

## 传感器法透湿性测试仪的检测优势

**摘要:** 测试环境的温度和湿度是影响透湿性测试数据的两大主要因素, 因此对这两项进行有效控制, 可使测试数据准确性和重复性明显提高。本文对两类透湿性检测方法进行了对比, 并以 Labthink TSY-W3 电解法透湿仪为例介绍了传感器法的检测优势。

**关键词:** 透湿性, 传感器法, 称重法, 温度控制

由于包装内的水蒸气含量能使一些产品的质量发生变化, 因此在选择包装材料时应该特别注意材料的透湿性能。包装材料的透湿性能因材料的不同而存在显著差异, 因此透湿性能的检测非常重要。影响透湿性测试结果的因素很多, 其中以试验温度和试样两侧湿度差的稳定性对试验结果所产生的影响最显著。

### 1. 透湿性测试中温度控制的重要性

绝大多数结晶高聚物都是半晶聚合物, 理论上认为聚合物的结晶部分是渗透物分子在聚合物内部扩散过程所经途径中的不可穿过区域, 扩散主要发生在无定形部分。聚合物分子链越长, 其构象越多。当温度升高时, 由于热运动, 分子链构象变化得越快, 聚合物内聚度下降, 渗透质分子在聚合物内的扩散速度加快, 即当温度升高时材料的阻隔性会降低。

水蒸气对聚合物的渗透过程受温度波动影响明显 (这点与无机气体渗透类似), 与温度的关系均服从 Arrhenius 方程:

$$P = P_0 e^{-E_p / RT}$$

$$D = D_0 e^{-E_D / RT}$$

$$S = S_0 e^{-\Delta H / RT}$$

随温度升高, 透湿系数增大, 但不同聚合物膜增加的情况有差别。有文献指出, 无定形的材料随温度的升高透湿系数增加较快, 而具有一定结晶度的材料增加的就会慢一些。

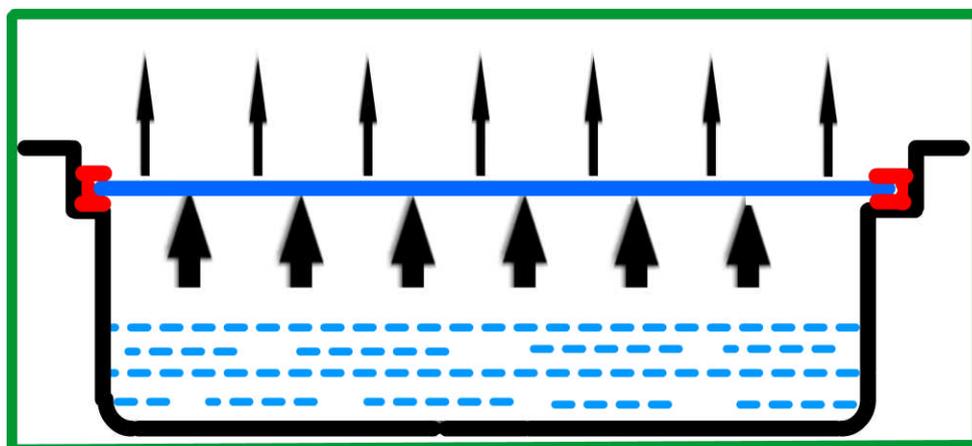
## 2. 湿度差对试验数据的影响

由于水蒸气是极性分子,在水蒸气对极性聚合物的渗透过程中,一些聚合物会首先吸收水蒸气出现溶胀现象,使其中的自由体积增大。材料的透湿系数具有明显的水蒸气浓度依赖性,相应地,材料的透湿量也受湿度变化的影响,表现为部分聚合物的透湿量与其两侧的相对湿度差成非线性的变化,如亲水性聚合物赛璐酚的透湿量与相对湿度差的关系就不成线性。这种透湿量与分压差(对于透湿性测试来讲即是相对湿度差)不成线性关系的现象就是水蒸气与常见无机气体在聚合物渗透过程中最显著的区别。

## 3. 称重法和传感器法差异

目前所采用的透湿性检测主要是两类:称重法和传感器法,它们的检测原理不同,设备结构具有明显差异。

简单说,称重法就是将试样密封在透湿杯中,然后将透湿杯放置在恒温恒湿的环境中,利用恒温恒湿的环境和透湿杯内放置的干燥剂或是饱和盐溶液来控制试样两侧的相对湿度,通过测量试验过程中透湿杯重量的增减来计算试样的透湿量。这种测试方法的试验温度是由恒温恒湿环境提供的,湿度则取透湿杯内湿度与环境湿度的差值。由于在试验前及试验过程中需要在恒温恒湿环境中对透湿杯进行放置、移位等操作,因此所需的恒温恒湿环境往往体积较大,这不利于对环境的温度和湿度进行控制。



## Water Method

图 1. 减重法测试原理图

传感器法依照所采用的传感器种类的不同分为红外传感器法、电解法以及动态相对湿度测定法。其中红外传感器法与电解法的检测结构相近，原理相似，都是将试样密封在上下测试腔中，利用饱和盐溶液将试样的一侧控制为高湿的状态，而另一侧用干燥气体吹扫以保持干燥，这样试样两侧就形成了特定的湿度差。透过试样进入干燥侧的水蒸气被干燥气流携带进入传感器中测定其中的水分含量以判断试样的透湿量。基于这两种检测原理的设备工作独立性都很好，而且所需的测试腔体积非常小，使得控温控湿易于进行。动态相对湿度测定法的检测原理与红外传感器法以及电解法有一定差别，在这种方法中温度控制也易于实现，而试样两侧的湿度差根据测试原理在整个测试过程中都是在不断变化的。

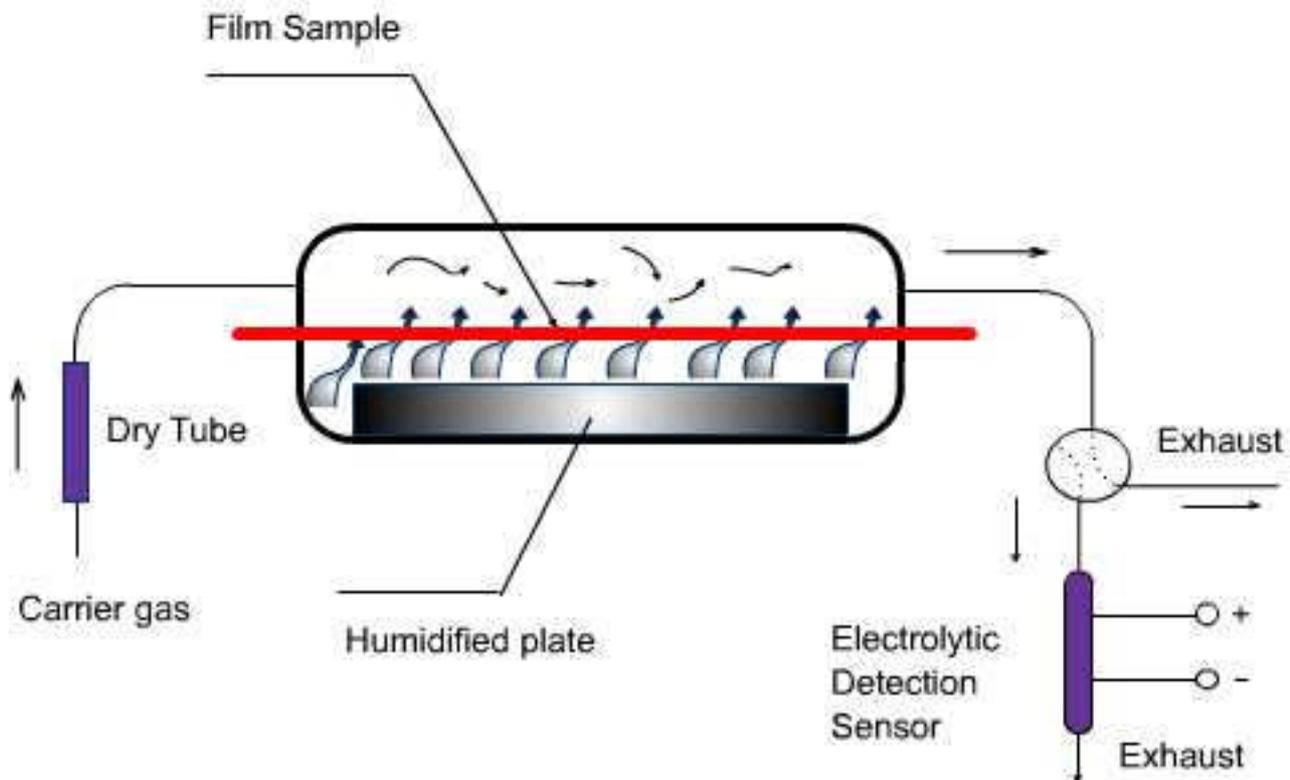


图 2. 电解法示意图

#### 4. 传感器法透湿性测试仪的温湿度控制优势

体积是在某个空间中实现温度和湿度均匀的主要影响因素之一，体积越小，温度、湿度的均匀控制效果越好。如前所述，传感器法的设备结构比称重法的设备结构更易于实现测试环境中的温湿

度均匀控制, 可以通过特殊技术处理获得理想的控制效果。以 Labthink TSY-W3 为例说明一下电解法在温湿度控制方面的优势。

Labthink TSY-W3 电解法透湿仪采用高精度电解法湿度传感器, 其突出结构特点是在采用水浴控温的原理上加以改进利用恒温循环水来保持测试腔的温度, 而且恒温循环水由外循环控制器来控温并提供循环动力。尤其值得一提的是, TSY-W3 所采用的循环控制器既可制热又可制冷, 控温范围在  $0^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ , 控温精度可达  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ , 不但完全满足国内外检测标准的需要, 而且在 Labthink 系列透湿性测试仪中控温也是最理想的。选择饱和盐溶液进行湿度控制可使试样高湿一侧的湿度均匀稳定, 而低湿一侧的气流由干燥器控制湿度, 因此试样两侧能获得非常稳定的湿度差, 波动非常小。温湿度控制得越精确越有利于试验结果, TSY-W3 的实测数据重复性在其整个测试范围内都非常好(当然材料的均一性也是影响测试数据重复性的一个关键因素)。此外这款设备测试时间相对与称重法设备有一定的缩短, 尤其是在进行透湿性较低的材料检测时能体现出较大的检测效率优势。而且对测试环境中的震动也不敏感, 有效避免了环境干扰对试验效率的影响。

## 5. 总结

测试环境的温度和湿度是影响透湿性测试数据的两大主要因素, 因此对这两项进行有效控制可使得测试数据准确性和重复性明显提高。综合比较显示, Labthink TSY-W3 电解法透湿仪在温湿度检测控制方面表现出较强的检测优势。