

网格介绍

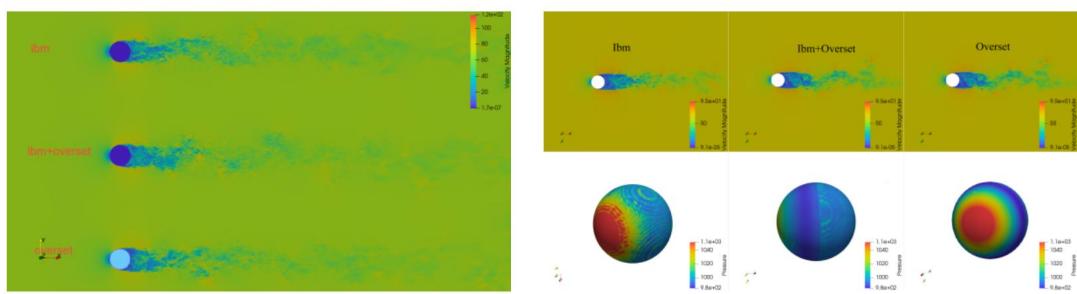
Sphere三维球体扰流

多态网格 (IBM、Overset、Hybrid)

圆球扰流案例重点强调对DIMAXER多态网格支持功能的展示,研究对象分为三个圆球,分别设置了浸没式边界IBM网格,重叠Overset网格以及混合Hybrid网格。用户可以通过仿真结果分析了解不同网格的适用场景,为复杂工程算例网格划分奠定基础。

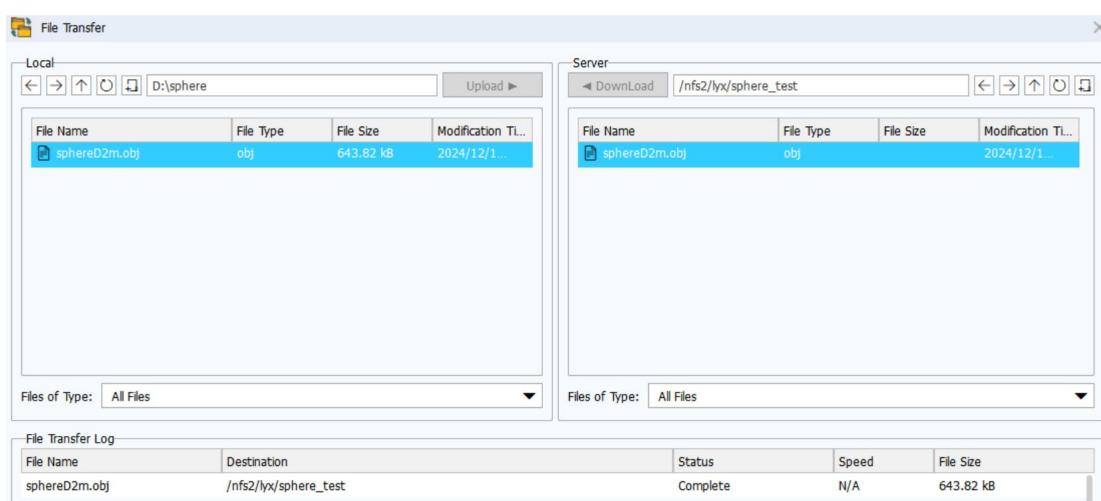
1.1 教程简介 Introduction

在 CFD 仿真中，三维圆球扰流是一个经典且基础的案例。本次教程以不同网格作为研究对象，对雷诺数为 3700 经典三维圆球扰流运动进行了仿真分析。对比不同网格下的流场结果，IBM 网格适用于快速计算但壁面解析度有限，Overset 网格适合需要捕捉近壁面详细信息的场景，而结合两者的 IBM+Overset 网格可以在特定区域提高壁面解析精度。



1.2 网格配置

1. 网格上传，点击 File -> File Transfer 选项，打开文件传输面板，选中本地文件点击 upload 后上传。
 - a. File Transfer Log 栏显示文件上传成功，且文件传输面板支持多个文件上传下载，
 - b. 建议在服务器端新建一个文件夹用以存放网格文件，便于调用



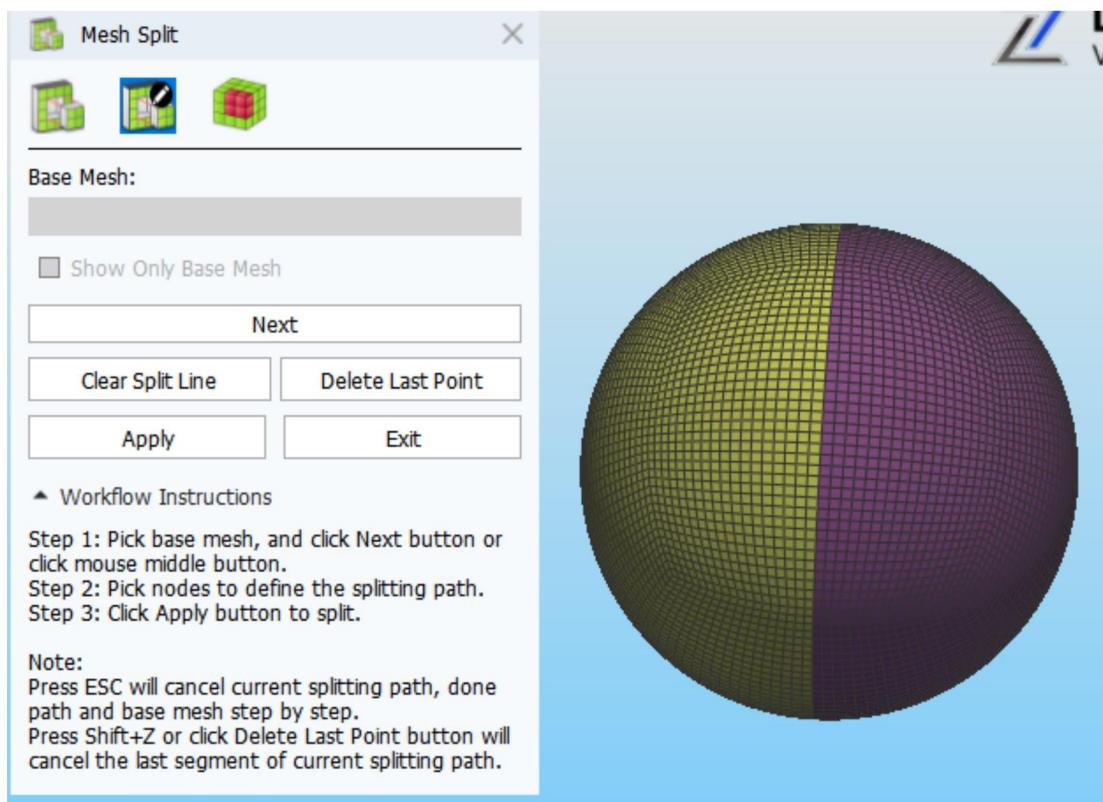
2. 网格导入，点击 File -> Import 定位到几何文件目录，选择 sphereD2m.obj 文件，导入成功后，文件在左侧结构树 model 中，并在视图区进行显示渲染
 - a. DIMAXER 软件支持多种格式导入，如常用网格类型 cgns、obj, vtu，几何类型 stl、iges，

stp 等

- b. Recent 目录栏为最近打开的文件夹, Favorite 目录栏为经常打开的文件夹, Locations 目录栏为创建 cases 的文件夹

网格划分 Mesh Split

- 利用 Mesh Split 工具, 用户可将几何模型中的关键区域划分出来, 并对其进行专门的 Overset 网格处理。Overset 网格具有更好地捕捉复杂流动特征, 通过将 Overset 网格与 IBM 浸入式边界网格结合使用, 可以处理一些复杂案例, 提高模拟分析结果的准确性。
 - 在操作 split 选中网格后, 可点击鼠标中间快速进行网格单元的创建
 - 使用 shift 键+Z 可以快速清除最新创建的分割线段, 下图所示, 本次演示将使用圆球的中线作为分割线, 对整个网格进行分割, 将一半设置为 Overset 网格, 一半设置为 IBM 网格, 从而形成一种混合网格方式, 即 ibm+overset 混合网格。



边界层与背景网格生成

利用上一步划分的 Overset 网格进行边界层增长, 具体操作如下:

- 点击 Mesh Extrude 工具, 输入相应参数, 这类参数合理即可, 本教程参数仅为参考。
 - Extrusion Layers=6, uniform Layers 均匀拉伸层数设置为 2; First Layer Height 第一层

网格高度设置为 0.013m，是为了配合雷诺数为 3700，YPlus 为 1 的要求；Growth Factor 网格的增长率设置为 1.5。

- b. Extrude Orientation 选择默认的 Along Normal（沿面法向拉伸）即可，如需其他方式的使用可在 Mesh Extrude 拉伸网格生成器中进行查看。

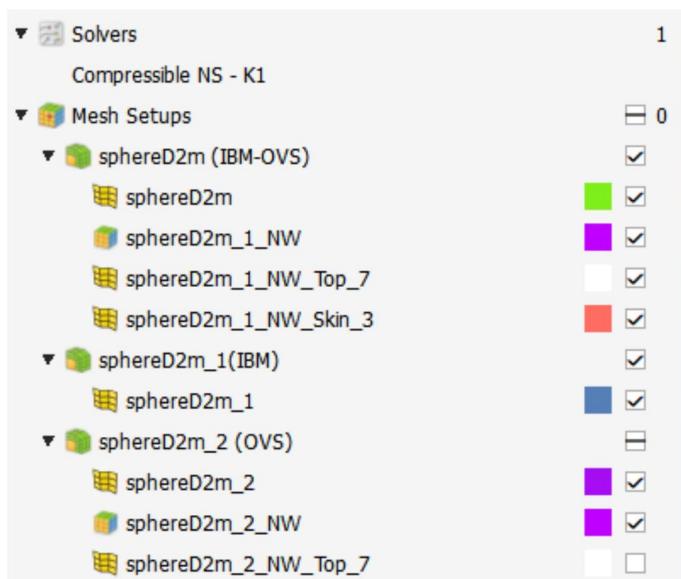
2. 生成的边界层会产生三个部分：

- a. 内部的流场边界，同时也描述球本身的几何特征
- b. 边界层的近壁面体网格
- c. 边界层的边界

本次演示中将展示 IBM、Overset、IBM+Overset 不同类型网格生成步骤与计算结果对比。

注：为了更直观地对比 IBM 网格、Overset 网格 和 IBM+Overset 网格的生成和计算结果，利用 Transform 工具在 Model 结构树中对不同网格进行位置平移。

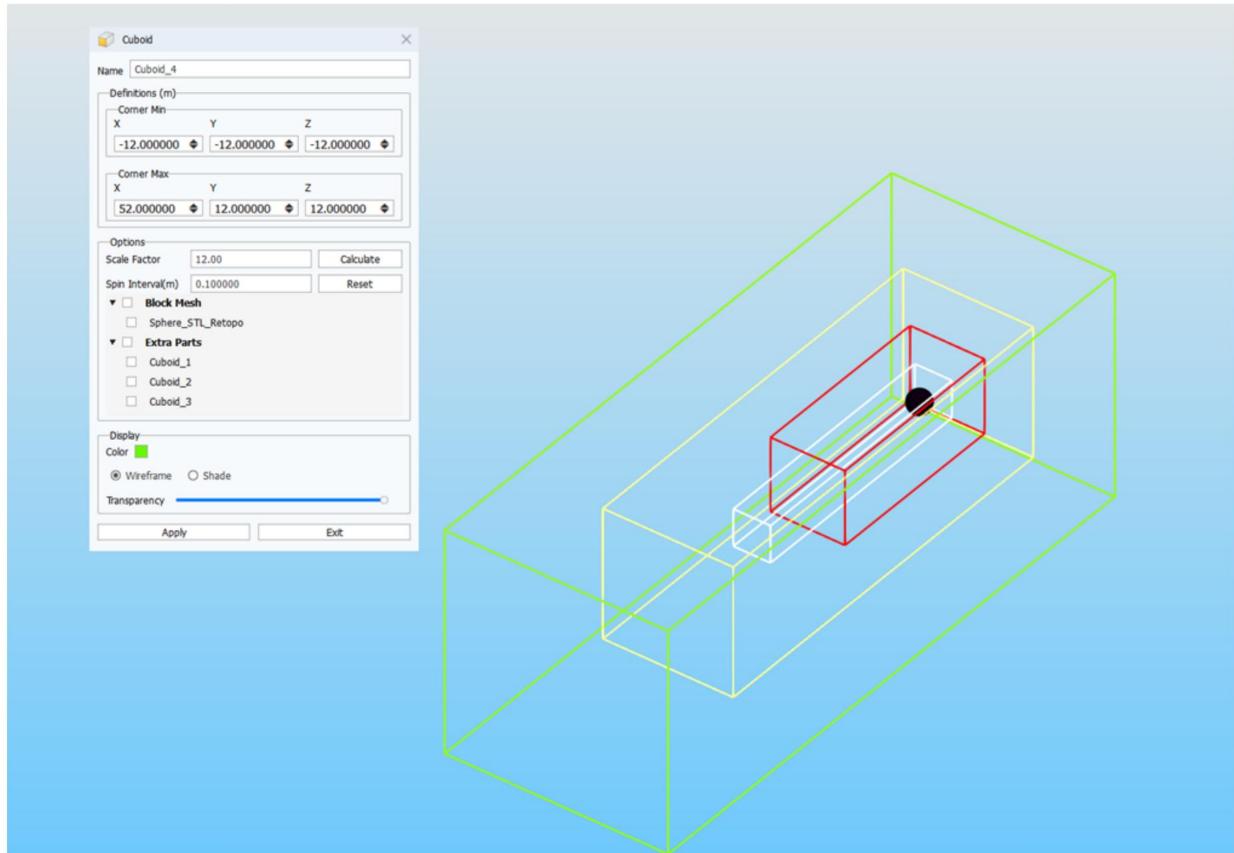
- a. IBM 网格设置：需右击将另一半网格设置为边界 Geometry Block，即可进入背景网格的设置。
- b. overset 网格设置：右击球体设置为边界 Geometry Block，近壁面体网格（NW_Mesh）设置为 Near Wall Mesh，近壁面网格某一层（NW_Top）设置为 Near Wall Top，将此三个部分作为 CFD 结构树中的基本输入。
- c. overset+IBM 网格设置：需再次导入 sphere 完整未切分的面网格，操作步骤与 overset 类似，球体设置为边界 Geometry Block，近壁面体网格设置为 Near Wall Mesh，近壁面网格某一层设置为 Near Wall Top。
- d. 进入 CFD 结构树，需对不同的网格生成方案进行设置。正确的输入如下：



3. 设置背景网格加密区，下表为 Sphere 网格加密参考具体操作如下：

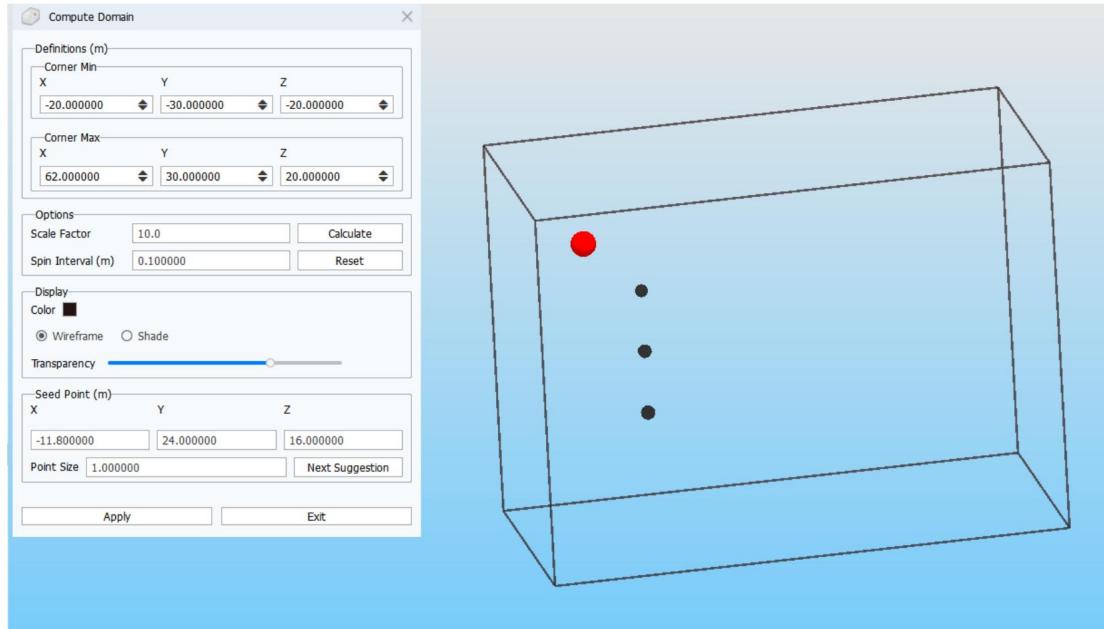
加密区	Scale	+X(m)	Refine- ment	Refine- Level	Top Level Grid Size	Max sub divide
Cuboid_1	2	24	1	6	4	7
Cuboid_2	4	16	2	5		
Cuboid_3	7	36	3	4		
Cuboid_4	12	52	4	3		
Compute_Do main	20	52				

点击 Geometry 下的 Cuboid 按钮，弹出对话框如下图。按照表格内参数依次输入后，点击 Apply 按钮，即可在左侧结构树中的 Extra Parts 下看到新添加的 Cuboid。此外，用户还可以在 Display 栏中自定义 Cuboid 的边框颜色。使用相同步骤，对三个球分别进行背景网格加密区设置。



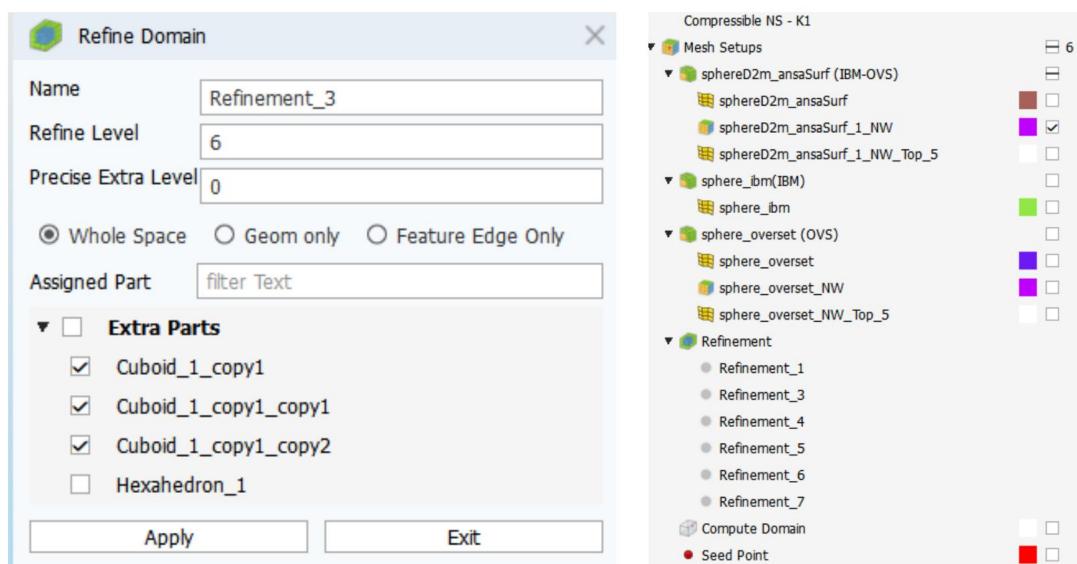
4. 接下来设置计算区域

点击 Mesh 下的 Compute Domain 弹出的对话框如下，根据上表中的参数进行设置，点击 Apply 后会在左侧结构树中看到新增的 Compute Domain 和 Seed Point。至此，流场域与各级加密区域已经设置完成。



5. 设置 Mesh Refinement 的等级

同样参考上一步的表格内容，点击 Mesh 下面的 Refine Domain 按钮进行设置，弹出如下对话框，输入 refine level 之后点击 Apply，可以在左侧结构树上看到新增的 Refinement，同样地，用户可以按照相同步骤完成剩余的设置，全部正确输入完如下图所示。

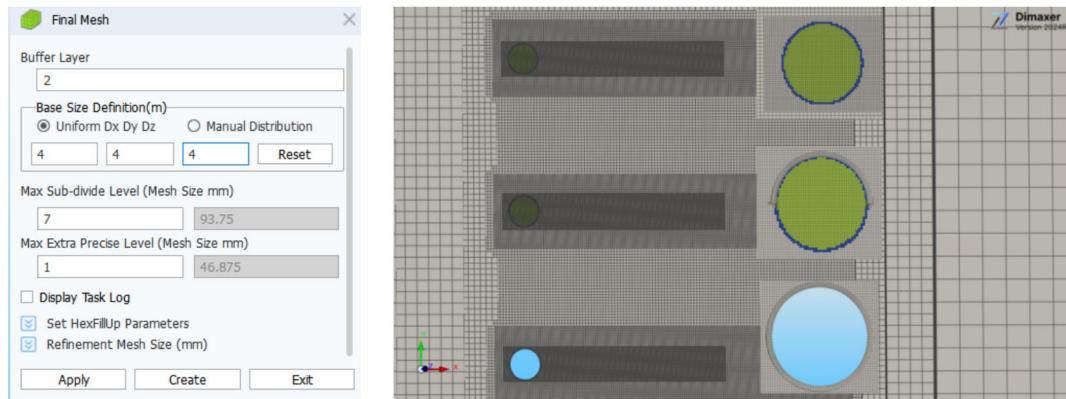


Refine Domain 面板设置加密等级

CFD 结构树正确输入

6. 生成 Final Mesh

点击 Mesh 下的 Final Mesh 按钮，弹出如下对话框。设置 Max sub divide 为 7，Base size 为 4，buffer Layer 过渡层设置为 2，其余选项保持默认即可。点击 Apply，即可开始生成背景网格。生成后的网格效果如下图所示，可以使用 Mesh Slice 工具查看内部背景网格的重叠关系。



Final Mesh 面板参数设置

ibm、overset、ibm+overset 网格展示

边界拆分与条件定义 Boundary Conditions

在生成 Final Mesh 后，在左侧结构树下拉可以看到 Boundary 栏目下自动新增了六个边界以及三个球的边界。

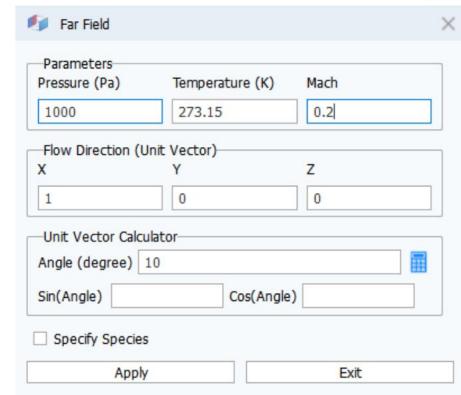
1. 本案例计算将计算域六个面设为远场边界条件，球表面设置为固体壁面条件。

- 点击 xmin，按住 shift 键，再点击 zmax 可对范围内边界同时选中，点击 Create New BC Group，在弹出对话框中输入无中文字符的命名，本教程命名为“Far Field”；以同样的方式可以将三个球的边界并命名为 wall。
- 右键结构树中新建的 Far Field，如下图所示在 Set BC Type 下点击 Far Field。弹出下方右图对话框。输入 Pressure 为 1000；Temperature 为 273.15；Mach 值为 0.2。照此方法设置 wall 的参数边界条件参数，在此案例中默认数值即可。

Tips：至此，前处理环节完成。在启动计算之前，左击 Ribbon 上的 File，展开之后点击 Save。这个动作确保服务器启动求解器计算之前，所有的计算所需文件都已上传服务器。



正确设置 Boundary 示例



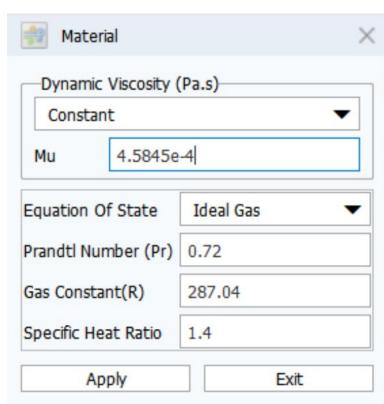
Far Field 面板设置边界条件

创建 DMH 文件

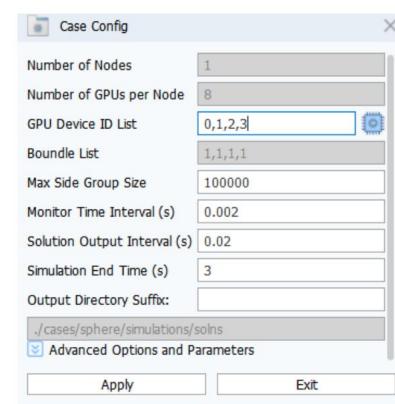
1. 点击 Create DMH 按键，在对应面板可点击 check 工具检查网格质量与数量，确认无误后点击 Create 进行创建
 - a. 如果创建失败，可点击 Display Task Log，查看生成报错的详细信息

1.3 计算设置 Simulation Setup

1. 打开 Simulation 的标签页，点击 Solver 按键，可选择可压与不可压的 Solver Type，本算例默认使用 K3。
2. 点击 Material 按钮，在弹出面板设置流体属性， Dynamic Viscosity 选用 Constant 类型，并按照下图数据填入对应位置。
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 4 张 GPU，计算 3s，输出间隔为 0.02s。



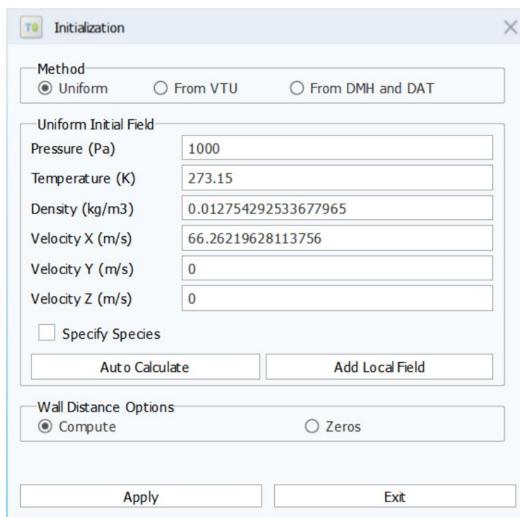
Material 面板设置流体属性及物性参数



Case Config 面板设置求解配置

4. 点击 Stability and Spectral 按钮设置稳定化参数，本算例黎曼求解器选择 HLLC 和 Lax-Fredriches 的混合版 Mixed，并将密度区间设置为[0.001,0.1]，速度区间设置为[0,500]，压力区间设置为[20,2e4]。

生成初始条件

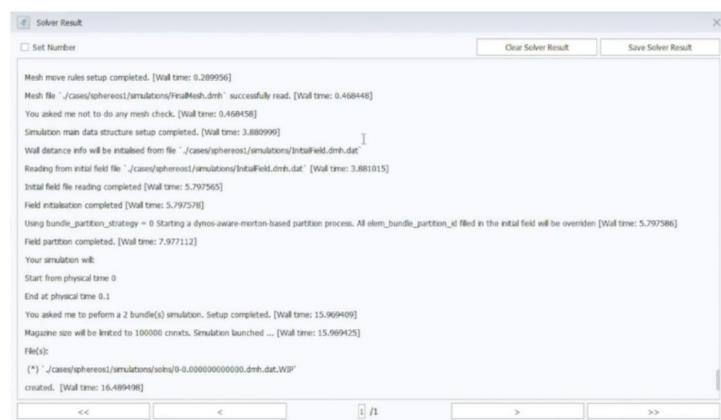


Create Intial Dat 面板设置初场

- ✓ 初始化：在此步骤中，根据左图所示对每一个网格的 Zone Type 进行参数设置。本案例选择 Uniform 作为初始化方式，其他方式生成初场。点击 Auto Calculate 按钮，即可根据 Set BC Type 值自动计算出。设定压力为 1000，密度为 0.0128，Velocity X (X 方向速度) 为 66.26 后即可完成初始化。
- ✓ 点击 Create Initial Dat，点击 Create 生成初始流场，至此全部计算配置已完成，点击 Run 按钮，开始计算。

1.4 计算监视与后处理

1. 打开 Ribbon 上的 Simulation 标签页，点击 Solution Status 按钮可查看计算进程
2. 注：Solution Status 按钮同样存在于 Ribbon 的 Post 标签页

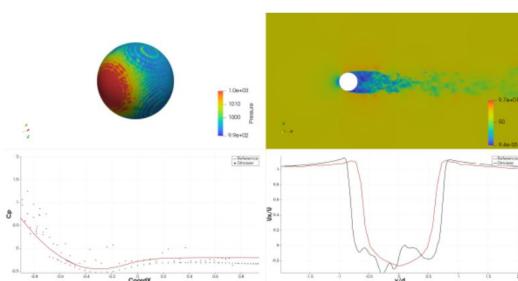


Solver Result 面板显示计算结果

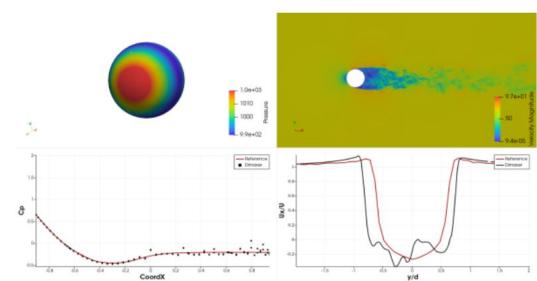
Status		
Progress	27%	
Soln File	Modified Time	Size
0-0.00000000000000.dmh.dat	10-24 16:18	83M
1-0.000399999990.dmh.dat	10-24 16:27	83M
2-0.000799999980.dmh.dat	10-24 16:37	83M
3-0.001199999941.dmh.dat	10-24 16:48	83M
4-0.001599999960.dmh.dat	10-24 16:58	83M
5-0.001999999862.dmh.dat	10-24 17:08	83M
6-0.002399999981.dmh.dat	10-24 17:19	83M

Status 面板显示计算进程

3. 等到完全计算结束，点击 Ribbon 上的 post，即可进入后处理模块。可在 file 栏中使用 Plane 工具进行 Y 轴面切分，在 Apply 之前需要在选中需要切割的 vol 体。
4. 在左侧选中栏目选取需要数值云图如 Temperature, Density, Velocity 等；再右击图例选中 Custom Min-Max，可手动调节图例的取值范围，便于观察；在 Post time 可进行时间步数的选取，此时间步数取决于前处理中的 Simulation End Time 和 Solution Output Intervals。
5. 对 sphere 三维球体绕流进行后处理

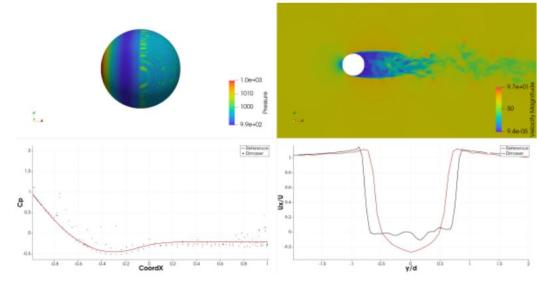


IBM 网格计算结果



overset 网格计算结果

- ✓ IBM 网格结果：主流流动解析正确，但壁面解析不光滑，存在数值振荡。适用于快速计算和无需考虑近壁面参数信息的场景。
- ✓ overset 网格结果：主流和壁面解析度都比较高，适用于需要捕捉近壁面详细信息的场景。
- ✓ Ibm+overset 网格结果：可以明显观察到左半球采用 overset 网格，壁面解析精度大于右半球采用 IBM 网格的结果。
- ✓ 混合网格在三维圆球扰流计算中取得了良好的测试结果，剖面速度和 cp 值与实验数据吻合。验证了该网格方法能够有效地应用于复杂结构的计算中。



ibm+overset 混合而网格计算结果



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