

二维结构圆柱高超声速绕流(熵修正) (结构网格)

1 算例概述

基于结构网格的二维结构圆柱高超声速绕流数值模拟,考核结构解算器新添6号熵修正方法的基本性能。

测试环境: 串行。

- [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
10.0	1.835e5	0	0	293.0
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

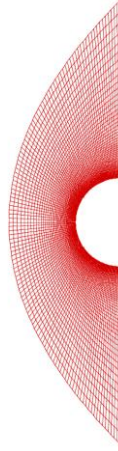


图 1 计算网格

二维圆柱结构网格如图 1 所示。网格单元总数为 7200。

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	任务类型
	parafilename	"/bin/grid_para.hypara"	参数文件路径
grid_para.hypara	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

	from_gtype	3	输入网格数据类型
	from_gfile	"./grid/cylinder.grd"	输入网格路径
	out_gfile	"./grid/cylinder.fts"	输出网格路径

4.2 CFD 计算

CFD 计算: key.hypara + cfd_para_supersonic.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` 进行计算

文件	参数	值	备注
key.hypara	ndim	2	空间维数
	nsimutask	0	任务类型
	parafilename	"./bin/ cfd_para_ supersonic.hyp ara"	参数文件路径
	maxSimuStep	10000	迭代计算步数
	intervalStepFlow	500	流场输出间隔
	intervalStepPlot	500	可视化输出间隔
	intervalStepForce	50	气动力输出间隔
	intervalStepRes	10	残差输出间隔
	refMachNumber	10.0	来流马赫数
	attackd	0.0	攻角
	angleSlide	0.0	侧滑角
	inflowParaType	0	来流条件
	refReNumber	1.835e5	来流单位雷诺数
	refDimensional Temperature	293	来流温度

cfld_para_ supersonic. hypara	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	0.0	参考坐标
	TorqueRefY	0.0	
	TorqueRefZ	0.0	
	viscousType	1	NS 方程类型
	viscousName	laminar	粘性类型
	roeEntropyFixMethod	6	熵修正
	roeEntropyScale	1.0	(相关参数)
	string inviscidSchemeName	roe	结构网格： 空间离散格式 限制器
	string str_limiter_name	minvan	
	uns_limiter_name	vencat	非结构网格： 限制器 限制器系数
	venkatCoeff	0.5	
	Iunsteady	0	定常计算
	CFLStart	0.1	起始库朗数
	CFLend	20.0	终止库朗数
	CFLVaryStep	100	变 CFL 数步数
	nMGLevel	1	多重网格数
	flowInitStep	100	流场初始化步数
	plotFieldType	0	全流场输出
	nVisualVariables	8	可视化流场 变量输出
visualVariables[]	[0, 1, 2, 3,4, 5, 6, 15]		
reconmeth	0	通量计算限制器	
limitVariables	0		

	limitVector	1	(相关参数)
--	-------------	---	--------

5 计算结果

5.1 残差气动力收敛及表面压力分布曲线

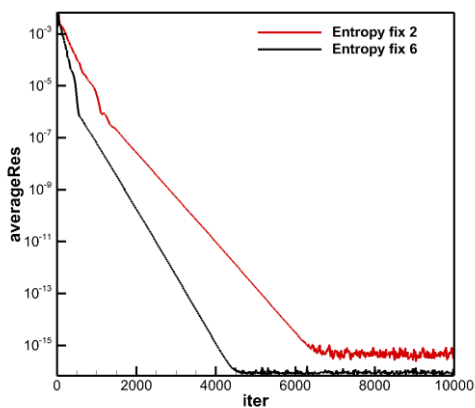


图1 熵修正2、熵修正6两种方式残差收敛历程对比

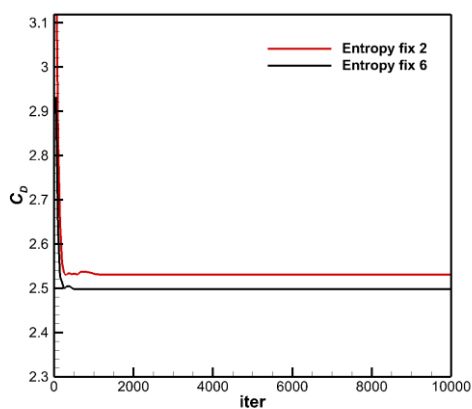


图2 熵修正2、熵修正6两种方式阻力系数计算历程对比

6 结论

二维结构圆柱高超声速绕流计算结果表明：新开发的6号熵修正

明显快于 2019 年开发的 2 号熵修正 (约快 1.5 倍), 阻力相差约 1%

PHENGGLET