



中华人民共和国国家标准

GB/T 1037—2021

代替 GB/T 1037—1988

塑料薄膜与薄片水蒸气透过性能测定 杯式增重与减重法

Test method for water vapor transmission of plastic film and sheet—
Desiccant method and water method

2021-11-26 发布

2022-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 1037—1988《塑料薄膜和片材透水蒸气性试验方法 杯式法》，与 GB/T 1037—1988 相比，除编辑性改动外，主要技术变化如下：

- “范围”中增加了减重法(见第1章,1988年版的第1章)；
- 更改了“术语和定义”中水蒸气透过量术语的相关透过面积的定义(见3.1,1988年版的2.1)；
- 更改了“原理与方法概述”，详述了增重与减重法并细分仪器方法(见第4章,1988年版的第3章)；
- 更改了“试样”要求(见第5章,1988年版的第5章)；
- 增加了“试样状态调节”(见第6章)；
- 增加了“水蒸气透过性能测试仪”和“蒸馏水”的相关指标要求(见7.4、7.7.2,1988年版的第4章)；
- 更改了恒温恒湿箱波动度及温度试验条件的波动范围(见7.1、第8章,1988年版的4.1、第6章)；
- 增加了透湿杯的结构要求与应用范围(见7.3,1988年版的4.2)；
- 增加了干燥剂的种类及相关使用要求(见7.7.1,1988年版的4.7)；
- 增加了试验条件C(见第8章,1988年版的第6章)；
- 更改了“试验步骤”，区分“增重法”和“减重法”试验步骤，增加了“水蒸气透过性能测试仪”试验步骤(见第9章,1988年版的第7章)；
- 增加了“试样的封装”试验步骤(见9.1.2)；
- 更改了水蒸气透过量试验结果的偏差计算要求(见10.1,1988年版的8.1)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国轻工业联合会提出。

本文件由全国塑料制品标准化技术委员会(SAC/TC 48)归口。

本文件起草单位：济南兰光机电技术有限公司、北京市塑料研究所、杭州市质量技术监督检测院、国家食品软包装产品及设备质量监督检验中心(广东)、湖南省产商品质量监督检验研究院、湖北省产品质量监督检验研究院、佛山市顺德区特普高实业有限公司、新疆维吾尔自治区产品质量监督检验研究院、瑞阳制药股份有限公司、重庆鼎盛印务股份有限公司、重庆科欣塑料有限公司、大连产品质量检验检测研究院有限公司、北京市塑料制品质量监督检验站、大连塑料研究所有限公司、湖北省药品监督检验研究院、厦门市产品质量监督检验院、惠州益栢科技有限公司、江阴中达软塑新材料股份有限公司、昆山阿基里斯新材料科技有限公司。

本文件主要起草人：陈欣、朱吴兰、张钰、马东伟、李婷、赵凯、赵金尧、李漫江、王佳丽、王莹、袁怡、何贤培、苏婉霞、孔霁虹、胡佐林、张庆飞、刘哲伟、代模、白泽清、蔡华庚、彭伟、黄刚、陈曦、赵建明、童佩、彭永杰、王云玲、仇凯。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

- GB/T 1037—1988。

塑料薄膜与薄片水蒸气透过性能测定

杯式增重与减重法

1 范围

本文件规定了塑料薄膜与薄片水蒸气透过性能的两种杯式测定方法——增重法和减重法。

本文件适用于塑料薄膜与薄片的水蒸气透过性能测定。纸张、无纺布、人造革等材料的水蒸气透过性能测定可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 2918 塑料 试样状态调节和试验的标准环境

GB/T 6672 塑料薄膜和薄片厚度测定 机械测量法

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

ISO 2602:1980 数据的统计处理和解释 均值的估计 置信区间(Statistical interpretation of test results—Estimation of the mean—Confidence interval)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水蒸气透过量 water vapor transmission; WVT

在规定的温度与相对湿度及试样两侧保持一定的水蒸气压差的条件下,24 h 内透过单位面积试样的水蒸气质量。

3.2

水蒸气透过系数 water vapor permeability

P_v

在规定的温度与相对湿度环境中,单位水蒸气压差下,单位时间内透过单位厚度和单位面积试样的水蒸气质量。

4 原理与方法概述

4.1 原理

在规定的温度与相对湿度条件下,一定时间范围内试样两侧保持一定的水蒸气压差,测试透过试样的水蒸气质量,以此计算水蒸气透过量和水蒸气透过系数等性能参数。

4.2 方法概述

按照试验过程中透湿杯质量变化趋势,杯式法可分为增重法(即透湿杯质量逐渐增大)与减重法(即透湿杯质量逐渐减小)。增重法与减重法在测试同一种样品时两种试验方法所得出的试验结果不完全相同。应根据样品自身及其实际使用条件等因素选择合适的试验方法。

按照所采用的仪器,又可进一步细分为恒温恒湿箱法与水蒸气透过性能测试仪法。

注:通常,水蒸气透过量高的样品更适宜采用减重法。纸张、无纺布、人造革等具有吸湿性的样品,在采用减重法测试时需注意平衡时间;若增重法和减重法均可满足吸湿性样品或其他特殊材料样品的水蒸气透过量测试范围的需求,则需额外考虑减重法中透湿杯内100%的相对湿度对样品的影响。

5 试样

5.1 试样应具有代表性,应平整、均匀且无污染,不得有孔洞、针眼、折痕、划伤等缺陷。裁切试样时,保证试样无毛边。试样面积应大于透湿杯的透过面积。

5.2 每一组至少取三个试样。根据测试需求及实际应用情况正确选择试样的测试面。

6 试样状态调节

除另有规定外,按 GB/T 2918 的规定,试样应在“23/50”的标准环境下状态调节至少4 h,标准环境等级为2级。

7 仪器和试剂

7.1 仪器

7.1.1 恒温恒湿箱

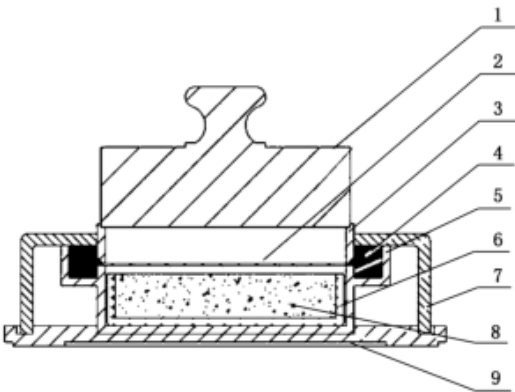
控温波动度不大于0.5℃,相对湿度波动度不大于2%,风速为0.5 m/s~2.5 m/s。关闭箱门后,15 min内应重新达到规定的温度与相对湿度。

7.1.2 分析天平

分度值不大于0.1 mg。

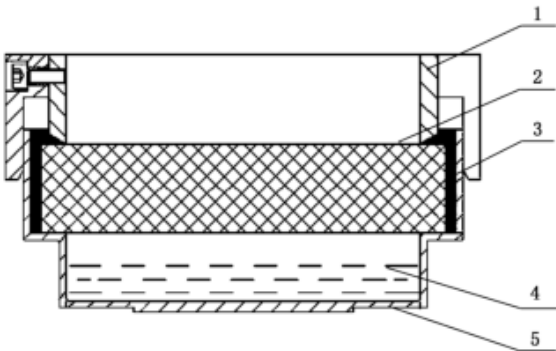
7.1.3 透湿杯

应由质轻、抗腐蚀、不透水、不透气的材料制成,有效测试面积至少为25 cm²,干燥剂或蒸馏水的面积应不小于杯口的面积。常用的透湿杯包括含有导正环的圆形透湿杯、含有固定模具的方形透湿杯和不使用密封剂的圆形透湿杯,结构如图1、图2、图3所示。也可根据测试需要制作其他形状结构的透湿杯。图1所示的含有导正环的圆形透湿杯不适用于水蒸气透过性能测试仪测试。



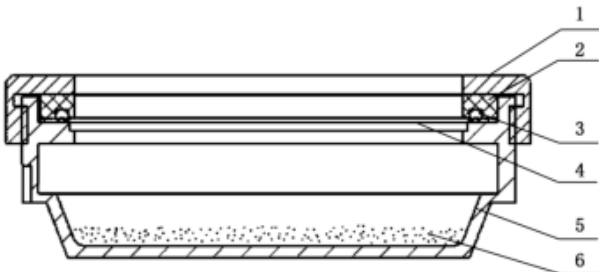
- 标引序号说明：
- | | |
|------------|-------------|
| 1——压盖(黄铜)； | 6——杯皿(玻璃)； |
| 2——试样； | 7——导正环(黄铜)； |
| 3——杯环(铝)； | 8——干燥剂或蒸馏水； |
| 4——密封剂； | 9——杯台(黄铜)。 |
| 5——杯子(铝)； | |

图 1 含有导正环的圆形透湿杯结构示例图



- 标引序号说明：
- | | |
|---------------|-------------|
| 1——固定模具(不锈钢)； | 4——干燥剂或蒸馏水； |
| 2——试样； | 5——透湿杯(铝)。 |
| 3——密封剂； | |

图 2 方形透湿杯结构示例图



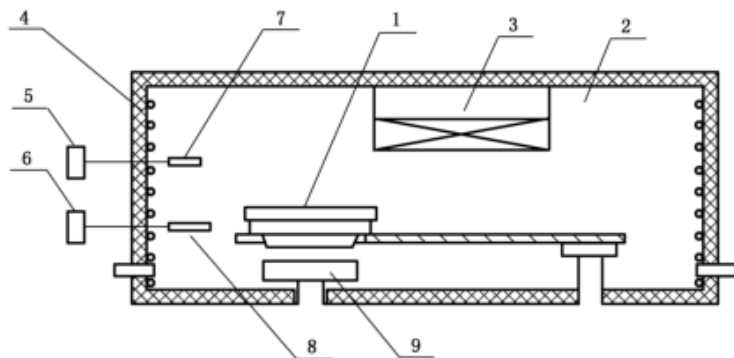
- 标引序号说明：
- | | |
|-----------------|-------------|
| 1——压杯(铝)； | 4——试样； |
| 2——垫圈(聚四氟乙烯)； | 5——透湿杯(铝)； |
| 3——O 型密封圈(氟橡胶)； | 6——干燥剂或蒸馏水。 |

图 3 不使用密封剂的圆形透湿杯结构示例图

7.1.4 水蒸气透过性能测试仪

7.1.4.1 重要结构

水蒸气透过性能测试仪结构如图 4 所示,主要结构包括测试腔、天平称重系统和透湿杯。



标引序号说明:

1——透湿杯;

2——测试腔;

3——风机;

4——加热或制冷元件;

5——温度控制系统;

6——湿度控制系统;

7——温度传感器;

8——湿度传感器;

9——天平称重系统。

图 4 水蒸气透过性能测试仪结构示例图

7.1.4.2 测试腔

可控温控湿,并保证恒温恒湿。腔体内应设置合适的支撑结构用于放置透湿杯,并保持一定的空气流速,保证腔内各个位置的试验条件均匀一致。至少间隔每 15 min 监测并记录温度与相对湿度,控温波动度不大于 0.5 °C,相对湿度波动度不大于 2%,风速为 0.3 m/s~2.5 m/s。

7.1.4.3 天平称重系统

可实现自动称重,系统分度值不大于 0.1 mg。

7.1.5 干燥器

可用于干燥透湿杯,例如玻璃干燥器、聚碳酸酯干燥器。

7.1.6 测厚仪

测量薄膜厚度的仪器的分度值不大于 0.001 mm;测量片材厚度的仪器的分度值不大于 0.01 mm。

7.2 试剂

7.2.1 干燥剂

用于增重法试验。通常使用可通过一定规格筛网的粒度为 0.60 mm~2.36 mm 的无水氯化钙,使用前应在 200 °C±2 °C 烘箱中干燥 2 h。如需使用其他吸附作用的干燥剂,如硅胶、分子筛等,使用前应在相应条件下活化。

7.2.2 蒸馏水

用于减重法试验。应符合 GB/T 6682 中二级水的要求。

7.2.3 密封剂

在 38℃、相对湿度 90% 的环境条件下不应软化变形。以暴露表面积为 50 cm² 计, 24 h 内质量变化不能超过 0.001 g。一般通用的密封剂为密封蜡, 常见配方如下:

- a) 85% 石蜡(熔点为 50℃~52℃)和 15% 蜂蜡组成;
- b) 80% 石蜡(熔点为 50℃~52℃)和 20% 黏稠聚异丁烯(低聚合度)组成。

8 试验条件

塑料薄膜与薄片的水蒸气透过性能, 应优先从下列三种试验条件中选择, 也可根据实际应用环境选择其他试验条件。

条件 A: 温度 23.0℃±0.5℃, 相对湿度 90%±2%。

条件 B: 温度 38.0℃±0.5℃, 相对湿度 90%±2%。

条件 C: 温度 23.0℃±0.5℃, 相对湿度 50%±2%。

注: 对于增重法, 仪器内部湿度值即所述相对湿度数值; 对于减重法, 仪器内部湿度值为 100% 减去所述相对湿度数值的差值。

9 试验步骤

9.1 增重法

9.1.1 干燥剂的加入

将干燥剂装入清洁干燥的透湿杯内, 其加入量应满足干燥剂距试样下表面约 3 mm。

9.1.2 试样的封装

9.1.2.1 封装试样前, 按照 GB/T 6672 的规定测量每片试样的厚度。不同结构的透湿杯对应的试样封装步骤分别按照 9.1.2.2、9.1.2.3、9.1.2.4 所述步骤进行。

9.1.2.2 将试样封装至含有导正环的圆形透湿杯时, 先将盛有干燥剂的杯皿放入杯子中, 再将杯子放至杯台上。试样放在杯子正中间部位, 加上杯环后, 用导正环固定试样位置, 再加上压盖。小心地取下导正环, 将熔融的密封剂灌入杯子凹槽中。待密封剂凝固后, 取下压盖和杯台, 清除附着在杯壁及底部的密封剂。

9.1.2.3 将试样封装至不使用密封剂的圆形透湿杯时, 先将试样置于杯内托盘上, 再用 O 型密封圈紧压在试样上表面, 保证密封圈与试样之间的充分接触。将聚四氟乙烯垫圈放在密封圈上, 拧紧压杯。杯内托盘面积即为试验面积。

9.1.2.4 将试样封装至方形透湿杯时, 将试样放在杯中支撑内壁上, 用固定模具夹紧试样, 实现与试样紧密接触。将熔融的密封剂灌入模具外侧与杯壁之间的凹槽, 待密封剂凝固后取下模具, 清除附着在杯壁的密封剂。模具内壁与试样接触的面积即为试验面积。

9.1.2.5 透湿杯在注入密封剂时, 应保证密封剂凝固后不产生裂纹及气泡。

9.1.3 恒温恒湿箱法

9.1.3.1 称量封装好的透湿杯质量, 记为初始质量。

9.1.3.2 将透湿杯以杯口朝上的状态置于已处于稳定试验条件的恒温恒湿箱内,对透湿杯进行间歇性称重,即每间隔固定的时间称量透湿杯的质量,直到前后两次透湿杯的质量增量相差不大于5%时,结束试验。常见称量间隔时间为:16 h(初始平衡时间)后进行第一次称量,以后每两次称量的间隔时间可选择24 h、48 h或96 h。每两次称量的间隔时间可根据试样透过量进行适当选择,若试样透过量过大,可对初始平衡时间和间隔时间进行相应缩减。但应控制透湿杯质量变化量不少于0.005 g。

9.1.3.3 对于水蒸气透过量低或精确度要求较高的样品,应另取一个或两个试样进行空白试验,即透湿杯内不放入干燥剂。

9.1.3.4 每次称量透湿杯之前,应将透湿杯置于 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 环境下的干燥器内平衡30 min,取出后需在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的标准环境下进行称量,每次称量结束后应立即将透湿杯放入已保持试验环境的恒温恒湿箱内。

9.1.3.5 每次称量时,透湿杯的先后顺序应一致,称量时间不超过每两次称重的间隔时间的1%。每次称量后应轻微振动杯中干燥剂使其上下混合均匀,干燥剂吸收水分后的总增量不得超过其初始质量的10%,否则应中止试验。

9.1.4 水蒸气透过性能测试仪法

9.1.4.1 将封装试样的透湿杯以杯口朝上的状态置于测试腔内,关上腔门。

9.1.4.2 通过软件界面设置温度、湿度、风速等试验条件及称量间隔时间、结束试验的质量增量比例,开始试验。

9.1.4.3 测试仪先称量透湿杯质量,记为初始质量。待测试腔达到所设置的试验环境后,对透湿杯在测试腔内进行自动地间歇性称重,试验过程中无需在每次称量后取出透湿杯并振动干燥剂,相关试验参数可参考9.1.3.2。其他试验步骤按照9.1.3.3与9.1.3.5。

9.1.4.4 试验结束后,仪器自动出具试验结果及相关曲线图。

9.2 减重法

9.2.1 蒸馏水的加入

在干燥洁净的透湿杯内加入蒸馏水,水位高度至少为3 mm,保证整个试验过程中蒸馏水均可覆盖杯底且不与试样接触。为防止试样在放入仪器内出现水蒸气冷凝附着,封装试样前,蒸馏水温度应控制在不超过试验温度 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的偏差范围。

9.2.2 试样的封装

按照9.1.2对试样进行封装。

9.2.3 恒温恒湿箱法

按照9.1.3.1、9.1.3.2、9.1.3.3所述步骤进行试验。每次取出透湿杯后需立刻在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的标准环境下进行称量,每次称量结束后应立即将透湿杯放入已保持试验环境的恒温恒湿箱内。每次称量时应避免蒸馏水接触到试样表面,特别对于吸湿性样品需更加注意。

注:如果试样表面不容许出现冷凝水,则透湿杯需避免暴露在与试验环境温度有明显差异的环境中,以避免水蒸气凝结在试样表面。

9.2.4 水蒸气透过性能测试仪法

按照9.1.4进行试验。

9.2.5 倒杯法

如果需要蒸馏水与试样接触后进行测试,透湿杯应保持水平并倒扣放置。采用分析天平称量时,可将透湿杯正立后称量,尽量缩短称量时间,减少试样表面与蒸馏水分离的时间。采用水蒸气透过性能测试仪试验,称量时无需再将透湿杯正立。

注:倒杯法测试多用于透湿量较高且不渗水的试样,以保证空气在试样表面以特定速率流动。透湿杯内的蒸馏水需尽量充分覆盖试样表面,避免试样因受重不均而产生变形。

10 试验结果

10.1 水蒸气透过量

按式(1)计算试样的水蒸气透过量。

$$\text{WVT} = \frac{24 \times \Delta m}{A \times t} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

WVT —— 试样的水蒸气透过量,单位为克每平方米 24 小时 $[\text{g}/(\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})]$;

Δm —— t 时间段内的透湿杯质量变化量(增重法为质量增量,减重法为质量减量),单位为克(g);

A —— 试样透过水蒸气的面积,单位为平方米(m^2);

t —— 质量变化量稳定后的两次间隔时间差值,单位为小时(h)。

若试样进行了相应的空白试验, Δm 需扣除空白试验中 t 时间内的质量变化量。试验结果以每组试样的算术平均值表示,取三位有效数字。如需要,可根据 ISO 2602:1980 的规定计算标准偏差和平均值 95% 的置信区间。

10.2 水蒸气透过系数

按式(2)计算试样的水蒸气透过系数。

$$P_v = \frac{\Delta m \times d}{A \times t \times \Delta p} = 1.157 \times 10^{-9} \times \frac{\text{WVT} \times d}{\Delta p} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

P_v —— 试样的水蒸气透过系数,单位为克厘米每平方厘米秒帕斯卡 $[\text{g} \cdot \text{cm}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})]$;

WVT —— 试样的水蒸气透过量,单位为克每平方米 24 小时 $[\text{g}/(\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})]$;

d —— 试样厚度,单位为厘米(cm);

Δp —— 试样两侧的水蒸气压差,单位为帕斯卡(Pa)。

试验结果以每组试样的算术平均值表示,取两位有效数字。

注:通常,塑料复合薄膜、压花薄膜、人造革的厚度不均匀,不适宜进行水蒸气透过系数的计算。

11 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 执行文件编号;
- b) 试验仪器名称及型号;
- c) 透湿杯的结构;
- d) 试样状态调节的环境温度与相对湿度;

- e) 试样信息,包括试样名称、材质等描述;
 - f) 干燥剂名称;
 - g) 试样的厚度和透过水蒸气的有效面积;
 - h) 试样测试面;
 - i) 试验方法;
 - j) 试验温度与相对湿度;
 - k) 试验结果;
 - l) 试验人员及日期;
 - m) 试验过程中发生的其他可能影响试验结果的现象及说明。
-