

由测试结果看出:1. 发射特性:发射波(单三角波触发)的振动波数也即尾部的长度随匹配层的层数增加而减少,且  $K_1$  亦随层数的增加而减少。最终探头的发射波数为 2~3 个,而  $K_1$  值减少到 0.25~0.4 左右。2. 反射特性:反射波的次数随匹配层层数的增加而增加,且第 1 次反射波的波数即尾部的长度随层数的增加而减少,PbTiO<sub>3</sub> 的第 1 次反射波波数比 PZT 的长得多,但最后再经过重阻尼的背衬后只剩 2~4 个了,但反射幅度也低了。3. 电频率特性:由于 PbTiO<sub>3</sub> 的  $Q_M$  比 PZT 的高得多,其频率特性曲线非常尖锐且幅度大,所以下降了 3dB 的带宽是很窄的,但经过两匹配层及重阻尼后,其声的带宽可达 2MHz 且为 60%左右,但  $Q_M$  仅为 2 左右,其灵敏度显著降低了。4. 在扇扫仪上试用,可见到 20 厘米深度处的声像图,但灵敏度比 PZT 的要低 15~20dB。

讨论:1. PbTiO<sub>3</sub> 材料由其特性及实践证明,对医用超声线阵探头和扇扫探头都是一种优良的可行材料,2. 试制的单探头在扇扫仪上使用达不到所要求的灵敏度,而无法显示其优越性。究其原因主要是以前扇扫仪的信号源设计参数是适用于 PZT 等材料的探头的,PbTiO<sub>3</sub> 的介电常数仅 200 左右,比 PZT 的要低一个数量级,由探头的发射效率  $Y_T = (\epsilon_{33}/C_{33}^D)^{1/2} \cdot K_1 / (1 - K_1^2)^{[7]}$  可知,它与介电常数大致成正比关系,所以其他情况相同时,灵敏度比 PZT 低了。可适当改变信号源的技术设计参数,或者选用较高介电常数的 PbTiO<sub>3</sub> 材料,或者选用适当阻尼的背衬来达到提高灵敏度的目的。(参考文献略)

## 探索弯曲圆盘换能器在水声对抗设备中的应用

黄树枝 王 宏 (上海船舶电子设备研究所 · 200025)

**1 使用条件和研制目标** 用于对抗声纳的水声对抗设备,总希望其声学系统工作“带宽”越宽,下限工作频率越低越好,以便尽可能复盖各种声纳的工作频率。然而由于潜艇空间的限制,水声对抗设备的尺寸十分有限,要求换能器系统的径向尺寸不能大于  $\phi 180\text{mm}$ ,重量约 7.5kg。对抗设备的电源也很有限,对那些需加大偏置电流才能工作的换能材料也无法承受。此外,其最大工作水深为 300m。我们已对一种自由浸没式切向极化圆环做了一些研究,最近我们又对弯曲圆盘换能器做了一些探索。大家知道,在同样尺寸和重量条件下,弯曲圆盘换能器能够获得更低的工作频率,但频带窄,耐压差,通常的结构不宜深水工作,制造大尺寸压电圆片也较难。我们的研制目标是:发掘弯曲换能器的优点,从结构和工艺上克服其弱点,在重量不大于 2kg,外径不大于  $\phi 180\text{mm}$  的条件下,工作频率在 800~1800Hz 内,其发射电压响应能达到 120dB 以上。

**2 设计方案** (1)采用弯曲圆盘三叠(或二叠片)结构,其谐振频率控制在 1300Hz 左右,压电圆片的直径约在  $\phi 100 \sim \phi 150\text{mm}$  之间;(2)为增加其辐射面积,增大其等效质量,以便提高辐射效率,增大带宽,同时从结构上解决其抗压问题,其中一种,我们采用了半球壳结构,分别由双叠片和三叠片推动,半球面作为辐射面。为了作比较,我们还设计了一种普通型结构,即边缘支撑的三叠片结构,后面有油腔和空气腔,油腔用于注油平衡水压,空腔用于减小后辐射。

**3 研究成果** (1)共组装三个试验换能器,两个半球结构的外径分别为  $\phi_{\text{球}} 135$  和  $\phi_{\text{球}} 140\text{mm}$ ,普通型三叠片直径为  $\phi 145\text{mm}$ ;前一种振子重量都在 1.3kg 以内,连同辅助结构总重 2kg;普通型三叠片振子 0.63kg,连后座 2.5kg。(2)换能器性能基本上达到预期目标,其中一个半球壳换能器在 0.8~2.3kHz 频段内发送电压响应在 120~130dB;在 0.6~0.8kHz 内也在 115dB 左右。换能器均呈无方向性。(3)这种换能器对水声对抗已有实用意义,它可和我们设计的另一种自由浸没式圆环换能器组成数个倍频程带宽的水下声源。

## 用于超声物位测量的换能器研究

汤建明 闫玉舜 (同济大学声学研究所 上海 · 200092)

本文介绍了两种用于超声物位测量的系列换能器——纵向振动夹心换能器和纵振动与圆盘弯曲复合振动的声学技术