

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 10799—2008  
代替 GB/T 10799—1989

## 硬质泡沫塑料 开孔和闭孔体积百分率的测定

Rigid cellular plastics—Determination of the volume  
percentage of open cells and of closed cells

2008-01-04 发布

2008-09-01 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



## 前 言

本标准是对 GB/T 10799—1989《硬质泡沫塑料开孔与闭孔体积百分率试验方法》的修订,试验原理参考了国际标准 ISO 4590:2002《硬质泡沫塑料 开孔和闭孔体积百分率的测定》,试验方法参考了 ASTM D 6226-05《硬质泡沫塑料开孔百分率的试验方法》。

本标准代替 GB/T 10799—1989。

本标准与 GB/T 10799—1989 相比主要变化如下:

- 试验仪器结构和操作方法改变:GB/T 10799—1989 中分别采用压力变化法和体积膨胀法测量不可透过体积,所用仪器和操作方法都不一样;本标准只用体积膨胀法测量不可透过体积。
- 试验样品尺寸变化:GB/T 10799—1989 中体积膨胀法检测时试样尺寸为:长×宽×厚(100 mm×30 mm×30 mm);本标准中,标准试样是两个立方体,尺寸为:2.5 cm×2.5 cm×2.5 cm。另一个可选择的外形是两个圆柱体,其横截面大小为 6.25 cm<sup>2</sup>,高为 2.5 cm。
- 开、闭孔率计算方法改变:GB/T 10799—1989 中通过检测数据作图外推得到;本标准则直接以检测数据通过相关公式计算得到。
- 矫正切割形成的表面泡孔的方法改变:GB/T 10799—1989 中以表面积和几何体积之比不同的至少三组试样,每组取三个试样,测定试样表观开孔体积百分率,然后作图外推进行校正;本标准中,直接对单一被测样品用刀片沿着立方体的各边平行于面将两个试样各切三次。三等分两个立方体一共产生 16 个更小的立方体,暴露出来的表面积和切割时产生的开孔泡数量增加为双倍,再进行测量以此进行计算获取校正值。

本标准的附录 B 为规范性附录,附录 A 为资料性附录。

本标准由中国轻工业联合会提出。

本标准由全国塑料制品标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:江苏省产品质量监督检验研究院、北京工商大学。

本标准主要起草人:王燕、朱宇宏、周晓玲、甘超、陈倩。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 10799—1989。

# 硬质泡沫塑料

## 开孔和闭孔体积百分率的测定

### 1 范围

本标准规定了硬质泡沫塑料开孔和闭孔体积百分率的测定方法。

本标准适用于含有由聚合物隔膜或孔壁分割成许多小泡孔的泡沫塑料,这些泡孔可能是开孔的(相通的)或闭孔的(不相通的)或这些类型的复合。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 6342—1996 泡沫塑料与橡胶 线性尺寸的测定(idt ISO 1923:1981)

GB/T 6379.4—2006 测量方法与结果的准确度(正确度与精密度) 第4部分:确定标准测量方法正确度的基本方法(ISO 5725-4:1994, IDT)

GB/T 8810—2005 硬质泡沫塑料吸水率的测定(ISO 2896:2001, MOD)

GB/T 12811—1991 硬质泡沫塑料平均泡孔尺寸试验方法

ISO 4590:2002 硬质泡沫塑料 开孔与闭孔体积百分率试验方法

### 3 术语和定义、符号

#### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

##### 3.1.1

**闭孔 closed cell**

封闭的泡孔,不和其他泡孔相通。

##### 3.1.2

**开孔 open cell**

泡孔壁没有完全封闭,并且和其他泡孔直接或间接相通。

##### 3.1.3

**闭孔和泡孔壁体积 volume of closed cells and cell walls**

气体无法通过的内部体积,包括由固体聚合物体积(泡孔壁,支柱)、填充物体积、使用固体颗粒或纤维造成个别闭孔体积和由于泡孔壁破裂而相互连接但与外部不相通的一群小泡孔体积的集合。

##### 3.1.4

**未修正的开孔体积 uncorrected volume of open cells**

包括材料内部可渗水的泡孔体积和因切割造成的表面各种不规则的开孔体积。

#### 3.2 符号 symbols

下列符号适用于本标准。

$d$  样品直径, cm

$h$  样品高度, cm

- $l$  样品长度, cm
- $O_v$  体积, 开孔百分率
- $V$  样品几何体积,  $\text{cm}^3$
- $V_{\text{CALIB}}$  校准标准试块,  $\text{cm}^3$
- $V_{\text{CHAMBER}}$  样品仓体积,  $\text{cm}^3$
- $V_{\text{EXP}}$  膨胀体积,  $\text{cm}^3$
- $V_{\text{SPEC}}$  样品置换体积,  $\text{cm}^3$
- $w$  样品宽度, cm

#### 4 原理

本方法基于波仪耳-马略特定律(Boyle-Mariotte law)测定多孔塑料材料开孔体积的多孔性。波仪耳-马略特定律表明密闭气体体积的增加导致压力成比例的降低。

本方法测定开孔泡的数值。通过测定一种材料可得到的泡孔体积来确定多孔性, 剩余体积为密闭泡孔和孔壁的体积。待测样品制备时需要切割, 会造成一小部分密闭孔被打开, 这些被打开的开孔误差的矫正见附录 B。

试验仪器由两个已知体积的试验容器通过阀门连接。其中一个容器是校准过的样品仓, 它用于放入试验样品, 并连接高纯度的干燥气体(99.99%), 例如氮气或氦气。将试样室的气体压力增加到预先设定的压力值, 记为  $p_1$ , 之后将两个试验容器连通阀门打开, 降低后的压力值记为  $p_2$ 。两次压力的比值  $p_1/p_2$  与样品仓中被样品取代的体积有直接的关系。通过这个体积和试样几何体积的不同测定试样的开孔率。

注: 选择的干燥气体不能对试验有不适合的影响, 如溶解试样或容易渗透到样品中。

#### 5 仪器

##### 5.1 气体比重仪

比重仪设备的示意图见图 1。它应包含以下几个特征:

- 5.1.1 试样室( $V_{\text{CHAMBER}}$ ), 体积约在  $30 \text{ cm}^3 \sim 150 \text{ cm}^3$  之间, 精确到  $0.1 \text{ cm}^3$ 。
- 5.1.2 膨胀参考体积( $V_{\text{EXP}}$ ), 是精确校准过的体积, 精确到  $0.1 \text{ cm}^3$ 。

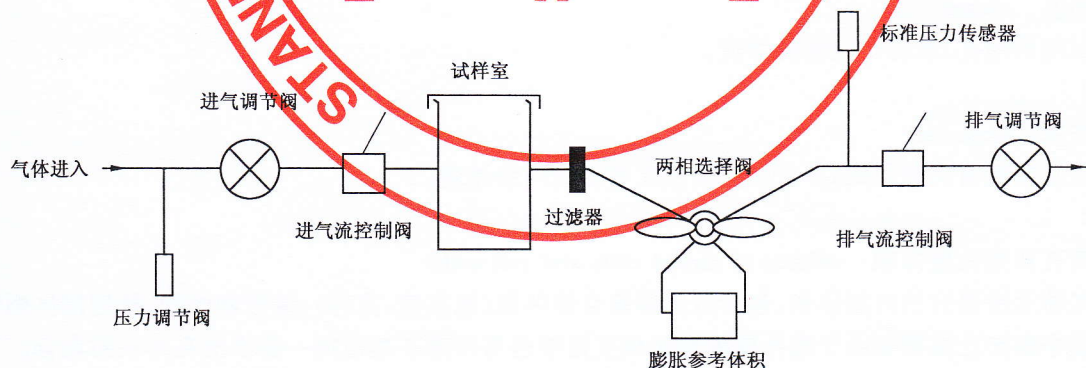


图 1 气体比重仪设备的示意图

- 5.1.3 标准压力传感器, 测量范围在  $0 \text{ kPa} \sim 175 \text{ kPa}$ , 有最小体积位移和  $0.1\%$  的线性。
- 5.1.4 压力调节阀, 避免压力传感器的压力过大。
- 5.1.5 过滤器, 阻止粉末等堵塞传感器和控制阀。
- 5.1.6 进气流控制阀, 控制气体压力。
- 5.1.7 排气流控制阀, 控制气体排出。

- 5.1.8 两相选择阀,将参考体积与样品仓相连。
- 5.1.9 无孔标准样块,(如不锈钢球体)已知体积应占试样室体积的三分之一至三分之二。
- 5.1.10 数字标尺,读取压力传感器上压力值,精确到 0.007 kPa。
- 5.1.11 试样室密封盖,含环型密封圈。
- 5.1.12 气体比重仪校准程序,参见附录 A。

## 5.2 切割设备

用于试样的制备,如带锯或竖锯,其锯刃具备平滑切割的能力。也可以采用孔洞切割器。

## 5.3 测量仪器

游标卡尺或千分尺测量仪器,能精确测量试样到 0.003 cm。

## 6 样品

### 6.1 试样尺寸

标准试样是两个立方体,尺寸为:2.5 cm×2.5 cm×2.5 cm(见注 1)。另一个可选择的外形是两个圆柱体,其横截面大小为 6.25cm<sup>2</sup>,高为 2.5cm(见注 2)。在一些实际情况下(例如,试样室的尺寸较小或试验材料的数量有限的时候),可以只用一个立方体或圆柱体试样。但是,试样置换体积( $V_{SPEC}$ )至少是样品仓体积的 15%。

注 1: 由于表面积不同,不能采用 5 cm×2.5 cm×2.5 cm 的长方体代替两个立方体进行分析。

注 2: 圆柱体形状的试样不适用各向异性材料。

### 6.2 试样要求

- 6.2.1 除非有其他协议要求,至少要随机选择 3 组两个立方体或两个圆柱体试样。所有试样不能有任何瑕疵。
- 6.2.2 试样应从一个样品上切取,且表面要光滑。允许使用切削技术或使用 400 号或更细的砂纸打磨使试样表面光滑。最后应除去试样表面的粉尘。

## 7 试验环境

- 7.1 在温度为(23±2)℃,相对湿度为(50±5)%的标准试验环境中调节试样至少 24 h。
- 7.2 由于此试验方法基于精确的气压测定值,因此环境、仪器的设备、试样以及样品容器的温度应恒定在±2℃范围内。

## 8 试验过程

- 8.1 测量并记录样品的长度  $l$ 、高度  $h$ 、宽度  $w$ ,精确到 0.003 cm。如果采用圆柱体样品,测量高度  $h$  和直径  $d$ 。
- 8.2 关闭流量阀。
- 8.3 调节两相选择阀,使膨胀室和系统其他部分隔离。
- 8.4 打开排气阀。
- 8.5 打开样品仓,确认其清洁干燥后放入试样,盖好样品仓盖。
- 8.6 当所有阀门打开时,等待一段时间使流动的干燥气体通过样品仓将试样的孔洞、缝隙和样品之间的空气和水气等不洁气体排出。记录所用时间。
- 8.7 关闭排气阀,打开流量阀,使气压上升到 20 kPa;然后关闭流量阀,打开排气阀。当气压降到 3 kPa 以下时,关闭排气阀。该清扫过程至少重复 2 次。排气阀应保持打开直到清扫程序结束。记录所用的清扫循环次数。
- 8.8 操作两相选择阀,使膨胀体积仓和系统其他部分相连。使气压降低到稳定值,根据需要显示气压校正控制在 0 位。

8.9 调节两相选择阀,使膨胀体积仓和系统其他部分隔离,确保显示压力不偏离 0 位,如果发生偏离,重复 8.8。

8.10 忽略任何气压变化,关闭排气阀。

8.11 打开流量阀,使样品仓升压至 20 kPa。

注:在一些情况下可以用低于 20 kPa 气压进行吹扫和试验。采用的气压不能使试样变形。如果使用不同气压,需要在报告中注明。

8.12 关闭流量阀,使压力稳定或等待一定时间(对大多数样品最好等待 10 s~15 s),记录最终气压值  $p_1$ 。如果气压不稳定,记录所用的时间。

8.13 迅速操作两相选择阀,再次使膨胀体积仓和系统其他部分相连,按照 8.12 的方法使压力稳定或等待一定时间,记录最终气压  $p_2$ 。

注:如果气压读数连续不断地下降,则泡孔可能被破坏或者试验气体通过泡孔壁扩散进去。在这种情况下,就不能得到准确的开孔率。

8.14 打开排气阀,压力降至 0 kPa。

8.15 如果样品采用多次测定的方法,重新回到 8.8 开始。

8.16 取出样品仓中试样。如果设备几天不用,关闭试样室,切断气体供给。

8.17 按式(1)计算试样体积:

$$V_{\text{SPEC}} = V_{\text{CHAMER}} \frac{V_{\text{EXP}}}{\frac{p_1}{p_2} - 1} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$V_{\text{SPEC}}$ ——试样体积,单位为立方厘米( $\text{cm}^3$ );

$V_{\text{CHAMER}}$ ——试样室体积,单位为立方厘米( $\text{cm}^3$ );

$V_{\text{EXP}}$ ——膨胀参考体积,单位为立方厘米( $\text{cm}^3$ );

$p_1$ ——试样室增压后压力,单位为千帕(kPa);

$p_2$ ——两个试验容器连通阀门打开,降低后的压力,单位为千帕(kPa)。

注:对于其他类型的手工和自动操作的气体比重仪,操作和校准方面参考操作说明书。

## 9 结果表示

9.1 样品的几何体积  $V$  计算方法如下。

9.1.1 两个立方体的几何体积  $V$  按式(2)计算:

$$V = (l_1 \times w_1 \times h_1) + (l_2 \times w_2 \times h_2) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$V$ ——试样体积,单位为立方厘米( $\text{cm}^3$ );

$l_1$ ——1 号试样长,单位为厘米(cm);

$w_1$ ——1 号试样宽,单位为厘米(cm);

$h_1$ ——1 号试样高,单位为厘米(cm);

$l_2$ ——2 号试样长,单位为厘米(cm);

$w_2$ ——2 号试样宽,单位为厘米(cm);

$h_2$ ——2 号试样高,单位为厘米(cm)。

9.1.2 两个圆柱体的几何体积  $V$  按式(3)计算:

$$V = \frac{\pi \times d_1^2 \times h_1}{4} + \frac{\pi \times d_2^2 \times h_2}{4} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$V$ ——试样体积,单位为立方厘米( $\text{cm}^3$ );

- $d_1$ ——1号试样直径,单位为厘米(cm);  
 $h_1$ ——1号试样高,单位为厘米(cm);  
 $d_2$ ——2号试样直径,单位为厘米(cm);  
 $h_2$ ——2号试样高,单位为厘米(cm)。

9.2 试样的体积开孔率  $O_v$  按式(4)计算:

$$O_v = \frac{(V - V_{\text{SPEC}})}{V} \times 100 \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

- $O_v$ ——试样的体积开孔率,%;  
 $V$ ——试样体积,单位为立方厘米( $\text{cm}^3$ );  
 $V_{\text{SPEC}}$ ——样品置换体积,单位为立方厘米( $\text{cm}^3$ )。

9.3 闭孔和孔壁体积百分率  $CW_v$  按式(5)计算:

$$CW_v = 100 - O_v \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

- $CW_v$ ——闭孔和孔壁体积百分率,%;  
 $O_v$ ——试样的体积开孔率,%。

9.4 已知固态材料密度时,泡孔壁所占的体积百分率  $W_v$  按式(6)计算:

$$W_v = \frac{m}{s_g \times V} \times 100 \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

- $m$ ——试样质量,单位为克(g);  
 $s_g$ ——材料的密度,单位为克每立方厘米( $\text{g}/\text{cm}^3$ );  
 $V$ ——试样的几何体积,单位为立方厘米( $\text{cm}^3$ )。

9.5 闭孔体积百分率  $C_v$  按式(7)计算:

$$C_v = 100 - O_v - W_v \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

- $C_v$ ——闭孔体积百分率,%;  
 $O_v$ ——试样的体积开孔率,%;  
 $W_v$ ——泡孔壁所占的体积百分率,%。

## 10 试验报告

试验报告应包括下列内容:

- a) 本标准编号;
- b) 泡沫材料的种类和名称;
- c) 样品制造日期和批号;
- d) 样品数量,试验条件,试验用气体和其他需要注明的内容;
- e) 试验日期;
- f) 所有试样试验结果的平均值作为试样的开孔率;
- g) 如果需要,所有试样试验结果的平均值作为试样的闭孔率和泡孔壁百分率。

## 11 精确度和偏差

### 11.1 精确度

表1是基于2004年4种试验材料在6个实验室的检测,根据GB/T 6379.4—2006进行一系列试

验得到一个联合声明。对于每种材料,所有样品由同一个试验室制备,但是每个检测实验室再分别制备试验样块。对每种材料每个实验室得到 5 个试验数据。其精确度,特征重复性( $S_r$  和  $r$ )和重现性( $S_R$  和  $R$ )见表 1(注意: $R$  和  $r$  仅仅是考虑这个试验方法近似精确度而体现的一种平均方式。表 1 中的数据不能用于决定采用还是拒绝使用某个材料,因为这些数据仅仅适用于联合声明中试验材料的数据,对于其他批号、程序、条件、材料或试验室的重现性并不可靠。这个试验方法的试验人员应根据 GB/T 6379.4—2006 描述的原理,产生自己的试验材料和实验室数据。

表 1 开孔 %

材料	Avg	SrA	SRB	rC	RD
A	29.7	2.7	5.4	7.5	15.1
B	3.2	0.8	2.4	2.2	6.8
C	9.9	1.0	3.1	2.9	8.5
D	95.7	1.6	3.4	4.5	9.4

注: SrA——指定材料的试验室内部的标准偏差。所有参与的试验室共享试验结果的标准偏差。  
 SRB——试验室间的再现性,表达为标准偏差。  
 rC——试验室内部两个结果的临界= $2.8 \times S_r$ 。  
 RD——试验室间的两个结果的临界= $2.8 \times S_R$ 。

注: 表 1 中的精确度数据是在这个试验方法指定的试验条件下得到的。如果一种材料有确定的其他试验条件,此精确度数据不能被采用。

## 11.2 偏差

目前还没有公认的标准来评价这个试验方法的偏差。



附录 A  
(资料性附录)  
气体比重仪校准程序

A.1 气体比重仪操作原理

A.1.1 气体比重仪是一种气体转换比重仪,可以测定粉末或块状物规则或不规则形状的固体物质体积的装置。设备的示意图见图 A.1。

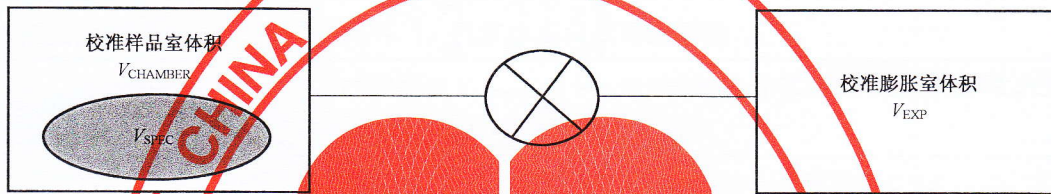


图 A.1 气体比重仪简化示意图

A.1.2 假设  $V_{\text{CHAMBER}}$  和  $V_{\text{EXP}}$  同时在环境大气压  $p_a$  和环境温度  $t_a$  下,且  $V_{\text{CHAMBER}}$  和  $V_{\text{EXP}}$  之间的选择阀是关闭的。向  $V_{\text{CHAMBER}}$  中充气使气压升至  $p_1$ 。根据样品的质量平衡得到  $V_{\text{CHAMBER}}$ , 见式(A.1)。

$$p_1(V_{\text{CHAMBER}} - V_{\text{SPEC}}) = n_C R t_a \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- $p_1$ ——试样室增压后压力,单位为千帕(kPa);
- $V_{\text{CHAMBER}}$ ——校准样品体积,单位为立方厘米( $\text{cm}^3$ );
- $V_{\text{SPEC}}$ ——校准膨胀室体积,单位为立方厘米( $\text{cm}^3$ );
- $n_C$ ——样品仓气体的摩尔数,单位摩尔(mol);
- $R$ ——气体常量,单位为帕立方米每摩尔开尔文 [ $\text{Pa} \cdot \text{m}^3 / (\text{mol} \cdot \text{K})$ ];
- $t_a$ ——环境温度,单位为开尔文(K)。

A.1.2.1 膨胀体积的质量方程,见式(A.2)。

$$p_a V_{\text{EXP}} = n_{\text{EXP}} R t_a \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

- $p_a$ ——环境大气压,单位为帕(Pa);
- $n_{\text{EXP}}$ ——膨胀体积气体的摩尔数,单位为摩尔(mol)。

A.1.2.2 当选择阀打开后,气压降低到中间值  $p_2$ ,质量平衡变为式(A.3):

$$p_2(V_{\text{CHAMBER}} - V_{\text{SPEC}} + V_{\text{EXP}}) = n_C R t_a + n_{\text{EXP}} R t_a \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

将式(A.1)和式(A.2)替代到式(A.3)中:

$$p_2(V_{\text{CHAMBER}} - V_{\text{SPEC}} + V_{\text{EXP}}) = p_1(V_{\text{CHAMBER}} - V_{\text{EXP}}) + p_a V_{\text{EXP}} \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

或者:

$$(p_2 - p_1)(V_{\text{CHAMBER}} - V_{\text{SPEC}}) = (p_a - p_2)V_{\text{EXP}} \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

然后:

$$V_{\text{CHAMBER}} - V_{\text{SPEC}} = \frac{p_a - p_2}{p_2 - p_1} V_{\text{EXP}} \quad \dots\dots\dots (A.6)$$

在分母上加上和减去  $p_a$  并重新排列,见式(A.7):

$$-V_{\text{SPEC}} = -V_{\text{CHAMBER}} + \frac{(p_a - p_2)V_{\text{EXP}}}{(p_2 - p_a) - (p_1 - p_a)} \quad \dots\dots\dots (A.7)$$

分子分母同时除以  $p_a - p_2$ , 见式(A. 8):

$$V_{\text{SPEC}} = V_{\text{CHAMBER}} - \frac{V_{\text{EXP}}}{\left[1 - \frac{(p_1 - p_a)}{(p_a - p_2)}\right]} \dots\dots\dots(\text{A. 8})$$

或者:

$$V_{\text{SPEC}} = V_{\text{CHAMBER}} - \frac{V_{\text{EXP}}}{\frac{(p_1 - p_a)}{(p_a - p_2)} - 1} \dots\dots\dots(\text{A. 9})$$

由于在式(A. 1)、式(A. 9)中表示的  $p_1$ 、 $p_2$  和  $p_a$  为绝对压力, 而在式(A. 9)中  $p_1$ 、 $p_2$  使用前都减去了  $p_a$ , 新变量  $p_{1g}$ 、 $p_{2g}$  便被称为标准压力, 见式(A. 10)和式(A. 11):

$$p_{1g} = p_1 - p_a \dots\dots\dots(\text{A. 10})$$

$$p_{2g} = p_2 - p_a \dots\dots\dots(\text{A. 11})$$

式(A. 9)改写为式(A. 12):

$$V_{\text{SPEC}} = V_{\text{CHAMBER}} - \frac{V_{\text{EXP}}}{\frac{p_{1g}}{p_{2g}} - 1} \dots\dots\dots(\text{A. 12})$$

A. 1.3 式(A. 12)即为比重仪的计算方程。校准过程用来测定  $V_{\text{CHAMBER}}$  和  $V_{\text{EXP}}$ , 而且压力值是采用标准压力传感器来测量的。应保证能以控制的速率充气 and 排气, 最合适的试样尺寸和参考体积以及清除试样的水气, 因为水气导致式(A. 1)~式(A. 3)不符合所描述的行为。

## A. 2 校准比重仪理论

A. 2.1 在气体比重仪中检测试样前应知道试样仓和膨胀仓的体积。允许这些内部体积采用可移动的、精确标准试块的方法测定。

A. 2.2 假设  $V_{\text{CALIB}}$  被取出,  $V_{\text{CHAMBER}}$  被充气增压至  $p_1$  且  $V_{\text{EXP}}$  被密闭在零标准(环境)气压, 同时阀门关闭。打开阀门, 环境被建立起来:

$$p_1 V_{\text{CHAMBER}} = p_2 (V_{\text{CHAMBER}} + V_{\text{EXP}}) \dots\dots\dots(\text{A. 13})$$

式中:

$p_2$ ——形成的中间压力值, 单位为帕(Pa)。

A. 2.3 将  $V_{\text{CALIB}}$  放置到  $V_{\text{CHAMBER}}$  中重复充气产生膨胀:

$$p_1^* (V_{\text{CHAMBER}} - V_{\text{CALIB}}) = p_2^* (V_{\text{CHAMBER}} - V_{\text{CALIB}} + V_{\text{EXP}}) \dots\dots\dots(\text{A. 14})$$

式中:

$p_1^*$  和  $p_2^*$ —— $V_{\text{CALIB}}$  放置前后的膨胀气压, 单位为帕(Pa)。

A. 2.4  $V_{\text{CALIB}}$ 、 $p_1$ 、 $p_2$ 、 $p_1^*$  和  $p_2^*$  被假设是已知的或可测得的, 可以得到  $V_{\text{CHAMBER}}$  和  $V_{\text{EXP}}$ , 处理式(A. 13)得到  $V_{\text{EXP}}$ :

$$V_{\text{EXP}} = V_{\text{CHAMBER}} \frac{p_1 - p_2}{p_2} \dots\dots\dots(\text{A. 15})$$

将式(A. 15)代入式(A. 14)中得到:

$$p_1^* (V_{\text{CHAMBER}} - V_{\text{CALIB}}) = p_2^* (V_{\text{CHAMBER}} - V_{\text{CALIB}}) + p_2^* (V_{\text{CHAMBER}}) \frac{p_1 - p_2}{p_2} \dots\dots(\text{A. 16})$$

集合所有的项得到  $V_{\text{CHAMBER}}$ :

$$V_{\text{CHAMBER}} = \frac{V_{\text{CALIB}} (p_1^* - p_2^*)}{(p_1^* - p_2^*) - \frac{p_2^*}{p_2} (p_1 - p_2)} \dots\dots\dots(\text{A. 17})$$

A. 2.5 将实验得到和已知的数据值代入式(A. 17)中得到  $V_{\text{CHAMBER}}$ , 再将  $V_{\text{CHAMBER}}$  代入到式(A. 15)得到需要的  $V_{\text{EXP}}$ 。

### A.3 校准比重仪

A.3.1 此过程测定的  $V_{\text{CHAMBER}}$  和  $V_{\text{EXP}}$  至少取 3 次的重复试验的平均值。可以产生一张数据表,是根据 A.2.3、A.2.4 和 A.2.5 计算出结果。

A.3.2 在所有新设备,或样品仓、导管、附件、样品杯发生变化,以及操作温度与正常校准温度 23℃ 有所不同时应使用这个过程。

A.3.3 打开电源,预热设备至少 15 s。将样品杯和  $V_{\text{CALIB}}$  标准试块放置到设备中直至热平衡。

A.3.4 连接分析气体,调整进气管的气压在 0 kPa~152 kPa(0 psig~22 psig)。

A.3.5 将空样品杯放入设备中,对试样至少进行 3 次同样的清扫和增压,这将用于实际分析(一般 20 kPa)。将  $p_1$  和  $p_2$  记录在校准数据表中相应的位置上,见表 A.1。

表 A.1 气体比重仪校准数据表

气体比重仪 $V_{\text{CHAMBER}}$ 和 $V_{\text{EXP}}$ 计算数据单 (压力单位为 kPa, 体积单位为 $\text{cm}^3$ )			
空样品杯		装有 $V_{\text{CALIB}}$	
1. $p_1$ _____	$p_2$ _____	1. $p_1^*$ _____	$p_2^*$ _____
2. $p_1$ _____	$p_2$ _____	2. $p_1^*$ _____	$p_2^*$ _____
3. $p_1$ _____	$p_2$ _____	3. $p_1^*$ _____	$p_2^*$ _____
$V_{\text{CALIB}} =$ _____ $\text{cm}^3$			
从上面的数据得到的计算结果:			
$V_{\text{CHAMBER}} =$ _____ $\text{cm}^3 [\text{in}^3]$ , 3 次均值			
$V_{\text{EXP}} =$ _____ $\text{cm}^3 [\text{in}^3]$ , 3 次均值			
设备编号: _____			
校准日期: _____			
检测人员: _____			

A.3.6 将  $V_{\text{CALIB}}$  标准试块放入空样品中,至少对样品进行 3 次操作。将  $V_{\text{CALIB}}$ 、 $p_1^*$  和  $p_2^*$  记录在校准数据表中相应的位置上,见表 A.1。

注:合适的校准标准试块是不锈钢球,且已知体积。

A.3.7 计算设备的  $V_{\text{CHAMBER}}$  和  $V_{\text{EXP}}$ 。将这些数据和设备的 ID 编号,以及日期和操作人员 ID 编号记录在数据表上。

附录 B  
(规范性附录)

试样制备时开孔误差的矫正

B.1 有两个方法矫正切割形成的表面开孔,且都只用于计算含有两个立方体试样,不能用于含有两个圆柱体形状的试样。

B.2 方法 1——通过将每个立方体分割 8 块的方法校正试样制备时产生的开孔,测量开孔率,见图 B.1。

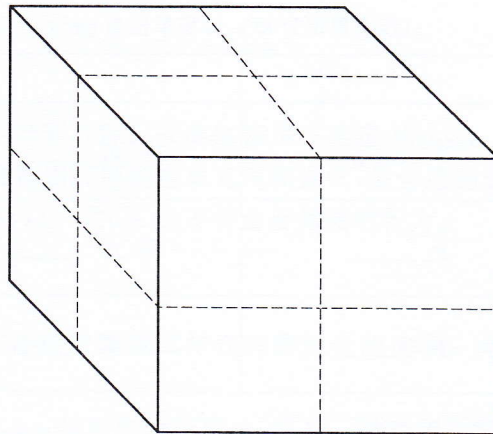


图 B.1 试样的三等分

B.2.1 按照本标准方法描述的完成试验且测量几何体积  $V$  和试样体积  $V_{SPEC}$ 。

B.2.2 用刀片沿着立方体的各边平行于面将两个试样各切三次。三等分两个立方体一共产生 16 个更小的立方体,暴露出来的表面积和切割时产生的开孔泡数量增加为双倍。

注 1: 当测量一个立方体尺寸时,这个方法产生一个误差,也就是每个拐角处的开孔泡面积计算了三次,同时两个面接触的开孔泡面积计算了两次。当试样尺寸与泡孔尺寸的比值较大时,如一个 2.4 cm 的立方体的平均泡孔尺寸为 0.30 mm,那么这个误差可以忽略。随着相对于试样尺寸不断增加的泡孔尺寸,这个误差就需要考虑。

B.2.3 将所有的 16 个立方体试样都放入气体比重仪中的样品仓,并测量体积  $V_{SPEC2}$ 。

B.2.4 按式(B.1)计算试样开孔率  $O_v$ :

$$O_v = \frac{V - 2V_{SPEC} + V_{SPEC2}}{V} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(B.1)$$

注 2: 这种计算是假设所有的泡孔尺寸相同。假如开孔率非常低,由于试样中不规则尺寸引起的负面因素就会产生。

B.3 方法 2——利用泡孔直径校正制样产生的开孔,测量开孔率。

B.3.1 按照本标准方法描述的完成试验且测量几何体积  $V$  和试样体积  $V_{SPEC}$ 。

B.3.2 通过将两个试样各个面积累加起来计算试样的几何表面积  $A$ ,单位是  $cm^2$ ,见式(B.2):

$$A = 2(l_1w_1 + l_1h_1 + h_1w_1) + 2(l_2w_2 + l_2h_2 + h_2w_2) \quad \dots\dots\dots(B.2)$$

B.3.3 依据试验方法 GB/T 8810—2005 规定的方法测定泡孔材料的平均弦长  $t$ 。

B.3.4 利用 B.3.2 得到的几何表面积  $A$  和 B.3.3 中得到的平均弦长  $t$  计算表面泡孔所占体积  $V_s$ ,见

式(B.3):

$$V_s = \frac{A \times t}{1.14} \dots\dots\dots (B.3)$$

注3: 表面泡孔体积是泡孔尺寸的函数的公式,可以在 GB/T 12811—1991 中找到。

**B.3.5** 计算试样的开孔率  $O_v$ , 见式(B.4):

$$O_v = \frac{V - V_{\text{SPEC}} - V_s}{V} \times 100\% \dots\dots\dots (B.4)$$

