

测定超声换能器特性的脉冲方法

查济璇

(中国科学院声学研究所)

超声换能器,如超声清洗机的换能器,通常的测量方法为导纳圆图法。本文提出一种简便的方法,即换能器特性参量的脉冲测量法,它可获得除输入阻抗以外的大部分所需特性参量。

一、引言

超声换能器的工作特性,如超声清洗机的换能器,包括共振频率,品质因数,电声效率以及输入阻抗等量。主要是测量其共振频率附近的导纳响应,即所谓导纳圆。但是测量导纳圆,一般都比较费事,当换能器的导纳圆不形成规则的圆形时,尤为如此。

为了改进这类换能器的工作特性的测量方法,本文提出了一种脉冲测量其特性参量的技术。即在被测换能器的输入端加上一个电压脉冲,待脉冲过后,测量其输入端的余振响应。本文方法可得出除输入阻抗以外的大部份所需参量。

二、原理和方法

超声换能器的等效电路,可以简化成一个换能器的动生导纳为分支和一个静态电容为分支所组成的并联电路。因此,当有一个相当窄的电压脉冲加在换能器的输入端,待脉冲过后,换能器将产生余振响应电压。此余振电压的波形,又将随换能器在其声端和电端所经受的负载的改变而改变。一般说来,这将是一种指数衰变的正弦波脉冲。根据对这种等效电路的一般分析可知,当换能器电端为短路状态时,余振情况相应于换能器的共振状态;当其电端为开路时,则相应

于它的反共振状态。当换能器声端所经受的负载改变时,则会使余振波的阻尼值受到改变。因此,只要在不同负载状态下测定余振波的参量。例如,使其电端为开路和短路状态,就可分别测出换能器的反共振频率 f_a 和共振频率 f_0 。当换能器声端为空负载(在空气中)和工作负载(例如,向水中辐射)时,分别测出该状态的阻尼时间常数 τ ,就可得出各状态下换能器的品质因数 Q ,进一步也可算得其效率 η 。设以下标1和2分别表示在空气负载和水负载情况下的有关各量,则可得:

$$Q_1 = \pi \tau_1 f_0$$

$$Q_2 = \pi \tau_2 f_0$$

$$\eta = 1 - \frac{\tau_1}{\tau_2} = 1 - \frac{Q_1}{Q_2}$$

在测量中,所加电脉冲的宽度应等于或略小于换能器共振频率的半周期,以使其余振响应的幅度尽可能大一点。

图1所示为本文方法的一种实用方块图。其中 r_0 为一个数值很小的电阻。在其A端和B端分别输出相应于反共振情况和共振情况的余振电压波。C端输出标准频率脉冲。D端输出标准指数衰变脉冲。测量时是采用在双线示波器上波形比较的方法。因而当比较波形A和C,同时调节标准频率使两波的射频周期达到相等,就可得出它的反共振频率 f_a ,同样,比较波形A和D可得出阻尼时间常数 τ 。示波图的情况分别如图2的照片a和b所示。

