

双翼 NACA0012 算例（非结构网格计算）

1 算例概述

双翼型 NACA0012，风雷软件^[1,2]非结构重叠网格。

该算例只验证重叠网格装配，查看挖洞效果，不进行流场计算。

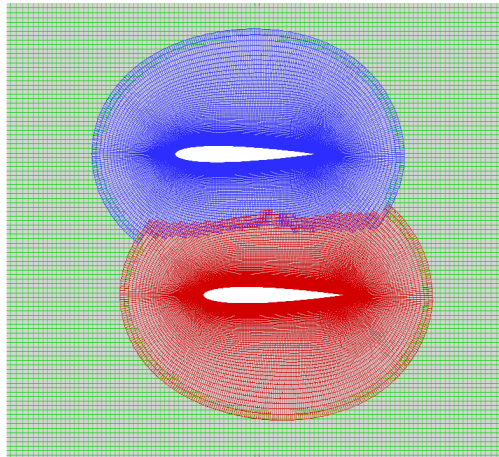
测试环境：4 核并行。

- [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

马赫数	单位长度雷诺数	攻角	侧滑角	来流温度
0.755	6.5e6	0.016	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



双翼型 NACA0012 非结构网格，重叠区域边界的边界条件 bctype

为 1000。

4 参数设置

4.1 网格转换

注：本次网格转换只需执行一次程序便可完成对 aux-lower.cgns、aux-upper.cgns、background.cgns、lowerwing.cgns、upperwing.cgns 等 5 部分网格的网格转换操作。

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
	nparafilename	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	0	网格类型
	axisup	1	坐标方向
	int from_gtype	2	输入网格类型
	int numberOfGridFile	5	网格文件个数
	string from_gfile	"/grid/aux-lower.cgns"	网格路径 1
	string from_gfile1	"/grid/aux-upper.cgns"	网格路径 2
	string from_gfile2	"/grid/background.cgns"	网格路径 3
	string from_gfile3	"/grid/lowerwing.cgns"	网格路径 4
string from_gfile4	"/grid/upperwing.cgns"	网格路径 5	

按照上面的参数设置，只需执行一次程序即可完成对所有 5 部分

的网格转换操作。最终在 grid 文件夹中转换生成 aux-lower_0.fts、aux-upper_0.fts、background_0.fts、lowerwing_0.fts、upperwing_0.fts 等 5 个.fts 格式的网格文件。

aux-lower.cgns	2021/6/23 19:30	CGNS 文件
aux-lower_0.bcmesh	2021/6/24 18:20	BCMESH 文件
aux-lower_0.bcname	2021/6/24 18:20	BCNAME 文件
aux-lower_0.fts	2021/6/24 18:20	FTS 文件
aux-upper.cgns	2021/6/23 19:25	CGNS 文件
aux-upper_0.bcmesh	2021/6/24 18:20	BCMESH 文件
aux-upper_0.bcname	2021/6/24 18:20	BCNAME 文件
aux-upper_0.fts	2021/6/24 18:20	FTS 文件
background.cgns	2021/6/24 11:40	CGNS 文件
background_0.bcmesh	2021/6/24 18:20	BCMESH 文件
background_0.bcname	2021/6/24 18:20	BCNAME 文件
background_0.fts	2021/6/24 18:20	FTS 文件
lowerwing.cgns	2021/6/24 12:33	CGNS 文件
lowerwing_0.bcmesh	2021/6/24 18:21	BCMESH 文件
lowerwing_0.bcname	2021/6/24 18:21	BCNAME 文件
lowerwing_0.fts	2021/6/24 18:21	FTS 文件
upperwing.cgns	2021/6/24 12:36	CGNS 文件
upperwing_0.bcmesh	2021/6/24 18:21	BCMESH 文件
upperwing_0.bcname	2021/6/24 18:21	BCNAME 文件
upperwing_0.fts	2021/6/24 18:21	FTS 文件

图 1 网格转换结果

在网格转换操作结束后，bin 文件夹中的 boundary_condition.hypara 文件中会自动生成当前所有网格的边界信息（共计 7 条），如图 2 所示。

```

int nBoundaryConditions = 7;
string bcName = "Wall";
{
    int bcType = 2;
}
string bcName = "Wall2";
{
    int bcType = 2;
}
string bcName = "Farfield";
{
    int bcType = 4;
}
string bcName = "Farfield2";
{
    int bcType = 4;
}
string bcName = "Farfield3";
{
    int bcType = 4;
}
string bcName = "Farfield4";
{
    int bcType = 4;
}
string bcName = "UserDefined";
{
    int bcType = 1000;
}

```

图 2 boundary_condition.hypara 文件的边界信息

4.2 网格分区

注：只需执行一次程序就能完成对先前 grid 文件夹中转换生成的 background.fts（4 个分区）、lowerwing.fts（4 个分区）、upperwing.fts（4 个分区）网格分区操作。

网格转换：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

	nparafile	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 numberOfGridFile	3	网格文件个数
	int pgridtype	0	网格 1 类型
	int pgridtype1	0	网格 2 类型
	int pgridtype2	0	网格 3 类型
	int maxproc	4	网格 1 分区数
	int maxproc1	4	网格 2 分区数
	int maxproc2	4	网格 3 分区数
	string original_grid_file	"./grid/background.fts"	网格 1 路径
	string original_grid_file1	"./grid/lowerwing.fts"	网格 2 路径
	string original_grid_file2	"./grid/upperwing.fts"	网格 3 路径

按照上表中的参数设置，只需执行一次程序就能完成对 background.fts 等 3 部分.fts 网格的分区操作，如图 1 所示。

aux-lower.cgns	2022/6/14 11:06	CGNS 文件	80 KB
aux-lower_0.bcmesh	2022/6/15 10:46	BCMESH 文件	95 KB
aux-lower_0.bcname	2022/6/15 10:46	BCNAME 文件	1 KB
aux-lower_0.fts	2022/6/15 10:46	FTS 文件	182 KB
aux-upper.cgns	2022/6/14 11:06	CGNS 文件	80 KB
aux-upper_0.bcmesh	2022/6/15 10:46	BCMESH 文件	95 KB
aux-upper_0.bcname	2022/6/15 10:46	BCNAME 文件	1 KB
aux-upper_0.fts	2022/6/15 10:46	FTS 文件	182 KB
background.cgns	2022/6/14 11:06	CGNS 文件	2,468 KB
background_4_0.fts	2022/6/15 10:49	FTS 文件	5,308 KB
background_0.bcmesh	2022/6/15 10:46	BCMESH 文件	2,493 KB
background_0.bcname	2022/6/15 10:46	BCNAME 文件	1 KB
background_0.fts	2022/6/15 10:46	FTS 文件	5,181 KB
lowerwing.cgns	2022/6/14 11:06	CGNS 文件	1,496 KB
lowerwing_4_0.fts	2022/6/15 10:49	FTS 文件	3,228 KB
lowerwing_0.bcmesh	2022/6/15 10:46	BCMESH 文件	1,508 KB
lowerwing_0.bcname	2022/6/15 10:46	BCNAME 文件	1 KB
lowerwing_0.fts	2022/6/15 10:46	FTS 文件	3,126 KB
upperwing.cgns	2022/6/14 11:06	CGNS 文件	1,496 KB
upperwing_4_0.fts	2022/6/15 10:49	FTS 文件	3,228 KB
upperwing_0.bcmesh	2022/6/15 10:46	BCMESH 文件	1,508 KB
upperwing_0.bcname	2022/6/15 10:46	BCNAME 文件	1 KB
upperwing_0.fts	2022/6/15 10:46	FTS 文件	3,126 KB

图 1 网格分区结果

4.3 CFD 计算

CFD 计算：

key.hypara + boundary_condition.hypara+overset_config.hypara

注意：此文档为重叠装配算例说明文档

针对重叠装配：需在key.hypara 中设置nparafile=1 和打开nsimutask=6

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
	nparafile	1	参数文件个数
	nsimutask	6	参数类型
	string parafilename1 =	"/bin/overset_config.hypara"	重叠参数文件路径
boundary_condition.hypara	-	-	-
overset_config.hypara	parallelStrategy	1	并行策略
	numberOfGridGroups	3	网格组个数
	string gridfile	"/grid/background_4.fts"	第一部分网格文件路径
	string gridfile1	"/grid/upperwing_4.fts"	第二部分网格文件路径
	string gridfile2	"/grid/lowerwing_4.fts"	第三部分网格文件路径
	codeOfOversetGrid	1	有无重叠网格
	codeOfOversetSlipGrid	0	网格有无滑移
	readOversetFileOrNot	0	是否读取 ovs 文件
	symetryOrNot	1	是否只进行半场计算
	readInAuxiliaryInnerGrid	1	是否需要辅助网格 (inner)
	readInAuxiliaryOuterGrid	0	是否需要辅助网格 (outer)
	readInSkfFileOrNot	0	是否读入 skf 文件
	auxiliaryInnerGrid0	"/grid/aux-upper.fts";	第一部分网格辅助网格文件路径
	auxiliaryInnerGrid1	"/grid/aux-lower.fts"	第二部分网格辅助网格文件路径
	oversetGridFileName	"/grid/overlap.ovs"	
	walldistMainZone	1.0	
	toleranceForOversetSearch	1e-3	
	toleranceForOversetBox	1e-3	
	twoOrderInterpolationOrNot	1	是否采用同二阶插值
	keyEnlargeOfActiveNodes	1	活跃区域扩展次数

	outTecplotOverset	1	是否输出重叠网格流场数据
cfd_para_transonic.hypara	maxSimuStep	300	迭代计算步数
	intervalStepFlow	100	流场文件步数
	intervalStepPlot	100	可视化输出步数
	intervalStepForce	100	气动力输出步数
	intervalStepRes	10	残差输出步数
	refMachNumber	0.755	来流马赫数
	attackd	0.016	来流攻角
	angleSlide	0.00	侧滑角
	refReNumber	6.5e6	来流单位雷诺数
	refDimensionalTemperature	288.15	来流温度
	gridScaleFactor	0.001	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 TorqueRefY TorqueRefZ	0.0 0.0 0.0	参考坐标
	viscousType viscousName	0 "Euler"	NS 方程类型 粘性类型
	string str_scheme_name string str_limiter_name	-	结构网格: 空间离散格式 限制器类型
	string uns_limiter_name double venkatCoeff	"roe" 5.0	非结构网格: 限制器类型 限制器系数
	iunsteady CFLEnd nLUSGSSweeps	0 30.0 1	定常/非定常计算 CFL 终止步 LUSGS 扫描步
	nMGLevel	1	多重网格数
flowInitStep	100	初始化流场步数	

5 结论