

Fluent Mesh 格式说明文档

IforeverYH

网格文件转换项目

版本：1.0

日期：2022 年 9 月 22 日

摘 要

本文档为 Fluent Mesh(.msh)¹ 网格文件的格式说明文档。说明 Fluent Mesh 文件的数据存储格式。

1 二维 msh 文本文件说明

1.1 文本文件示例

以简单的 2×2 网格为例，其形状如图 1 所示：

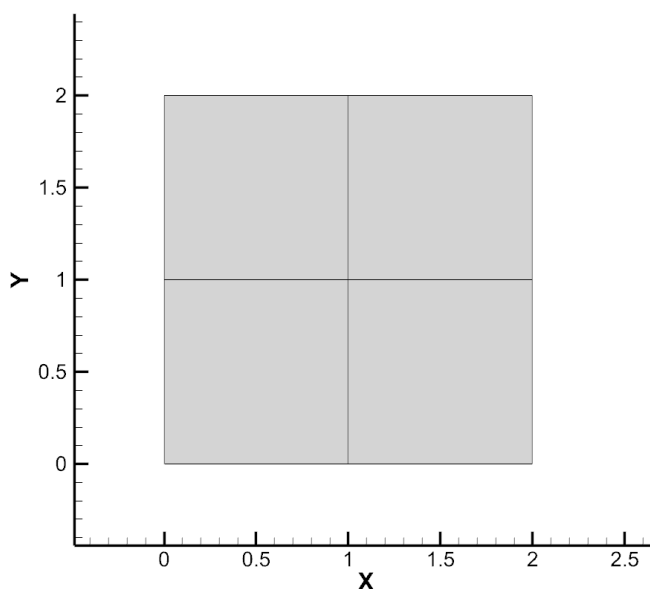


图 1: 二维网格示例

该网格对应的文本文件内容为：

```
(0 " Created by : Fluent_V6 Interface Vers. 18.2.0") % 版本信息
(2 2) ----- % 维度
(0 "Node Section") ----- % 节点信息描述字段
```

¹正文中用 msh 代替 .msh，省略。

```

(10 (0 1 9 0 2)) ----- % 节点信息总述字段
(10 (5 1 9 1 2)) ----- % 节点头文字段
(
0 0
1 0
0 1
1 1
0 2
1 2
2 0
2 1
2 2
))
(12 (0 1 4 0 0)) ----- % Cells信息总述字段
(12 (6 1 4 1 3))
(13 (0 1 c 0 0))
(0 "Interior faces of zone FLUID") ----- % 内部面信息描述字段
(13 (7 1 4 2 2)(
2 4 1 3
4 3 1 2
4 6 2 4
8 4 3 4
)
)
(0 "Faces of zone FAR") ----- % "far"面信息描述字段
(13 (8 5 c 9 2)(
1 2 1 0
2 7 3 0
3 1 1 0
5 3 2 0
7 8 3 0
8 9 4 0
6 5 2 0
9 6 4 0
)
)
(0 "Zone Sections") ----- % Zone信息描述字段
(39 (6 fluid FLUID)())
(39 (7 interior int_FLUID)())
(39 (8 pressure-far-field FAR)())

```

文本文件格式按模块内容区分大类，一般分为以下内容：

1. **描述字段：**出现在每个大类模块的第一行，为下面内容的大类信息；
2. **总述字段：**出现在描述字段之后，对内容进行总述(相当于头字段的总结)，常见于节点，单元信息等模块；
3. **头字段：**描述该部分的内容的类型，成员起止编号，成员类型等信息；

4. **具体内容**: 在头文字段之后, 为网格各类模块的具体信息, 包括节点坐标, 几何关系等内容。

1.2 描述字段

```
{描述字段格式}: (0 "comment text")  
{格式解释}: 0为指令标号;  
              "comment text"为描述文本。
```

1.3 维度

```
{维度格式}: (2 n)  
{格式解释}: 2为指令标号;  
              第二个数字为维数, 2表示2维、3表示3维。
```

1.4 Nodes 节点

```
{节点格式}: (10 (zone-id first-index last-index type ND)(x1 y1 z1 x2 y2 z2... ))  
{格式解释}: 10为指令标号;  
              zone-id为区域编号;  
              first-index为该区域第一个成员的编号;  
              last-index为该区域最后一个成员的编号;  
              type为节点类型;  
              ND为维度;  
              (x y z)为每个节点的坐标(10进制)。
```

1.4.1 使用说明

1. 如果 **zone-id = 0**: first-index = 1, last-index 为节点总数, type 置 0, ND 后面不跟坐标数据。此时相当于对 nodes 的整体说明, 即总述字段;
2. 如果 **zone-id > 0**: 表示结构体中的 nodes 属于编号 zone-id 的 zone 区域。此时 first-index 和 last-index 为该 zone 区域的节点起止编号, 节点的坐标信息在 ND 后的 () 内;
3. 如果 **ND = 2**: 节点数据不显示 z 坐标。

1.4.2 type 设置规则

- 1). 0: "virtual" nodes – 虚拟节点;
- 2). 1: no(any) type – 通用型;
- 3). 2: boundary nodes – 边界节点。

1.5 Cells 单元

{单元格式}: (12 (zone-id first-index last-index type element-type)())

{格式解释}: 12为指令标号;

zone-id为区域编号;

first-index为该区域第一个成员的编号;

last-index为该区域最后一个成员的编号;

type为单元物理属性;

element-type为单元类型;

()仅当element-type = 0时使用。

1.5.1 使用说明

1. 如果 **zone-id = 0**: first-index = 1, last-index 为单元总数 (若 last-index = 0 则表示文件中无 cell), type 置 0, 计算时 Fluent 会忽略 type = 0 的区域 (死区), element-type 不显示 (或置 0)。此时相当于对 cells 的整体说明, 即总述字段;
2. 如果 **zone-id > 0**: 表示结构体中的 cells 属于编号 zone-id 的 zone 区域。type = 1 为流体, type = 17(0x11) 为固体。

特别注意: 如果单元类型为混合型 (element-type = 0), 则列出每个单元的类型。此时单元格式后接一对 ()。具体可见下面的例子, 区域 9 有 61 个单元, 其中前 3 个为三角单元, 紧接两个六面体单元, 等等。

```
(12 (9 1 3d 1 0) (  
1 1 1 3 3 1 1 3 1  
...  
))
```

1.5.2 element-type 设置规则

- 1). 0: mixed;
- 2). 1: triangular – 三角形;
- 3). 2: tetrahedral – 四面体;
- 4). 3: quadrilateral – 四边形;
- 5). 4: hexahedral – 六面体;
- 6). 5: pyramid – 四棱锥 (金字塔);
- 7). 6: wedge – 楔形;
- 8). 7: polyhedral – 多面体。

1.6 Faces 面

{面格式}: (13 (zone-id first-index last-index bc-type face-type)())

{格式解释}: 13为指令标号;

zone-id为区域编号;

`first-index` 为该区域第一个成员的编号;
`last-index` 为该区域最后一个成员的编号;
`bc-type` 为边界条件;
`face-type` 为面类型;
() 内存放点、面、单元的关系。

1.6.1 使用说明

1. 如果 **zone-id = 0**: `first-index = 1`, `last-index` 为面总数, `bc-type` 不显示 (或置 0)。此时相当于对 `faces` 的整体说明, 即总述字段;
2. 如果 **zone-id > 0**: 表示结构体中的 `faces` 属于编号 `zone-id` 的 `zone` 区域, 面数据的信息在随后的 () 内。

1.6.2 bc-type 设置规则

- 1). 2(0x2): interior;
- 2). 3(0x3): wall;
- 3). 4(0x4): pressure-inlet, inlet-vent, intake-fan;
- 4). 5(0x5): pressure-outlet, outlet-vent, exhaust-fan;
- 5). 7(0x7): symmetry;
- 6). 8(0x8): periodic-shadow;
- 7). 9(0x9): pressure-far-field;
- 8). 10(0xa): velocity-inlet;
- 9). 12(0xc): periodic;
- 10). 14(0xe): fan, porous-jump, radiztor;
- 11). 20(0x14): mass-flow-inlet;
- 12). 24(0x18): Interface;
- 13). 31(0x1f): parent(hanging node);
- 14). 36(0x24): outflow;
- 15). 37(0x25): axis.

注意: 非共形网格相交的交界面被存放在一个单独的面区域中。这些面区域的 `bc-type` 增加了 1000(例如 `bc-type = 1003` 是 wall); 这里所写的边界条件的标号要转 16 进制。

1.6.3 face-type 设置规则

- 1). 0: mixed;
- 2). 2: linear;
- 3). 3: triangular;
- 4). 4: quadrilateral;
- 5). 5: polygonal.

1.6.4 点、面、单元关系格式

{面关系格式}: (n0 n1 n2 c0 c1)

{格式解释}: n*表示节点编号, 其最大标号与face-type相关;

c*表示face的邻近cell编号, c0按右手法则确定, c1在face的另一边;

对于二维情况, 假设存在一个指向平面外的 \vec{k} , 通过 $\vec{k} \times \vec{r}$ 来确定 c0; 在边界处 c0 或 c1 为 0。

当网格为混合类型 (face-type = 0) 或多边形类型 (face-type = 5), 每一行说明面的语句应以节点数目开头:

(x n0 n1 ... nf c0 c1)

1.7 Face Tree

{区域格式}: (59 (face-id0 face-id1 parent-zone-id child-zone-id)
(number-of-kids kid-id-0 kid-id-1 ... kid-id-n))

{格式解释}: 59为指令标号;

face-id0为区域第一个父级面的编号;

face-id1为区域最后一个父级面的编号;

parent-zone-id为父级面所在区域id;

child-zone-id为子级面所在区域id;

number-of-kids为子级面的数量;

kid-id-n为子级面的编号。

1.8 Cell Tree

{区域格式}: (58 (cell-id0 cell-id1 parent-zone-id child-zone-id)
(number-of-kids kid-id-0 kid-id-1 ... kid-id-n))

{格式解释}: 58为指令标号;

cell-id0为区域第一个父级单元的编号;

cell-id1为区域最后一个父级单元的编号;

parent-zone-id为父级单元所在区域id;

child-zone-id为子级单元所在区域id;

number-of-kids为子级单元的数量;

kid-id-n为子级单元的编号。

1.9 Zone 区域

{区域格式}: (39 (zone-id zone-type zone-name domain-id)())

{格式解释}: 39为指令标号;

zone-id为区域编号(10进制);

zone-type为区域类型(一般是指边界条件);

zone-name为区域名称;

domain-id(ICEM输出的msh一般是忽略不写);
()空。

1.9.1 zone-type 设置规则

表 1: 可用的 zone-type 种类

degassing	exhaust-fan	fan
fluid	geometry	inlet-vent
intake-fan	interface	interior
internal	mass-flow-inlet	outflow
outlet-vent	parent-face	porous-jump
pressure-far-field	pressure-inlet	pressure-outlet
radiator	solid	symmetry
velocity-inlet	wall	wrapper

2 三维 msh 文本文件示例

三维网格以 $2 \times 2 \times 2$ 立方体为例，边长为 2，其形状如图 2 所示：

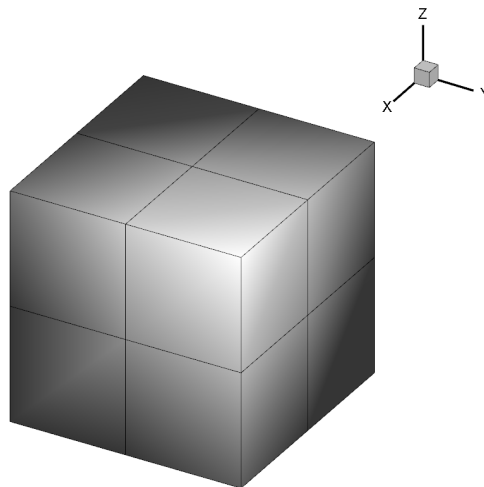


图 2: 三维网格示例

该网格对应的文本文件内容为：

```
(0 " Created by : Fluent_V6 Interface Vers. 18.2.0")
(2 3)
(0 "Node Section")
(10 (0 1 1b 0 3))
(10 (5 1 1b 1 3)
(
0 0 0
```

```

1 0 0
0 1 0
1 1 0
0 0 1
1 0 1
0 1 1
1 1 1
0 0 2
1 0 2
0 1 2
1 1 2
0 2 0
1 2 0
0 2 1
1 2 1
0 2 2
1 2 2
2 0 0
2 1 0
2 0 1
2 1 1
2 0 2
2 1 2
2 2 0
2 2 1
2 2 2
))
(12 (0 1 8 0 0))
(12 (6 1 8 1 4))
(13 (0 1 24 0 0))
(0 "Interior faces of zone FLUID")
(13 (7 1 c 2 4)(
3 4 8 7 1 3
2 6 8 4 1 5
5 7 8 6 1 2
7 8 c b 2 4
6 a c 8 2 6
4 8 10 e 3 7
7 f 10 8 3 4
8 c 12 10 4 8
4 14 16 8 5 7
6 8 16 15 5 6
8 16 18 c 6 8
8 10 1a 16 7 8
)
)
(0 "Faces of zone FAR")

```



```

(13 (1 d 24 9 4) (
1 3 7 5 1 0
5 7 b 9 2 0
3 d f 7 3 0
7 f 11 b 4 0
1 5 6 2 1 0
5 9 a 6 2 0
2 6 15 13 5 0
6 a 17 15 6 0
1 2 4 3 1 0
3 4 e d 3 0
2 13 14 4 5 0
4 14 19 e 7 0
13 15 16 14 5 0
15 17 18 16 6 0
14 16 1a 19 7 0
16 18 1b 1a 8 0
d e 10 f 3 0
f 10 12 11 4 0
e 19 1a 10 7 0
10 1a 1b 12 8 0
9 b c a 2 0
b 11 12 c 4 0
a c 18 17 6 0
c 12 1b 18 8 0
)
)
(0 "Zone Sections")
(39 (6 fluid FLUID)())
(39 (7 interior int_FLUID)())
(39 (1 pressure-far-field FAR)()) ----- %自定义编号1

```

3 Mesh with Hanging Nodes(搭接网格)

这里直接给出 Fluent 用户手册中的例子。

Figure 3: Quadrilateral Mesh with Hanging Nodes

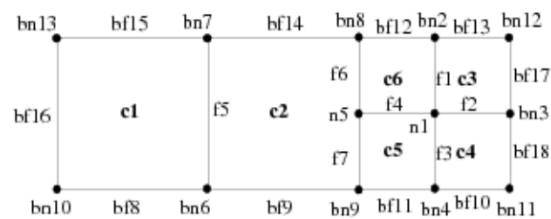


图 3: 网格示例

```

(0 "Grid:")
(0 "Dimensions:")
(2 2)
(12 (0 1 7 0))
(13 (0 1 16 0))
(10 (0 1 d 0 2))
(12 (7 1 6 1 3))
(12 (1 7 7 20 3))
(58 (7 7 1 7)(
4 6 5 4 3))
(13 (2 1 7 2 2)(
1 2 6 3
1 3 3 4
1 4 4 5
1 5 5 6
6 7 1 2
5 8 2 6
9 5 2 5))
(13 (3 8 b 3 2)(
a 6 1 0
6 9 2 0
4 b 4 0
9 4 5 0))
(13 (4 c f 3 2)(
2 8 6 0
c 2 3 0
8 7 2 0
7 d 1 0))
(13 (5 10 10 a 2)(
d a 1 0))
(13 (6 11 12 24 2)(
3 c 3 0
b 3 4 0))
(13 (b 13 13 1f 2)(
c 8 7 0))
(13 (a 14 14 1f 2)(
b c 7 0))
(13 (9 15 15 1f 2)(
9 b 7 0))
(13 (8 16 16 1f 2)(
9 8 2 7))
(59 (13 13 b 4)(
2 d c))
(59 (14 14 a 6)(
2 12 11))
(59 (15 15 9 3)(

```

```

2 b a))
(59 (16 16 8 2) (
2 7 6))
(10 (1 1 d 1 2)
(
2.50000000e+00 5.00000000e-01
2.50000000e+00 1.00000000e+00
3.00000000e+00 5.00000000e-01
2.50000000e+00 0.00000000e+00
2.00000000e+00 5.00000000e-01
1.00000000e+00 0.00000000e+00
1.00000000e+00 1.00000000e+00
2.00000000e+00 1.00000000e+00
2.00000000e+00 0.00000000e+00
0.00000000e+00 0.00000000e+00
3.00000000e+00 0.00000000e+00
3.00000000e+00 1.00000000e+00
0.00000000e+00 1.00000000e+00))

```

需要注意的事项:

1. hanging node 存在时要注意相应 cell 和 face 头文字段的内容。举例来说,在上述示例中可以认为在细网格区外存在一个大 cell,包裹 4 个小 cells;
2. 通过 Star CCM+ 的切割体网格生成器 (Trimmed Mesher) 生成的网格,转换为 Fluent msh 后, face-type(面类型) 被识别为 polygonal(多边形), element-type(单元类型) 被识别为 polyhedral(多面体)。

4 附录

4.1 Index 检索

检索列表列出.msh 的所有可用的指令标号,需要用到的有索引指示。

- 1). 0: Comment^{1.2}, -optional;
- 2). 1: Header, -optional;
- 3). 2: Dimensions^{1.3}, -optional;
- 4). 10: Nodes^{1.4}, -required;
- 5). 11: Edges, -optional;
- 6). 12: Cells^{1.5}, -required;
- 7). 13: Faces^{1.6}, -required;
- 8). 18: Periodic Shadow Faces, -required with periodic boundaries;
- 9). 39 or 45: Zone^{1.9}, -required;(当有边界条件时必须用 39)
- 10). 58: Cell Tree^{1.8}, only for grids with hanging-node adaption;
- 11). 59: Face Tree^{1.7}, only for grids with hanging-node adaption;
- 12). 61: Interface Face Parents, only for grids with non-conformal Interfaces.

4.2 X-type 设置检索

1. node-type^{1.4.2};
2. element-type^{1.5.2};
3. bc-type^{1.6.2};
4. face-type^{1.6.3};
5. zone-type^{1.9.1}.