

## 吸声材料复特性阻抗和复声速的测试技术及其应用

殷 业 赵松龄(同济大学声学研究所 上海·200092)

工程技术对吸声材料的声学性能,一般以吸声系数或法向声阻抗率来反映,它们可以方便地用驻波管法测定。传统的驻波管测试用一系列纯音进行,由驻波场中的驻波比及第一声压极小的位置确定垂直入射吸声系数  $\alpha_0$  及法向声阻抗率  $Z$ 。近年来发展了一种双测点测试技术,用白噪声进行操作,借助 FFT 等信号处理技术,可以迅速地直接获得全频域内的实验结果。不过,吸声系数或声阻抗率与吸声材料层的厚度及安装条件等因素有关,一种结构的实测数据不能随便推广应用到另一种结构,为此,在实际工程中对吸声结构作优化设计时更需要知道只决定于吸声材料本身属性的声学参量,其中最基本的为复特性阻抗  $Y$  和复声速  $c$ ,其他一些重要参量可由  $Y$  和  $c$  导出。 $Y$  和  $c$  的传统测试方法是驻波管中分别测出试件背面为刚性和留  $1/4$  波长空腔时的声阻抗率,相应记为  $Z_1$  和  $Z_2$ ,设试件厚度为  $l$ ,声波角频率为  $\omega$ ,可得式(1)

传统方法的最大缺点是空腔深度需随频率变化而加以调整,不便于采用计算机技术。我们采用了这样的方法,取两块相同厚度的试件,当背面为刚性时,分别测出一块试件与二块迭合后的声阻抗率,仍记为  $Z_1$  和  $Z_2$ ,可得式(2):

$$\begin{cases} Y = \sqrt{Z_1 \cdot Z_2} \\ \tanh\left(\frac{j\omega l}{c}\right) = \sqrt{Z_2/Z_1} \end{cases} \quad (1) \quad \begin{cases} Y = \sqrt{Z_1(2Z_2 - Z_1)} \\ \tanh\left(\frac{j\omega l}{c}\right) = \sqrt{(2Z_2 - Z_1)/Z_1} \end{cases} \quad (2)$$

应用  $Y$  和  $c$  值,当材料层厚度及安装条件给定时,可以严格分析计算出其他重要声学参量,重要实际问题如下:

- (1) 无规入射吸声系数  $\alpha_R$  媒质中声传播的波矢为  $k = \omega/c$ ,斜入射时由界面上切向波矢分量及法向声阻抗率连续的边界条件可求出相应的吸声系数,对不同入射角作统计平均可求出  $\alpha_R$  值。
- (2) 多层媒质吸声结构 媒质层两侧声压、振速间的相互关系可由一个 4 元素传递矩阵反映,由矩阵运算可求出多层媒质组成的吸声结构的声学特性。
- (3) 尖劈吸声结构 把尖劈想像地分割成若干薄层,按材料与空气所占空间百分比作适当的带权平均,可以导出每层媒质等效的声学参量,从而可按多层媒质结构进行分析。

## 存在气流的消声扁管道声学特性的实验研究\*

俞悟周 王佐民(同济大学声学研究所 上海·200092)

消声管道的声学特性通常采用传递损失和插入损失来进行评价。当管道内存在气流时,气流会改变声波在管道内的传播,从而影响其消声性能。同时,气流将在管道内产生再生噪声。当气流流速相当大时,气流再生噪声构成相当强的背景噪声。这种背景噪声使信噪比降低,影响测量精度。本文利用 M-序列相关技术具有抑制背景噪声的特点,对存在气流的消声管道进行了插入损失  $IL$  及传递损失  $TL$  的 M-序列相关法测量。同

\* 国家自然科学基金资助项目