

## 包装材料阻隔性检测

### 1. 透气性测试

透气性是高聚物最重要的物理性能之一。特别是塑料片材、薄膜、涂层等高聚物制品,对透气性能有特殊的要求。透气性能与耐老化性能有密切关系,也与高分子结构有关,因而测定透气性具有重要的理论意义与实际价值。

测量高聚物透气性方法很多,用得较多的有压力法、容积法等,而用得最广泛的是压力法。因为压力法准确性高、重复性好,容易自动记录,也容易实现。

从测试原理分类,包装材料的透气性测试有压差法和通过电量分析传感器的成分分析法两类。

压差法的测定原理是用试验薄膜隔成两个独立的空间,将其中一侧(高压室)充入测定用气体,而另一侧(低压室)则抽真空,这样在试样两侧就产生了一定的压差,高压室的气体就会通过薄膜渗透到低压室,通过测量低压室的压力或体积变化就可以得出气体的渗透率。压差法具有简单、方便,可以测定各种气体,以及仪器设备价格较低等优点。我国唯一的气体透过率国家标准 GB/T1038-2000 就是采用了压差法,我国目前企业和事业单位所使用的气体透过率测试仪器也基本上是压差法的仪器。

电量分析型氧气透过率测试仪的原理是用试验膜隔成两个独立的气流系统,一侧为流动的待测气体(可以是纯氧气或含氧气的混合气体,可以设定相对湿度),另一侧为流动的具有稳定相对湿度的氮气。试样两边的总气压相等,但氧的分压不同,在氧气的浓度差作用下,氧气透过薄膜。通过薄膜的氧气在氮气流的载运下送至电量分析传感器中,电量分析传感器能测量出气流中所含的氧气量,从而计算出材料的氧气透过率。

电量分析型氧气透过率测试仪可以控制不同的湿度、温度及不同氧含量的气体等测试条件,能更有效地模拟包装在实际中的作用条件,测试过程中试样两侧压力相同,有利于减少试验过程中的泄漏和对试样的破坏,且其检测使用寿命不长,对于高氧气透过率的材料,测试过程中对检测探头的寿命影响不大,试验成本较高。

目前,我国所使用的氧气透过率检测仪器以压差法的产品居多。国内氧气透过率仅有 GB1038《塑料薄膜和膜片气体透过性试验方法 压差法》这一标准,这也是检测单位选择购买压差法的氧气透

过率测试仪的一个原因。制定一个类似 ASTM D3985 的电量分析法测量氧气透过率的国家标准是相当有必要的。

## 2. 透湿性测试

从检测原理上来分,透湿性测试方法主要有称重法和红外线检定法两类。

称重法分为增重法和减重法。增重法的原理是先将一定的干燥剂(一般用无水氯化钙)放入透湿杯中,在透湿杯上放置被检测的薄膜,并用蜡密封,使透湿杯内形成一个封闭的空间,将透湿杯放入恒温湿的环境中,水蒸气透过测试材料后被干燥剂吸收,以适当的时间称量透湿杯的重量的增加,从而计算出水蒸气的透过率。减重法的测试原理与增重法相似,只是透湿杯内盛的是蒸馏水或盐溶液,将试样放置在透湿杯上,并用蜡密封,使透湿杯内形成一个封闭的空间,将透湿杯放入恒温湿的环境中,透湿杯内的水蒸气透过测试材料后恒温恒湿箱中的干燥物质吸收,以适当的时间称量透湿杯重量的减少,从而计算出水蒸气的透过率。作为透湿杯的发展变形,容器可以是袋、瓶、或其他类型。称重法具有简单、方便以及仪器设备价格低廉等优点。我国的 GB/T1037-1998《塑料薄膜和片材透水蒸气性试验方法 杯试法》,GB/T6985-1997《包装材料试验方法 透湿率》,GB/T6981-1986《硬包装容器透湿度试验方法》,GB/T6982-1986《硬包装容器透湿度试验方法》都采用称重法。

红外检定法的原理是用试验薄膜隔成两个独立的气流系统,一侧为具有稳定相对湿度的氮气流,并随着干燥的氮气流流向红外检定传感器,测量出氮气中水蒸气透过率。红外线检定法在整个实验过程中全自动测定,不破坏扩散和渗透的平衡,结果准确可靠,同时由于红外检定法检测传感器的高灵敏度,因而可以在短时间内测量高阻隔性的材料。

目前,我国的国家标准仅有称重法标准,即 GB/T1037-1998。对于水蒸气透过率较小,而且可热封的材料,可用成袋的称重法,即 GB/T16928-1997 的 B 法。对于水蒸气透过量较小,且不可热封的材料或结构中含有吸湿性较大的材料(如纸、玻璃纸、尼龙等)时,一般应以红外检定法为宜。目前我国还没有红外检定法测量包装材料透湿率的相关标准。

### 3. 注意事项

包装材料的阻隔性能, 不论是水蒸气透过率还是氧气透过率, 在检测和检测结果的应用过程中应注意如下几个方面:

- ① 渗透率这一概念是在薄膜符合菲克 (Fick) 定律条件下得出的, 对于氧气而言, 除了个别吸氧材料外, 一般都符合菲克定律。但是, 由于水蒸气和有机物的渗透过程中, 会与不少聚合物发生相互作用, 因而一般属于非菲克定律型扩散。
- ② 对于复合材料, 其结构不一定对称, 因而存在试样的正反面问题。某些材料, 如 PVCD 涂布 BOPP, 或 PVDC 与 PVC 复合硬片, 其正反面的氧气透过率测量结果差别较大, 有时甚至可以达到 1 倍。这是因为在实际测试过程中, 所测得的结果是穿过试样的渗透和密封部的渗透两者之和。
- ③ 对于吸附性、吸湿性较大的包装材料, 在试验过程中应考虑其吸附和脱附等对实验结果的影响, 同时应清楚平衡时间一般较长, 而且即使是同一环境下, 经过不同过程的平衡态也未必相同, 这就是说材料的平衡态, 不但与平衡的环境有关, 而且与过程有关。
- ④ 应该高度重视检测过程中的泄漏问题, 任何实验得出的水蒸气透过率和氧气透过率都是渗透和泄漏的总和, 只有在泄漏可以忽略不计的条件下, 所测得的渗透才是准确的。操作的细节和一些辅助材料 (如密封蜡、真空脂等) 都对测试过程中的泄露有重大影响。包装材料与包装件是两个不同的概念, 用高阻隔性的包装材料, 不一定可以生产出高阻隔性的包装件。从包装材料到包装件, 从包装件到消费者手中, 在这一过程中, 许多因素都会影响产品的最终阻隔性能。