

低速平板转捩算例（结构网格）

1 算例概述

本算例将计算结果与 Schubauer & Klebanof (S-K) 平板试验数据对比主要用于验证低速情况下风雷软件^[1,2]结构求解器的转捩预测能力。

测试环境：4核并行。

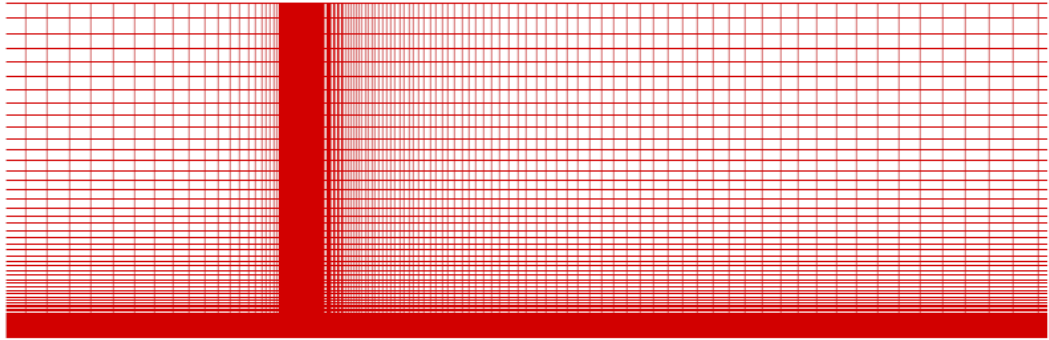
- [1]. 赵钟, 等. 风雷 (PHengLEI) 通用 CFD 软件设计 [J]. 计算机工程与科学, 2020, 42(2): 210-219. (Zhao Zhong, et al. Design of general CFD software PHengLEI [J]. Computer Engineering & Science, 2020, 42(2): 210-219. (in Chinese))
- [2]. 赵钟, 等. 适用于任意网格的大规模并行 CFD 计算框架 PHengLEI [J]. 计算机学报, 2019, 42(11): 2368-2383. (Zhao Zhong, 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

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
0.1467	3.34e6	0	0	290.5
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 38912 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
key.hypara	ndim	2	空间维数
	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/sk-flat-2D_str.cgns"	指定输入网格路

			径
	string out_gfile	"/grid/sk-flat-2D_str.fts"	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
	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/sk-flat-2D_str.fts"	分区前网格文件路径
	string partition_grid_file	"/grid/sk-flat-2D_str_4.fts"	分区前网格文件路径
	int numberOfMultigrid	4	多重计算分区

注：对于结构网格，后续计算如果采用多重网格，则在网格分区时应该设置同样的多重网格重数

4.3 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 4 ./PHengLEIv3d0.exe` 进行计算

文件	参数	值	备注
key.hypara	ndim	2	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

cf_d_para_ subsonic.hypara	maxSimuStep	50000	迭代计算步数
	intervalStepFlow	2000	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
	ifLowSpeedPrecon	1	是否低速预处理
	refMachNumber	0.1467	来流马赫数
	attackd	0.0	来流攻角
	angleSlide	0.00	侧滑角
	refReNumber	3.34e6	来流单位雷诺数
	refDimensionalTemperature	290.5	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 TorqueRefY TorqueRefZ	0.0 0.0 0.0	参考坐标
	viscousType viscousName	4 "2eq-kw-menter-sst"	NS 方程类型 粘性类型
	transitionType turbIntensity freeStreamViscosity freeturbIntensitySRModify	2 0.18 5.0 1	是否选择转捩计算 来流湍流度 (%) 湍流与层流粘性系数比值 S-R 修正
	string inviscidSchemeName string str_limiter_name	"roe" "minvan"	结构网格: 空间离散格式 限制器类型
	string uns_limiter_name double venkatCoeff	-	非结构网格: 限制器类型 限制器系数
	iunsteady	0	定常/非定常计算
	CFLend	50	CFL 终止步
	nLUSGSSweeps	3	LUSGS 扫描步
	nMGLevel	4	多重网格数
	flowInitStep	0	流场初始化步数
	walldistMethod	3	壁面距离求解方法

5 结论