

# LES 圆柱绕流算例（结构网格）

## 1 算例概述

不同雷诺数下的圆柱绕流流动差异很大，雷诺数 3900 条件下的圆柱绕流处于亚临界状态，分离前的边界层为层流，分离后的剪切层逐渐失稳，尾迹呈现三维湍流特性。本算例主要考察风雷软件<sup>[1,2]</sup>LES 方法对钝体绕流的模拟能力。

测试环境： 120 核并行。

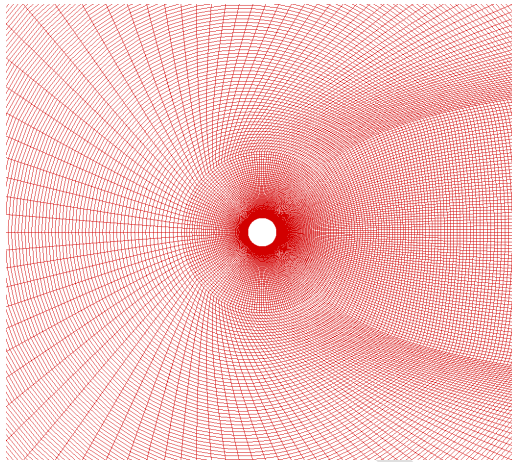
- [1]. 赵钟, 等. 通用 CFD 软件 PHengLEI 设计[J]. 计算机工程与科学, 2020, 42(2): 210-219. (Zhao Z, et al. Design of general CFD software PHengLEI [J]. Computer Engineering & Science, 2020, 42(2): 210-219. (in Chinese))
- [2]. 赵钟, 等. 适用于任意网格的大规模并行 CFD 计算框架 PHengLEI[J]. 计算机学报, 2018, 42(11): 2368-2383. (Zhao Z, et al. PHengLEI: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

注意：根据算例情况填写计算条件

马赫数	单位长度雷诺数	攻角	侧滑角	来流温度
0.2	3900	0	0	288.15
壁面	参考展长	参考长度	参考面积	参考点
绝热壁面	1	1	1	(0,0,0)

### 3 计算网格



总计约 2737152 结构网格单元。

### 4 参数设置

#### 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
<b>key.hypara</b>	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	1	网格类型
	axisup	2	坐标方向
	int from_gtype	2	输入网格 类型
	string from_gfile	"/grid/ cylinder_270w_split120.cgns"	指定输入 网格路径

	string out_gfile	"/grid/ cylinder_270w_split120.fts"	指定输出 格路径
	periodicType	1	周期边界
	translationLength[]	[0,3.14,0]	平移长度
	rotationAngle	0	旋转角度

## 4.2 CFD 计算

CFD 计算: key.hypara + cfd\_para\_subsonic.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 120 ./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_subsonic.hypara"	相应参数文件路径
cfd_para_subsonic.hypara	maxSimuStep	3000	迭代计算步数
	intervalStepFlow	1000	流场文件步数
	intervalStepPlot	1000	可视化输出步数
	intervalStepForce	100	气动力输出步数
	intervalStepRes	10	残差输出步数
	periodicType	1	周期边界
	translationLength[]	[0,3.14,0]	平移长度
	rotationAngle	0	旋转角度
	refMachNumber	0.2	来流马赫数
	attackd	0.00	来流攻角
	angleSlide	0.00	侧滑角
	refReNumber	3900.0	来流单位雷诺数
	refDimensionalTemperature	288.15	来流温度
	gridScaleFactor	1.0	网格缩放比
	forceReferenceLengthSpan Wise	1.0	参考展长
	forceReferenceLength	1.0	参考长度
forceReferenceArea	1.0	参考面积	
TorqueRefX	0.0	参考坐标	
TorqueRefY	0.0		

TorqueRefZ	0.0	
viscousType	1	NS 方程类型
viscousName	laminar	粘性类型
string inviscidSchemeName	roe	<b>结构网格:</b> 空间离散格式
string str_limiter_name	vanalbada	限制器类型
ivencat	-	<b>非结构网格:</b> vencat 限制器类型
string uns_limiter_name		限制器类型
double venkatCoeff		限制器系数
iunsteady	1	定常/非定常计算
physicalTimeStep	0.005	物理时间步
min_sub_iter	20	非定常最小子迭代步
max_sub_iter	20	非定常最大子迭代步
tol_sub_iter	0.01	非定常子迭代步 $\epsilon$ 量
ktmax	1.0e10	用于控制局部时间步 长中最大和最小时间 步长的比值
CFLStart	0.01	CFL 起始步
CFLEnd	10.0	CFL 终止步
CFLVaryStep	500	变 CFL 数步数
nLUSGSSweeps	1	LUSGS 扫描步
LUSGSTolerance	0.01	LUSGS 中的前后扫描 $\epsilon$ 量
nMGLevel	1	多重网格数
eddyViscosityLimit	1.0e5	限制粘性系数
iLES	1	是否创建 LES 求解器
sgsmodel	"smagorinsky"	亚格子尺度模型
deltaFunctionType	2	网格尺度计算模型
wallDampingFunctionType	1	壁面函数模型
turbViscousCutType	2	湍流粘性系数限制器
smagConstant	0.11	Smagorinsky 模型的 常系数
isotropicConstant	0.0	亚格子应力各向同性 部分的系数
waleConstant	0.6	WALE 模型的常系数
filterDirection[]	[1, 1, 0]	动态模型的二次滤波 方向
averageDirection[]	[1, 1, 0]	动态模型系数的平均 方向
testFilterScale	2.0	动态模型的二次滤波 尺度
averageWidth	1	动态模型系数作平均

	monitorNegativeConstant	0	时的带宽 动态模型监测负系数 的开关
	MUSCLCoefXk	0.8	MUSCL 插值[-1,1]

## 5 结论

PHengLE