

温度与湿度对包装材料水蒸气透过率的影响

摘要：温度与湿度是影响包装材料对气体阻隔性能的重要因素。本文通过对不同温湿度条件下牛奶包装用黑白膜样品水蒸气透过率的测试，分析了温度与湿度对样品阻湿性能的影响，并介绍了试验原理、设备参数及适用范围等内容，为不同条件下包装材料水蒸气透过率的测试及分析提供参考。

关键词：温度、湿度、水蒸气透过率、阻湿性能、水蒸气透过率测试系统、杯式法、称重法、增重法、减重法

1、意义

根据具体用途的不同，考察材料阻隔性能的指标分为对氧气、水蒸气、氮气、二氧化碳、空气等不同气体的阻隔性能，用相应气体的透过率表示。在阻隔性能的测试过程中，试验温度与湿度是两个重要的试验参数，温湿度的变化会对材料的内部结构、气体分子的运动能力等因素产生影响，特别是在测试水蒸气渗透能力的过程中，试验湿度是水蒸气在包装材料两侧发生渗透的动力条件，因此，温度与湿度条件不同，包装材料中的气体透过率有所差异。温度与湿度对阻隔性能影响的研究，可为不同存储环境下包装材料均可产生良好保质效果的提供数据参考。

2、试验样品

本次试验以牛奶包装用黑白膜为试验样品，分别测试其在 23℃、90%RH，38℃、70%RH 与 38℃、90%RH 三种试验条件下的水蒸气透过率。

3、试验依据

薄膜材料水蒸气透过率的测试原理包括杯式法、红外法与电解法等，本文采用杯式法原理进行测试，试验过程依据 GB 1037-1988 《塑料薄膜和片材透水蒸气性试验方法 杯式法》。

4、试验设备

本文采用 C360M 水蒸气透过率测试系统对样品进行测试，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

杯式法原理，又称为称重法，顾名思义是根据透湿杯的质量变化得到试样的水蒸气透过率。按照透湿杯的质量变化，该原理分为增重法与减重法两种，这两种方法均是通过将试样装夹在透湿杯中使透湿杯内部与外部环境隔开，不同的是增重法透湿杯中放入的是干燥剂，减重法透湿杯中盛装的是一定量的蒸馏水。通过控制设备测试腔中的湿度，使测试腔与透湿杯内部存在湿度差（增重法中测试腔为高湿侧，减重法测试腔为低湿侧），水蒸气从高湿侧通过试样渗透到低湿侧，增重法中透湿杯重量增加，减重法则相反，因水

蒸气的散失重量减轻，根据对透湿杯质量随渗透时间变化情况的监测即可得到单位时间渗透过单位面积试样的水蒸气量，即水蒸气透过率。



图 1 C360M 水蒸气透过率测试系统

4.2 设备参数

支持增重法、减重法两种试验方法，增重法的测试范围为 $0.01 \sim 1,200 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$ ，减重法的测试范围为 $0.01 \sim 10,000 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$ ；一次试验可测试 6 个试样，提高了试验效率；舱体空间立体恒温，控温范围为 $(15 \sim 55) \pm 0.2^\circ\text{C}$ ；配备高效率无水雾湿度自动调节装置，控湿范围为 $(10 \sim 90)\% \pm 1\%$ ，气体干燥装置无需更换内芯，连续工作寿命可达两万小时；试样尺寸为 $\Phi 74 \text{ mm}$ ，测试面积为 33 cm^2 ；风速自动调节；先进流体力学和热力学结构分析设计的专利测试舱和透湿杯，温度和湿度更加均匀稳定，测试周期更短，结果更精准；独有 DataShield™ 数据盾系统，对接用户数据集中管理要求，支持多种数据格式导出；采用可靠安全算法，防止数据泄露；支持通用有线和无线局域网，选配专用无线网，支持接入第三方软件。

4.3 适用范围

(1) 本设备适用于薄膜类、片材类、纸张与纸板类、纺织品与非纺织布等包装材料与产品的水蒸气透过率的测试。其中，薄膜类包括各种塑料薄膜、纸塑复合膜、土工膜、共挤膜、防水透气膜、镀铝膜、铝箔、铝塑复合膜等膜状材料；片材类包括各种工程塑料、橡胶、建材(建筑用防水材料)、保温材料等，如 PP、PVC、PVDC、尼龙等片材。可扩展用于建筑材料、无菌护创膜、医用膏药贴剂等材料水蒸气透过率的测试。

(2) 本设备可满足多项国家和国际标准，如 GB 1037、GB/T 16928、YBB00092003、ISO 2528、ASTM E96、ASTM D1653、TAPPI T464、DIN 53122-1 等。

5、试验过程

本次试验采用增重法进行试验。

(1) 从待测试的黑白膜样品表面裁取 3 片直径为 74 mm 的试样。

(2) 在 3 个透湿杯中加入一定量已活化的干燥剂，然后分别依次放入密封圈、试样、垫圈，最后拧紧杯

盖。注意干燥剂不能接触试样。将装夹好试样的透湿杯放入设备测试腔中的透湿杯架上，关闭测试腔盖。

(3) 在设备的控制软件上选择“增重法”模式，设置试样名称、试验温度(23℃)、湿度(90%RH)等参数信息，点击试验选项，试验开始。设备按照设定的参数自动间歇称重，并在结束后显示试验结果。

(4) 按照上述步骤测试样品在 38℃、70%RH 与 38℃、90%RH 两种条件下的水蒸气透过率。

6、试验结果

分别取每种试验条件 3 个试样测试结果的算术平均值作为该试验条件下样品的水蒸气透过率。本次所测得黑白膜样品在 23℃、90%RH，38℃、70%RH 与 38℃、90%RH 三种试验条件下的水蒸气透过率分别为 1.5674 g/(m²·24h)、2.6073 g/(m²·24h)、4.1037 g/(m²·24h)。

7、结论

从试验过程来看，本次试验简单易行，设备易于操作，智能化程度高，可精准控制试验条件，试验结果稳定可靠。对比不同温度、湿度条件下所测试样品的水蒸气透过率，样品在相同温度、90%RH 湿度条件下的水蒸气透过率较高，而在相同湿度、38℃条件下的水蒸气透过率较高，说明样品在高湿或高温条件下对水蒸气的阻隔性能降低。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，新推出的 C 系列包装检测仪器，包括红外法、库仑计法、电解法、杯式法等全新的阻隔性检测设备，均采用自主传感器及核心技术，仪器的性能更稳定、检测更高效、数据更精确，测试结果的可靠性、准确性、重复性等都取得了大幅提升，了解相关检测设备详细信息可登陆济南兰光公司网站 www.labthink.com 查看或致电 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。