

塑料薄膜（袋）透湿性试验方法分析评价

国家塑料制品质量监督检验中心（福州） 程氢

摘要: 本文结合称重法的测试原理以及 70 版、88 版 GB 1037 标准和其参照标准 ASTM E96 对 GB 1037 进行系统介绍, 指出它是薄膜透湿性测试方法称重法的综合标准, 单纯地将其理解为增重法或者在讨论称重法时只说增重法而忽略减重法都是错误的。

关键词: 透湿性 透水蒸气量 杯式法 传感器法 增重法 减重法

一、概述:

包装是塑料薄膜（袋）的一项主要应用领域, 包装材料最主要的功能是对所包装商品品质的保护。在这些商品中, 食品、药品以及某些化妆品, 由于其本身含有一些活性物质而造成化学性质的不稳定, 从而对包装材料的阻隔性能提出特殊要求。对上述物品中的活性物质影响最大的, 主要是氧气及水蒸气, 因此, 如今的塑料包装企业, 都把提高薄膜的阻隔性（阻氧、阻水蒸汽）作为一项重要的课题进行研究, 并不断探索新的测试方法, 来验证研究的有效性, 尤其是国家质监总局对食品用塑料包装材料实施市场准入 QS 认证的今天, 对现有试验方法进行概括、分析和总结, 并探寻更科学合理的试验方法, 可以为 QS 认证提供更加科学合理的依据。

二、薄膜透水蒸气性试验方法

1、杯式法（又叫称重法）

杯式法（称重法）工作原理是在规定的温度, 相对湿度条件下, 试样两侧保持一定的水蒸气压差, 测量透过试样的水蒸气量, 由此计算水蒸气透过量和水蒸气透过系数。杯式法可以分为渗透进入透湿杯的增重法和渗透离开透湿杯的减重法两种测试方法。而目前我国唯一用于测试塑料薄膜和片材透水蒸气性试验的 GB 1037-1987 采用的方法为增重法, 即在透湿杯中加入指定的干燥剂（粒度及干燥处理）, 用密封蜡将薄膜样品覆于上方, 将整个装置置于 38℃、90%RH 或 23℃、90%R.H. 的标准环境中, 反复称重直到吸水性恒定。增重法的数学模型中, 通常认为透湿杯内部, 即干燥剂与样品膜之间的相对湿度 (R.H.) 为 0, 外部的相对湿度为 90%, 样品承受的是从外到内的 (90%RH) 的水蒸气压差; 而减重法中, 透湿杯内盛有蒸馏水或饱和盐溶液, 如果是蒸馏水则可认为透湿杯内部的 100%R.H., 试验环境为 38℃、10%R.H., 同样也是承受 90%RH 的由内而外的稳定压差。虽然从 ASTM E96 标准给出试验过程及计算公式看, 增重法和减重法的试验数据, 在理想状态下应是相同的, 但由于国家标准乃至目前食品用包装、容器工具 QS 认证审查细则均未用该方法, 因而目前国内普遍采用的方法仍

是增重法。

2、传感器法

即用湿度传感器直接进行扩散腔干腔湿度测量的方法。一般来说,对于传感器法,保持湿腔的相对湿度可以采用直接在湿腔中保持一定量的蒸馏水或者饱和盐溶液,也有使用饱和海绵,但是均必须保证蒸馏水或者溶液不与试样接触,这点与减重法相同。目前国内尚没有传感器法的相关标准,传感器法已有电解分析法、红外检定法等,相关的国际标准有 ASTM F1249-01、ASTM E 398-03、ASTM F372-99 等,通常更适用于水蒸气透过量较小的药用薄膜、片的测定。

三、试验方法的局限性

1、试样厚度的局限性:有关资料表明,杯式法及传感器法均不适用于过厚的试样。对于杯式法而言,过厚的样品会导致边缘密封性差,引起较大误差。

2、环境变化引起误差:传统杯式法中,透湿杯需要在试验环境和称重环境中往复移动,使试验无法在一个稳定的状态下进行,以 GB 1037 中试验条件 A 为例,在温度为 38℃、相对湿度 90%的试验环境中,试样承受的从外到内的渗透压理论值为 90%,假如称量环境为 27℃、60%R.H.,则试样承受的渗透压变为 60%R.H.,破坏了试样原来的渗透率平衡和扩散平衡,且由于试样的进出,恒温、恒湿箱内部本身的温、湿度也需一定时间才能重新稳定在设定的条件下,从而影响实验结果的准确性。

3、难以长时间地保持稳定的水蒸气压差,尤其是对吸湿量较大的试样。原因有两方面:第一,由于操作者的个人习惯,如称量动作不够迅速、振动干燥剂不够充分;第二,虽然 GB 1037 规定了干燥剂吸湿总量不得超过 10%,但增量达 7~9%时,干燥剂的吸湿率是否降低,尚无资料进行证明;上述两种原因都有可能造成实际渗透压与 90%偏差较大,影响结果准确性。

4、透湿杯密封可靠性差。密封蜡的组成及其质量对试验结果有较大影响,同时,在密封样品的过程中,经高温烘制过的干燥剂有一个直接裸露在空气中的过程,此时干燥剂吸湿能力较强,如果封蜡动作不迅速会降低干燥剂的有效吸湿量。另外,对于较厚的试样,如果密封时对试样边缘处理不好,也会成为试样误差的一个来源。

5、结果重复性差。不同的取样位置(印刷图案、膜的厚度)、恒温恒湿内腔的温湿度均匀性都是影响测试结果的重要因素。

6、试验周期长。根据我们日常检验的一般规律而言,使用增重法测水蒸气透过量(WVT),对于 $WVT \leq 2g/24h \cdot m^2$ 试样,如镀铝膜、三层阻隔膜等,试验周期一般在 7-10 天,且试样个体的相对单膜重复性较差,即使是普通的单层膜,如 PE、BOPP 膜等,一般检验周期也在 3 天以上。由于复合膜已成为当前产品包装的主流,特别是

济南兰光机电技术有限公司

中国济南市无影山路 144 号 (250031)

总机: (86) 0531 85864214 85953155

传真: (86) 0531 85812140

E-mail: labthink@labthink.cn

网址: <http://www.labthink.cn>

在所有食品用塑料包装容器工具生产企业均要通过 QS 认证的今天, 这样的检验周期, 显然无法满足生产企业及检验机构快速、准确、高效的要求。改良检验方法, 提高检验效率势在必行。