

从透湿性测试的发展趋势看增重法与减重法

摘要: 本文通过描述增重法与减重法的测试原理, 分析比较了两种方法的不同, 根据称重法的发展需要分析了增重法与减重法在满足这些需要方面所表现出的优势和劣势, 由此得出减重法是未来透湿性测试发展的主要方向。

关键词: 增重法, 减重法, 全自动检测, 湿度控制

称重法是透湿性测试的仲裁方法, 具有结构简单、操作方便以及设备成本低等优点, 实际应用非常广泛。作为透湿杯的发展变形, 容器可以是袋、瓶, 或其他一些容器。称重法包括增重法和减重法两种测试方法, 本文从透湿性测试的发展趋势分析这两种方法未来的发展与应用。

1. 增重法与减重法测试原理分析

1.1 方法介绍

透湿性测试初期使用较多的是增重法 (测试原理参见图 1), 这种利用干燥剂在透湿杯内吸湿、同时将透湿杯放在恒温恒湿环境中使杯内外保持恒定相对湿度差的测试方法现在仍有很广泛的应用。先将一定的干燥剂放入透湿杯中, 在透湿杯上放待检测的薄膜, 密封后使透湿杯内形成一个封闭的干燥空间。将透湿杯放入恒温恒湿的环境中, 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增重, 从而计算出水蒸气的透过率。

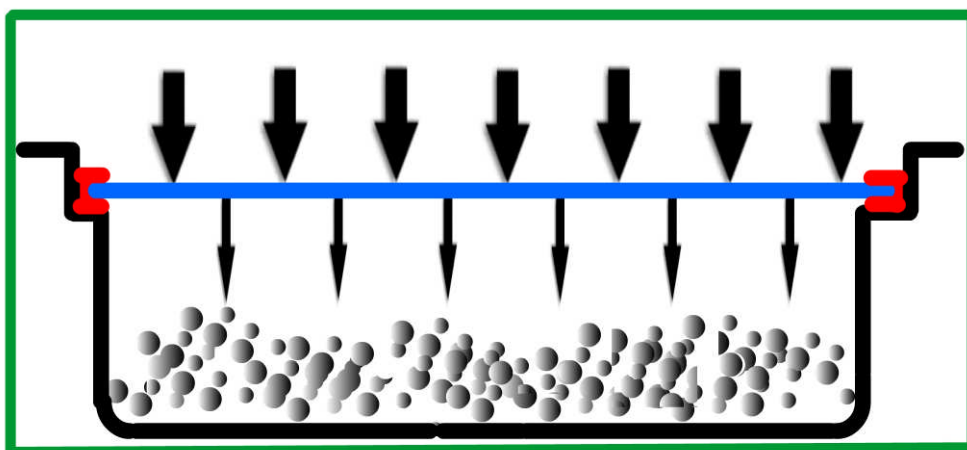


图 1 增重法示意图

减重法的兴起要比增重法晚一些, 但其自身的优势十分突出, 可以长时间稳定保持透湿杯内部的高湿环境。减重法 (测试原理参见图 2) 不使用干燥剂, 而是在试样的上方吹以快速气流来把渗透出的水蒸气带走, 这样称量透湿杯时, 得到的就是透湿杯重量的减少量, 由此计算出水蒸气的透过率。

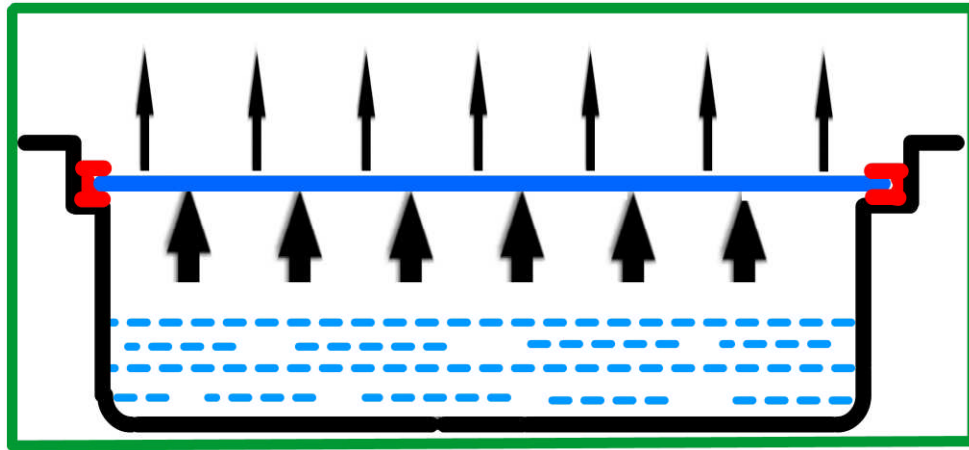


图 2 减重法示意图

1.2 测试方法比较

增重法与减重法最大的区别是在透湿杯内盛放的物质不同。增重法透湿杯内盛放的是干燥剂，而减重法透湿杯内盛放的是蒸馏水、饱和盐溶液或者其他试剂。两种方法都能在试样两侧形成特定的相对湿度差，从 ASTM E 96 标准给出的试验过程及计算公式看，增重法和减重法的测试数据在理想状况下是相同的。实际检测经验证明，减重法形成的试样两侧的湿度差随时间延长的稳定性要大大优于增重法，而且减重法的数据稳定性、重复性也比增重法要好。

2. 增重法的局限性与减重法的优势

2.1 称重法的发展需要

传统称重法的测量精度往往不只受到分析天平精度的限制，环境因素、操作过程、试验计时等也对测试结果产生不同程度的影响（相关操作可参见 GB/T 1037 中的说明）。这些影响因素的不确定性使得实际的透湿测试曲线与理想的透湿曲线之间存在难以预计的差异。传统称重法设备在实际使用中已经遇到各种各样的问题。例如在试验环境与称量环境不一致的情况下，每当透湿杯离开试验环境进行称重都会破坏水蒸气对测试材料的渗透平衡，对水蒸气的整个渗透过程产生无法估量的影响，不但会导致测试结果稳定性的降低还会延长试验时间；操作者的操作习惯也会对测试结果产生影响；解决透湿杯的密封更是困难，混合蜡本身的挥发量有时就能超出 $0.5\text{g}/\text{m}^2$ ，数据波动也很大，而且封杯等操作复杂，试验效率低。可见，采用传统称重法设备（采用分离的恒温恒湿箱与分析天平组合）操作较繁琐，在测试效率和精度方面已经难以有突破性的改变。未来透湿性测试的发展趋势需要高效率、高精度的检测设备，合并测试环境与称重环境、实现自动检测是未来称重法提高测试效率、测试精度的发展方向。

2.2 增重法的局限性

济南兰光机电技术有限公司

中国济南市无影山路 144 号 (250031)

总机: (86) 0531 85864214 85953155

传真: (86) 0531 85812140

E-mail: labthink@labthink.cn

网址: <http://www.labthink.cn>

增重法透湿杯内盛放的是干燥剂，由于干燥剂的吸湿能力有一定限度，致使增重法的试验时间不能无限延长，需要不定期检查与更换，因此增重法标准对试样检测都要求在干燥剂的吸湿能力明显减弱之前结束试验，否则很可能由于干燥剂的吸湿能力的降低使得试样两侧的相对湿度差无法得到保证，由此会导致测试结果的失效。例如：GB/T 1037-88 中规定透湿杯中的干燥剂吸湿总增量不得超过 10%；ASTM E 96 中规定增重法在试验过程中吸湿增重限制在 4% 之内。可见，干燥剂的吸湿能力、放入量、以及与透湿杯内空气接触的表面积与设备可测的透湿性下限、试验时间的长短之间具有很强的关联性。目前对干燥剂干燥能力的监控并不好实现，但是当干燥剂的吸湿达到一定程度后必须更换，由于在增重法中干燥剂是放在透湿杯内的，因此要更换干燥剂就只能终止试验，而且要达到预计的吸湿上限还需要在整个试验过程中每隔一段时间轻微振动透湿杯来上下混合干燥剂，以提高干燥剂的干燥能力。目前离开操作人员是无法完成这些操作的，湿度控制的不稳定性成为增重法实现自动检测的最大障碍，目前没有有效的解决方法。

2.3 减重法的优势

减重法的试验环境决定了这种方法可以方便地实现自动检测，在实现测试环境与称重环境的合并方面没有任何障碍。减重法透湿杯内盛放的是蒸馏水、饱和盐溶液或者其他试剂用来形成特定的相对湿度，湿度的大小取决于杯内介质的纯度与温度，这给稳定的湿度发生提供了可靠保障。实际检测经验证明，薄膜材料的检测时间远少于透湿杯内试剂全部挥发的时间，不会在测试过程中出现湿度差的下降，而透湿杯放置的环境完全能够依靠外界手段实现恒定干燥湿度的控制，因此试样两侧能长时间保持稳定可靠的相对湿度差。

目前全球市场存在的湿度传感器法、红外线法、电解法等传感器法水蒸气透过率测试设备都采用“减重法”环境模式，也就是采用蒸馏水或饱和盐溶液来实现试样一侧为高湿的条件，而“增重法”环境模式没有被传感器法采用。

3. 总结

称重法是透湿性测试的基本方法，也是其他传感器法的数据校正“基准”，因此称重法测试精度、效率的提高不但是其自身的发展要求，也是其他透湿性测试方法准确性提高的基础。增重法的检测原理使得该方法很难实现自动检测，因此近 20 年来发展缓慢，而实现全自动测试的减重法在测试数据准确性以及测试效率方面都表现出了很大的发展潜力，目前已经成为应用最广泛的全自动称重法，也是称重法发展的主要方向。