

一种保证超声清洗机性能的换能器 大功率测试方法

欧阳波 张顺富 于志英

(汕头超声电子集团超声换能器厂 汕头 515041)

1997年2月17日收到

摘要 本文较详细地叙述了生产超声清洗机过程中,对换能器频率、频带宽度、阻抗等参数实施一种简单而实用的大功率测试法。据此进行筛选来提高超声清洗机的性能。

关键词 超声清洗机, 换能器, 大功率测试法

A procedure for high-power-testing ultrasonic transducer to better guarantee the cleaning quality of an ultrasonic cleaner

Ou Yangbo Zhang Shunfu Yu Zhiying

(Shantou Goworld Electronics (Group) Ultrasonic Transducer Factory, Shantou 515041)

Abstract This article present a simple and practical testing procedure for the transducer working at high power. One can then select qualified ultrasonic transducers, based on the values of frequency, frequency band-width and impedance so measured. A better cleaning performance of the machine can in general be achieved.

Key words Ultrasonic cleaning machine, Transducer, High-power-testing method

1 引言

超声清洗,可以较理想地清除多种类型的污垢,因此已被广泛地应用于重工、轻工、电子、国防医疗等各个领域。对于超声清洗机主要部件夹心型超声换能器的研制,国内外的文献中多有报道。近年来,随着压电振子在配方和工艺上的改进,超声换能器的性能也得到了很大的提高。如何用这些换能器通过制作工艺方面的完善来生产出更高质量和性能的超声清洗机,是我们广大同行所关注的课题。

对于超声清洗机出现的一些问题如:换能器脱落、清洗液空化不均匀、共振频率不易调

等,原因可以是多方面的,本文只是根据工作实践而从换能器的测试和筛选入手,力求从这方面的手段来避免和减少上述现象的发生。

2 原理

我们知道,根据超声清洗机功率的大小,在它的水槽底板上往往粘有几个甚至几十个超声换能器(一般来说,每个换能器标定功率为50W)。它们是在同样的激励电压和频率点上工作的,这就要求各个换能器的共振频率和阻抗都一致。共振频率的一致性让每个换能器在这个工作频率上处于“最佳状态”。对于阻抗,

在空载时换能器本身的等效阻抗越小，其转换效率也就越高，然而若对多个换能器的一致性不要求的话，每个换能器的输出功率就不同，反应在工作上就可以看到清洗液空化分布不均匀，以及某个或某些换能器过度疲劳或过度发热而使超声清洗机的耐用性受到影响。对超声换能器频带宽度的测量，目的是给筛选换能器时提供一个频率偏差限度的参考依据。

目前还有不少厂家仍用小信号方法来测试参数，这与换能器在高功率状态下的差别较大，因为超声换能器在高功率状态下的非线性，使得随着测试信号功率的增加，换能器的机械共振频率和阻抗等参数也是非线性的变化。一些人在清洗机出毛病后，总是先想到换能器及其粘贴的质量，而忽略了测试换能器的手段是否可靠。所以选用接近实际的工作状态，这时对换能器的大功率测试挑选，是超声清洗机生产的关键工序之一，它会直接关系到超声清洗机的性能和寿命。

3 测试方法

本测试法的信号源选用超声清洗机中的超声波发生器（我们采用的是上海超声波仪器厂的CSF-1A超声波发生器），还需频率计、双线示波器、毫伏表等仪器，连接方式如图1所示。

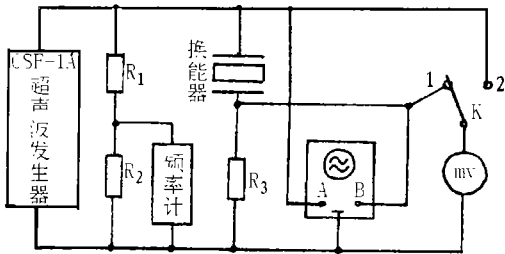


图1 换能器大功率测试连接方式

其中 R_1 、 R_2 对频率计起保护作用， R_3 为采样电阻，阻值一般为换能器阻抗的二十分之一左右。

测试方法如下：

(1) 换能器正负引线接好后机械端（辐射面）朝上平放于桌面上，超声波发生器（图中

CSF-1A）的功率调节旋钮旋至该机表头指在100mA位置后定位，测试中该旋钮不宜再动。为了减少温度升高对测试结果的影响，测量时间要短，应在1-2分钟内完成。

(2) 超声波发生器电源先旋至“开”，热机后开关K打至2位，这时将发生器电源钮旋至“工作”，转动频率调节钮，从示波器上看到 U_B 幅度最大且和 U_A 相位一致时即停止调节，此时频率计读数便为换能器的共振频率 f ，从毫伏表上读出 U_{k2} 再将开关K打至1位，读出 U_{k1} ，计算出 $\frac{\sqrt{2}}{2}U_{k1}$ ，调节“频率调节”旋钮，找出共振频率 f 两边毫伏表读数为 $\frac{\sqrt{2}}{2}U_{k1}$ 时的两个频率 f_1 和 f_2 ，则这两个频率之差便为该换能器的频带宽度。

(3) 根据上面由毫伏表读出的 U_{k1} ， U_{k2} ，求得换能器的阻抗 $|Z|$ ，其计算公式为

$$|Z| = \frac{U_{k2} - U_{k1}}{U_{k2}/R_3} = \left(\frac{U_{k2}}{U_{k1}} - 1 \right) R_3$$

4 测试分析

用上述测试方法测出每个换能器的共振频率 f 、频带宽度 Δf 、阻抗 $|Z|$ 后，以某个接近这些换能器共振频率平均值的换能器为基准，找出其它在这个换能器共振频率及其 $\pm \Delta f/2$ 范围内的换能器，然后挑选其中阻抗小而且相互接近的换能器，进入粘贴工序。一段情况下，只要换能器的制作和粘贴匹配工艺不出问题，通过这个测试方法所选出的诸换能器其共振频率越接近、频宽越窄、阻抗越小且越接近，则生产出的超声清洗机性能和耐用性就越高。

5 总结

通过一段时间的实验，证明用这种实际工作功率状态下进行的换能器筛选排组方法是成功的。以往静态或小信号状态下的测试数据，用上述方法测试后都呈非线性的变化，甚至有几个还严重地偏离了整组（板）的平均水平，这些换能器如果进入粘贴工序，无疑会给整机的质量带来隐患，若出厂前被质检查出，则修复要耗不少人力和物力，若未被质检出而出厂则对厂家声誉造成不良影响。

虽然这样做比用静态法和小信号法更准确、更合理,能避免和减少超声清洗器清洗液空化不均匀、少数换能器发热和剥离等现象,但所得数据并不是实际工作时的实际数据,因为还有换能器与清洗槽底板的粘贴和匹配,再加上有负载等因素,实际数据还会变化。至于超声清洗机的清洗槽成品通过何种形式和参数

来进行有效的检测,则有待以后进一步探讨,也恳请广大同行赐教。

致谢 实验中曾得到华南理工大学佃岳武教授、广东省超声电子工程技术开发中心吴仕鸿、董尊成高工的指导,谨致深切谢意。

(上接第 33 页)

表 2 是传感器的 d_h' 测试值与所用复合材料的 d_h 值,测试频率 500Hz。

由表 2 可见传感器的 d_h' (41.6~55.3pC/N)比所用复合材料的 d_h 值(25.2~26.9pC/N)大,与原理分析结果相符合。

4 结论

本文的原理分析和实验结果证明了:由含有空腔的铜电极与压电复合材料组成的压电复合材料 KX 型结构传感器,改变了压电复合材

料应力的作用方式,提高了 d_{33} 值;并使数值符号相反的 d_{33} 和 d_{31} 对 d_h 值起加大作用,从而提高了 d_h 值。

这种新型结构成本低,可望作为提高压电材料力敏传感器灵敏度的一种手段得到应用。尤其在水听器方面,具有实用化的可能。

参 考 文 献

1 Xu Q C,Yoshikawa S,Newnham R E,et al. *IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control(USA)*, 1991, **38**(6): 634-639.

中国声学学会三届五次常务理事会在温州市召开

中国声学学会三届五次常务理事会于 1998 年 3 月 13 日~16 日在浙江省温州市召开。理事长陈通教授主持了会议。吴文虬、杨士莪、赵松林副理事长及关定华教授等 16 位常务理事出席了会议。

会议议程有:侯朝焕秘书长传达中国科协第五届全国委员会常务理事委员会的会议精神;修改中国声学学会章程;通报学会四届理事候选人的选举情况;通报各分会换届及主任委员的改选情况;汇报 1998 年全国声学学术会议的筹备情况;对参加学术会议的论文进行评审;介绍我会参加国际声学会议的情况;对下届学会领导人选征求意见。

会议对科协文件进行了学习讨论,对学会章程进行了认真讨论和修改,以适应新的形势发展,修改稿作为代表大会的审议稿。章程增设了会士和高级会员

等条例。本届常务理事会提议:中国声学学会现有的两院院士及名誉理事长、名誉理事、本届常务理事中符合条件的即为会士,待下届理事会通过章程后,再提交下届常务理事会确认。

常务理事会对各分会的改选情况进行了个别调整和补充,并责成学会办公室进一步完善改选前的准备工作。

对报审的 250 篇论文进行了评审,选出 233 篇。对文章的分组、大会报告、论文集的编排也做了较细致的安排。

会议决定中国声学学会换届大会暨 1998 年全国声学学术会议于今年 9 月中下旬在成都召开。

会议至此圆满完成各项议程。

(中国声学学会办公室)