

气动噪声 起落架LAGOON案例教程

异步数据采样+FWH全流程分析

气动噪声应用以起落架案例为示范进行了从前处理到后处理全过程的操作逻辑,体现了软件在噪声采样设置上的便携性和在GPU上边算边提取数据的高效性,后处理制定了Aeroacoustic专用面板用于FWH远场噪声分析,并提供相应的频域转换工具分析噪声强度。

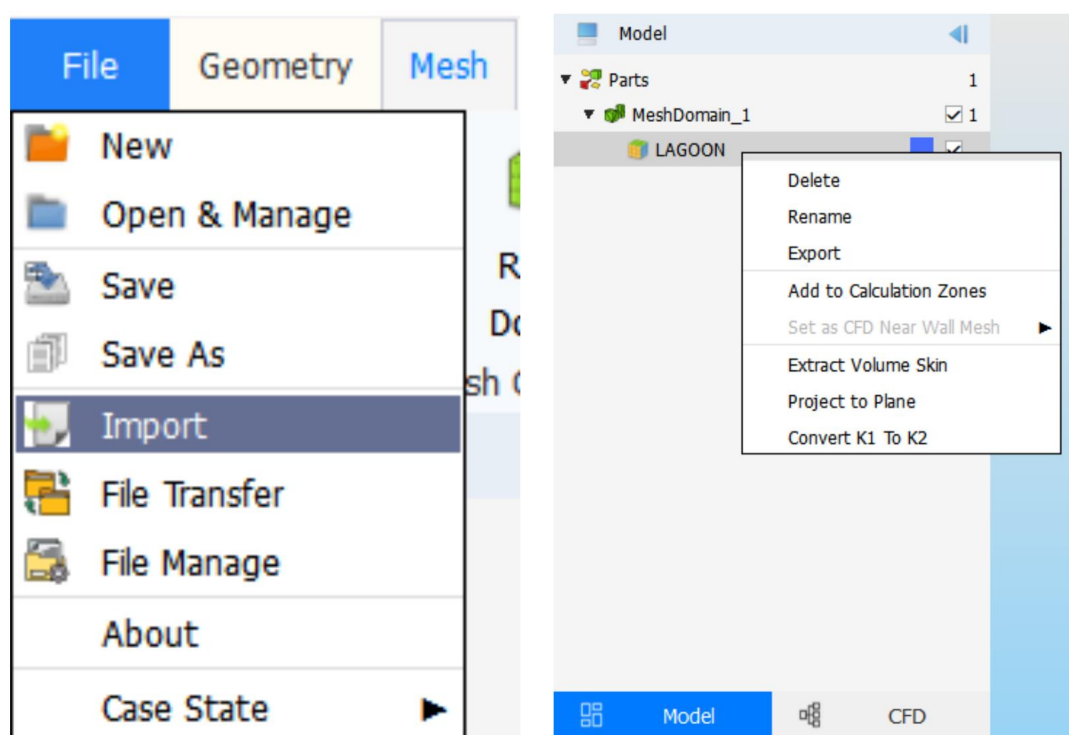
1.1 案例简介 Introduction

本教程对经典的 LAGOON 起落架噪声进行仿真，以起落架轮胎直径为特征长度，马赫数为 0.23，远场压力为 99447.7Pa，温度 293.56K，对应雷诺数为 $1.55e6$ 。

1.2 网格配置

计算域网格的设置

通过 Import 导入 LAGOON 的体网格文件，下图为导入的设置方式。



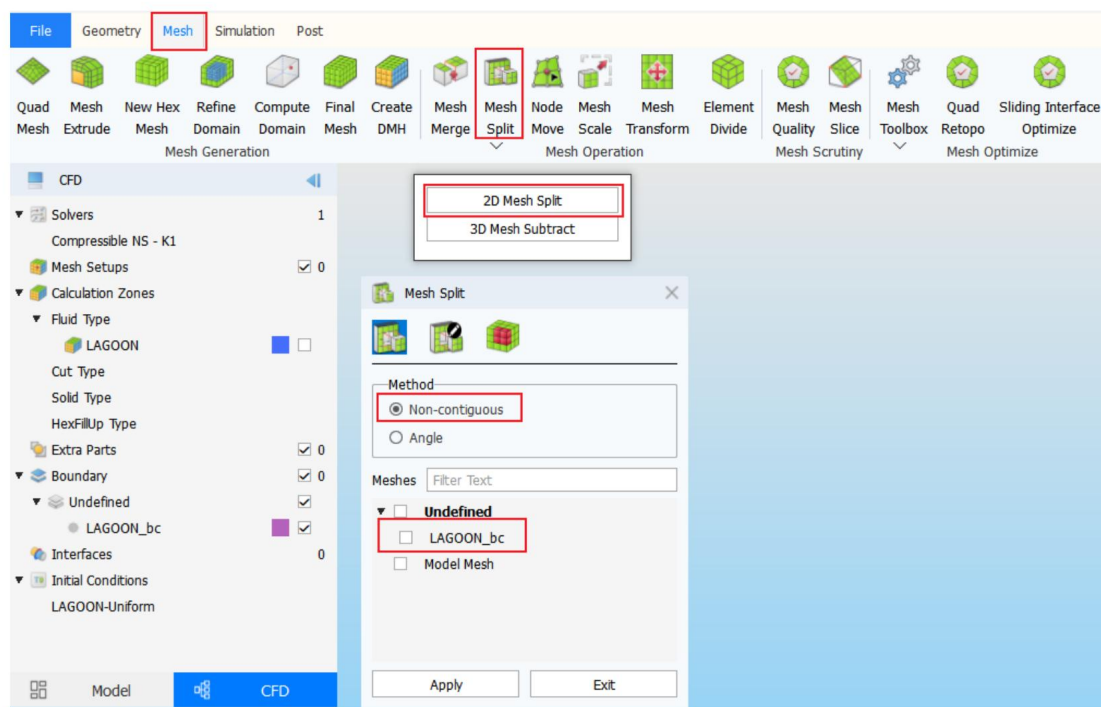
导入的体网格将会挂载在 Model 的结构树下。右击导入的 LAGOON，并选择 Add to Calculation Zones，将其设置为计算域。

边界设置

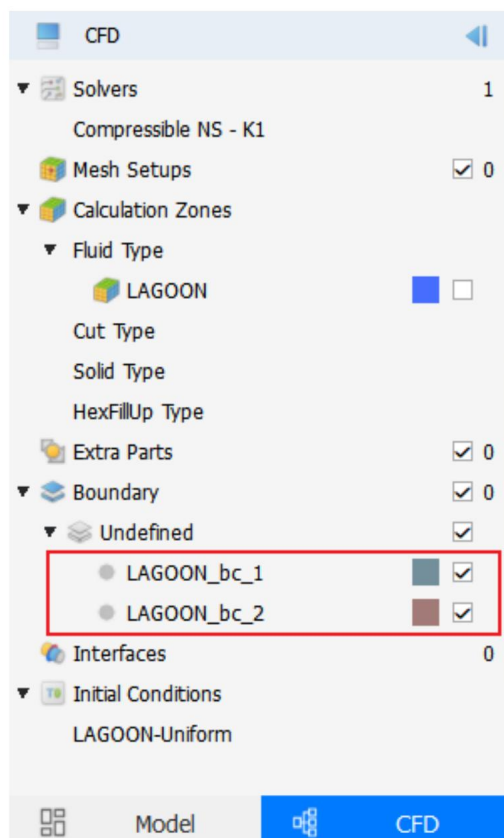
将体网格设置为计算域后，接下来对边界条件进行设置。设置计算域后，在 CFD 结构树下的 Boundary 将会出现未被定义的边界 LAGOON_bc，该边界包含了计算域的远场边界以及 LAGOON 的壁面边界。接下来需要将远场边界和 LAGOON 壁面边界进行切分。

选择 Mesh -> Mesh Split -> 2D Mesh Split -> Non contiguous 工具切分 LAGOON_bc 非连续的边

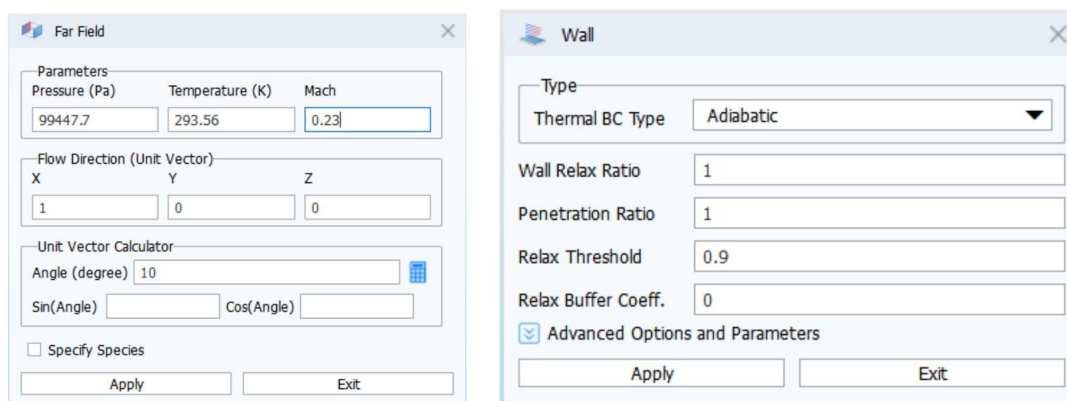
界。



切分完成后，原先的 LAGOON_bc 边界变为 LAGOON_bc_1 和 LAGOON_bc_2，对应远场边界和 LAGOON 壁面边界。

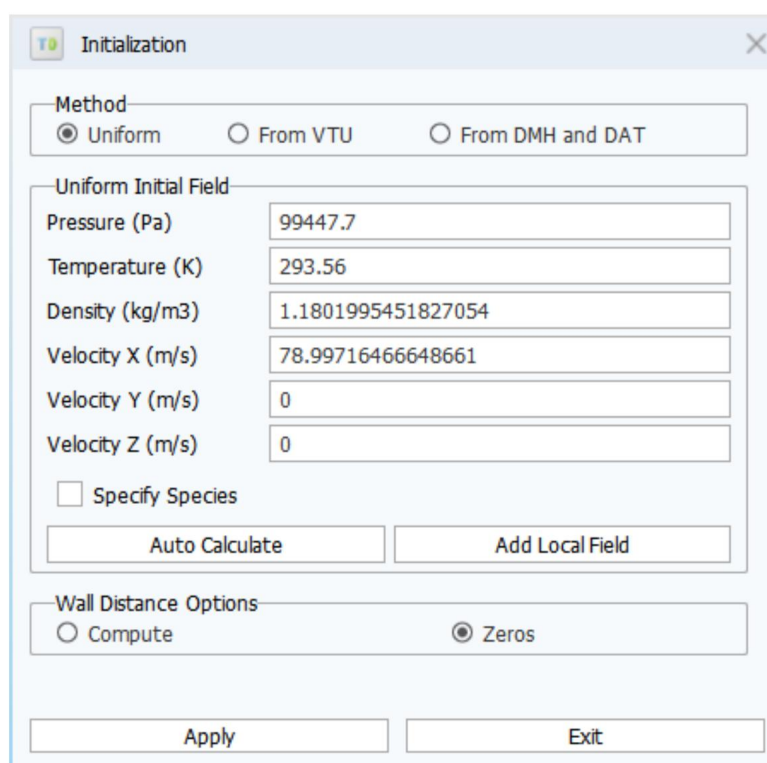


设置远场边界压力为 99447.7Pa，温度为 293.56，马赫数为 0.23。壁面设置为绝热壁面。设置完成后进行 DMH 生成。



流场初始化设置

使用初始化界面的 Auto Calculate 功能进行计算域初始化。



1.3 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. 该案例选择 Compressible NS - K3 求解器进行计算。
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
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，本案例设置使用 6 张 GPU，计算 0.1s，输出间隔为 2e-5s。
4. 其他面板，如稳定化与湍流模型等参数保持默认

1.4 噪声采样面和监测点设置

DIMAXER 噪声计算使用的 Ffows Williams-Hawkings(FW-H) 方程是声比拟方法的最一般形式，它可用来计算非定常流动产生的瞬态脉动以声波形式在流体介质中的传播情况。

DIMAXER 噪声计算的输入主要包含四个部分：来流条件、声源面几何信息、声源面的流场信息，远场观测点位置。DIMAXER 软件根据采样面的面网格离散采样单元的大小、数量、位置、单位法向等，并将离散后的单元中心坐标输出为 csv 格式文件。求解器通过读取 csv 文件获取采样点坐标信息，在求解计算过程中通过插值将坐标点的压力、密度、速度矢量输出按 Case Config 设置的 2e-5s 输出间隔输出瞬态结果。

DIMAXER 噪声计算分为声源面设置、求解计算和后处理三个步骤。

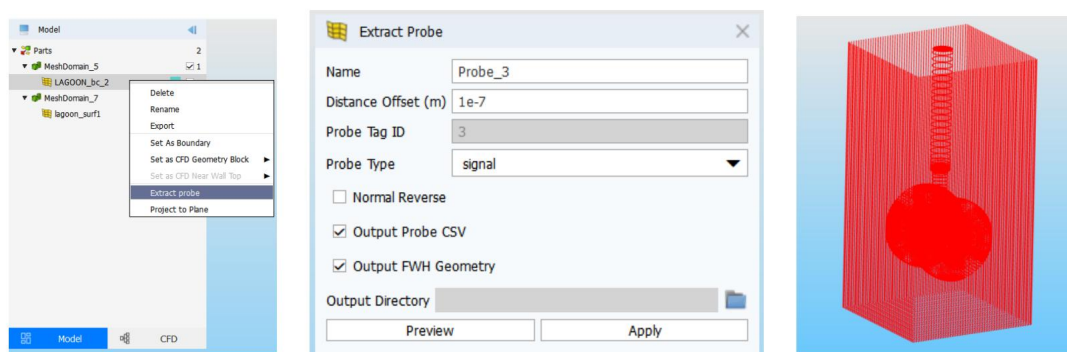
噪声采样面设置

本案例将固体壁面和导入的空间面网格设置为噪声的两个声源面。噪声的声源面网格可以由外部生成的四边形面网格也可以使用软件自带的网格划分工具进行采样面空间离散。本案例将绘制好的采样面网格导入设置声源面的设置。

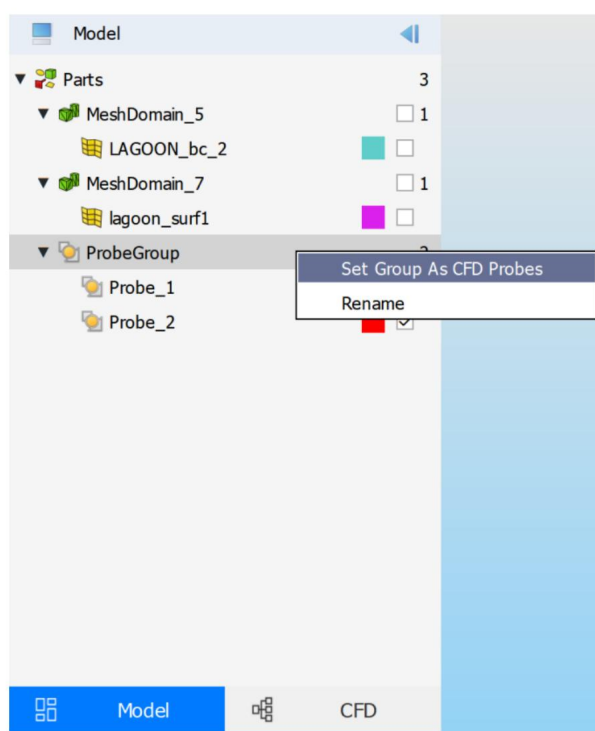
导入的采样面网格挂载在 Model 结构树下，选中面网格 LAGOON_bc_2 右击，在弹出的窗口中选择 Extract probe 进行采样面进行设置。将 Probe Type 设置为 fwh_solid，根据面网格的法方向选择 Normal Reverse，保证设置完的面网格法方向向外，选择文件的保存路径，其他选项保持默认参数。

空间采样面 (lagoon_surf1) 以同样流程设置，将 Probe Type 设置为 fwh_porous，选择文件的保存路径，其他选项保持默认参数。采样面设置完成后窗口视图中会将面单元中心点坐标以红点的形式

显示，采样设置将会挂载在 Model 树结构的 ProbeGroup 组中。



右击 ProbeGroup 选择 Set Group As CFD Probes，即可完成噪声采样面的设置。



噪声的采样计算

噪声的采样一般是获取流场稳定后的流场脉动信息。因此，DIMAXER 噪声的计算可以分为两种：

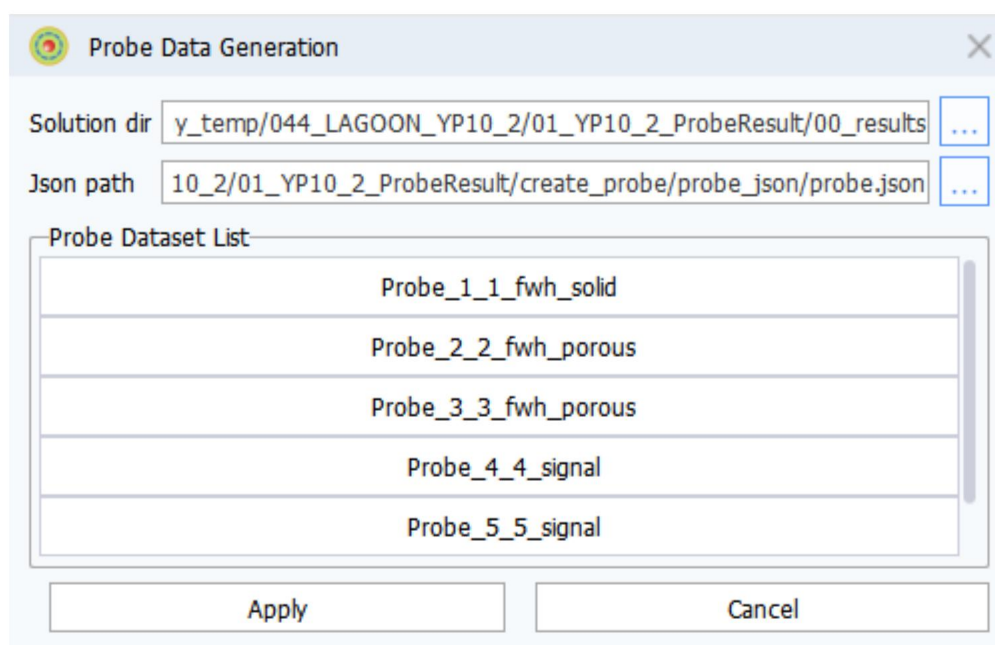
1. 从均匀初场进行噪声采样。当计算到满足采样的时长后进行噪声后处理，该方法采样输出的结果会占用不必要的储存空间，另外增加后处理的计算量。
2. 使用稳定后的流场进行续算采样。从均匀流场进行计算，当计算稳定后，再设置采样面，在 Create Initial Dat 窗口中选择稳定后的 dmh.dat 进行初始化。

1.5 后处理

噪声的声学后处理首先需要将采样的瞬态结果文件进行切分，然后再使用声学计算模块进行远场噪声处理。

数据切分

数据切分是根据 Set Group As CFD Probes 时在 simulations 文件夹下创建的 probe.json 文件进行划分。在 Post 的工具栏中选择 Probe Data Generation，solution dir 为求解器输出的监测数据，Json Path 为 probe.json 文件，选择完成后点击 Apply 即可进行数据切分。以一个固壁采样面、两个空间采样面以及多个监测点设置为例，切分完成后在 "Solution dir + post_processing_probes_datasets" 文件夹下，生成 Probe Dataset List 对应的文件夹，文件夹名称根据 probe_name、tagID 和 probe_type 组合成 {probe_name}_{tagID}_{probe_type}。



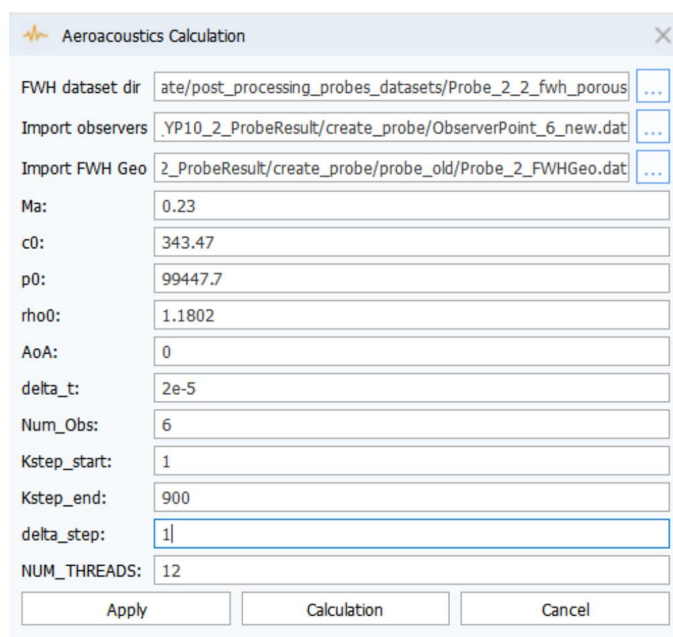
远场噪声计算

固壁面和空间面设置声源面进行远场噪声的计算过程是一样的，在此以 Probe_2_2_fwh_porous 空间采样面进行远场噪声计算为例。

选择 Post 下的 Aero acoustics 工具进行声学计算。选择工具后在弹出的界面中设置声源瞬态数据、观测点信息、声源面的几何信息、流动条件等信息。

a. FWH dataset dir: 数据切分后声源面对应的瞬态结果的路径名

- b. Import observers:观测点坐标信息, 形为逗号分隔的.dat 文件, 共有三列分别为 x、y 和 z 坐标, 无表头。
- c. Import FWH Geo:声源面几何信息
- d. Ma:来流的马赫数
- e. c0:指定工况下的声速
- f. p0:远场压力
- g. rho0:指定工况下密度
- h. AoA:来流攻角
- i. delta_t:FWH dataset dir 文件夹下采样频率 t(s), 该数值还需考虑输入的 delta_step 参数, 即 $\text{delta_t} = t \times \text{delta_step}$
- j. Num_Obs:观测点数量
- k. Kstep_start:读取 FWH dataset dir 开始时间步
- l. Kstep_end:读取 FWH dataset dir 截至时间步
- m. delta_step:读取 FWH dataset dir 的步数, 如参数 1 选取所有时间步, 参数 2 则间隔 1 个时间步进行计算
- n. NUM_THREADS:并行计算的核数



The screenshot shows a software dialog box titled "Aeroacoustics Calculation". It contains several input fields for configuring a calculation. The fields and their values are as follows:

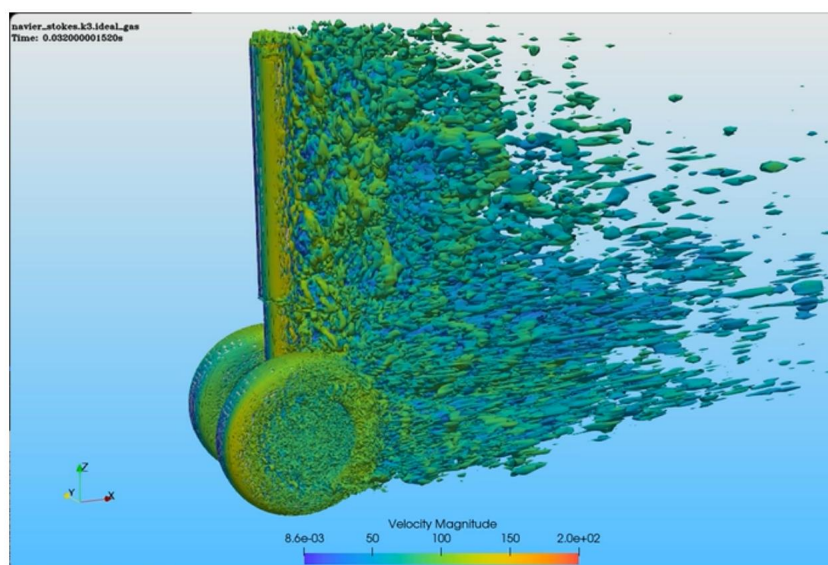
Parameter	Value
FWH dataset dir	ate/post_processing_probes_datasets/Probe_2_2_fwh_porous
Import observers	YP10_2_ProbeResult/create_probe/ObserverPoint_6_new.dat
Import FWH Geo	2_ProbeResult/create_probe/probe_old/Probe_2_FWHGeo.dat
Ma:	0.23
c0:	343.47
p0:	99447.7
rho0:	1.1802
AoA:	0
delta_t:	2e-5
Num_Obs:	6
Kstep_start:	1
Kstep_end:	900
delta_step:	1
NUM_THREADS:	12

At the bottom of the dialog, there are three buttons: "Apply", "Calculation", and "Cancel".

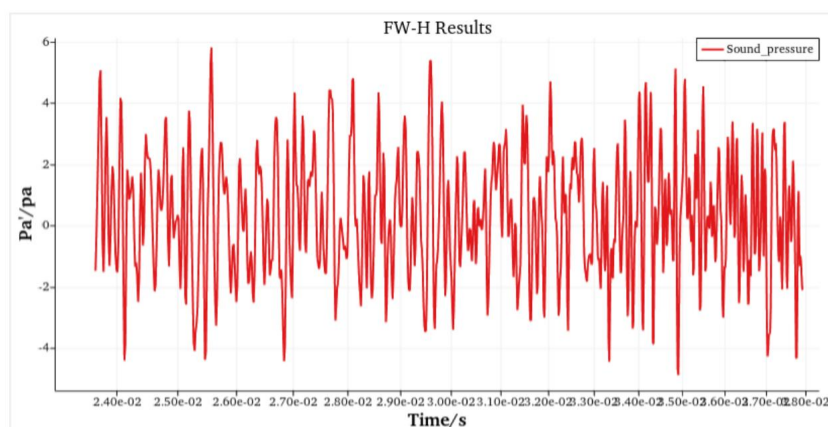
FW-H 计算完成后, 各个观测点的时序声压脉动文件保存在{FWH dataset dir}+{FWH_result}路径下。

流场与声场最终结果

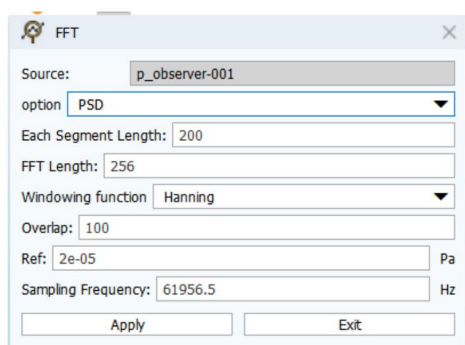
使用 Q 准则抽取等值面图并以速度幅值进行着色，结果如下图所示。



计算完成后使用 Post 的 plot 工具显示某一观测点的时序声压脉动结果，结果如下图所示。



按 PSD 的默认参数可得到频域结果，结果如下图所示：



FFT

Source: p_observer-001

option: PSD

Each Segment Length: 200

FFT Length: 256

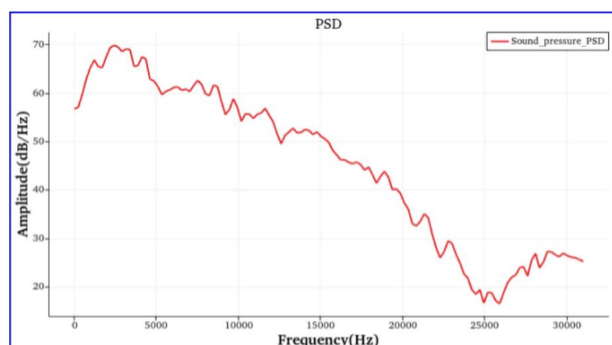
Windowing function: Hanning

Overlap: 100

Ref: 2e-05 Pa

Sampling Frequency: 61956.5 Hz

Apply Exit





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