

## 对高透过率材料的阻隔性测试的几点建议

**摘要:** 本文根据高透过率材料在进行阻隔性测试时会出现的检测特点, 基于检测经验, 按照不同的阻隔性测试项目和测试方法分别给出操作建议, 以满足使用通用阻隔性测试设备完成高透过率样品的检测需求。

**关键词:** 高透过率, 低阻隔, 面积, 流量, 浓度

在一些行业中针对特定用途有时会要求其所用的材料具有适当的透过率, 例如保鲜膜、电池隔膜等材料, 这些材料在阻隔性范畴中都属于低阻隔材料, 即我们通常所说的高透过率材料。由于每个行业的材料特点并不相同, 不同行业的材料最好都有专用检测设备来进行透过率的检测, 但常常由于使用领域的新颖性而出现存在检测需求而没有专用检测设备的情况, 因此只能使用现有阻隔性设备进行检测。这些材料在进行检测时由于其较大的透过率往往会表现出一些不同于中高阻隔性材料的特点, 需要测试人员特别关注, 对于透过率特别高的材料还需要使用测试附件以获得准确、有效的测试数据。

### 1. 高透过率材料的测试特点

高透过率材料的阻隔性测试特点有以下 3 点。首先是透过气体量增大, 要求设备中提供测试气体的气源部分容量必须更加充分, 第二是渗透气体透过速度加快, 要求探测传感器具有更高的灵敏度或者更大的量程, 第三是达到一些标准要求的平衡判断条件的时间不充分。当前的阻隔性设备将检测重点集中在中高阻隔性样品上, 因而在检测高透过率样品时会出现一些困难。

关于渗透平衡的判断问题需要特别说明一下。判定渗透平衡是阻隔性检测中的关键点, 必须严格执行渗透平衡的判断条件, 否则可能会引起判断失误, 导致在渗透未达到平衡时就结束试验。对于中高阻隔性样品来讲, 从渗透开始到建立平衡大概需要几小时。但是对于低阻隔样品, 即高透过率样品, 例如无纺布或者一些涂层织物、电池隔膜等材料, 要达到渗透平衡所需时间非常短暂, 所以在纺织品的透湿性测试标准中就已经省略掉间隔采点判断平衡的步骤。

透过气体量增大和渗透气体透过速度加快对阻隔性测试来讲是检测高透过率材料的难点所在。例如对于压差法气体透过率测试来讲, 判断渗透平衡是要依靠检测下腔中气体压力的变化率来获得的, 但当遇到高透过率的测试样品时, 在向测试上腔通入测试气体的瞬间, 由于样品的高透过率使得测试下腔的压力开始快速上升。对于等压法气体透过率测试设备, 虽然其中传感器是直接检测测试腔一侧的氧气含量, 并以此作为判断依据, 但是在透过率极大

时测试腔侧的氧气含量也会超过传感器的上限, 并对传感器本身的寿命产生影响。而对于水蒸气透过率测试设备来讲, 在整个测试过程中透过材料的水蒸气量都会增加, 因此应特别注意在测试过程中避免由于溶液的消耗量过大或者耗尽的情况。其次, 必须重视对环境湿度的有效控制。

通过大量的实际测试笔者总结出以下一些经验, 可以在检测高透过率材料时起到扩展测试量程、提高测试数据重复性的作用。

## 2. 高透过率材料的气体透过率检测

### 2.1 压差法

压差法的测试准确性主要取决于测试下腔中的压力传感器所测数据, 因此在检测高透过率样品时, 由于压力变化速度过快, 只有采用具有较好的灵敏度和较高的精度的压力传感器才能进行这类材料的检测。

对于压差法测试, 可以通过以下方法扩展测试量程。

首先是改变测试模式。由于高透过率样品达到渗透平衡耗时很短, 因此, 在检测这种样品时可直接设定试验开始压强和试验结束压强, 通过测量压强变化的时间计算样品的气体透过率。实际检测表明, 这样不但扩大了测试量程, 同时数据重复性也得到极大的改善。不过由于压强变化速度太快, 检测这类材料时只能依靠自动检测设备。

Labthink PERME™ V 系列压差法阻隔性设备都具有一种“模糊测试”功能, 通过这个测试模式就能实现对高透过率样品的检测。

其次, 使用 MASK 测试附件改变测试面积。改变测试面积之后, 能有效调节单位时间内通过样品的测试气体量。Labthink 已经开始给客户提供一种能够快速使用的测试附件 MASK, 它具有几种可选择的透过面积, 使用起来非常方便。

### 2.2 等压法

等压法设备的气体传感器直接输出测试腔内的气体含量, 如果超量程则会直接影响传感器的使用寿命, 所以对于等压法设备来讲降低单位时间内测试腔内的测试气体量是进行高透过率样品检测的关键, 有 3 种可采用的方法:

首先是更换测试气体, 通常采用降低试样两侧氧气浓度差的方法来扩大设备的检测量程。例如用空气替代纯氧, 当然也可以采用其他混合气体, 在进行结果计算时应对测试气体的浓度进行折算。

其次, 是增大测试腔中的载气吹扫速度, 以降低测试腔中的测试气体浓度, 由于测试气体量是由测试气体浓度和载气吹扫速度一起计算得到的, 所以增加载气吹扫速度之后并不影响测试数据。

第三, 使用 MASK 测试附件改变测试面积, 减少在单位时间内透过样品的测试气体量。

## 3.高透过率材料的水蒸气透过率检测

### 3.1 称重法

使用称重法设备检测高透过率材料时,不但要注意测量元件的精度,还要注意透湿杯的容量问题。称重法分为增重法和减重法两种,但通过大量实际检测发现对于高透过率的样品来讲,由于增重法存在吸湿程度受限、增加干燥剂又可能导致透湿杯重量超出称量元件量程,因此还是采用减重法测试更理想。不过减重法在检测高透过率样品时,首先要注意透湿杯内蒸馏水或者饱和盐溶液的盛装量,一定保证在试验结束时透湿杯内都有溶液,避免出现“干杯”的情况。如果透湿杯的容量无法满足要求,可以更换容量更大的透湿杯,或者定制透湿杯。其次要注意对测试腔内湿度的控制。当前 Labthink PERME™ W 系列全自动减重法设备已具有更加完善的测试腔内湿度自动调节功能,虽然对于通常中高阻隔性材料的测试影响不大,但是在检测高透过率样品时能体现出极大的优势。

不过要扩大测试量程,除了通过前面那种设备硬件(例如透湿杯)的更改之外,使用 MASK 测试附件改变测试面积也是一种有效的方法,其功能可与定制特殊面积的透湿杯一样,但是使用更加方便。

### 3.2 传感器法

水蒸气透过率测试传感器法的测试原理和设备结构与气体透过率测试等压法接近,但是适用于等压法的扩大测试量程的方法并不都适用于传感器法,对于传感器法只有通过使用 MASK 测试附件改变测试面积的方法可以用来扩大设备的测试量程。

更换测试气体、改变试样两侧测试气体浓度差的方法之所以不适用是因为部分材料对水分敏感,因此在不同的试验条件下检测样品的水蒸气透过率可能得出完全不同的测试数据,这点与常规气体(例如氧气)的测试情况完全不同,因此不能采用更换测试溶液,降低试样两侧水蒸气浓度差的方法来扩大测试量程。

## 4.总结

随着新材料的不断推出,使用领域的进一步扩大,高透过率材料也逐渐具有了越来越广泛的应用,本文中仅结合笔者多年的检测经验给出一些可以有效、便捷、准确地扩展阻隔性测试设备量程的方法,给大家作为实际试验操作中的参考。当然,对于阻隔性测试来讲也应高度重视检测过程中的泄漏问题,特别注意检测中可能出现的边缘泄漏问题,以免由于操作失误而对样品的透过率产生错误的认识。