

# 三维结构多弹重叠装配

## 1 算例概述

三维多弹，风雷软件<sup>[1,2]</sup>结构重叠网格。

该算例只进行重叠装配。

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 计算网格

重叠装配前的多弹结构网格主要由主翼及 3 个弹体等 4 部分网格组成。

## 3 参数设置

### 3.1 网格转换

注：本次网格转换只需执行一次程序便可完成对 wing.cgns、missile1.cgns、missile2.cgns、missile3.cgns 等 4 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	3	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	1	网格类型
	Int nAxisRotateTimes	1	坐标轴旋转次数
	int axisRotateOrder[]	[1]	坐标轴旋转顺序
	double axisRotateAngles[]	[90.0]	坐标轴旋转角度
	int from_gtype	2	输入网格类型
	int numberOfGridFile	4	网格文件个数
	string from_gfile	"/grid/wing.cgns"	网格路径 1
	string from_gfile1	"/grid/missile1.cgns"	网格路径 2
	string from_gfile2	"/grid/missile2.cgns"	网格路径 3
string from_gfile3	"/grid/missile3.cgns"	网格路径 4	

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 wing\_0.fts、missile1\_0.fts、missile2\_0.fts、missile3\_0.fts 等 4 个.fts 格式的网格文件。

missile1.cgns	2023/2/1 15:27	CGNS 文件
missile1_0.bcmesh	2023/3/15 15:35	BCMESH 文件
missile1_0.bcname	2023/3/15 15:35	BCNAME 文件
missile1_0.fts	2023/3/15 15:35	FTS 文件
missile2.cgns	2023/2/1 15:30	CGNS 文件
missile2_0.bcmesh	2023/3/15 15:35	BCMESH 文件
missile2_0.bcname	2023/3/15 15:35	BCNAME 文件
missile2_0.fts	2023/3/15 15:35	FTS 文件
missile3.cgns	2023/2/1 15:36	CGNS 文件
missile3_0.bcmesh	2023/3/15 15:35	BCMESH 文件
missile3_0.bcname	2023/3/15 15:35	BCNAME 文件
missile3_0.fts	2023/3/15 15:35	FTS 文件
wing.cgns	2023/2/1 8:55	CGNS 文件
wing_0.bcmesh	2023/3/15 15:35	BCMESH 文件
wing_0.bcname	2023/3/15 15:35	BCNAME 文件
wing_0.fts	2023/3/15 15:35	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 6 条），如图 2 所示。

```

int nBoundaryConditions = 6;
string bcName = "UserDefined";
{
  int bcType = -3;
}
string bcName = "BCWall";
{
  string bodyName = "body";
  int bcType = 2;
}
string bcName = "BCSymmetryPlane";
{
  int bcType = 3;
}
string bcName = "BCFarfield";
{
  int bcType = 4;
}
string bcName = "BCDegenerateLine";
{
  int bcType = 72;
}
string bcName = "BCDegenerateLine";
{
  int bcType = 73;
}

```

图 2 修改前 boundary\_condition.hypara 文件的边界信息

此时需要对刚生成的 boundary\_condition.hypara 文件进行修改，将 UserDefined 边界的 bcType 值由 -3 改为 1000（重叠边界）。

```

int nBoundaryConditions = 6;
string bcName = "UserDefined";
{
    int bcType = 1000;
}
string bcName = "BCWall";
{
    string bodyName = "body";
    int bcType = 2;
}
string bcName = "BCSymmetryPlane";
{
    int bcType = 3;
}
string bcName = "BCFarfield";
{
    int bcType = 4;
}
string bcName = "BCDegenerateLine";
{
    int bcType = 72;
}
string bcName = "BCDegenerateLine";
{
    int bcType = 73;
}

```

图 3 修改后 boundary\_condition.hypara 文件的边界信息

### 3.2 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 wing.fts (8 个分区)、missile1.fts (8 个分区)、missile2.fts (8 个分区)、missile3.fts (8 个分区) 进行网格分区操作。

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	3	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	4	网格文件个数
	int pgridtype	1	网格 1 类型
	int pgridtype1	1	网格 2 类型
	int pgridtype2	1	网格 3 类型
	int pgridtype3	1	网格 4 类型
	int maxproc	8	网格 1 分区数

int maxproc1	8	网格 2 分区数
int maxproc2	8	网格 3 分区数
int maxproc3	8	网格 4 分区数
string original_grid_file	"./grid/wing.fts"	网格 1 路径
string original_grid_file1	"./grid/missile1.fts"	网格 2 路径
string original_grid_file2	"./grid/missile2.fts"	网格 3 路径
string original_grid_file3	"./grid/missile3.fts"	网格 4 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 wing.fts 等 4 部分.fts 网络的分区操作，如图 4 所示。

missile1.cgns	2023/2/1 15:27	CGNS 文件	40,856 KB
missile1_8_0.fts	2023/3/15 15:51	FTS 文件	43,105 KB
missile1_0.bcmesh	2023/3/15 15:35	BCMESH 文件	2,829 KB
missile1_0.bcname	2023/3/15 15:35	BCNAME 文件	1 KB
missile1_0.fts	2023/3/15 15:35	FTS 文件	43,015 KB
missile2.cgns	2023/2/1 15:30	CGNS 文件	40,856 KB
missile2_8_0.fts	2023/3/15 15:51	FTS 文件	43,106 KB
missile2_0.bcmesh	2023/3/15 15:35	BCMESH 文件	2,829 KB
missile2_0.bcname	2023/3/15 15:35	BCNAME 文件	1 KB
missile2_0.fts	2023/3/15 15:35	FTS 文件	43,015 KB
missile3.cgns	2023/2/1 15:36	CGNS 文件	40,856 KB
missile3_8_0.fts	2023/3/15 15:51	FTS 文件	43,106 KB
missile3_0.bcmesh	2023/3/15 15:35	BCMESH 文件	2,829 KB
missile3_0.bcname	2023/3/15 15:35	BCNAME 文件	1 KB
missile3_0.fts	2023/3/15 15:35	FTS 文件	43,015 KB
wing.cgns	2023/2/1 8:55	CGNS 文件	120,560 KB
wing_8_0.fts	2023/3/15 15:51	FTS 文件	125,860 KB
wing_0.bcmesh	2023/3/15 15:35	BCMESH 文件	7,374 KB
wing_0.bcname	2023/3/15 15:35	BCNAME 文件	1 KB
wing_0.fts	2023/3/15 15:35	FTS 文件	125,811 KB

图 4 网格分区结果

### 3.3 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：

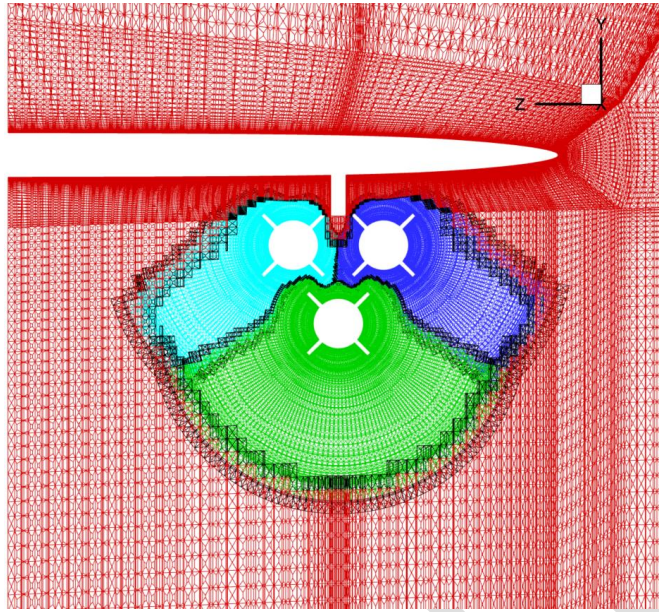
在可执行程序位置 shift+鼠标右键点击“在此处打开命令窗口”

输入 mpiexec -n 8 ./PHengLEIv3d0.exe 进行计算

文件	参数	值	备注
key.hypara	ndim	3	空间维数

	nparafile	1	参数文件个数
	nsimutask	6	参数类型
	string parafilename =	"/bin/overset_config.hypara"	重叠参数文件路径
<b>boundary_condition.hypara</b>	-	-	采用网格转换后修改好的文件
<b>overset_config.hypara</b>	numberOfGridGroups	4	网格组个数
	string gridfile	"/grid/wing_8.fts"	第一部分网格文件路径
	string gridfile1	"/grid/missile1_8.fts"	第二部分网格文件路径
	string gridfile2	"/grid/missile2_8.fts"	第三部分网格文件路径
	string gridfile2	"/grid/missile3_8.fts"	第四部分网格文件路径
	codeOfOversetGrid	1	有无重叠网格
	symetryOrNot	0	是否只进行半场计算
	walldistMainZone	1.0	无壁面边界背景网格壁面距离初值
	toleranceForOversetSearch	1.0e-5	重叠区搜索容差
	toleranceForOversetBox	1.0e-5	计算单元最小盒子容差
	twoOrderInterpolationOrNot	0	插值单元层数
	keyEnlargeOfActiveNodes	0	活跃区域扩展次数
	oversetInterpolationMethod	0.001	网格缩放因子
	outTecplotOverset	1	完成重叠装配后是否输出网格流场数据
outPutOversetVisualization	0	是否输出重叠可视化流场	

## 4 装配结果



如图为重叠装配后的效果，其中彩色区域为装配后的活跃网格单元区域，黑色区域为插值网格单元区域。

注：本算例结构网格重叠装配过程在读网格阶段会在结构网格上重新构建非结构网格信息，然后按照非结构的方式进行重叠网格装配过程