

基础案例

VK159跨音叶栅

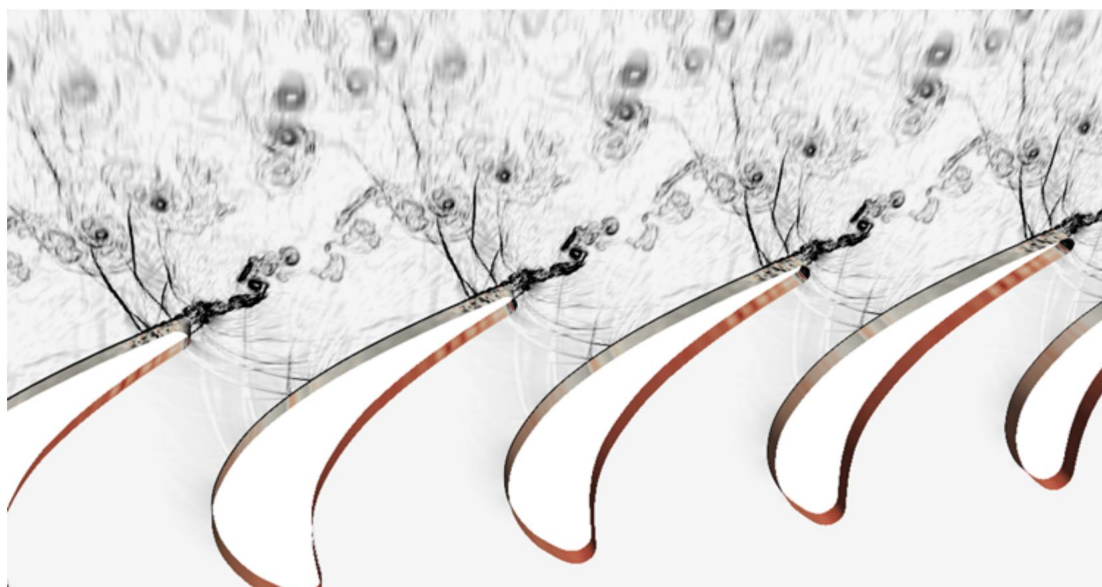
高阶网格、小时级大涡模拟

本案例对经典跨音叶栅进行大涡模拟仿真，覆盖网格高阶化、边界条件设置、求解参数配置和结果处理全流程，使用户能够快速上手DIMAXER软件操作，并利用单张GPU显卡在1小时以内计算出叶栅尾涡脱落与激波运动等复杂非定常结果。

1.1 案例简介 Introduction

本教程对经典的 VKI59 叶栅进行仿真，出口等熵马赫数为 1，对应雷诺数 $7.44e5$ ，进口攻角为 30° ，该工况下叶栅尾缘处存在激波运动和强烈的尾流涡脱落。

DIMAXER 软件可用小于 10 万的网格量，采用 4 阶精度算法，在单张 RTX4090 显卡上仅用数小时实现高精度 LES 模拟。



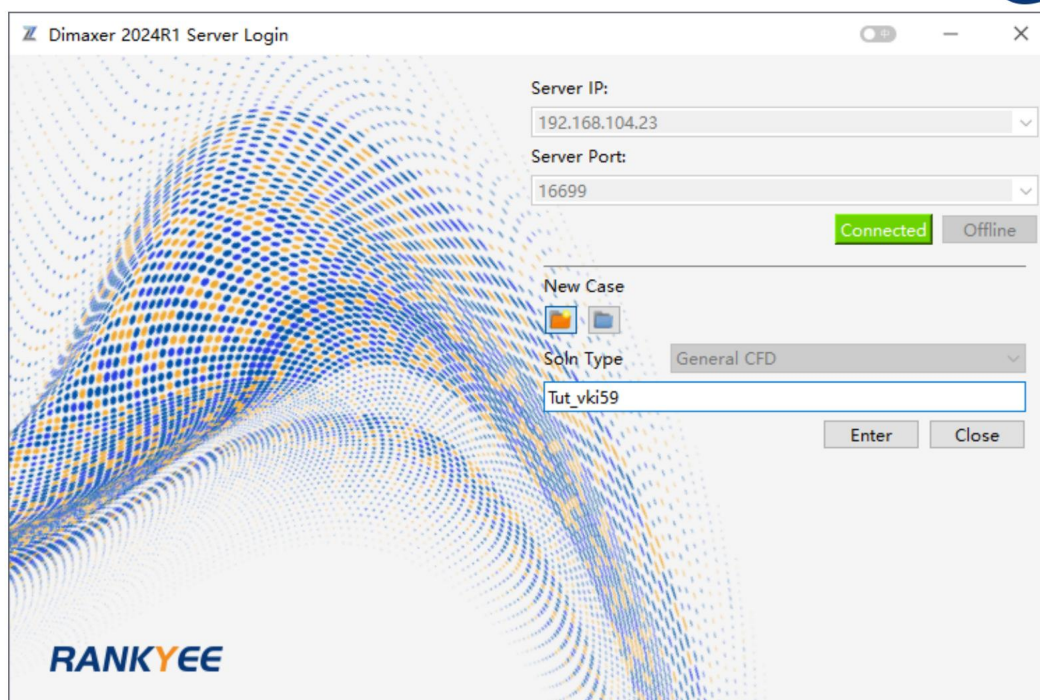
1.2 前置条件 Prerequisites

本教程假设用户已了解 DIMAXER 产品架构，并熟悉其界面布局和交互方式。

1.3 网格配置

创建 Case

1. 启动 DIMAXER 软件，并在登陆界面输入相应 Server IP 和 Server Port，点击 Connect 按钮连接服务器，连接成功后显示绿色标志
2. 选择 New 创建新算例，在输入框中输入算例名称，如 Tut_vki59



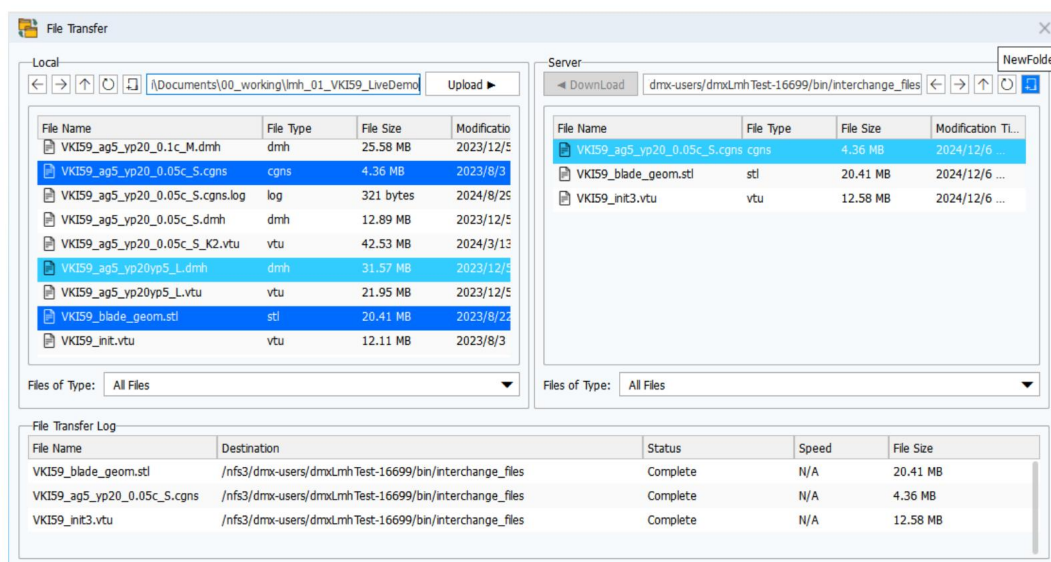
3. 点击 Enter 按钮进入软件主界面

网格导入 Import Mesh

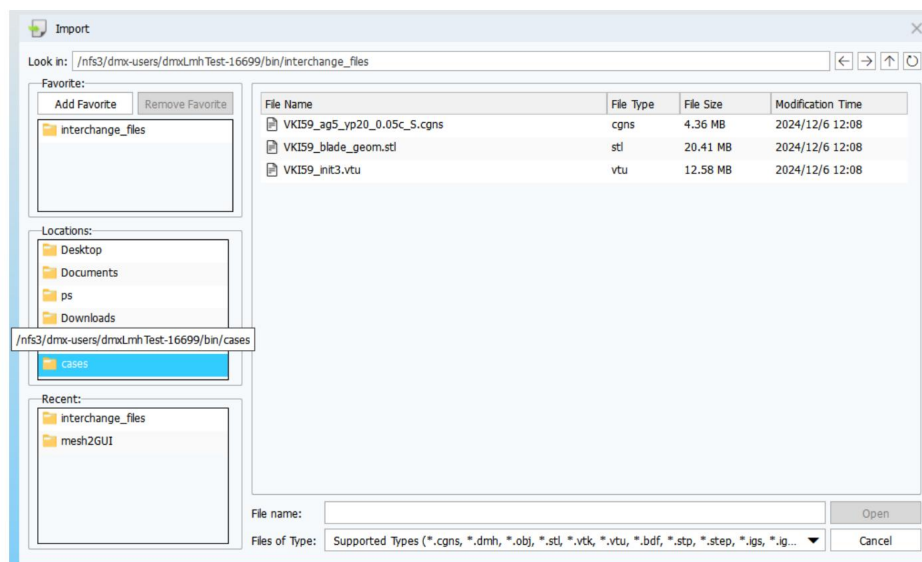
注：本教程网格文件由第三方网格工具生成并导出为通用 CGNS 格式。

Client-Server 模式需要将文件全部上传至服务器后，方可导入。

1. 点击 File -> File Transfer 选项，打开文件传输面板，选中本地文件后上传
 - a. 文件传输面板多个文件上传下载
 - b. 建议将本地文件传输至服务器 case 目录，或临时中转目录 interchange_files 中
 - c. 如有需要，也可以点击新建文件夹按钮创建新文件夹



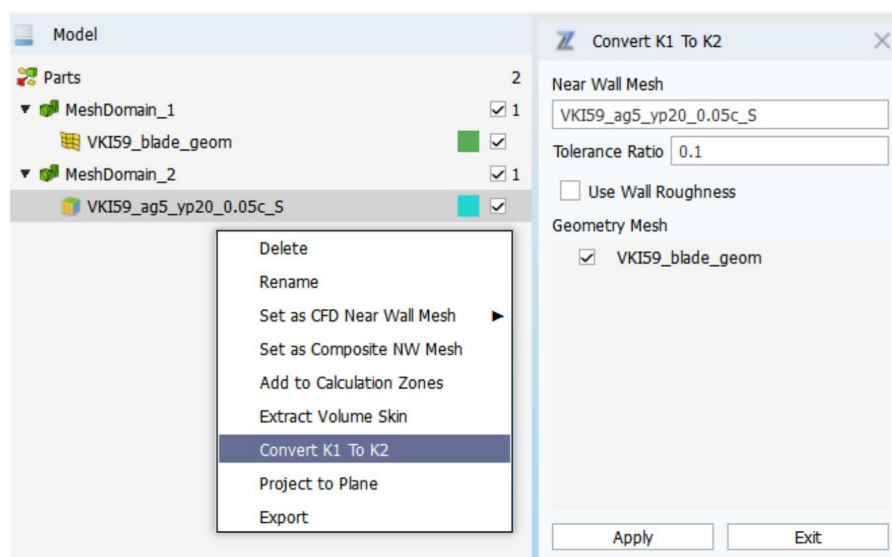
2. 点击 File -> Import 导入上一步上传的模型文件，包含面网格与体网格文件；导入成功后显示在左侧 Model Tree 面板中，用户可在视图区进行查阅
 - a. Import 面板支持常用文件夹收藏功能
 - b. 常用目录中的 cases 可快速回到当前 user 目录的 cases 文件夹



网格高阶化 High Order Mesh

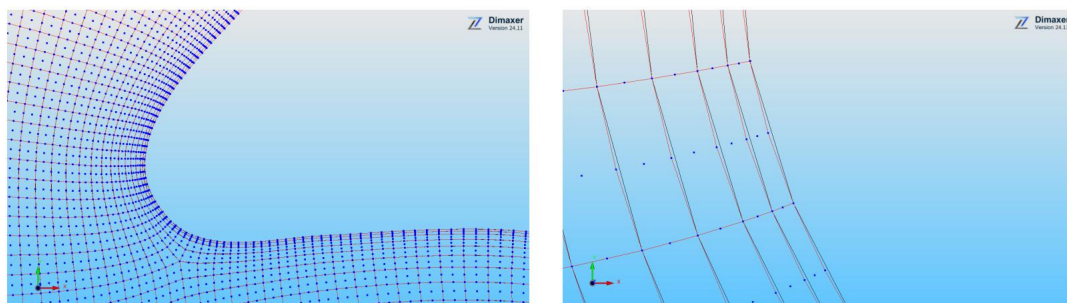
注：高阶网格可以更准确的描述几何特征，DIMAXER 提供网格 GK1 转 GK2 功能，输入为 GK1 体网格以及精准描述曲面的 stl 面网格。

1. 导入后的体网格和面网格可以通过图标区分，3D 网格表示为一个立方体，2D 网格表示为面片
2. 右击体网格选择 Convert K1 to K2 打开面板后勾选对应的几何文件
 - a. 注意输入的面网格一定要比体网格更能描述曲率



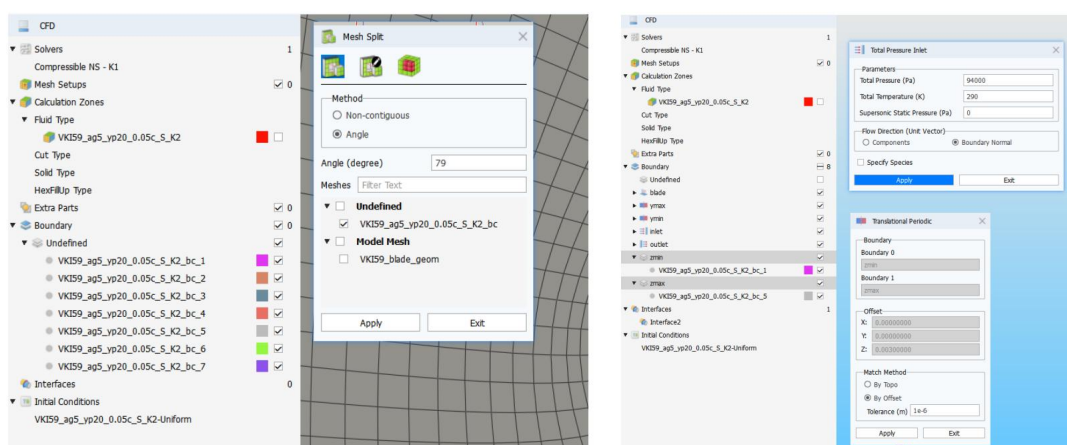
3. 高阶化成功后，能够明显看到几何描述更加精准

- 高阶网格是高阶算法非常重要的基础，可以更进一步提高解析度，避免一阶网格带来的非物理扰动效果
- 复杂外形的网格高阶化不成功的情况下，推荐加密一阶网格先算起来，只要几何描述准确，求解精度依然是有保证的



设置计算域与边界条件定义 Boundary Conditions

- 计算域选中高阶化的体网格，右击选择 Add to Calculation Zones，此时网格挂在 CFD 标签页下的 Calculation Zones 的 Fluid Type 中
- 同时 Boundary 节点下出现 Undefined 边界合集
- 为了进一步设置边界条件，需要利用 Mesh Split -> 2D Mesh Split 工具将边界拆分出来



- 选择 Boundary -> Undefined 下对应的网格，通过右击 Create New BC Group 创建边界组，然后对其设置边界类型和对应的条件

- Set BC Type 根据 solver 类型的不同，支持 Far Field, Wall, Symmetry, Pressure Outlet, Total Pressure Inlet, Slip Wall, Velocity Inlet 等
- 周期边界的话需要选中两个边界组，通过右击选项设置，可选 Translational Periodicals,

Rotational Periodics, Dynamic Overset, Coupling Overset

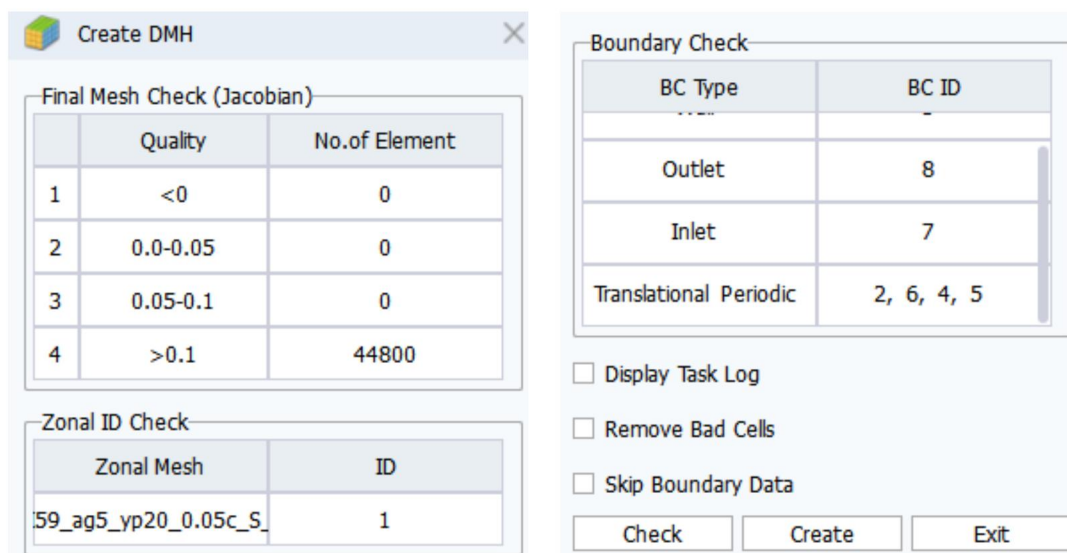
- c. 周期边界创建成功后，将新增 Interface 交界面对象；若取消周期边界设置，需要删除对应的 interface

5. 本案例所需的边界条件为：

- a. 入口总温总压类型， $P_t = 94000\text{Pa}$, $T_t = 290\text{K}$ ，攻角 30°
- b. 出口为压力出口类型， $P_{\text{exit}} = 52000\text{Pa}$
- c. 叶栅为绝热壁面类型
- d. 展向和叶高方向分别为平移周期类型

创建 DMH 文件

1. 点击 Create DMH 按钮，在对应面板上可选择 Check 检查网格质量以及对应的计算域和边界属性，确认无误后点击 Create 进行创建
 - a. DMH 是 DIMAXER 自定义的一种网格格式
 - b. 注意网格雅各比最差不低于 0.05，雅各比越大，质量越高
 - c. 创建 DMH 过程实质是在服务器执行，推荐勾选 Display Task Log 显示后台日志，查阅详细信息



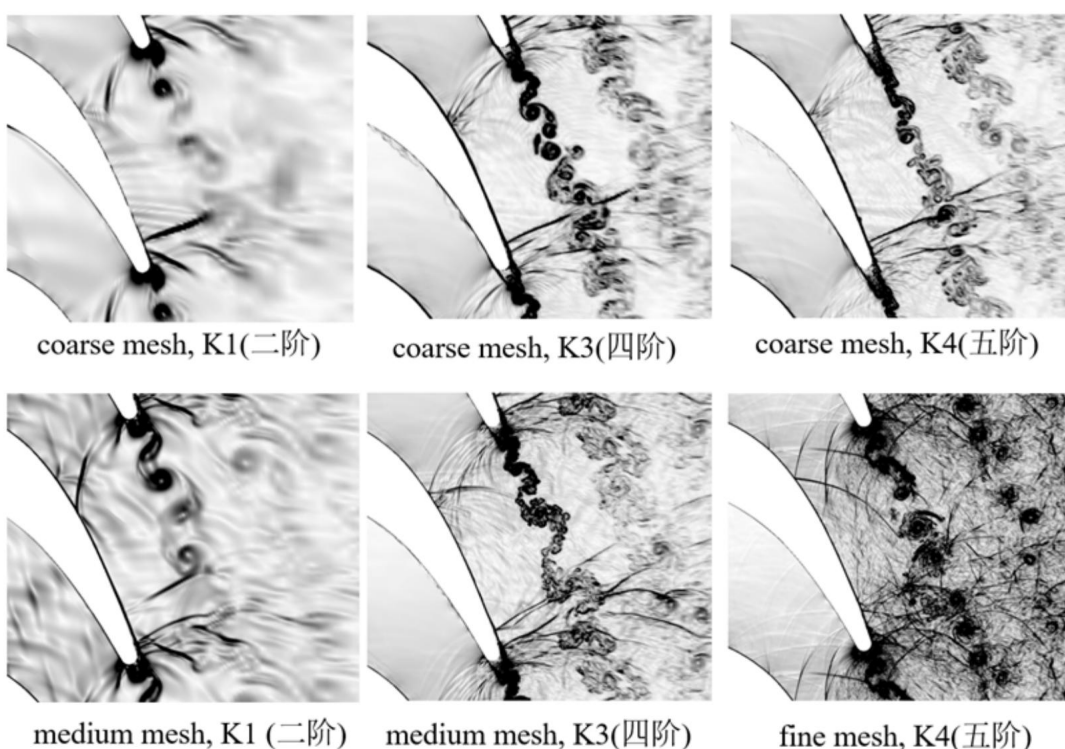
1.4 计算设置 Simulation Setup

注：计算设置包括求解器选择、物性参数、算例配置以及稳定化参数设置。

1. 打开 Ribbon 上的 Simulation 标签页，点击 Solver 按钮，在弹出面板可选择不同的求解器类型

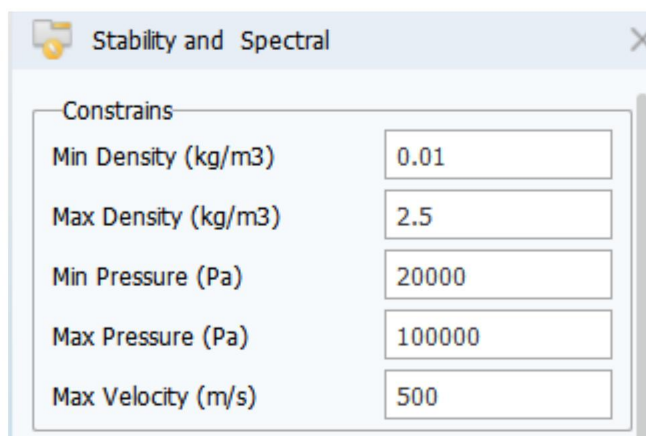
与不同的阶次；设置成功后，所选的求解器与阶次以标签形式显示在 CFD 结构树的 solvers 节点下；比如该案例应选择 Compressible NS - K1 求解器先进行初场计算

- a. 不同精度的求解器会获得不同解析度的结果，如 K1 求解对应二阶精度，K3 求解对应四阶精度，K4 求解对应五阶精度
- b. 低阶格式相对高阶格式求解稳定性更高，因此也推荐先使用低阶格式进行计算，再以此为初场进行升阶续算。不同阶次与不同网格分辨率下的结果对比如下，同种网格分辨率，阶次越高，求解越精细；同阶次，网格分辨率越高，求解越精细

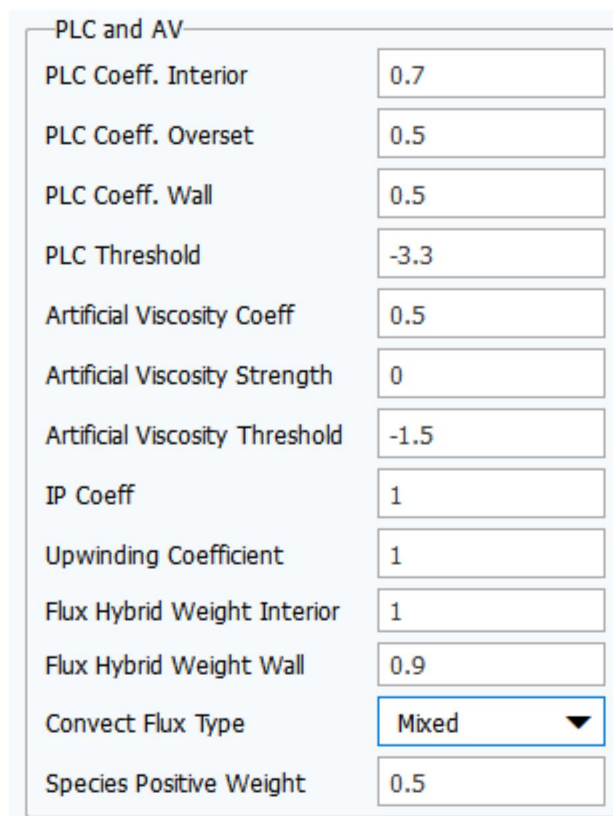


2. 流体物性参数通过 Material 面板设置，粘度选择 Sutherland Law，EOS 状态方程选择理想气体，其他参数保持默认
 - a. 粘度支持 constant 定制类型
 - b. EOS 状态方程还支持真实气体模型与查表法
3. 点击 Case Config 按钮，在弹出面板设置算例输出间隔、仿真时间、使用硬件资源等信息，以下设置使用 1 张 GPU，计算 1e-3s，输出间隔为 4e-5s
4. 点击 Stability and Spectral 按钮设置稳定化参数，由于该算例流场存在激波，需设置相关参数
 - a. 首先在 Constrains 中将各物理量设置为一个合理范围，以便于更好的触发稳定化措施，本案例中 Density 范围设置为[0.01,2.5]，Pressure 范围设置为[20000,100000]，速度数值范

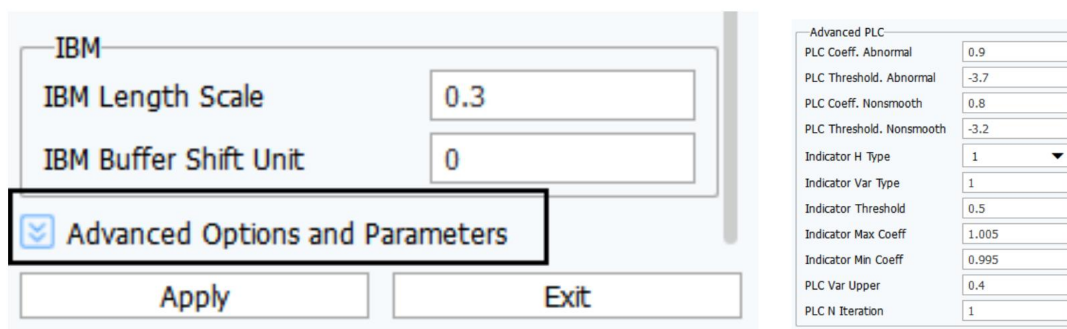
围设置为[0,500]:



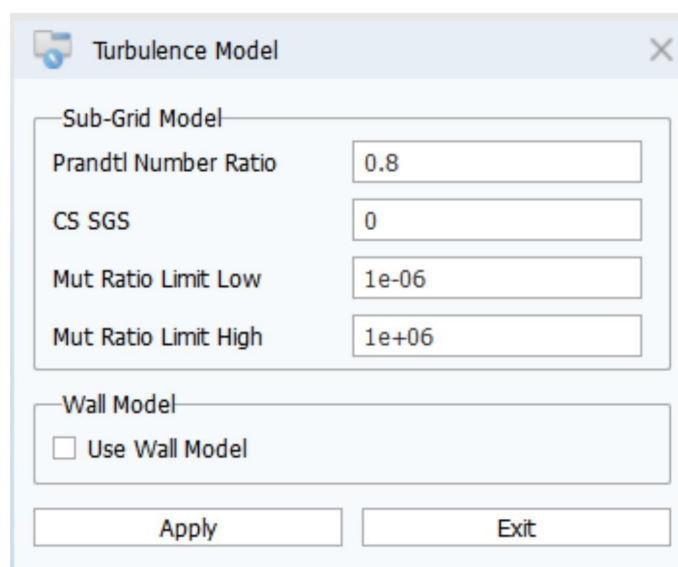
- b. 随后在 PLC and AV 中设置 plc 与对流通量格式，其中 PLC Coeff. Interior 设置为 0.7, PLC Threshold 设置为-3.3，对流通量格式选择 Mixed，其余参数保持默认即可：



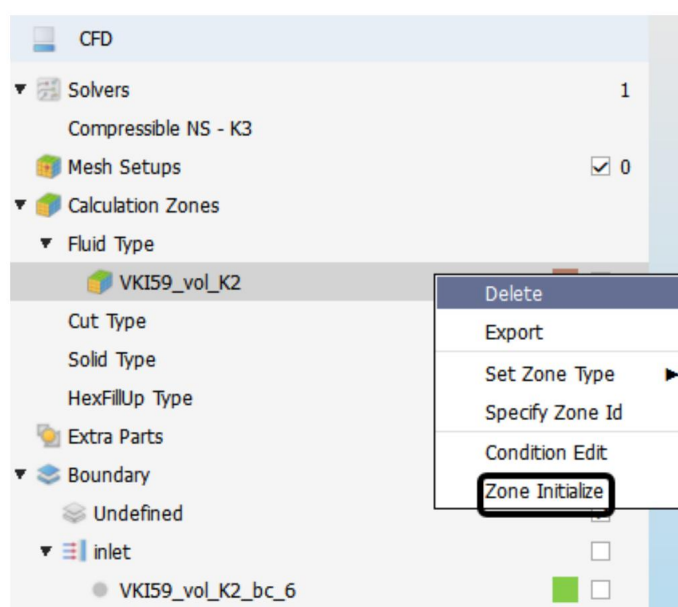
- c. 为了精确的捕捉激波位置，打开 Advanced Options and Parameter（高级设置与参数），在 Advanced PLC 中设置 PLC Threshold. Abnormal 为-3.6、PLC Coeff. Nonsmooth 为 -3.7，其余参数保持默认即可：



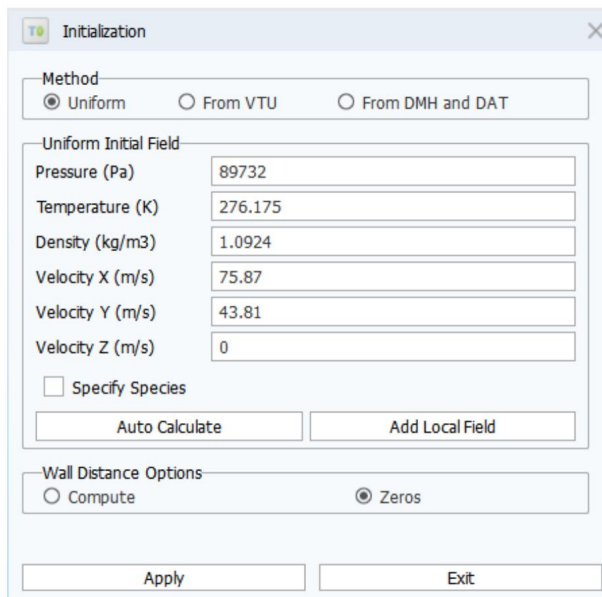
5. 保持 Turbulence Model 按钮下参数为默认值



6. 流场初始化通过对 Fluid Zone 进行右击选择 Zone Initialize 实现



7. 初始化可选择从均匀 Uniform 流场开始计算，也可以选择 RANS 初场



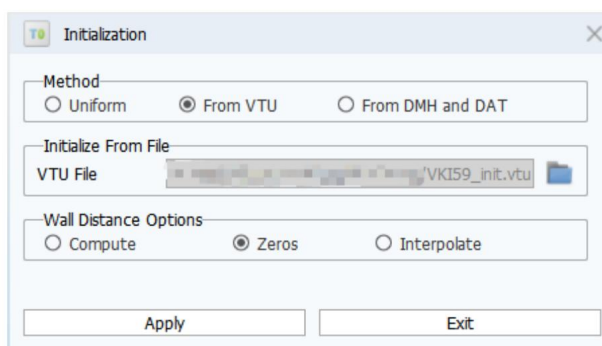
Initialization

Method
☒ Uniform ☐ From VTU ☐ From DMH and DAT

Uniform Initial Field
 Pressure (Pa)
 Temperature (K)
 Density (kg/m3)
 Velocity X (m/s)
 Velocity Y (m/s)
 Velocity Z (m/s)
☐ Specify Species

Wall Distance Options
☐ Compute ☒ Zeros

8. 若以 RANS 结果做初场，在弹出面板选择 From VTU 方法，上传 VKI59_init.vtu 文件



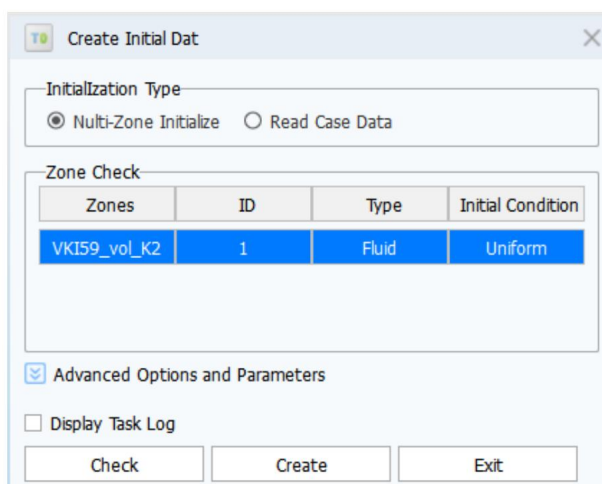
Initialization

Method
☐ Uniform ☒ From VTU ☐ From DMH and DAT

Initialize From File
 VTU File

Wall Distance Options
☐ Compute ☒ Zeros ☐ Interpolate

9. 然后点击 Create Initial Dat 按钮，再次检查初场设置，无误后进行创建



Create Initial Dat

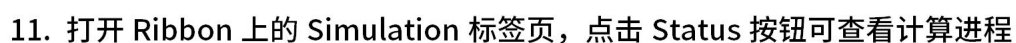
Initialization Type
☒ Multi-Zone Initialize ☐ Read Case Data

Zone Check

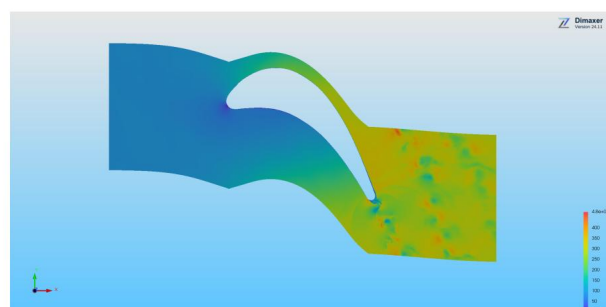
Zones	ID	Type	Initial Condition
VKI59_vol_K2	1	Fluid	Uniform

☒ Advanced Options and Parameters
☐ Display Task Log

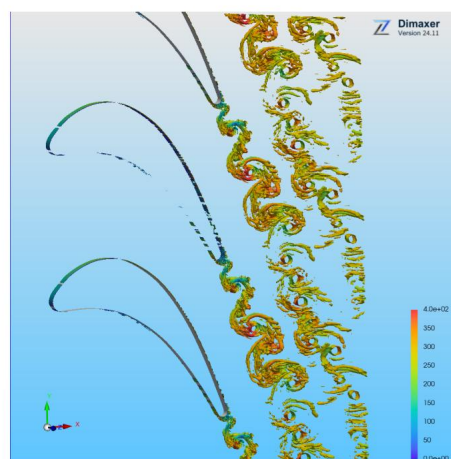
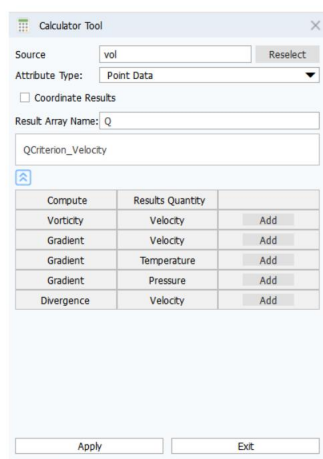
10. 最后通过点击 Run 按钮，开始计算，并弹出 log 日志窗口



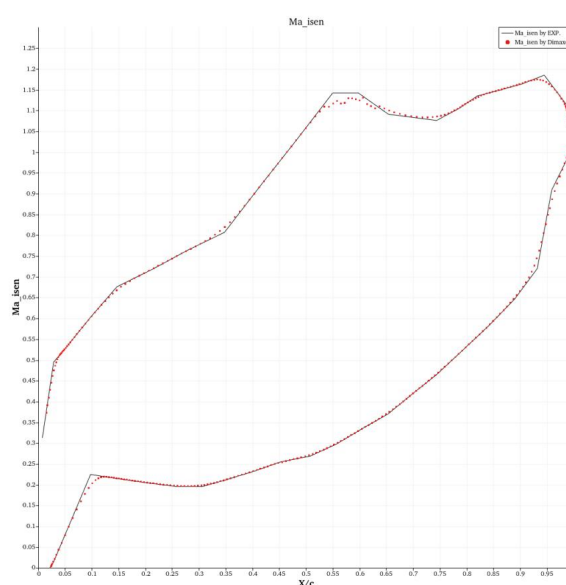
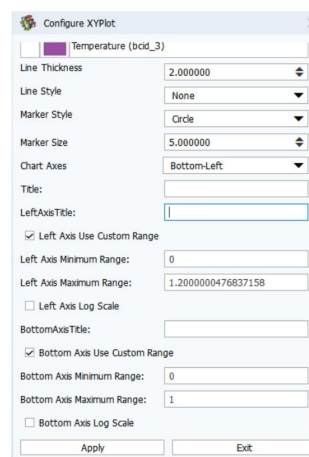
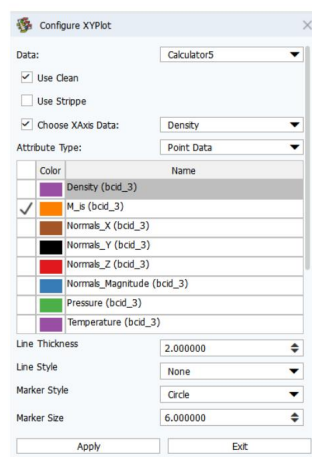
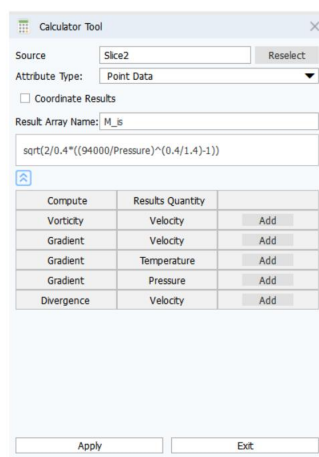
使用 plane 功能进行切片观察



使用 Calculator 功能流场中涡结构的提取（Q 准则）



计算等熵马赫数并绘制曲线图，可以通过 Configure XYPlot 对绘图参数进行设置



等熵马赫数与实验对比



扫码申请软件试用

☎ 18915575295

👤 contact@rankyee.com

📍 苏州纳米技术国家大学科技园(二期)A2栋18楼