

高阻隔性材料透气性测试的特点

材料的高、中、低阻隔性能一般按照 25 μm 厚的薄膜透气量划分, 透气量小于 $5\text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa}$ 的材料称为高阻隔性包装材料, 透气量在 $5\sim 200\text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa}$ 之间的材料称为阻隔性包装材料, 透气量大于 $200\text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa}$ 的称为低阻隔性包装材料。其中高阻隔性材料是近几年塑料包装业发展的重点, 广泛应用于食品、医药、卷烟、化工、电子、军工等各个领域。

由于大多数包装原材料需经过再加工 (如共挤, 复合等), 才能用于包装行业, 而在加工的过程中, 原材料的物理、化学特性会产生变化, 其阻隔性能也会相应发生变化, 要想达到包装的目的, 对“再成品”的阻隔性进行设备检测是非常必要的。从兰光实验室收到的各类送检试样看, 充分证明了这一点, 送检试样中, 属于高阻隔性包装材料的占到 70% 以上, 其中包括铝箔、镀铝膜、K 膜、以及含有 PVDC、EVOH 等的复合膜等。高阻隔性材料在透气性测试中主要表现出以下特点 (以真空法测试为例):

1、需满足高阻隔测试的必要条件

高阻隔性试样对透气性测试条件要求严格是众所周知的, 要想得到科学准确的测试数据, 必须注意以下因素对测试结果的影响:

1.1 试验方法

设备采用试验不同, 测试结果往往存在差异。对于真空压差法透气性测试设备, 测试腔真空度是最重要的一个指标。ASTM D 1434-82 (2003) 要求真空压差法的低压侧在 26Pa 以下, ISO 2556:2001 以及 GB/T 1038-2000 均要求低压侧压力不大于 27 Pa。由于真空度的高低与试样的状态直接相关, 因此, 能否能达到标准要求的测试腔的真空度, 也是影响试验数据的一个重要因素。另外, 标准中对于真空规 (vacuum gauge) 精度也做了要求, ISO 15105-1 要求最低为 5Pa, GB/T 1038-2000 要求真空规准确度不低于 6Pa。

1.2 设备硬件

必须合理选择真空规的量程。由于标准中已经规定了所选用的真空规的精度, 其实对真空规的量程就有了一定的限制。目前比较优秀的真空规的分辨率一般是其满量程的 0.1%, 即如果你选择的真空规分辨率为 6Pa, 那么它的量程一般要小于 6kPa, 这样才能保证 6Pa 的分辨率。分辨率超出 0.1%

的真空规，市场上很少见。需要特别说明的是，显示分辨率和真空规的分辨率是完全不同的两个概念。显示分辨率取决于 AD 转换器的位数，而真空规的分辨率才是真正的检测限度。比如说，某真空规的满量程是 6kPa，经过处理后，设备完全可以显示到 6Pa 以下，甚至 1Pa 以下，但是显示的数值和实际值的误差会是真空规分辨率的整数倍。

1.3 测试温度

测试腔气体比较稀薄，很接近理想气体模型，遵守理想气体状态方程： $pV = nRT$

式中：p——气体压强

V——气体体积

n——气体摩尔数

R——普适气体恒量，8.31J/mol·K

T——气体温度

当下腔气体体积一定时，从静态的角度看， $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ ，气体压力随温度变化明显。温度对透气性

测试影响很大，P、S、D 受温度变化的影响遵守 Arrhenius 方程。如果无法在整个测试时间内保持环境温度的稳定性，那么设备自身就需要有一定的抗温度干扰能力，最好的方法是把测试腔放到具有自控温功能的保温腔中。通过实践证明，VAC-V1 的温度处理功能不但能有效的降低对验环境的要求，而且在保温方面的优秀设计，即使不使用自控温功能，设备的抗温度干扰能力也是非常优秀的。

2 测试过程与材料阻隔性密切相关

检测高阻隔性试样有两个明显的特点：相对于其它试样，测试腔压力变化小，测试时间长。使用压差法透气性检测设备是这样，使用库仑法设备也表现出类似的特点，如传感器信号变化小，测试时间长等。

压力变化小与测试时间长出现的根本原因都是由高阻隔性材料的特性所决定的。如果检测的试样是高阻隔材料，在试验过程中透过的气体量很少，压力变化就非常小，要聚集起能够让真空规分辨出的气压就会需要相当长的一段时间。真空规量程越大，分辨率值就越大，测试时间就越长。表 1 中列出了 5 种高阻隔性材料的实测数据，在这组高阻隔试样中，试验结束时的最大压力变化量都不大于 20Pa。

表 1. 透氧数据实测表

材料	温度 °C	湿度 %RH	厚度 μ m	试验持 续时间 h	试验结束 压力 Pa	透气量 ml/m ² · 24h · 0.1MPa
A	24.2	63.8	90	22.0	2.47	0.05
B	24.3	53.6	100	7.5	8.22	1.04
C	24.1	58.6	100	6.4	15.07	2.01
D	21.4	42.3	250	2.1	9.32	3.467
E	23.1	27.1	60	2.7	12.60	5.44

表中: A: PET/AL/PE (AL=0.009mm)

B: 共挤膜

C、D: 黑白牛奶膜

E: 泰国包装中心提供

综上所述,高阻隔性试样透气性测试与其它试样的最大不同就是对测试条件、设备硬件要求苛刻、测试时间长,因此,选择相关检测设备时,一定要注意传感器的量程、分辨率、设备温度补偿处理、试样装夹密封等的关键处

(赵江)