

# 非结构网格变形（SPRING 方法）

## 1 算例概述

非结构网格变形分为 SPRING 方法和 RBF 方法。该算例验证风雷软件<sup>[1,2]</sup>SPRING 网格变形方法, 查看网格变形效果, 不进行流场计算。

测试环境：单核串行。

- [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

无。

## 3 计算网格



算例网格采用非结构 bird 网格，约 14W 网格单元

## 4 参数设置

### 4.1 网格转换

参数文件：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	int ndim	3	空间维数
	int nparafilename	1	参数文件个数
	int 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
	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/ Segment2Brid.cgns"	指定输入网格路径
	string out_gfile	"/grid/ Segment2Brid.fts"	指定输出格路径

最后在 grid 文件夹中转换生成网格文件 Segment2Brid\_0.fts。

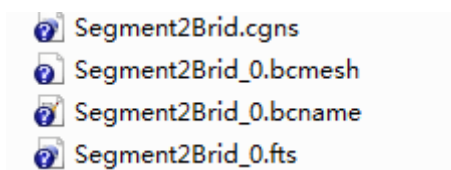


图 1 转换生成的网格

## 4.2 网格变形

参数文件：

key.hypara + grid\_deform\_para.hypara + boundary\_condition.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	int ndim	3	空间维数
	int nparafile	1	参数文件个数
	int nsimutask	1	参数类型
	string parafilename =	"/bin/grid_deform_para.hypara"	计算参数文件路径
grid_deform_para.hypara	int gridobj	4	网格任务为网格变形
	int deformationMethod	1	变形算法为 SPRING
	int nDeformStep	40	最大变形迭代步
	double flapAngle	10.0	最大变形角度
	double rotatePostionZ	4.00003	旋转点位置
	double rotatePostionY	3.05	
	string stationaGridFile	"/grid/Segment2Brid.fts"	网格文件的路径
	string visualFileName	"/results/deformedGrid.dat"	可视化结果文件的路径
	int gridSlice	1	是否输出截面网格
	int sliceAxis	1	截面网格的坐标轴
double slicePosition	13	截面网格的位置	

boundary\_condition.hypara 文件设置说明：

由于鸟类扑翼运动的运动加载需要将鸟类翅膀分为两端，分别加载不同的运动规律，在网格转换时会生成 boundary\_condition.hypara 文件，网格变形时需要修改这一文件：

1、在边界“BODY”中加入参数 `int isSecondSegment = 0;`

```
string bcName = "BODY";
{
    int isSecondSegment = 0;
    string bodyName = "body";
    int bcType = 2;
}
```

2、在边界“Segment1”中加入参数 `int isSecondSegment = 0;`

```
string bcName = "Segment1";
{
    int isSecondSegment = 0;
    string bodyName = "body";
    int bcType = 2;
}
```

3、在边界“Segment2”中加入参数 `int isSecondSegment = 1,` 并加入旋转中心坐标。

```
string bcName = "Segment2";
{
    int isSecondSegment = 1;
    string bodyName = "body";
    int bcType = 2;
    double secondSegmentRotatePostionX = 6.0200968;
    double secondSegmentRotatePostionY = 6.0266381;
    double secondSegmentRotatePostionZ = 19.680012;
}
```

其中，`isSecondSegment` 用于甄别物面是否为鸟类翅膀的第二段，`secondSegmentRotatePostionX` 、 `secondSegmentRotatePostionY` 、 `secondSegmentRotatePostionZ` 为第二段翅膀运动的旋转参考点。

## 5 结论