

百叶窗式吸声结构的吸声特性

孙铁林¹, 孙辉¹, 陈文剑¹, 庄瑞², 夏琳琳¹

(1. 哈尔滨工程大学水声技术重点实验室, 哈尔滨 150001; 2. 大连测控技术研究所, 辽宁大连 116013)

摘要: 研究使用薄橡胶条倾斜固定于水箱壁面的吸声结构(百叶窗式吸声结构)的吸声特性。基于物理声学方法计算了这一结构的吸声系数, 并用混响室法测量了这一结构的吸声性能。理论计算和实验结果表明, 在水箱中敷设这种百叶窗式吸声结构能够在宽频带范围内获得较佳的吸声效果, 如果调整结构参数可以改变吸声的频带范围。

关键词: 百叶窗; 吸声结构; 混响室法

中图分类号: TB556

文献标识码: A

文章编号: 1000-3630(2012)-06-0544-06

DOI 编码: 10.3969/j.issn1000-3630.2012.06.002

Sound absorption characteristics of the shutter-like absorption structure

SUN Tie-lin¹, SUN Hui¹, CHEN Wen-jian¹, ZHUANG Rui², XIA Lin-lin¹

(1. Harbin Engineering University, Science and Technology on Underwater Acoustic Laboratory, Haerbin 150001, Heilongjiang, China;

2. Dalian Scientific Test and Control Technology Institute, Dalian 110613, Liaoning, China)

Abstract: A sound absorption structure (the shutter-like absorption structure) has been studied, which is made by fixing thin rubber on pool wall. Based on the physical acoustic method absorption coefficient is calculated, also the sound absorption properties are measured by using reverberation method. Theoretical Calculation and experimental result show that within a wide frequency band the shutter-like absorption structure performs well in pool. And, if the structural parameter is adjusted, the frequency range will change.

Key words: shutter-like; sound absorption structure; reverberation method

0 引言

水声工程中常用的吸声结构有多孔性、阻抗过渡型和谐振腔式等^[1]。多孔性吸声结构在水声混响场高频段很难达到较好的吸声效果, 且在宽频带内表现不佳^[2,3]。而阻抗过渡型吸声结构不仅要求材料阻抗与波阻抗匹配, 而且要求其损耗大, 两者很难同时达到最优只能兼顾考虑。谐振腔式吸声结构仅在谐振频率附近吸声效果较为明显, 偏离谐振点吸声效果则骤然下降^[4]。

本文研究的薄橡胶条以一定的角度倾斜地固定于水箱壁面——即百叶窗式吸声结构, 利用结构的几何特性使声波入射到该结构的空腔中, 在其内部经过多次反射、透射进而消耗声能, 以便获得较大的吸声系数。文中参考计算多次散射的“声束弹跳法”计算推导了百叶窗结构的吸声系数公式, 并结合混响室法实验验证了这一结果, 与传统吸声结

构进行了实验对比, 实验结果表明, 在混响场高频段较宽频带范围内, 同等面积下百叶窗式吸声结构的性能显著优于粘弹性橡胶板, 且高于谐振腔式吸声结构谐振频点的吸声系数。

1 百叶窗结构吸声系数

1.1 物理模型

百叶窗结构设计如图 1 所示, 百叶窗结构后壁面和劈面均为薄橡胶板, 互成 45° 角放置, 劈面间隔为 d , 宽度为 s , 垂直方向长度为 L 。

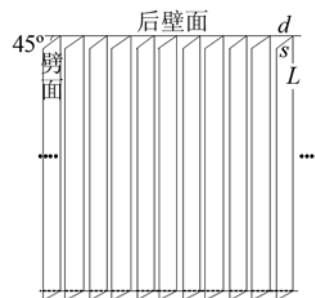


图 1 百叶窗结构示意图

Fig.1 Diagram of the shutter-like structure

收稿日期: 2011-11-16; 修回日期: 2012-02-21

作者简介: 孙铁林(1987-), 男, 哈尔滨人, 博士研究生, 研究方向为水声吸声结构。

通讯作者: 孙铁林, E-mail: suntielin528@126.com

1.2 百叶窗单元结构声散射计算模型

取百叶窗结构中的一个单元为研究对象，建立坐标系如图 2 所示， P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 为入射声束与散射声束的功率计算腔口，平面声波以一确定方向进入腔口，计算入射腔口的声功率与从腔口散射的声功率的关系。

对于百叶窗单元结构，由于声波在结构内部产生多次反射，不能直接用散射场积分公式计算散射声场。这里引入“声束弹跳法”把入射声波划分为若干入射声束，根据“射线弹跳法”计算每条入射声束在结构内部的反射方向，每反射一次则需根据入射角和反射界面的不同计及一次反射损失，经过多次反射后，当反射声束不与百叶窗吸声结构相交并通过腔口 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 返回流体介质中时，便可以根据物理声学理论用“板块元法”计算每条入射声束最后产生散射板块元的散射场。再将所有入射声束产生的散射场叠加，得到腔口 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 处该百叶窗单元结构的声散射速度势。

对于在百叶窗单元结构左劈面、右劈面发生透射的板块元，将其纳入相邻腔体，根据“声束弹跳法”在相邻腔体中继续计算，由于腔体的对称性，当计算完成某一腔体劈面上板块元由于透射对相邻两侧腔体的影响时，如果入射角不变，便可以在计算任一腔体的散射声场时，预测两侧劈面因相邻腔体透射对于该腔体散射场的影响。需要说明的是，水中百叶窗式吸声结构橡胶劈面的反射和透射系数是参考文献[5]计算得到的。

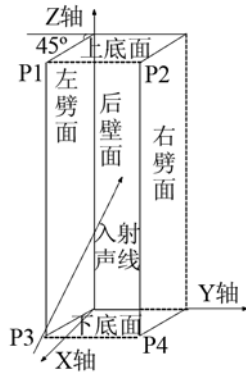


图 2 计算百叶窗单元结构吸声系数的坐标系

Fig.2 The coordinate system for calculating absorption coefficient of shutter-like unit structure

如图 3 所示，某一方向声束入射到百叶窗单元结构表面，并入射到后壁面的某面元 ABC ，一次反射声束与左劈面相交于面元 $A'B'C'$ ，如果二次反射声束仍然与上底面、下底面、后壁面或者右劈面之一相交，再次计算三次反射声束，依次类推直至声束从 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 腔口返回流体介质中为止，

计算在左劈面上发生透射面元 $A'B'C'$ 对左侧腔体的影响，便可以预测在右劈面上，由对称面元透射对于该腔体散射场的影响，其它发生透射的面元同理。这里假设声束在面元 $A'B'C'$ 上的二次反射声束与吸声结构不相交，并从腔口 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 返回流体介质中，则可以利用板块元方法计算入射波束在面元 $A'B'C'$ 上产生的散射场，且面元 $A'B'C'$ 透射对左侧腔体的影响便是右劈面由于透射对该腔体的影响。

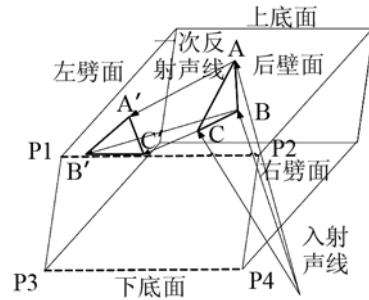


图 3 百叶窗单元结构声束弹跳示意图

Fig.3 The beam jumping diagram of shutter-like unit structure

由于面元足够小，结构内部每一次反射方向和反射系数可由面元的中心位置处的参量计算；故反射方向可根据 Snell 定律求得，见式(1)。

$$k_r = k_i - 2n(k_i \cdot n) \quad (1)$$

其中， k_i 是入射声线矢量， k_r 是反射声线矢量， n 是节点处的法向矢量。

对于上述中 $A'B'C'$ 面元的散射声场，取入射平面声波势函数为

$$\phi_i(\mathbf{r}) = Qe^{jk_1 r_1} \quad (2)$$

其中， Q 代表入射声波强度， r_1 代表入射声波矢径，略去时间因子 $e^{-j\omega t}$ ，下同。

继续考虑 $A'B'C'$ 面元，根据文献[6]可知平面波在阻抗表面的远场散射势函数为

$$d\phi_s(\mathbf{r}) = \frac{jkQ}{4\pi} \frac{e^{jk(r_1+r_2)}}{r_2} V(\alpha_1)(\cos(\alpha_1) + \cos(\alpha_2)) ds \quad (3)$$

其中， ds 是被照射到的 $A'B'C'$ 面元表面， r_2 是散射点矢径， α_1 和 α_2 分别代表入射声波和散射声波与面元表面法线的夹角。

如图 4 所示在面元上建立板块元局部坐标系，在局部坐标系下，不妨设顶点坐标为 R_1 、 R_2 和 R_3 ，入射平面波的方向矢量为 \mathbf{r}_q ，观察点 M 的坐标矢量为 \mathbf{r}_m ，则根据推导可知观察点 M 在其远场(远场近似)有

$$\phi_{sn}(\mathbf{r}) = \frac{jkQ_w}{4\pi r_m} V(\alpha_1) e^{jk(r_q+r'_m)} \left(\sum_{p=1}^P e^{-j(\omega r_p)} \left[\frac{(\boldsymbol{\beta}_p \cdot \boldsymbol{\alpha}_{p-1})}{(\boldsymbol{\omega} \cdot \boldsymbol{\alpha}_p)(\boldsymbol{\omega} \cdot \boldsymbol{\alpha}_{p-1})} \right] \right) \quad (4)$$

其中： α_p ， β_p 和 p 为建立板块元三角形局部坐标系基矢。

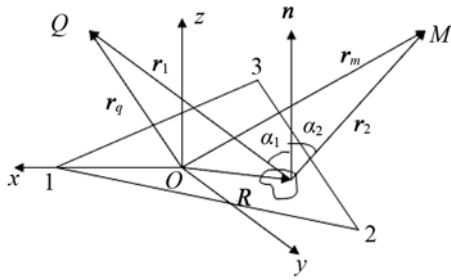


图4 百叶窗表面板块元局部坐标系

Fig.4 Local coordinate system of a certain unit on shutter-like surface

如图4 板块元，不妨令基准坐标系下其三个顶点的坐标为

$$\begin{aligned} \mathbf{R}_1 &= x_1 \mathbf{i} + y_1 \mathbf{j} + z_1 \mathbf{k} \\ \mathbf{R}_2 &= x_2 \mathbf{i} + y_2 \mathbf{j} + z_2 \mathbf{k} \\ \mathbf{R}_3 &= x_3 \mathbf{i} + y_3 \mathbf{j} + z_3 \mathbf{k} \end{aligned} \quad (5)$$

取其几何中心为板块元的局部坐标系的原点，几何中心的坐标矢量为

$$\mathbf{R}_0 = \frac{1}{3}(\mathbf{R}_1 + \mathbf{R}_2 + \mathbf{R}_3) = x_0 \mathbf{i} + y_0 \mathbf{j} + z_0 \mathbf{k} \quad (6)$$

设板块元局部坐标系的基矢为： \mathbf{e}_1 ， \mathbf{e}_2 和 \mathbf{e}_3 ，其值可选取如下：

$$\mathbf{e}_1 = \frac{\mathbf{R}_{10}}{|\mathbf{R}_{10}|} = a_{11} \mathbf{i} + a_{12} \mathbf{j} + a_{13} \mathbf{k} \quad (7)$$

$$\mathbf{e}_3 = \frac{\mathbf{R}_{21} \times \mathbf{R}_{31}}{|\mathbf{R}_{21} \times \mathbf{R}_{31}|} = a_{31} \mathbf{i} + a_{32} \mathbf{j} + a_{33} \mathbf{k} \quad (8)$$

$$\mathbf{e}_2 = \mathbf{e}_3 \times \mathbf{e}_1 = a_{21} \mathbf{i} + a_{22} \mathbf{j} + a_{23} \mathbf{k} \quad (9)$$

其中， $\mathbf{R}_{10} = \mathbf{R}_1 - \mathbf{R}_0$ ， $\mathbf{R}_{21} = \mathbf{R}_2 - \mathbf{R}_1$ ， $\mathbf{R}_{31} = \mathbf{R}_3 - \mathbf{R}_1$

很容易得到，基准坐标系到板块元局部坐标系的坐标变换公式为

$$\begin{cases} x' \\ y' \\ z' \end{cases} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{cases} x - x_0 \\ y - y_0 \\ z - z_0 \end{cases} \quad (10)$$

这样便可以得到基准坐标系下标号为 n 的板块元声散射速度势

$$\varphi_{sn}(\mathbf{r}) = \frac{j k Q W}{4 \pi r_2} V(\alpha_1) e^{jk(\eta + z)} \left(\sum_{p=1}^P e^{-j(\omega r_p)} \left[\frac{(\beta_p \cdot \alpha_{p-1})}{[(\omega \alpha_p)(\omega \alpha_{p-1})]} \right] \right) \quad (11)$$

此时再计及标号为 n 的板块元在结构内部的多次反射损失，便得到了基准坐标系下标号为 n 的板块元声散射势函数空间分布 φ ：

$$\varphi_{sj}(\theta_r, \theta_i, \phi_r, \phi_i) = \varphi_{sn} V_n \quad (12)$$

其中， θ_i 、 ϕ_i 分别为基准坐标系下入射平面波空间方位角、极角， θ_r 、 ϕ_r 分别为基准坐标系下散射声

波空间方位角、极角， V_n 表示标号为 n 的板块元在结构内部的多次反射系数的乘积。

这时百叶窗单元结构在该平面波入射角度 (θ_i, ϕ_i) 下的散射声功率与入射声功率比可表示为

$$\eta(\theta_i, \phi_i) = \frac{W_s}{W_i} = \frac{\sum_{\theta_r} \sum_{\phi_r} \left| \sum_{j=1}^N \varphi_{sj}(\theta_r, \theta_i, \phi_r, \phi_i) \right|^2 s_r(\theta_r, \phi_r) + \Delta W}{|\varphi_i|^2 s_i(\theta_i, \phi_i)} \quad (13)$$

其中： W_s 表示散射声功率； W_i 表示入射声功率； $s_i(\theta_i, \phi_i)$ 表示 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 腔口在入射声波 (θ_i, ϕ_i) 方向的投影面积；将腔口 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 按精度划分为若干网格单元，并在基准坐标系下通过 (θ_r, ϕ_r) 区分， $s_r(\theta_r, \phi_r)$ 表示在入射声波 (θ_i, ϕ_i) 方向下散射场等效声中心通过 (θ_r, ϕ_r) 方向上的网络单元散射，该网络单元在散射声波方向的投影； ΔW 表示由于相邻腔体透射产生的附加功率。

1.3 百叶窗单元结构吸声系数计算

当平面波以一定角度从水中入射到水与橡胶板的分界面时，吸声系数和 $\eta(\theta, \phi)$ 关系可表示为

$$\alpha(\theta, \phi) = 1 - \eta(\theta, \phi) \quad (14)$$

可以看到，吸声系数是入射角的函数，计算吸声结构在扩散场中的平均吸声系数，需对上述公式中各入射角等概率加权求和，最后得到声波无规入射时的吸声系数

$$\alpha_r = \int_0^{\pi} \alpha(\theta, \phi) d\vartheta \quad (15)$$

其中， ϑ 代表入射声线与 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 腔口内法线的夹角。

2 实验原理与测量系统

2.1 实验原理

测量吸声系数的实验方法较多，早期常使用驻波管法、脉冲管法等，本文实验采用混响室法。在水箱中，利用赛宾公式，有

$$T_{60} = 0.037 \frac{V}{-S \ln(1 - \bar{\alpha})} \quad (16)$$

其中， T_{60} 是声源停止发声后，平均声能衰减到原有声能的百万分之一所需的时间， V 代表混响水箱的体积(m^3)， S 代表混响水箱的表面积(m^2)，而 $\bar{\alpha}$ 是一个无量纲的平均塞宾吸声系数。 V 和 S 是与实验水箱有关的已知量，根据混响时间 T_{60} 可得到平均衰减系数 $\bar{\alpha}$ 。

本文实验混响水箱存在三个吸声面，分别是空

气、钢板和吸声材料，设对应于某个吸声面 S_i 的吸声系数为 α_i ，如果对水箱内所有的吸声表面的吸声系数按面积进行加权平均，可以得到水箱内平均吸声系数为^[7]：

$$\bar{\alpha} = \frac{\alpha_{\text{空气}} S_{\text{空气}} + \alpha_{\text{钢板}} S_{\text{钢板}} + \alpha_{\text{试件}} S_{\text{试件}}}{S_{\text{空气}} + S_{\text{钢板}} + S_{\text{试件}}} \quad (17)$$

其中 α 、 S 分别代表角标介质的吸声系数和面积，水空气界面的平均吸声系数可由计算得到为 7.3569×10^{-4} 。

2.2 实验测量系统

实验系统及其连接如图 5 所示，混响水箱材质为钢，长 1.5m、宽 1.2m、高 1.07m、壁厚约 0.008m，内部充满水。

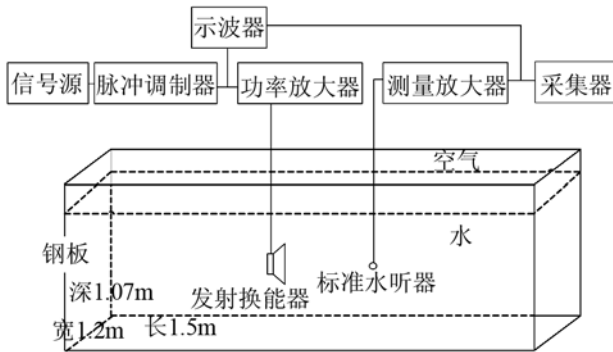


图 5 实验系统示意图
Fig.5 Layout of experimental system

实验测量前，首先进行混响水箱在该实验条件下满足均匀扩散场的验证，本文不作讨论，其验证过程见参考文献[8]。

测量时，函数信号发生器产生宽带噪声，经脉冲调制器每间隔 5 s 发射一次 12 s 的噪声信号，经功率放大器驱动发射换能器；产生稳定的混响场并观察其衰减过程。由 B&K8104 标准水听器接收声场中的声压变化过程，接收信号经测量放大器放大 20 dB 后送入便携式采集系统进行数据存储。每组实验重复 10 次以上。对实验数据进行数字滤波分析，得到不同频率声强随时间的衰减曲线，进而，分别得到水箱在不同吸声结构环境下的混响时间。将水箱混响时间代入式(16)，求得水箱的平均吸声系数，该结果代入式(17)同时令试件面积 $S_{\text{试件}}$ (即吸声结构所遮挡水箱壁面的面积)为零，便可以求得水箱壁面的平均吸声系数，再将水箱壁面敷设了吸声结构后测得的混响时间代入式(16)，求得此时水箱的平均吸声系数，结合前面计算的水箱壁面平均吸声系数，便可以通过式(17)求得不同吸声结构的吸声系数。

3 实验结果

实验对裸箱、单块橡胶吸声板、谐振腔式吸声结构以及百叶窗式吸声结构进行了混响时间测定^[9-11]。橡胶材料密度为 1968.8 kg/m^3 ，拉米常数 λ 为 $3.68 \times 10^7 \text{ kg/m}^2$ ， μ 为 $7.77 \times 10^7 \text{ kg/m}^2$ ，橡胶厚度为 0.003m。

百叶窗式吸声结构长为 1.2m，宽为 0.85m，橡胶条宽度为 0.06 m，橡胶条间距为 0.05 m，结构如图 6 所示。

图 7 为百叶窗式结构的吸声系数随频率变化的实验值与理论值的对比，理论结果与实验结果吻合较好，百叶窗式结构吸声最佳处吸声系数可达 0.43，最差处为 0.23，对比分析可以看出，百叶窗式吸声结构的吸声性能随频率的增加而下降，吸声性能在频率为 30 kHz 时明显优于 60 kHz 时，除此之外可以看到，在 30~60 kHz 通频带范围内实验值略低于理论值，这是由于在理论模型计算中所采用的橡胶材料的参数不精确，对于部分散射和透射声束取过近似导致的计算结果不准确，造成与实验测量值相比有所出入，这是吸声系数实验值偏离理论值的主要原因，另外测试中混响场的细微不均匀性以及信噪比略低也是造成实验值偏离理论值的一个原因。



图 6 百叶窗结构图
Fig.6 Picture of shutter-like structure

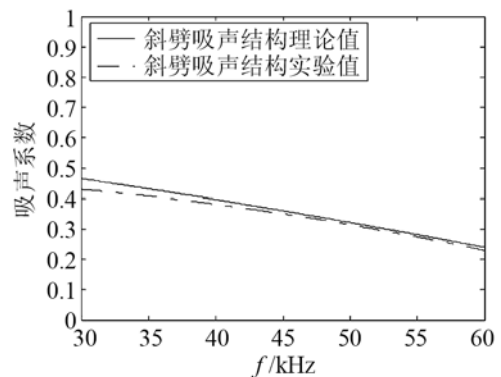


图 7 百叶窗结构吸声系数
Fig.7 Sound absorption coefficient of shutter-like structure

谐振腔结构是将三块同种材料厚度的橡胶板黏贴在一起,外层穿以直径 3 mm 的小孔,中间层穿以直径 6 mm 的大孔,理论计算得到谐振频率为 37.3 kHz,结构如图 8 所示。

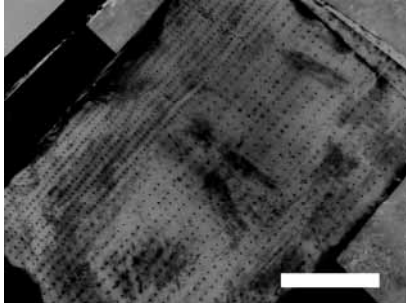


图 8 谐振腔结构图

Fig.8 Picture of cavity resonator structure

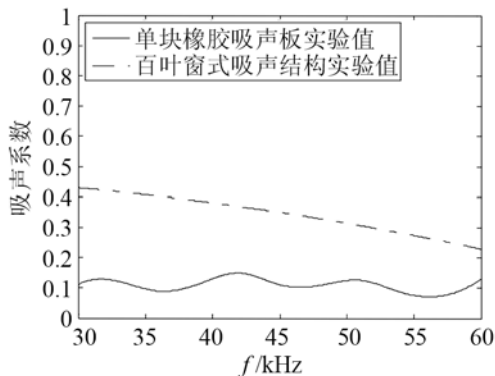


图 9 橡胶板吸声系数对比

Fig.9 Comparison with the sound absorption coefficient of rubber plate (real line)

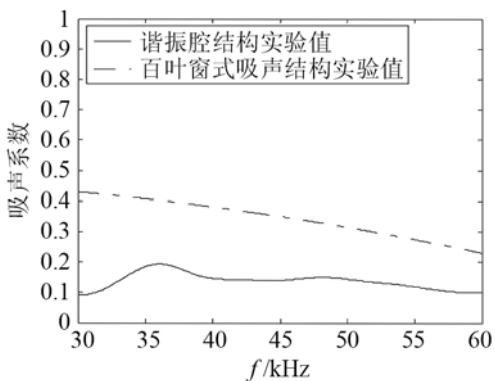


图 10 谐振腔结构吸声系数对比

Fig.10 Comparison with the sound absorption coefficient of cavity resonator structure (real line)

图 9 是水箱壁面敷设橡胶板与百叶窗式结构吸声系数对比,从图中可以看出,当敷设橡胶板时吸声系数在 0.12 处振荡^[1],在 43 kHz 时吸声效果最好,可以达到 0.15,而百叶窗式吸声结构在 30~60 kHz 通频带范围内吸声效果显著优于普通单层橡胶板,在 30 kHz 附近吸声系数可高于普通橡胶板 0.3 以上,在 60 kHz 处也能优于普通橡胶板 0.1 以上。

图 10 是水箱壁面敷设谐振腔式结构与百叶窗

式结构的吸声系数对比,从图中可以看到,敷设谐振腔式吸声结构的吸声系数在谐振频点处达到最佳,可达到 0.2 以上,当偏离谐振频点时吸声系数显著下降,最差处仅为 0.08,在 30~60 kHz 通频带范围内,百叶窗式吸声结构的吸声效果显著优于谐振腔式吸声结构,其吸声系数在谐振腔结构谐振频点处也高于谐振腔吸声结构 0.2,在 30 kHz 时相差最大,可以达到 0.35。

4 结 论

传统吸声结构在平面波正入射的条件下具有良好的吸声效果,很少考虑斜入射的情况,而在实际的水声环境中,吸声材料大多应用于混响场背景,传统吸声结构的性能显著下降。针对传统吸声结构的不足,本文提出了一种百叶窗式的吸声结构及其算法,并以实验结合混响室法与传统吸声结构进行了对比,验证了其在混响场背景下高频段优良的吸声性能,为混响干扰下的实验室水池实验提供了一种新的降噪方法。实验结果同时也说明,混响室法原理可以应用于混响水箱,并用于研究材料和结构的吸声系数。

然而,对于均匀粘弹性材料,频率、损耗因子、声速、材料厚度、结构等都会影响吸声结构的性能,在今后的工作中考虑变更频率和百叶窗的结构等实验条件,可以获得百叶窗式吸声结构更加全面的性能数据。另外,考虑尝试变化材料参数达到与介质阻抗匹配,可获得更佳的吸声效果。

参 考 文 献

- [1] 王仁乾,马黎黎,等.带空腔尖劈吸声器吸声性能的研究[J].声学技术,1999,18(4):2-4.
WANG Renqian, MA Lili, et al. A study on the absorbing performance of a wedge absorber with cavity[J]. Technical Acoustics, 1999, 18(4): 2-4.
- [2] 彭锋,王晓林,孙艳,等.高声压级时多孔金属板的吸声特性研究[J].声学学报,2009,34(3):266-274.
PENG Feng, WANG Xiaolin, SUN Yan, et al. Investigation on the sound absorption characteristics of porous metal plates at high sound pressure levels[J]. Acta Acustica, 2009, 34(3): 266-274.
- [3] 马黎黎,王仁乾.基材含微粒的空腔结构吸声器吸声性能预报的研究[J].声学技术,2006,25(3):175-181.
MA Lili, WANG Renqian. Absorption capability of absorbers with cavity and made of material containing particles[J]. Technical Acoustics, 2006, 25(3): 175-181.
- [4] 何作镛,赵玉芳.声学理论基础[M].哈尔滨:国防工业出版社,1981:394-397.
HE Zuoyong, ZHAO Yufang. Basic acoustic theory[M]. Haerbin: National Defence Industrial Press, 1981: 394-397.
- [5] 布列霍夫斯基赫(俄).分层介质中的波[M].北京:科学出版社,1960:47-53.

- Brekhovskikh L. Waves in layered media[M]. Peking: Science Press, 1960: 47-53.
- [6] 汤渭霖. 用物理声学方法计算非硬表面的声散射[J]. 声学学报, 1993, 18(1): 45-53
TANG Weilin. Calculation of acoustic scattering of a nonrigid surface using physical acoustic method[J]. Acta Acustica, 1993, 18(1): 45-53.
- [7] 杜功焕, 朱哲民, 龚秀芬. 声学基础(第二版)[M]. 南京: 南京大学出版社, 2001: 168-267.
DU Gonghuan, ZHU Zhemin, GONG Xiufen. Basic acoustic (Second Edition). Nanjing: Nanjing University Press, 2001: 168-267.
- [8] 庄瑞. 降低水箱内混响时间的方法研究[D]. 哈尔滨工程大学论文, 2001, 12-25.
ZHANG Rui. Research on methods of reduce the reverberation time within the experimental water tank[D]. Harbin Engineering University, 2001, 12-25.
- [9] CHANG Daoqing, LIU Bilong, LI Xiaodong et al. Sound absorption characteristics of a thin plate with PZT shunted with passive electrical circuit I. theoretical analysis[J]. Acta Acustica, 2008, 33(2): 131-137.
- [10] 白国锋, 尹铤, 周城光, 等. 黏弹性吸声材料复弹性模量优化研究[J]. 声学学报, 2010, 35(2): 107-112.
BAI Guofeng, YIN Yao, ZHOU Chengguang, et al. An investigation on the optimization of complex elastic modulus for viscoelastic absorption materials[J]. Acta Acustic, 2010, 35(2): 107-112.
- [11] 王曼. 水声吸声覆盖层理论与实验研究[D]. 哈尔滨工程大学博士学位论文, 2004, 14-37.
WANG Man. Theoretical and experimental study on underwater anechoic[D]. Harbin Engineering University, 2004, 14-37.

第五届海峡两岸声学技术交流研讨会在香港召开 ——上海声学学会 20 余人参会提出会议论文 10 余篇

一年一度的“海峡两岸声学技术交流研讨会”第五届会议 2012 年在香港召开, 由香港声学学会主办、上海市声学学会、台湾音响学会和台湾振动与噪声工程协会参与协办, 于 2012 年 11 月 22~24 日在九龙富豪酒店举行。到会代表来自香港、澳门、台湾地区及内地沪、京、深、广、宁、杭等两岸多地声学学会、噪声振动控制工程学会和相关高校、科研设计院所及企业公司等从事建声、噪声及振动控制的专家学者共百余人。其中上海声学学会参会会员约 20 余人, 并交流论文共 12 篇。《声学技术》编辑部执行主编姚蓝教授和常务副主编丁玉薇编审也应邀参加了本届会议。现代建筑设计集团都市院声学所章奎生所长率所内 7 人应邀参会并在会上做了 8 篇报告, 同济大学声学所、交通大学冲击噪声振动研究所、上海环科院、中华声学装备公司、淀山湖减振工程设备公司都积极参加了本届学术会议。

本次会议为海峡两岸声学技术交流研讨会第五届会议。前四届先后在香港理工大学(2008 年首届)、台北中科大(2009 年第二届)、上海现代建筑设计集团章奎生声学所(2010 年第三届)和杭州浙江声学学会(2011 年第四届)召开。五年来, 会议受到海峡两岸各地声学专业单位、学会协会和专业技术人员的广泛欢迎和关心支持。参会人数由数十人发展到百余人, 会议名称也从原来的“两岸三地”(沪、港、台)发展到“海峡两岸多地”。本届会议又增加了澳门的代表, 表明海峡两岸的声学技术交流会议越办越兴旺, 还受到了国务院台办的关注。国台办致电本次会议倡议发起和组织人章奎生教授, 希望能提供两岸声学交流会议的相关情况和资料以备宣传报导。

本届会议的主题确定为“声学技术发展及环境噪声与振动的治理”。学术会议由香港声学学会现任主席、香港环保署的郑建汇博士主持, 章奎生教授应邀在开幕式上作嘉宾致词。历时一天半的学术交流会共交流了 26 篇声学专业学术论文, 内容涉及建筑声学、厅堂设计、声场模拟与缩尺模型研究、通风采光隔声窗与城市噪声地图、高铁轨交噪声与振动控制、声学装修与剧院建设、轮胎特征与路面噪声、近场声全息摄影与阻抗管声测量技术、电梯噪声治理新技术以及劳工听力保护计划等。本届学术会议开得十分成功, 会议厅内济济一堂, 报告人准备充分, 提问讨论认真热烈。代表们都感到这次参会收获颇丰, 既交流了技术、沟通了信息, 也加深了两岸同行的情谊。会议还组织了隔振降噪的专业参观, 并印发了论文集, 并向每位论文报告者颁发了论文发表证书, 章奎生所长应邀担任颁证嘉宾。在会议闭幕式上, 香港、澳门及台湾声学学会代表分别致词祝贺本届会议圆满成功。章奎生教授也应邀代表上海声学学会及内地参会代表感谢香港声学学会, 为本届会议的精心组织和成功召开所做出的努力表示衷心感谢。会议期间, 上海声学学会与香港声学学会会面商讨了学会间相关合作及交流事宜, 确定香港声学学会郑建汇主席明年春组团来沪访问上海声学学会, 并商讨进一步交流合作工作。沪、港、台两岸学会主要负责人经商议也确定第六届海峡两岸声学技术交流研讨会 2013 年秋在台湾召开, 由台湾音响学会和台湾振动噪声工程协会负责筹办。