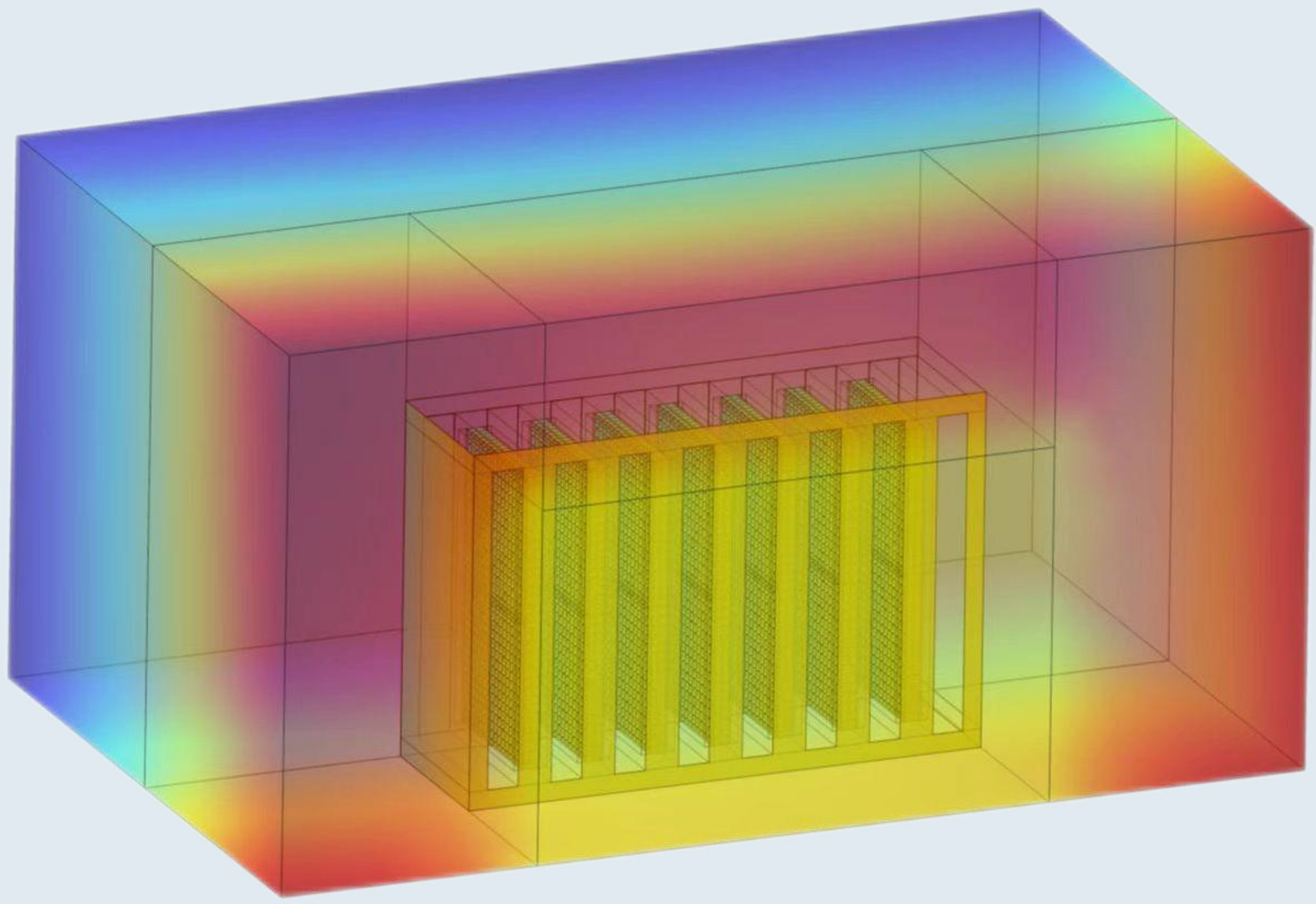


(超构)消声器设计理论与优化方法研究



- 新型超构材料在消声工程方面的应用
- 超构消声器联合仿真、优化的实现

解龙翔¹, 王瑾²

1 常熟理工学院, 2 苏州声学产业技术研究院有限公司

简介

随着经济发展, 噪声污染已成为当今世界的第四大污染源。目前, 消声器结构简单、维护成本低, 已成为工业噪声治理的主要手段之一。由于工业噪声低频、高噪声与复杂等特性, 同时受到材料吸声与消声机理限制, 传统消声器及其设计方法已无法满足工业降噪高效消声与快速响应需求。因此, 开展(超构)消声器设计理论与优化方法研究。根据(声学)超构材料设计理论, 通过提取噪声信号频谱特性, 结合声振材料结构数据库, 运用机器学习算法, 构建(超构)消声器“结构参数-消声特性”的正向预测网络, 并以此为基础, 结合深度学习算法, 开展(超构)消声器设计理论与优化方法研究, 实现(超构)消声器的快速“按需”研发。



图1 超构消声器辅助设计系统软件界面图

研究方法

传统消声器中多孔材料内部粘弹-热属性受流相中空气本征态限制, 无法在有限空间内实现高效低频消声。鉴于此, 开展(超构)消声器设计理论与优化方法研究。首先, 分析测量结果, 提取噪声信号的频谱特性; 其次, 根据噪声频谱, 结合数据库及其挖掘技术, 采用人工智能算法, 设计超构材料并选取多孔材料; 然后, 根据阻抗匹配技术, 迭代材料结构与尺寸参数, 优化其消声特性; 最后, 采用有限元仿真分析方法, 验证(超构)消声器的消声特性。

结果

超构消声器结构采用数据驱动的参数化建模技术, 使用 LiveLink™ for MATLAB® 联合仿真技术得到表1传递损失:

序号	频段	现有技术指标值	标杆技术指标值	消声量	A计权消声量	备注
1	315 - 600Hz 消声量 (dB/m)	≤10	10 - 15	21	17.8	正负偏差2dB
2	600 - 1600Hz 消声量 (dB/m)	≤15	15 - 20	38	36.1	正负偏差2dB
3	1600 - 4000Hz 消声量 (dB/m)	≤20	20 - 25	41	42.1	正负偏差2dB

表1 超构消声器各频段消声量

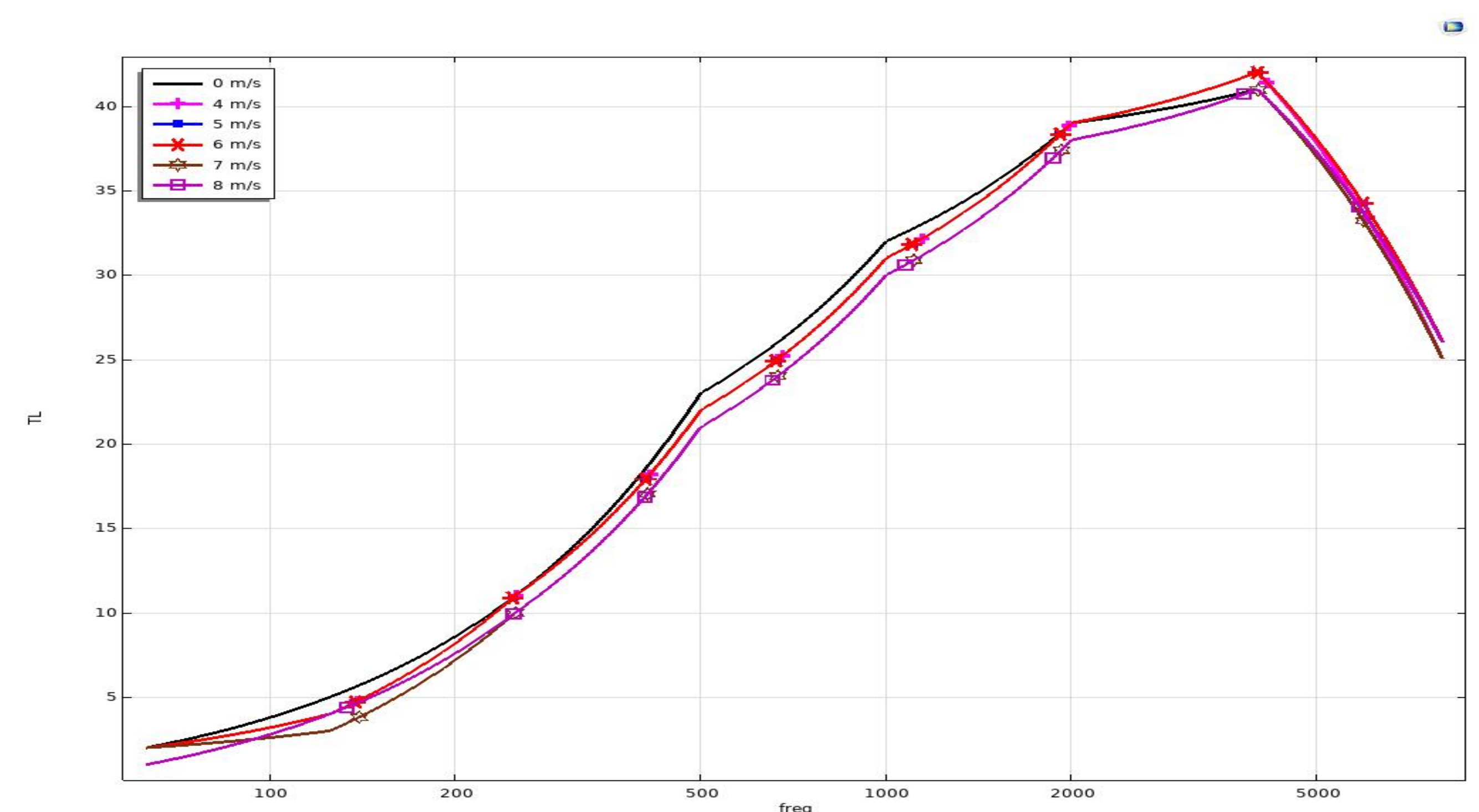


图2 消声器在63Hz-8000Hz范围内倍频带中心频率处传递损失图

参考文献

1. Le Liu, Long-Xiang Xie, Broadband acoustic absorbing metamaterial via deep learning approach, Applied Physics Letters, 2022, <https://doi.org/10.1063/5.0097696>

2. D.A. Bies and C.H. Hansen, "Flow Resistance Information for Acoustical Design," pplAcoust., vol. 13, issue 5, Sept./Oct., pp.357-391, 1980, [https://doi.org/10.1016/0003-682X\(80\)90002-X](https://doi.org/10.1016/0003-682X(80)90002-X)

