



中华人民共和国国家标准

GB/T 19789—2005

包装材料 塑料薄膜和薄片氧气 透过性试验 库仑计检测法

Packaging material—Test method for
oxygen gas permeability characteristics of plastic film and sheeting—
Coulometric sensor

2005-05-25 发布

2005-11-01 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

前 言

本标准修改采用 ASTM D 3985—1995《塑料薄膜和薄片氧气透过性试验方法——库仑计检测法》标准。

本标准的主要内容与 ASTM D 3985—1995 相同，删略了有关仪器及部件的说明，文字叙述和章节编排与 ASTM D 3985—1995 标准不同。

ASTM D 3985 标准中未规定具体的试验环境条件，本标准采用 GB/T 2918 标准规定的标准环境条件。

本标准中的“稳态”定义是引用 ASTM D 1434—1982(1998 重新确认)《塑料薄膜和薄片气体透过性试验方法》标准中的稳态定义。

本标准由中国包装总公司提出。

本标准由全国包装标准化技术委员会归口。

本标准由国家包装产品质量监督检验中心(济南)起草。

本标准的主要起草人：王兴东、周加彦、王微山。

包装材料 塑料薄膜和薄片氧气 透过性试验 库仑计检测法

1 范围

本标准规定了在稳态下包装材料氧气透过性试验方法——库仑计检测法。

本标准适用于塑料薄膜、薄片、复合材料、塑料复合纸、塑料涂覆织物等包装材料的氧气透过性的测试,可以测定包装材料的氧气透过率、氧气透过量、氧气透过常数等。

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。凡是注明日期的引用文件,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。凡是不注明日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

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的测定 机械测量法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

稳态 steady-state

当试样吸收的气体数量与透过试样气体数量达到平衡时的状态。

3.2

氧气透过率 oxygen transmission rate, O₂GTR

在试验条件下,在单位时间内透过单位面积试样的氧气数量。国际单位是 mol/(m²·s)。

在1个标准大气压下(1 atm),常使用的氧气透过率单位是 cm³/(m²·24 h)。

在标准温度和压力下(Standard Temperature and Pressure, STP) 1 atm = 0.1013 MPa, 1 cm³(STR) = 44.62 μmol, 24 h = 86.4 × 10³ s, 则 1 cm³(STP)/(m²·24 h) = 5.160 × 10⁻¹⁰ mol/(m²·s)。

3.3

氧气透过量 oxygen permeance, PO₂

氧气透过率与试样两侧氧气分压之差的比值。国际单位是 mol/(m²·s·Pa)。

常用的氧气透过量单位是 cm³/(m²·24 h·0.1 MPa)。

3.4

氧气透过常数 oxygen permeability coefficient, P_{O₂}

氧气透过量与试样厚度之积,国际单位为 mol/(m·s·Pa)。

常用的氧气透过常数单位是 cm³/(m·24 h·0.1 MPa)。

氧气透过常数是材料的一种特性,仅对均质材料才有意义。

4 试验原理

试样将透气室分成两部分。试样的一侧通氧气,另一侧通氮气载气。透过试样的氧气随氮气载气一起进入库仑计中进行化学反应并产生电压,该电压与单位时间内通过库仑计的氧气数量成正比。

5 试样

5.1 试样应具有代表性,应厚度均匀,无皱折、折缝、针孔及其他缺陷。试样应裁成与试验仪器相匹配的尺寸。

5.2 用符合 GB/T 6672 标准要求的测厚仪,在整个试样上至少测 5 点,记录最大值、最小值,并计算平均值。

5.3 如果试样是不对称结构的;应当标记试样的两个表面,注明面向试验气体的表面。

6 样品状态调节和试验环境

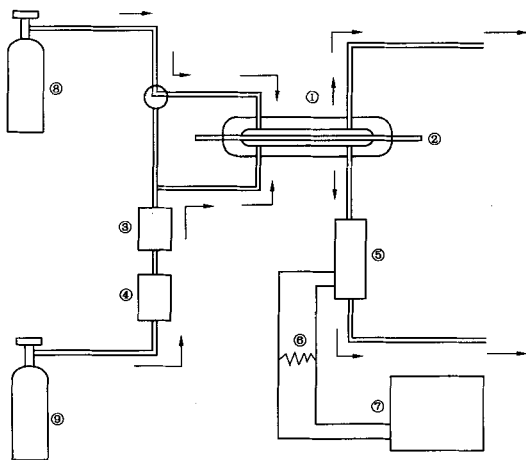
6.1 将样品放到装有 无水氯化钙 或其它干燥剂的干燥器中进行试样状态调节,时间不少于 48 h。

6.2 实验室环境条件为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 $50\% \pm 10\%$ 。

7 仪器

7.1 仪器构成简图

氧气透过性测试仪构成简图见图 1。



- 1—透气室;
- 2—试样;
- 3—催化装置;
- 4—流量计;
- 5—库仑计;
- 6—负载电阻器;
- 7—记录仪;
- 8—氧气钢瓶;
- 9—氮气钢瓶。

图 1 氧气透过性测试仪简图

7.2 仪器各部件

7.2.1 透气室

透气室由上下两部分构成,透气室上应配有测温装置。

- 透气室的氧气侧(试验气体侧)和氮气侧(载气侧)的加工表面应平滑、无任何划痕,并能用氯丁橡胶“O”形圈密封试样。
- 透气室的两个部分应配有合适的密封件,当气体进入或排出时,无泄漏。
- 透气室上应配有温度控制装置。
- 试验仪器上可装配多个透气室,这样每次可以测试多个试样。

7.2.2 催化装置

催化装置由一个金属管构成,并配有适当接口。金属管中装有 3 g~5 g 含 0.5% 铂或钨的氧化铝固载催化剂,用以产生纯正的无氧的氮气载气。

7.2.3 流量计

量程为 5 mL/min~100 mL/min,用来测量氮气载气的流速。

7.2.4 流速调节阀

用来调节氧气和氮气的流速。

7.2.5 库仑计

库仑计对氧气敏感,其运行特性恒定,用来检测透过的氧气量。

7.2.6 负载电阻器

由库仑计检测器产生的电流通过一个负载电阻器,并由负载电阻器测量输出的电压。

7.2.7 电压记录仪

用一台多量程记录仪来记录负载电阻器上产生的电压,该记录仪应能够记录满量程电压为 50 mV,最低至 0.100 mV,具有至少为 10 μ V 的分度值。其阻抗至少应为 5 000 Ω 。

7.3 试剂和材料

7.3.1 氮气载气

由氮气和氢气混合物组成,其中氢气的体积百分比含量为 0.5%~3.0%。载气应干燥,氧气的体积百分比含量不得高于 0.01%。

7.3.2 氧气试验气体

应干燥,含量不低于 99.5%。

7.3.3 密封胶

活塞用高粘度的有机硅油脂或高级的真空油脂,用来密封透气室内的试样。

8 试验步骤

8.1 打开透气室,沿透气室下半部分的凸边上涂一薄层密封胶。从干燥器中取出样品,裁成合适尺寸的试样。将试样小心地放到油脂上,避免使试样皱折,盖上透气室盖,紧固密封好。

8.2 打开透气室的氮气载气开关,打开氮气载气阀门,以 50 mL/min~60 mL/min 的流速将透气室的上下两部分中的空气吹净,3 min~4 min 后,将流速降低至 5 mL/min~15 mL/min,维持此流速 30 min。

8.3 向系统通了 30 min 的氮气后,将阀门打到库仑计位置上,通过透气室两侧的氮气进入库仑计中。当记录仪上得到一个稳定的低数值电压时,此时的电压值即为零电压 E_0 。

8.4 E_0 确定后,关掉开关,使氮气不能进入透气室的试验气体一侧(氧气侧),将试验气体(氧气)导入透气室的氧气侧。

8.5 库仑计上输出的电压值应逐渐增加,最终达到一个恒定值,此值即为测试电压值,以 E_t 表示。

8.6 记录透气室两侧的温度。

8.7 每个样品至少测试 3 个试样。

9 结果计算

9.1 氧气透过率

$$R_{O_2} = (E_e - E_0)Q/(A \cdot R)$$

式中:

R_{O_2} ——氧气透过率, $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})$;

E_e ——稳态时测试电压, mV ;

E_0 ——试验前零电压, mV ;

A ——试样面积, m^2 ;

Q ——仪器测试常数, $\text{cm}^3 \cdot \Omega/(\text{mV} \cdot 24 \text{ h})$;

R ——负载电阻值, Ω 。

9.2 氧气透过量

$$P_{O_2} = R_{O_2}/P$$

式中:

P_{O_2} ——氧气透过量, $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot 0.1 \text{ MPa})$;

R_{O_2} ——氧气透过率, $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})$;

P ——透气室中试验气体侧的氧气分压, 单位为 MPa ; 即氧气的摩尔份数乘以总压力 (通常为 1 个大气压)。载气侧的氧气分压视为零。

9.3 氧气透过常数

$$\bar{P}_{O_2} = P_{O_2} \cdot t$$

式中:

\bar{P}_{O_2} ——氧气透过常数, $\text{cm}^3/(\text{m} \cdot 24 \text{ h} \cdot 0.1 \text{ MPa})$;

P_{O_2} ——氧气透过量, $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot 0.1 \text{ MPa})$;

t ——试样的平均厚度, m 。

9.4 试验结果

试验结果取平均值, 保留三位有效数字。

10 试验报告

试验报告应包括如下内容:

- a) 所用的试验方法;
- b) 所用的试验气体;
- c) 试样厚度的最大值、最小值和平均值;
- d) 试验结果;
- e) 试验条件;
- f) 试验人员及试验日期;
- g) 其他有必要说明的事项等。