

K 涂层薄膜对不同气体阻隔性能的测试

摘要：对不同气体的阻隔性能是 K 涂层薄膜的重点测试性能指标之一。本文利用压差法原理设备 VAC-V2 压差法气体渗透仪分别测试了 K 涂层薄膜样品对氧气、氮气的阻隔性能，并介绍了试验原理、设备参数及适用范围、试验过程等内容，为 K 涂层薄膜对气体阻隔性能的测试研究提供参考。

关键词：氧气透过量、氮气透过量、阻氧性能、阻隔性能、压差法气体渗透仪、K 涂层薄膜、K 膜、PVDC 涂层膜

1、意义

PVDC（聚对苯二甲酸乙二醇酯）作为一种高阻隔性材料，常用于涂敷在阻隔性较差的 PE、BOPP、BOPET、PA 等薄膜表面以达到提高薄膜整体阻隔性能。涂布后形成的薄膜简称为 K 膜（即 K 涂层薄膜），常见的有 KPA、KPET、KOPP、KPE 等。由于良好的阻隔性能，K 膜以单层膜或复合膜的形式在糕点、糖果、饼干等食品包装中均有应用。

由于所包装产品种类及包装形式的不同，对 K 膜材料的阻隔性要求不尽相同，如对氧气敏感类食品、充气包装类食品应对氧气、氮气具有较高的阻隔性；另外，气体分子结构的不同也决定了不同气体在包装中的渗透性能有所差异。因此，对 K 膜进行不同气体阻隔性能的测试可进一步验证其阻隔性能是否可满足所包装产品的保质要求。

2、试验样品

本文以一种 K 涂层单层膜为试验样品，分别测试其氧气透过量与氮气透过量。

3、试验依据

目前，包装材料氧气透过量的测试方法包括压差法与等压法两种，氮气透过量的测试方法仅可采用压差法。因此，本文选用压差法分别测试样品对氧气、氮气的阻隔性能，试验过程依据 GB/T 1038-2000《塑料薄膜和薄片气体透过性试验方法 压差法》。

4、试验设备

本次试验采用 VAC-V2 压差法气体渗透仪为检测设备，该设备由济南兰光机电技术有限公司自主研发生产。

4.1 试验原理

压差法是通过试样两侧的压力差实现气体从高压侧向低压侧的渗透，并利用压力传感器监测低压侧的压力变化情况。首先，利用装夹好的试样将设备的测试腔分成上、下两部分，再向上腔中充入一定压力的试验气体，下腔通过抽真空形成低压环境，试验气体通过试样渗透到低压腔，根据压力传感器检测低压腔

压力随渗透时间的变化情况，计算试样的气体透过量等渗透性参数。



图1 VAC-V2 压差法气体渗透仪

4.2 适用范围

(1) 本设备专业用于多种薄膜、片材试样在各种温度下的气体透过率、渗透系数、溶解度系数、扩散系数的测试。薄膜类包括各种塑料薄膜、纸塑复合膜、共挤膜、镀铝膜、铝箔、铝箔复合膜等膜状材料。片材类包括各种工程塑料、橡胶、建材等片状材料，如 PP 片材、PVC 片材、PVDC 片材。

(2) 本设备还可扩展到航空航天用材料、纸及纸板、漆膜、玻纤布、玻纤纸、化妆品软管片材、各种橡胶片材等材料的透气性测试。

(3) 本设备适用于多种气体的透过率测试，如氧气、氮气、二氧化碳、氦气、空气等。

(4) 本设备可满足多项国家和国际标准，如 GB/T 1038、ISO 15105-1、ISO 2556、ASTM D1434、JIS K7126-1、YBB00082003 等。

4.3 设备参数

测试范围为 $0.05 \sim 50,000 \text{ cm}^3/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa})$ ，真空分辨率可达到 0.1 Pa ；控温范围为 $5^\circ\text{C} \sim 95^\circ\text{C}$ ，控温精度为 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ；控湿范围为 $0\% \text{RH}$ 、 $2\% \text{RH} \sim 98.5\% \text{RH}$ 、 $100\% \text{RH}$ ，控湿精度为 $\pm 1\% \text{RH}$ ，可满足客户不同试验条件下的检测需求；有三个完全独立的试验腔，可同时测试三种相同或不同的试样；可进行任意温度下的数据拟合，轻松获得极端测试条件下的试验结果；经过改制，本设备还可支持有毒气体、易燃易爆气体的测试；提供标准膜进行快速校准，保证检测数据的准确性和通用性；支持 Lystem™ 实验室数据共享系统，统一管理试验结果和检测报告。

5、试验过程

5.1 氧气透过量的测试

(1) 用取样器从样品表面截取 3 片直径为 97 mm 的试样。

(2) 在设备的三个测试腔周边均涂抹一层真空油脂，测试区域分别放置 1 片滤纸，将 3 片试样依次粘贴在三个测试腔上，轻轻按压，去除试样与测试腔间的气泡，闭合上腔并拧紧。



图 2 装样过程

(3) 设备接通氧气气源，在控制软件上设置试样名称、抽真空时间、试验温度、湿度等参数信息，点击开始试验，打开真空泵，设备按照设定的参数进行试验，并在试验结束后显示试验结果。

5.2 氮气透过量的测试

设备改为接通氮气气源，其余操作与 5.1 相同。

6、试验结果

样品的氧气透过量及氮气透过量分别取 3 个试样测试结果的算术平均值，本次试验所测试 K 涂层薄膜样品的氧气透过量为 $7.935 \text{ cm}^3/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa})$ ，氮气透过量为 $0.653 \text{ cm}^3/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa})$ 。

7、结论

较高的阻隔性能是 K 涂层薄膜区别于普通薄膜的关键性能。根据具体用途的不同，氧气透过量、氮气透过量等均为 K 涂层薄膜的重点关注性能指标。本文利用压差法原理分别测试了 K 涂层薄膜样品对氧气、氮气的阻隔性能，样品的氮气透过量明显低于氧气透过量，这与气体分子直径有关。此试验过程简单，结果精度与智能化程度高，设备易于操作。济南兰光机电技术有限公司是一家专业从事包装检测设备研发生产与包装检测服务的高新技术企业，本文所采用的 VAC-V2 压差法气体渗透仪即为众多自主研发设备中的一款，该设备还可用于二氧化碳、氦气、空气、六氟化硫等气体渗透性能的测试。除气体透过量外，Labthink 兰光现有设备还可测试 K 涂层薄膜的水蒸气透过率、抗拉性能、穿刺强度、撕裂强度、抗冲击强度、摩擦系数、热封性能、厚度、总迁移量、溶剂残留等多方面的性能指标。了解相关设备及检测服务信息，可登陆济南兰光机电技术有限公司网站 www.labthink.com 查看具体信息或致电 0531-85068566 咨询。愈了解，愈信任！Labthink 兰光期待与行业中的企事业单位增进技术沟通与合作。