



中华人民共和国国家标准

GB/T 25077—2010/ISO 9053:1991

声学 多孔吸声材料流阻测量

Acoustics—Materials for acoustical applications—
Determination of airflow resistance

(ISO 9053:1991, IDT)

2010-09-02 发布

2011-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
声学 多孔吸声材料流阻测量
GB/T 25077—2010/ISO 9053:1991

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 17 千字
2010 年 11 月第一版 2010 年 11 月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-40688 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533

前 言

本标准等同采用国际标准 ISO 9053:1991《声学 多孔吸声材料 流阻测量》(英文版)。

本标准按 GB/T 1.1 的要求对 ISO 9053:1991 进行了编辑性修改。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中国科学院提出。

本标准由全国声学标准化技术委员会(SAC/TC 17)归口。

本标准起草单位:同济大学、中国建筑科学研究院、浙江大丰实业有限公司。

本标准主要起草人:钟祥璋、谭华、解宏。

引 言

多孔材料的流阻间接反映了材料的一些结构特性。流阻用于建立材料结构和材料的一些声学特性(例如吸声特性、衰减特性等)之间的关系。

因此本标准有以下两个用途:

- a) 反映多孔材料声学特性与其材料的结构、生产方法之间的关系;
- b) 确保产品质量(质量控制)。

声学 多孔吸声材料流阻测量

1 范围

本标准规定了多孔吸声材料流阻测量的两种方法。
试件可直接从多孔材料产品上裁切得到。
注：关于存在层流和湍流时气流特性的参考文献见附录 A。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

2.1

流阻 **airflow resistance**

R

试件两侧的压差与通过试件的气流体积速度之比。由式(1)表示,单位为帕斯卡秒每立方米(Pa · s/m³)。

$$R = \frac{\Delta p}{q_v} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- Δp ——试件两侧的压差,单位为帕斯卡(Pa)；
- q_v ——透过试件的气流体积速度,单位为立方米每秒(m³/s)。

2.2

比流阻 **specific airflow resistance**

R_s

试件两侧的压差与通过试件的平均气流线速度之比,即流阻与面积的乘积。由式(2)表示,单位为帕斯卡秒每米(Pa · s/m)。

$$R_s = R \cdot A \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- R ——试件流阻,单位为帕斯卡秒每立方米(Pa · s/m³)；
- A ——垂直于气流方向的试件横截面面积,单位为平方米(m²)。

2.3

流阻率 **airflow resistivity**

r

若为各向同性材料,则流阻率是材料单位厚度的比流阻,即比流阻除以试件厚度。由式(3)表示,单位为帕斯卡秒每平方米(Pa · s/m²)。

$$r = \frac{R_s}{d} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- R_s ——试件的比流阻,单位为帕斯卡秒每米(Pa · s/m)；
- d ——沿气流方向的试件厚度,单位为米(m)。

2.4

气流线速度 linear airflow velocity

u

气流通过试件的速度,即通过试件的气流体积速度除以试件横截面面积。由式(4)表示,单位为米每秒(m/s)。

$$u = \frac{q_v}{A}$$

.....(4)

式中:

q_v ——通过试件的气流体积速度,单位为立方米每秒(m³/s);

A ——垂直于气流方向的试件横截面面积,单位为平方米(m²)。

3 测量原理

3.1 直流法(方法 A)

控制单向气流通过圆柱形管或矩形管中的试件,并测量试件两表面产生的压差(见图 1)。

3.2 交流法(方法 B)

控制缓慢交变气流通过圆柱形管或矩形管中的试件,并测量试件所封闭的测试容积内的交变压强(见图 2)。

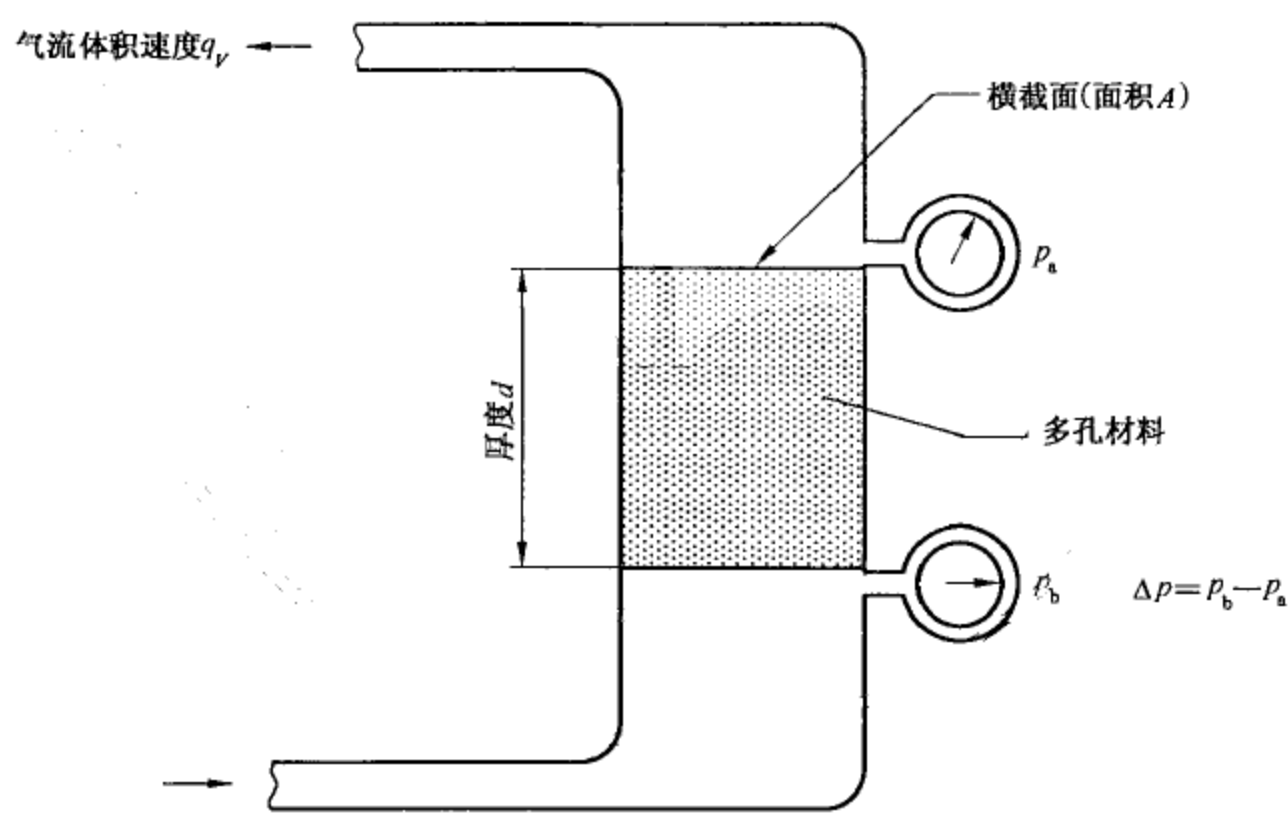


图 1 直流法(方法 A)——基本原理

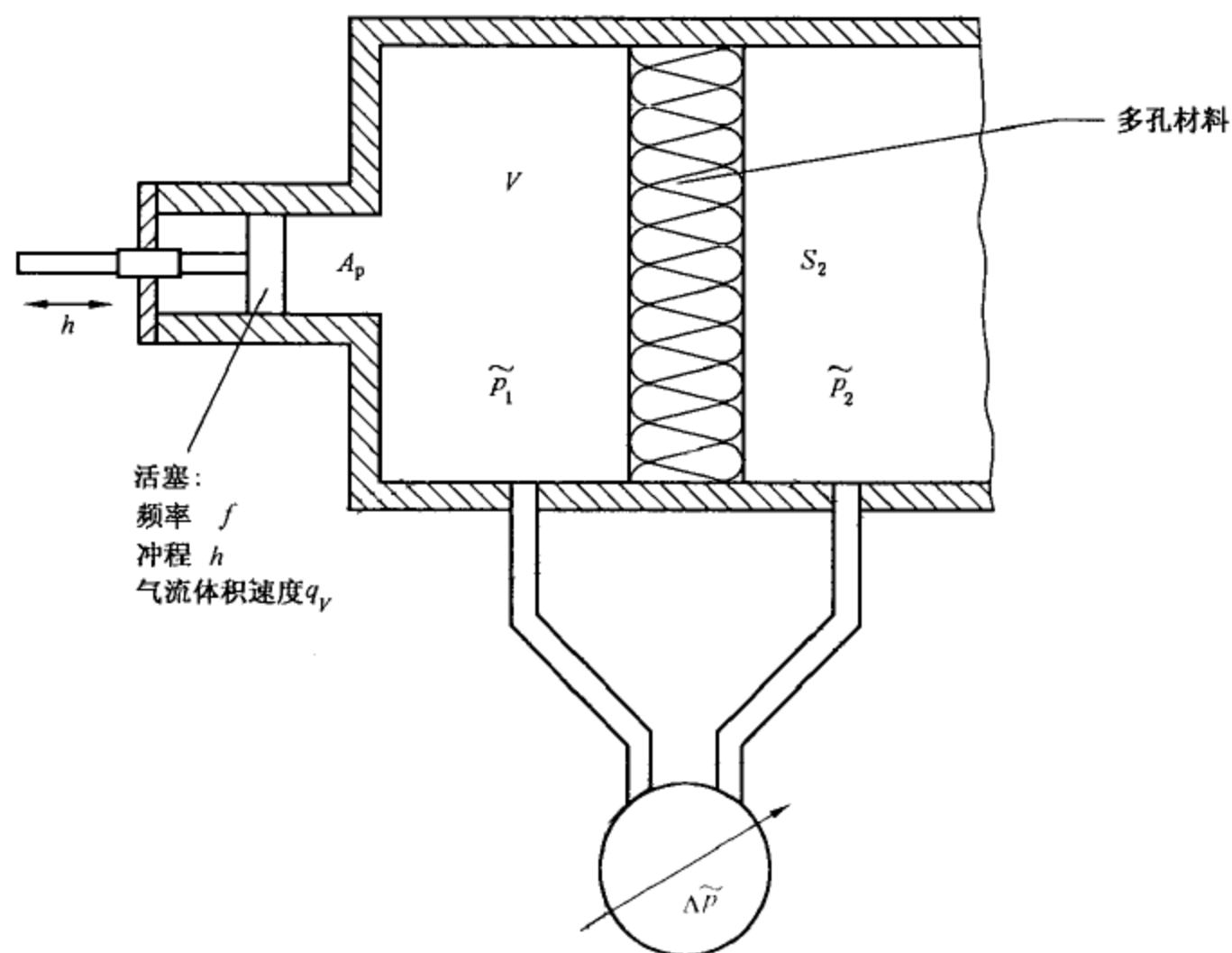


图 2 交流法(方法 B)——基本原理

4 测量设备

4.1 方法 A 的测量设备

测量设备应由以下部分组成:

- a) 放置试件的测量管;
- b) 产生稳定气流的装置;
- c) 测量气流量速度的装置;
- d) 测量试件两端压差的装置;
- e) 试件厚度的测量装置。

测量设备的一个示例,如图 3 所示。

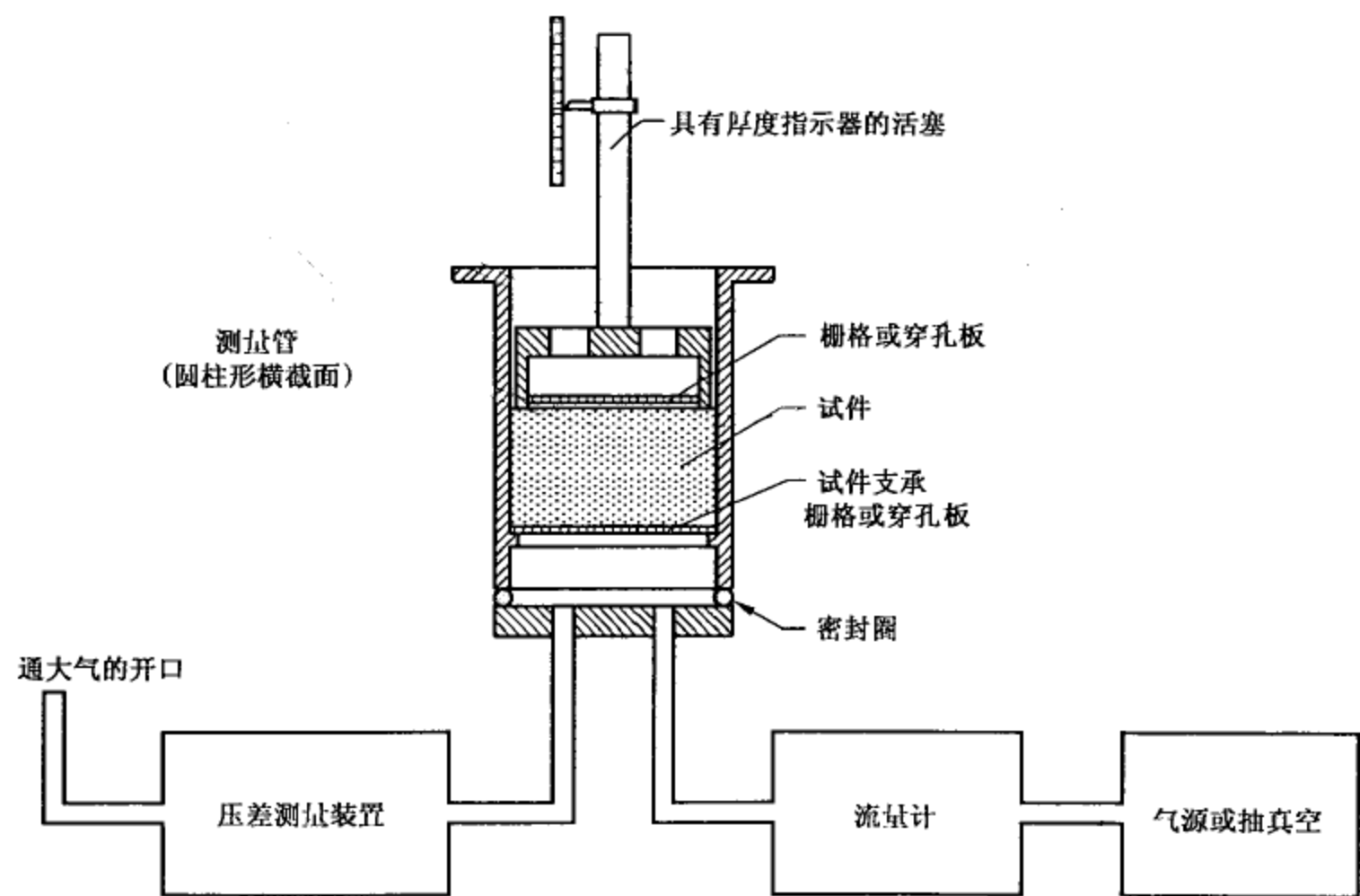


图 3 直流法(方法 A)圆柱形横截面的测量设备

4.1.1 测量管

测量管应为圆柱形或者矩形。圆柱形管的一个示例,如图 3 所示。

如果采用圆柱形管,其内径应大于 95 mm。

如果采用矩形管,建议管横截面为正方形,且各边的边长至少应有 90 mm。

测量管的高度宜基本达到有单向层流气流流入和流出试件,其高度宜至少比试件的厚度大 100 mm。

试件应放置在测量管内部(如需放置在穿孔板支承上),为满足上述的各种要求,试件应离管底端足够远。支承孔板的穿孔率应大于 50%且孔分布均匀,穿孔板支承上的孔径应不小于 3 mm。

注:必要时,应增加穿孔率以免妨碍气流通过试件。

压力和气流测量装置的孔口应该防止泄漏,且孔口布置在穿孔板支承水平面下方。

4.1.2 产生气流的装置

稳定气流建议采用储水减压系统或真空泵作为供气装置。在不污染空气的前提下,也可选用增压系统(空气压缩机等)。

无论采用哪种气源,装置必须能精确控制气流,并且应在测量管的下部保证气流的稳定性。

气源提供的气流速度应足够低,以确保测量的流阻不受气流速度的影响。

建议气源提供的最低气流速度能低至 0.5×10^{-3} m/s。

4.1.3 测量体积速度的装置

测量体积速度的压力孔应位于气源和试件之间的测量管内,并尽可能靠近试件。选用系统应使气流测量精度达到 $\pm 5\%$ 。

4.1.4 压差测量装置

压差测量设备应保证低至 0.1 Pa 的压强值能被测出。

系统的压差测量精度应达到 $\pm 5\%$ 。

4.2 方法 B 的测量设备

测量设备应由以下部分组成:

- a) 放置试件的测量管;
- b) 交变气流产生装置;
- c) 用于测量试件所封闭的测试腔体内压强交变成分的装置;
- d) 试件厚度的测量装置。

两种不同试件固定装置的示例,如图 4 和图 5 所示。

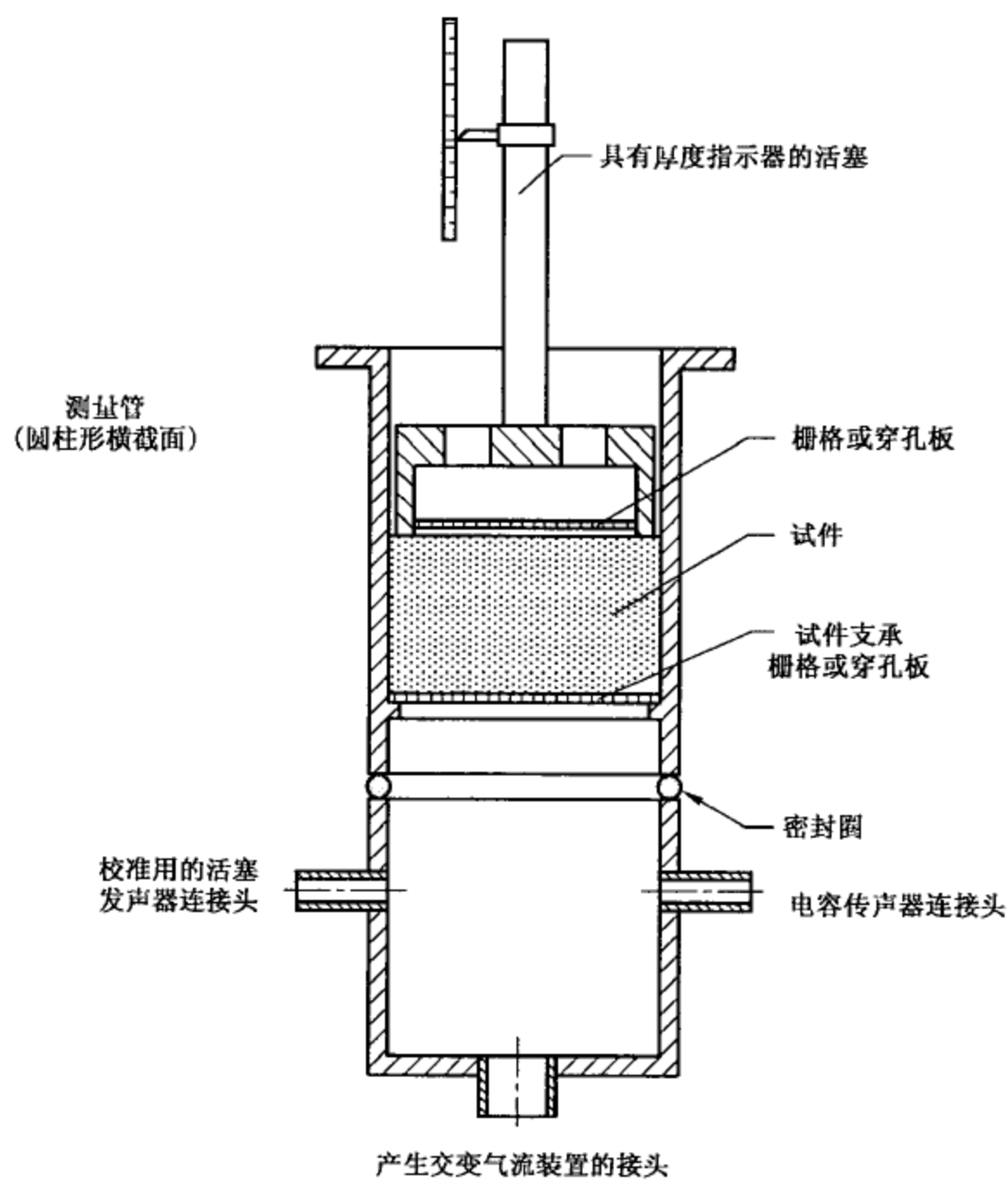


图 4 具有测量松散纤维材料和软质结构试件固定装置的测量管(方法 B)

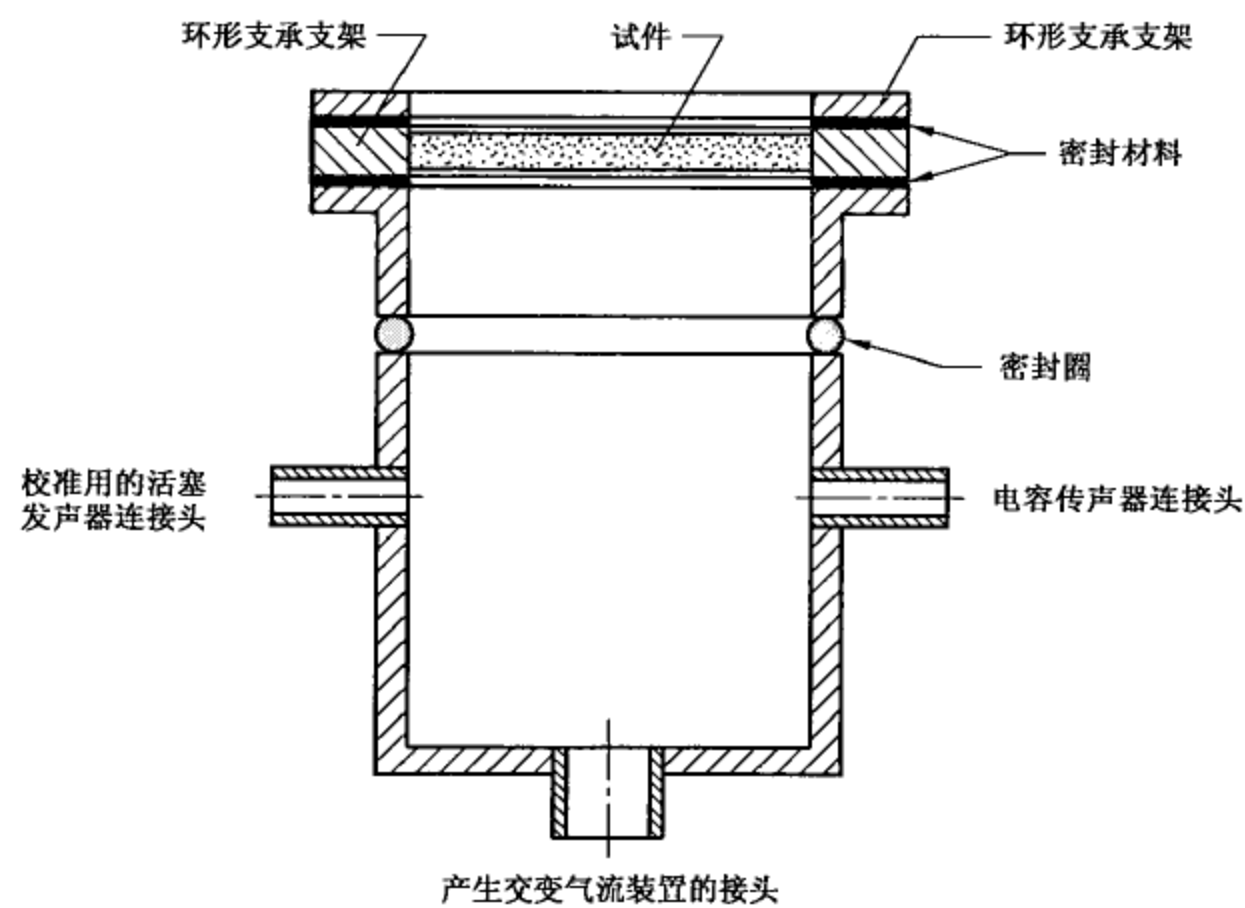


图 5 具有圆柱形硬质试件固定装置的测量管(方法 B)

4.2.1 测量管

测量管由两部分组成:

- a) 试件固定装置;
- b) 测试腔体(见图 4 和图 5)。

这两部分应同为圆柱形(如图4和图5所示),或者同为矩形。

如试件固定装置为圆环,其内径应大于95 mm。

如试件固定装置为矩形环,最好为正方形环,且各边边长应至少为90 mm。

总之,测试腔体横截面应至少等于试件固定装置的横截面积。

试件应放置于试件固定装置内(如有必要,需放置在穿孔板支承上)。试件的下表面形成测试腔体。

如采用孔板支承,其最小穿孔率应为50%,且孔均匀分布,其孔径不小于3 mm。

注:必要时,为了不妨碍气流通过试件需要增加穿孔率。孔板支承的流阻(通过采用比测量试件流阻时所用的最大气流速度还要大的速度测量得到)应小于试件流阻的1%。

4.2.2 产生交变气流的装置

交变气流体积速度是通过一个以频率2 Hz左右作正弦运动的活塞产生,其有效值 $q_{v,r,m,s}$ 可由式(5)表示,单位为立方米每秒(m^3/s)。

$$q_{v,r,m,s} = \frac{\pi}{\sqrt{2}} f h A_p \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

f ——活塞运动频率,单位为赫兹(Hz);

h ——活塞冲程(位移的峰-峰值),单位为米(m);

A_p ——圆柱形活塞的横截面积,单位为平方米(m^2)。

气流速度的有效值 $u_{r,m,s}$ 可由式(6)表示,单位为米每秒(m/s)。

$$u_{r,m,s} = \frac{q_{v,r,m,s}}{A} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$q_{v,r,m,s}$ ——交变气流体积速度的有效值,单位为立方米每秒(m^3/s);

A ——试件的面积,单位为平方米(m^2)。

气流速度有效值 $u_{r,m,s}$ 宜在0.5 mm/s和4 mm/s之间。

测试腔体的交变压强应通过一个侧向安装的电容传声器测量,该传声器连接到测量放大器。压强测量装置应采用和测试腔体相连的活塞发声器校准,校准时要保持气密,活塞发声器的交变压强 p_{eff} 可由式(7)表示,单位为帕斯卡(Pa)。

$$p_{eff} = 1.4 \frac{p_0}{\sqrt{2}} \cdot \frac{V_{pk}}{V} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

p_0 ——大气压,单位为帕斯卡(Pa);

V_{pk} ——校准活塞发声器振幅和活塞横截面积的乘积,单位为立方米(m^3);

V ——测试腔体容积,单位为立方米(m^3)。

因此,测量装置可用单位压强作绝对校准。保持活塞振幅不变,该标度能直接用来表示比流阻。

校准活塞发声器的活塞直径宜为10 mm左右,冲程约为5 mm。

注:和已知比流阻试件的测量结果比较表明,活塞以2 Hz运动的测量管内的声压近似于绝热变化。

4.3 测量试件厚度的装置

试件固定装置应配备千分尺或其他指示器,试件厚度测量的容许精度为±2.5%。

5 试件

5.1 形状

试件形状取决于测量管的形式,可以为圆柱形或矩形。

5.2 尺寸

5.2.1 边缘尺度

测试软质且可压缩的材料,如隔热纤维或泡沫塑料,应避免其边缘产生缝隙。因此,其尺寸应略大

于测量管的尺寸。

硬质试件的尺寸应与测量管横截面的尺寸相同。

注：应该注意避免试件变形。

5.2.2 厚度

试件应选择的厚度要以最佳条件下可测到压差及适于测量可用的深度,如果试件的厚度不足以产生合适的压差,可选取多块相同尺寸的试件(但不要多于5块)叠在一起测量。

5.3 数量

至少应选取3个样品,且每个样品应裁切3个试件进行测量。

6 测量步骤

6.1 放置试件按第5章的要求准备,将其放入测量管中。

6.2 试件边缘要保证气密性,硬质的试件边缘可涂凡士林等密封。

6.3 使试件厚度的测量装置和试件的上表面接触,如果必要可对试件轻轻压紧。

6.4 标注试件厚度,同时利用该测量装置测定自由状态或压缩状态下的体积及试件适当位置时的密度。

6.5 由于已发现许多吸声材料的比流阻,在一定的范围内随气流速度的增大而增加,因此应尽可能以最小气流速度测量。推荐的气流速度 u 下限值为 0.5×10^{-3} m/s,与质点速度的这个值相应的声压为 0.2 Pa(80 dB,基准声压 20 μ Pa)。

关于采用直流法(方法A)步骤,压差 Δp 既可直接以 $u = 0.5 \times 10^{-3}$ m/s 的气流速度测量,也可将气流速度逐渐降低至较低范围测量。比流阻应按 2.2 计算。

关于采用气流递减的方法,需要画出每一个试件的比流阻和气流速度的关系图。从图中通过平均法或者必要时用外插法得到 $u = 0.5 \times 10^{-3}$ m/s 情况下材料的比流阻。

采用交变气流法(方法B)时,通常在气流速度有效值 $u = 0.5 \times 10^{-3}$ m/s 情况下测定材料的比流阻。否则,可采用方法A中描述的逐步递减法测量材料的比流阻。

7 精密度

不同实验室之间精密度比较实验尚在计划中。

8 测量报告

测量报告除了提供第6.5中描述试件的计算结果、平均值、其他一些统计参量(如标准偏差等)以及产品规格外还应包括以下信息:

- a) 测试依据为本标准;
- b) 产品的材料、表观密度、测量过程中采用的测试标准;
- c) 测量采用的方法以及测量流阻时的下限速度;
- d) 测试条件,尤其是测量管的形状和尺寸;
- e) 试件的准备情况;
- f) 试件的数量以及试件的横向尺寸;
- g) 如有必要,说明试件中心轴和对主轴之间的方位关系;
- h) 试件表面的材料和性质;
- i) 试件的厚度和密度;
- j) 依据本标准进行测量的过程中可能产生的各种偏差。

附 录 A
(资料性附录)
参 考 文 献

- [1] ISO 4638:1984. Polymeric materials, cellular flexible—Determinaion of air flow permeability.
 - [2] CREMER, L. . Die wissenschaftlichen Grundlagen der Raumakustik (The scientific fundamental principles of room acoustics), vol. 3, Leipzig: S. Hirzel Verlag, 1950.
 - [3] KRAAK, W. . Der dynamische Strömungsstandwert kreisförmiger kurzer Kanäle. Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, 65(10), 1956: P. 46.
 - [4] REICHARDT, W. . Grundlagen der Elektroakustik, 2nd ed. , Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig, 1954.
 - [5] WEBER, K. . Apparatur zur Messung kleiner Strömungsstandwerte, Diplomarbeit am Institut für Elektround Bauakustik der Technischen Hochschule, Dresden, 1957.
 - [6] JAMES, E. A. J. . Gas dynamics. Boston: Allyn and Bacon, 1969.
 - [7] ZWIKKER, C. and KOSTEN, C. W. . Sound absorbing materials, Amsterdam: Elsevier, 1949.
 - [8] BROWN, R. L. and BOLT, R. H. . The measurement of flow resistance of porous acoustics materials. J. Acoust. Soc. Am. , 13(4), 1942: 337-344.
-



GB/T 25077-2010

版权专有 侵权必究

*

书号: 155066 · 1-40688

定价: 16.00 元