

压差法透气性测试设备检测效率获得明显改进

摘要: 本文通过分析透气性测试的检测效率影响因素, 说明了测试试样的数量才是制约检测效率的关键点, 同时证明了真空法和传感器法在测试时间上不应有明显区别。结合 Labthink VAC-V2 介绍了压差法透气性测试设备为提高检测效率所做出的改进以及取得的显著成果。

关键词: 压差法, 透气性, 检测效率

压差法是透气性测试中的基础方法, 真空法是压差法中使用最广泛的方法。由于以前该技术所需的关键元器件技术相对落后、精度有限, 影响到整体设备的检测精度及效率, 所以过去有关于压差法设备“测试精度低、检测效率差”的观点。随着测试技术的进步, 压差法的测试精度已经大大提高, 至今已经达到了 $0.01 \text{ ml/m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa}$, 甚至更低的水平, 与等压法不相上下, 同时检测效率也有了明显提高。但是如今随着阻隔性检测的普及以及检测任务的加重, 对当前设备的检测效率又提出了更高的要求。本文将结合压差法的测试特点来分析一下压差法检测效率的改进方向并介绍一下现在实际取得的成绩。

1. 检测效率的影响因素

检测效率低是过去对压差法测试设备的一个非常普遍的评价, 也揭示了当时压差法设备的两个主要缺点: 第一, 测试时间长; 第二, 试样件数有限。这两点都直接制约了检测效率的提高, 因此如果要提高检测效率, 缩短测试时间, 或者增加试样件数都可以。

1.1 测试时间

压差法的代表方法——真空法的测试时间包括抽真空时间以及渗透平衡的建立时间。试验证明, 抽真空时间过短会影响试验结果。这一方面是由于在试验的过程中, 真空管路的“出气”被算作渗透通过试样的测试气体(压力传感器不区分气体的种类), 导致测试数据偏大, 而且测试数据不稳定。另一方面由于材料虽然进行过预处理, 但是材料表面仍会存在一些杂质并有气体渗入其中, 抽真空时间的长短会影响材料表面杂质以及渗入其中的气体的排除程度。抽真空越彻底, 排除效果越好, 测试数据越稳定。长期试验证明, 试验腔的体积与抽真空所需的时间有关, 体积缩小, 则所需的抽真空时间也会缩短。但是对于真空法设备, 当抽真空时间太短时, 系统保压难度较大。而且抽真空时间在标准中也有要求, 国标 GB 1038 中要求在真空系统达到标准所要求的真空度后要再持续抽真空 3 小时以上。

这里再讲一下等压法的测试时间情况。等压法的代表方法——传感器法的测试时间也分为系统吹扫平衡时间和

渗透测试时间两部分。测试标准中对于吹扫时间的要求是非常明确的，在很多地方都说明了这个“吹扫时间”决不会很短。而且标准 ASTM D 3985-05 中的吹扫时间更分成了除湿以及吹扫零点两部分，吹扫时间与真空法中的抽真空时间不相上下。Labthink 兰光在研发氧传感器法检测设备时曾对系统吹扫的合理时间进行了研究，认为将吹扫的载气引入传感器中持续吹扫 24 小时后，可认为系统内部的氧含量已经达到极低的状态，这样才能得到较高的测试精度。

可见，两种方法中渗透开始之前的准备时间（真空法的抽真空时间以及传感器法的吹扫时间）是相当的。至于渗透平衡的建立时间，主要是取决于试样的透气性能。然而由于在渗透平衡的建立过程中环境因素会对该过程产生影响，因此渗透平衡时间的长短受环境因素影响比较明显。最明显的是温度变化对渗透过程产生的影响，温度波动越剧烈则达到渗透平衡所需的时间越长，相应地试验数据的重复性越差、准确性越低。需要说明的是，环境变化对所有的透气性测试方法，包括压差法和等压法，都会受到影响，而且这种影响的程度因测试方法的不同而存在差异。因此若透气性检测设备具有稳定的控温控湿功能，更加有利于测试数据的稳定。

综上所述，两种测试方法的测试时间是相当的，一些文献中片面认为等压法测试时间短的说法，通过实践证明并不符合实际情况。

1.2 试样件数

如上所述，仅依靠缩短测试时间来提高检测效率困难很大，因此如果可以在同一段时间内检测尽可能多的试样就可以大大提高检测效率。然而材料的透气性检测是一种微观检测，测试系统的密封性是评价设备精度以及数据可靠性的基础。当测试试样数量并非一件时，整个测试系统中可能存在泄漏点的概率要比仅有一件试样时大很多，而出现系统泄漏则会严重影响试验数据。例如在真空法中由于直接检测参数是测试腔内的压力，而压力传感器无法识别气体，因此倘若系统出现泄漏，则渗入的气体将混入渗透通过试样的试验气体中而无法由传感器区分，导致其检测到的压力值增大，试验失败。因此尽管多腔检测对检测效率带来的影响非常显著，但是要实现多腔真空法检测实际困难很大。

2 . Labthink VAC-V2 的改良

从之前的分析可知，以目前的真空技术，要实现真空法测试中的真空条件，即使可以通过缩小测试腔的体积将抽真空时间进一步的缩短，但是这个时间很难低于 5 小时。因此要尽可能地缩短试验时间，只能在缩短渗透平衡的建立时间上下功夫。同前所述，这个时间是由试样客观决定的，但是测试环境温度的稳定性能会影响这段时间的长短，因此可以通过提高环境温度的稳定性来尽量缩短这段时间。Labthink VAC-V2 采用外置温度控制系统，通过水循环原理有效实现测试腔温度高精度的快速升降，使温度的控制效率获得有效提高，同时缩小控温面积仅对于测试

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>

腔范围作用, 大大加强测试腔内的温度均匀性, 控温精度已达 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$, 避免实测温度与腔内温度出现差距。

真空法设备 Labthink VAC-V2 克服了设备结构技术上的难点, 可以同时进行三种不同试样的检测, 出具独立试验数据, 其检测效率相对于单腔检测设备的 3 倍多, 与多腔的传感器法设备不相上下。此外 VAC-V2 的测试腔密封性能优异, 再抽真空系统能力提升之后抽真空时间还有望缩短, 则检测效率还有增长的空间。

3 . 总结

真空法作为基础的透气性测试方法, 一直是使用最广泛的方法, 但是过去检测效率低一直是这种检测方法在实际使用时遇到的一个瓶颈。如今随着高精度真空技术的发展、多腔测试技术的成功, 真空法设备的检测效率与多腔传感器法设备相比已是不分仲伯, 完全可以满足繁重检测任务的实际检测需要, 为真空法的全面应用奠定了更坚实的基础。