

# 双翼 NACA0012 算例（非结构网格计算）

## 1 算例概述

双翼型 NACA0012，非结构重叠网格。

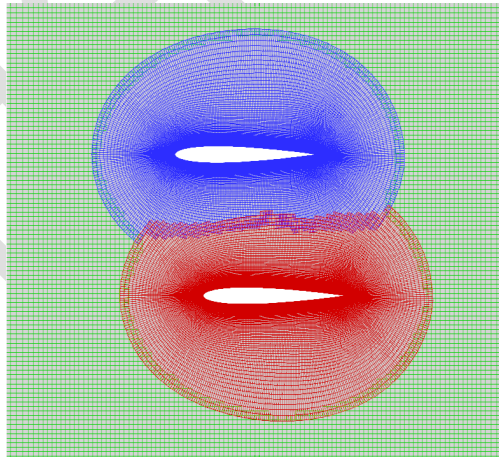
该算例既要重叠装配又要流场计算。

测试环境： Windows7 x64，6 核并行。

## 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：本次网格转换要依次对 aux-lower.cgns、aux-upper.cgns、background.cgns、lowerwing.cgns、upperwing.cgns 等 5 部分网格进行网格转换操作。

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
	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	0	网格类型
	axisup	1	坐标方向
	int from_gtype	2	输入网格类型
	string from_gfile	"/grid/aux-lower.cgns"	指定输入网格路径
	string out_gfile	"/grid/aux-lower.fts"	指定输出格路径

按照上面相同的设置，只修改输入和输出路径中（上表最后两行）的网格文件名，再依次对 aux-upper.cgns、background.cgns、lowerwing.cgns、upperwing.cgns 进行网格分区操作。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	80 KB
aux-lower_0.bcmesh	2021/6/24 18:49	BCMESH 文件	95 KB
aux-lower_0.bcname	2021/6/24 18:49	BCNAME 文件	1 KB
aux-lower_0.fts	2021/6/24 18:49	FTS 文件	182 KB
aux-upper.cgns	2021/6/23 19:25	CGNS 文件	80 KB
aux-upper_0.bcmesh	2021/6/24 18:49	BCMESH 文件	95 KB
aux-upper_0.bcname	2021/6/24 18:49	BCNAME 文件	1 KB
aux-upper_0.fts	2021/6/24 18:49	FTS 文件	182 KB
background.cgns	2021/6/24 11:40	CGNS 文件	2,468 KB
background_0.bcmesh	2021/6/24 18:49	BCMESH 文件	2,493 KB
background_0.bcname	2021/6/24 18:49	BCNAME 文件	1 KB
background_0.fts	2021/6/24 18:49	FTS 文件	5,180 KB
lowerwing.cgns	2021/6/24 12:33	CGNS 文件	1,496 KB
lowerwing_0.bcmesh	2021/6/24 18:50	BCMESH 文件	1,508 KB
lowerwing_0.bcname	2021/6/24 18:50	BCNAME 文件	1 KB
lowerwing_0.fts	2021/6/24 18:50	FTS 文件	3,125 KB
upperwing.cgns	2021/6/24 12:36	CGNS 文件	1,496 KB
upperwing_0.bcmesh	2021/6/24 18:50	BCMESH 文件	1,508 KB
upperwing_0.bcname	2021/6/24 18:50	BCNAME 文件	1 KB
upperwing_0.fts	2021/6/24 18:50	FTS 文件	3,125 KB

图 1 网格转换结果

## 4.2 边界条件

在网格转换操作结束后，需要将 grid 文件夹各个网络的.bcname 文件（图 1）中的边界条件信息（以 aux-lower\_0.bcname 为例，如图 2 所示）拷贝到 bin 文件夹中的 boundary\_condition.hypara 文件中（注：各个网格文件中重复边界信息只拷贝 1 次）；然后修改 boundary\_condition.hypara 文件中 nBoundaryConditons（边界条件类型的数目）的数值为 7，最终效果如图 3 所示。

aux-lower.cgns	2021/6/23 星期...	CGNS 文件	80 KB
aux-lower_0.bcmesh	2021/6/24 星期...	BCMESH 文件	95 KB
aux-lower_0.bcname	2021/6/24 星期...	BCNAME 文件	1 KB
aux-lower_0.fts	2021/6/24 星期...	FTS 文件	182 KB
aux-upper.cgns	2021/6/23 星期...	CGNS 文件	80 KB
aux-upper_0.bcmesh	2021/6/24 星期...	BCMESH 文件	95 KB
aux-upper_0.bcname	2021/6/24 星期...	BCNAME 文件	1 KB
aux-upper_0.fts	2021/6/24 星期...	FTS 文件	182 KB
background.cgns	2021/6/24 星期...	CGNS 文件	2,468 KB
background_0.bcmesh	2021/6/24 星期...	BCMESH 文件	2,493 KB
background_0.bcname	2021/6/24 星期...	BCNAME 文件	1 KB
background_0.fts	2021/6/24 星期...	FTS 文件	5,180 KB
lowerwing.cgns	2021/6/24 星期...	CGNS 文件	1,496 KB
lowerwing_0.bcmesh	2021/6/24 星期...	BCMESH 文件	1,508 KB
lowerwing_0.bcname	2021/6/24 星期...	BCNAME 文件	1 KB
lowerwing_0.fts	2021/6/24 星期...	FTS 文件	3,125 KB
upperwing.cgns	2021/6/24 星期...	CGNS 文件	1,496 KB
upperwing_0.bcmesh	2021/6/24 星期...	BCMESH 文件	1,508 KB
upperwing_0.bcname	2021/6/24 星期...	BCNAME 文件	1 KB
upperwing_0.fts	2021/6/24 星期...	FTS 文件	3,125 KB

图 1 grid 文件夹生成的.bcname 文件

```

# bcType(in PHengLEI): Boundary Condition Type.

int nBoundaryConditons = 2;
string bcName = "Wall";
{
    int bcType = 2;
}
string bcName = "Wall2";
{
    int bcType = 2;
}

```

图 2 .bcname 文件中的边界条件信息

```

int nBoundaryConditons = 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 3 boundary\_condition.hypara 文件修改后的最终效果

注意:复制过来的边界信息顺序无影响,保证有 7 个边界信息。

### 4.3 网格分区

注:只需对先前 grid 文件夹中转换生成的 background.fts (2 个分区)、

lowerwing.fts (2 个分区)、upperwing.fts (2 个分区) 进行网格分区操作。

**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
<b>key.hypara</b>	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
<b>partition.hypara</b>	int gridtype	0	网格类型
	int macproc	2	分区数
	string original_grid_file	"/grid/ background.fts"	分区前网格文件路径
	string partition_grid_file	"/grid/ background__2.fts"	分区前网格文件路径
	int numberOfMultigrid	1	多重计算分区

先按照上表中的参数设置对 background.fts 进行网格分区 (2 个分区) 操作生成分区后的 background\_\_2.fts 文件; 再按照相同的设置, 重复 2 次操作:

1) 修改输入和输出路径中的网格文件名为 lowerwing.fts 和 lowerwing\_\_2.fts 然后进行网格分区操作生成分区后的 lowerwing\_\_2.fts 文件。

2) 修改输入和输出路径中的网格文件名为 upperwing.fts 和 upperwing\_\_2.fts 然后进行网格分区操作生成分区后的 upperwing\_\_2.fts 文件。

aux-lower.cgns	2021/6/23 星期...	CGNS 文件	80 KB
aux-lower_0.bcmesh	2021/6/24 星期...	BCMESH 文件	95 KB
aux-lower_0.bcname	2021/6/24 星期...	BCNAME 文件	1 KB
aux-lower_0.fts	2021/6/24 星期...	FTS 文件	182 KB
aux-upper.cgns	2021/6/23 星期...	CGNS 文件	80 KB
aux-upper_0.bcmesh	2021/6/24 星期...	BCMESH 文件	95 KB
aux-upper_0.bcname	2021/6/24 星期...	BCNAME 文件	1 KB
aux-upper_0.fts	2021/6/24 星期...	FTS 文件	182 KB
background.cgns	2021/6/24 星期...	CGNS 文件	2,468 KB
background_2_0.fts	2021/6/24 星期...	FTS 文件	5,242 KB
background_2_0.wdt	2021/6/24 星期...	WDT 文件	1,079 KB
background_0.bcmesh	2021/6/24 星期...	BCMESH 文件	2,493 KB
background_0.bcname	2021/6/24 星期...	BCNAME 文件	1 KB
background_0.fts	2021/6/24 星期...	FTS 文件	5,180 KB
lowerwing.cgns	2021/6/24 星期...	CGNS 文件	1,496 KB
lowerwing_2_0.fts	2021/6/24 星期...	FTS 文件	3,171 KB
lowerwing_0.bcmesh	2021/6/24 星期...	BCMESH 文件	1,508 KB
lowerwing_0.bcname	2021/6/24 星期...	BCNAME 文件	1 KB
lowerwing_0.fts	2021/6/24 星期...	FTS 文件	3,125 KB
upperwing.cgns	2021/6/24 星期...	CGNS 文件	1,496 KB
upperwing_2_0.fts	2021/6/24 星期...	FTS 文件	3,171 KB
upperwing_0.bcmesh	2021/6/24 星期...	BCMESH 文件	1,508 KB
upperwing_0.bcname	2021/6/24 星期...	BCNAME 文件	1 KB
upperwing_0.fts	2021/6/24 星期...	FTS 文件	3,125 KB

图 1 网格分区结果

## 4.4 CFD 计算

### CFD 计算:

key.hypara + cfd\_para\_transonic.hypara+boundary\_condition.hypara  
+overset\_config.hypara

注意: 此文档为 NACA0012\_流场计算\_算例说明文档

针对流场计算: 需在 key.hypara 中设置 nparafilename=2 和打开 nsimutask=0

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 6 ./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_transonic.hypara"	计算参数文件路径
	string parafilename1 =	"/bin/overset_config.hypara"	重叠参数文件路径
boundary_condition.hypara	-	-	采用网格转换后修改好的文件
overset_config.h	parallelStrategy	1	并行策略

ypara

numberOfGridGroups	3	网格组个数
string gridfile	"/grid/background_2.fts"	第一部分网格文件路径
string gridfile1	"/grid/upperwing_2.fts"	第二部分网格文件路径
string gridfile2	"/grid/lowerwing_2.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)
readInSkIFileOrNot	0	是否读入 skl 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
numberOfMovingBodies	2	
morphing_0	0	
morphing_1	0	
morphing_2	0	
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

cf\_d\_para\_transonic.hypara

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
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	0 Euler	NS 方程类型 粘性类型
string str_scheme_name string str_limiter_name	-	<b>结构网格:</b> 空间离散格式 限制器类型
string uns_limiter_name double venkatCoeff	"roe" 5.0	<b>非结构网格:</b> 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 计算结果

### 5.1 残差气动力

算 300 步后将计算结果与对比文件 (results) 的残差气动力数值进行比较。

## 6 结论