

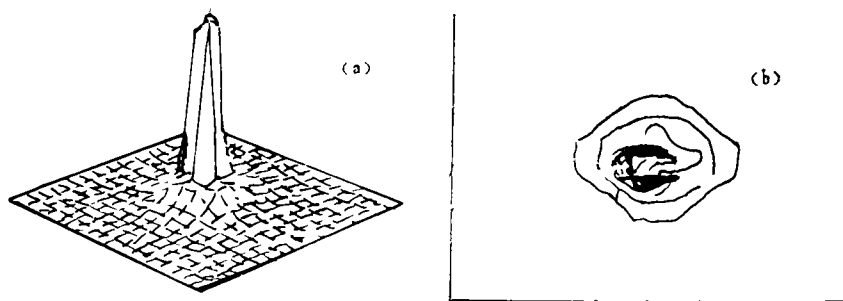


图 2 $z = 2.0\text{cm}$ 横断面上声压分布

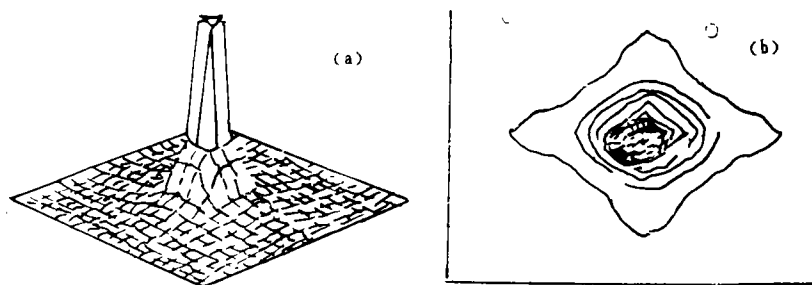


图 3 $z = 10\text{cm}$ 横断面上声压分布

B5 一种具有多共振频率的功率超声换能器

林书玉 张福成 郭孝武

(陕西师范大学应用声学研究所 西安·710062)

本文研究了一种具有多个共振频率的功率超声换能器。该换能器由一夹心式振子及一个弯曲振动薄圆盘组成,夹心式振子产生的纵向振动通过模式转换变成圆盘的轴对称弯曲振动,因此,该换能器也可看成中心驱动的弯曲振动圆盘换能器。由于圆盘的弯曲振动模式比较丰富,因此,在纵向振子的激励下,圆盘能够在不同的弯曲振动模式上达到共振,从而使该换能器具有多个共振频率。另外,由于该换能器是由两个振动元件(夹心式纵向振子及弯曲振动圆盘)复合而成,因此复合系统会产生不同的复合频率,从而使换能器在不同的频率上共振。总结全文,其主要研究内容可归纳如下:

1.从理论上推出了该换能器各部分的共振频率方程,为此类换能器的设计提供了理论依据。

2.从理论上给出了该换能器的等效电路,在此基础上,定性地解释了该换能器为何具有多个共振频率的原因。

3.实际设计了一些由纵向振子与圆盘组成的多频超声换能器,并对其共振频率、等效阻

抗以及有效机电耦合系数等性能参数进行了测量。

- 4.在大功率状态下，对换能器在不同共振频率下的振动性能进行了定性的测量及观察。
- 5.实验结果表明，该换能器可以在不同的共振频率上共振，并且对应换能器的不同共振频率，换能器的等效阻抗比较接近，在大功率情况下的振动也比较理想。
- 6.本文研制的多频超声换能器辐射声场比较均匀，可望应用于超声清洗以及声化学反应器中。
- 7.在以后的工作中，将对该换能器在不同共振频率下的辐射效率等参数进行研究。

B6 扭转振动夹心式压电超声换能器的研究

阎向宏 张福成*

(石油大学数理系 山东东营·257062)

夹心式压电超声换能器，以其较小的体积和重量而获得较大的声能密度和高的机械强度，在功率超声中的应用极为广泛。以前，人们的注意力主要集中于对压电纵振动超声换能器的研究、开发和应用，对压电纵振动换能器的研究理论已比较成熟。但是对压电扭转振动换能器的研究理论还有待进一步的发展和完善。本文以扭转振动的波动方程为出发点，考虑到一维近似条件，推导出了扭转振动夹心式压电超声换能器所满足的共振频率方程是：

$$\operatorname{tg}(k_{11} \times l_1) \operatorname{tg}(k_{12} \times l_2) = Z_1 / Z_2$$

$$\operatorname{tg}(k_{13} \times l_3) \operatorname{tg}(k_{14} \times l_4) = Z_3 / Z_4$$

其中： k_{11} 、 l_1 ； k_{13} 、 l_3 分别是前后质量块中扭转波的波数和质量块厚度

k_{12} 、 l_2 ； k_{14} 、 l_4 分别是产生扭转振动两压电陶瓷片中扭转波的波数和压电陶瓷片厚度。

给出了这种扭转振动夹心式压电超声换能器的一般设计方法，利用这种方法，设计了两个扭转振动夹心式压电换能器。经测试，理论计算和实验结果基本符合。

夹心式扭转振动压电换能器在超声波焊接、超声波打孔和近几年发展起来的超声马达中有其广阔的应用前景。在超声波焊接方面，有其优于压电纵振动换能器的优点。压电纵振动换能器用于超声波焊接时，在两焊件之间一次产生一个焊点，而用扭转振动换能器时，在两焊件之间一次可以产生一圆周焊点，实现所谓的“环焊”比较容易，焊接的强度、效率均可大大提高。除此之外，压电扭转振动换能器还被用于测量材料的剪切动力负载等方面。

B7 纵扭复合振动夹心式压电超声换能器的研究

阎向宏 张福成*

(石油大学数理系 山东东营·257062)

在介质中，纵波的传播速度和扭转波的传播速度不相同，前者约为后者的1.6倍。所以在

*陕西师范大学声学所 西安·710062