

微穿孔板吸声体中的板振动

焦风雷¹, 丁辉², 刘克¹

(1. 中科院声学研究所, 北京 100080; 2. 北京劳动保护科学研究所, 北京 100054)

摘要: 板振动对微穿孔板吸声体的声学特性存在一定的影响。文章对此影响关系从理论方面进行初步分析, 并通过不同材料、不同孔径、不同穿孔率样品在低频、中频驻波管中的大量实验, 分析板振动对微穿孔板吸声体吸声性能影响关系的规律性, 从而得到对微穿孔板的实际应用具有指导性的结论。

关键词: 微穿孔板; 吸声体; 板振动

中图分类号: TB532 文献标识码: A

Panel resonance on absorption characteristics of microperforated panel absorber

JIAO Feng-Lei¹, DING Hui², LIU Ke¹

(1. Institute of Acoustics, The Chinese Academy Science, Beijing 100080, China;

2. Beijing Municipal Institute of Labor Protection, Beijing 100054, China)

Abstract: The panel resonance always affects the absorption characteristics of microperforated panel (MPP) absorber. In this paper, the theoretical analysis of the effort is made. And through lots of experiments of MPP, different materials, different diameter of perforations, different percentage of perforated area, under intermediate frequency and lower frequency standing tubes, the rules of the effort are discussed. So some practical solutions are obtained.

Key words: microperforated panel; absorber; panel resonance

1 引言

微穿孔板吸声体是一种低声质量、高声阻的新型吸声结构^[1]。近来发表的理论和设计^[2], 揭示出单层微穿孔板结构在频带宽度方面的潜力。该理论在一定的范围内有相当高的精确性, 但板振动会对结构的声学特性产生一定程度的影响^[3, 4]。这一影响关系的规律性如何, 是本文探讨的目的。

2 板振动对微穿孔板振动的影响

微穿孔板吸声体理论的重要一点在于, 假设板上各孔的特性互不影响, 并且孔间板对声波的反射可以忽略不计。同时, 由于表面声阻抗的不连续, 会引起特殊的波散射现象。表面声阻抗的不连续性^[5], 都有一种引起过吸收的趋势, 在小孔和板表面之间的相互作用对反射声场具有不可忽视的影响。这种现象的一个例子, 就是所谓的“边界效应”、“面积效应”和“过吸收”。然而在微穿孔板理论中, 板的各孔之间的相互作用都是忽略不计的。

微穿孔板理论中, 常常假设入射的声波几乎不

扰动重的金属板, 仅迫使孔内空气来回振动。实际上, 即使假设各孔特性互不影响, 但对于未穿孔的板也存在两部分的声阻抗, 一为板自身的, 一为板振动引起的。前者一般可认为是声学刚性的, 后者则由于板两侧表面的压差引起的, 只是在穿孔的情形下, 随着穿孔率的变化, 板振动对表面的阻抗影响而产生变化。

在假设各孔特性互不影响的前提下, 从阻抗能量的观点来看: 当声波入射到板上, 假设是完全刚性的板, 则入射能量一部分反射, 一部分透射; 而对于微穿孔板, 则入射能量的一部分反射, 一部分透射, 还有一部分由于微穿孔作用和板振动的作用而耗散, 即板的耗散能量为板中孔的粘滞性空气流动损失耗散的能量(由板的流阻引起)与板的振动耗散的能量(由板表面的密度弹性、板的损失因子引起)之和。一个具有一定厚度和质量的板, 如果刚性很强, 则很难引起振动, 反之, 随着微穿孔板声阻抗率的变化, 能量的耗散有所不同, 则吸声效果将有所不同。很显然, 这其中能否激励板的振动也是一个重要原因。

3 板振动影响的实验

板振动的影响与微穿孔板的结构参数以及其它性能参数有直接的关系。

收稿日期: 2000-01-25, 修回日期: 2000-12-02

作者简介: 焦风雷(1970-)女, 河南洛阳人, 硕士, 从事噪声控制研究。

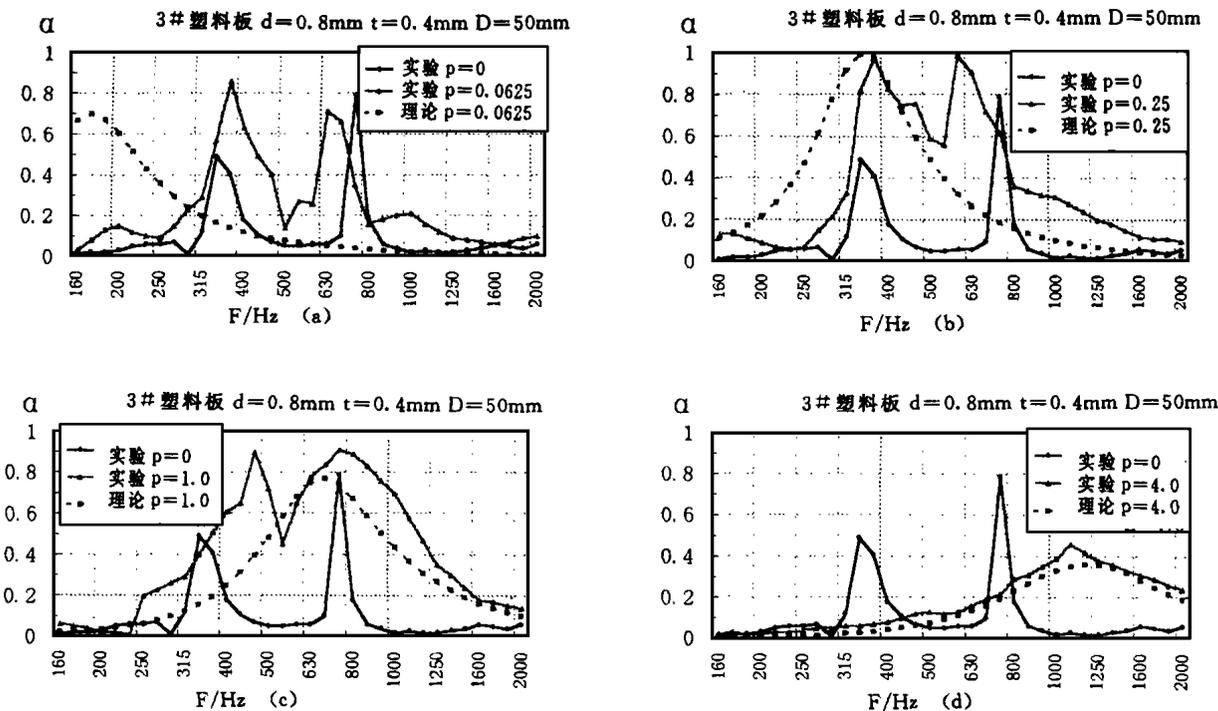


图1 不同穿孔率下板振动对微穿孔板吸声体吸声特性的影响

2.1 穿孔率的影响

设计实验, 不同孔径、不同板厚度、不同板材, 在中频和低频驻波管中进行。取 6 种材料, 钻孔加工孔径分别为 $d = 0.8\text{mm}$ 、 0.5mm , 穿孔率分别为 $p = 4.0\%$ 、 1.0% 、 0.25% 、 0.0625% 。

图1为样品3的结果。其它样品实验与之相似, 均表明微穿孔板存在一个临界的穿孔率, 当大于该临界穿孔率时, 主要表现为微穿孔的作用, 当小于该临界穿孔率时, 板振动的影响较大。

3.2 板密度的影响

取塑料板、不锈钢板、铜板、铝板等几种不同材料做实验。不锈钢板和铜板两种样品的实验结果分别绘于图2和图3。

从试验说明, 板材的密度对微穿孔板结构的吸声性能也有较大的影响。密度较大的板材受板振动

的影响较大, 而密度较小的板材受板振动的影响较小。即, 对于不同的板材, 板振动对微穿孔板吸声体的影响关系的临界穿孔率是不同的, 密度较小的板其临界穿孔率相对较小, 不易表现出板振动的作用, 而密度较大的板其临界穿孔率相对较大, 从而容易表现出板振动的作用。

4 结论

微穿孔板吸声体, 穿孔率增大到一定程度, 表现出板振动和微穿孔两部分的作用, 微穿孔板受板振动的影响较大; 穿孔率进一步加大, 吸声体就主要表现为微孔的作用, 板振动的作用就不明显了。即微穿孔板存在一个临界的穿孔率, 当大于该临界穿孔率时, 微穿孔板吸声体的精确程度很高, 当小于该临界穿孔率时, 板振动的影响较大。对于塑料板其临界

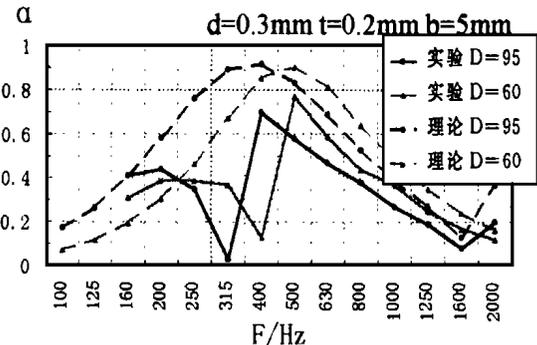


图2 不锈钢微穿孔板样品的实验结果

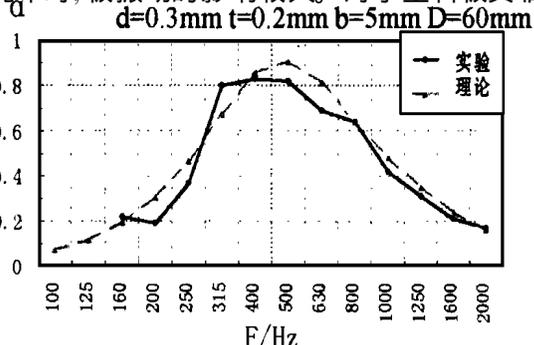


图3 铜微穿孔板样品的实验结果

穿孔率为 1%。

板材的密度对微穿孔板吸声体的吸声性能也有较大的影响。密度较小的板其临界穿孔率相对较小,不易表现出板振动的作用,而密度较大的板其临界穿孔率相对较大,从而容易表现出板振动的作用。

板振动对微穿孔板吸声体吸声特性的影响是个复杂的问题,本文只是对此影响关系作了初步的探讨,并对穿孔率和板密度对此关系的影响做了定性的分析。通过分析,进一步证明,可以通过深入研究多种型式板材的薄板振动以及加工成微穿孔板后的振动问题,实现利用薄板共振的影响,以不同材料的选取来拓宽微穿孔板的吸声频带或提高某个频率的吸声效果,为某些既需要宽频带吸声,又需要有针对

的对特定频率吸声场所的声学处理提供了机会。希望本文的工作为进一步把薄板共振的影响补充到微穿孔板结构设计中奠定基础。

参考文献

- [1] 马大猷. 微穿孔板吸声结构的理论和设计[J]. 中国科学, 1975, 1: 38-50.
- [2] 马大猷. 微穿孔板吸声体的准确理论和设计[J]. 声学学报, 1998, 23: 21-29.
- [3] 查雪琴, 康健, 张婷. 微穿孔板声学结构的应用技术[J]. 声学学报, 1994, 19: 24-29.
- [4] 焦风雷. 宽频带微穿孔板吸声体的设计及实验研究[D]. 北京: 北京轻工业学院, 1998, 41-43.
- [5] Ingard, U. Perforated facings and sound absorption[J]. J. Acoust. Soc. Amer., 1954, 26: 151-154.

简讯

上海市声学学会举行成立 20 周年庆祝大会

上海市声学学会于 2000 年 12 月 14 日在科学会堂举行大型学术报告会, 庆贺上海市声学学会成立 20 周年, 新老会员代表 160 余人, 历届学会负责人: 冯绍松、赵松龄、周永昌、黄杏宝等专家、前辈也出席了会议, 大家齐聚一堂, 互致问候, 畅叙学会情谊。

庆祝会上, 向大威理事长首先致词, 钱梦璟副理事长宣读中国声学学会名誉理事长马大猷, 魏荣爵, 应崇福三位院士的题词, 陈思忠副理事长宣读中国声学学会、北京、天津、江苏、山东、浙江、陕西、西安等省市声学学会以及陕西师大应用声学所, 声学学报等单位发来的贺电和贺信, 江苏省声学学会副理事长南京大学孙广荣教授专程到会致词并送花篮, 同济大学声学所也送了花篮。

学会理事长向大威研究员、学会理事中国工程院院士复旦大学王威琪教授、交通大学生物医学工程系王鸿樟教授, 同济大学声学所钱梦璟教授等分别作了有关多普勒超声、超声治疗肿瘤和激光超声的学术报告。

会议由学会副理事长中山医院徐智章教授、学会秘书长阎玉舜研究员主持。

为庆祝上海市声学学会成立 20 周年, 学会刊物《声学技术》出版了专刊(2000, No. 4), 专刊中发表了学会工作 20 年大事记, 登载老会员的回忆文章, 还发表 20 余篇应征学术论文。

此次活动得到上海市科技发展基金会的资助, 也得到中船重工集团 726 研究所超声仪器厂的赞助。学会对此表示衷心的感谢。同时对发来贺电和贺信的学会及单位也表示衷心的感谢。

此外, 尚未领取庆贺上海市声学学会成立 20 周年专刊的会员可来学会办公室领取。

上海市声学学会办公室

《声学技术》编委会会议纪要

《声学技术》于 2000 年 12 月 18 日在中科院东海站召开了本世纪最后一次编辑委员会会议, 除因故请假者外, 全体编委都到会, 上海市声学学会理事长向大威研究员也出席了会议。

编委会上, 大家踊跃发言, 共同认为, 要充分凸现本刊的技术特色, 应多登些新技术、新产品、新设想和新信息, 进一步活跃版面, 扩大影响。对新的一年工作, 会议还通过了两项决议:

1. 根据上海市新闻出版局沪新出[2000]印字第 003 号关于转发实施《图书和杂志开本及其幅面尺寸国家标准的通知》的精神, 本刊 2001 年第 1 期起, 版面尺寸将改为大 16 开。

2. 为纪念《声学技术》创刊 20 周年, 本刊 2002 年第 1 期将出版专刊, 届时将约请一些专家学者撰稿, 介绍各学科领域的现状和发展趋势, 刊登在专刊上, 以飨读者, 并欢迎广大声学工作者踊跃投稿。

《声学技术》编辑部