

# FEM之在求解器中使用设计模式(3)---Composite模式

原创 [www.cae-sim.com](http://www.cae-sim.com) [多物理场仿真技术](#)  
收录于合集  
#设计模式 8  
#求解器开发 17



在求解有限元模型中会碰到这种情况：

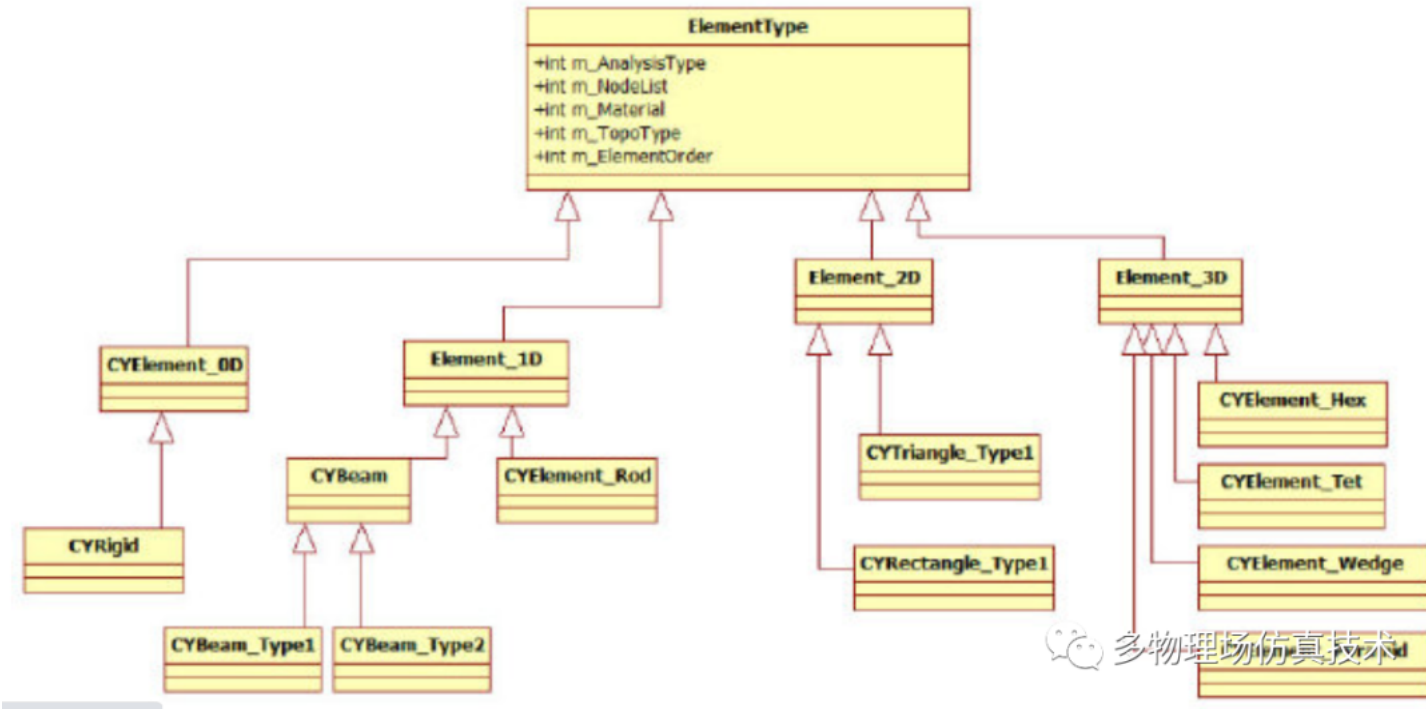
- 1. 一个模型有多种单元类型（比如同时存在2维单元和3维单元，2维单元又同时存在三角单元和四边形，3维单元同时存在四面体和六面体）
- 2. 仿真流程有多种工况，每种工况又有多个步骤，每个步骤对应的有限元模型不同
- 3. 一个模型有多个相同或者类似的子结构，而且子结构存在嵌套情况。

对于第一种情况，一般的做法就是将所有单元循环，判断单元类型，根据单元类型做相应处理。如果单元类型少该方法有可行性，但是当单元类型不确定，而且数量过多，使用该方法代码不仅结构累赘，难以扩展而且层次不清，封装性差。

利用Composite模式可以很好解决这个问题：

将对象组合成树形结构以表示“部分-整体”的层次结构。Composite使得用户对单个对象和组合对象的使用具有一致性。（Composite使得用户对单个单元和组合单元的使用具有一致性）。

单元结构图：



假设FE模型中同时存在4种单元：梁，杆，四面体Shell，MPC单元

创建过程如下：

按照如上建立结构后，代码实现了如下的树形结构：

## 所有单元

- 1D单元
  - 梁单元
    - 梁单元1
    - 梁单元2
    - ...
    - 梁单元N
  - 杆单元
    - 杆单元1--M
- 2D单元
  - 四边形Shell
    - Shell单元1--K
- 连接单元
  - MPC连接单元
    - MPC1 ---L

多物理场仿真技术

使用Composite模式后，对于调用者来说可以很清楚的看到单元类型的层次结构，由于所有单元类型接口相同，建立好此结构后，调用者可以很方便的添加，删除，查询，组合，管理任意多种类型的单元（比如添加新的类型单元，调用者只需准确定义好单元类型，实现新单元类型的接口，而不用理会有限元模型object的操作）

针对第三个问题，以集束炸弹FE模型建模为例：



假设一个集束炸弹有三个炸弹，每个炸弹有若干子炸弹，每个子炸弹又有多个子炸弹

对于使用者来说，即可以把三个炸弹看做一个炸弹，也可以把任意一个炸弹的子多个子炸弹看做一个炸弹组合。利用Composite在建模的时候解决了子炸弹之间的递归组合问题。

### (1) Composite（组合）模式的目的

组合模式的目的是：让客户端不再区分操作的是组合对象还是叶子对象，而是以一个统一的方式来操作。

实现这个目标的关键之处，是设计一个抽象的组件类，让它可以代表组合对象和叶子对象。这样一来，客户端就不用区分到底是组合对象还是叶子对象了，只需要全部当成组件对象进行统一的操作就可以了。

### (2) 对象树

通常，组合模式会组合出树形结构来，组成这个树形结构所使用的多个组件对象，就自然的形成了对象树。

这也意味着凡是可以使用对象树来描述或操作的功能，都可以考虑使用组合模式，比如读取XML文件，或是对语句进行语法解析等。