

# 一款经典开口式音箱的仿真分析

陆晓<sup>1</sup>, 岳磊<sup>1</sup>, 温周斌<sup>1, 2</sup>, 徐楚林<sup>1, 2</sup>, 李陆化<sup>1</sup>

1. 浙江中科电声研发中心, 浙江省, 嘉兴市  
2. 中国科学院声学研究所东海研究站, 上海市

## 简介

以 HOBBY HiFi 音响杂志上刊登的一款经典开口式音箱为研究对象, 基于 COMSOL Multiphysics 软件仿真其低频声场特性。

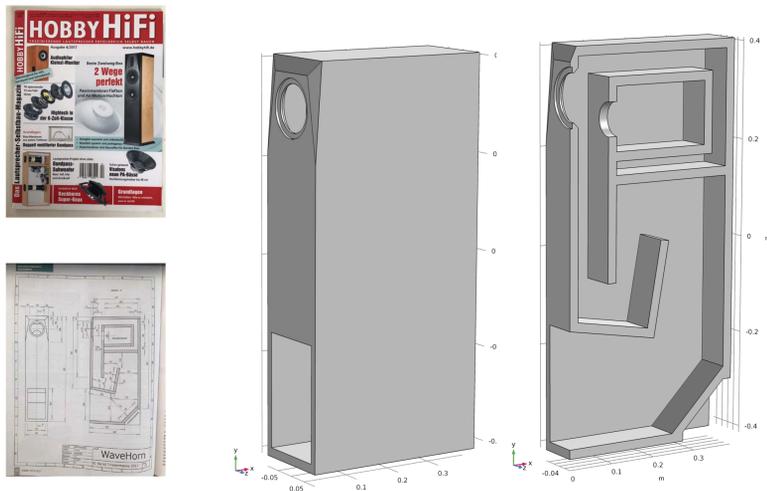


图 1. 一款经典开口式音箱

## 计算方法

- 在“电路”接口中建立扬声器磁路和振动系统的等效电路模型, 可计算出活塞辐射面上的加速度;
- 使用“压力声学, 频域”和“压力声学, 边界元”接口, 可分析得到音箱内部和外部的声场分布;
- 使用“固体力学”接口, 同时考虑箱体的结构振动和声场的耦合作用。

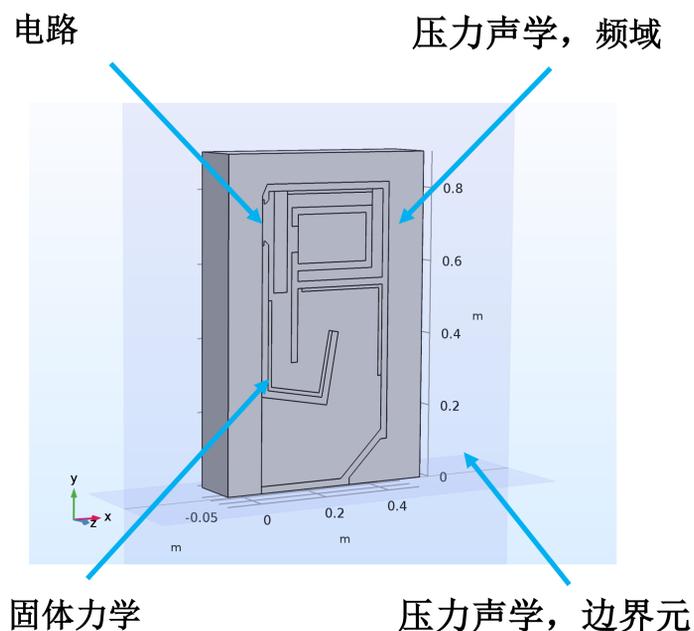


图 2. 仿真所涉及的物理场

## 仿真结果

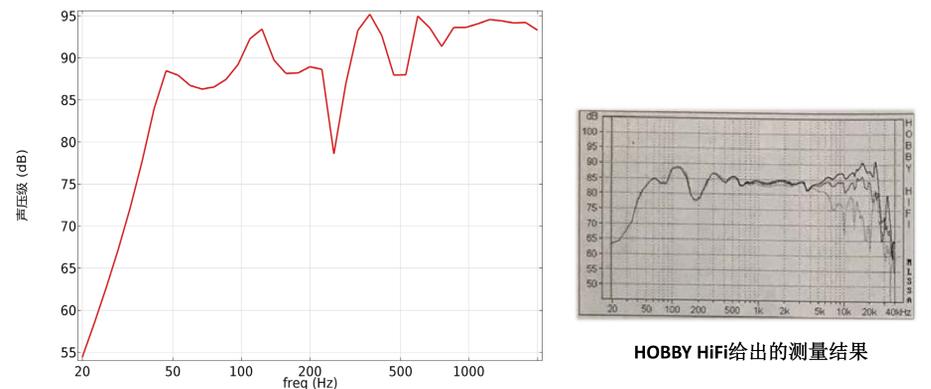


图 3. 声压级仿真结果和测量结果

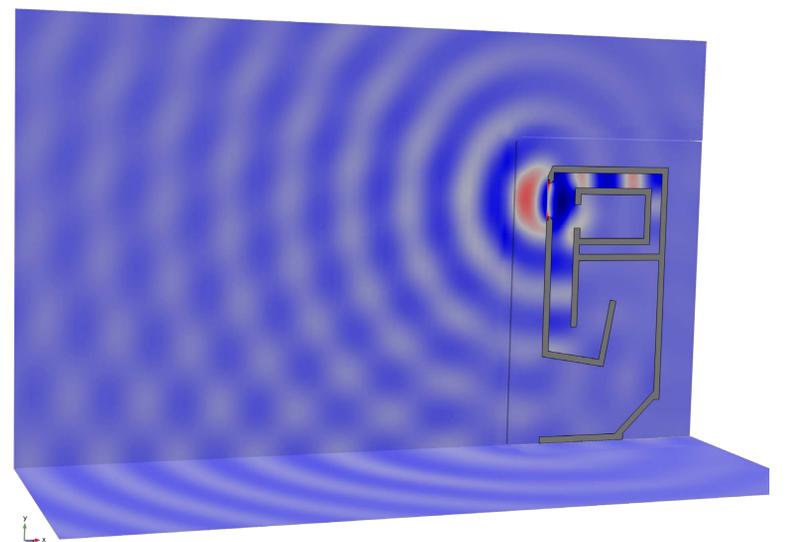


图 4. 声场分布图

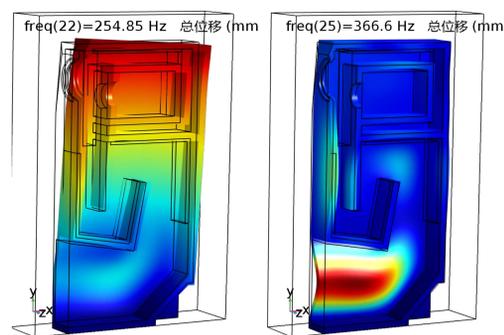


图 5. 箱体振动位移

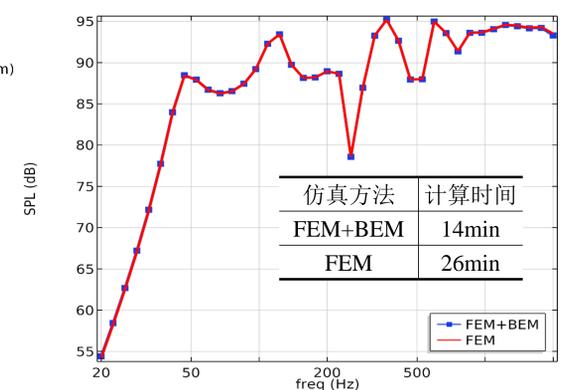


图 6. FEM+BEM vs FEM

## 结论

- 建立了一套完整且高效的音箱低频声场特性的仿真分析方法;
- 使用有限元+边界元混合仿真分析方法以提升计算效率, 可减少约一半计算时间;
- 声压级的仿真结果与测量结果不仅趋势非常吻合, 并且几个主要峰谷频率点也非常一致。