

# NACA0012 俯仰振荡模拟（结构网格计算）

## 1 算例概述

该算例用于考察风雷软件<sup>[1,2]</sup>结构求解器跨声速俯仰振荡规律的模拟能力。

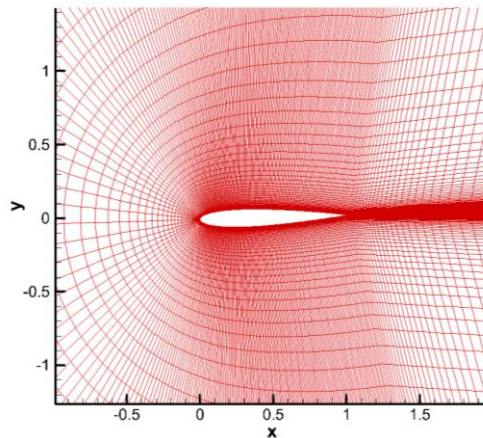
测试环境：4核并行。

- [1]. 赵钟, 等. 风雷 (PHengLEI) 通用 CFD 软件设计 [J]. 计算机工程与科学, 2020, 42(2): 210-219. (Zhao Zhong, 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, 2019, 42(11): 2368-2383. (Zhao Zhong, et al. PHengLEI: A Large Scale Parallel CFD Framework for Arbitrary Grids [J]. Chinese Journal of Computers, 2019, 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
0.6	4.8E6	2.89	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	(0.265,0,0)

## 3 计算网格



边界条件包括给定远场边界、固壁边界及出口边界。

## 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
key.hypara	ndim	2	空间维数
	nparafile	1	参数文件个数
	nsimutask	1	参数类型
	string parafilename =	"/bin/grid_para.hypara"	相应参数文件路径
grid_para.hypara	int gridtype	1	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
	string from_gfile	"/grid/ 2D_NACA0012_PM_Str.c gns "	指定输入网格路径
	string out_gfile	"/grid/ 2D_NACA0012_PM_Str.ft s "	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
key.hypara	ndim	2	空间维数
	nparafilename	1	参数文件个数
	nsimutask	3	参数类型
	string parafilename =	"/bin/partition.hypara"	相应参数文件路径
partition.hypara	int pgridtype	1	网格类型
	int macproc	4	分区数
	string original_grid_file	"/grid/2D_NACA0012_PM_Str.fts "	分区前网格文件路径
	string partition_grid_file	"/grid/2D_NACA0012_PM_Str_4.fts "	分区前网格文件路径
	int numberOfMultigrid	1	多重计算分区

### 4.3 CFD 计算

CFD 计算：

key.hypara + cfd\_para\_subsonic.hypara+boundary\_condition.hypara  
+ kinetic.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 4 ./PHengLEIv3d0.exe` 进行计算

文件	参 数	值	备注
key.hypara	ndim	2	空间维数
	nparafilename	2	参数文件个数
	nsimutask	0	参数类型
	string parafilename =	"/bin/cfd_para_subsonic.hypara"	计算参数文件路径
	string parafilename1 =	"/bin/kinetic_para.hypara"	运动参数文件路径
boundary_condition.hypara	-	-	采用网格转换后修改好的文件
kinetic.hypara	codeOfAleModel	1	拉格朗日-欧拉模型

	referenceLength	1.0	参考长度
	referenceVelocity	204.17671	参考速度
	referenceDensity	0.420671	参考密度
	numberOfMovingBodies	1	运动部件数量
	mass_0	1	部件质量
	massMatrix_0[]	1e-7, 1e-6, 1e-6, 0.0, 0.0, 0.0;	部件质量矩阵
	massCenter_0[]	0.265, 0.0, 0.0	部件的初始六自由度位置信息
	attitudeAngle_0[]	0.0, 0.0, 0.0	部件初始六自由度位置信息
	massCenterVelocity_0[]	0.0, 0.0, 0.0	部件初始六自由度运动信息
	angularVelocity_0[]	0.0, 0.0, 0.0	部件初始六自由度运动信息
	fartherIndex_0	-1	部件所属物体
	configPamameter_0[]	0.0, 0.0, 0.0 0.0, 0.0, 0.0	部件装配位置
	RBDMethod_0	14	部件运动方式
	amplitude_0	2.41	俯仰振荡振幅
	reduceFrequency_0	0.0808	减缩频率
	addedForce_0[]	0.0, 0.0, 0.0	附加力 (体轴系)
	addedMoment_0[]	0.0, 0.0, 0.0	附加力矩(体轴系)
	morphing_0	0	部件变形方式
<b>cf_d_para_</b> <b>subsonic.hypar</b> <b>a</b>	maxSimuStep	4000	迭代计算步数
	intervalStepFlow	100	流场文件步数
	intervalStepPlot	100	可视化输出步数
	intervalStepForce	1	气动力输出步数
	intervalStepRes	1	残差输出步数
	refMachNumber	0.6	来流马赫数
	attackd	2.89	来流攻角
	angleSlide	0.0	侧滑角
	refReNumber	4.8E6	来流单位雷诺数
	refDimensionalTemperature	288.15	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	0.265	参考坐标

TorqueRefY	0.0	
TorqueRefZ	0.0	
viscousType	3	NS 方程类型
viscousName	"leq-sa"	粘性类型
string str_scheme_name	"roe "	<b>结构网格:</b>
string str_limiter_name	"smooth"	空间离散格式 限制器类型
string uns_limiter_name	-	<b>非结构网格:</b>
double venkatCoeff	-	限制器类型 限制器系数
iunsteady	1	定常/非定常计算
physicalTimeStep	0.05	物理时间步
min_sub_iter	20	非定常最小子迭代步
max_sub_iter	200	非定常最大子迭代步
tol_sub_iter	0.001	非定常子迭代步 $\epsilon$ 量
aleStartStrategy	1	动网格重启方式
ifLocalTimeStep	1	局部/全局时间步
nMGLevel	1	多重网格数

## 5 结论