

ICSC 2019

Core Competence Enhanced by MBD



IDAJ CAE Solution Conference

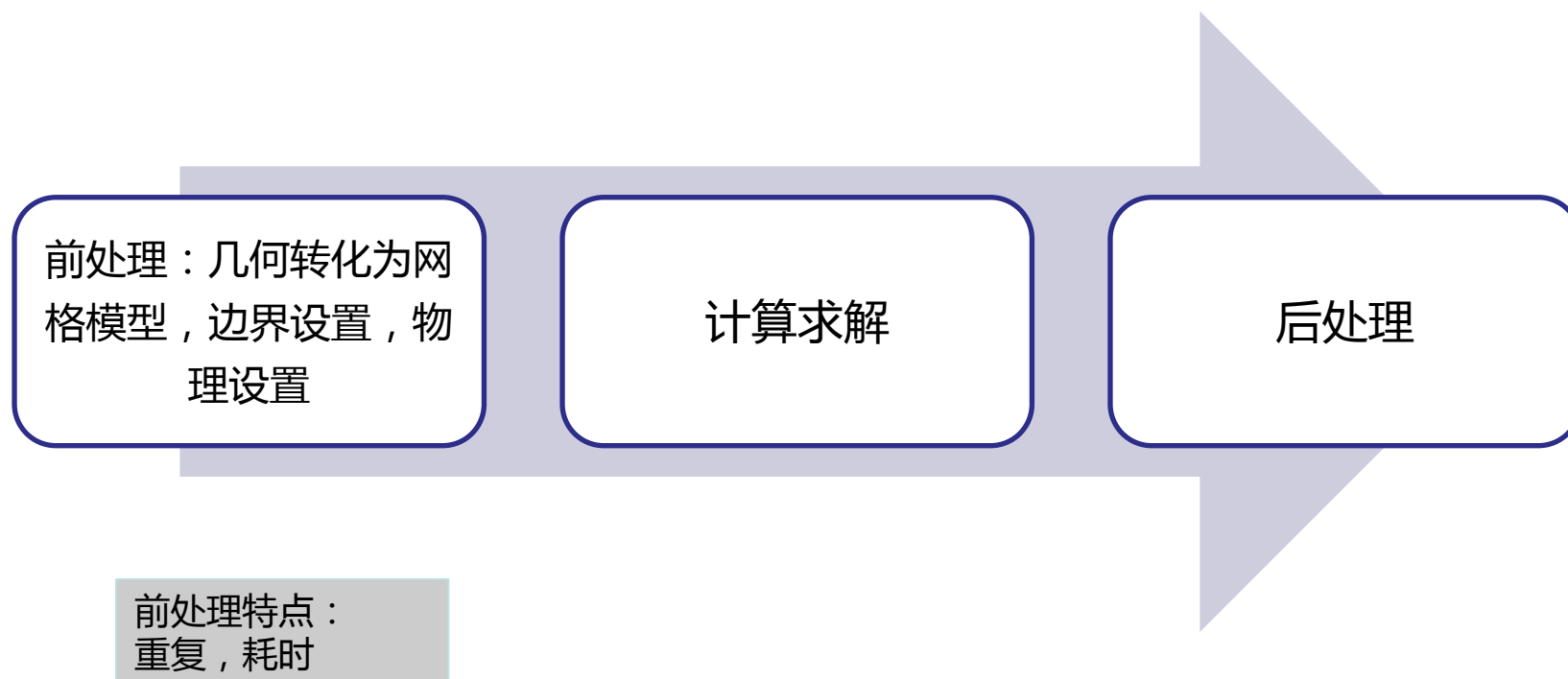
基于fluent软件的空气动力学前处理的二次开发方法

上汽技术中心
周晓利

- 空气动力学开发流程
- 二次开发
- 前处理自动化脚本
- BOI生成自动化
- 效果验证
- 展望

空气动力学开发流程

■ 分析流程



二次开发

- 定义：是指利用CAE软件的脚本语言或者其他程序语言来实现软件原有功能的扩展，或者是将复杂的操作过程高度参数化、流程化、自动化。
- 汽车空气动力学仿真分析由于优化方案多，工作重复，手动操作耗时，很适合开发定制化自动化处理脚本
- 不同程度的二次开发，能够在建模、分析流程、使用方法、结果统计分析等各方面更好的满足工作要求。

二次开发

■ Fluent 二次开发现状

- 主要集中在求解器上，一种为减少人员参与，后台启动软件，根据命令流文件，进行边界条件设置，自动提交，自动后处理出图；另外一种为常见的UDF（用户自定义函数）应用，解决一些标准模块不能解决的问题，主要体现在：处理边界层（特定的速度或者温度分布），修改源项，定义材料属性；变量初始化；表面和体积反应速率；处理与多相流相关的问题；求解UDS（用户自定义标量方程）等等。
- Mesh模块很少见，目前仅见供应商提供的自动化脚本



介绍脚本

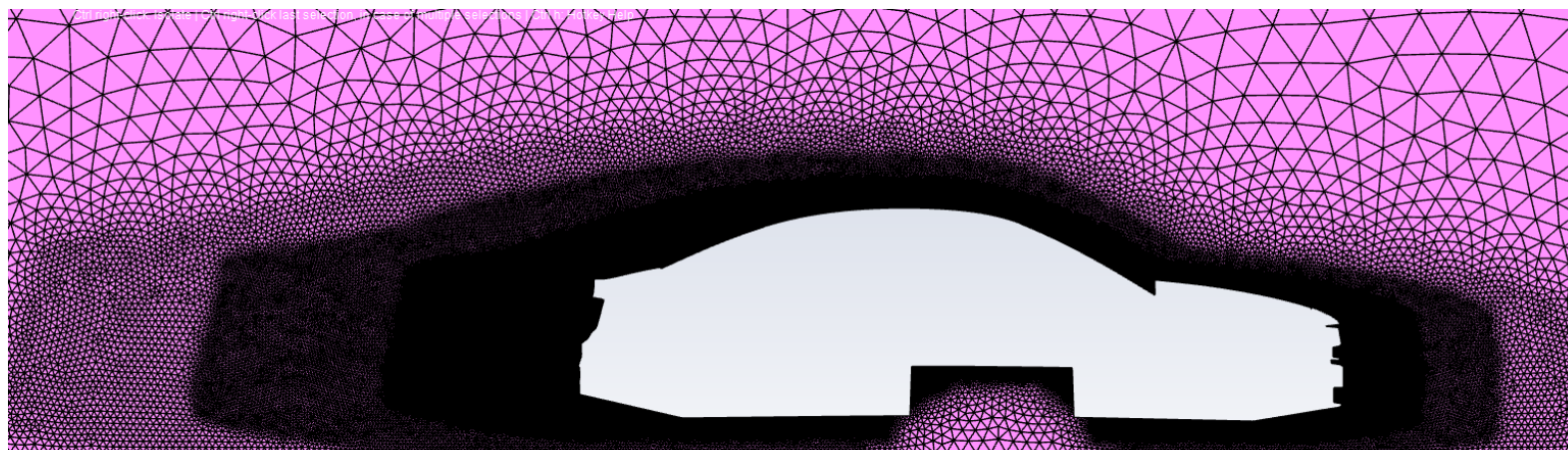
- AdvWrapNPrisms_R16R17_vXXX_UserInputs.scm
- 这个为用户输入脚本。用户只能修改这个脚本。
- AdvWrapNPrisms_R16R17_vXXX_Run.scm
- 这个是运行的scheme文件，它调用 .bin 文件中定义的功能。
- AdvWrapNPrisms_R16R17_vXXX_AdvSettings.scm
- 这个是高级设置并且对于大多数案例可以采用默认值。
- AdvWrapNPrisms_R16R17_vXXX_Main.bin
- 这个是主要的scheme文件，它可以定义所有的功能。
- AdvWrapNPrisms_R16R17_vXXX_Main_Load.scm
- 这个文件会加载 .bin 文件。

二次开发

■ Fluent 二次开发现状

■ 现有自动化脚本的局限性：

- 按照特定步骤一步一步操作，跳过容易出错
- 脚本内部过程封装，出错调试困难
- 参数多为默认设置，不适合企业特定分析，比如半车模型分析，底部加密问题



前处理自动化脚本

■开发背景：

- 实际项目开发工作中需要使用半车模型进行汽车外造型的空气动力学仿真，为简化繁琐的前处理工作，需要一套适合半车模型的自动化网格流程。
- 原有底部加密网格分布不合理，需调整加密策略
- 受之前自动化脚本启发，结合工作需要，从零开始依赖帮助文档，使用TUI与开放的有限的API命令，使用scheme语言来组织前处理开发的命令流，尝试开发出定制化自动化流程

前处理自动化脚本

- 开发工具— TUI (文本用户界面)
 - Fluent mesh模式包含一系列文本化命令流
 - 狭义TUI：是指在Fluent控制窗口中直接输入命令，或者回车就能显示出下一级可进行的操作命令，通过输入q返回上一级菜单，基本和界面操作一致，略有区别。
 - 广义TUI：Fluent帮助文档中提供的一些脚本命令，即API（应用程序接口）

```

Meshing> mesh

Meshing/mesh>
auto-mesh          domains/          pyramid/
auto-mesh-controls/ hexcore/          repair-face-handedness
auto-prefix-cell-zones laplace-smooth-nodes reset-mesh|
cavity/            list-mesh-parameter reset-mesh-parameter
check-mesh          manage/           scoped-prisms/
check-quality        modify/            selective-mesh-check
check-quality-level non-conformals/  separate/
clear-mesh           poly/              tet/
create-heat-exchanger prepare-for-solve thin-volume-mesh/
cutcell/            prism/

Meshing/boundary/manage> q

Meshing/boundary> q
    
```

Appendix A. Query and Utility Functions

The following sections describe the query and utility functions available:

- A.1. List Queries and Utility Functions
- A.2. Label Utility Functions
- A.3. Report Utility Functions
- A.4. Diagnostic Based Marking Utility Functions
- A.5. Mesh Setup Utility Functions
- A.6. Mesh Operation Utility Functions
- A.7. Miscellaneous Functions

前处理自动化脚本

■ 开发工具—Scheme语言

- Scheme语言是LISP语言的一个方言，它诞生于1975年的MIT。
- Scheme是一个小巧而又强大的语言，作为一个多用途的编程语言，它可以作为脚本语言使用，也可以作为应用软件的扩展语言来使用
 - (begin form1 form2 ...)
 - (define 变量名 值)
 - (set! 变量名 值)
 - (define 过程名 (lambda (参数 ...) (操作过程 ...)))
 - (if 测试 过程1 过程2)
- 当使用scheme语言为Fluent程序写菜单扩展功能时候需要使用 “ti-menu-load-string”

前处理自动化脚本

■ 开发思路：

- 使用scheme语言，组织执行系列TUI命令
- 结合实际前处理工作需要，考虑半车模型，加密策略
- 主程序通过定义主函数来顺序执行所有的命令行，实现自动化。

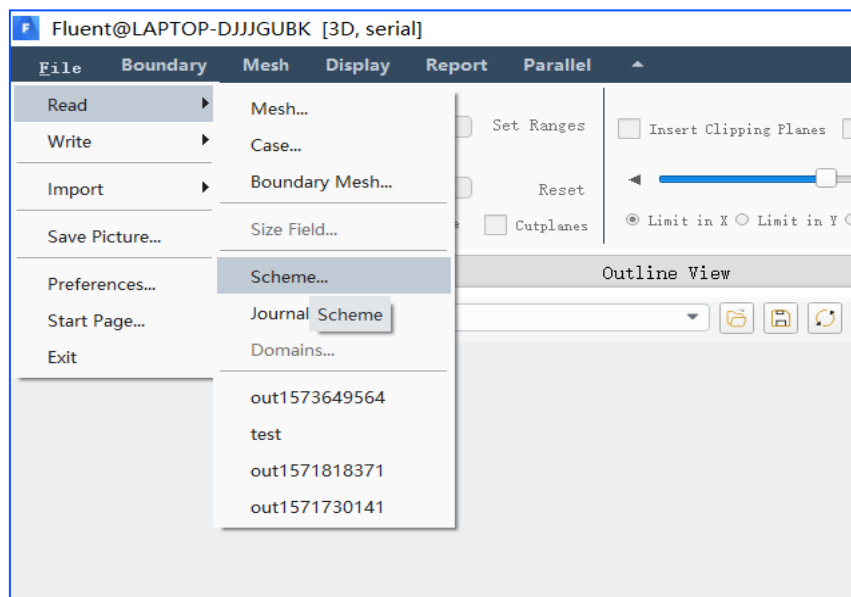
```
(define main
  (lambda ()
    (cadi 'test.stl)
    (generate-bois)
    (create-box 3 5 4 4)
    (tunnel-rename)
    (get-wheels)
    (do-inter)
    (surface-remesh)
    (improve-quality)
    (creat-volumemesh)
  )
)
```

前处理自动化脚本

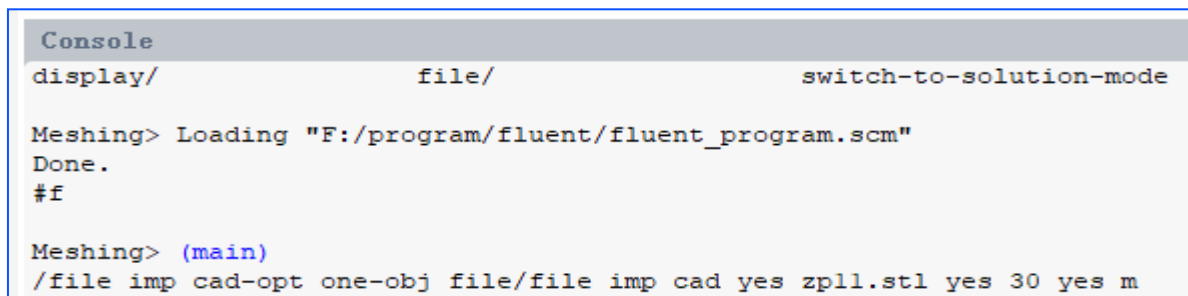
■使用方便：

- 操作简单，只需两步
- 参数调整方便，也可作为最佳实践设为固定值。

Step1:通过菜单File → Read → Scheme...读取并加载scheme源代码



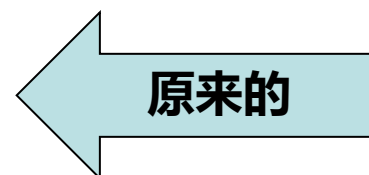
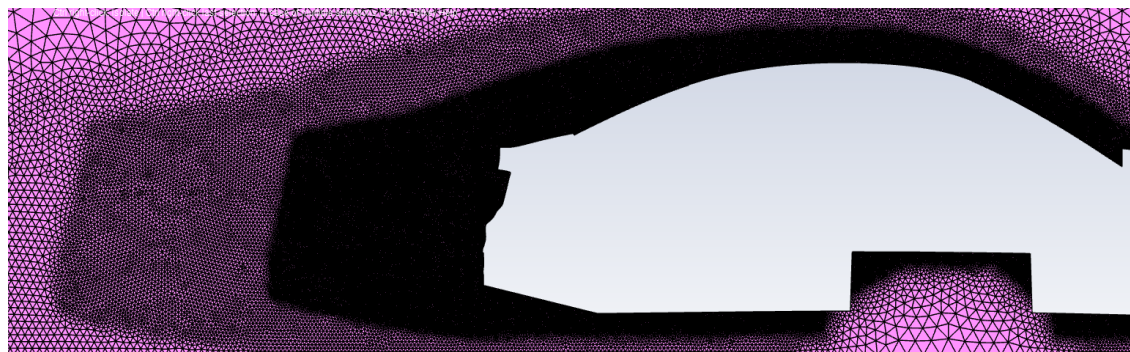
Step2:命令行窗口输入(main)回车



前处理自动化脚本

■亮点：

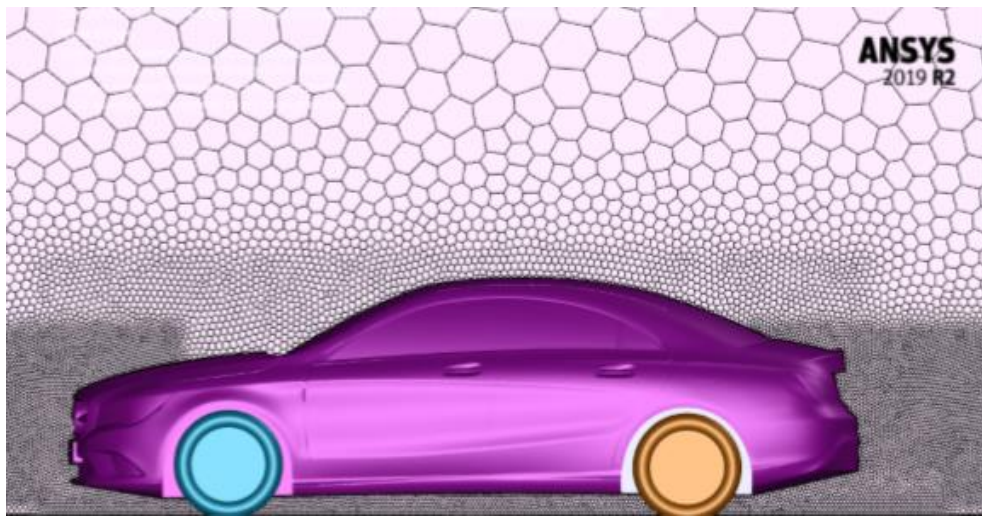
- 适用于半车模型分析
- 车身周围包括尾部与底部网格加密分布合理



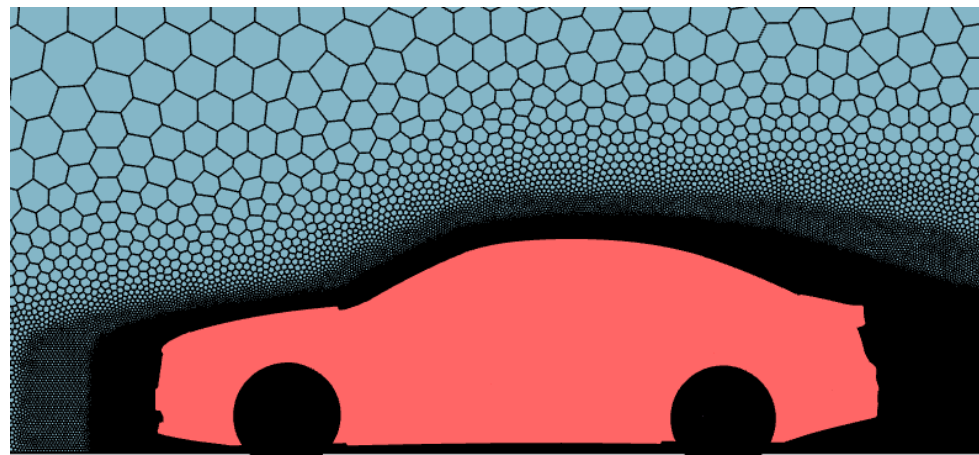
BOI生成自动化

■ BOI

- 进行汽车空气动力学分析时，为了获得更准确的风阻值，需要更好地捕捉到汽车周围流动特性，这就要求车身周围网格细化与加密
- 加密类型：



自定义体网格加密比如长方体

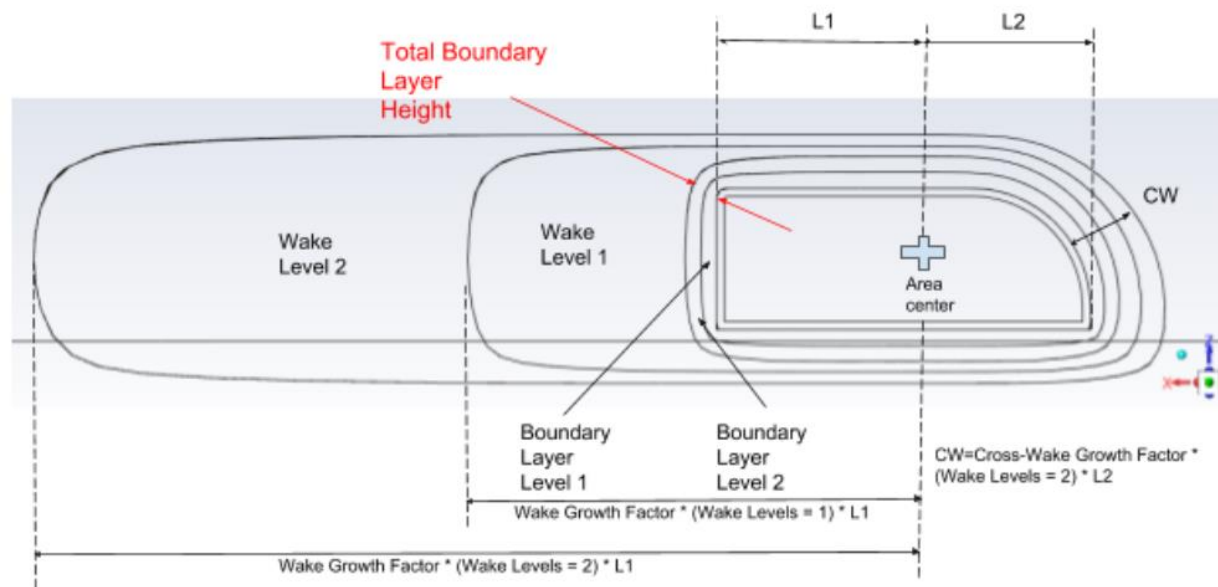


贴体与尾流体网格加密

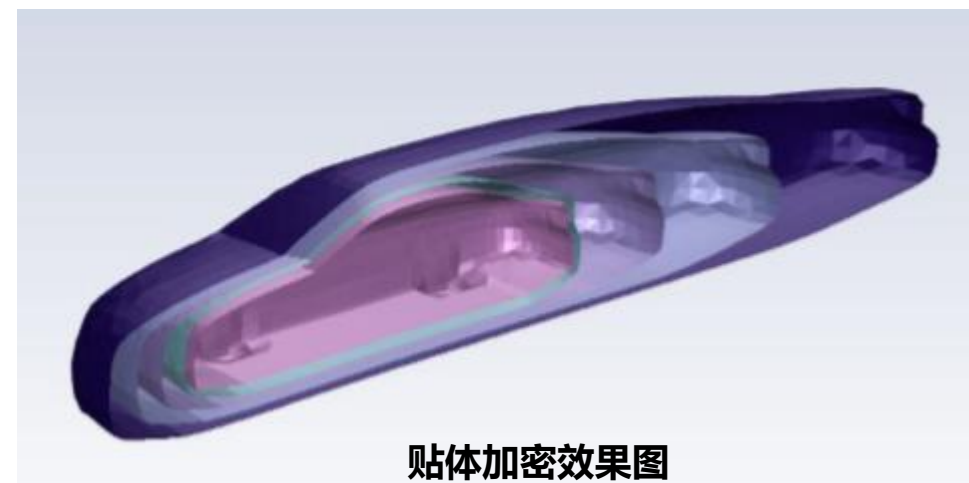
BOI生成自动化

■ BOI

- Fluent2019R2版本workflow->Local refinement region->贴体与尾部加密



贴体加密参数示意图



贴体加密效果图

- 未发现API，如何实现自动化？



BOI生成自动化

开发思路

初始准备：使用大尺寸进行包面，获得粗略轮廓面

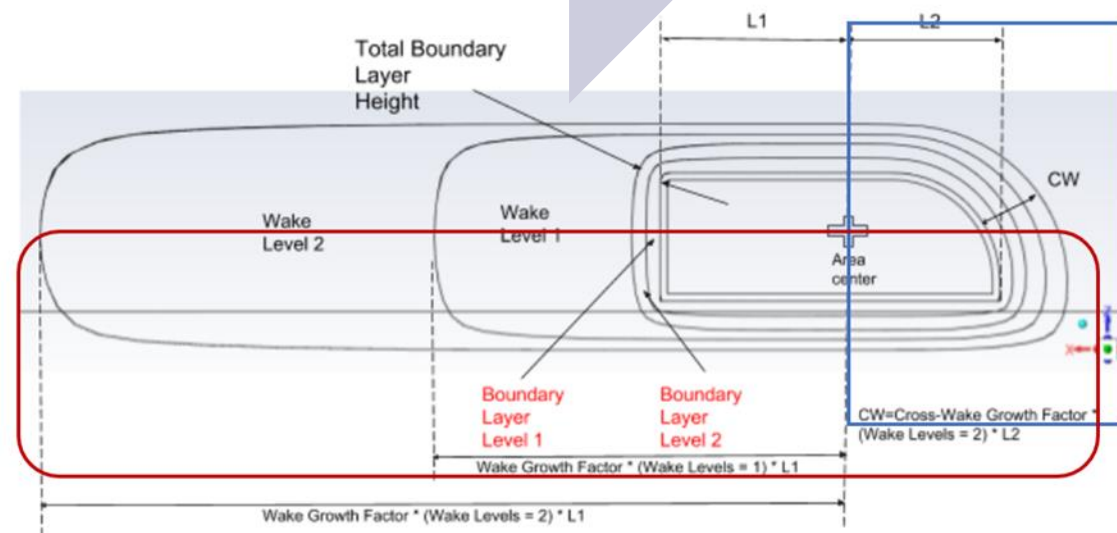
移动车中心至原点

贴体尾涡区的加密区域
创建：车长方向切割边界，分别缩放，然后合并即可

车底加密细化：Z方向进行边界切割，对下半部分进行Z向放大，然后与上半部分边界合并

将BOI移动回原来位置

开发难点：
分割边界，识别边界，变量传递



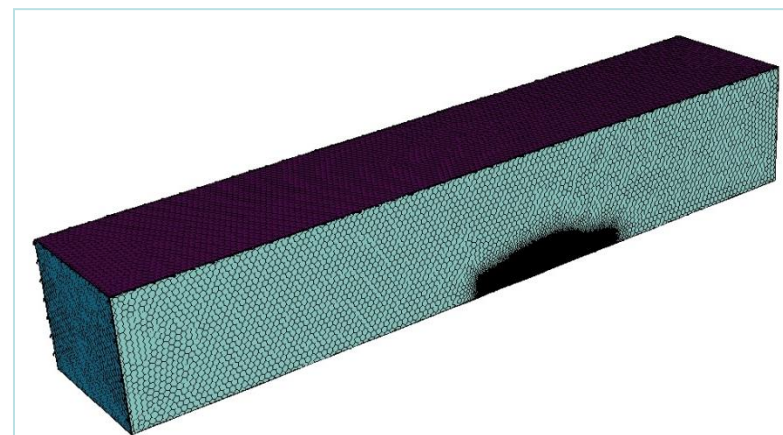
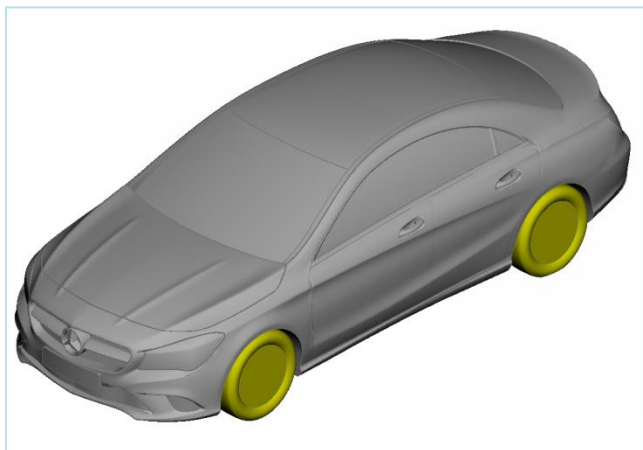
BOI生成自动化

■BOI自动化相关的操作命令

- `(ti-menu-load-string (format #f "/bo wrap *"))`
- `(ti-menu-load-string (format #f "/bo man trans *"))`
- `(ti-menu-load-string (format #f "/bo sep *"))`
- `(ti-menu-load-string (format #f "/bo man copy *"))`
- `(ti-menu-load-string (format #f "/bo man scale *"))`
- `(ti-menu-load-string (format #f "/bo man merge *"))`
- `(get-face-zones-of-filter 'wake-1*)`
- `(list-subtract wrap-id wrap-id1)`
- `(list-union wrap-id3 wrap-id2)`

效果验证

- 输入简单：只需准备一个姿态正确的汽车外造型模型，即可完成网格自动化生成
- 车身周围加密网格分布合理
- 标准化操作，提升效率，降低人员经验要求，提高结果准确性
- 开发方法可行



展望

- 整车级空气动力学仿真自动化流程

- 输入：待装配数据

- 输出：标准分析报告

- 开发操作界面

- 后台启动

- 集成多种分析类型

感谢您的聆听！