

中华人民共和国建筑工业行业标准

JG/T 309—2011

外墙涂料水蒸气透过率的测定及分级

Determination and classification of water-vapour transmission
rate (permeability) for exterior wall coatings

(ISO 7783-2:1999, MOD)

2011-02-17 发布

2011-08-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布



目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 原理	1
5 仪器和材料	1
6 试件	2
7 步骤	3
8 结果表述	4
9 精确度	5
10 分级	5
11 试验报告	6
附录 A (规范性附录) 试验杯	7
附录 B (资料性附录) 密封用混合蜡	8
附录 C (资料性附录) 同种外墙涂料不同干膜厚度间水蒸气透过率的换算	9

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 7783-2:1999《色漆和清漆 砖石和混凝土外墙用涂料和涂料系统 第二部分:水蒸气透过率的测定和分级》,与 ISO 7783-2:1999 主要技术性差异如下:

- 增加了试样的制备方法;
- 增加了附录 A、附录 B 和附录 C;
- 补充了试样的试验过程;
- 修改了试样的养护时间;
- 修改了干膜厚度测定的方法。

本标准由住房和城乡建设部标准定额研究所提出。

本标准由住房和城乡建设部建筑制品与构配件产品标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位:上海市建筑科学研究院(集团)有限公司。

本标准参加起草单位:瓦克化学投资(中国)有限公司、广东龙湖科技有限公司、赫普(中国)有限公司、阿克苏诺贝尔太古漆油(广州)有限公司、杭州之江有机硅化工有限公司、上海申得欧有限公司、庞贝捷涂料(上海)有限公司、中国建筑科学研究院。

本标准主要起草人:赵敏、徐颖、诸秋萍、沙圣刚、林宣益、林可湘、刘双华、钟瑞峰、何小瑜、叶庆峰、马捷、郑苏秦。

外墙涂料水蒸气透过率的测定及分级

1 范围

本标准规定了外墙涂料水蒸气透过率测定方法及分级的术语和定义、原理、仪器和材料、试件、步骤、结果表述、精确度、分级和试验报告。

本标准适用于工业与民用建筑的砖、石、混凝土等多孔基材上使用的外墙涂料。

本标准不适用于不成膜或影响多孔基材孔隙率的产品。

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 3186—2006 色漆、清漆和色漆与清漆用原料 取样(ISO 15528:2000)

GB/T 6682—2008 分析实验室用水规格和试验方法(ISO 3696:1987)

GB/T 13452.2—2008 色漆和清漆 漆膜厚度的测定(ISO 2808:2007)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水蒸气透过率 V water-vapour transmission rate

在一定的温度下,涂膜两侧相对湿度保持恒定的条件下,单位时间、单位面积所透过的水蒸气质量。

3.2

等量空气层厚度 S_d diffusion-equivalent air layer thickness

在相同条件下,与涂层具有相等水蒸气透过率的静态空气层的厚度。

4 原理

外墙涂料水蒸气透过率可采用下述方法进行测定:在试验杯中盛入定量的磷酸二氢铵饱和溶液,使试验杯上方空气的相对湿度迅速提升至93%。使用膜状待测样品或者涂覆有待测样品的多孔结构的基材来封闭试验杯。试验杯即处于一个温度和相对湿度可控制的封闭空间内。在适当的时间间隔内称量,当质量变化与时间间隔的变化成正比关系时,就可通过质量的变化来测定水蒸气透过率。

5 仪器和材料

5.1 试验杯

应符合附录A规定。

5.2 密封剂

参见附录B。

5.3 烘箱

控制恒温(50±2)℃。

5.4 天平

精度为 0.001 g。

5.5 磷酸二氢铵饱和溶液

用符合 GB/T 6682—2008 要求的三级实验室用水配制磷酸二氢铵饱和溶液,配置比例为:磷酸二氢铵(NH₄H₂PO₄,分析纯)1 665 g,水 4 500 g。

5.6 试验工作室

温度(23±2)℃,相对湿度(50±5)%的房间或箱体,工作室内的风速应低于 0.3 m/s。

6 试件

6.1 取样

按 GB/T 3186—2006 的规定进行。

6.2 概述

按表 1 规定选择制备测试试件的方法。

表 1 测试试件的制备

涂料类型	基材类型	涂布量	制备方法	养护时间	试件数量
薄涂型水性涂料	多孔基材	干膜厚度≥80 μm	刷涂,至少涂布 2 道,每道间隔 6 h	14 d	3 个
溶剂型涂料	多孔基材	干膜厚度≥80 μm	刷涂,至少涂布 2 道,每道间隔 24 h	14 d	3 个
弹性建筑涂料	自支撑涂层(游离膜)	干膜厚度≥150 μm	刷涂或刮涂,至少涂布 2 道,每道间隔 6 h	28 d	3 个
厚浆型涂料(非弹性)	多孔基材	湿膜厚度<3 mm	刮涂	28 d	3 个

6.3 自支撑涂层(游离膜)的基材

制备游离膜所选用的基材,如高密度聚乙烯、聚四氟乙烯或聚对苯二甲酸乙二醇酯(简称 PET)塑料膜等,表面应无缺陷。涂膜干燥之后,应很容易与基材分离。游离膜的表面积应大于 60 cm²,其试验面积应大于 50 cm²。

6.4 非自支撑涂层的基材(多孔基材)

- a) 若游离膜强度太低或太脆,无法测试时,应采用具有高水蒸气透过率的基材辅助测试。
- b) 对于不与基材发生反应的涂层,水蒸气透过率大于 240 g/(m²·d)的基材均可使用,例如多孔 PE 板、无釉陶瓷砖。试验片的试验面积不应小于 50 cm²。

- c) 对于要与基材发生反应的涂层,需用专用基材。试验片的试验面积不应小于 50 cm^2 。

6.5 制备和涂覆

- a) 基材应清洁干燥。
- b) 所检产品未明示稀释比例时,搅拌均匀后制样。所检产品明示了稀释比例时,应按规定的稀释比例稀释搅拌均匀后制样。明示稀释比例为某一范围时,应取其中间值。
- c) 根据表 1 的规定选择试件的制备方式。对于弹性建筑涂料,在标准养护条件下,每隔 7 d 将试样翻转 180° 养护。若产品注明涂布量,则选择适宜的涂布器按注明的涂布量分两道或多道进行制样。
- d) 当使用多孔的基材时,只需对基材的一面进行涂覆。并且需在非磁性金属底材上制备用于干膜厚度测定的试件,试件数量为一个。
- e) 制备好的涂层应平整、厚薄均匀,无气泡、裂纹等缺陷。

7 步骤

7.1 养护和状态调节

7.1.1 标准养护条件

温度 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, 相对湿度 $(50 \pm 5)\%$, 空气循环良好, 养护时间按表 1 的规定进行。

7.1.2 状态调节

- a) 在养护结束后,应将测试试件在下述条件下进行三次循环老化试验:在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下,浸于 GB/T 6682—2008 规定的三级水中 24 h。对于非自支撑涂层浸水时,涂层朝下浸入水中直至完全浸没,对于自支撑涂层,应完全浸入水中。在 $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下,干燥 24 h。对于非自支撑涂层,放入烘箱干燥时,应将涂层面向上。
- b) 如果是热塑性的涂层,应确保试件之间以及与烘箱不会相互粘连。
- c) 需要中断上述调节时,应将试件存放在标准养护条件下。
- d) 三次老化试验后,在进行测试之前将试件放置在标准养护条件下存放至少 24 h,但不超过 72 h。
- e) 状态调节后如涂层出现起鼓、开裂等异常现象,应重新制样。

7.1.3 干膜厚度的测定

- a) 试件的干膜厚度不应小于 $80 \mu\text{m}$ 。
- b) 对于非自支撑涂层,根据表 1 规定的涂布量将样品涂刷在非磁性金属底材上,涂布量与相应试件相同,合适的非磁性金属底材有不锈钢、铝板等。干燥后,按 GB/T 13452.2—2008 中 5.5.8 的方法进行干膜厚度的测定。
- c) 对于自支撑涂层,按 GB/T 13452.2—2008 中 5.2 的方法进行干膜厚度的测定。
- d) 每个试件的干膜厚度应在每个象限的中心位置进行测量,取测量值的算术平均值作为每个试件的干膜厚度。

7.2 自支撑涂层(游离膜)的试验步骤

7.2.1 在每个试验杯中装入磷酸二氢铵饱和溶液,饱和溶液的质量为 $(200 \pm 5) \text{ g}$,然后把试件涂层面朝上安装在试验杯上,在试件和杯口之间进行密封,密封处不能让水蒸气泄漏。

7.2.2 将密封好的试件放入温度为(23±2)℃,相对湿度为(50±5)%的试验工作室内,通过磷酸二氢铵饱和溶液来保持试验杯内部相对湿度为93%。试验应在风速低于0.3 m/s的环境下进行。

7.2.3 以一定的时间间隔称量试验杯的质量,并立即放回试验工作室。从试验工作室取出试验杯后要立即称量,最好同一组样品同时称量,放回再称量下一组,整个过程不宜超过30 min,称量期间宜间隔24 h、48 h或96 h。两次连续称量的重量变化值不小于5 mg。

7.2.4 连续称量试验杯的质量,直到单位时间间隔内质量的变化恒定不变,然后应记录接下来的3个连续的时间间隔测试所得的数值。

7.3 非自支撑涂层的试验步骤

7.3.1 按本标准7.2.1规定进行。

7.3.2 按本标准7.2.2规定进行。

7.3.3 在适当的时间间隔下测定试件质量变化,例如每24 h一次。从试验工作室取出试验杯后要立即称量,最好同一组样品同时称量,放回试验工作室再称量下一组,整个过程不宜超过30 min。观察先后两次称量的变化量,直到单位时间间隔内质量的变化恒定即达到稳定状态,然后应记录接下来的3个连续的时间间隔测试所得的数值。

7.4 多孔基材的试验步骤

7.4.1 在每个试验杯中装入磷酸二氢铵饱和溶液,饱和溶液的质量为(200±5)g,然后把多孔基材安装在试验杯上,在多孔基材和杯口之间进行密封,密封处不能让水蒸气泄漏。

7.4.2 按本标准7.2.2规定进行。

7.4.3 以一定的时间间隔称量试验杯的质量,并立即放回试验工作室。从试验工作室取出试验杯后要立即称量,最好同一组样品同时称量,放回再称量下一组,整个过程不宜超过30 min,称量的时间间隔可以采用2 h、4 h或8 h。两次连续称量的重量变化值不小于5 mg。

7.4.4 连续称量试验杯的质量,直到单位时间间隔内质量的变化恒定不变,然后应记录接下来的3个连续的时间间隔测试所得的数值。

8 结果表述

8.1 采用下列方法计算试验结果

8.1.1 在规定的间隔测定每个试件的总质量,绘出质量变化与时间的函数图。当测试所得到的4个点中有3个点在一条直线上,即说明水蒸气的通过速率为恒量,则意味着测试完成。

按式(1)计算每个试件的水蒸气透过量 Δm_i :

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

式中:

Δm_i ——试件的水蒸气透过量,单位为毫克每小时(mg/h);

m_1, m_2 ——分别在时间 t_1, t_2 的总质量,单位为毫克(mg);

t_1, t_2 ——时间,单位为小时(h)。

按式(2)计算每个试件的水蒸气透过率 V_i :

$$V_i = \frac{240 \times \Delta m_i}{A_i} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

Δm_i ——试件的水蒸气透过量,单位为毫克每小时(mg/h);

V_i ——试件的水蒸气透过率,单位为克每平方米每天 $[g/(m^2 \cdot d)]$;

A_i ——试件的表面积,单位为平方厘米 (cm^2) 。

8.1.2 对于多孔基材上的非自支撑涂层,用式(3)计算涂料的水蒸气透过率 V :

$$V = \frac{V_{cs} \times V_s}{V_s \times V_{cs}} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

V ——涂料的水蒸气透过率,单位为克每平方米每天 $[g/(m^2 \cdot d)]$;

V_{cs} ——涂覆涂料的多孔基材的水蒸气透过率,单位为克每平方米每天 $[g/(m^2 \cdot d)]$;

V_s ——多孔基材的水蒸气透过率,单位为克每平方米每天 $[g/(m^2 \cdot d)]$ 。

8.1.3 对于自支撑的涂层(游离膜)的水蒸气透过率,用式(2)计算所得的水蒸气透过率 V_i 表示。

8.2 涂层的等量空气层厚度

当温度 $23^\circ C$, 测试时的气压 p_0 与常压 p 相同为 1013.25 hPa , 涂层两侧的水蒸气压力差 Δp 为 1207 Pa (在上述条件下,涂层两侧相对湿度为 93% 和 50% 时,水蒸气压为差值)时,涂料的等量空气层厚度 S_d 是涂料水蒸气透过率 V 的变量,涂料等量空气层厚度 S_d 按式(4)计算:

$$S_d = \frac{21}{V} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

S_d ——涂料等量空气层厚度,单位为米 (m) ;

V ——涂料水蒸气透过率,单位为克每平方米每天 $[g/(m^2 \cdot d)]$ 。

9 精确度

9.1 重复性(r)

同一实验室同一试验人员,对同一样品使用标准试验方法,在短时间间隔内得到两个单一试验结果,即每个重复三次操作所得数值的平均值,绝对差值应低于 20% (相对与两次结果的平均值)。

9.2 再现性(R)

由不同的操作者在不同的实验室中,对同一样品使用标准试验方法得到的两个单一试验结果,即每个重复三次操作所得数值的平均值,绝对差值应低于 28% (相对与两次结果的平均值)。

10 分级

按第 8 章计算所得的外墙涂料水蒸气透过率和等量空气层厚度应按表 2 规定分级。对于不同干膜厚度的同种外墙涂料,可以参照附录 B 进行外墙涂料水蒸气透过率的换算。

表 2 外墙涂料水蒸气透过率的分级

分级	水蒸气透过率 $V/g/(m^2 \cdot d)$	等量空气层厚度 S_d/m
I(高)	>150	<0.14
II(中)	$15 \sim 150$	$0.14 \sim 1.40$
III(低)	<15	>1.40

11 试验报告

试验报告应包括下列信息：

- a) 与所检测产品相关的所有必需的细节；
- b) 所使用的操作步骤(自支撑涂层或非支撑涂层)；
- c) 测试试件的数目(重复的次数)；
- d) 涂层的涂覆方式、应用量和涂层数以及干燥时间；
- e) 涂层的干膜厚度,单位为微米(μm)；
- f) 当使用专用基材时,记录基材的材质种类和厚度,单位为毫米(mm)；
- g) 按第 8 章计算的水蒸气透过率 V 和等量空气层厚度 S_d 结果；
- h) 按第 10 章的分级；
- i) 试验日期。

附录 A
(规范性附录)
试验杯

A.1 试验杯应选用在试验条件下耐腐蚀的材料,如玻璃、聚乙烯、铝等,并且要有足够的强度,以免在操作过程中发生变形。

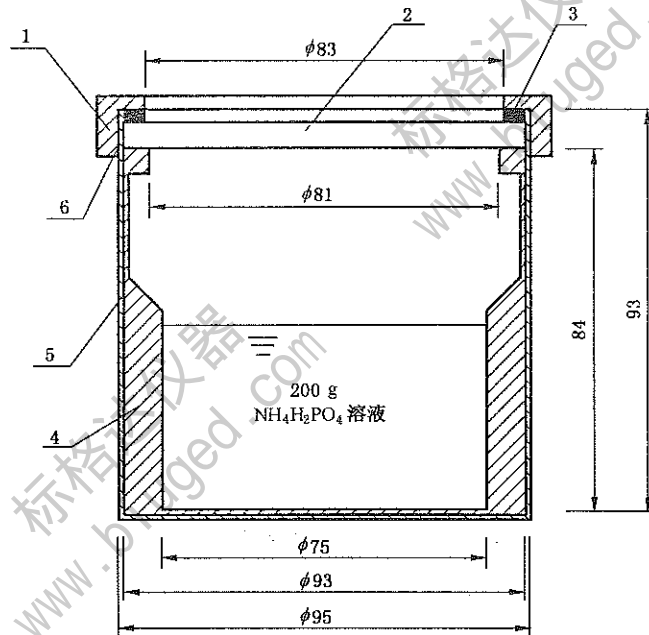
A.2 试验面积至少为 50 cm^2 (直径 79.8 mm),试验面积应精确到 1% 。

A.3 试验杯应确保杯口与试验片有效密封,最常见的设计是带有环形盖的机械夹紧装置或螺口装置,同时配合合适的密封环,如图 A.1 所示。另外也可选用熔融蜡作为密封剂。

A.4 试验杯内饱和盐溶液的表面积与透气面积应尽量相近。应确保试验杯内水蒸气通畅地挥发。

A.5 每一个试验杯应能清楚地识别,每一个试验杯组件应配备相应的盖子,以免其从试验工作室取出称量时有水气挥发。每一个盖子与相应试验杯应容易区分。

单位为毫米



说明:

- 1—试验盖;
- 2—试样;
- 3—密封垫圈;
- 4—支撑架;
- 5—试验杯;
- 6—试验杯与盖螺纹连接。

注 1: 制作试验杯的铝板需化学保护或阳极氧化,建议采用厚度为 1 mm 的铝板。

注 2: 机械密封装置较容易使用。但如果试验材料表面粗糙或容易破碎,则不太适合使用。在这种情况下熔融蜡更适合使用,但必须确保蜡密封正确,如果熔融蜡流到试验面上会减少试验面积而影响试验结果的正确性。

图 A.1 试验杯

附录 B
(资料性附录)
密封用混合蜡

密封材料由蜡混合物等不易挥发的材料组成,能牢固地将试验杯和试验片粘合在一起,在试验温度下应不开裂和吸湿,也不会氧化。当 50 cm^2 的熔融蜡暴露于温度为 $38\text{ }^\circ\text{C}$ 和相对湿度 90% 条件下 24 h ,其质量的变化不能大于 1 mg 。如果试验片试验面沾有蜡则应丢弃不用。

宜使用下列几种混合蜡:

- a) 60% 微晶蜡和 40% 精制结晶石蜡。
- b) 80% 熔点在 $50\text{ }^\circ\text{C}\sim 52\text{ }^\circ\text{C}$ 的石蜡, 20% 聚异丁烯(相对低聚合度)。
- c) 熔点在 $60\text{ }^\circ\text{C}\sim 75\text{ }^\circ\text{C}$ 的蜡,油含量在 $1.5\%\sim 3\%$ 之间。

如果蜡中含有微量的水,可以加热蜡到 $105\text{ }^\circ\text{C}\sim 110\text{ }^\circ\text{C}$,让水分挥发。

微晶蜡的含油量应小于 3% ,精制石蜡的含油量应小于 1% 。

最好是每次试验选用新鲜蜡,如果重复使用,应在使用前去除异物并纯化。

附录 C
(资料性附录)

同种外墙涂料不同干膜厚度间水蒸气透过率的换算

在与试验相同的温度和湿度条件下,若外墙涂料为匀质材料,则对于不同干膜厚度的同种外墙涂料,可以参照式(C.1)进行外墙涂料水蒸气透过率的换算。

$$V_t = \frac{V \times d}{d_t} \quad \dots\dots\dots(C.1)$$

式中:

- V_t ——一定干膜厚度的外墙涂料计算得到的水蒸气透过率,单位为克每平方米每天 $[g/(m^2 \cdot d)]$;
- d_t ——需进行换算外墙涂料水蒸气透过率的涂层干膜厚度,单位为米(m);
- V ——涂料的水蒸气透过率,单位为克每平方米每天 $[g/(m^2 \cdot d)]$;
- d ——试件的干膜厚度,单位为米(m)。