

图 10 MVDR 波束形成的输出响应(实验测得)  
——波前扰动; ----理想条件。

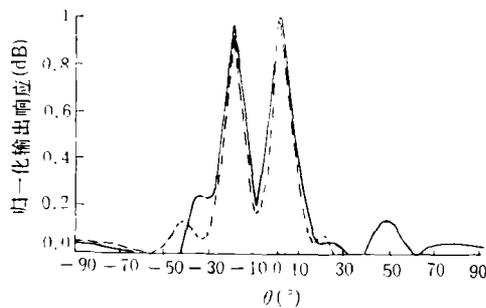


图 11 Robust 波束形成的输出响应(实验测得)  
——波前扰动; ----理想条件。

6—图 8 所示,图中实线表示非直线阵情况的波束输出响应,在图中称为波前扰动情况;而图中虚线表示理想的 8 元等间隔线阵条件下的波束输出响应,在图中称为理想条件。估计出信号

到达方向为  $2^\circ$ 。

在两个声源条件下,三种波束形成的输出响应如图 9—图 11 所示。估计出信号的到达方向为  $2^\circ$  和  $-19^\circ$ 。

实验研究表明, Robust 自适应波束形成在信号保护,干扰抑制和对扰动的敏感度方面具有较好的综合性能。

## 五、结 语

本文提出了一种改进的自适应波束形成算法,这种算法同时采用了线性约束和二次不等约束。它的性能经计算机模拟和水库实验研究得到了证实。与以往的自适应波束形成相比,这种算法在面临不可避免的扰动或误差情况下具有 Robust 性能,在信号保护,干扰抑制和对扰动的敏感度方面具有较好的综合性能。

## 参 考 文 献

- [1] Haykin, S., Ed., Array Signal Processing, 1985, 104—107.
- [2] Cox, H., *J. Acous. Soc. Am.*, **54-3** (1973), 771—785.
- [3] Godara, L. C., *IEEE-AES*, **22-4** (1986), 395—409.
- [4] Cox, H., et al, *IEEE Trans. on ASSP*, **35**(1987), 1365—1376.

## 采用双层结构声失配层背衬的深水压电换能器

水深每增加 10m,压力就增加一个大气压。这是限制深水换能器开发的一大障碍。在深海中所使用的仪器必须突破厚壁这种障碍。用于深水的超声压电换能器,强度上不仅要耐水压,而且在大深度下还要具有稳定的声学性能。本文提出一种在压电振子的后面,采用非压缩性材料的双层结构的声失配层背衬,使压力平衡的超声压电换能器。文中应用菊池、中钵等人用的等效传输电路,通过分析,换能器的前后比,可以用于后方入射声波开路传输系数近似,再用理查兹的键定理决定双层结构的声失配层。采用最佳设计,试制出单通道开口面积  $5\text{mm} \times 6.5\text{mm}$ 、排列间距  $5.4\text{mm}$ 、8 通道线性排列阵,共振频率  $420\text{kHz}$ 、声失配层中

心频率  $400\text{kHz}$  的深水压电换能器。为验证其确切性,在耐水压箱内测试大深度下的性能。水压从  $10\text{kgf/cm}^2$ — $680\text{kgf/cm}^2$  ( $1\text{kgf}$  约为  $9.8\text{N}$ )、频率在  $400\text{kHz}$  时,其灵敏度变化在  $1$ — $2\text{dB}$ ,前后比达到  $20\text{dB}$  以上。而且,加压时或减压时的数据基本一致。重复性非常好。水压加到  $1020\text{kgf/cm}^2$ ,换能器没有任何强度的损伤出现,压力前后的数据基本一致。由于水压变化,其共振频率几乎不变,说明对压力的平衡性非常好。即使在  $6500\text{m}$  深水中,其性能也是稳定的。

(徐开兴摘译自日本音響学会誌,9(1991), 362—368)