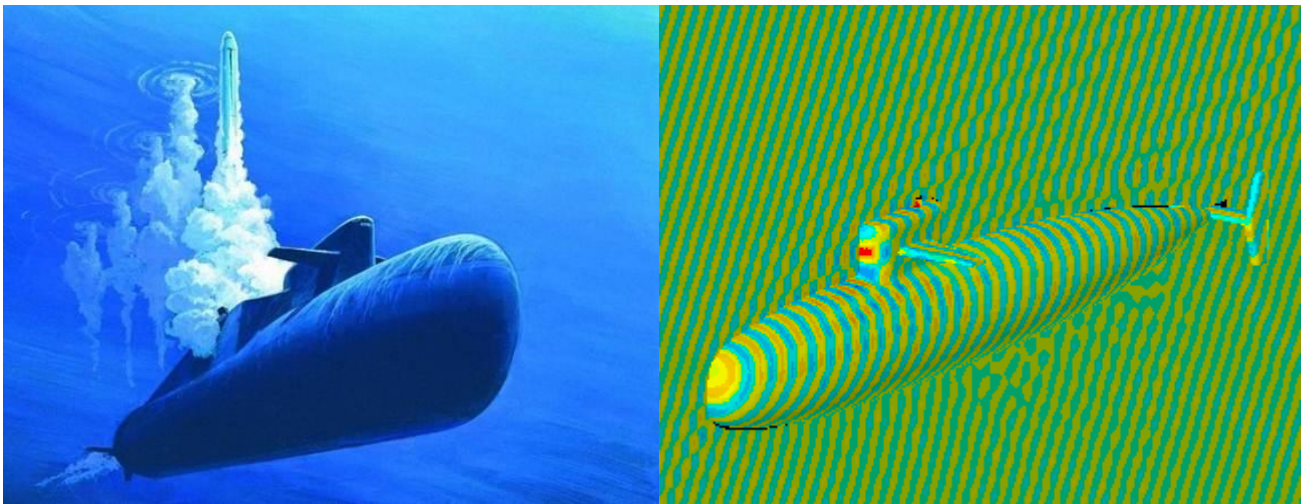


# OOFELIE::Multiphysics

## 振动声学仿真解决方案

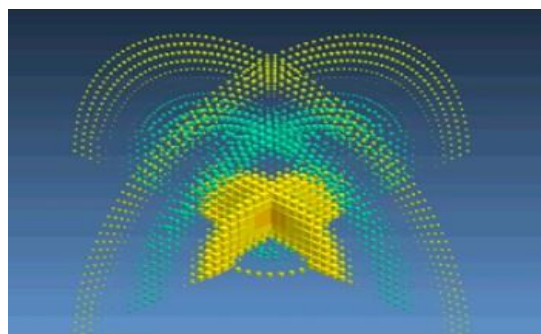
中仿 OOFELIE::Multiphysics 振动声学模块是一个世界级的专业声学仿真解决方案，如果您从事的工作中与声波产生、声波测量或者声波应用的设备或者器件设计有关，中仿 OOFELIE::Multiphysics 振动声学模块将是您最好的选择。



潜艇声学仿真

很多振动声学问题都或多或少的显示出耦合行为，产生了对结构场和声场共同的影响。这种耦合对系统响应影响很大，例如本征态形状和频率。为了得到对响应的准确预测，耦合的处理方法是必须的。OOFELIE::Multiphysics 振动声学仿真致力于分析和设计声学及振动系统，提供了仿真预测内部域、外部域、内外混合域的声学 and 振动声学行为的方法。

中仿 OOFELIE::Multiphysics 振动声学仿真创新性的包含有限元法、边界元法和快速多极子算法，有限元法用于结构模型上，包括动力以及应力分析，此外还可用于结构分析及内部声学计算。边界元法应用于外界声辐射，两种算法同时使用，使得在一个模型的不同求解域选择最优的计算方法，提高求解精度和运算速度。快速多极子算法为求解大型复杂模型提供了高效的解决方法。



压电换能器仿真-有限元与边界元联合仿真

中仿 OOFELIE::Multiphysics 振动声学模块为声压力波在空气、水或者其他流体中的传播提供了非常友好、方便使用的用户界面，专门设计的热声模拟工具可以精确的模拟便携设备中的小型扬声器和麦克风器件。用户也可以模拟固体结构压电材料、多孔弹性材料中弹性波的传播。软件还内建了声固耦合分析、声壳耦合分析、压电声学耦合分析这些多物理工具，方便专业用户的使用。

#### OOFELIE::Multiphysics 振动声学模块主要特征:

##### 单元类型

壳单元 (DKT、DKQ)

弹性单元 (六面体、四面体、五面体、一次和二次)

声学单元 (六面体、四面体、五面体、一次和二次)

##### 边界条件

声域: 吸收板, 规定法向位移、速度、加速度, 自由面, 外加压强

结构域: 固定约束、移动约束、旋转约束, 施加位移和旋转

##### 载荷加载

声域: 规定法向位移、速度、加速度, 声源

结构域: 点力, 力的线、面、体密度, 压力

##### 边界元法 (BEM) 用于外部声扩散

变分法 (直接)

三角形&四边形线性单元

对称与反对称平面

点和平面声波

##### 模态分析

用于耦合模态提取的高效率 Lanczos 非对称块算法

用于非耦合模态提取的 Lanczos 对称块算法

##### 谐波分析

直接求解

耦合模态及非耦合模态基础上的映射法, 分别对于强耦合与弱耦合分析

##### 其它功能

声波文件的产生

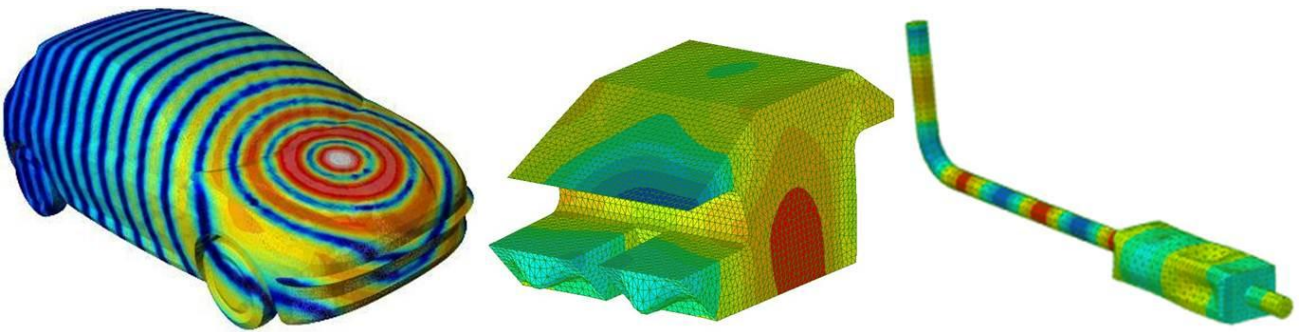
振动声学指标评估: 声辐射功率、声压二次平均、声速二次平均

声学与压电分析耦合计算

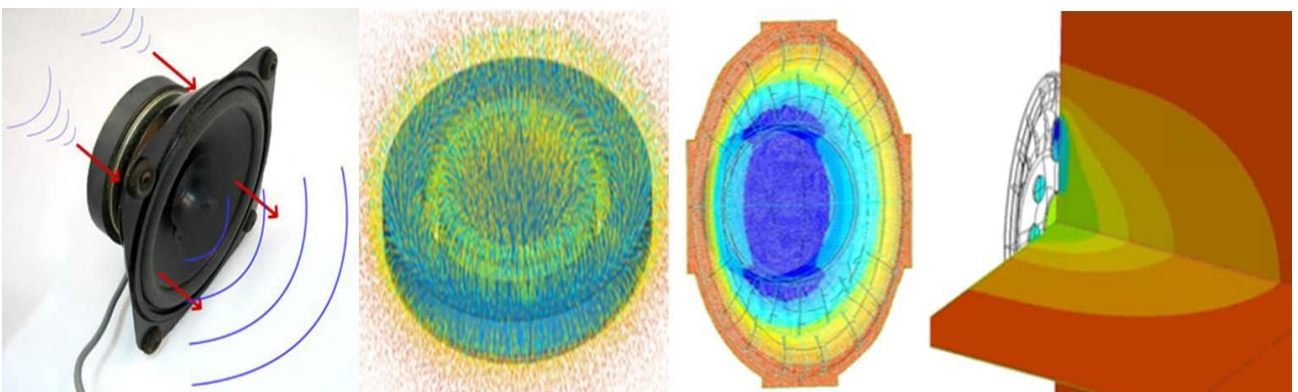
快速多极子算法 (FMM) 求解声辐射问题

**OOFELIE::Multiphysics 振动声学模块应用领域:**

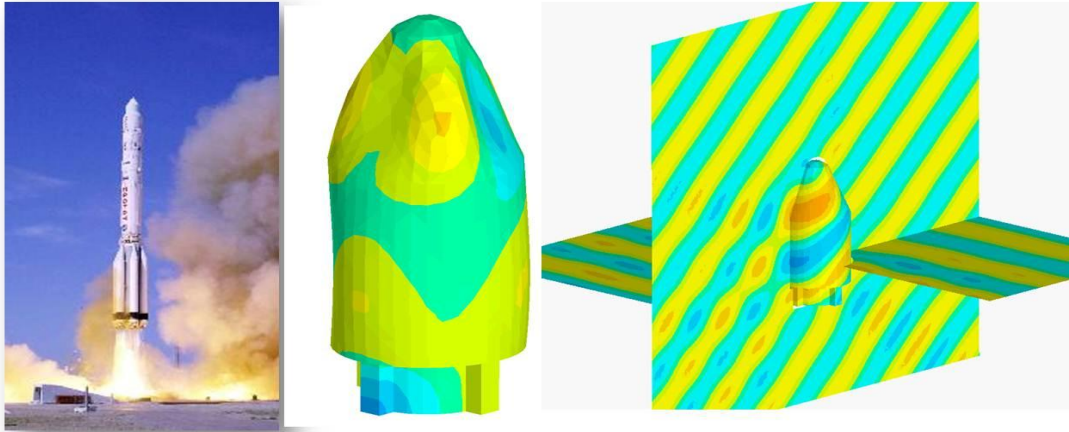
- 噪声预测及控制：汽车、直升机、发动机、变速箱
- 高保真装置的设计：扩音器、麦克风、助听器的电磁、结构、声学、传热耦合仿真分析
- 军工产品的开发：坦克、潜艇、航天器的声振耦合响应
- 声信号检测装置设计：水听器、声纳设备、换能器
- 工业建筑领域降噪：公路或工厂声屏障、建筑隔音墙



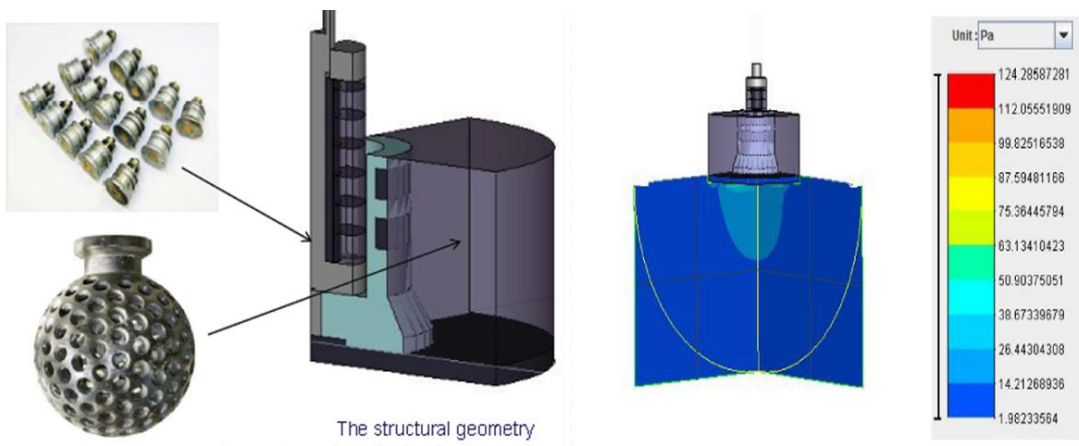
汽车发声学仿真分析：发动机噪声分析、车内声学舒适度分析、消音器声压分析



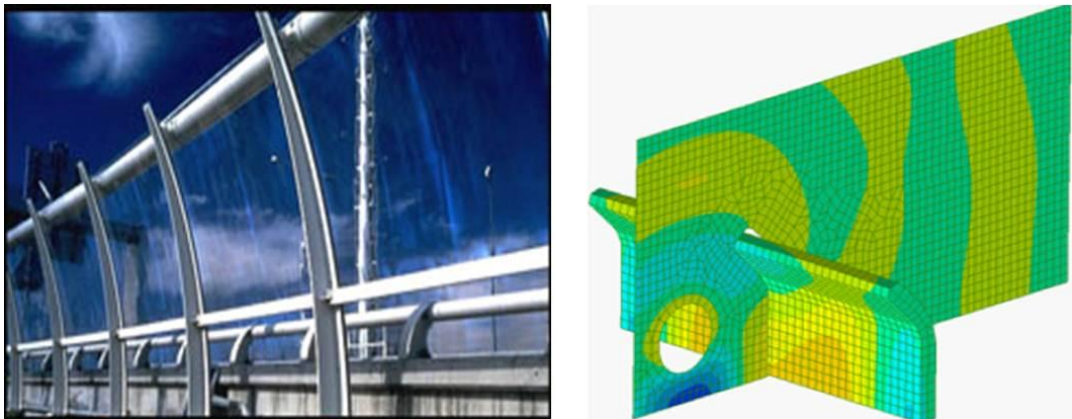
扬声器仿真设计：结构、电磁、声学耦合仿真分析



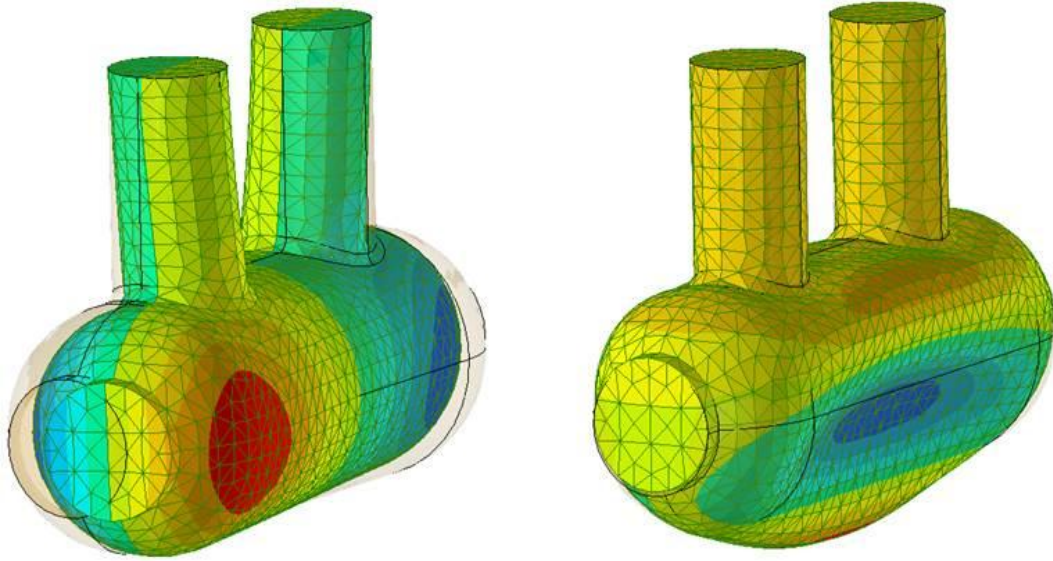
火箭发射振动声学分析：包括火箭体的振动分析和空间声压分布



声呐设备仿真分析：探测鱼类的密度



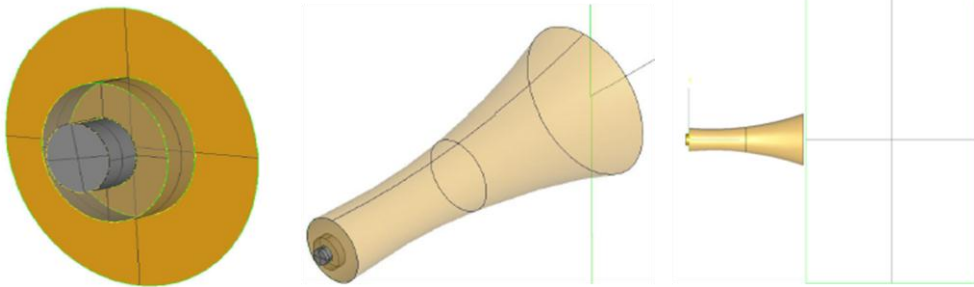
柔性墙壁的声源衍射仿真分析



水槽的振动声学仿真分析

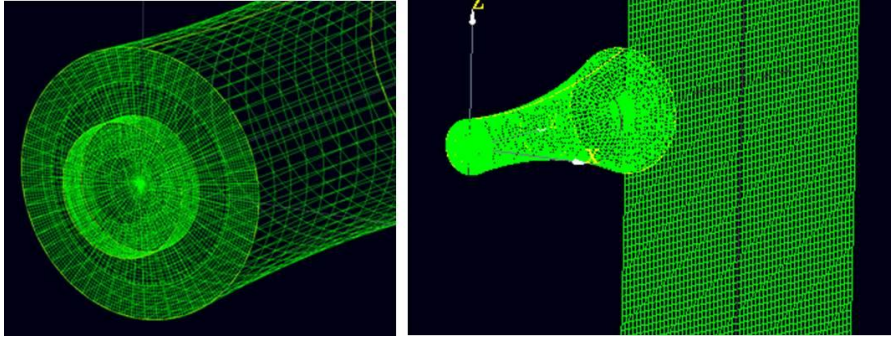
### 扬声器的多物理场耦合仿真优化设计

随着电子产品的不断发展，人们对电子产品的提出了更高的要求。扬声器作为电子产品中常用的设备，在确保音质的前提下设计的体积越来越小，考虑的参数更是多方面的，这样的情况下模拟仿真是一种很高效的设计方案。扬声器的多物理场耦合仿真分析包含了结构、电磁、声学 and 传热等物理场，而且需要考虑两个物理场的强耦合，是一个复杂的模拟仿真问题。

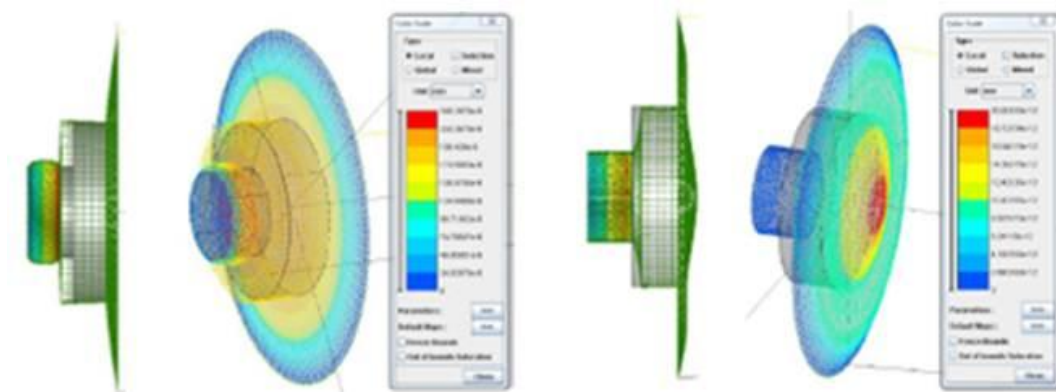


几何模型

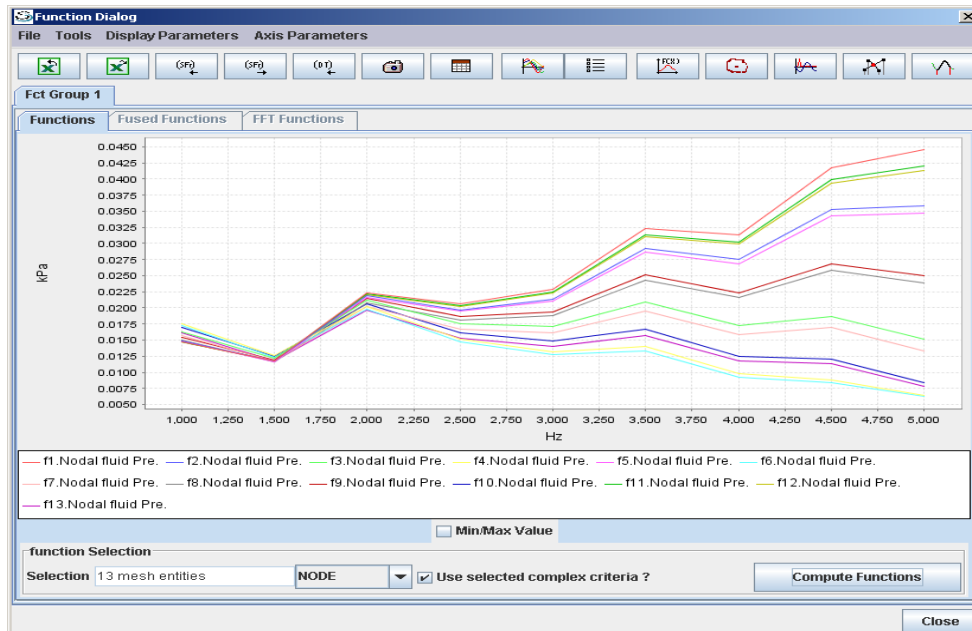
中仿 OOFELIE::Multiphysics 软件提供了扬声器完整的解决方案，可以完成电磁、结构、声学 and 传热多物理场强耦合分析，各个物理场的本构方程在单元上相互交叉耦合，同时耦合同时求解；提供有限元、边界元两种数值计算方法，有限元方法用来计算扬声器部分的电磁场、结构、声学 and 传热，边界元可以很好的完成空间内声压的传播计算，使各部分求解域的设置更加合理和高效；强大的求解器可以计算大型复杂的工程问题，可以考虑的条件更多，仿真结果更加有指导意义。



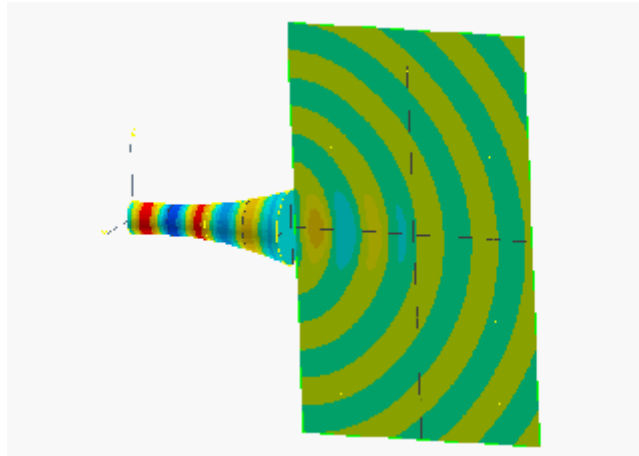
划分网格



电磁场仿真分析



仿真得到的声压随频率的变化图：从图中我们可以看到，在低频段各部分的声压基本保持一致，而高频段的声是不同的。从理论上讲，指向性取决于频率，在低频声辐射均匀，而它在高频率显示了强烈的方向性，方向性意味着声音是有效地发送一个特定方向(轴的方向)。



空间声压分布仿真结果

#### 关于中仿科技

中仿科技(CnTech)成立于 2003 年,是中国领先的仿真分析软件和系统解决方案的提供者。中仿科技依靠自主创新研发拥有自主知识产权的中仿 CAE 系列产品,同时与国际上领先的数值仿真技术公司拥有长期而紧密的合作关系,具备较强的自主研发能力和创新能力,能够为中国企业和科研机构提供世界一流的仿真技术解决方案。公司总部设在上海,目前在北京、武汉设有分公司。更详细的信息请参考: [www.CnTech.com.cn](http://www.CnTech.com.cn)