

前 言

本标准等效采用国际标准 ISO 8841:1991《致密定形耐火制品—透气度的测定》。在下列章条中略有改变：

- 2(将引用的国际标准用国家标准代替)；
- 3(将注 4 移至第 8 章)；
- 5.1(扩大转子流量计的测量范围,增加夹持薄试样用的圆环,并删除图 2,关于负压下测定透气度的仪器)；
- 5.1.2(改变乳胶套的充气压力,并删除注 5,关于立方体试样的夹持器)；
- 5.1.4(删除用水置换空气测量流量的规定)；
- 6.1(删除注 7,关于立方体试样的尺寸)；
- 8.1(删除式(3),扩大空气动力粘度值的温度范围,删除水蒸气的校正系数,增加 mbar 与 mmH₂O 的换算式)；
- 8.2(改写透气度计算式)；
- 8.3(删除关于立方体试样的透气度计算式)；
- 9(删除注 10)。

本标准对 GB/T 3000—1982《耐火制品透气度试验方法》主要作了如下修改：

- 增加 ISO 前言与绪论；
- 扩充定义内容；
- 改变图 1 中流量计的数量和流量范围,将图 3 垫环改为圆环；
- 将透气度的符号由 K 改为 μ ,单位由 μm^2 改为 m^2 ；
- 取消附录 A(用水置换空气测量流量)。

本标准自实施之日起,代替 GB/T 3000—1982。

本标准由国家冶金工业局提出。

本标准由全国耐火材料标准化技术委员会归口。

本标准由洛阳耐火材料研究院起草。

本标准主要起草人:曲学斌、黄海琴。

本标准 1982 年 3 月 29 日首次发布。

ISO 前言

ISO(国际标准化组织)是各国标准团体(ISO 成员团体)的一个世界性联合会。制定国际标准的工作通常由 ISO 的各技术委员会进行。各成员团体若对某技术委员会确立的项目感兴趣,均有权参加该委员会的工作。与 ISO 有联系的国际组织(官方的或非官方的)也可参加有关工作。ISO 在电工技术标准化的各个方面,与国际电工委员会(IEC)密切合作。

技术委员会采纳的国际标准草案,提交各成员团体表决,至少获得参加表决的成员团体 75%的赞成票,才能作为国际标准发布。

国际标准 ISO 8841 是由 ISO/TC 33/SC2 国际标准化组织耐火材料技术委员会试验方法分委员会制定的。

ISO 绪论

固体的透气度是与材料中气孔分布有关的性能,因此,对结构的变化敏感。它与显气孔率没有直接关系。在一个试样内和在几个试样之间,它都比气孔率的变化大得多。

还应注意,不像密度和气孔率,透气度是一项按照测定方向,有时也按照气体流动方向而变化的性能。

设备应不受气流影响或其他局部温度变化的影响。

中华人民共和国国家标准

致密定形耐火制品透气度试验方法

GB/T 3000—1999
eqv ISO 8841:1991

代替 GB/T 3000—1982

Dense shaped refractory products—
Determination of permeability to gases

1 范围

本标准规定了测定致密定形耐火制品透气度的方法。对定形隔热耐火制品透气度的测定,可参照本标准。

本标准所规定的方法考虑到气体的动力粘度。因此,所得的结果不可直接与早期没考虑粘度的方法所得的结果比较。测定时一般通空气,需要时可用其他气体,已给出空气和氮气的粘度。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 1214.2—1996 游标类卡尺 游标卡尺

3 定义

本标准采用下列定义。

透气度 permeability

材料在压差下允许气体通过的性能。

已知在给定时间内通过试样的气体体积,则透气度用式(1)计算:

$$\frac{V}{t} = \mu \times \frac{1}{\eta} \times \frac{A}{\delta} \times (p_1 - p_2) \times \frac{p_1 + p_2}{2p} \dots\dots\dots(1)$$

式中: V ——通过试样的气体体积, m^3 ;

t ——该体积的气体通过试样的时间, s ;

μ ——试样的透气度, m^2 ;

η ——试验温度下气体的动力粘度, $Pa \cdot s$;

A ——试样的横截面积, m^2 ;

δ ——试样高度, m ;

p ——气体的绝对压力, Pa ;

p_1 ——气体进入试样端的绝对压力, Pa ;

p_2 ——气体逸出试样端的绝对压力, Pa 。

注

1 式(1)符合达西(Darcy)定律,由哈根-泊肃叶(Hagen-Poiseuille)定律导出。

2 由于 p 是测定气体体积时的压力,因此,在正压下测定时 $p = p_1$,在负压下测定时 $p = p_2$ 。

式(1)可重新排列为:

$$\mu = \frac{V}{t} \cdot \eta \cdot \frac{\delta}{A} \cdot \frac{1}{p_1 - p_2} \cdot \frac{2p}{p_1 + p_2} \dots\dots\dots(2)$$

用相应的单位代入式(2)

$$\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}^2} \cdot \frac{1}{\text{Pa}} \cdot \frac{\text{Pa}}{\text{Pa}}$$

由此导出透气度的单位是 m²。

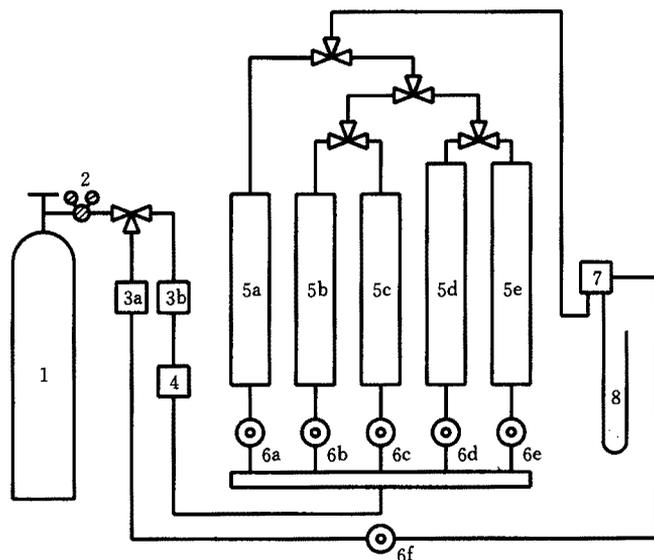
4 原理

干燥的气体通过试样,记录试样两端至少在三个不同压差下的流量,由这些数值以及试样的大小和形状,通过计算确定材料的透气度。

5 设备

5.1 总则

在正压下测定透气度的仪器,如图 1 所示。连接管用玻璃制作比用橡胶好,并应尽可能短,以使设备中产生的压力损失与试样产生的压力损失相比很小。



1—压缩气瓶; 2—气体减压器; 3—气体过滤减压器: (a) 通向胶套; (b) 通向流量计;
4—气体缓冲过滤器; 5—转子流量计: (a) 10~100 cm³/min; (b) 60~600 cm³/min;
(c) 100~1 000 cm³/min; (d) 40~400 cm³/h; (e) 250~2 500 cm³/h; 6a~6f—截止阀;
7—试样夹持器; 8—U 型管压力计

图 1 透气度测定仪示意图

5.1.1 气源

由一个恒压的气体容器组成。

5.1.2 试样夹持器

试样侧面的气密性应由可充气的乳胶套保证,充气压力的大小视乳胶套的性质而定,一般约需 0.10~0.12 MPa(见图 2)。

注:当试样高度小于 50 mm 时,须将外径 50 mm、内径 46 mm、高 50 mm 的圆环(见图 3),放在夹持器中的试样上。

5.1.3 U 型管压力计

U 型管压力计,用来测量试样两端的压差。对这类测量,应采取通常的试验措施,以使压力测量误差(包括水柱高度的读数误差、弯液面误差、压力计垂直度误差和压力计中液体密度的测量误差)不超过 1%。压力应紧靠试样夹持器(5.1.2)中试样端面测定。

注：在远离试样的连接管中测量压力，得到的结果可能偏低。

5.1.4 气体流量测量仪器

由一种灵敏的、在给定的管路温度和压力下校准的转子流量计组成。流量计应精确至 2% 以内，应定期以所用的气体校准，并应只用其测量刻度的中间部分。

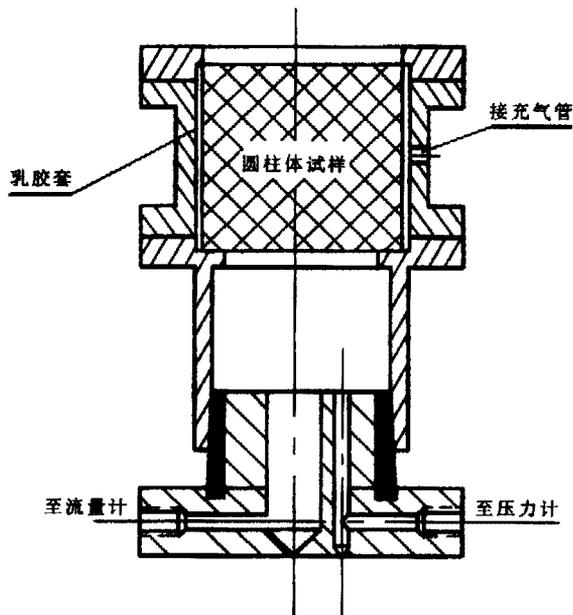


图 2 试样夹持器

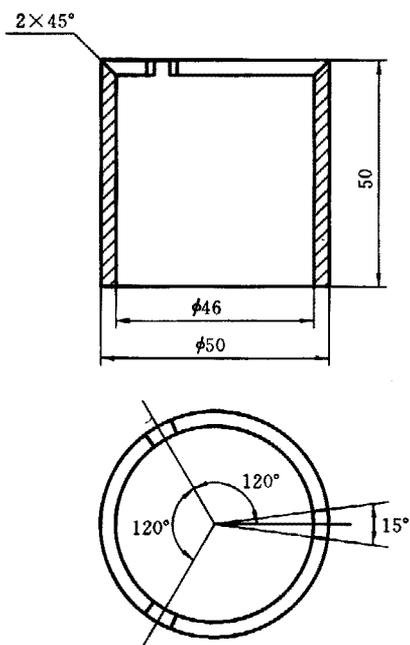


图 3 圆环

5.1.5 游标卡尺，按照 GB/T 1214.2，游标读数值精确至 0.02 mm。

5.1.6 电热干燥箱，能控制在 $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 。

5.1.7 不透气的标准试样，例如铝圆柱体。

6 试样

6.1 尺寸

试样应是圆柱体,直径 $50\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$,高度 $50\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ 。试样对端面轴线的垂直度和两端面之间的平行度均应在 0.5 mm 之内。

注:对较薄的制品,试样的高度可小于 50 mm 。

6.2 制备

制取的试样不应带制品 4 mm 之内的表面层。相对于制品加压方向制取的试样方向及试样数量,按产品技术条件规定或由有关方商定,并在试验报告中注明。

试样表面应无切制时产生的粉尘。如湿切,在水流下刷净;如干切,在压缩空气下刷净。

6.3 干燥

试样应在电热干燥箱(5.1.6)中于 $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 干燥 2 h ,并应在干燥器中冷却至室温,冷却时间应至少 2 h 。

7 程序

7.1 用游标卡尺(5.1.5)测量试样的直径和高度,精确至 0.1 mm 。

7.2 用不透气的标准试样(5.1.7)进行空白试验,以证实试验装置是不漏气的。

7.3 将试样放入夹持器(5.1.2)中,确保乳胶套的压力足以使试样的侧面不漏气。这可用对乳胶套增加压力检查,压力增加时,气体流量和试样两端的压差均应无变化。

7.4 在试样两端至少三个不同的压差下,测量通过试样的气体流量。计算每次测定的试样的透气度。

注:这些测定应证明,流量与压差成正比,因为计算用的等式(见第8章)只对层流成立。

7.5 如果计算的在不同压差下试样的透气度相互偏差大于 5% ,要按 7.2~7.4 重做空白试验。检查设备,重做试验,如仍大于 5% ,应在试验报告中注明。

8 结果计算

透气度(μ)按式(3)计算,以 m^2 为单位,用两位有效数字表示:

$$\mu = 2.16 \times 10^{-6} \eta \times \frac{h}{d^2} \times \frac{q_v}{\Delta p} \times \frac{2p_1}{p_1 + p_2} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中: η ——试验温度下通过试样的气体动力粘度, $\text{Pa} \cdot \text{s}$;

h ——试样高度, mm ;

d ——试样直径, mm ;

q_v ——通过试样的气体流量, cm^3/min ;

Δp ——试样两端的气体压差($=p_1 - p_2$), mmH_2O ;

p_1 ——气体进入试样端的绝对压力($=p_2 + \Delta p$), mmH_2O ;

p_2 ——气体逸出试样端的绝对压力($=$ 当时当地的大气压力), mmH_2O 。

通常,因数 $\frac{2p_1}{p_1 + p_2}$ 很接近于 1,当在小的压差(例如 $\Delta p < 100\text{ mmH}_2\text{O}$)下测定时,可以忽略。

$10 \sim 35^\circ\text{C}$ 空气和氮气的动力粘度分别列于表 1 和表 2。

注

1 $1\text{ mm H}_2\text{O} = 9.807\text{ Pa}$; $1\text{ m bar} = 10.2\text{ mm H}_2\text{O}$ 。

2 $10^{-12}\text{ m}^2 = 10^{-8}\text{ cm}^2 = 1\text{ }\mu\text{m}^2$ 。

表 1 空气的动力粘度

温 度 ℃	动力粘度 $\times 10^{-6} \text{Pa} \cdot \text{s}$	温 度 ℃	动力粘度 $\times 10^{-6} \text{Pa} \cdot \text{s}$	温 度 ℃	动力粘度 $\times 10^{-6} \text{Pa} \cdot \text{s}$
10	17.7	19	18.1	28	18.5
11	17.7	20	18.1	29	18.6
12	17.8	21	18.2	30	18.6
13	17.8	22	18.2	31	18.7
14	17.8	23	18.3	32	18.7
15	17.9	24	18.3	33	18.7
16	17.9	25	18.4	34	18.8
17	18.0	26	18.4	35	18.8
18	18.0	27	18.5	—	—

表 2 氮气的动力粘度

温 度 ℃	动力粘度 $\times 10^{-6} \text{Pa} \cdot \text{s}$	温 度 ℃	动力粘度 $\times 10^{-6} \text{Pa} \cdot \text{s}$	温 度 ℃	动力粘度 $\times 10^{-6} \text{Pa} \cdot \text{s}$
10	17.1	19	17.6	28	18.0
11	17.2	20	17.6	29	18.0
12	17.2	21	17.7	30	18.1
13	17.3	22	17.7	31	18.1
14	17.3	23	17.7	32	18.2
15	17.4	24	17.8	33	18.2
16	17.4	25	17.8	34	18.2
17	17.5	26	17.9	35	18.3
18	17.5	27	17.9	—	—

9 试验报告

试验报告应包括下列内容：

- a) 试验单位名称；
- b) 试验日期；
- c) 执行的标准；
- d) 试验制品的标志(制造厂、型号、批量等)；
- e) 砖或产品中每一气体流动方向的试样数；
- f) 所用气体；
- g) 试样两端的各个压差以及相应的通过试样的气体流量；
- h) 每一气体流动方向(相对于砖或产品的加压方向)材料透气度的平均值；
- i) 对在至少三个不同压差下测定的透气度偏差大于允许值(见 7.5)的说明。