

# CONVERGE壁面HTC映射FEA模型 方法总结

艾迪捷信息科技（上海）有限公司  
技术部 CONVERGE小组  
2013年 8月

# 目录

---

- 概述
- Converge部分
  - 实现步骤
  - 注意事项
- Abaqus部分
  - 实现步骤
  - 注意事项

# 概述

---

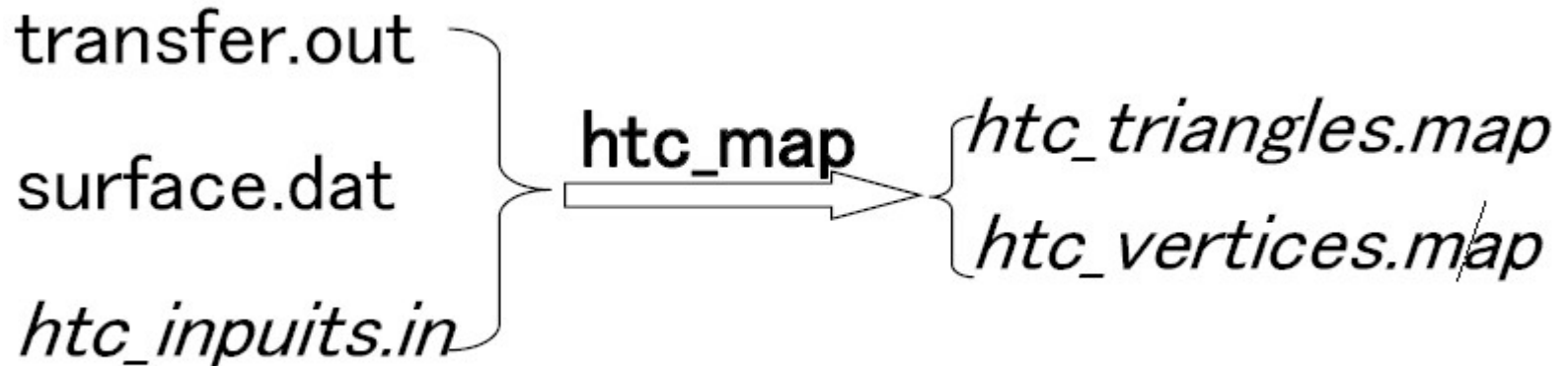
- CFD和FEA是发动机分析的两大块内容，且存在一定关联性，即共用壁面传热信息
- 由于CFD分析的特征时间远小于FEA分析，因此将两者直接耦合进行是不合适的
- 通常的做法是将CFE分析结果中的瞬时壁面传热信息在一个时段（如一个周期）内做平均后传递给FEA软件作为壁面热边界条件
- Converge中提供了专门的工具对壁面传热结果求平均并映射到FEA分析模型上

---

# Converge部分

# 实现步骤(0)

## ■ 映射工具的输入及输出



# 实现步骤(1)

## ■ CONVERGE计算前准备

- 在inputs.in文件中设置壁面传热结果输出开关及频率，计算完成后会在工作目录下出现transfer.out文件

```
#####  
"surface.dat"      surface_filename  The name of surface data file.  
0                  rstrtfldg       Flag to indicate if the simulation is a restart or new run; 0=new run, 1=restart.  
1                  rstrtnum        Number added to output files to identify different restarts.  
100                num_restart_files Number of restart files to be saved.  
1                  restart_embed_flag AMR restart embedding flag; 0=do not write AMR embedding to restart file, 1=write AMR embedding to restart file.  
0                  mapflag         Flag to allow mapping in initial conditions; 0=do not map, 1=map (requires map.in and a data file).  
0                  ga_flag         Flag to activate genetic algorithm; 0=do not use GA, 1=activate GA.  
0                  ga_individual   Genetic algorithm individual number.  
0                  ga_generation   Genetic algorithm generation number.  
0                  nohydro         Flag to indicate run type; 0=solve full hydrodynamics (typical), 1=no hydrodynamics--used to check grid.  
6                  parallel_scale  Parallel blocks level.  
100                load_cyc        Number of cycles between load balancing.  
1                  reread_input     Flag to indicate whether or not to re-read inputs, 0=do not re-read, 1=re-read each time step.  
0                  screen_print_level Screen print level.  
1                  crank_flag       Flag to indicate time units; 0=seconds, 1=crank angles (used for transient engine simulations).  
330.0              start_time       Start time, in sec. or crank angles.  
708.0              end_time         End time, in sec. or crank angles.  
output.in          twrite_post      Time interval for writing 3D output (s/crank angle/cycle).  
5.0                twrite_transfer  Time interval for writing heat transfer output data (s/crank angle/cycle).  
10.0               twrite_restart   Time interval for writing restart output (s/crank angle/cycle).  
0.1                twrite_files      Time interval for writing text data files (s/crank angle/cycle).  
0                  wall_output_flag  Flag to write wall output; 0=do not generate wall output, 1=generate wall output.  
1                  transfer_flag     Flag to generate FEA heat transfer data; 0=do not generate FEA data, 1=generate FEA data.  
1                  mixing_output_flag Flag to generate mixing related output; 0=do not generate output, 1=generate output.  
1                  inter_regions_flow_flag Flag to generate inter region flow output; 0=do not generate output, 1=total mass-flux output, 2=mass-flux output  
0                  dynamic_flag      Dynamic output options.  
1                  timeflag          Flag for variable time-step; 0=constant time-step (dt) 1=variable time-step (recommended).  
1e-007             dtstart           Time-step (dt) at the start of the simulation (s).  
1e-008             dt               Fixed time-step(s)--only used if timeflag=0.
```

# 实现步骤(2)

---

## ■ FEA表面模型准备

- 将需要映射的FEA表面导入Converge Studio, 保证与CFD计算模型具有相同的边界号, 并输出为FEAsurface.dat文件

## 实现步骤(3)

- 将完成映射所需的文件（htc\_map和htc\_inputs.in）以及FEAsurface.dat文件放入计算目录下
  - htc\_map文件需要有可执行权限
  - htc\_inputs.in文件修改参数（参数含义参见注意事项部分）

```
2.000000e-03    tolerance
1.000000e+00    scale_xyz
0.0             trans_x
0.0             trans_y
0.0             trans_z
Z              rot_axis
0.0             rot_angle
1               enforce_boundID_match
0               hit_location_output_files
0               ensight_outputfiles
1               gmv_outputfiles
-9.999000e+03    start_time
9.999000e+03     end_time
1               num_valve_entries
2 6
```

·htc\_inputs.in文件范例

## 实现步骤(4)

---

- 运行htc\_map进行求平均及映射过程，完成后工作目录下会生成两个输出文件即可用于FEA分析
  - htc\_triangles.map
  - Htc\_vertices.map
- 这个两个文件分别包含基于三角形面网格和节点的各种壁面传热相关信息
  - Wall Temp[K]
  - Heat Flux[W/m<sup>2</sup>]
  - HTC[W/m<sup>2</sup>-K]
  - Fluid Temp[K]
  - Y+
  - TimeWithHits[CAD]
  - TotalTime[CAD]

# 注意事项

---

## ■ htc\_inputs.in文件参数说明

- tolerance: 从transfer.out的数据点向初始三角形映射时搜寻算法使用的距离（单位：m）
- grow\_mult: 有独立的三角形未映射成功的可调整至大于1
- Scaling, translate, rotate选项: 使FEA表面和Converge表面对齐
- max\_htc: 去除过大的传热系数
- enforce\_boundID\_match: 只允许匹配边界编号的单元初始化三角形
- hit\_location\_output\_files: 创建detailed.dat文件以显示用于初始化三角形的数据点（可导入CONVERGE UI观察）

# 注意事项

---

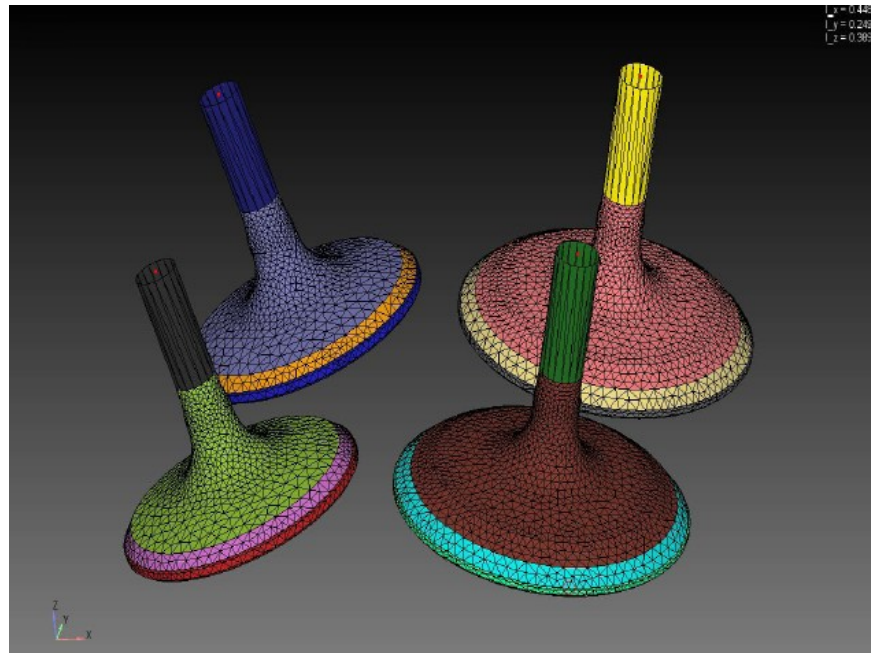
## ■ htc\_inputs.in文件参数说明

- map\_additional\_variables: 映射transfer.out文件中附加的变量（附加列数据）
- use\_convective\_ht: 用对流换热系数和对流换热量代替总的换热系数及换热量
- ensight/gmv/fieldview\_outputfiles: 创建可以用于后处理软件（ensight/gmv/fieldview）处理的几何及变量文件
- dedicatedboundaryoutputfiles
- Start/end\_time: 选取transfer.out文件中数据子集的起始/终止时刻
- num\_valve\_entries: 用于某些特殊情况（阀杆映射）可以允许一个边界随另一个边界运动

# 注意事项

## ■ 气阀边界处理推荐

- 将阀杆（静止）上部作为不同于气道的独立边界ID分割标识
  - 允许气阀运动选项
- 每个气阀作为独立的边界ID标识
  - 允许气阀旋转选项



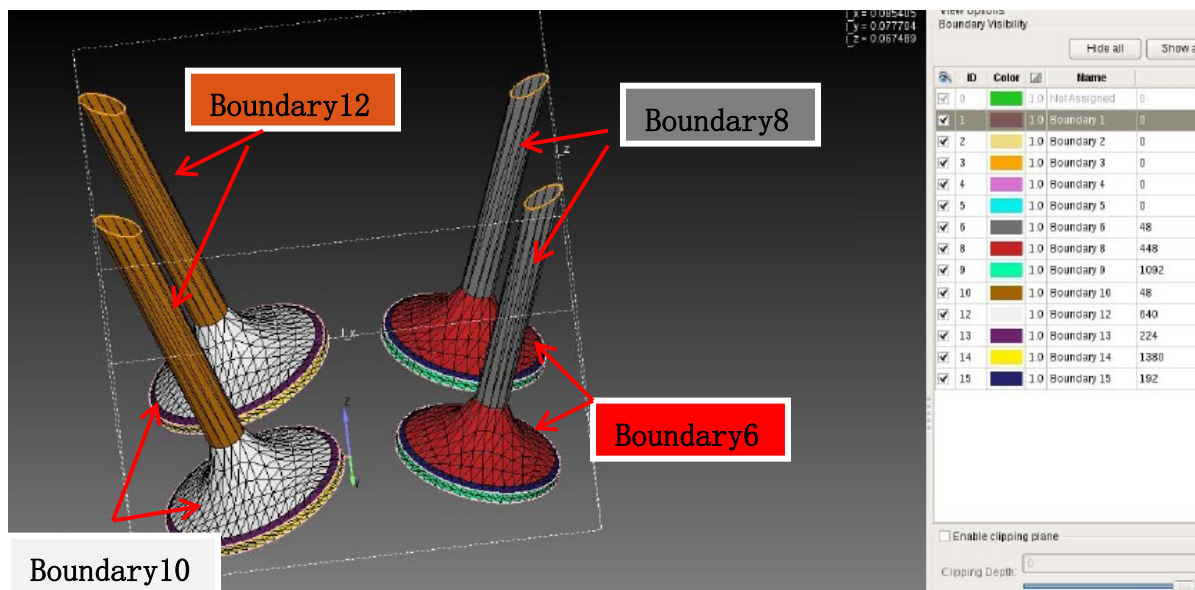
# 注意事项

## ■ 气阀边界处理推荐

### ■ htc\_inputs.in文件设置

- num\_valve\_entries指定需要跟随其他边界运动的边界数量
- 静止的阀杆可以随气门运动

```
2      num_valve_entries      #boundary entry information for valves
6  8
10 12
```

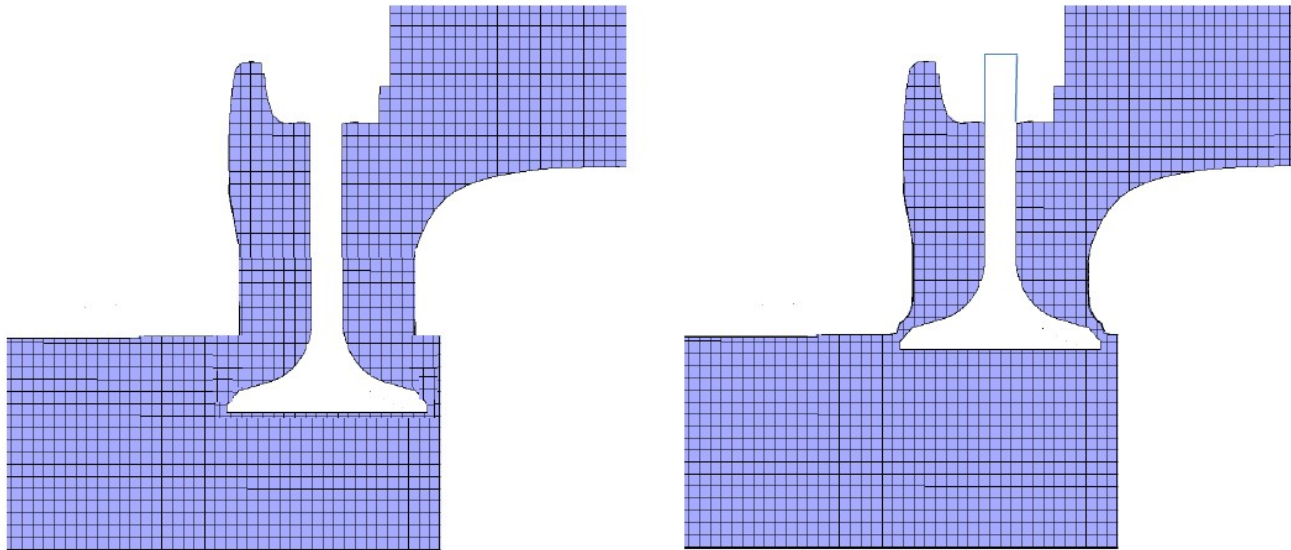


- 阀杆边界8随气门顶面边界6运动
- 阀杆边界12随气门顶面边界10运动

# 注意事项

## ■ 气阀边界处理推荐

- 考虑到阀杆运动，FEA提供的气阀表面的阀杆部分需要拓展以保证映射过程可以落在正确的部分




---

# Abaqus部分

# 实现步骤(1)

## ■ 编辑映射数据文件

- 在Converge映射生成的两个数据文件中（htc\_triangles.map和htc\_vertex.map），任选其一
- 利用编辑器进行编辑（建议采用Excel），生成两个文本格式文件，一个保存x,y,z坐标及热传导系数Htc，一个保存x,y,z坐标及流体温度FluidTemp，不保留第一行的数据标题；



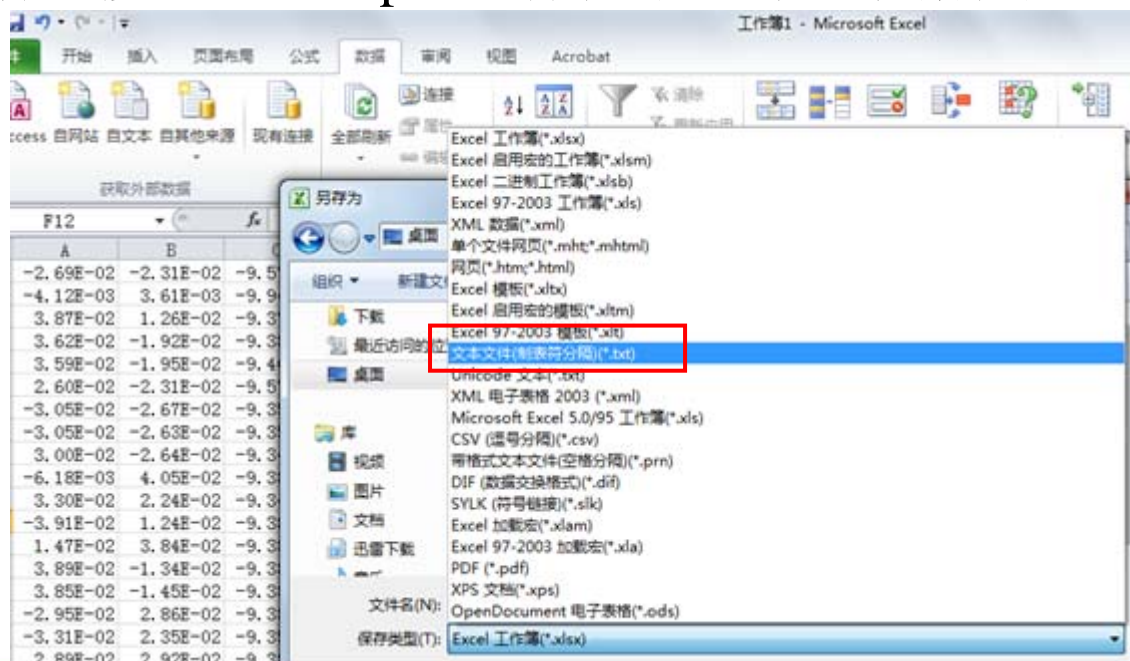
工作簿1 - Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	tri_num	#x(m)	y(m)	z(m)	BoundaryTemp(K)	Flux(W/m^2)	Htc(W/m^2/K)	FluidTemp(K)	Yplus (-)	timewithhits(CA)	totaltime(CA)	PRES	FLUX_CONV	HTC
2	0	-2.69E-02	-2.31E-02	-9.57E-02	5.50E+02	-2.17E+04	6.22E+02	5.15E+02	1.60E+02	3.75E+02	3.75E+02	4.92E+05	-2.13E+04	6.1
3	1	-4.12E-03	3.61E-03	-9.94E-02	5.50E+02	-4.29E+05	2.89E+03	4.02E+02	2.27E+02	3.75E+02	3.75E+02	4.92E+05	-2.97E+04	7.0
4	2	3.87E-02	1.26E-02	-9.37E-02	5.50E+02	-3.34E+05	4.56E+03	4.99E+02	1.29E+02	3.75E+02	3.75E+02	4.92E+05	-2.91E+04	5.0
5	3	3.62E-02	-1.92E-02	-9.38E-02	5.50E+02	-1.85E+05	3.75E+03	5.11E+02	1.09E+02	3.75E+02	3.75E+02	4.92E+05	-2.89E+04	6.1
6	4	3.59E-02	-1.95E-02	-9.40E-02	5.50E+02	-5.91E+04	8.17E+02	4.79E+02	1.01E+02	3.75E+02	3.75E+02	4.92E+05	-2.78E+04	6.1
7	5	2.60E-02	-2.31E-02	-9.57E-02	5.50E+02	-2.17E+04	6.54E+02	5.17E+02	1.74E+02	3.75E+02	3.75E+02	4.92E+05	-2.18E+04	6.1
8	6	-3.05E-02	-2.67E-02	-9.35E-02	5.50E+02	-2.09E+05	2.43E+03	5.17E+02	8.44E+01	3.75E+02	3.75E+02	4.93E+05	-2.64E+04	6.1
9	7	-3.05E-02	-2.63E-02	-9.35E-02	5.50E+02	-2.37E+05	2.94E+03	5.02E+02	9.11E+01	3.75E+02	3.75E+02	4.93E+05	-2.34E+04	6.1
10	8	3.00E-02	-2.64E-02	-9.34E-02	5.50E+02	-1.92E+05	1.70E+03	4.48E+02	1.14E+02	3.75E+02	3.75E+02	4.92E+05	-2.72E+04	6.1
11	9	-6.18E-03	4.05E-02	-9.38E-02	5.50E+02	-3.34E+06	4.67E+04	4.96E+02	1.23E+02	3.75E+02	3.75E+02	4.94E+05	-2.80E+04	4.1
12	10	3.30E-02	2.24E-02	-9.34E-02	5.50E+02	-4.69E+05	5.56E+03	4.76E+02	1.38E+02	3.75E+02	3.75E+02	4.93E+05	-4.63E+04	6.1
13	11	-3.91E-02	1.24E-02	-9.38E-02	5.50E+02	-3.28E+05	3.06E+03	4.80E+02	1.18E+02	3.75E+02	3.75E+02	4.93E+05	-2.33E+04	5.0
14	12	1.47E-02	3.84E-02	-9.38E-02	5.50E+02	-4.29E+05	5.93E+03	4.98E+02	1.20E+02	3.75E+02	3.75E+02	4.94E+05	-2.29E+04	4.1
15	13	3.89E-02	-1.34E-02	-9.38E-02	5.50E+02	-8.07E+05	9.93E+03	4.79E+02	1.30E+02	3.60E+02	3.75E+02	5.03E+05	-2.45E+04	6.1
16	14	3.85E-02	-1.45E-02	-9.38E-02	5.50E+02	-2.36E+05	3.61E+03	5.05E+02	1.25E+02	3.75E+02	3.75E+02	4.92E+05	-2.75E+04	6.1

# 实现步骤(1)

## ■ 编辑映射数据文件

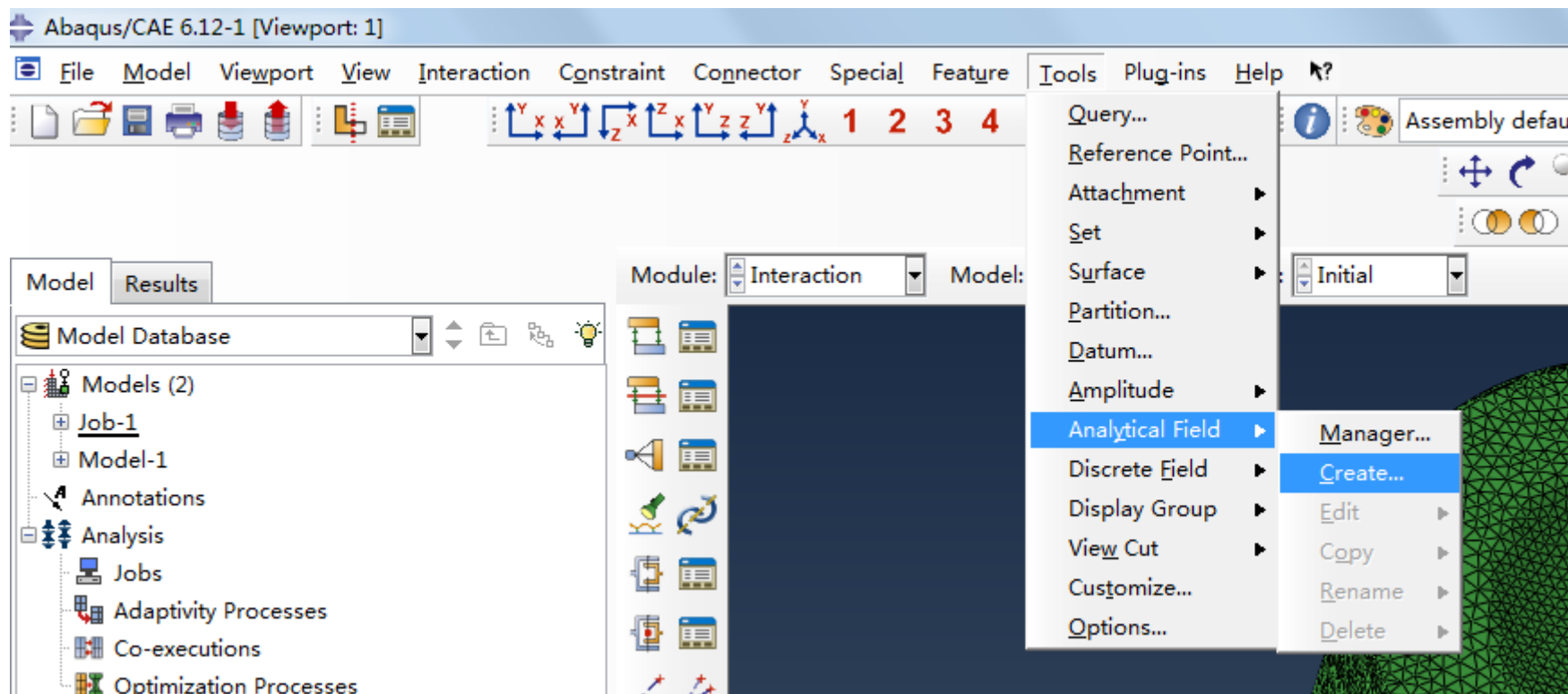
- 在Converge映射生成的两个数据文件中（htc\_triangles.map和htc\_vertex.map），任选其一
- 利用编辑器进行编辑（建议采用Excel），生成两个文本格式文件，一个保存x,y,z坐标及热传导系数Htc，一个保存x,y,z坐标及流体温度FluidTemp，不保留第一行的数据标题；



## 实现步骤(2)

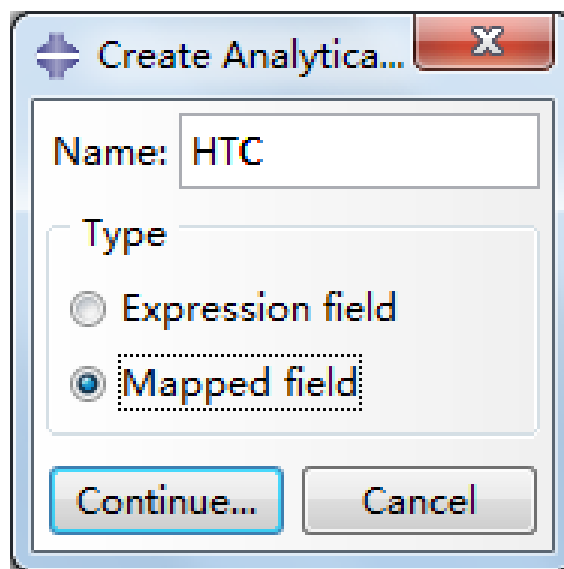
### ■ Abaqus导入数据

- 在Abaqus的CAE界面中，Module选择Interaction，主菜单选择Tools下拉，在Analytical Field中选择Create



## 实现步骤(2)

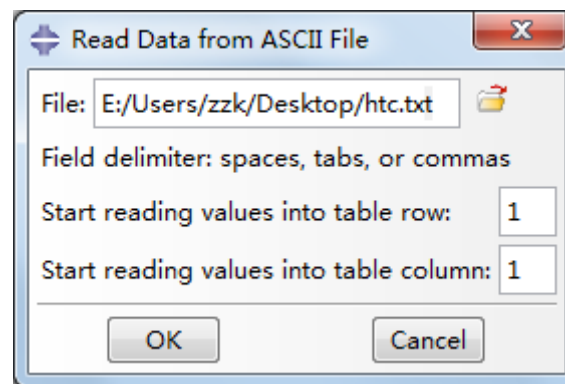
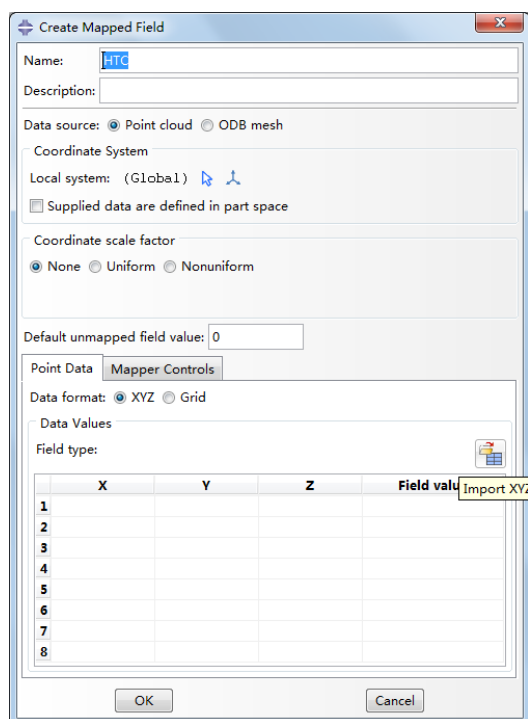
- Abaqus导入数据
  - 弹出对话框中选择Mapped field，名字可任取



## 实现步骤(2)

### ■ Abaqus导入数据

- 弹出对话框中点击右侧中部的Improt XYZ图标，如左图所示，然后选择刚才保存的热传导系数文件，如右图
- 也可复制相应数据直接粘贴



# 实现步骤(2)

- Abaqus导入数据
  - 类似步骤导入流体温度相应数据

**Edit Mapped Field**

Name: FluidTemp

Description:

Coordinate System

Local system: (Global)

☒ Supplied data are defined in part space

Coordinate scale factor

☒ None ☐ Uniform ☐ Nonuniform

Default unmapped field value: 0

Point Data **Mapper Controls**

Data format: ☒ XYZ ☐ Grid

Data Values

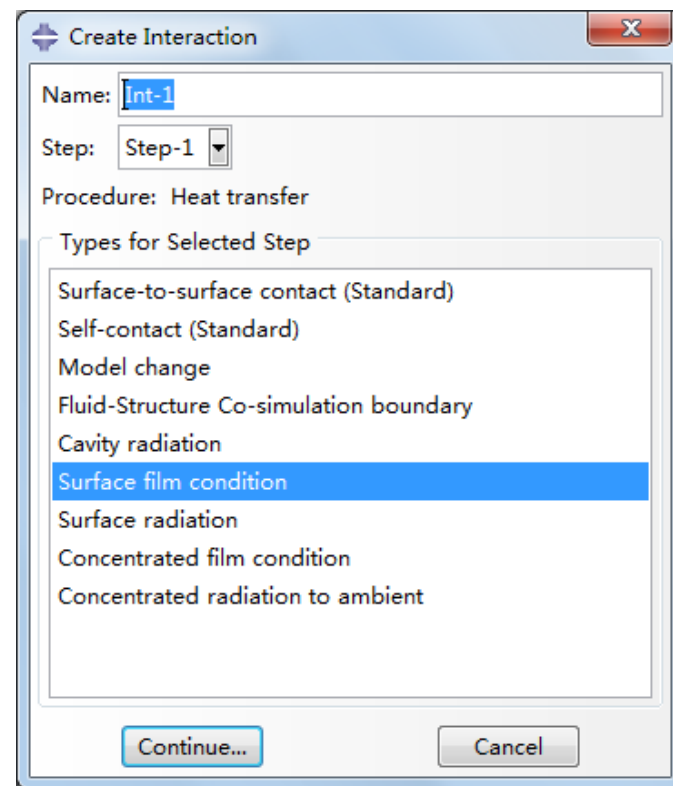
Field type:

	X	Y	Z	Field value
1	-0.0269	-0.0231	-0.0957	515
2	-0.00412	0.00361	-0.0994	402
3	0.0387	0.0126	-0.0937	499
4	0.0362	-0.0192	-0.0938	511
5	0.0359	-0.0195	-0.094	479
6	0.026	-0.0231	-0.0957	517
7	-0.0305	-0.0267	-0.0935	517
8	-0.0305	-0.0263	-0.0935	502
9	0.03	-0.0264	-0.0934	448

OK Cancel

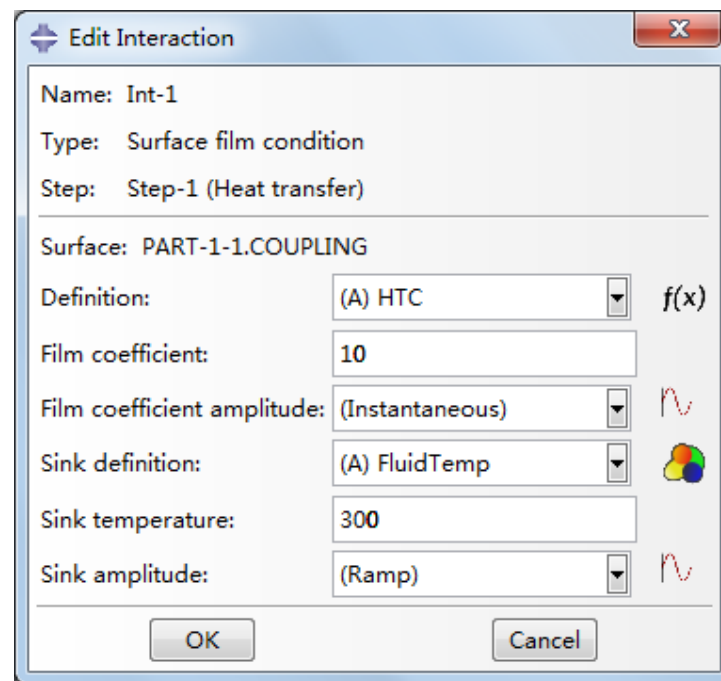
# 实现步骤(3)

- Abaqus模型施加热边界条件
  - 首先确认已建立好相应的Abaqus传热分析模型（不包括流体边界的热边界条件）
  - 在Abaqus模型中选择create interaction，分析步选择对应的传热分析步，interaction的类型为Surface film condition



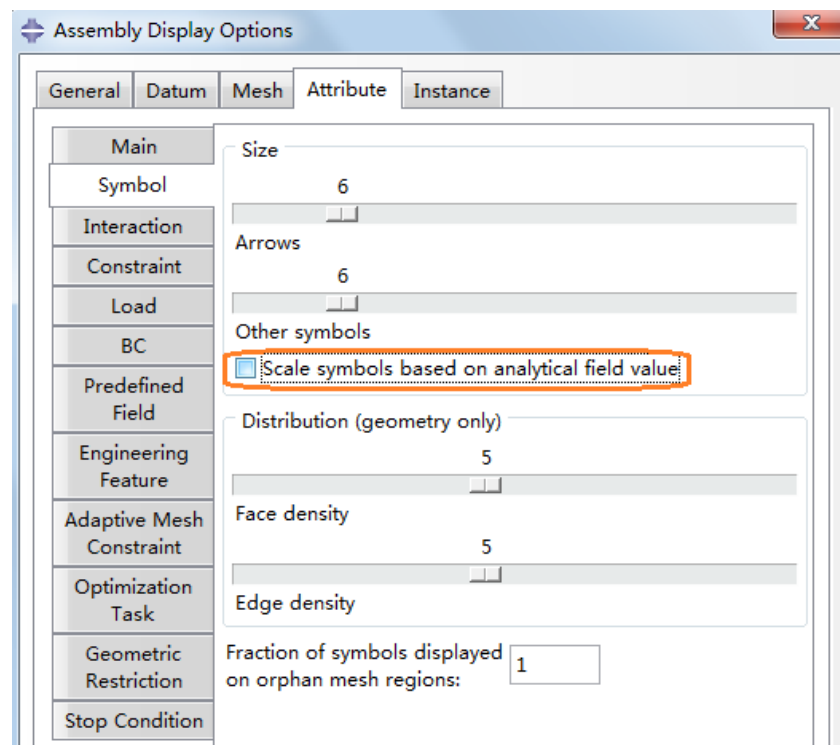
# 实现步骤(3)

- Abaqus模型施加热边界条件
  - 选择和流体接触的边界（可预先用Surface定义好）
  - 弹出对话框中，Definition选择刚才创建的热传导系数的Analytical Field，Sink Definition选择刚才创建的流体温度的Analytical Field
  - Film coefficient和Sink temperature可随意填写
  - 然后正常提交计算即可得到相应分析结果



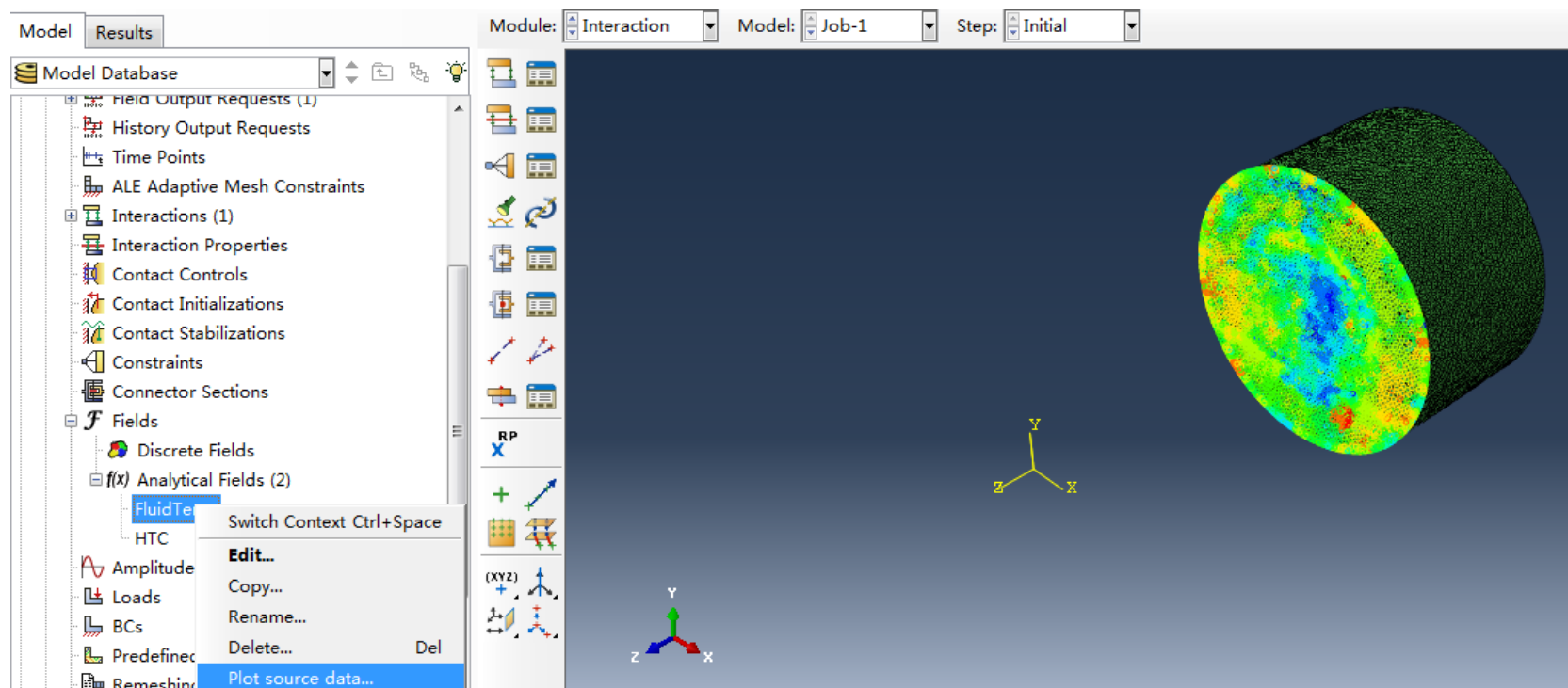
# 注意事项

- 在创建Interaction前，请在主菜单View下拉菜单中的Assembly Display Options当中，点击Attribute标签页，左侧选择Symbol，然后去掉选项“Scale symbols based on analytical field value”，否则会造成显示困难



# 注意事项

- 在左侧模型树的Fields节点中选择相应的导入数据，右键点击后选择Plot Source data，即可查看导入的相应的点云数据云图（插值前）



# 注意事项

- 在Visualization模块中，左侧模型树中选择Model Database，然后上方数据选择相应的映射数据，即可查看映射后的数据云图

