

压电换能器。纵向振动夹心换能器的尺寸为 $\phi 40$ 和 $\phi 80$ ,外壳采用了耐腐蚀的PVC材料。从压电方程出发,计算了换能器的各部分振动元件的尺寸,然后通过实测,结果表明与计算值相吻合,当换能器距天棚2.5m时,不经过放大器可接收到第一次回波为300 mV<sub>p-p</sub>,配以发射、接收电路盲区为0.5m。另一类是采用纵向振动与圆盘弯曲振动的复合换能器,它具有尖锐的指向性、高的发射效率和接收灵敏度。但是受激圆盘作弯曲振动时,在其表面会产生节圆,在节圆两侧相位正好相反,由此会导致能量损耗,为此对圆盘弯曲振动的模式进行了推导,并提出了一种相位补偿的方法以提高其辐射效率。

对圆盘弯曲振动模式作推导时,作了一些必要的理论假设。根据弹性力学理论,对轴对称,边界自由振动圆板的运动方程: $\nabla^4 \eta - r^4 \eta = 0$  其中 $r^4 = \omega^2 \rho h / D$ ,  $D = Eh^3 / 12(1 - \sigma^2)$ 为弯曲刚度, $h$ 为圆板厚度, $E$ 为杨氏模量, $\sigma$ 为圆板材料的泊松比。通过求解和运算,得到其频率方程为: $J_0(\mu) / J_1(\mu) + I_0(\mu) / I_1(\mu) = 2(1 - \sigma) / \mu$  这里 $\mu = ra$ ;  $J_0(\mu)$ ,  $J_1(\mu)$ 和 $I_0(\mu)$ ,  $I_1(\mu)$ 为柱贝塞尔函数。对于圆板的材料以及几何尺寸给定后,其各个振动模式的频率 $f_n$ 可表示为: $f_n = (hr^2 / 2\pi) \sqrt{E / 12\rho(1 - \sigma^2)}$

将实验材料的数据代入上述两式,利用计算机搜索求解出了方程的根值以及对应的频率,这些根值就是圆盘弯曲振动时的节圆位置,为相位补偿提供了依据。我们还将这些计算值与激光测振得到的节圆位置相比较,结果是一致的。

此类圆盘弯曲换能器的外形尺寸为 $\phi 90$ 、 $\phi 150$ 、 $\phi 200$ 、 $\phi 250$ ,在距天棚2.5m时不经过放大器可接收到第一次回波分别为:2V<sub>p-p</sub>、6V<sub>p-p</sub>、10V<sub>p-p</sub>、30V<sub>p-p</sub>。文中还列出了上述两种类型换能器的尺寸以及有关参数。

## 辐射阻抗变换器的一个应用

高克成 (机械部上海工业自动化仪表研究所 200233)

曾有文献介绍过一种穿孔板变换压电换能器辐射阻抗的装置。借助这种装置有效地提高了换能器的辐射阻抗,使在空气中应用的超声换能器辐射效率和接收灵敏度显著改善。理论上认为在换能器辐射面前平行装置一块穿孔板时,穿孔和板后的空气薄层组成一个共振系统。当入射声波的频率接近共振系统的固有频率时,系统的内部空气就会产生强烈振动。整个系统近似为一个闭管,近换能器一端为闭端,穿孔板的另一端为开端。显然,闭端声阻抗很大,管的开端处声阻抗很小。设 $c$ 为空气中声速(cm/s), $l$ 为“等效的”闭管长度(cm), $b$ 为穿孔板厚度(cm),则穿孔板变换器共振频率的半理论半经验公式为: $\delta_0 = c / 4l$ ;  $l = b + 0.4d + D / \sigma$  其中 $0.4d$ 为穿孔前末端修正值(cm);  $D / \sigma$ 为空气层修正值, $D$ 为空气层厚度(cm)。 $\sigma$ 为穿孔率(%)。

作者将上述理论用于多波节弯曲振动圆板换能器。由于振动圆板相邻两个波节圆是反相的,故孔打在正相(或反相)上,而将所有反相(或正相)盖住。这时,只有打孔部分对外辐射和接收声波。超声换能器的工作频率为 $20 \pm 0.2$ kHz。计算了穿孔板变换器的板厚和孔径。并且通过改变 $b$ 、 $D$ 、 $d$ 、 $\sigma$ 参量值,做换能器辐射性能试验。试验时换能器处于自发自收状态。穿孔板采用合金铝板和酚醛树脂层压板。鉴于这种换能器不加阻抗变换层或穿孔板变换器无法有效地辐射和接收声波。故辐射性能优劣只能以上述两种阻抗匹配方式加以比较。从固定距离的回波幅度看,采用穿孔板变换器的换能器与使用阻抗变换层的超声换能器回波幅度比为 $1/3 \sim 1/2$ ,显然,使用穿孔板变换器的超声换能器灵敏度要低一些。不过,穿孔板变换器的加工和安装要方便得多。尤其能工作在 $120 \sim 150^\circ\text{C}$ 的高温环境条件下,这是它突出的优点。

## 一种稀土换能器的研制

赵荣荣 (上海船舶电子设备研究所 · 200025)

1 引言 从1972年Clark等首先发现二元 $\text{RFe}_2$ 多晶合金(R:稀土元素)具有大磁致伸缩发展到现在,人们已经能够生产单晶或晶粒取向的棒材,并开始商品化生产。如美国Edge Techno Logies公司推出商品牌号

15卷1期(1996)