

# 三维 M6 机翼（混合网格）

## 1 算例概述

三维 M6 跨声速绕流，风雷软件<sup>[1,2]</sup>结构/非结构求解器混合计算。

测试环境：64 核并行。

- [1]. 赵钟, 等. 通用 CFD 软件 PHengLEI 设计 [J]. 计算机工程与科学, 2020, 42(2): 210-219. (Zhao Z, et al. Design of general CFD software PHengLEI [J]. Computer Engineering & Science, 2020, 42(2): 210-219. (in Chinese))
- [2]. 赵钟, 等. 适用于任意网格的大规模并行 CFD 计算框架 PHengLEI [J]. 计算机学报, 2018, 42(11): 2368-2383. (Zhao Z, et al. PHengLEI: A Large Scale Parallel CFD Framework for Arbitrary Grids [J]. Chinese Journal of Computers, 2018, 42(11): 2368-2383. (in Chinese))

## 2 计算条件

|        |         |      |      |         |
|--------|---------|------|------|---------|
| 马赫数    | 单位长度雷诺数 | 攻角   | 侧滑角  | 来流温度    |
| 0.8395 | 1.814e7 | 3.06 | 0.00 | 270     |
| 壁温     | 参考展长    | 参考长度 | 参考面积 | 参考点     |
| -1     | 1.0     | 1.0  | 1.0  | (0,0,0) |

## 3 计算网格

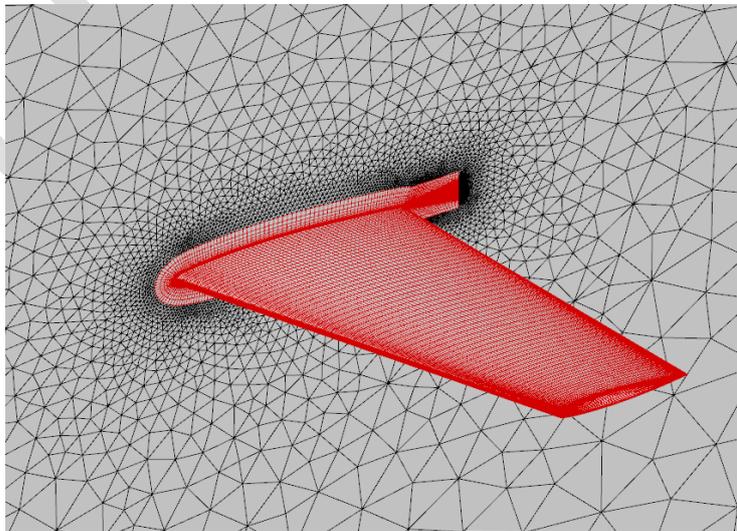


图 1 三维 M6 机翼网格（红色为结构网格，黑色为非结构网格）

## 4 参数设置

请保证不动默认注释的东西default

**转换：**

进行**结构网格转换**：请关掉非结构unstruct和混合mix的部分，完成转换。

进行**非结构网格转换**：请关掉结构struct和混合mix的部分，完成转换。

*注意在此先不进行混合网格的转换。*

**分区：保证default一直打开且参数默认不动**

进行**结构网格分区**：打开partion参数文件中所有的结构部分struct，  
关掉非结构部分unstruct，完成分区

进行**非结构网格分区**：打开partion参数文件中所有的非结构部分  
unstruct，关掉结构部分struct，完成分区

结构/非结构转换分区全部完成后，打开grid\_para文件，关掉结构struct  
和非结构unstruct，打开混合mix进行转换。

*注意混合只进行网格转换。*

### 4.1 网格转换

**网格转换：** key.hypara + grid\_para.hypara

**命令：**在可执行程序位置 shift+鼠标右键点击“在此处打开命令窗口”

输入 mpiexec -n 1 ./PHengLEIv3d0.exe 进行网格转换

| 文件         | 参数        | 值 | 备注   |
|------------|-----------|---|------|
| key.hypara | ndim      | 3 | 空间维数 |
|            | nsimutask | 1 | 参数类型 |

|                         |  |  |          |
|-------------------------|--|--|----------|
|                         | string parafilename =  | "/bin/grid_para.hypara"  | 相应参数文件路径 |
| <b>grid_para.hypara</b> | int gridtype   | 结构：1<br>非结构：0<br>混合：2  | 网格类型     |
|                         | nAxisRotateTimes   | 0  | 坐标轴旋转次数  |
|                         | axisRotateOrder[]  | [1, 2, 3]  | 坐标轴旋转顺序  |
|                         | axisRotateAngles[]   | [0.0, 0.0, 0.0]  | 坐标轴旋转角度  |
|                         | int from_gtype   | 2  | 输入网格类型   |
|                         | 结构、非结构：string<br>from_gfile<br>混合：mixgrid_uns<br>mixgrid_str                 | 结构："/grid/str.cgns"<br>非结构："/grid/unstr.cgns"<br>混合："/grid/unstr__64.fts"<br>"/grid/str__64.fts" | 指定输入网格路径 |
| string out_gfile        | 结构："/grid/str.fts"<br>非结构："/grid/unstr.fts"<br>混合：<br>"/grid/M6_mix__64.fts" | 指定输出格路径  |          |

## 4.2 网格分区

网格分区：key.hypara + partition.hypara

命令：在可执行程序位置 shift+鼠标右键点击“在此处打开命令窗口”

输入 mpiexec -n 1 ./PHengLEIv3d0.exe 进行网格分区

| 文件                      | 参数                                    | 值                       | 备注       |
|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------|
| <b>key.hypara</b>       | ndim                                  | 3                       | 空间维数     |
|                         | nsimutask                             | 3                       | 参数类型     |
|                         | string parafilename =                 | "/bin/partition.hypara" | 相应参数文件路径 |
| <b>partition.hypara</b> | 结构：int pgridtype<br>非结构：int pgridtype | 结构：1<br>非结构：0           | 网格类型     |
|                         | int macproc                           | 2                       | 分区数      |

|                            |   |          |
|----------------------------|---|----------|
| string original_grid_file  | 结构: "./grid/str.fts"<br>非结构:<br>"./grid/unstr.fts"          | 原始网格文件路径 |
| string partition_grid_file | 结构:<br>"./grid/str_64.fts"<br>非结构:<br>"./grid/unstr_64.fts" | 分区网格文件路径 |
| int numberOfMultigrid      | 1   | 多重计算分区   |

### 4.3 CFD 计算

CFD 计算: key.hypara + cfd\_para\_transonic.hypara

命令: 在可执行程序位置 shift+鼠标右键点击“在此处打开命令窗口”

输入 `mpirun -n 64 ./PHengLEIv3d0.exe` 进行计算

| 文件                         | 参数                                     | 值                                | 备注       |
|----------------------------|--|----------------------------------|----------|
| key.hypara                 | ndim                                   | 3                                | 空间维数     |
|                            | nsimutask                              | 0                                | 参数类型     |
|                            | string parafilename =                  | "/bin/cfd_para_transonic.hypara" | 相应参数文件路径 |
| cfd_para_transonic.hypara  | maxSimuStep                            | 40000                            | 迭代计算步数   |
|                            | intervalStepFlow                       | 1000                             | 流场文件步数   |
|                            | intervalStepPlot                       | 1000                             | 可视化输出步数  |
|                            | intervalStepForce                      | 500                              | 气动力输出步数  |
|                            | intervalStepRes                        | 10                               | 残差输出步数   |
|                            | refMachNumber                          | 0.8395                           | 来流马赫数    |
|                            | attackd                                | 3.06                             | 来流攻角     |
|                            | angleSlide                             | 0.00                             | 侧滑角      |
|                            | refReNumber                            | 1.814e7                          | 来流单位雷诺数  |
|                            | refDimensionalTemperature              | 270                              | 来流温度     |
|                            | gridScaleFactor                        | 1.0                              | 网格缩放比    |
|                            | forceReferenceLengthSpanWise           | 1.0                              | 参考展长     |
|                            | forceReferenceLength                   | 1.0                              | 参考长度     |
|                            | forceReferenceArea                     | 1.0                              | 参考面积     |
|                            | TorqueRefX<br>TorqueRefY<br>TorqueRefZ | (0,0,0)                          | 参考坐标     |
| viscousType<br>viscousName | 4<br>"2eq-kw-mente"                    | NS 方程类型<br>粘性类型                  |          |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | r-sst"                                     |   |
| string inviscidSchemeName<br>string str_limiter_name  | "roe"<br>"3rdsmooth"                       | <b>结构网格:</b><br>空间离散格式<br>限制器类型   |
| ivencat<br>string uns_scheme_name<br>string uns_limiter_name<br>double venkatCoeff<br>string gradientName | 5<br>"roe"<br>"vencat"<br>50.0<br>"ggcell" | <b>非结构网格:</b><br>vencat 限制方法<br>空间离散格式<br>限制器类型<br>限制器系数<br>梯度重构方法        |
| CFLStart<br>CFLEnd<br>CFLVaryStep<br>nLUSGSSweeps<br>LUSGSTolerance                                       | 0.01<br>2.0<br>100<br>4<br>1.0e-20         | CFL 起始步<br>CFL 终止步<br>变 CFL 数步数<br>LUSGS 扫描步<br>LUSGS 中的前后扫描 $\epsilon$ 量 |
| nMGLevel  | 1  | 多重网格数   |

## 5 结论