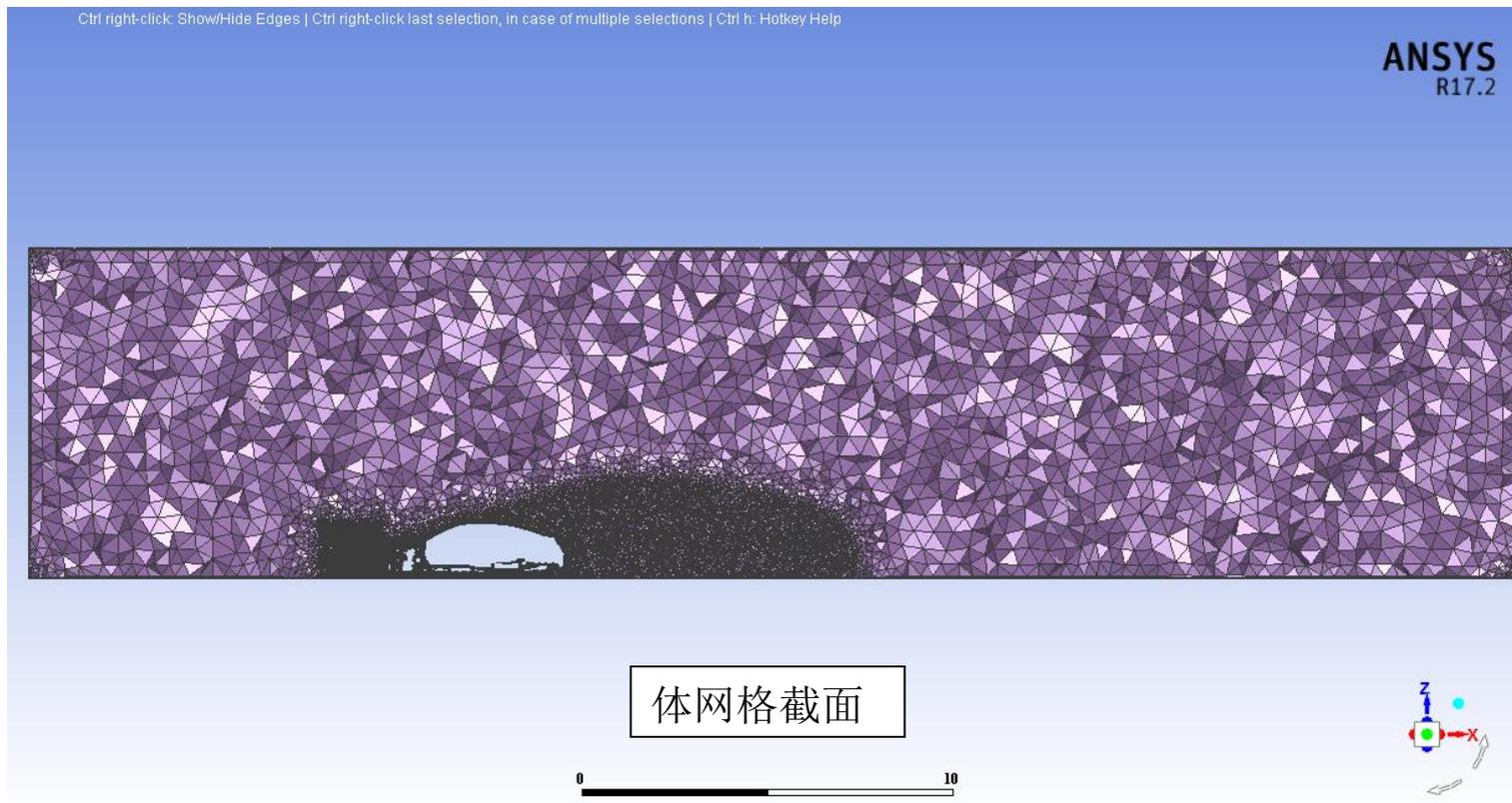
;=====user input for refinement regions=====
(define exclude_zones "tunnel*")
(define zones_to_offset '(
;Refinement      Zone
;Region Name     List
;               BL      BL      BL
;               Height  Divisions  Min SF
;
; ("_boi_full"   "*"
;               0.192    1        0.048
;               Wake Total  Wake      Cross-Wake
;               Expansion  Divisions  Total Expansion
;               Factor     Factor     Factor
;               1.5        1        1.2)
))
(define upstream_boi_min_size 0.024)
(define upstream_boi_levels 2)
(define upstream_boi_height_2_expansion_ratio 1)
;
;
(define RefinementRegionGrowthRate 1.5)
;Usage: During size controls definition, type: generate_bois

```



实际车型建模方案

- 基于TUI脚本驱动-完成包面重构到生成体网格的全过程
 - 修改UserInputs和AdvSettings脚本



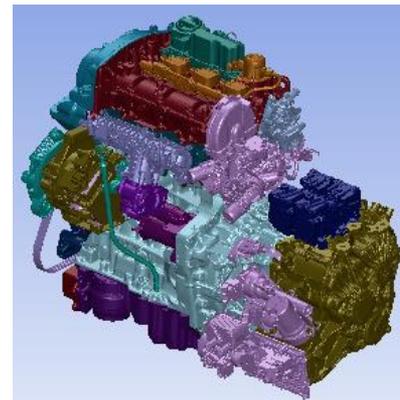


实际车型建模方案

■ 基于TUI脚本驱动

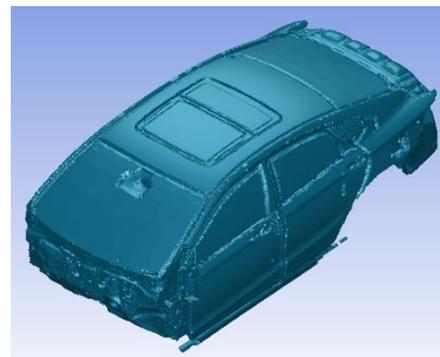
- dirty object-对指定对象(object)自动检测漏洞并封闭
 - ✓ 定义发动机和变速箱

```
(define dirty_objects '(("engine" 0.024)))
```



- dead_region-利用一个区域内的材料点封闭漏洞。对于不是由单个对象(object)定义的区域非常有用，例如乘员舱。不想在乘员舱内划分体网格，可以在乘员舱内定义材料点，程序会自动探测并封闭材料点到主流体区域之间的漏洞。
 - ✓ 定义乘员舱

```
(define dead_regions '("cabin"))  
(define leakage_size_threshold_for_dead_region 0.048)
```



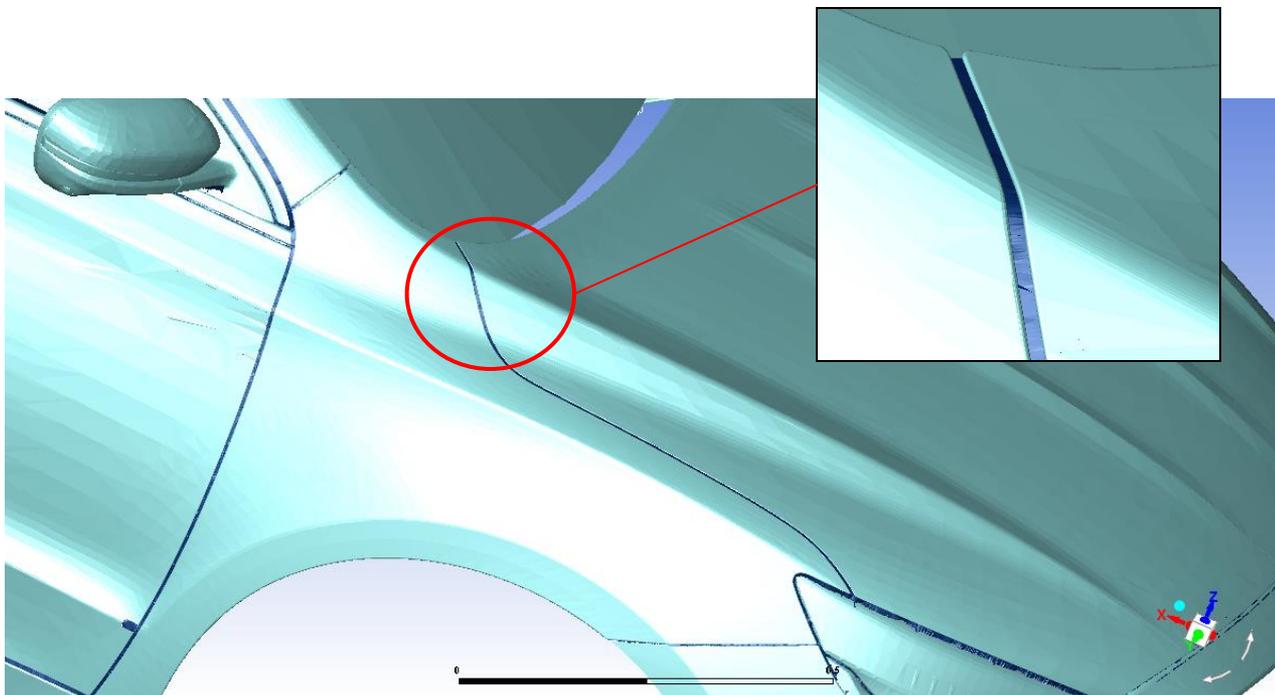


实际车型建模方案

■ 基于TUI脚本驱动

- 包面之前可以自动封闭几何上的不需要的小缝隙
 - ✓ 车身外表面定义单独的对象

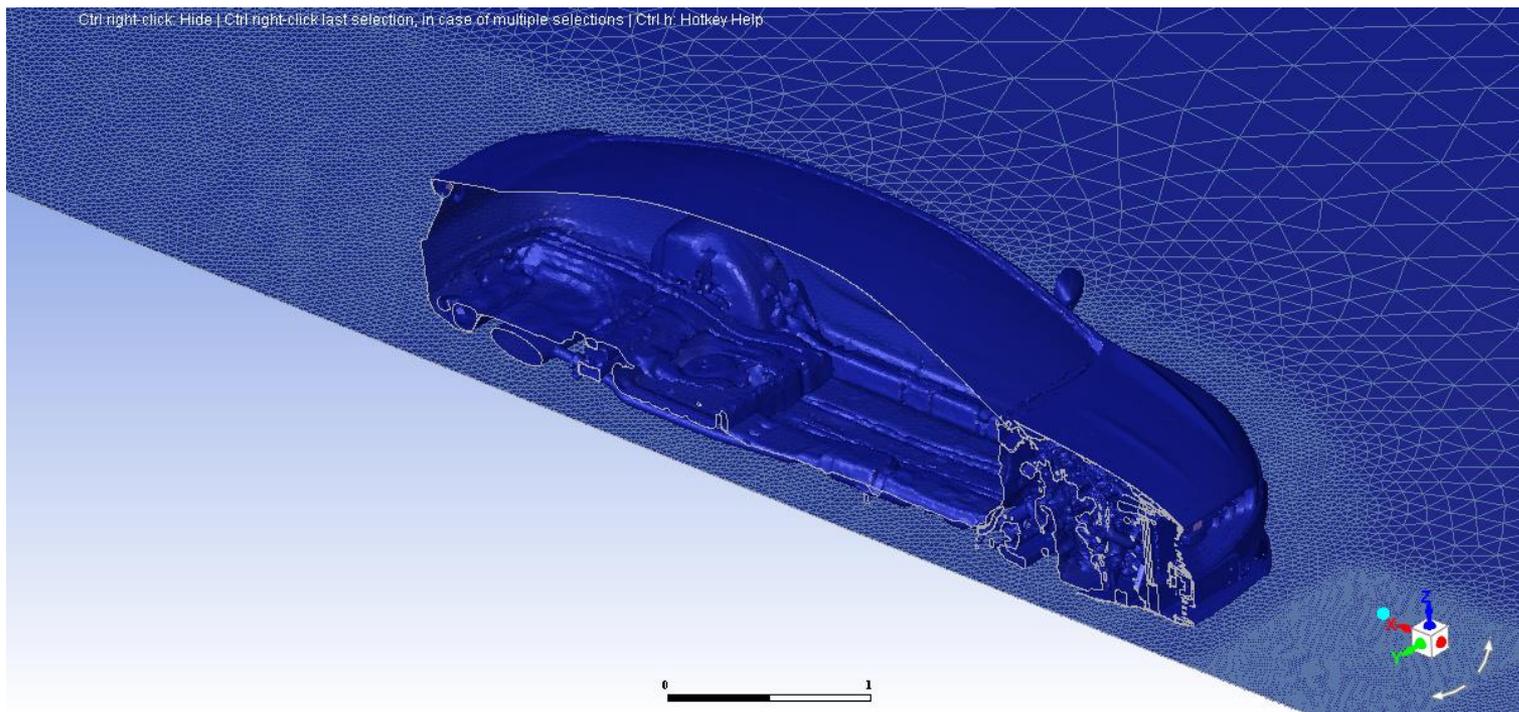
```
(define objects_with_gaps '(("ext" 0.012)))
```





实际车型建模方案

■ 基于TUI脚本驱动



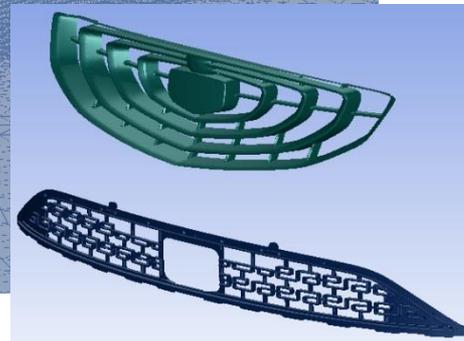
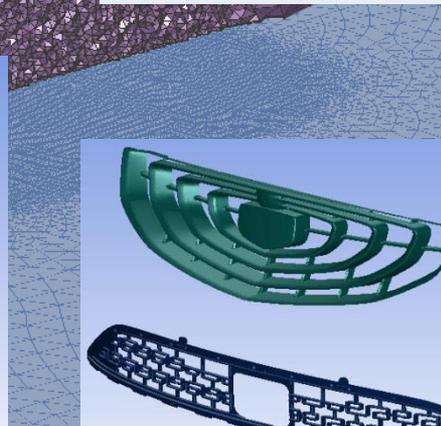
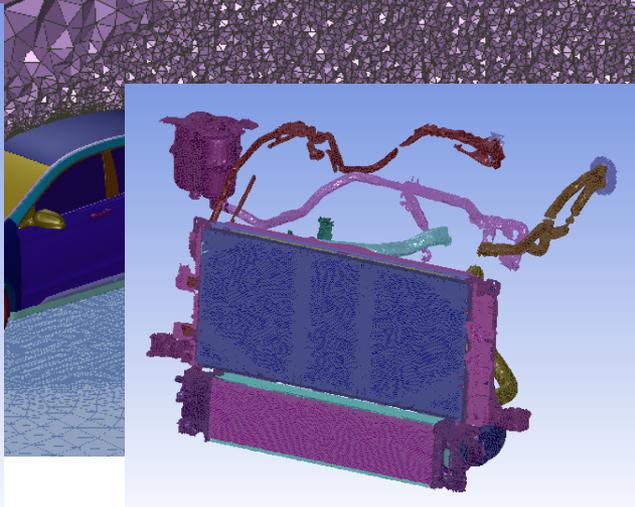
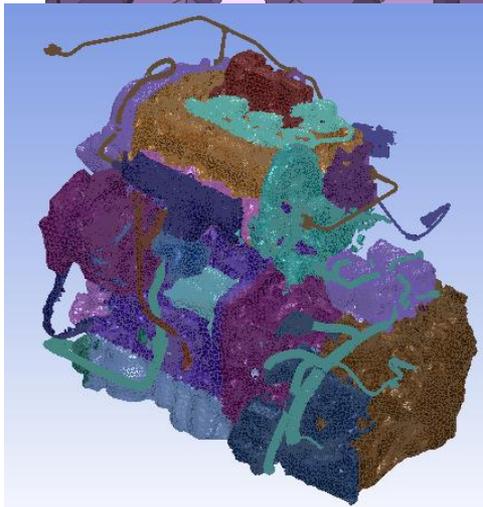
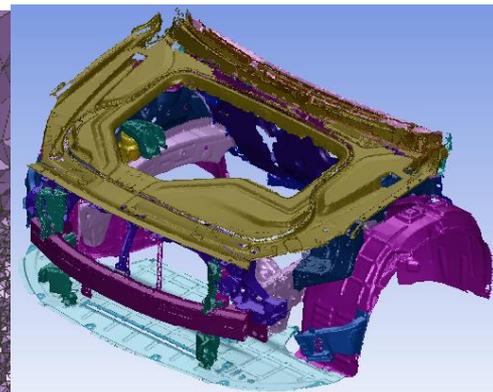
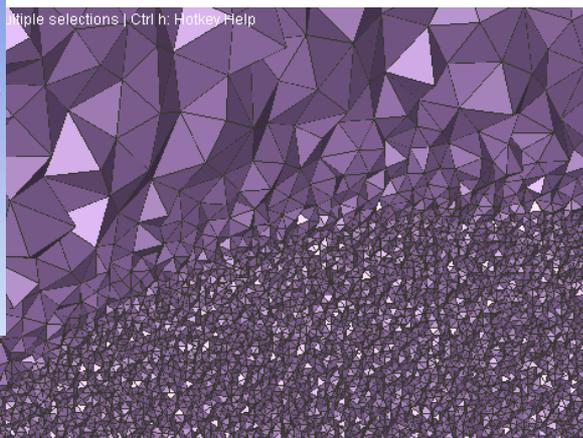
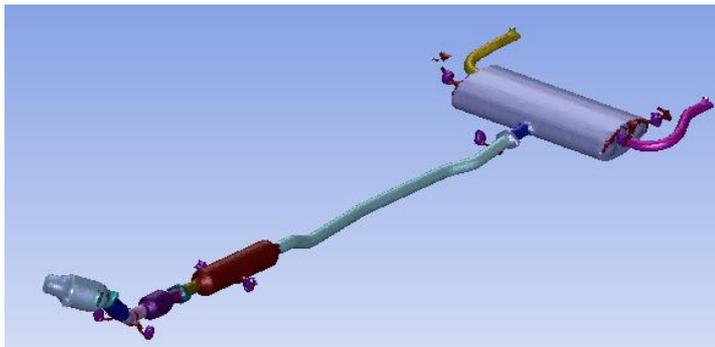
包面后的表面



实际车型建模方案

■ 基于TUI脚本驱动

包面后的面网格





实际车型建模方案

■ GUI方式和脚本方式对比

■ 模型前处理时间

- GUI方式：受初始表面准备情况，操作者的熟练程度等因素影响，处理网格的时间差别较大

- 脚本方式：受操作者熟练程度影响小，用时较短，约2~3周

■ 网格质量可控性

- GUI方式：手动提升面网格和体网格质量，受人工因素影响较大

- 脚本方式：自动提升面网格和体网格质量，可以设定网格质量标准，受人工因素影响小

■ 吉利集团简介

■ 发动机舱热管理建模

- 热管理仿真经验及前处理建模经验
- UTM CFD前处理建模的难点
- 未来UTM技术前瞻

■ 基于Fluent Meshing进行UTM建模

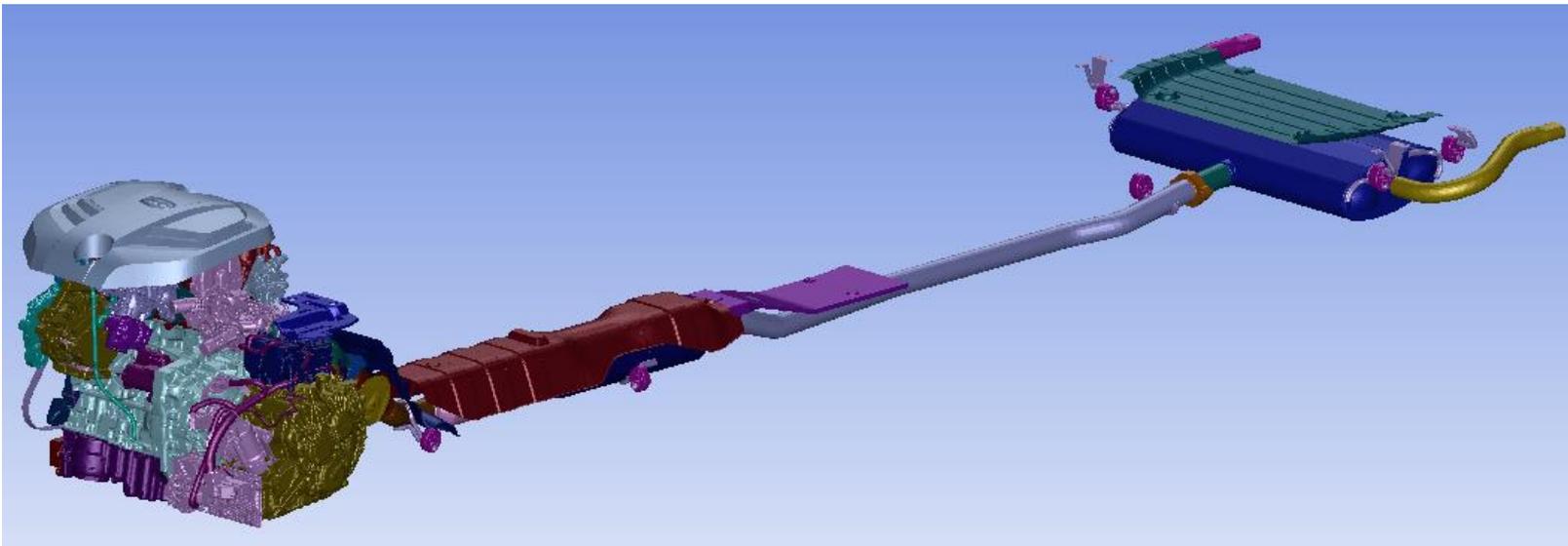
- Fluent Meshing新版本易用性
- 实际车型建模方案
 - ✓ 手工方式建模
 - ✓ 基于TUI脚本驱动

■ 未来展望



未来展望

- 计划利用脚本方式制作更复杂模型，如含固体模型的CHT分析





未来展望

- 吉利与IDAJ紧密合作，IDAJ提供专业的支持和培训。





吉利汽车
GEELY AUTO

Thank you !

1760, Jiangling Road, Binjiang District,
Hangzhou, Zhejiang Province, P,R.China, 310051

www.geely.com