

利用COMSOL建立气动噪声研究模型

——卢笛

COMSOL
CONFERENCE
2016 SHANGHAI



Excerpt from the Proceedings of the 2016 COMSOL Conference in Shanghai

气动噪声仿真现状

流场瞬态计算

- FW-H方程

流场稳态计算

- SNGR

气动噪声分析过程

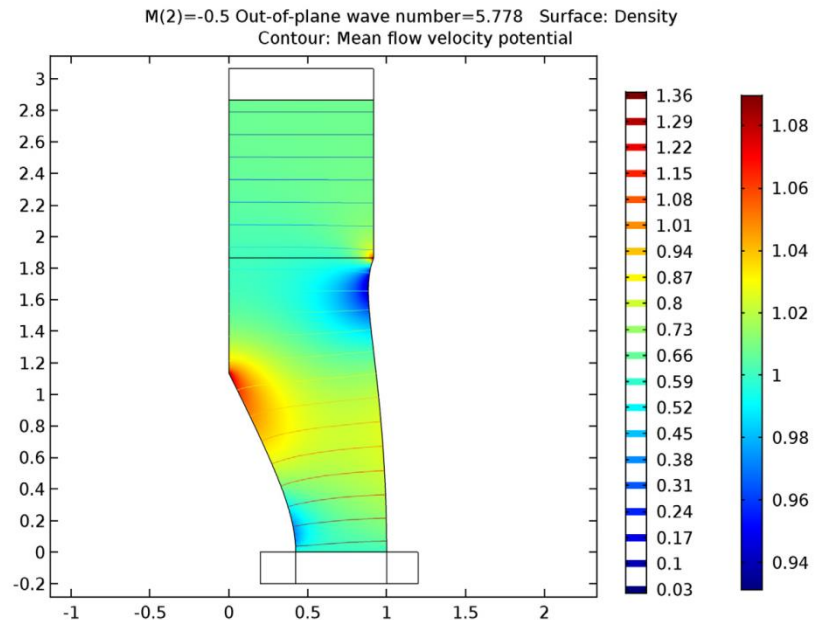


COMSOL软件的优势

- 软件集成流场、结构和声场三个物理场，在一套软件中可实现计算模型的建立；
- 气动噪声接口拥有线性欧拉方程、线性N-S方程等高级控制方程；
- 声场拥有PML层以及方便调用的自定义接口；
- 求解器调用、添加方便，可以简便地完成时频转换等计算；

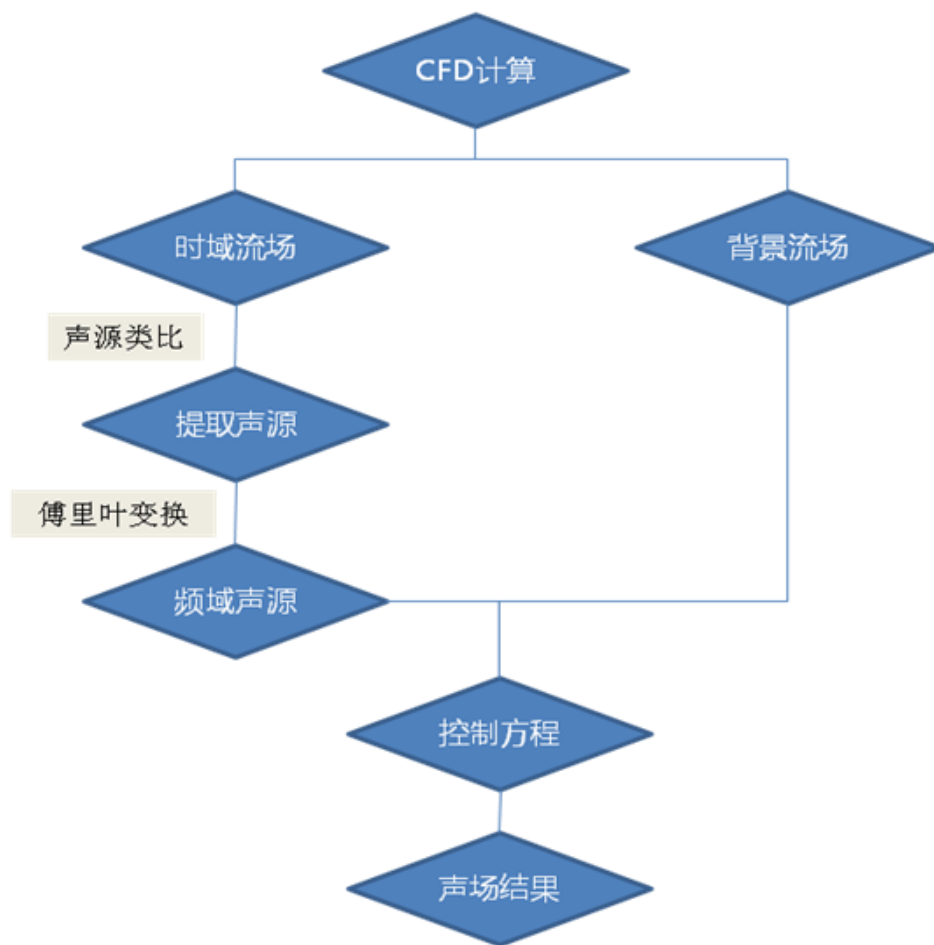
COMSOL在此类问题的不足

- 流场计算结果无法提取流动声源；
- 案例库中航空发动机的两案例声源均某阶波导为声源；

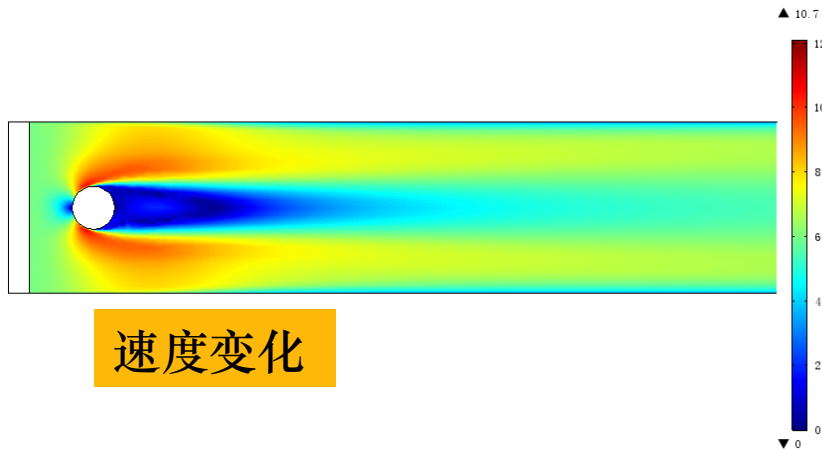


COMSOL建模过程

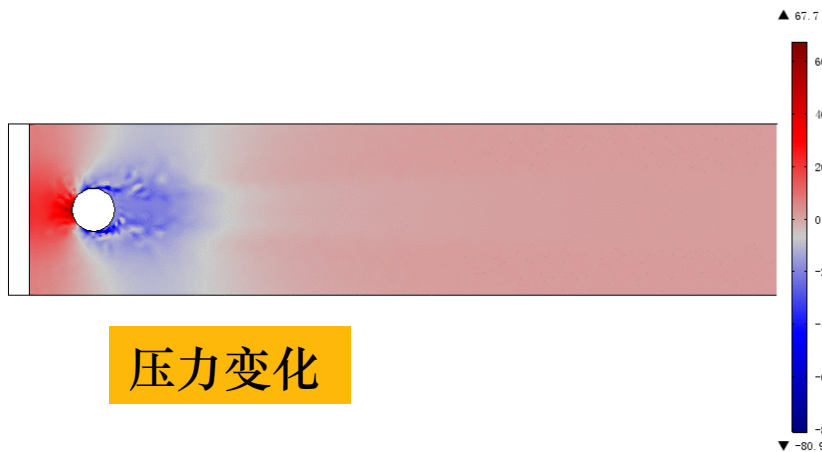
以流场计算结果提取气动声源，同时计算背景流动的情况，将时域的声源进行转化，作为声场频域计算的声源。



以卡门涡街效果为例



速度变化



























压力变化

卡门涡街是一个非常典型的流动问题，以此为基础进行研究。

COMSOL 建模过程

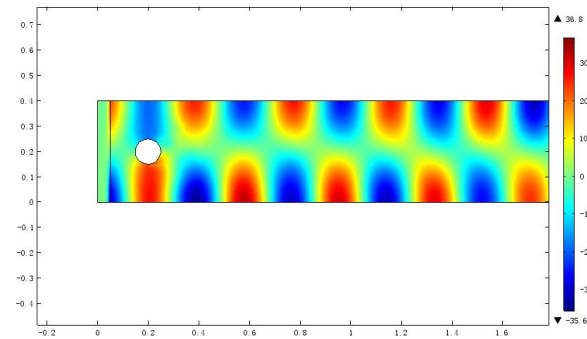
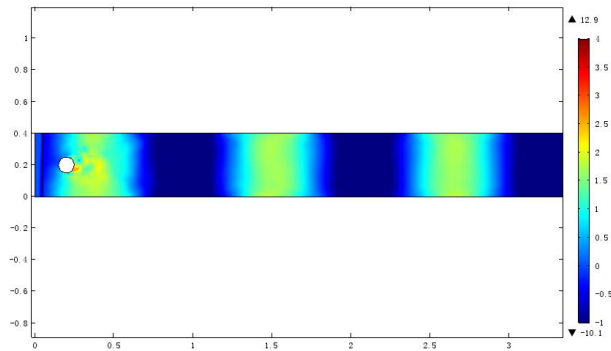
根据以上过程利用 COMSOL Multiphysics® 进行建模，由于气动噪声源所需要的流体计算精度较高，因此选择流体 SST 模型进行计算。

- ▲  湍流, SST (*spt*)
 - ▶  流体属性 1
 - ▶  壁 1
 - ▶  初始值 1
 - ▶  入口 1
 - ▶  出口 1
 - ▶  方程视图
- ▲  压力声学, 频域 (*acpr*)
 - ▶  压力声学 1
 - ▶  硬声场边界 (墙) 1
 - ▶  初始值 1
 - ▶  偶极源 1
 - ▶  方程视图

- ▲  研究 1
 - ▶  步骤 1: 壁距离初始化
 - ▶  步骤 2: 稳态
 - ▶  求解器配置
- ▲  研究 2
 - ▶  步骤 1: 瞬态
 - ▶  求解器配置
- ▲  研究 3
 - ▶  步骤 1: 时域到频域 FFT
 - ▶  求解器配置
- ▲  研究 4
 - ▶  步骤 1: 频域
 - ▶  求解器配置

计算结果

分别取低于管截止频率的计算结果与高于截止频率的计算结果，可以看到，管道中的声传播仍然服从声波导传播的规律，低于截止频率时仍主要是平面波为主传播，而进入高频后，管中主要以高阶模态为主。



目前存在的不足

建模及分析流程基本可以确定，但有较多需要完善的细节。

- 目前的声源提取只提取了偶极子源，应该将单极子、四极子源都提取出来；
- 目前选用了常规的声场接口，仅仅适合低流速下的分析。需要将压力声学接口换为线性欧拉方程或线性 N-S 方程；
- 利用 COMSOL 强大的多物理场接口，应该将结构振动效果也考虑进来。



谢 谢！！