联合聚能器的理论分析和计算

凌 鸿 烈

（中国科学院东海研究站）

1988年7月4日收到

本文讨论了二级联合聚能器的设计方法．从一般形式出发，引入二个不同的形状函数，根据联合聚能器各部分的边界条件和连续条件，按一维问题考虑，推导出了有负载情况下二级联合聚能器的通用频率方程和振速放大系数，还导出了计算联合聚能器各点的位移，振速，应变，纵向弹性力，应力的关系表达式．在上述的表达式中，只要代入所需的二个形状函数，便能推得指定形状下设计二级联合聚能器所需的各种表达式．在某些条件的假定下，可以推出各种简化情况下的有关表达式，为今后功率超声换能器的设计提供必要的数据．

一、前　　言

随着工业生产的发展，大功率超声在工业上的应用越来越广泛，特别对于金属管、金属丝和金属棒的拉伸，压延、机械加工，合金铝的铆接等均需要高声强超声设备．采用大功率超声不仅提高了产品的质量，而且大大提高了生产的工效，降低了产品的能耗[1-3]．

在过去的文献中，几乎看不到对带有多级聚能器的超声换能器有系统的理论分析和一般性的计算方法．本文对二级联合聚能器进行了讨论．

二、方 程 推 导

二级联合聚能器的一般形式由二种不同变截面聚能器所组成，如图1所示．

为简化分析，假定

1. 在聚能器内波前保持平面传播．

2. 聚能器截面内的应变分布是均匀的．聚能器内无能量损失．

为了满足上述第一要求，聚能器的横向尺寸应比声波在聚能器中的波长小得多（例如小于$\frac{1}{4}$波长），这样，聚能器的横向振动可以忽略，聚能器可以按一维问题来考虑．

下面诸式中采用的符号定义如下

x_i——各级聚能器内任意点的纵向距离．$(i=1,2)$；l_i——各级聚能器的长度；S_i——聚能器各部分的横截面积；R_i——聚能器各部分的横向半径；P_i——聚能器的形状函数．$P_i(x_i)=1/R_i(x_i)$；P'_i——P_i的一阶导数；ξ_i——聚能器各部分的质点位移；u_i——聚能器各部分的质点振速；η_i——聚能器各部分的应变；F_i——聚能器各部分的纵向弹性力；σ_i——聚能器各部分的应力；z_L——作用于聚能器小端面上的外负载阻抗；E_i——各级聚能器所用材料的杨氏模量；C_i——各级聚能器内的声速；k_i——波数；

（1）频率方程

根据图1，二级聚能器两端的边界条件为

$$F_1(0)=0 \tag{1a}$$

$$F_2(l_2)=z_L u_f=j\omega z_L \xi_2(l_2) \tag{1b}$$

式中，u_f为小端面上的振速．u_0为联合聚能器的输入振速．

二级聚能器在交界面处的连续条件为

$$\xi_1(l_1)=\xi_2(0) \tag{1c}$$

$$F_1(l_1)=F_2(0) \tag{1d}$$

通过解方程组可以得到二级轴对称聚能器在有负载时一般形式的频率方程为

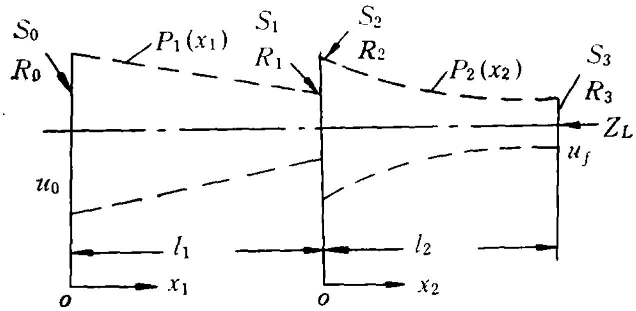

图 1 二级联合聚能器

$$\tan k_1 l_1 = \left\{\left[\delta_4 + \frac{z_1}{z_2}\delta_2 - \delta_3 - \frac{z_1}{z_2}\delta_1 + j\frac{z_L}{z_3}\right] - \left[\left(1 - \frac{z_1}{z_2}\delta_2\delta_4 + \delta_3\delta_4 + \frac{z_1}{z_2}\delta_1\delta_4\right) - j\frac{z_L}{z_3}\left(\frac{z_1}{z_2}\delta_2 - \delta_3 - \frac{z_1}{z_2}\delta_1\right)\right]\tan k_2 l_2\right\} \Big/ \left\{\left[\frac{z_1}{z_2} + \delta_1\delta_4 + \frac{z_1}{z_2}\delta_1\delta_2 - \delta_1\delta_3 + j\frac{z_L}{z_3}\delta_1\right] + \left[\left(\frac{z_1}{z_2}\delta_4 - \delta_1 + \frac{z_1}{z_2}\delta_1\delta_2\delta_4 - \delta_1\delta_3\delta_4\right) + j\frac{z_L}{z_3}\left(\frac{z_1}{z_2} + \frac{z_1}{z_2}\delta_1\delta_2 - \delta_1\delta_3\right)\right]\tan k_2 l_2\right\} \tag{2a}$$

$$\tan k_2 l_2 = \left\{\left[\delta_4 + \frac{z_1}{z_2}\delta_2 - \delta_3 - \frac{z_1}{z_2}\delta_1 + j\frac{z_L}{z_3}\right] - \left[\frac{z_1}{z_2} + \delta_1\delta_4 + \frac{z_1}{z_2}\delta_1\delta_2 - \delta_1\delta_3 + j\frac{z_L}{z_3}\delta_1\right]\tan k_1 l_1\right\} \Big/ \left\{\left[\left(1 - \frac{z_1}{z_2}\delta_2\delta_4 + \delta_3\delta_4 + \frac{z_1}{z_2}\delta_1\delta_4\right) - j\frac{z_L}{z_3}\left(\frac{z_1}{z_2}\delta_2 - \delta_3 - \frac{z_1}{z_2}\delta_1\right)\right] + \left[\left(\frac{z_1}{z_2}\delta_4 - \delta_1 + \frac{z_1}{z_2}\delta_1\delta_2\delta_4 - \delta_1\delta_3\delta_4\right) + j\frac{z_L}{z_3}\left(\frac{z_1}{z_2} + \frac{z_1}{z_2}\delta_1\delta_2 - \delta_1\delta_3\right)\right]\tan k_1 l_1\right\} \tag{2b}$$

式中

$$z_1 = E_1 \cdot s_1/c_1;\quad z_2 = E_2 \cdot s_2/c_2;\quad z_3 = E_2 \cdot s_3/c_2$$

$$\delta_1 = \frac{P_1'(0)}{k_1 P_1(0)};\qquad \delta_2 = \frac{P_1'(l_1)}{k_1 P_1(l_1)};$$

$$\delta_3 = \frac{P_2'(0)}{k_2 P_2(0)};\qquad \delta_4 = \frac{P_2'(l_2)}{k_2 P_2(l_2)}.$$

c_1、c_2、k_1、k_2 与聚能器的形状有关.

在无负载 ($z_L = 0$) 情况下，二级聚能器的频率方程为

$$\tan k_1 l_1 = \left\{\left[\delta_4 + \frac{z_1}{z_2}\delta_2 - \delta_3 - \frac{z_1}{z_2}\delta_1\right] - \left[1 - \frac{z_1}{z_2}\delta_2\delta_4 + \delta_3\delta_4 + \frac{z_1}{z_2}\delta_1\delta_4\right] \cdot \tan k_2 l_2\right\} \Big/ \left\{\left[\frac{z_1}{z_2} + \delta_1\delta_4 + \frac{z_1}{z_2}\delta_1\delta_2 - \delta_1\delta_3\right] + \left[\frac{z_1}{z_2}\delta_4 - \delta_1 + \frac{z_1}{z_2}\delta_1\delta_2\delta_4 - \delta_1\delta_3\delta_4\right]\tan k_2 l_2\right\} \tag{3a}$$

$$\tan k_2 l_2 = \left\{\left[\delta_4 + \frac{z_1}{z_2}\delta_2 - \delta_3 - \frac{z_1}{z_2}\delta_1\right] - \left[\frac{z_1}{z_2} + \delta_1\delta_4 + \frac{z_1}{z_2}\delta_1\delta_2 - \delta_1\delta_3\right]\tan k_1 l_1\right\} \Big/ \left\{\left[1 - \frac{z_1}{z_2}\delta_2\delta_4 + \delta_3\delta_4 + \frac{z_1}{z_2}\delta_1\delta_4\right] + \left[\frac{z_1}{z_2}\delta_4 - \delta_1 + \frac{z_1}{z_2}\delta_1\delta_2\delta_4 - \delta_1\delta_3\delta_4\right] \cdot \tan k_1 l_1\right\} \tag{3b}$$

(2) 各点位移，振速，应变，纵向弹性力和应力

位移，振速，应变，纵向弹性力和应力的分布是反映各种聚能器性能的重要参数. 由下述根据聚能器的边界条件和连续条件所得到的方程组

$$
\begin{cases}
\xi_1(0) = \dfrac{u_0}{j\omega} \\
\xi_1(l_1) = \xi_2(0) \\
F_1(l_1) = F_2(0) \\
F_1(0) = 0
\end{cases} \tag{4}
$$

可求算文献[4]中的四个系数

$$A_1 = -\frac{u_0 P_1'(0)}{j\omega k_1 P_1^2(0)};$$

$$B_1 = \frac{u_0}{j\omega P_1(0)};$$

$$A_2 = -\frac{u_0 P_1(l_1)}{j\omega P_1(0) P_2(0)}\left[\left(\frac{z_1}{z_2} + \frac{z_1}{z_2}\delta_1\delta_2 - \delta_1\delta_3\right) \cdot \sin k_1 l_1 + \left(\frac{z_1}{z_2}\delta_1 + \delta_3 - \frac{z_1}{z_2}\delta_2\right)\cos k_1 l_1\right];$$

$$B_2 = \frac{u_0 P_1(l_1)}{j\omega P_1(0) P_2(0)}[\cos k_1 l_1 - \delta_1 \sin k_1 l_1].$$

代入文献[4]中(6)—(10)式，即可求得二级聚能器各点的位移，振速，应变，纵向弹性力和应力.

(3)振速(或位移)放大系数

按聚能器振速放大系数的定义

$$M = \left|\frac{u_f}{u_0}\right| = \left|\frac{P_1(l_1)P_2(l_2)}{P_1(0)P_2(0)}\left\{[\cos k_1 l_1 - \delta_1 \sin k_1 l_1]\cos k_2 l_2 - \left[\left(\frac{z_1}{z_2} + \frac{z_1}{z_2}\delta_1\delta_2 - \delta_1\delta_3\right)\sin k_1 l_1 + \left(\frac{z_1}{z}\delta_1 - \frac{z_1}{z_2}\delta_2 + \delta_3\right) \cdot \cos k_1 l_1\right)\sin k_2 l_2\right\}\right| \tag{5}$$

对于聚能器 l_1，振速放大系数为

$$M_1 = \left|\frac{u_1(l_1)}{u_0}\right| = \left|\frac{P_1(l_1)}{P_1(0)}[\cos k_1 l_1 - \delta_1 \sin k_1 l_1]\right|$$

对于聚能器 l_2，振速放大系数为

$$M_2 = \left|\frac{u_2(l_2)}{u_2(0)}\right| = \left|\frac{P_2(l_2)}{P_2(0)}\left\{\cos k_2 l_2 - \left[\left(\frac{z_1}{z_2} + \frac{z_1}{z_2}\delta_1\delta_2 - \delta_1\delta_3\right)\sin k_1 l_1 + \left(\frac{z_1}{z_2}\delta_1 - \frac{z_1}{z_2}\delta_2 + \delta_3\right)\cos k_1 l_1\right]\sin k_2 l_2 \Big/ [\cos k_1 l_1 - \delta_1 \sin k_1 l_1]\right\}\right|$$

由此可知，联合聚能器的振速放大系数等于各级聚能器振速放大系数的乘积. 即 $M = M_1 \times M_2$

如果 l_1 和 l_2 各有一个节点，其节点位置可通过

$$u_1(x_0) = 0 \text{ 和 } u_2(x_0) = 0$$

求得，对于聚能器 l_1，

$$x_{01} = \frac{1}{k_1}\tan^{-1}\frac{1}{\delta_1} \tag{6}$$

对于聚能器 l_2，

$$x_{02} = \frac{1}{k_2}\tan^{-1}\{[1 - \delta_1 \tan k_1 l_1]\} \Big/ \left\{\left[\left(\frac{z_1}{z_2} + \frac{z_1}{z_2}\delta_1\delta_2 - \delta_1\delta_3\right)\tan k_1 l_1 + \left(\frac{z_1}{z_2}\delta_1 - \frac{z_1}{z_2}\delta_2 + \delta_3\right)\right]\right\} \tag{7}$$

三、例　　证

上面给出了二级聚能器在负载和无负载情况下的频率方程及位移，振速，应变，应力等表达式. 为了说明其结果的正确性，下面将从一般表达式推导几种大家所熟悉的特例来加以验证.

1. 若 $l_1 = 0$，且 $z_L \neq 0$，则 $\tan k_1 l_1 = 0$，$\delta_1 = \delta_2 = 0$.

二级聚能器成为如图2所示的单级聚能器. 其频率方程由(2a)式可以求得为

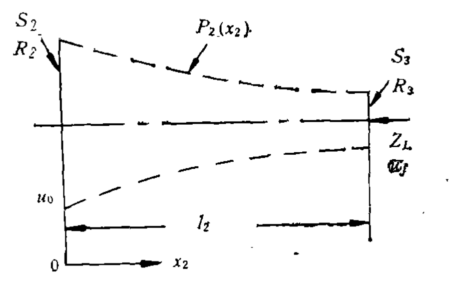

图2　单级聚能器

$$\tan k_2 l_2 = \frac{(\delta_4 - \delta_3) + j\dfrac{z_L}{z_3}}{(1 + \delta_3\delta_4) + j\dfrac{z_L}{z_3}\delta_3} \tag{8}$$

待定系数 A_2，B_2 简化为

$$A_2 = -\frac{u_0\delta_3}{j\omega P_2(0)}$$

$$B_2 = \frac{u_0}{j\omega P_2(0)}.$$

振速放大系数由(5)式可得

$$M = \left|\frac{P_2(l_2)}{P_2(0)}[\cos k_2l_2 - \delta_3\sin k_2l_2]\right| \quad (9)$$

节点位置由(7)式可得

$$x_0 = \frac{1}{k_2}\tan^{-1}\frac{1}{\delta_3} \quad (10)$$

当 $z_L = 0$ 时，频率方程由(8)式可得

$$\tan k_2l_2 = \frac{\delta_4 - \delta_3}{1 + \delta_3\delta_4} \quad (11)$$

以上(8)—(11)式与文献[4]中所给出的结果相同．若 $l_2 = 0$ 也能得到上述表达式．形状函数 $P_2(x_2)$ 取相应的关系式，就能得到圆锥形，指数形，悬链线形等聚能器的各种表示式．

2. 若 l_1 为圆柱体，且 $z_L = 0$，则 $P_1'(0) = P_1'(l_1) = 0$，$\delta_1 = \delta_2 = 0$

二级聚能器成为如图 3 所示的复合聚能器．频率方程从(3b)式中可以求得为：

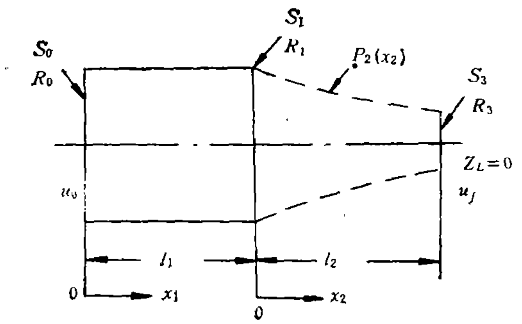

图 3　l_1 为圆柱形复合聚能器

$$\tan k_2l_2 = \frac{\delta_4 - \delta_3 - \frac{z_1}{z_2}\tan k_1l_1}{1 + \delta_3\delta_4 + \frac{z_1}{z_2}\delta_4\tan k_1l_1} \quad (12)$$

待定系数 A_1，B_1，A_2，B_2 简化为

$$A_1 = 0$$

$$B_1 = \frac{u_0}{j\omega}$$

$$A_2 = -\frac{u_0}{j\omega P_2(0)}\left[\frac{z_1}{z_2}\sin k_1l_1 + \delta_3\cos k_1l_1\right]$$

$$B_2 = \frac{u_0}{j\omega P_2(0)}\cos k_1l_1$$

振速放大系数由(5)式可得

$$M = \left|\frac{P_2(l_2)}{P_2(0)}\left\{\cos k_1l_1\cos k_2l_2 - \left[\frac{z_1}{z_2}\sin k_1l_1 + \delta_3\cos k_1l_1\right]\sin k_2l_2\right\}\right| \quad (13)$$

3. 若 l_2 为圆柱体，且 $z_L = 0$，则 $P_2'(0) = P_2'(l_2) = 0$，$\delta_3 = \delta_4 = 0$

二级聚能器成为如图 4 所示的二端自由的复合聚能器．频率方程从(3a)式中可以推得为

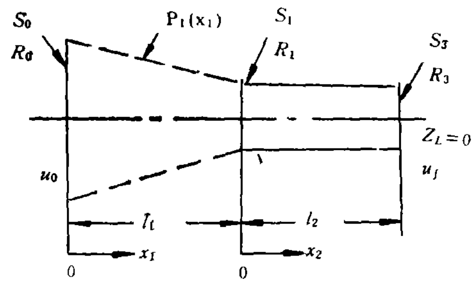

图 4　l_2 为圆柱形复合聚能器

$$\tan k_1l_1 = \frac{\frac{z_1}{z_2}(\delta_2 - \delta_1) - \tan k_2l_2}{\frac{z_1}{z_2}(1 + \delta_1\delta_2) - \delta_1\tan k_2l_2} \quad (14)$$

待定系数 A_1，B_1，A_2，B_2 为

$$A_1 = -\frac{u_0P_1'(0)}{j\omega k_1P_1^2(0)}$$

$$B_1 = \frac{u_0}{j\omega P_1(0)}$$

$$A_2 = -\frac{u_0P_1(l_1)z_1}{j\omega P_1(0)z_2}[(1 + \delta_1\delta_2)\sin k_1l_1 + (\delta_1 - \delta_2)\cos k_1l_1]$$

$$B_2 = \frac{u_0P_1(l_1)}{j\omega P_1(0)}[\cos k_1l_1 - \delta_1\sin k_1l_1]$$

振速放大系数由(5)式可得

$$M = \left|\frac{P_1(l_1)}{P_1(0)}\left\{[\cos k_1l_1 - \delta_1\sin k_1l_1]\cos k_2l_2 - \frac{z_1}{z_2}[(1 + \delta_1\delta_2)\sin k_1l_1 + (\delta_1 - \delta_2)\right.$$

$$\cdot \cos k_1 l_1] \sin k_2 l_2 \}\Big| \tag{15}$$

以上 2.，3. 两例均能从文献 [4] 的一般性表示式中推导出来.

4. 考虑到实际使用情况，取 l_1 为圆锥形，l_2 为指数形，而且 $l_2 = \frac{\lambda_2}{2}$（谐振长度），$z_L \neq 0$，则 $\tan k_2 l_2 = 0$，$\sin k_2 l_2 = 0$，$\cos k_2 l_2 = 1$

二级聚能器成为如图 5 所示的联合聚能器. 频率方程从 (2a) 式中可以求得为

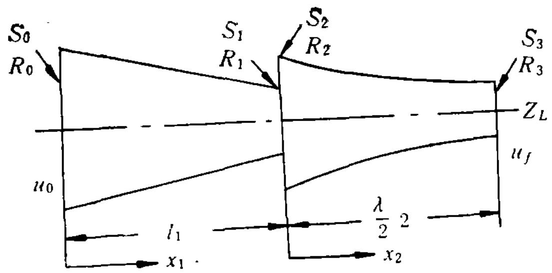

图 5　l_1 圆锥形，$l_2 = \frac{\lambda_2}{2}$ 指数形联合聚能器

$$\tan k_1 l_1 = \frac{\frac{D}{k_1}(N_1 - 1) + j\frac{z_L}{z_1} \cdot N_2^2}{\left(1 + \frac{D^2}{k_1^2} N_1\right) + j\frac{z_L}{z_1} \cdot \frac{D}{k_1} \cdot N_2^2} \tag{16}$$

待定系数 A_1，B_1，A_2，B_2 为

$$A_1 = -\frac{u_0 D R_0}{j\omega k_1}$$

$$B_1 = \frac{u_0 R_0}{j\omega}$$

$$A_2 = -\frac{u_0 N_1 R_2}{j\omega} \cos k_1 l_1 \cdot \frac{\left(1 + \frac{D^2}{k_1^2}\right)\left(\frac{\beta}{k_2} + j\frac{z_L}{z_2} \cdot N_2^2\right)}{\left(1 + \frac{D^2}{k_1^2} N_1\right) + j\frac{z_L}{z_1} \cdot \frac{D}{k_1} \cdot N_2^2}$$

$$B_2 = \frac{u_0 N_1 R_2}{j\omega} \cos k_1 l_1 \cdot \frac{2}{\left(1 + \frac{D^2}{k_1^2} N_1\right) + j\frac{z_L}{z_1} \cdot \frac{D}{k_1} \cdot N_2^2}.$$

式中

$D = \frac{N_1 - 1}{N_1 l_1}$ 是圆锥形聚能器的形状参数 $\left(N_1 = \frac{R_0}{R_1}\right)$

$\beta = \frac{1}{l_2} \ln N_2$ 是指数形聚能器的形状参数 $\left(N_2 = \frac{R_2}{R_3}\right)$

振速放大系数为

$$M = \left| \frac{2N_1 \cdot N_2 \cdot \cos k_1 l_1}{\left(1 + \frac{D^2}{k_1^2} N_1\right) + j\frac{z_L}{z_1} \cdot \frac{D}{k_1} \cdot N_2^2} \right| \tag{17}$$

若 $z_L = 0$，频率方程从(16) 式可以求得为

$$\tan k_1 l_1 = \frac{\frac{D}{k_1}(N_1 - 1)}{1 + \frac{D^2}{k_1^2} N_1} = \frac{k_1 l_1}{1 + \frac{(k_1 l_1)^2 N_1}{(1 - N_1)^2}} \tag{18}$$

待定系数 A_1，B_1，A_2，B_2 为

$$A_1 = -\frac{u_0 D R_0}{j\omega k_1}$$

$$B_1 = \frac{u_0 R_0}{j\omega}$$

$$A_2 = -\frac{u_0 N_1 R_2}{j\omega} \cos k_1 l_1 \frac{\frac{\beta}{k_2}\left(1 + \frac{D^2}{k_1^2}\right)}{1 + \frac{D^2}{k_1^2} N_1}$$

$$B_2 = \frac{u_0 N_1 R_2}{j\omega} \cos k_1 l_1 \frac{2}{1 + \frac{D^2}{k_1^2} N_1}$$

振速放大系数由(17)式得到

$$M = \left| \frac{2N_1 N_2 \cos k_1 l_1}{1 + \frac{D^2}{k_1^2} N_1} \right| = \left| N_1 \cdot N_2 \left[\cos k_1 l_1 - \frac{D}{k_1} \sin k_1 l_1 \right] \right| < N_1 \cdot N_2 \tag{19}$$

以上 (15)—(18) 式均能从文献[4]的相对应的公式中推导出来，作用在第二级聚能器上的外负载 z_L，反映到第一级聚能器上，要扩大 N_2^2 倍，而且，l_1 和 l_2 的长度比不同，其负载阻抗是变化的. 对于不同形状的联合聚能器，负载阻抗也是不同的.

通过对 l_1 为圆锥形，l_2 为指数形联合聚能器的推算，以及与二端自由的单级圆锥形，单级

指数形的性能对比，可见联合聚能器具有如下特点：

1. 联合聚能器的振速放大系数等于单级聚能器振速放大系数的的乘积.

2. 在有负载的情况下，反映在第一级聚能器上的负载阻抗 z_L 比单级聚能器上的负载阻抗扩大了 N_2^2 倍(即第二级聚能器大小端面积比)，而且随 l_1, l_2 的不同，负载阻抗也发生变化.

3. 联合聚能器第一级聚能器的位移，振速，应变，应力等表示式与相同单级聚能器一样，而第二级聚能器振速，应变，应力等幅度比相同单级聚能器大，并且和 N_1 成正比（N_1 是第一级聚能器大小端面直径之比）.

四、结 束 语

1. 本文讨论了二级联合聚能器的一般频率方程和二级聚能器各部分位移，振速，应变，纵向弹性力，应力和振速放大系数关系式. 对于任何形状的联合聚能器，只要把二级聚能器的形状函数代入各式，就能求出联合聚能器在各种情况下的尺寸大小和性能.

2. 联合聚能器适用于高声强功率超声系统. 由于第二级聚能器振速，应变，应力等幅度与 N_1 成正比例增加，所以对聚能器的材料和形状要有一定的选择. 在材料上要选用声学性能好，抗拉强度大，便于加工，价格比较便宜. 为了减少第二级聚能器内的应力强度，第一级聚能器的大小端面直径之比不宜太大，同时，在大功率范围内不宜采用阶梯形聚能器.

3. 在联合聚能器前端装有工具. 如果第一级聚能器为谐振长度，带有工具的第二级聚能器的尺寸大小，可按单级聚能器进行计算.

4. 本文讨论的联合聚能器，其基频谐振长度为二分之一波长. 对于满足边界条件是半波长整数倍的联合聚能器，本文给出的公式也可适用.

参 考 文 献

[1] Maropis, N., *IEEE Trans.*, **SU-16**-3(1969), 132－126.

[2] Libby, C. C., *IEEE Trans.*, **SU-16**-3(1969), 117—126.

[3] Minchenko, H., *IEEE Trans.*, **SU-16**-3 (1969), 126—132.

[4] 凌鸿烈，声学技术，**6**-1(1987)，25—33.

国内声学消息集锦

1. 超声针

«中国超声医学杂志»1988 年第 3 期，刊载了金完成等人撰写的“超声针的临床应用及实验研究”的文章. 据报道，超声针是应用小圆点形超声换能器(实用了 ϕ0.5cm 和 ϕ1.2cm 两种)，将其固定在人体适当穴位上，使超声能透入穴位来达到治疗疾病的一种方法，可称超声穴位治疗法.

通过测定，发现超声穴位治疗能提高穴位皮肤的温度，降低皮肤的电阻；通过经络测定及临床治疗观察，说明超声穴位治疗能激发穴位的特殊效应，有调节经络平衡的作用，经对 332 例扭伤、挫伤、劳损、肌肉关节疾病、胃肠道疾病的疗效观察，总有效率为 95%，显效率为 57.83%.

2. 探测放电、漏气的超声波探测仪

«山东电子»1988 年第 1 期，报道了“CT-2 型超声探测仪通过省级鉴定”的消息. 据载，该仪器主要用于电力部门电晕放电探测，石化部门气体泄漏点的查巡. 报道称，该仪器灵敏度高，使用方便，可远距离探测. 可用于对高压电气设备，大型储气、充油设备，架空设施的气体泄漏、电晕放电的定位检测.

3. 医用“B 超”耦合剂

浙江省科学技术协会出版的«科技通报»，1989 年第 1 期上刊载了孙国梓等人撰写的“医用 B 超耦合剂的研制与应用”的文章. 据报道，以甲基纤维素钠和甘油为基础组分而制得的 AT-C 耦合剂，其主要理化性能，红外光谱分析图等，与进口的美国耦合剂较接近，临床的实用性能，据介绍可与美国同类产品媲美. 文中给出了几种 B 超用耦合剂的衰减值、粘度值的列表.

(刘献铎)