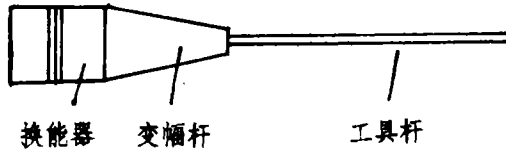


的按半波长整数倍设计的规律。且实验发现，当驱动系统与工具杆组成的复合系统，工作在工具杆按固定-自由方式单独谐振的共振频率时，可以在工具杆输出端得到较大的位移振幅。由此文献〔1〕认为，在复合振动系统中的工具杆，可以“独立谐振”，因而叫“局部共振”，并实验研究了“局部共振”的产生条件。

本文对如下图所示振动系统进行了研究。首先指出，通常设计的振动系统除在设计频率外，在低于和高于此频率还存在一系列共振频率。用传输矩阵法，通过大量计算，发现适当长度和直径的工具杆联接在换能器和变幅杆组成的驱动系统上，振动系统的共振频率与工具杆固定-自由方式的共振频率很为接近，并且此时系统有较大的振速增益。认为这就是文献〔1〕观察到的局部共振现象。进一步计算了驱动系统输出端固定，另一端自由时驱动系统的共振频率，说明只要按此频率计算出固定-自由工具杆的长度，然后联接驱动系统与工具杆，系统一定能在该频率共振，且联接点处是节点，不能因此认为工具杆在“独立谐振”。



振动系统图

由于工具杆与驱动系统的联接点处的截面变化起了变幅作用，尤其联接点近位移节点时变幅更大，所以这时系统可以得到大的振幅增益，这解释了按非半波长设计工具杆得到的高加工效能。

通过计算分析，指出“局部共振”的实质是全谐振。

参考文献

- 1 范国良、应崇福、林仲茂、彭翔. 应用声学, 1982, 1: 2~7.

B11 多源相干声场的产生与测量装置

张德俊 程建政 朱念秋

(中国科学院武汉物理所 武昌·430071)

本文简要介绍为研究水中相干声场而研制的一套超声发射与接收装置。主要探讨其中宽指向性功率超声换能器的设计及超声功率源同多元换能器的匹配问题。

实验需要在几米的距离范围产生均匀的相干声场，这就要求发射换能器必须既能承受较大的功率，产生线性和非线性声场，同时又具有光滑的宽束指向特性。因此，选取凸球面换能器最为合适。凸球面换能器指向性函数由下式表示

$$D(\theta) = \frac{\int_0^b q(R_1) R_1 \exp[-jKR_1^2 \cos\theta/2A] J_0(KR_1 \sqrt{1 - R_1^2/4A^2} \sin\theta) dR_1}{\int_0^b q(R_1) R_1 \exp[-jKR_1^2/2A] dR_1} \quad (1)$$

为使主瓣声束平滑且抑制旁瓣，需使换能器表面的振速分布呈现为零阶贝塞尔函数的形式，即

$$q(R_1) = J_0(2.405R_1/b) \quad (2)$$

根据换能器的指向性要求，综合各种因素，通过计算机模拟，选取换能器晶片的尺寸。为保证4个换能器工作状态和声场特性的一致性，制作时必须严格控制所用压电材料的性能和晶片几何形状及尺寸的一致性。

根据实验要求，超声功率源要既能与4个换能器匹配工作，又能与单个、两个、3个换能器匹配工作。由于超声功率源只要求工作在单频、连续波状态，因而在设计时为了使电路不过于复杂，同时工作稳定可靠，采用了一种振荡电路，它以各个换能器与功率源的单独匹配进而达到任意组合的换能器与功率源都能匹配。

制作出的换能器，用声场测试仪测得换能器的指向性图案和理论计算基本吻合，其主瓣下降6dB的开角为 35° 。4个换能器在超声功率源的驱动下，其振动及辐射情况近乎完全相同，在水面上可形成清晰的相干条纹。在相同的条件下，用高频水听器接收各个换能器的辐射声压信号，可以看出，它们几乎没有什么差别。同时，随着功率源输出功率的增加，接收信号波形由正弦波变成多谐波。这表明，在大功率驱动下，换能器的辐射声场产生了非线性。

B12 PBiF-8 大功率压电陶瓷的性能及其应用

崔 庆 曹新氏

(广州市职工电子超声研究所 210220)

本文主要介绍BiFeO₃-PbTiO₃-PbZrO₃这一新型的三元系统压电陶瓷(简称PBIF-8)的压电、介电性能及其在功率超声上的应用。

目前，使用在功率超声方面的压电陶瓷元件已普遍趋向于使用大功率的材料。该类材料制造出的元件具有使用功率高、使用温度高、寿命长等优点。大功率发射型材料必须具有 k 大、 d_{33} 大、 Q_m 大、强场损耗小的特点。目前大部分超声设备厂都采用进口压电陶瓷晶片(如美国的PZT-8材料制造的元件)。为了取代进口优质压电元件，广州市职工电子超声研究所最近开发研制了新型的PBIF-8三元系压电陶瓷材料。

PBIF-8压电陶瓷的基本配方为BiFeO₃-PbTiO₃-PbZrO₃三元系和部分添加物置换，采用精密陶瓷生产工艺制造而成，经中国科学院上海硅酸盐研究所进行测量，所得出的压电性能、介电性能与美国佛尔特龙公司的PZT-8压电陶瓷材料比较如下表。

由此可见，PBIF-8材料的压电、介电性能已达到国外同类产品水平。与此同时，经实验表明，其老化性能也较佳。该材料研制成功后广州职工电子超声研究所再经过两年多的中试生产，制造出相当数量的用于功率超声方面的各种规格压电元件。经国内上海中美合资必能信公司等许多厂家试用表明，该材料性能优良，使用效果理想。用于超声清洗的元件主要有 $\phi 38$ (mm)圆环片，用在超声焊接上的元件为 $\phi 40$ (mm)圆环，用于超声雾化的元件是 $\phi 20$ (mm)