



中华人民共和国国家标准

GB/T 17146—2015
代替 GB/T 17146—1997

建筑材料及其制品水蒸气 透过性能试验方法

Test methods for water vapour transmission properties of
building materials and products

(ISO 12572:2001, Hygrothermal performance of building materials and
products—Determination of water vapour transmission properties, MOD)

2015-12-31 发布

2016-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、符号和量的单位	1
4 原理	3
5 仪器设备和材料	3
6 试件	4
7 试验程序	5
8 结果的计算和表达	6
9 测量方法的精确性	9
10 测试报告	10
附录 A (规范性附录) 适用于自支撑材料的试验方法	12
附录 B (规范性附录) 适用于松散材料的试验方法	14
附录 C (规范性附录) 适用于薄膜和铝箔等片状材料的试验方法	16
附录 D (规范性附录) 适用于胶状材料和密封胶材料的试验方法	17
附录 E (规范性附录) 适用于涂料、清漆等材料的试验方法	20
附录 F (规范性附录) 样品封装边缘影响因素的修正	21
附录 G (规范性附录) 空气层阻力的修正	23
附录 H (资料性附录) 满足试验所需精确度的称量仪器重复性、称量间隔和试件尺寸	24
附录 I (资料性附录) 水蒸气透过性能量的单位转换	26
附录 J (资料性附录) 水在不同温度下的饱和蒸气压力	27
附录 K (资料性附录) 本标准与 ISO 12572:2001 相比的结构变化情况	29

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 17146—1997《建筑材料水蒸气透过性能试验方法》，与 GB/T 17146—1997 相比，主要技术变化如下：

- 扩展了标准适用范围(见第 1 章,1997 年版的第 1 章)；
- 增加了适用本标准的术语和定义(见 3.1)；
- 增加了符号和量的单位(见 3.2)；
- 增加了湿法的测试方法,删除了水法的测试方法(见第 4 章,1997 年版的第 4 章)；
- 修改了试验杯的要求(见 5.1,1997 年版的 5.1)；
- 增加了遮模和厚度测试仪的要求(见 5.2 和 5.3)；
- 修改了密封材料、干燥剂和饱和溶液的要求(见 5.6、5.7 和 5.8,1997 年版的 6.1 和 6.2)；
- 修改了试件的尺寸和数量(见 6.2 和 6.3,1997 年版的 7.2、7.3、7.4 和 7.5)；
- 增加了试件状态调节(见 6.4)；
- 修改了试验条件(见 7.1,1997 年版的附录 C)；
- 增加了透湿阻、湿阻因子、水蒸气当量空气层厚度的计算(见 8.4、8.6 和 8.7)；
- 增加了测量方法的精确性(见第 9 章)；
- 删除了原附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 和附录 E(1997 年版的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 和附录 E)；
- 增加了规范性附录 A“适用于自支撑材料的试验方法”、规范性附录 B“适用于松散材料的试验方法”、规范性附录 C“适用于薄膜和铝箔等片状材料的试验方法”、规范性附录 D“适用于胶状材料和密封胶材料的试验方法”、规范性附录 E“适用于涂料、清漆等材料的试验方法”、规范性附录 G“空气层阻力的修正”、资料性附录 H“满足试验所需精确度的称量仪器重复性、称量间隔和试件尺寸”、资料性附录 K“本标准与 ISO 12572:2001 相比的结构变化情况”(见附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 G、附录 H、附录 K)；
- 增加了规范性附录 F“样品封装边缘影响因素的修正”(见附录 F,1997 年版的附录 D)；
- 增加了资料性附录 I“水蒸气透过性能的单位转换”(见附录 I,1997 年版的附录 E)；
- 增加了资料性附录 J“水在不同温度下的饱和蒸气压力”(见附录 J,1997 年版的附录 B)。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 12572:2001《建筑材料及其制品湿热性能 水蒸气透过性能的测定》。

本标准与 ISO 12572:2001 相比在结构上有较多调整,附录 K 列出了本标准与 ISO 12572:2001 的章条编号对照一览表。

本标准与 ISO 12572:2001 的技术性差异及其原因如下：

- 关于规范性引用文件,本标准做了具有技术性差异的调整,以适应我国的技术条件,调整情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中,具体调整如下：
 - 增加引用了 GB/T 16777—2008(见附录 D.2)；
 - 增加引用了 GB/T 20312(见 5.8,9.5)；
 - 增加引用了 GB/T 20313(见 6.4)；
 - 增加引用了 JG/T 309—2011(见附录 E.2)。
- 在第 3 章“术语和定义、符号和量的单位”中删除了关于符号下标的含义。因为标准中相关符

GB/T 17146—2015

号在引用时已进行了含义的解释；

- 在 8.3“透湿率”中修改了式(3)，本标准的修改参考了 GB/T 17146—1997，便于计算试件的透湿率；
- 在 8.3“透湿率”中删除了“计算水在不同温度条件下的饱和蒸气压力的计算公式”的注，该公式计算复杂，水在不同温度条件下的饱和蒸气压力可以查表所得；
- 在附录 B“适用于松散材料的试验方法”中增加了 2 种封装方式的试验步骤，由于不同的封装方法，其试验步骤是有区别的，因此上述内容增加后使试验方法更具操作性；
- 在附录 D“适用于胶状材料和密封胶材料的试验方法”中增加了试件制备的养护条件、不同封装方式的试验步骤，由于不同类型试件制备的养护条件存在差异性、不同封装方式的试验步骤是有区别的，因此上述内容增加后使试验方法更具操作性；
- 在附录 E“适用于涂料、清漆等材料的试验方法”中增加了 2 种封装方式的试验步骤，由于不同的封装方法，其试验步骤是有区别的，因此上述内容增加后使试验方法更具操作性。

本标准做了下列编辑性修改：

- 增加了资料性附录 J“水在不同温度下的饱和蒸气压力”，便于计算试件的透湿率；
- 增加了资料性附录 K“本标准与 ISO 12572:2001 相比的结构变化情况”，提供了编排结构变化对照一览表；
- 删除了 ISO 12572:2001 的参考文献。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国绝热材料标准化技术委员会(SAC/TC 191)归口。

本标准起草单位：上海市建筑科学研究院(集团)有限公司、浙江振申绝热科技有限公司、广州白云实业有限公司、东方雨虹防水工程有限公司、上海曹杨建筑粘合剂厂、上海建科检验有限公司、上海隧道防水材料有限公司、上海新型建材岩棉有限公司。

本标准主要起草人：徐颖、赵敏、宦旻、郭青、张春华、曾蓉、朱卫如、任飞、高珏、燕冰、沈忆蕊、周宏义、张洁、颜伟国、蒋勤逸、张洪伟、王海坡。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 17146—1997。

建筑材料及其制品水蒸气 透过性能试验方法

1 范围

本标准规定了建筑材料及其制品水蒸气透过性能试验方法的术语和定义、符号和量的单位、原理、仪器设备和材料、试件、试验程序、结果的计算和表达、测量方法的精确性和测试报告。

本标准适用于吸湿的和吸湿的建筑材料及其制品,包括有天然表皮或饰面的材料及制品。本标准针对不同材料及其制品规定了不同的试验方法。

本标准不适用于测定水蒸气当量空气层厚度小于 0.1 m 的建筑材料及其制品。

注:当建筑材料及制品的水蒸气当量空气层厚度大于 1 500 m,可认为是不透湿的。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 16777—2008 防水涂料试验方法

GB/T 20312—2006 建筑材料及制品的湿热性能:吸湿性能的测定(GB/T 20312—2006, ISO 12571:2000, IDT)

GB/T 20313 建筑材料及制品的湿热性能:含湿率的测定 烘干法(GB/T 20313—2006, ISO 12570:2000, IDT)

JG/T 309—2011 外墙涂料水蒸气透过率的测定及分级

ISO 9346 绝热—传质—物理量和定义

3 术语和定义、符号和量的单位

3.1 术语和定义

ISO 9346 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

湿流密度 density of water vapour flow rate

单位时间内流经试件单位面积的水蒸气的质量。

3.1.2

匀质材料 homogeneous material

水蒸气透过性能与材料内部位置无关的材料。

3.1.3

透湿率 water vapour permeance

湿流密度除以试件两侧的水蒸气压力差。

GB/T 17146—2015

3.1.4

透湿阻 water vapour resistance

透湿率的倒数。

3.1.5

透湿系数 water vapour permeability

透湿率与试件(匀质材料)厚度的乘积。

注：只有均质材料才能计算透湿系数。

3.1.6

湿阻因子 water vapour resistance factor

空气的透湿系数除以材料的透湿系数。

注：湿阻因子表示了相同的温度条件下，材料的透湿阻与具有相同厚度的静止空气层的透湿阻的比值。

3.1.7

水蒸气当量空气层厚度 water vapour diffusion-equivalent air layer thickness

与试样具有相等透湿阻的静止空气层的厚度。

3.2 符号和量的单位

符号和量的单位见表 1。

表 1 符号和量的单位

符号	物 理 量	量的单位
A	试件面积	m^2
G	湿流量	kg/s
R_v	水蒸气气体常数,其值为 462	$N \cdot m/(kg \cdot K)$
T	热力学温度	K
S	试件水力学直径	m
W_p	与水蒸气分压力有关的透湿率	$kg/(m^2 \cdot s \cdot Pa)$
Z_p	与水蒸气分压力有关的透湿阻	$m^2 \cdot s \cdot Pa/kg$
d	试件的厚度	m
g	湿流密度	$kg/(m^2 \cdot s)$
l	圆形试件的直径或方形试件的边长	m
m	测试组件的质量	kg
p	大气压	kPa
p_0	标准大气压,其值为 101.325	kPa
p_s	试验温度下的饱和蒸气压	Pa
R_{H1}	以分数值表示的高水蒸气压侧的相对湿度	—
R_{H2}	以分数值表示的低水蒸气压侧的相对湿度	—
S_d	水蒸气当量空气层厚度	m
t	时间	s
Δp_v	试件两侧水蒸气压力差	Pa

表 1 (续)

符号	物 理 量	量的单位
δ_p	与水蒸气分压力有关的透湿系数	kg/(m·s·Pa)
δ_a	与水蒸气分压力有关的空气的透湿系数	kg/(m·s·Pa)
μ	湿阻因子	—

注：水蒸气透过性能试验过程中其他常用单位的换算参见附录 I。

4 原理

将试件密封在装有干燥剂(干法)或饱和溶液(湿法)的试验杯开口上,组成测试组件,然后置于温度和湿度受控的试验工作室中。由于试验杯中和试验工作室中的水蒸气分压不同,水蒸气湿流会流经试件。定期称量测试组件的质量就可测定稳定状态下的水蒸气湿流量。

5 仪器设备和材料

5.1 试验杯

试验杯常为玻璃或金属材料制成,应耐干燥剂或饱和盐溶液的腐蚀。

试验杯的设计应适合附录 A~附录 E 所规定的各种不同材料的测试。

注：圆形的试验杯容易密封,透明的试验杯有助于更好地观察饱和溶液的状态。

5.2 遮模

金属材质制成的方框或圆环,其形状、尺寸应与使用的试验杯和密封方法相适应。当使用遮模时,合适的密封材料能形成清晰的,可重现的试验面积。遮模应保证试件的试验面积至少为试件面积的 90%。

5.3 厚度测试仪

试件厚度的测试仪器应满足以下要求:分度值 0.1 mm,或者精确度达到试件厚度的 0.5%,取两者中精确度高者。

5.4 分析天平

测定测试组件质量的天平应满足以下要求:精度为 0.001 g。对质量较重的测试组件,天平的精度可为 0.01 g。

注：附录 H 论述了影响测试精度的因素,其中包括了相关天平精度的内容。

5.5 试验工作室

试验工作室应为温度和湿度受控的房间或箱体。其相对湿度保持在设定值±3%范围内,温度保持在设定值±0.5℃的范围内。为了确保工作室环境的均匀一致,空气应持续在工作室内循环,试件上方的空气流速应控制在 0.02 m/s~0.3 m/s 之间。当测试高透湿性的材料时,应测量流经试件上表面的空气流速。

宜使用适合的传感器和记录系统连续测定和记录工作室的温度和相对湿度,如有必要还需测定和

GB/T 17146—2015

记录工作室内的气压。应定期对传感器进行校准。

5.6 密封材料

密封材料应不透湿。在测试过程中,不能发生物理或化学变化,亦不能导致试件发生物理或化学变化。密封材料应具备良好的操作性,能保持一定的韧性,试验期间不会开裂,且与试件有良好的结合性。由于熔融的密封材料易渗入多孔材料引起试件有效面积的误差,因此在试验前应用绝缘胶带或者环氧树脂对多孔试件的边缘进行密封。

注:合适的密封材料有:

- a) 90%微晶蜡和10%增塑剂(如低分子量的聚异丁烯)混合物;
- b) 60%微晶蜡和40%石蜡混合物。

5.7 干燥剂

在23℃温度下保持一定相对湿度的干燥剂:

- 粒径小于3 mm的无水氯化钙,相对湿度0%;
- 高氯酸镁,相对湿度0%。

5.8 饱和溶液

在23℃温度下保持一定相对湿度的饱和溶液:

- 硝酸镁饱和溶液,相对湿度53%;
- 氯化钾饱和溶液,相对湿度85%;
- 磷酸二氢铵饱和溶液,相对湿度93%;
- 硝酸钾饱和溶液,相对湿度94%。

其他饱和溶液形成的相对湿度见GB/T 20312中附录A。

在进行试验时,应定期检查溶液,确保其为饱和溶液。

6 试件

6.1 试件的制备

测试试件应能够代表产品。如果产品有天然的表皮或饰面,应包括在试件中。但如果要测试芯材的透湿性,则应去除表皮或饰面。如果试件两面的表皮或饰面不同,则应按使用时的湿流流经方向进行测试。如果湿流流经方向未知,试件的数量应加倍,对每个湿流流经方向分别进行测试。当产品为各向异性材料时,试件在进行制备时应使测试时湿流流经方向与使用时的湿流流经方向一致。

试件制备时应防止试件表面受损而影响测试流经试件的湿流量。

6.2 试件尺寸

6.2.1 形状

试件应切割成与所选择的测试组件相适合的形状,不同类型材料的试件形状详见附录A~附录E。

6.2.2 外露面积

圆形试件的直径或方形试件的边长应至少为试件厚度的2倍。外露面积(上、下曝露面积的算术平均值)至少为0.005 m²。当试件为均质材料时,其上下曝露面积相差不宜超过3%;当试件为非均质材料时,其上下曝露面积相差不宜超过10%。

6.2.3 试件厚度

一般情况下,试件的厚度应为产品的使用厚度。当产品为均质材料且厚度超过 100 mm 时,试件可以进行切割使其厚度小于 100 mm。当产品为非均质材料时,如有集料的混凝土材料,则试件的厚度至少是其最大集料粒径的 3 倍(5 倍更为合适)。

对于有孔洞的产品,则应对其实心部分进行测试。整个材料的透湿阻应按在一维方向上实心部分及孔洞的比例计算。

如果需要测试的产品过厚而使试件的试验面积无法满足 6.2.2 的规定,那么只有将产品制成薄片试件进行测试。所有制成的薄片试件都需进行测试并且报告试验结果。

注:这个试验方法可能引起较大的误差,尤其是用湿法测试易吸湿的材料。

6.3 试件数量

试件数量至少为 5 个。当试件的外露面积大于 0.02 m² 时,则试件数量可减少为 3 个。

6.4 试件状态调节

试验前,试件应放置在温度为(23±5)℃,相对湿度为(50±5)%的环境中直至试件达到恒重,即每隔 24 h 进行测量,连续 3 次测量试件质量变化在 5%之内。对于塑料薄膜试件,可不需要进行状态调节。当试件受潮时,在进行上述状态调节前,应按 GB/T 20313 中的规定进行干燥处理。

注:对于绝热材料,状态调节需要几个小时,而对于易吸湿的材料,状态调节需要(3~4)周。

7 试验程序

7.1 试验条件

从表 2 中选择需要进行的试验条件。当应用场合有特殊需求时,可以在供需双方商定的温度和相对湿度条件下进行试验。

不同试验方法和条件下获得的水蒸气透过性能试验结果会不一致,为此应尽可能选择接近使用的条件进行试验。

表 2 试验条件

试验条件	温度 ℃	相对湿度 %	
		水蒸气分压低侧	水蒸气分压高侧
A	23±0.5	0	50±3
B	23±0.5	0	85±3
C	23±0.5	50±3	93±3
D	38±0.5	0	93±3

注:干法试验(试验条件 A)给出材料在较低相对湿度下通过水蒸气扩散进行水分传输的性能。湿法试验(试验条件 C)给出了材料在较高相对湿度条件下水蒸气扩散进行水分传输的性能。在较高相对湿度下,材料的毛细孔开始吸收水分,这就增加了液态水的传输而减少了水蒸气的传输。在这种条件下进行试验,就会在材料中存在液态水的传输。

7.2 厚度的测定

对于硬质或半硬质材料,沿着试件周长等分4个位置测量试件的厚度,计算4个厚度值的平均值作为每个试件的厚度,精确至0.1 mm,或者精确至厚度值的0.5%,取两者中更精确者。

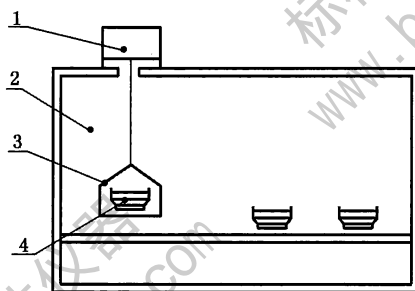
对于可压缩和松散试件以及不规则试件,可于试验结束时测量试件的实际厚度。

7.3 试件封装

将干燥剂或饱和溶液放入试验杯,其深度至少为15 mm。用5.6规定的合适的密封材料将试件密封在试验杯上,制备成测试组件。试件下曝露面与干燥剂或饱和溶液间的空气层间距应为 $15\text{ mm}\pm 5\text{ mm}$ 。不同类型材料的试件可根据附录A~附录E中的规定选择合适的试验杯和封装方式。

7.4 试验步骤

7.4.1 将测试组件放入试验工作室中。按一定的时间间隔依次称量每个测试组件的质量。可以根据试件的特性和天平的精度选择称量的时间间隔。测试组件的称重应在与试验温度相差 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的环境中进行,宜在试验工作室中进行。图1给出了小型试验工作室的示意图。试验工作室的大气压应在试验过程中每天记录或者从附近的气象观测站得到。



说明:

- 1——分析天平;
- 2——温度和湿度受控的手套式试验工作室;
- 3——悬挂称量盘;
- 4——进行称重的测试组件。

图1 小型试验工作室示意图

7.4.2 连续称量测试组件的质量,直至连续5次称量间隔中,测试组件每次称量间隔的质量变化率小于其5次称量间隔质量变化率平均值的5%(对于湿阻因子 $\mu > 750\ 000$ 的低透湿性材料,测试组件每次称量间隔的质量变化率小于其5次称量间隔质量变化率平均值的10%)。

7.4.3 根据测试组件的质量变化和时间进行曲线回归来确定湿流量。

7.4.4 试验过程中出现以下情况时,应中止试验:

- a) 对于干法试验,干燥剂的质量增加超过1.5 g/25 mL时;
- b) 对于湿法试验,饱和溶液的质量损失为初始质量的一半时。

8 结果的计算和表达

8.1 质量变化率

对于每个连续质量变化的试件,按式(1)计算其质量变化率:

$$\Delta m_{12} = \frac{m_2 - m_1}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Δm_{12} —— 单位时间内试件质量变化率，单位为千克每秒(kg/s)；

m_1 —— 试件在 t_1 时间的质量，单位为千克(kg)；

m_2 —— 试件在 t_2 时间的质量，单位为千克(kg)。

当试件的质量变化率满足 7.4.2 的规定后，根据质量和时间计算回归直线，回归直线的斜率 G 即为试件的湿流量，单位为千克每秒(kg/s)。

注：如果需要，应按标准统计方法给出回归直线斜率的标准差(如湿流量的标准差)。

8.2 湿流密度

试件的湿流密度按式(2)进行计算：

$$g = \frac{G}{A} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

g —— 湿流密度，单位为千克每秒平方米[kg/(s·m²)]；

G —— 湿流量，单位为千克每秒(kg/s)；

A —— 试件外露面积，单位为平方米(m²)。

如果试验杯和封装方法存在“封装边缘”现象(见附录 A)，则试件的湿流密度应按附录 F 中的规定进行修正。

8.3 透湿率

8.3.1 试件的透湿率按式(3)进行计算：

$$W = \frac{G}{A \times \Delta p_v} = \frac{G}{A \times p_s \times (R_{H1} - R_{H2})} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

W —— 透湿率，单位为千克每秒平方米帕斯卡[kg/(s·m²·Pa)]；

G —— 湿流量，单位为千克每秒(kg/s)；

Δp_v —— 试件两侧水蒸气压力差，单位为帕斯卡(Pa)；

p_s —— 试验温度下的饱和蒸气压，由附录 J 中表 J.1 查得，单位为帕斯卡(Pa)；

R_{H1} —— 以分数值表示的高水蒸气压侧的相对湿度(干法为试验工作室一侧，湿法为试验杯内一侧)；

R_{H2} —— 以分数值表示的低水蒸气压侧的相对湿度。

8.3.2 水蒸气当量空气层厚度 $S_d < 0.2$ m 的高透湿性试件或者薄膜试件进行测试时，试验杯中试件下曝露面与干燥剂或饱和溶液间的空气层阻力应按附录 G 的规定进行修正。

8.4 透湿阻

试件的透湿阻按式(4)进行计算：

$$Z = \frac{1}{W} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

Z ——透湿阻,单位为平方米秒帕斯卡每千克 $[\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}/\text{kg}]$;

W ——透湿率,单位为千克每秒平方米帕斯卡 $[\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Pa})]$ 。

8.5 透湿系数

试件的透湿系数按式(5)进行计算：

$$\delta = W \times d \dots\dots\dots(5)$$

式中：

δ ——透湿系数,单位为千克每秒米帕斯卡 $[\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa})]$;

W ——透湿率,单位为千克每秒平方米帕斯卡 $[\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Pa})]$;

d ——试件的厚度,单位为米(m)。

8.6 湿阻因子

8.6.1 湿阻因子 μ 按式(6)进行计算：

$$\mu = \frac{\delta_a}{\delta} \dots\dots\dots(6)$$

式中：

μ ——湿阻因子;

δ ——试件的透湿系数,单位为千克每秒米帕斯卡 $[\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa})]$;

δ_a ——空气的透湿系数,单位为千克每秒米帕斯卡 $[\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa})]$ 。

8.6.2 空气的透湿系数按式(7)进行计算：

$$\delta_a = \frac{0.083 \times p_0}{R_v \times T \times p} \left(\frac{T}{273} \right)^{1.81} \dots\dots\dots(7)$$

式中：

δ_a ——空气的透湿系数,单位为千克每秒米帕斯卡 $[\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa})]$;

p_0 ——标准条件下的大气压,单位为千帕(kPa),其值为 101.325 kPa;

p ——整个试验中的平均大气压,单位为千帕(kPa);

R_v ——水蒸气气体常数,单位为牛顿米每千克开尔文 $[\text{N} \cdot \text{m}/(\text{kg} \cdot \text{K})]$,其值为 462 $\text{N} \cdot \text{m}/(\text{kg} \cdot \text{K})$;

T ——试验工作室的温度,单位为开尔文(K)。

当温度为 23 °C 时,空气的透湿系数 δ_a 的数值如图 2 所示。

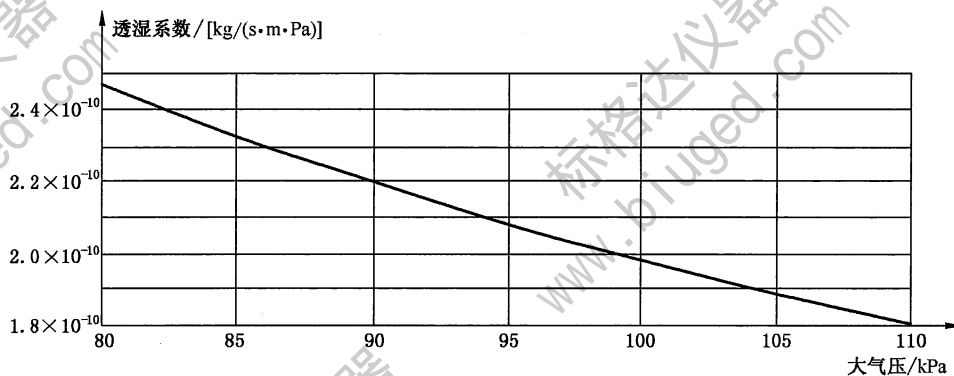


图 2 23 °C 时空气的透湿系数和大气压的函数关系图

8.6.3 空气的透湿系数和材料的透湿系数假定只与大气压力有关,那么湿阻因子 μ 可认为与大气压力无关。可按式(8)计算试件的湿流密度:

$$g = \frac{\Delta p_v \times \delta_a}{\mu \times d} \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中:

- g ——湿流密度,单位为千克每秒平方米[$\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$];
- Δp_v ——试件两侧水蒸气压力差,单位为帕斯卡(Pa);
- δ_a ——空气的透湿系数,单位为千克每秒米帕斯卡[$\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa})$],其值应根据试验所在地区的大气压值进行计算;
- μ ——湿阻因子;
- d ——试件的厚度,单位为米(m)。

8.7 水蒸气当量空气层厚度

水蒸气当量空气层厚度可以按式(9)或式(10)计算:

$$S_d = \mu \times d \quad \dots\dots\dots(9)$$

$$S_d = \delta_a \times Z \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中:

- S_d ——水蒸气当量空气层厚度,单位为米(m);
- μ ——湿阻因子;
- d ——试件的厚度,单位为米(m);
- δ_a ——空气的透湿系数,单位为千克每秒米帕斯卡[$\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa})$];
- Z ——透湿阻,单位为平方米秒帕斯卡每千克[$\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}/\text{kg}$]。

9 测量方法的精确性

9.1 试件面积

对于 6.2.2 中提到试件外露面积,其误差应控制在最小尺寸(0.005 m^2)的 $\pm 0.5\%$ 。考虑到测量时可能存在的误差,圆形试验杯的直径或者正方形试验杯的边长的测量精度应达到 $\pm 0.5 \text{ mm}$ 。对于外露面积较大的试件,这种误差影响测试结果的可能性较小。

如果试验杯和封装方法存在“封装边缘”现象,应根据附录 F 中规定对试验杯和试件进行边缘修正。

9.2 试件厚度

如果测试整个产品的透湿率或透湿阻,那么测试结果的精确性不受试件厚度的影响。如果需要测试材料的透湿系数,那么试件厚度测量时的精度直接影响测试结果的精确性。硬质试件厚度的测量宜采用千分尺进行测量,则测试结果的精确性可以优于 0.5% 。

注:对于松软填充材料或者类似材料,可以降低其厚度测量的精确性。

9.3 密封效果

如果根据 5.6 中的密封材料对试件进行密封,那么因密封效果不佳引起渗漏的可能性要远低于根据其他来源使用的密封材料。如果在一组测试组件中有一个测试组件因密封效果不佳使得透湿率的结果偏离较大,则应剔除该数据。

9.4 称量精度

试件的尺寸和连续称量的间隔时间会影响测试结果的精确性。天平精度宜满足附录 H 中规定的试件尺寸和称量间隔的要求。

9.5 环境条件的控制

试验杯和试验工作室环境之间的水蒸气压力差对于整个试验起决定性因素。这个压力差决定着随后测试结果的精确性。

试验杯内的水蒸气压力取决于干燥剂或饱和溶液。合适的干燥剂的水蒸气压力可以认为是 0 Pa。按 GB/T 20312—2006 中附录 B 的规定配置正确浓度的饱和溶液并且控制试验工作室的温度可使饱和溶液上方空气的相对湿度精确至±0.5%。

按表 2 的试验条件进行试验,对试件两侧水蒸气压力差的影响不超过±10%。

试验工作室的环境条件应由经校准的精确的仪器设备来控制,这样能够提高整个试验过程中得到的水蒸气压力平均值的精确度。

注:为了得到准确的透湿系数数据,试验时需要对试验工作室的环境条件进行精确的控制。

9.6 试验过程中大气压力的差异

对于薄膜这样具有较低透湿率的产品,如果试验过程中大气压力存在较大差异时,可能会影响最终的试验结果。同时考虑到浮力的影响,可以在试验过程中同时制备一个空白样(空白样为不放置饱和溶液或干燥剂的测试组件)并测试空白样的质量变化,或者增加试验周期并选择试验时大气压相近的测试数据进行结果计算。以上两种方法可以降低试验过程中因大气压力的差异对结果精确性的影响。

10 测试报告

测试报告应包括以下内容:

- a) 引用本标准。
- b) 产品信息:
 - 产品名称,生产企业,制造商和供应商;
 - 产品类型;
 - 产品批号或者类似信息;
 - 样品到达实验室时的状态,必要时应描述样品是否具有天然表皮或饰面;
 - 试件预处理措施,包括试件切割,必要时应包括试件的养护过程;
 - 其他产品信息,例如产品标称厚度或标称密度。
- c) 试验过程:
 - 平均大气压,平均温度和试件两侧的平均相对湿度,以及与平均值的偏差;
 - 试件形状和数量;
 - 试验条件;
 - 任何影响试验结果的偏离和事件;
 - 试验日期;
 - 与操作有关的信息以及使用的设备。
- d) 结果:
 - 水蒸气透过性能(湿流密度、透湿率、透湿系数或者湿阻因子)。若试件两表面不同,还应注明水蒸气的湿流流向;

- 试件边缘影响的修正和空气层阻力的修正；
- 单个试件的试验结果；
- 试验结果的算术平均值。

附录 A (规范性附录)

适用于自支撑材料的试验方法

A.1 概述

本附录适用于所有能够自支撑的材料试件的制备、试验杯设计和结果计算和表达。自支撑材料包括绝热材料以及可以养护成型的材料如水泥和砂浆等。对于绝热材料,如果需要测试其芯材的透湿性能,则应除去样品所有的表面或表皮并且试件的厚度应至少为 20 mm。

A.2 试件制备

应从板状或块状产品中切取合适的试件尺寸。需要注意的是对垂直于湿流方向的产品表面进行切割时,应不影响水蒸气传递的性能。例如,对泡沫塑料产品进行切割时,试件表面会形成表皮从而影响水蒸气的传递。

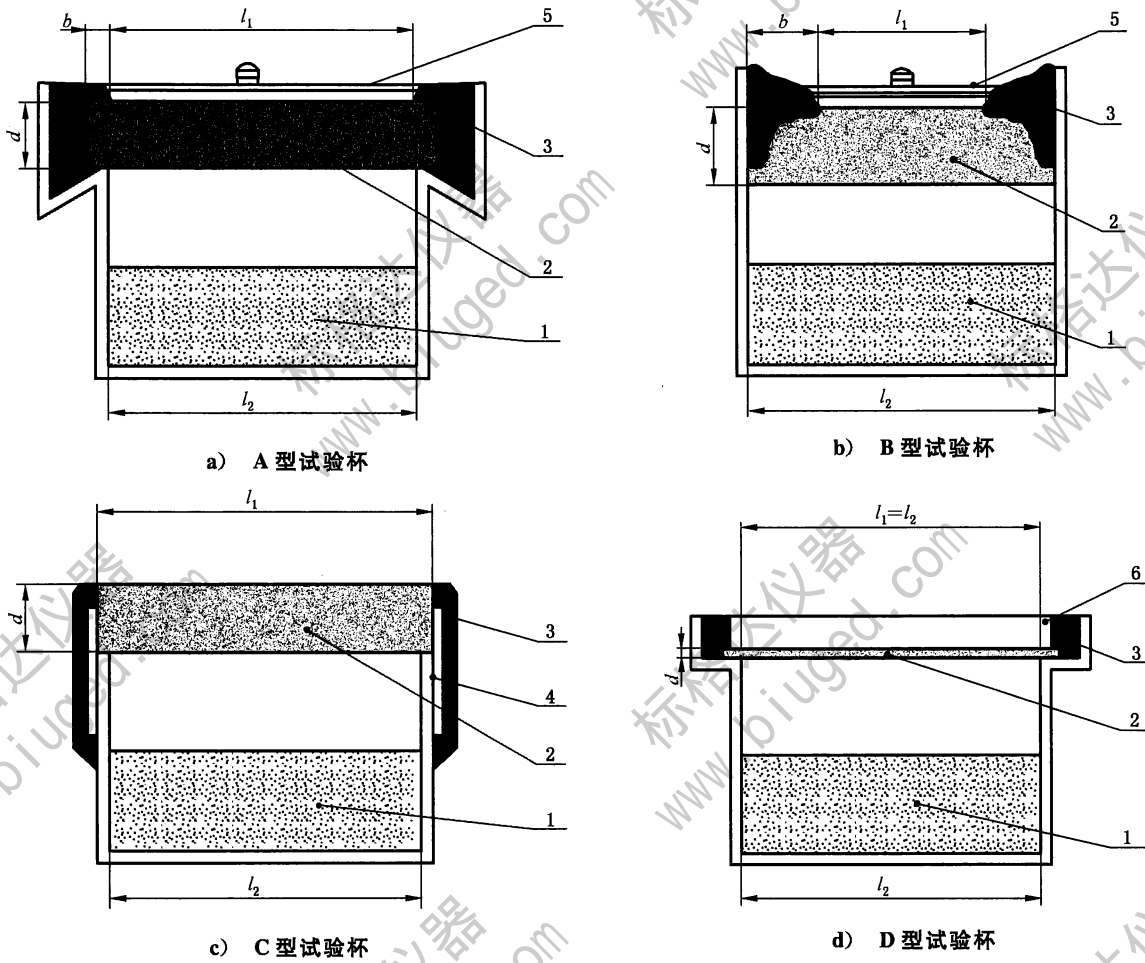
水泥或砂浆等材料应成型后才能进行水蒸气透过性能的试验。试件成型的厚度有规定时,试件成型的厚度应大于试验杯的尺寸。成型后试件需要养护 28 d 后才能进行试验。对于水泥基砂浆应用湿膜覆盖 3 d,然后在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$,相对湿度 $(50 \pm 5)\%$ 条件下放置 25 d,然后将试件切割成试验杯的尺寸。

A.3 试验杯设计

适用于自支撑试件的试验杯形状如图 A.1。如果使用图 A.1a)和图 A.1b)所示的试验杯,那么试件存在“边缘效应”,在计算试件的透湿率时应按附录 F 的规定进行边缘效应的修正。

A.4 结果计算和表达

自支撑试件水蒸气透过性能的结果计算和表达应按第 8 章的规定进行。其中式(2)中试件的外露面积 A 应为试件的上曝露面 A_1 和下曝露面 A_2 的算术平均值。试件上曝露面 A_1 和下曝露面 A_2 应分别按图 A.1 中所示的试件上下曝露面直径或边长 l_1 、 l_2 进行计算。



说明：

- 1——干燥剂或者饱和溶液；
- 2——试件；
- 3——密封材料；
- 4——胶带；
- 5——遮模；
- 6——限位圈；
- l_1 ——上暴露面的尺寸；
- l_2 ——下暴露面的尺寸；
- d ——试件的厚度；
- b ——试件封装边缘的宽度。

图 A.1 试验杯的形状

附录 B

(规范性附录)

适用于松散材料的试验方法

B.1 概述

本附录适用于松散或颗粒材料的样品选择、试验杯设计、试验步骤和结果计算和表达,不适用于自支撑材料。

B.2 样品选择

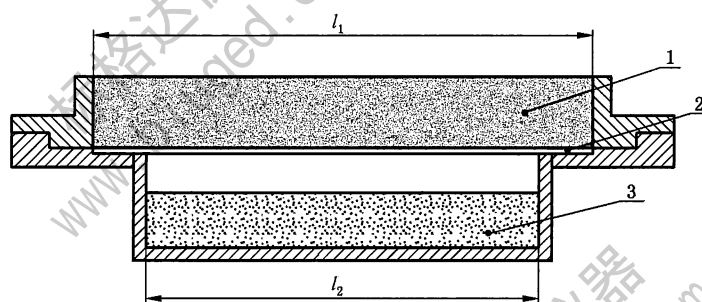
样品的选择应能代表实际使用的全部材料。

B.3 试验杯设计

适用于松散材料试件的试验杯形状如图 B.1 所示,试件放置于金属丝网或者透湿性强的薄膜上,金属丝网或薄膜位于试验杯开口处。如果使用金属丝网,那么丝网网孔应尽可能大以便于能够支撑所有的试件。如果使用的薄膜或者金属丝网的网孔不够大而影响水蒸气透过,则应对上述薄膜或金属丝网等进行试验以确定其透湿性能。

为了控制这类材料由于厚度的因素而影响试验结果的精确性,试件的厚度应至少 100 mm。当这类材料无法密封时,可以将材料与试验杯边缘交迭至少 20 mm。

注:当材料的透湿性很大时,在试件边缘引起的渗漏而造成试验结果的误差是可以忽略的。



说明:

1——试件;

2——金属丝网或薄膜;

3——干燥剂或饱和溶液;

l_1 ——上暴露面的尺寸;

l_2 ——下暴露面的尺寸。

图 B.1 试验杯的形状

B.4 试验步骤

B.4.1 使用具有较大网孔的金属丝网支撑试件时,试验步骤按 7.4.1~7.4.4 中的规定进行。

B.4.2 使用薄膜支撑试件时,应先按 7.4.1~7.4.4 中的规定对薄膜进行试验。然后按 7.4.1~7.4.4 中的规定对薄膜与测试组件进行试验。

B.5 结果结算和表达

B.5.1 使用具有较大网孔的金属丝网支撑试件时,试件水蒸气透过性能的结果计算和表达应按第 8 章的规定进行。

B.5.2 使用薄膜支撑试件时,应按 8.1~8.4 的规定分别计算薄膜的透湿阻 Z_m 和薄膜与试件的透湿阻 Z_t 。则试件的透湿阻应按式(B.1)进行计算:

$$Z_s = Z_t - Z_m \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

Z_s ——试件的透湿阻,单位为平方米秒帕斯卡每千克($m^2 \cdot s \cdot Pa/kg$);

Z_t ——薄膜与试件的透湿阻,单位为平方米秒帕斯卡每千克($m^2 \cdot s \cdot Pa/kg$);

Z_m ——薄膜的透湿阻,单位为平方米秒帕斯卡每千克($m^2 \cdot s \cdot Pa/kg$)。

8.5~8.7 中试件的透湿系数、湿阻因子和水蒸气当量空气层厚度应由试件的透湿阻 Z_s 计算得到。

附录 C (规范性附录)

适用于薄膜和铝箔等片状材料的试验方法

C.1 概述

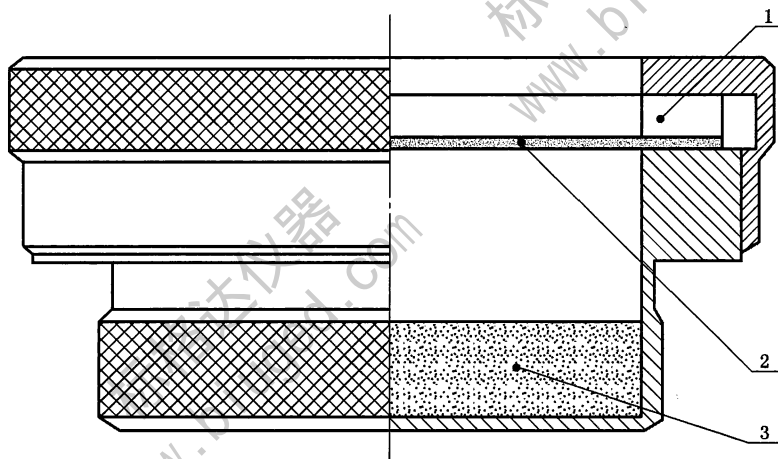
本附录适用于所有具有韧性的薄膜、铝箔等片状材料的试件制备、试验杯设计和结果计算和表达。

C.2 试件的制备

试件应根据使用的试验杯的形状进行切取制备。

C.3 试验杯设计

试验杯设计宜采用机械密封,如图 C.1 所示。密封环应使用合适的材料以改善密封性能。



说明:

1——密封环;

2——试件;

3——干燥剂或饱和溶液。

图 C.1 试验杯的形状

C.4 结果的计算和表达

薄膜和铝箔材料的水蒸气透过性能的结果计算和表达应按第 8 章的规定进行。这类材料通常不测量试件的厚度和计算试件的透湿系数,一般采用试件透湿率和实际产品的透湿阻来表示。

附录 D (规范性附录)

适用于胶状材料和密封胶材料的试验方法

D.1 概述

本附录适用于胶黏剂、密封胶等具有高黏度材料的试件制备、试验杯设计、试验方法和结果计算和表达。

D.2 试件的制备

对于可以进行涂布的材料,应按以下方式制备:使用具有一定透湿性能且与测试材料不发生物理和化学反应的薄膜作为基材。然后将测试材料涂布在薄膜上直至要求的厚度。密封胶试件的最终涂膜厚度应为 (3.0 ± 0.5) mm,其他胶状材料厚度可按相关产品标准中的规定。

密封胶涂膜的制备按 GB/T 16777 中 4.2.2 条的规定进行,养护条件按表 D.1 进行。其他胶状材料则可按相关产品标准规定进行。试件应采用一次涂覆成型。制备好的涂膜应平整、厚薄均匀、无气泡、裂纹等缺陷。在涂膜硬化之前,在其上部可放置平板使涂膜达到试验要求的厚度,该平板应具有防止与试件粘合的薄膜。达到养护日期后,将平板移走,并且按试验杯的形状尺寸切割成试件。若试件可以从薄膜上剥离,形成游离膜,则采用游离膜进行试验;若试件无法从薄膜上剥离,则连同薄膜一起进行试验。

表 D.1 涂膜制备的养护条件

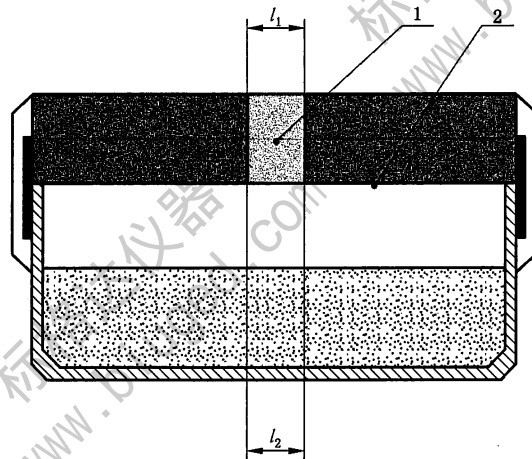
类别	脱模前的养护条件	脱模后的养护条件
单组分硅酮密封胶	标准条件 168 h	标准条件 21 d
双组分硅酮密封胶	标准条件 168 h	标准条件 14 d

试件按表 D.1 中的条件养护结束后,应继续在温度为 (23 ± 5) °C,相对湿度为 (50 ± 5) %的环境中放置一段时间直至试件达到恒重,即每隔 24 h 进行测量,连续 3 次测量试件质量变化在 5%之内。

对于一些很难制成涂膜的胶状材料和密封胶,可以通过如下方式进行制备:由两个已知低透湿系数的自支撑材料,中间用一定宽度的胶状材料或密封胶试件进行粘结,如图 D.1 所示。试件的厚度应与材料使用时的厚度相一致。

D.3 试验杯设计

如果试件连同薄膜一起进行试验,那么推荐的试验杯的尺寸见图 B.1。如果试件粘结两自支撑材料,那么推荐的试验杯尺寸见图 D.1。



说明:

- 1——胶状材料或密封胶;
- 2——低透湿系数材料;
- l_1 ——上曝露面的尺寸;
- l_2 ——下曝露面的尺寸。

图 D.1 试验杯的形状

D.4 试验步骤

D.4.1 当试件为游离膜时,试验步骤按 7.4.1~7.4.4 中的规定进行。

D.4.2 当试件涂覆在薄膜上或者与两支撑材料粘结时,应先按 7.4.1~7.4.4 中的规定对薄膜或自支撑材料进行试验。然后按 7.4.1~7.4.4 中的规定对涂覆试件的薄膜或粘结试件的自支撑材料进行试验。

D.5 结果计算和表达

D.5.1 试件为游离膜时,试件水蒸气透过性能的结果计算和表达应按第 8 章的规定进行。

D.5.2 试件涂覆在薄膜上,应根据 8.1~8.4 的规定分别计算薄膜的透湿阻 Z_m 和涂覆试件的薄膜的透湿阻 Z_t 。则试件的透湿阻 Z_s 应按式(D.1)进行计算:

$$Z_s = Z_t - Z_m \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

- Z_s ——试件的透湿阻,单位为平方米秒帕斯卡每千克($m^2 \cdot s \cdot Pa/kg$);
- Z_t ——涂覆试件的薄膜的透湿阻,单位为平方米秒帕斯卡每千克($m^2 \cdot s \cdot Pa/kg$);
- Z_m ——薄膜的透湿阻,单位为平方米秒帕斯卡每千克($m^2 \cdot s \cdot Pa/kg$)。

8.5~8.7 中试件的透湿系数、湿阻因子和水蒸气当量空气层厚度应由试件的透湿阻 Z_s 计算得到。

D.5.3 如果试件采用与两支撑材料粘结方法,如图 D.1 所示,那么粘结试件的自支撑材料的湿流量应按式(D.2)进行计算:

$$G = G_j + G_s \quad \dots\dots\dots (D.2)$$

式中:

- G ——粘结试件的自支撑材料的湿流量,单位为千克每秒(kg/s);
- G_j ——试件的湿流量,单位为千克每秒(kg/s);
- G_s ——低透湿系数自支撑材料的湿流量,单位为千克每秒(kg/s)。

如果试件和低透湿系数自支撑材料的外露面积分别为 A_j 和 A_s , 那么低透湿系数自支撑材料的湿流量按式(D.3)进行计算:

$$G_s = W_s \times A_s \times \Delta p \quad \dots\dots\dots (D.3)$$

式中:

G_s ——低透湿系数自支撑材料的湿流量, 单位为千克每秒(kg/s);

W_s ——低透湿系数自支撑材料的透湿率, 单位为千克每秒平方米帕斯卡[kg/(s·m²·Pa)];

A_s ——低透湿系数自支撑材料的外露面积, 单位为平方米(m²);

Δp ——试验时试件两侧水蒸气压力差, 单位为帕斯卡(Pa)。

试件的湿流密度按(D.4)进行计算:

$$g_j = \frac{G_j}{A_j} = \frac{G - W_s \times A_s \times \Delta p}{A_j} \quad \dots\dots\dots (D.4)$$

式中:

g_j ——试件的湿流密度, 单位为千克每秒平方米[kg/(s·m²)];

A_j ——试件的外露面积, 单位为平方米(m²);

W_s ——低透湿系数自支撑材料的透湿率, 单位为千克每秒平方米帕斯卡[kg/(s·m²·Pa)];

A_s ——低透湿系数自支撑材料的外露面积, 单位为平方米(m²);

Δp ——试验时试件两侧水蒸气压力差, 单位为帕斯卡(Pa);

G_j ——试件的湿流量, 单位为千克每秒(kg/s);

G ——粘结试件的自支撑材料的湿流量, 单位为千克每秒(kg/s)。

8.3~8.7 中试件的透湿率、透湿系数、湿阻因子和水蒸气当量空气层厚度应由试件的湿流密度 g_j 和试验面积 A_j 计算得到。

附录 E (规范性附录)

适用于涂料、清漆等材料的试验方法

E.1 概述

本附录适用于那些应用时为液体,通过涂刷等方法成型,干燥成膜的材料,如涂料、防水涂料、清漆等材料的试件制备、试验杯设计和结果计算和表达。

E.2 试件的制备

试件可以选择以下两种制备方式:一种可以成型为自支撑试件,另一种可以选择涂覆在与所需测试的材料没有化学和物理反应的基材上,如高透湿性薄膜。

涂料和清漆的涂布量、制备方法、养护时间可以参照 JG/T 309—2011 中表 1 和 6.5 条的规定进行,防水涂料涂膜制备和养护应按相关产品标准的规定进行。试件的厚度应与材料使用时的厚度相一致,并且应覆盖至整个薄膜或者其他基材上。

E.3 试验杯设计

若试件为自支撑试件,则试验杯的形状如附录 A 中图 A.1 所示;若试件涂覆在基材上,则试验杯的形状如图 C.1 所示。

E.4 试验步骤

E.4.1 当试件为自支撑试件时,试验步骤按 7.4.1~7.4.4 中的规定进行。

E.4.2 当试件涂覆在基材上时,应先按 7.4.1~7.4.4 中的规定对基材进行试验。然后按 7.4.1~7.4.4 中的规定对涂覆试件的基材进行试验。

E.5 结果计算和表达

E.5.1 当试件为自支撑试件时,试件水蒸气透过性能的结果计算和表达应按第 8 章的规定进行。

E.5.2 当试件涂覆在基材上时,应根据 8.1~8.4 的规定分别计算基材的透湿阻 Z_m 和涂覆试件的基材的透湿阻 Z_t 。则试件的透湿阻 Z_f 应按式(E.1)进行计算:

$$Z_f = Z_t - Z_m \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:

Z_f —— 试件的透湿阻,单位为平方米秒帕斯卡每千克 [$m^2 \cdot s \cdot Pa/kg$];

Z_t —— 涂覆试件的基材的透湿阻,单位为平方米秒帕斯卡每千克 [$m^2 \cdot s \cdot Pa/kg$];

Z_m —— 基材的透湿阻,单位为平方米秒帕斯卡每千克 [$m^2 \cdot s \cdot Pa/kg$].

8.5~8.7 中试件的透湿系数、湿阻因子和水蒸气当量空气层厚度应由试件的透湿阻 Z_f 计算得到。当试验结果用透湿率和透湿阻来表示时,应报告试件制备的方法、涂层数等详细信息。

当试件的厚度太薄以至于无法用合适的方法测量时,则试件的水蒸气透过性能不应用透湿系数来表示。

附录 F
(规范性附录)

样品封装边缘影响因素的修正

F.1 概述

对于一些试验杯,试件尺寸往往略大于试验杯口的尺寸(见图 A.1)。超出部分的这种“封装边缘”会导致透过试件的水蒸气量大于单纯通过曝露面积的水蒸气量,即试验结果会偏大。

F.2 评估方式

试件封装边缘影响可用式(F.1)进行评估:

$$\frac{g_{me}}{g} = 1 + \frac{4 \times d}{\pi \times S} \times \ln\left(\frac{2}{1 + \exp(-2\pi \times b/d)}\right) \dots\dots\dots(F.1)$$

式中:

- g_{me} ——受封装边缘影响的试件的湿流密度,单位为千克每秒平方米[$\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$];
- g ——修正后试件的湿流密度,单位千克每秒平方米[$\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$];
- d ——试件的厚度,单位为米(m);
- b ——封装边缘的宽度(见图 A.1),单位为米(m);
- S ——水力学直径(4 倍试验面积除以试件周长),单位为米(m)。

根据式(F.1)计算所得的 g_{me}/g 取决于两个比值:封装边缘的宽度与试件厚度间的比值(b/d)和试件的厚度与水力学直径间的比值(d/S)。

图 F.1 所示为 g_{me}/g 与这两个比值的函数关系。

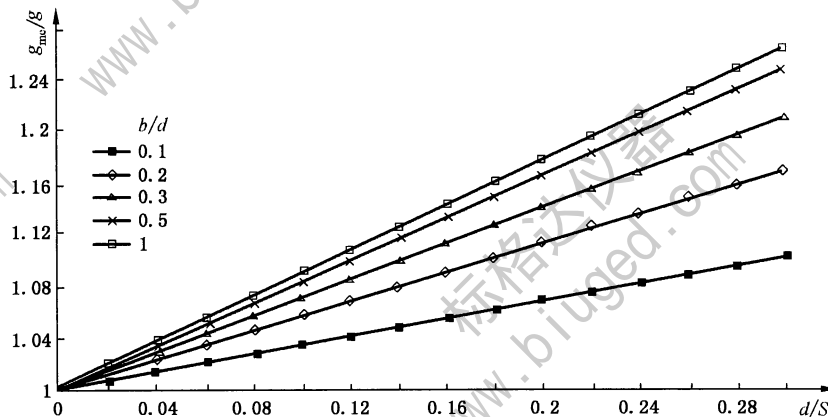


图 F.1 试件封装边缘影响因素的关系

F.3 试件湿流密度的修正

在计算透湿率前,先由式(F.1)或图 F.1 求得 g_{me}/g 值,由试验值计算未经封装边缘修正的湿流密度的测量值 g_{me} ,被 g_{me}/g 值除后即得修正后的湿流密度。

附录 G
(规范性附录)
空气层阻力的修正

G.1 试验杯中的空气层

试验杯中试件下曝露面与干燥剂或饱和溶液间的空气层对于水蒸气的流动具有一定阻力。对于大多数材料,这种阻力要远小于材料本身的阻力。然而对于一些高透湿性材料或者很薄的薄膜材料,空气层的阻力会对水蒸气的流动产生较大的影响。如果材料或制品的水蒸气当量空气层厚度 S_a 小于 0.2 m,那么试验所得试件的透湿率应根据式(G.1)进行修正。

$$W_c = \frac{1}{(A \times \Delta p_v / G) - (d_a / \delta_a)} \dots\dots\dots (G.1)$$

式中:

- W_c ——修正后试件的透湿率,单位为千克每秒平方米帕斯卡 [$\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Pa})$];
- d_a ——空气层的厚度,单位为米(m);
- δ_a ——空气的透湿系数,单位为千克每秒米帕斯卡 [$\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa})$],根据式(7)或图 2 所得的;
- G ——湿流量,单位为千克每秒(kg/s);
- Δp_v ——试件两侧水蒸气压力差,单位为帕斯卡(Pa);
- A ——试件外露面积,单位为平方米(m^2)。

随后 8.4~8.7 中试件的透湿阻、透湿系数、湿阻因子和水蒸气当量空气层厚度由修正后的试件透湿率 W_c 计算得到。

G.2 试验杯上方的空气层

为了确保试验杯上方空气层阻力是可以忽略的,当一些高透湿性材料或者很薄的薄膜材料在测试时,应在实验工作室中增加空气流动,并且应保证每个试件上方的空气流速至少为 2 m/s。

附录 H

(资料性附录)

满足试验所需精确度的称量仪器重复性、称量间隔和试件尺寸

H.1 称量仪器的重复性

H.1.1 当试件水蒸气渗透达到平衡时,两次称量间通过试件的水蒸气质量可由式(H.1)计算:

$$m_2 - m_1 = \frac{\delta_a \times A \times \Delta p_v \times t_1}{\mu \times d} \dots\dots\dots (H.1)$$

式中:

- m_1 ——测试组件在 t_1 时间的质量,单位为千克(kg);
- m_2 ——测试组件在 t_2 时间的质量,单位为千克(kg);
- δ_a ——空气的透湿系数,单位为千克每秒米帕斯卡[kg/(s·m·Pa)];
- Δp_v ——试件两侧水蒸气压力差,单位为帕斯卡(Pa);
- A ——试件外露面积,单位为平方米(m²);
- μ ——湿阻因子;
- t_1 ——称量时间间隔,单位为秒(s);
- d ——试件厚度,单位为米(m)。

H.1.2 因透湿系数与两次称量间的质量变化有关,为达到测量结果精度为 $X\%$, ($m_2 - m_1$) 的最大重复性误差为 $[(m_2 - m_1) \times X]/200$, 因此用于称量的天平的称量重复性应为:

$$m_p = \frac{\delta_a \times A \times \Delta p_v \times t_1 \times X}{200 \times \mu \times d} \dots\dots\dots (H.2)$$

式中:

- m_p ——天平的称量重复性,单位为千克(kg);
- A ——试件外露面积,单位为平方米(m²);
- δ_a ——空气的透湿系数,单位为千克每秒米帕斯卡[kg/(s·m·Pa)];
- Δp_v ——试件两侧水蒸气压力差,单位为帕斯卡(Pa);
- t_1 ——称量时间间隔,单位为秒(s);
- X ——测试结果所需的精度;
- μ ——湿阻因子;
- d ——试件厚度,单位为米(m)。

H.2 称量间隔和试件尺寸

当所用天平的称量重复性不能满足测试精确度的要求时,则可以通过增加试件的试验面积或者延长称量间隔来满足试验的精确度。如果 m_p 已是天平的最小重复性误差,那么应通过增加试件的试验面积来满足测试所需的精确度,试件的试验面积按式(H.3)计算:

$$A = \frac{200 \times m_p \times \mu \times d}{\delta_a \times \Delta p_v \times t_1 \times X} \dots\dots\dots (H.3)$$

或者应延长试件的称量间隔来满足测试所需的精确度,按式(H.4)计算:

$$t_1 = \frac{200 \times m_p \times \mu \times d}{\delta_a \times \Delta p_v \times A \times X} \dots\dots\dots (H.4)$$

式中：

- A —— 试件外露面积,单位为平方米(m^2);
- t_1 —— 称量时间间隔,单位为秒(s);
- m_p —— 天平的称量重复性,单位为千克(kg);
- μ —— 湿阻因子;
- d —— 试件厚度,单位为米(m);
- Δp_v —— 试件两侧水蒸气压力差,单位为帕斯卡(Pa);
- δ_a —— 空气的透湿系数,单位为千克每秒米帕斯卡[$kg/(s \cdot m \cdot Pa)$];
- X —— 测试结果所需的精度。

附录 I
(资料性附录)

水蒸气透过性能量的单位转换

水蒸气透过性能量的单位转换见表 I.1。

表 I.1 水蒸气透过性能量的单位转换

按 3.2 条规定的名称	按 3.2 条规定的单位 A	转换因子 C	其他名称	其他单位 B
湿流密度	kg/(m ² ·s)	3.6×10 ⁹	水蒸气透过率	mg/(m ² ·h)
透湿率	kg/(m ² ·s·Pa)	3.6×10 ⁹	—	mg/(m ² ·h·Pa)
透湿阻	m ² ·s·Pa/kg	2.778×10 ⁹	—	m ² ·h·Pa/mg
透湿系数	kg/(m·s·Pa)	3.6×10 ⁹	水蒸气透过系数	mg/(m·h·Pa)
湿阻因子	—	—	水蒸气扩散阻因子	—
湿流量	kg/s	3.6×10 ⁹	—	mg/h

当单位 A 根据 ISO 9346 转换成其他单位 B 时,应乘以转换因子 C。当其他单位 B 转换成根据 ISO 9346 中的单位 A 时,应除以转换因子 C。

示例 1: 透湿率

$$1 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}) = 1 \times 2.778 \times 10^{-10} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$$

示例 2: 透湿系数

$$1 \text{ kg}/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}) = 1/(2.778 \times 10^{-10}) \text{ mg}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{Pa})$$

附录 J
(资料性附录)

水在不同温度下的饱和蒸气压力

水在不同温度条件下的饱和蒸气压力值见表 J.1

表 J.1 水在不同温度条件下的饱和蒸气压力

单位为帕斯卡

温度/℃	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8
10	1 227.8	1 244.3	1 261.0	1 277.9	1 295.1
11	1 312.4	1 330.0	1 347.8	1 365.8	1 383.9
12	1 402.3	1 420.9	1 439.7	1 458.7	1 477.9
13	1 497.3	1 517.1	1 536.9	1 557.2	1 577.6
14	1 598.1	1 619.1	1 640.1	1 661.5	1 683.1
15	1 704.9	1 726.9	1 749.3	1 771.8	1 794.6
16	1 817.7	1 841.0	1 864.8	1 888.6	1 912.8
17	1 937.2	1 961.8	1 986.9	2 012.1	2 037.7
18	2 063.4	2 089.6	2 116.0	2 142.6	2 169.4
19	2 196.7	2 224.5	2 252.3	2 280.5	2 309.0
20	2 337.8	2 366.9	2 396.3	2 426.1	2 456.1
21	2 486.5	2 517.1	2 548.2	2 579.6	2 611.4
22	2 643.4	2 675.8	2 708.6	2 741.8	2 775.1
23	2 808.8	2 843.0	2 877.5	2 912.4	2 947.7
24	2 983.3	3 019.5	3 056.0	3 092.8	3 129.9
25	3 167.2	3 204.9	3 243.2	3 282.0	3 321.3
26	3 360.9	3 400.9	3 441.3	3 482.0	3 523.2
27	3 564.9	3 607.0	3 649.6	3 692.5	3 735.8
28	3 779.5	3 823.7	3 868.3	3 913.5	3 959.3
29	4 005.4	4 051.9	4 099.0	4 146.6	4 194.4
30	4 242.8	4 291.8	4 341.1	4 390.8	4 441.2
31	4 492.3	4 543.9	4 595.7	4 648.1	4 701.1
32	4 754.7	4 808.7	4 863.2	4 918.4	4 974.0
33	5 030.1	5 086.9	5 144.1	5 202.0	5 260.5
34	5 319.3	5 378.7	5 439.0	5 499.7	5 560.9
35	5 489.5	5 685.4	5 748.4	5 812.2	5 876.6
36	5 941.2	6 006.7	6 072.7	6 139.5	6 206.9
37	6 275.1	6 343.7	6 413.1	6 483.0	6 553.7
38	6 625.0	6 696.9	6 769.3	6 842.5	6 916.6
39	6 991.7	7 067.3	7 143.4	7 220.2	7 297.6

表 J.1 (续)

单位为帕斯卡

温度/℃	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8
40	7 375.9	7 454.0	7 534.0	7 614.0	7 695.3
41	7 778.0	7 860.7	7 943.3	8 028.7	8 114.0
42	8 199.3	8 284.6	7 372.6	8 460.6	8 548.6
43	8 639.3	8 729.9	8 820.6	8 913.9	9 007.2
44	9 100.6	9 195.2	9 291.2	9 387.2	9 484.5
45	9 583.2				

注：本表数据摘自《CRC Handbook of Chemistry and Physics》，并将 mmHg 单位转换成 Pa(按 0 ℃时)。

附录 K
(资料性附录)

本标准与 ISO 12572:2001 相比的结构变化情况

本标准与 ISO 12572:2001 相比在结构上有较多调整,具体章条编号对照情况表见表 K.1。

表 K.1 本标准与 ISO 12572:2001 的章条编号对照情况表

本标准章条编号	对应的 ISO 12572:2001 章条编号
1	1
2	2
3.1.1	3.1.1
3.1.2	3.1.2
3.1.3	3.1.3
3.1.4	3.1.4
3.1.5	3.1.5
3.1.6	3.1.6
3.1.7	3.1.7
3.2	3.2
—	3.3
4	4
5.1	5 a)
5.2	5 b)
5.3	5 c)
5.4	5 d)
5.5	5 e), 5 f), 7.3 第 3 段
5.6	5 g), A.4
5.7	7.1 的注 2
5.8	7.1 的注 2, 7.1 倒数第 2 段
6	6
6.1	6.1
6.2	6.2
6.2.1	6.2.1
6.2.2	6.2.2
6.2.3	6.2.3
6.3	6.3
6.4	6.4
7.1	7.1

表 K.1 (续)

本标准章条编号	对应的 ISO 12572:2001 章条编号
7.2,7.3	7.2
7.4.1,7.4.2,7.4.3,7.4.4	7.3
8.1	8.1
8.2	8.2
8.3.1,8.3.2	8.3
8.4	8.4
8.5	8.5
8.6.1,8.6.2,8.6.3	8.6
8.7	8.7
—	9.1
9.1	9.2
9.2	9.3
9.3	9.4
9.4	9.5
9.5	9.6
9.6	9.7
—	9.8
10	10
附录 A	附录 A
附录 A.1	附录 A.1
附录 A.2	附录 A.2
附录 A.3	附录 A.3
—	附录 A.4
附录 A.4	附录 A.5
附录 B	附录 B
附录 B.1	附录 B.1
附录 B.2	附录 B.2
附录 B.3	附录 B.3
附录 B.4.1, B.4.2	—
附录 B.5.1, B.5.2	附录 B.4
附录 C	附录 C
附录 D	附录 D
附录 D.1	附录 D.1
附录 D.2	附录 D.2

表 K.1 (续)

本标准章条编号	对应的 ISO 12572:2001 章条编号
附录 D.3	附录 D.3
附录 D.4.1, 附录 D.4.2	—
附录 D.5.1	—
附录 D.5.2, 附录 D.5.3	附录 D.4
附录 E	附录 E
附录 E.1	附录 E.1
附录 E.2	附录 E.2
附录 E.3	—
附录 E.4.1, 附录 E.4.2	—
附录 E.5.1	—
附录 E.5.2	附录 E.3
附录 F	附录 F
附录 G	附录 G
附录 H	附录 H
附录 I	附录 I
附录 J	—
附录 K	—

中华人民共和国
国家标准
建筑材料及其制品水蒸气
透过性能试验方法
GB/T 17146—2015

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946

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 2.25 字数 65 千字
2016年5月第一版 2016年5月第一次印刷

*

书号: 155066·1-53806 定价 33.00 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)68510107



GB/T 17146-2015