水下非均匀复合层结构吸声的理论研究

何祚镛　　王　曼

（哈尔滨工程大学　哈尔滨　150001）

1995 年 5 月 29 日收到

摘要　本文对水下非均匀阻尼板与多层介质组成的吸声结构进行了研究．基于非均匀波导理论，导出非均匀钻孔阻尼层的传递矩阵及多层结构表面反声、吸声系数．对任意非均匀层，提出分层近似求传递矩阵的方法．数值计算研究了结构反声、吸声性能及其随各参数的变化．

关键词　水声，吸声结构，非均匀层

Investigation of the sound absorption of non-homogeneous composite multiple-layer structures in water

He Zuoyong，　Wang man

(Hairbin Engineering University, Harbin 150001)

Abstract　In this paper, underwater non-homogeneous composite multiple-layer suond absorption structures are studied. The structures are composed of a non-homogeneous absorbent plate and some homogeneous plates of other materials. Based on the theory of non-uniform wave guide, we obtain the transfer matrix of the absorbent plate with pin holes of varying corss-section. And then the responses of sound reflection and absorption at the surfaces of the structures in water are deduced. For an arbitrary non-homogeneous plate, we propose a method to deduce its transfer matrix by dividing it into sequence of layers. By numerical calculation, the variation of the responses of reflection and absorption of the structures with the parameters of layers is analysed.

Key words　Underwater acoustics, sound absorption structure, non-homogeneous layer

1　引言

早在 50 年代，德国就进行了橡胶板打圆柱孔的水下吸声结构研究．60 年代以后，发展了过渡层吸声结构[1]，在钢板上粘贴一层吸声材料，材料中打孔，孔径随深度逐渐变化，使层的阻抗逐渐过渡以减小结构表面声反射．这种结构有别于均匀复合层吸声结构[2]，它包含了一个非均匀钻孔阻尼材料层．本文研究了两种典型非均匀结构的反声、吸声系数，一种为非均匀吸声层-钢板，另一种为非均匀吸声层-钢板-水-钢板，结构前面为水，后面为空气．非均匀吸声层系由三层橡胶板复合而成，第一层不打孔，第三层孔径不变，第二层孔径逐渐

变化，见图1. 先设第二复合层(以下称非均匀打孔层)橡胶截面服从指数函数规律变化，进行一般研究，然后对截面为任意形式的情况，提出了用计算机进行近似计算的方法，从而可以计算任意非均匀复合吸声结构的反声、吸声系数.

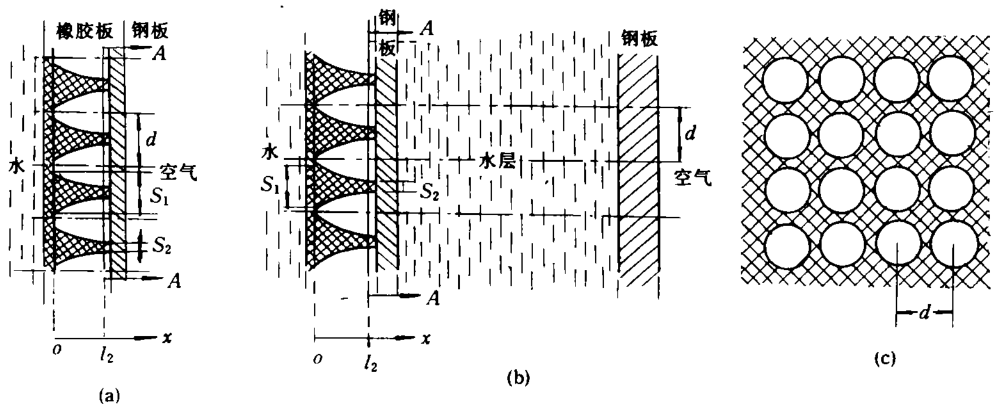

图1　两种典型非均匀层复合吸声结构

(a) 非均匀橡胶板-钢板，前面为水，后面为空气　(b) 非均匀橡胶板-钢板-水-钢板，前面为水，后面为空气　(c) A-A′横剖面

2　理论关系式

由于吸声层中孔的分布均匀对称，将整个结构划分成许多相同的单元(见图1)，单元截面为边长等于孔距d的正方形，截面积s＝d².

2.1　均匀层传递矩阵

由文献[2]及每个单元前、后端面总压力$F_1=p_1S$、$F_2=p_2S$可得

$$\begin{Bmatrix} F_1 \\ u_1 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} F_2 \\ u_2 \end{Bmatrix} = [A] \begin{Bmatrix} F_2 \\ u_2 \end{Bmatrix} \tag{1}$$

对钢板或水层，

$$a_{11}=a_{22}=\cos(kl),$$
$$a_{12}=j\rho cs\cdot\sin(kl),$$
$$a_{21}=\frac{j\sin(kl)}{\rho cs} \tag{2}$$

对橡胶板第一层近似有

$$a_{11}=a_{22}=\cos(\tilde{k}l),$$
$$a_{12}=j\rho\tilde{c}s\cdot\sin(\tilde{k}l),$$
$$a_{21}=\frac{j\sin(\tilde{k}l)}{\rho\tilde{c}s} \tag{2$'$}$$

这里$\tilde{k}$为复数.

对橡胶板第三层，由于孔径不变，也可看成均匀层，其传递矩阵元素将(2)′中s代以$s_2=d^2-\frac{\pi}{4}\Phi_2^2$得到，这里$\Phi_2$为打孔非均匀层后端的孔径.

2.2　$\frac{(\sqrt{s})''}{\sqrt{s}}$为常数的非均匀层的传递矩阵

非均匀打孔层中橡胶单元近似成高粘性液体[3]的变截面波导，其波动方程为：

$$\frac{\partial^2\xi}{\partial x^2}+\frac{1}{s}\frac{\partial s}{\partial x}\frac{\partial\xi}{\partial x}+\tilde{k}^2\xi=0 \tag{3}$$

(3)是非线性方程. 只有介质截面$s(x)$满足某些函数，从而(3)可变换为线性方程时，才能求得解析解[4].

当$s(x)$满足

$$\frac{(\sqrt{s})''}{\sqrt{s}}=\mu^2,\ (\mu\text{为常数}), \tag{4}$$

令
$$\xi(x)=\frac{1}{\sqrt{s}}\zeta(x) \tag{5}$$

得
$$\frac{d^2\zeta}{dx^2}+\tilde{K}^2\zeta=0,\ (\tilde{K}^2=\tilde{k}^2-\mu^2) \tag{6}$$

(6)为线性方程. 其解代入(5)中，从而得(3)式的解：

(i) $$\xi(x)=\frac{1}{\sqrt{s(x)}}\left(Ae^{j\sqrt{\tilde{k}^2-\tilde{\mu}^2}x}+Be^{-j\sqrt{\tilde{k}^2-\tilde{\mu}^2}x}\right),\quad(\tilde{k}^2-\mu^2>0)\tag{7-1}$$

其中

$$\sqrt{s(x)}=\begin{cases}ae^{\mu x}+be^{-\mu x}, & (\mu^2>0,\ \mu^2<\tilde{k}^2)\\ a\cos(|\mu|x)+b\sin(|\mu|x), & (\mu^2<0,\ \mu^2<\tilde{k}^2)\\ ax+b, & (\mu^2=0)\end{cases}\tag{7-1$'$}$$

(ii) $$\xi(x)=\frac{1}{\sqrt{s(x)}}(Ax+B),\quad(\tilde{k}^2-\mu^2=0)\tag{7-2}$$

其中

$$\sqrt{s(x)}=ae^{kx}+be^{-kx}\tag{7-2$'$}$$

(iii) $$\xi(x)=\frac{1}{\sqrt{s(x)}}(Ae^{\sqrt{\mu^2-\tilde{k}^2}x}+Be^{-\sqrt{\mu^2-\tilde{k}^2}x},\quad(\tilde{k}^2-\mu^2<0)\tag{7-3}$$

其中

$$\sqrt{s(x)}=ae^{\mu x}+be^{-\mu x}\tag{7-3$'$}$$

非均匀打孔层中任意深处单元截面上总压力和质点振速可用质点位移表示为：

$$\left.\begin{aligned}F(x)&=s(x)p(x)=-\rho c^2s(x)\frac{\partial\xi}{\partial x}\\ u(x)&=j\omega\xi(x)\end{aligned}\right\}\tag{8}$$

前、后界面处边界条件为：

$$\left.\begin{aligned}&\begin{cases}F(x)|_{x=0}=F_1=p_1S\\ u(x)|_{x=0}=u_1\end{cases}\\ &\begin{cases}F(x)|_{x=l_2}=F_2=p_2S\\ u(x)|_{x=l_2}=u_2\end{cases}\end{aligned}\right\}\tag{9}$$

将(7-1)代入(8)、(9)式，得 $\mu^2<\tilde{k}^2$ 时 F_1、u_1 与 F_2、u_2 传递矩阵的元素：

$$a_{11}=\sqrt{\frac{s_1}{s_2}}\left[\cos(\tilde{K}l_2)+\frac{\left(\frac{ds}{dx}\right)_1}{2\tilde{K}s_1}\sin(\tilde{K}l_2)\right]$$

$$a_{12}=\frac{j\rho\tilde{c}\sqrt{s_1s_2}}{\tilde{k}}\left\{\frac{\cos(\tilde{K}l_2)}{2}\left[\frac{(\frac{ds}{dx})_2}{s_2}-\frac{(\frac{ds}{dx})_1}{s_1}\right]+\sin(\tilde{K}l_2)\left[\tilde{K}+\frac{(\frac{ds}{dx})_1(\frac{ds}{dx})_2}{4\tilde{K}s_1s_2}\right]\right\}$$

$$a_{21}=\frac{j\tilde{k}\sin(\tilde{K}l_2)}{\tilde{K}\rho\tilde{c}\sqrt{s_1s_2}}$$

$$a_{22}=\sqrt{\frac{s_1}{s_1}}\left[\cos(\tilde{K}l_2)-\frac{(\frac{ds}{dx})_2}{2\tilde{K}s_2}\sin(\tilde{K}l_2)\right]\tag{10}$$

其中 $\tilde{K}=\sqrt{k^2-\mu_2^2}$，而 s_1、$(\frac{ds}{dx})_1=(\frac{ds}{dx})|_{x=0}$ 和 s_2、$(\frac{ds}{dx})_2=(\frac{ds}{dx})|_{x=l_2}$ 分别为前、后端截面及其一阶导数.

以(7-2)或(7-3)代替(7-1)式，得 $\mu^2=\tilde{k}^2$ 或 $\mu^2>\tilde{k}^2$ 时的传递矩阵元素，它们分别与以 $\tilde{K}=0$ 或 $\tilde{K}=j\sqrt{\mu^2-\tilde{k}^2}$ 代替(10)式中 $\tilde{K}=\sqrt{\tilde{k}^2-\mu^2}$ 时得到的结果相同. 于是三种情况的传递矩阵元素可以统一地表示为(10)式，其中

$$\tilde{K}=\begin{cases}\sqrt{\tilde{k}^2-\mu^2}, & \mu^2\leqslant\tilde{k}^2\\ j\sqrt{\mu^2-\tilde{k}^2}, & \mu^2>\tilde{k}^2\end{cases}\tag{11}$$

2.3 截面积任意的非均匀层的传递矩阵

任意非均匀打孔层，等效波导截面不满足 $\frac{(\sqrt{s})''}{\sqrt{s}}$ 为常数，我们提出一种近似方法，将任意非均匀层划分为多个薄层，每层用一个满足 $\frac{(\sqrt{s})''}{\sqrt{s}}$ 为常数的函数 $S(x)$ 与实际截面积近似，则每个薄层的传递矩阵元素可利用(10)式求出，再由分层界面上边界条件将各薄层传递矩阵相联，得整个非均匀打孔层的传递矩阵.

各层均用锥形波导 $\sqrt{s(x)}=ax+b$ 或指数波导 $\sqrt{s(x)}=be^{-\mu x}$（悬链线波导 $\sqrt{s(x)}=ae^{\mu x}+be^{-\mu x}$ 当 $a=0$ 的特例）近似. 在层厚 $0\leqslant x\leqslant l_2$ 之间选取分点 $x_{(1)}=0$，$x_{(2)}$，……，$x_{(M)}$，$x_{(M+1)}=l_2$，各分点对应截面积分别为 $s_1=s_{(1)}$，$s_{(2)}$，……，$s_{(M)}$，$s_{(M+1)}=s_2$.

当每段用锥形波导近似时，由

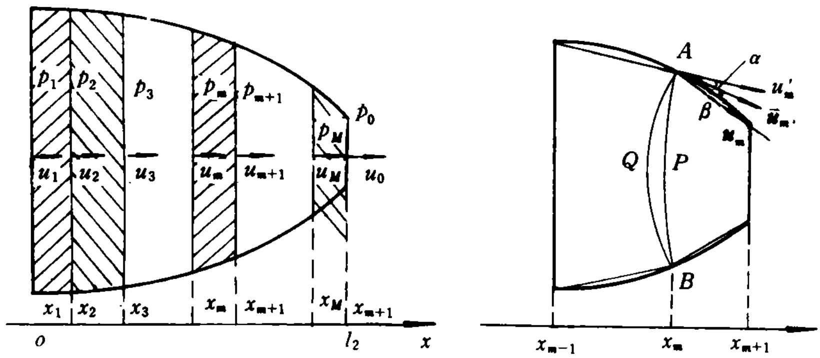

图 2　对任意非均匀打孔层分段离散化

$$\begin{cases}\sqrt{s_{(m)}} = a_m x_{(m)} + b_m \\ \sqrt{s_{(m+1)}} = a_m x_{(m+1)} + b_m\end{cases}$$

得截面积近似函数为：

$$\sqrt{s^{(m)}(x)} = \frac{\sqrt{s_{(m+1)}} - \sqrt{s_{(m)}}}{x_{(m+1)} - x_{(m)}} x + \frac{x_{(m+1)}\sqrt{s_{(m)}} - x_{(m)}\sqrt{s_{(m+1)}}}{x_{(m+1)} - x_{(m)}} \tag{12}$$

当每段用指数波导近似时，由

$$\begin{cases}\sqrt{s_{(m)}} = b_m e^{-\mu_m x_{(m)}} \\ \sqrt{s_{(m+1)}} = b_m e^{-\mu_m x_{(m+1)}}\end{cases}$$

得

$$\sqrt{s^{(m)}(x)} = \sqrt{s_{(m)}}\left(\frac{s_{(m)}}{s_{(m+1)}}\right)^{\frac{x_{(m)} - x}{2(x_{(m+1)} - x_{(m)})}} \tag{13}$$

分层界面上边界条件为声压连续、质点振速连续，由于截面连续变化，声压连续也等价于单元截面上总压力连续. 分层后，振速连续条件只能取近似. 见图 2，在 x_m 处，实际振速为 $\vec{u}_m$. 但从第 m-1 和第 m 薄层看，振速分别为 $\vec{u}'_m$ 和 $\vec{u}''_m$. 振速连续条件应取 $\vec{u}'_m$ 和 $\vec{u}''_m$ 在 $\vec{u}_m$ 方向的分量相等，$u'_m\cos\alpha = u''_m\cos\beta$，而我们取 $u'_m = u''_m$，带来一定误差. 当截面变化越缓、分层越密，α 和 β 越小，取 $u'_m = u''_m$ 误差也越小.

各薄层传递矩阵 $[D^{(n)}]$ $(n=1, 2, \cdots, M)$ 相联，得任意非均匀打孔层的传递矩阵

$$\begin{Bmatrix} F_t \\ u_t \end{Bmatrix} = [D^{(1)}][D^{(2)}]\cdots\cdots[D^{(M)}]\begin{Bmatrix} F_0 \\ u_0 \end{Bmatrix} = [E]\begin{Bmatrix} F_0 \\ u_0 \end{Bmatrix} \tag{14}$$

2.4　各层介质间的边界条件

相联的单元截面相同的均匀层之间，满足截面上总压力连续、质点振速连续.

打孔橡胶层与钢板和不打孔橡胶板交界面突变，故面上各点边界条件实际上是不一致，需取近似. 试以第一层橡胶板与第二层打孔橡胶板之间界面为例，考虑两种近似假设：

(a) 设交界面上总压力连续，材料接触面

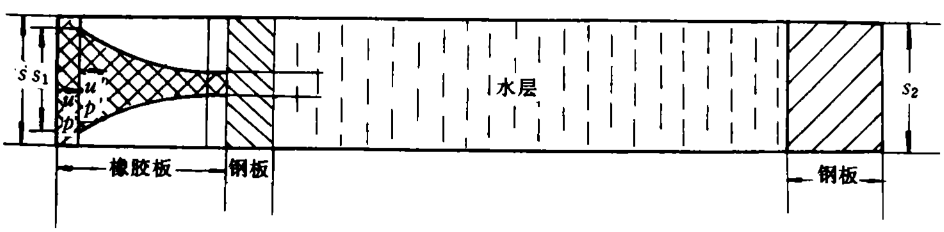

图 3　非均匀层的边界条件

上质点振速连续即

$$\begin{cases} ps = p's_1 \\ u = u' \end{cases} \tag{15}$$

(b) 设交界面上体积速度连续，材料接触面上声压连续，如空气声学截面突变的波导管中所采用的，即

$$\begin{cases} p = p' \\ us = u's_1 \end{cases} \tag{16}$$

因为单元交界面上的平均输入阻抗为：

$$z_i = \frac{p}{u} \tag{17}$$

所以由(16)得 $z_i=\frac{p's}{u's_1}$，假设$\frac{p'}{u'}$为一定值，则$\frac{s}{s_1}$越大，即孔径越大，平均阻抗反而越大，与物理概念不符. 由(15)得 $z_i=\frac{p's_1}{u's}$，$\frac{s_1}{s}$越大，即孔径越小，阻抗越大. 故对液态固体不连续界面上边界条件取(a)假设较合理. 同样地，打孔板与前钢板界面也是如此.

2.5 整个结构的传递矩阵、输入端面阻抗及反射、吸声系数

由边界条件将各单层介质传递矩阵相联，得整个结构传递矩阵：

$$\begin{Bmatrix} F_1 \\ u_1 \end{Bmatrix} = [A_{(1)}][A^{(2)}]\cdots\cdots[A^{(N)}]\begin{Bmatrix} F_{N+1} \\ u_{N+1} \end{Bmatrix}$$

$$= [B]\begin{Bmatrix} P_{FN+1} \\ u_{N+1} \end{Bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}\begin{Bmatrix} F_{N+1} \\ u_{N+1} \end{Bmatrix} \tag{18}$$

图 1(a)整个结构看成四层，$N=4$；图 1(b)结构看成六层，$N=6$.

忽略相邻单元间横向应力，即忽略单元间振动耦合，并考虑低频时，波长远大于单元截面尺寸，则可取单元表面面阻抗近似代表整个平面结构表面的平均输入阻抗 Z_i. 结构层后面为 空气，终端边界条件近似为：

$$p_{N+1} = 0 \quad 即 \quad F_{N+1} = 0 \tag{19}$$

(19)代入(18)得端面输入阻抗及反射、吸声系数：

$$Z_i = \frac{p_1}{u_1} = \frac{F_1}{su_1} = \frac{b_{12}}{sb_{22}} \tag{20}$$

$$R = \frac{Z_i - \rho_w c_w}{Z_i + \rho_w c_w} = (\frac{b_{12} - s\rho_w c_w b_{22}}{b_{12} + s\rho_w c_w b_{22}}) \tag{21}$$

$$\alpha = 1 - R \cdot R^*$$

$$= 1 - (\frac{b_{12} - s\rho_w c_w b_{22}}{b_{12} + s\rho_w c_w b_{22}})(\frac{b_{12} - s\rho_w c_w b_{22}}{b_{12} + s\rho_w c_w b_{22}})^* \tag{22}$$

3 反射、吸声系数数值计算与分析

计算了图 1 两种结构反射、吸声系数，设非均匀层橡胶单元截面按指数规律变化. 非均匀层厚 l_2 与橡胶板的总厚度 l_s 之比 $l_2/l_s\approx0.944$，孔距为 d，其前后端孔径 Φ_1，Φ_2，与 l_s 之比分别为 0.028、0.14，非均匀橡胶波导前后截面 $s_1=d^2-\frac{\pi}{4}\Phi_1^2$、$s_2=d^2-\frac{\pi}{4}\Phi_2^2$. 因为

$$\sqrt{s(x)} = be^{-\mu x}$$

由

$$\begin{cases} \sqrt{s_1} = b, \quad (x=0) \\ \sqrt{s_2} = be^{-\mu l_2}, \quad (x=l_2) \end{cases}$$

得波导截面 $s(x)=s_1e^{-\frac{x}{2l_2}}\ln(s_1/s_2)$.

表 1 非均匀层复合吸声结构模型各层尺寸和材料参数

层序号	材料	材料参数和尺寸			各层厚度与橡胶板总厚 l_s 之比			
		声速 c(m/s)	密度 ρ(kg/m^3)	损耗因子 η	二层结构(图 1(a))		四层结构(图 1(b))	
					均匀层	0.028	均匀层	0.028
1	橡胶	1470	1039	0.49	非均匀打孔层	0.944	非均匀打孔层	0.944
					均匀打孔层	0.028	均匀打孔层	0.028
2	钢	5941	7840	0.00		0.083		0.083
3	水	1500	1000	0.00		—		4.17
4	钢	5941	7840	0.00		—		0.28

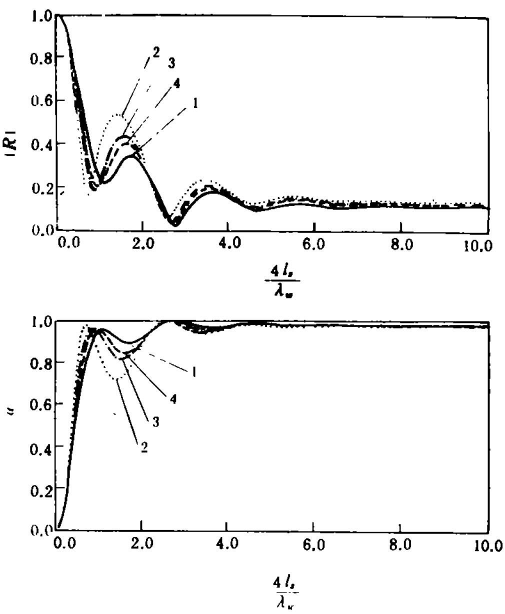

图 4　橡胶板(或非均匀橡胶板)—钢板结构反射系数和吸声系数频响曲线，

(1 —— 均匀橡胶板；非均匀橡胶板：

2 …… $d=0.154\ l_s$；3 —·— $d=0.193\ l_s$；

4 — —$d=0.232\ l_s$)

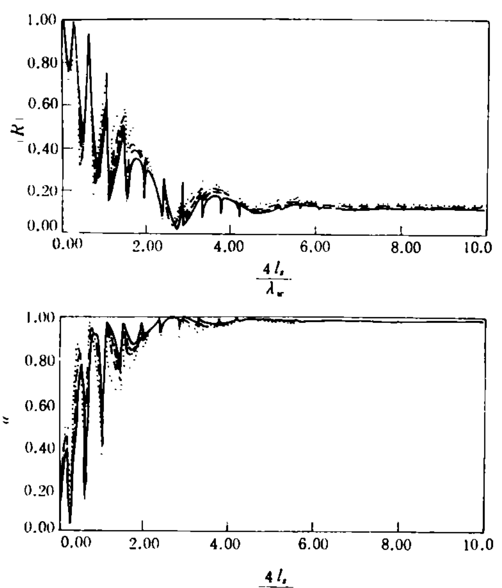

图 5　橡胶板(或非均匀橡胶板)　钢板　水层　钢板结构反射系数和吸声系数频响曲线，

(1 —— 均匀橡胶板；非均匀橡胶板：

2 …… $d=0.154\ l_s$；3 —·—· $d=0.193\ l_s$；

4 — — $d=0.232\ l_s$)

为研究打孔对反声、吸声的影响，孔径不变，孔距与橡胶板总厚比分别取 $d/l_s=0.154$、0.193、0.232，计算了反射系数和吸声系数.

3.1　非均匀四层结构的反射系数频响曲线包络与相应的二层结构频响曲线接近，但由于厚的水层而在一些频率点上出现强的共振反射峰，(图 4、5).

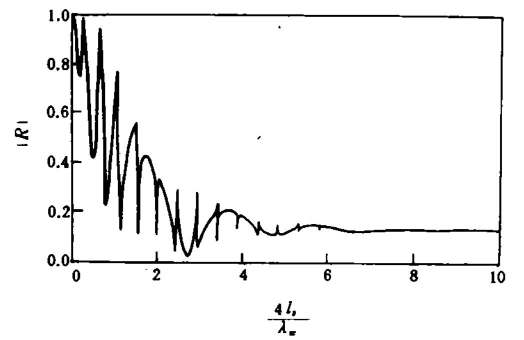

图 6　非均匀橡胶板—钢板—水层—钢板结构的反射系数频响曲线

(非均匀层为锥形波导，用方法(1)和(3)计算，方法(3)对非均匀层分 4 段、17 段近似)

3.2　吸声层中打孔后，与不打孔时相比，二层结构反射系数频响曲线中第一谷值频率降低、频带变窄，第一峰值变大. 相应地，四层结构包络曲线也有相同变化规律. 打孔越密，上述变化越明显.

4　包含任意均匀层的结构反声、吸声系数近似算法检验

对锥形、指数、悬链线和正余弦非均匀橡胶波导几种情况，用本文提出的分段用锥形波导(方法(2))和指数波导近似(方法(3))两种方法计算反射系数，并与直接由 $\frac{(\sqrt{s})''}{\sqrt{s}}$ 为常数的解析算法(方法(1))结果比较，以检验近似算法的通用性和精度.

由图 6—11，(图中曲线(1)：用方法(1)及用方法(2)或(3)非均匀层分 17 段近似；曲线(2)：方法(2)或(3)非均匀层分 4 段近似). 对锥形、指数形、悬链线和正余弦非均匀橡胶波

导用方法(1)和(2)作了计算，结果是当截面变化较缓慢时，用较少的分层近似计算和用解析法计算所得反射系数频响曲线几乎完全重合；而当截面变化较快，分层较少时，近似计算与解析法结果相差较大，但增加分段数后，误差可减少.

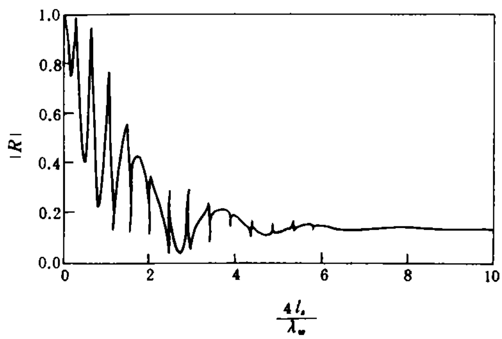

图 7 非均匀橡胶板—钢板—水层—钢板结构的反射系数频响曲线

(非均匀层为指数波导，用方法(1)和(2)计算，方法(2)非均匀层分 4 段、16 段近似)

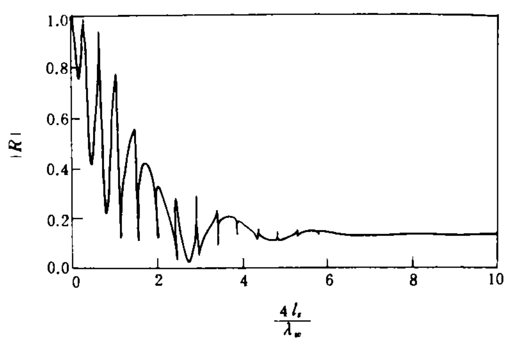

图 8 非均匀橡胶板—钢板—水层—钢板结构的反射系数频响曲线

(非均匀层为悬链线($\mu=1$)波导，用方法(1)、(2)和(3)计算，方法(2)、(3)非均匀层分 4 段、17 段近似)

5 结论

5.1 采用非均匀波导理论，导出了非均匀层复合结构的传递矩阵和反射、吸声系数. 数值计算表明，其反射、吸声系数频响曲线随各层参数的变化规律与对应均匀结构的变化规律相

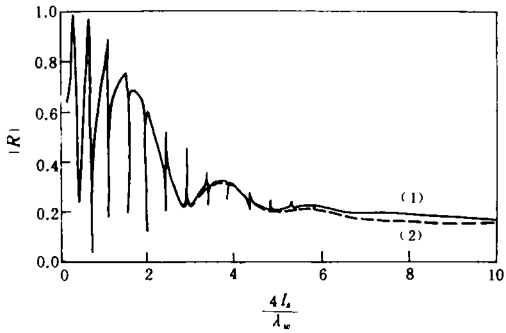

图 9 非均匀橡胶板—钢板—水层—钢板结构的反射系数频响曲线

(非均匀层为悬链线($\mu=30$)波导，用方法(1)和(2)计算，方法(2)非均匀层分 4 段(曲线(2))、17 段(曲线(1))近似)

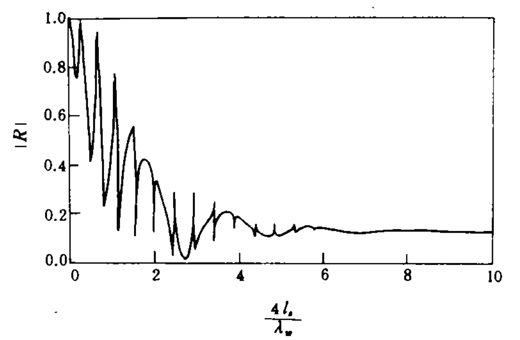

图 10 非均匀橡胶板—钢板—水层—钢板结构的反射系数频响曲线

(非均匀层为正余弦($\mu=1$)波导，用方法(1)、(2)和(3)计算，方法(2)、(3)非均匀层分 4 段、17 段近似)

似，例如非均匀多层结构也存在由水层引起的共振反射峰[2].

5.2 非均匀结构与均匀结构相比，反射系数频响曲线包络第一谷值频率降低，且打孔孔径不变，孔距愈小，降低越多. 第一谷值频带变窄，第一峰值变大.

5.3 提出了计算包含任意非均匀层的多层复合结构反射、吸声系数的近似方法. 即分层采用锥形和指数函数拟合计算. 它们与解析法计算对比，证明此法处理非均匀层适用性很好，

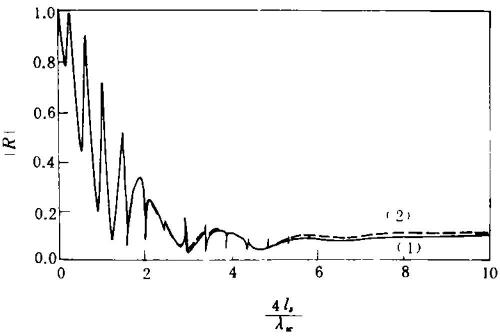

图 11 非均匀橡胶板—钢板—水层—钢板结构的反射系数频响曲线

(非均匀层为正余弦($\mu=20$)波导，用方法(1)和(3)计算，方法(3)非均匀层分 4 段(曲线 2)、17 段(曲线 1)近似)

并且可通过分段数控制计算误差.

参 考 文 献

[1] 何祚镛，赵玉芳. 声学理论基础，北京：国防工业出版社，(403—407，459)

[2] 何祚镛，王 曼. 水下均匀材料复合层吸声特性研究，应用声学，**15**(5)：1—5

[3] 何祚镛，赵玉芳. 声学理论基础，北京：国防工业出版社，1981.(385—390)

[1] 何祚镛，赵玉芳. 声学理论基础，北京：国防工业出版社，1981.(130—134)

全国声学标准技术委员会三届会议在武夷山召开

全国声标技委会三届四次会议于 1995 年 10 月 23 日至 29 日在武夷山市召开. 出席会议的有委员 17 人，国家技术监督局标准司二处丁明同志、中科院声学所彭汉民副所长、中科院声学所技术开发处樊发聪处长、项目负责人、各分委会秘书长及总会秘书等列席了会议. 15 位委员因事或因病未出席，但于会前均已请假并表示对要审的的标准，将给出书面意见和投票.

会议由主任委员马大猷教授主持. 马先生向委员及代表沉痛通告：委员朱雷风同志和秘书李真同志不幸病逝. 全体起立默哀.

马先生在讲话中，希望大家对审查标准要严格、慎重、认真. 一方面要和国际标准接轨，另方面要注意群众性，要得到绝大多数的同意，因为标准是要执行的，否则贯彻不下去起不了作用. 所以请大家仔细地讨论，尽量取得一致的意见，若有分歧，可以不通过，搁置一段时间，经实践考验后再定.

秘书长章汝威同志向委员及代表汇报了自 1994 年 10 月至 1995 年 9 月技委会的工作.

国家技术监督局丁明同志介绍了标准化工作改革的主要措施. 并对声标委和秘书处的工作给予充分的肯定. 中科院声学所彭汉民副所长到会并表示今后在各方面将尽所能帮助秘书处解决困难，为声学标准化工作尽力.

会议审查通过了(包括未出席会议委员的投票结果)11 项国家标准，即：

1. 声学名词术语
2. 声学 插入式耳机纯音基准等效阀声压级
3. 声学 测听方法——纯音气导与骨导听阀基本测听法
4. 声学 管道消声器无气流状态下插入损失测量——实验室简易法
5. 声学 声强法测定噪声源的声功率级——第一部分：离散点上的测量
6. 声学 声压法测定噪声源的声功率级——使用标准声源简易法
7. 声学 振速法测定噪声源的声功率级——用于封闭机器的测量
8. 厅堂音质模型试验方法
9. 声学 声学材料阻尼性能的弯曲共振测试方法
10. 医用压力脉冲碎石机声场特性及其测量
11. 声学 用水听器在 0.5—15 MHz 频率范围内的超声场测量和特性描述

会议同时讨论了 1996 年、1997 年的工作计划以及其它有关事项. 最后，秘书长提出了会议纪要草案.

委员对秘书处一年来的工作表示十分满意，以热烈的掌声通过了工作报告和会议纪要. 与会代表一致认为，这次会议开得很好，讨论气氛热烈，各方面合作密切，完成了预期的任务.

(全国声标委秘书处)