

FEM之前处理器开发(2)---荷载/边界

原创 www.cae-sim.com [多物理场仿真技术](#)

收录于合集 #仿真研发工具 25个



本文主要讨论下前处理器中 荷载和边界，重点关于软件的实现原理以及方法。

1. 稳态边界/荷载与几何的关系
2. 稳态边界荷载与网格的关系
3. 边界/荷载生成自动化
4. 边界/荷载数据结构定义

通常谈到CAE软件时，大部分人有个误区，把CAE与力学等同起来，这主要是因为力学CAE发展的比较早也比较完善，目前国内大部分有限元教程都以[弹性力学](#)为载体，客观上也造成了这个误区的形成。[CAE \(Computer Aided Engineering 电脑辅助工程\)](#) 范围比较广泛，静力，动力，流体，电磁，声，温度，任何利用[有限元](#)，[有限差分](#)，[有限体积](#)，[矩量法](#)等[数值手段](#)解决问题的方法和学科都可以归纳到CAE的范畴。

边界荷载介绍

求解定解的PDE（偏微分方程）需要知道边界条件，对应于CAE软件中就是[边界条件](#)和[荷载条件](#)，简称[边界荷载](#)

1. 稳态边界/荷载与几何的关系

稳态通常是指PDE中不存在与时间有关的项。

一个好的前处理器能 让用户方便的将边界荷载加载到任意的几何上（用户能激活不同的选择模式，比如Edge Level激活，用户的选择操作只能选中边，然后将边界荷载与选中的几何关联起来）。一

一个定义良好的几何通常包含几何信息与拓扑信息，几何信息用来构建几何，拓扑信息用来构建几何信息之间的关系，参见（图1）。一般化，几何信息包含点，线，面，体，加载到这些几何上的边界荷载最终会以属性形式加载到网格单元的 顶点(Vertex)和面片（triangle/quadrangle）上。

以ACIS为例，介绍边界荷载如何加载到几何上，其它几何内核与之类似。

ACIS有一套严格的自顶向下的几何/拓扑层次结构。给定一个对象（Entity），可以容易获得与其相连接的对象，不管是向上还是向下。所以加载到几何上的边界荷载也可以很容易得到相连接几何上的边界荷载信息。

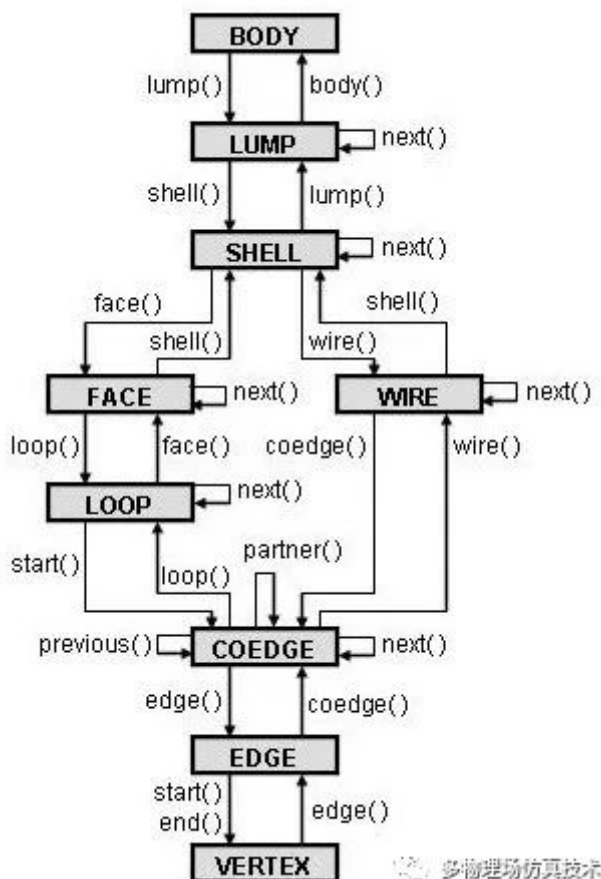


图1

以下是一段将荷载加载到ACIS面上的代码：

```

void Attach_Geo_Loads()
{
    BODY* ReulstBody;//给定实体
    ENTITY_LIST AllFaces; //存储所有的面
    api_get_faces(ReulstBody , AllFaces);//得到所有的面

```

FACE* curFace = (FACE*)AllFaces[0];//选中第一个面，该操作可以通过GUI生成，在知道几何准确信息的情况下，可以代码直接生成（自动化）

```
    tag_id_type tagID;  
  
    api_get_entity_id((ENTITY*)curFace, tagID);//得到面唯一的ID  
  
    FasLoads loadIns//荷载数据  
  
    std::map map_Geo2Loads;  
  
    map_Geo2Loads[tagID] = loadIns;//将面的ID和荷载关联起来  
}
```

代码1

其他边界荷载，加载到体，边，点上 的操作类似。

在几何上加边界荷载的实质就是：将边界荷载信息和指定的几何进行关联，建立映射关系。

2. 稳态边界荷载与网格的关系

边界荷载加载到几何上后，进行剖分网格。加载在几何上的 边界荷载信息会附属到对应的网格单元上。例如对上例中的实体进行六面体网格划分，其中第一个面上的边界荷载信息会随之附属到该面上的四边形，即每个四边形都有该荷载的信息。根据不同的计算方法，边界荷载信息即可以放到每个四边形上，也可以放到四边形的点上，还可以放到四边形的中点上。

一个好的前处理器能支持对 网格上的边界荷载信息的编辑。例如用户想改变某些网格上的荷载，要支持对网格单元的选择，赋值，删除等操作。

3. 边界/荷载生成自动化

边界荷载生成自动化的意义在于 对大模型可以快速建立有限元模型。试想一个大模型，验算之后发现几何或者网格不合格，修改模型和网格过程中，边界荷载信息丢失，不得不对边界荷载信息也进行修改，大部分工作是重复性的手工劳动。

参考代码1 不难发现，荷载是与几何的ID建立了映射关系，并不是与几何实体。当几何实体发生改变时，仍然可以用该几何的ID来标示。也就是说Tag与几何始终保持着关联关系。也就达到了一次建立多个有限元模型的目的。前提是几何只能调整参数，而不能改变拓扑结构。

4. 边界/荷载数据结构定义

边界荷载种类繁多，在软件实现中，如何正确的定义与组织数据结构很关键。这里的边界荷载仍然是一个广义的概念，不仅仅是力学中的边界荷载。

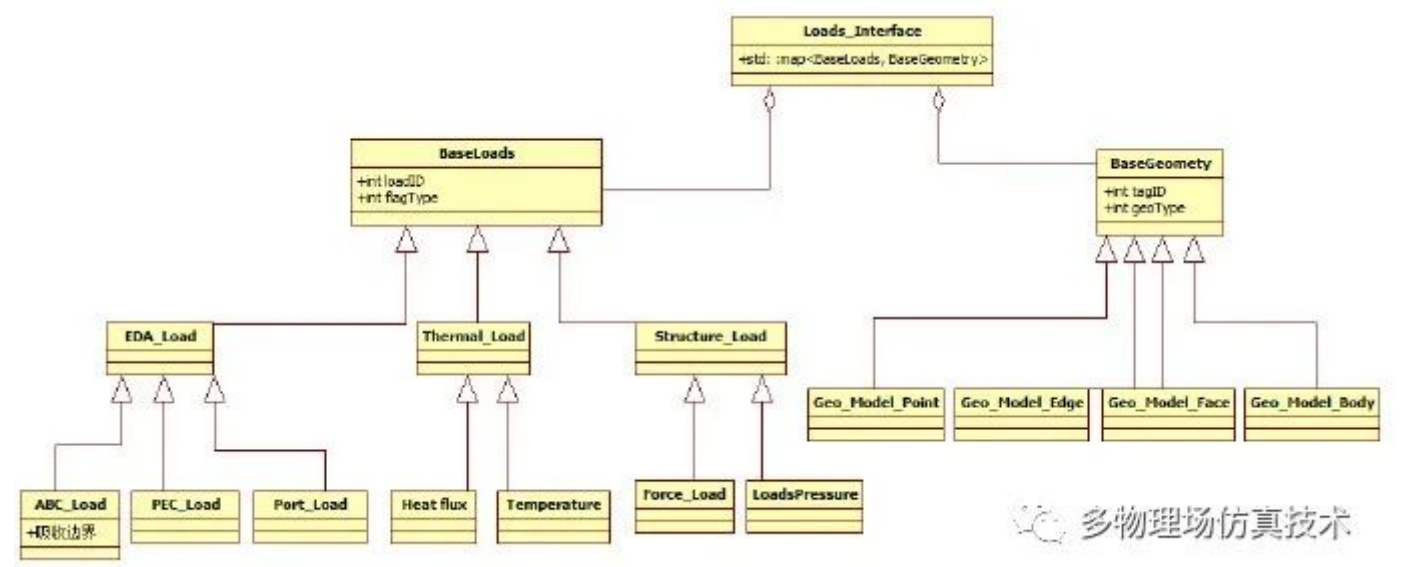


图2。

图2展现了荷载边界与几何建立映射的类图。因为篇幅原因只画出了部分边界荷载类型。

其中EDA主要针对电磁计算。边界荷载通常包括 ABC（Absorb boundary condition）PEC（Perfect electric conductor），Port（激励）等

Thermal 包括 temperature， convection， flux， heat transfer 等

structure包括 force， pressure等。

图2的定义满足了绝大部分荷载数据，以及对几何模型的映射，也能满足对有限元模型的映射。

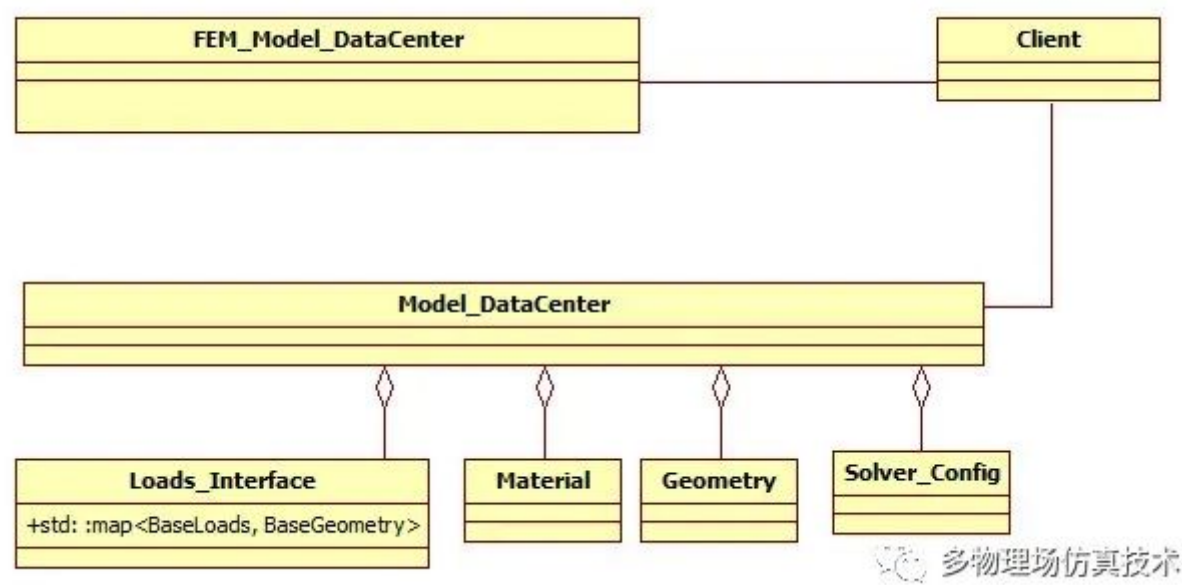


图3。

图3列出了边界荷载数据结构在模型数据结构中的位置。

其中 FEM_Model_DataCenter 和 Model_DataCenter 是 将几何数据和有限元模型数据通过 Facade模式用warpper进行包装，供外部客户端调用数据，例如图形调用数据用来显示，求解器可以获取有限元模型数据生成特定格式的求解器输入文件等。

阅读： null

在看： null