



用高频瓦特表测量夹心压电换能器在大功率状态下的电声效率

牛 勇

(陕西师范大学应用声学所)

1986年1月31日收到

本文介绍实用状态下夹心换能器电声效率的测量实践。主要使用高频电功率计,通过测量同一振动速度下的空载时和有负载时电功率,及两种状态下的介电损耗功率,就可计算出电声效率。此方法^[1]具有速度快、设备简单等优点。

一、前言

实用状态下的电声效率是衡量一个换能器好坏的重要指标。1976年,森荣司等^[1]提出了用高频瓦特表测量功率换能器模拟负载时电声效率的原理。我们根据这一原理,进行了声负载为水时,大功率状态下的电声效率测量。

二、原理

换能器有负载时输入电功率为

$$P_e = P_a + P_M + P_E \quad (1)$$

式中的 P_e 为输入电功率; P_a 为输出声功率; P_M 为机械损耗功率; P_E 为介电损耗功率。

换能器空载时输入电功率为

$$P_{e_0} = P_{M_0} + P_{E_0} \quad (2)$$

式中 P_{e_0} 、 P_{M_0} 和 P_{E_0} 分别为空载时输入电功率、机械损耗功率和介电损耗功率。

当有负载及空载时换能器端面的振动速度相同,则负载时机械损耗功率和空载时机械损耗功率相等^[1],即

$$P_M = P_{M_0} \quad (3)$$

从式(1)减式(2)得到声功率^[2]

$$P_a = (P_e - P_{e_0}) - (P_E - P_{E_0}) \quad (4)$$

从式(4)可见, P_a 的确定变为对输入电功率和介电损耗功率的测量。

三、测量装置与方法

图1为测量装置框图。测量用的夹心换能

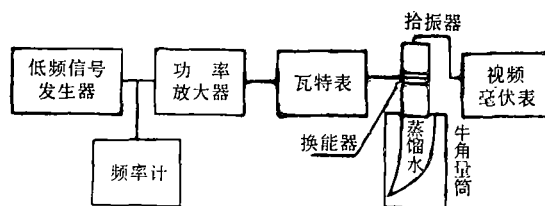


图1 测量装置方框图

器为等截面圆柱型压电陶瓷换能器,辐射面为 $\phi 50\text{mm}$ 。关于速度振幅的检测是在换能器后盖板上用胶粘一压电陶瓷拾振器,并用视频毫伏表测量拾振器的输出电压。为测量有载的情况,将负载水装入塑料牛角量筒内,并在牛角量筒下部装入小橡皮粒以吸声。为防止机械振动耦合,用绳子把换能器吊起来。测量中要求换能器端面与水面刚好接触,换能器不能与量筒接触。测量时间要短,1—2分钟完成,以减少温度的影响。

测量时,首先将换能器在负载情况下调到谐振,确定一个输入电功率值,并记下所对应的拾振器信号电压值。然后将换能器吊出水面,再测量出与负载同一拾振电压的空载输入电压功率值。

介电损耗功率的测量^[3],是将两个性能几乎相同的换能器相连接,在原频率下测量介电损耗功率 P_E 与电压 V 的关系曲线。单个换能器介电损耗功率为所测量值的1/2。测量负载下和空载时换能器端电压,可由 $V-P_E$ 曲线得到两种状态下的介电损耗功率。

四、电声效率的计算

声功率 $P_a = (P_e - P_{e_0}) - (P_E - P_{E_0})$

式中第一项和第二项均可测出。当 P_a 已知后，电声效率为

$$\eta_{ea} = P_a / P_e \quad (5)$$

表 1 用高频瓦特表法和量热法对换能器电声效率测量结果

测量方法	换能器编号		
	1	2	3
瓦特表法 $\eta_{ea}(\%)$	70.0	68.6	48.6
量热法 $\eta_{ea}(\%)$	73.0	65	49.5

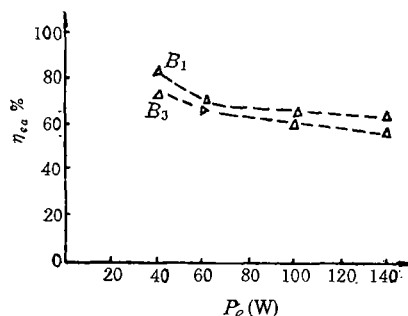


图 2 电声效率随电功率的变化曲线

表 1 为用本方法和量热法^[4]对三个换能器电声效率测量结果(输入电功率为 60W)。从表中看到,用本法和量热法测量结果较接近。

从图 2 看出,电声效率随电功率的增大而降低。

五、讨 论

本方法测量中计量仪器主要是高频电瓦特表(M1/SC3 型)。瓦特表满量程误差为 3%。

本方法可在实用状态下测量棒状夹心换能器(压电陶瓷)的电声效率,它具有速度快、设备简单、不受电功率大小的限制,可过渡到对机械加工用功率换能器实用状态下电声效率的测量等优点。是测量功率换能器一种较好的方法。

实验中曾得到丁大成、董彦武同志的帮助,谨此致以深切谢意。

参 考 文 献

- [1] 森荣司,津田米雄,金子诚司,日本音响学会讲演论文集,昭和 51 年 10 月,375—376.
- [2] 森荣司等,日本音响学会讲演论文集,昭和 52 年 4 月,423—424.
- [3] Banno, H., *Ultrasonics*, **17** (1979), 63—66.
- [4] Zhao Hengyuan and Dong Yanwu, *J. Pure and Applied Ultrasonics*, **5-2** (1983).

超 声 刀

最近,美国的杜开尼(Dukane)公司推出了一件新产品——超声刀。此刀是为快速、高效地切割石墨纤维、铝制蜂窝板、天然橡胶、地毯、皮革以及纺织品等材料而设计的。

杜开尼的超级切刀 2020 系统由一个小巧的 1000 W 超声信号发生器和一个带有钛制变幅杆及钢制刀片的手提式超声探头组成。手提式探头重约 1.36 kg,可以固定安放,以便于自动使用。钛制的变幅杆除了传输振动外,还相当于一个锁紧螺母,以便更换切

刀时方便。经久耐用的 2 英寸(约 50.8mm)刀片工作时的振动频率为 20000Hz,这一频率使得人们用很小的劲儿即可切割各种材料。在切割的同时,此刀还能烧熔被切割材料的边缘,这可以防止在切割一些人造纤维时所发生的开线或磨损的现象。在割开天然橡胶时,它能保证不使切开的边缘熟化。

(姜 鹏 摘译自 *Ultrasonics*, **25-2**
(1987), 126)

(上接第44页)

矿企业试用,防耳聋效果甚好,受到欢迎。

PVC 伞形耳塞研制时,详细地考虑了各种声学问题,并吸收了国外蘑菇形耳塞和凸缘形耳塞的优点而设计出伞形耳塞。耳塞的顶部为蘑菇状,而侧面和顶

部均有腔体可压缩,所以只用一种规格便能适用于耳道大小不同的人佩戴。伞形防噪声耳塞的低频衰减量较好,佩戴舒适,使用方便。

(沈 嵘)

应用声学