

## 如何统一阻隔性能测试数据体系

**摘要:** 阻隔性测试方法间数据不一致的情况确实存在, 尽管数据相差并不大, 也可能引起巨大的经济损失, 甚至导致产品的安全问题。本文深入探讨了可用于统一阻隔性测试数据体系的方法以及标准膜的选择条件。

**关键词:** 阻隔性, 氧气透过量, 水蒸气透过量, 标定, 标准膜

通过本次“塑料包装材料阻隔性能测试——氧气透过量和水蒸气透过量的测试”实验室能力验证项目可以看出在几种阻隔性测试方法间确实存在测试数据不一致的情况。尽管数据相差并不大, 也可能引起一定的经济损失, 更可能引起食品、药品的安全问题。因此通过本次能力验证, 已经引起业界对于统一阻隔性测试数据体系的广泛关注。本文将对这个问题的可实现性和实现方法进行深入的探讨。

### 1. 统一阻隔性测试数据体系可利用的方法分析

各种阻隔性测试方法的检测原理的差别给统一阻隔性测试数据体系带来了困难。例如, 透气性测试方法中的压差法是通过检测测试腔中压力的变化量来计算测试数据, 而等压法是通过测量载气流中的氧含量来计算测试数据的。同样, 对于透湿性测试来讲, 各种方法的主要检测参数也相差很大, 称重法测量的是重量、电解传感器法和红外检定法测量的是载气中的水蒸气含量, 而湿度传感器法测量的是时间。所以, 这些阻隔性测试方法所采用的直接标定方法都各不相同, 例如, 对于等压法采用标准气体进行标定, 而压差法采用更高等级的压力计。

可是这些直接标定方法无法用于统一阻隔性测试数据体系。首先, 这些标定方法只是对相应测试方法中关键测试参数的标定, 但是这些关键参数之外的其他参数也会参与最终测试数据的计算。其次, 这些标定方法间不具有通用性, 它们所标定的对象各有差异。因此, 我们必须找到另外一种通用、可靠的方法来实现这个目的。

参照其它检测指标的标定方法, 要统一阻隔性检测数据体系需要找到一种能够直接标定检测设备的阻隔性测试数据的物质, 就像利用标准量块可以实现对不同原理测厚仪的校正, 因为标准量块直接标定的就是设备的厚度测量值。对于阻隔性检测来讲, 这种标准物质就是标准膜, 它具有已知、稳定的阻隔性能, 使用者只需要通过比较薄膜的已知阻隔性数值与设备检测值就能判断出该设备所出具的试验数据是否在允许的范围内。于是, 当前广泛使用的标准膜标定方法成为统一阻隔性测试数据体系的首选方法。

### 2. 标准膜及其选择条件

## 2.1 标准膜标定介绍

标准膜标定原本就是阻隔性检测领域中最常用的一种标定方法,无论是透气性测试、透湿性测试,还是当前的研发重点——有机物透过性测试,都可以采用这种方法进行设备标定,因为标定工作是直接针对测试数据的,而非某个试验参数。

标准膜标定具有很多优势。首先是操作方便,除标准物质外,无需额外购买设备。其次,可以有效保证最终测试数据的正确和一致,而其它的标定方法只能标定一个测试参数,而无法消除由于其它因素给最终测试数据带来的波动。第三,适合频繁操作或周期标定,对于多腔检测设备来讲如果只是判断设备是否运转正常有时可不用中断正常的检测工作。

## 2.2 标准膜所需检测项目

尽管标准膜标定已经获得广泛使用,然而这种方法若要胜任统一阻隔性数据体系的工作还需要加强对标准膜性能的检测。保证所用薄膜材料由同一台检测设备在同样的试验环境下进行同一项指标的检测时不会出现数据上的偏差是选择标准膜最重要的一点。特别是薄膜这种载体,经历存放、运输等多个环节后,是否还能稳定(或者在一段时间内保持稳定)、有效地保证其阻隔性能是关注的重点。因此,标准膜的阻隔性能必须具有很好的均匀性和稳定性。

## 2.3 如何选择标准膜

首先,选择阻隔性能均匀性和稳定性良好的薄膜。

其次,应该优先选择均匀薄膜。例如美国 NIST 发行的用于透气性设备校准的标准薄膜就是均匀的薄膜材料。因为薄膜中所含材料的种类越多则影响检测数据均匀性、稳定性的因素也就越多。

第三,所选材料的检测数据应该具有普遍性,数据不应太接近检测设备的检测极限,属于中等水平是比较理想的。否则当检测数据比较接近设备的检测极限时,环境等其他因素所造成的影响就会变得显著起来。

第四,优先选择受外力作用后仍能保持良好阻隔性能的材料。尽管阻隔性能的均匀性和稳定性是选择材料的重点,但是也要考虑到在材料传递过程中运输因素可能带来的影响。因此,在均匀性、稳定性都满足要求的前提下应优先选择受外力作用后仍能保持良好阻隔性能的材料。

实际上,符合标准膜选择要求的材料并不少,例如 PET 材料。PET 材料是软包装最常用的材料之一,属于中阻隔的范畴,性质稳定。“塑料包装材料阻隔性能测试——氧气透过量和水蒸气透过量的测试”实验室能力验证项目中所采用的 2 种试样均为 PET 薄膜(厚度略有差异),其阻隔性能的均匀性、稳定性非常好,而且通过 Labthink

实验室进行的揉搓试验可以看出该材料在经受外力作用后仍能保持很好的阻隔性能（参见表 1），完全可以抵抗在运输过程中可能存在的外力作用。

表 1. 揉搓试验数据表

	厚度	未进行揉搓 试验前 WVTR <sup>1, 2</sup>	D 模式揉搓后 WVTR <sup>1, 2</sup>	C 模式揉搓后 WVTR <sup>1, 2</sup>	B 模式揉搓后 WVTR <sup>1, 2</sup>
VMPET	12 μ m	1.248	18.352	22.112	30.363
PET	20 μ m	15.64	16.654	16.321	26.012
PE/EVOH/PE	76 μ m	5.09	5.523	5.556	5.083

注：1. WVTR 单位是： $\text{g}/\text{m}^2 \cdot 24\text{h}$ 。

2. 测试平均值。

### 3. 总结

我国相关机构一直在为统一阻隔性测试数据而努力，例如，最初只制定了压差法和称重法两个基础方法的国家测试标准，因为控制测试方法基本上也就能实现对测试数据体系的稳定控制。然而，随着我国阻隔性检测的快速发展，等压法、电解传感器法标准的逐步出台，非标设备也时有应用，现在已经无法通过控制测试方法来稳定测试数据体系，因此寻找另外一种新的方法来统一阻隔性测试数据体系就越来越急迫。已获得广泛应用标准膜标定可以胜任统一阻隔性能测试数据体系的任务，进而从根本上消除不同测试方法之间的测试数据比对障碍。