

## 材料的透气性测试与透气度测试

**摘要:** 本文针对材料对气体渗透性的检测需求介绍了透气性测试和透气度测试两种方法, 详细叙述了这两种检测方法的适用材料、测试的相同点及不同点。

**关键词:** 渗透性, 透气性, 透气度, 薄膜, 非金属

气体对材料的渗透性 (Permeability) 是材料物理性能检测的重要项目之一, 渗透性低的材料我们称作对气体具有一定的阻隔性, 在这些材料中具有极低的气体渗透性的材料又称作阻隔性材料, 被作为功能材料大量应用 (如商品包装); 渗透性高的材料是相对于具有一定阻隔性的材料来讲的, 它们的气体透过率非常大, 种类繁多, 用途也十分广泛。

### 1. 透气性测试

我们常说的透气性测试是指对于具有一定气体阻隔性的材料进行特定气体渗透性的检测。这类材料多是高分子聚合物或是由高聚物制成的多层复合材料, 广泛应用于食品、药品、化工、电子、军工等领域的产品包装中。其中阻隔性极优 (气体渗透性极低) 的材料可以用于对氧气、水蒸气敏感商品的包装, 是近几年塑料包装业发展的重点, 也是充气包装、真空包装、无菌包装等新型包装发展的基础。

材料的透气性测试方法主要有压差法和等压法两类, 其中使用范围最广泛的是压差法 (可以参阅 2005 年 10 月 10 日及 17 日的兰光实验室论坛文章《透气性测试方法及设备》)。压差法是纯粹的物理检测方法, 测试原理清晰明了, 与后面将要提到的透气度测试设备原理一致, 是透气性测试中的根本方法。压差法又分为真空压差法和正压差法两类, 按照检测标准需要采用分辨率非常高的真空规或表压传感器, 检测过程中微小的压力变化都需要被精确的采集下来。

透气性测试具有如下特点:

首先, 对于真空压差法透气性测试设备, 测试腔真空度是最重要的一项指标。ASTM D 1434-82 (2003) 要求真空压差法的低压侧在 26Pa 以下, ISO 2556:2001 及 GB/T 1038-2000 均要求低压侧压力不大于 27 Pa, 透气性测试仪需要配备抽真空能力很高的真空泵。由于真空度的高低与试样的状态直接相关, 因此, 能否达到标准要求的真空度会对试验数据产生一定的影响。

其次, 真空规 (Vacuum Gauge) 精度直接影响测试结果精度, 而且精度的选择会对真空规的量程有一定限制。由于气体对这类材料的渗透性低, 因此在测试过程中测试下腔的压力变化率也很小, 所以真空规的量程无需太大。表 1 中列出了 5 种高阻隔性材料的透氧性检测的实测数据, 在这组试验中, 至试验结束时的最大压力变化量都不大于 20Pa。

表 1. 透氧数据实测表

材料	温度 °C	湿度 %RH	厚度 μ m	试验持 续时间 h	试验结束 压力 Pa	透气量 ml/m <sup>2</sup> · 24h · 0.1MPa
A	24.2	63.8	90	22.0	2.47	0.05
B	24.3	53.6	100	7.5	8.22	1.04
C	24.1	58.6	100	6.4	15.07	2.01
D	21.4	42.3	250	2.1	9.32	3.467
E	23.1	27.1	60	2.7	12.60	5.44

第三, 温度的变化能直接影响试样的阻隔性。材料的渗透系数、溶解度系数以及扩散系数受温度变化的影响遵守 Arrhenius 方程。

目前, 用于这类气体渗透性较低的材料的专业透气性测试设备发展很快, Labthink VAC-V1 气体渗透仪就可以完全满足国标以及 ISO 标准, 功能十分强大。

## 2. 透气度测试

对于塑料泡沫、皮革、纺织品、纸板、纸张、多孔陶瓷等透气性较大的材料, 用于一些特定领域时需要量化气体对于这些材料的渗透性, 例如卷烟纸的透气性选择是否恰当能直接影响烟支的外观、卷烟的吃味和烟气成分的含量, 而对纺织品透气性的控制是直接影响衣物穿着舒适度的关键因素。对于这类材料气体渗透性的检测我们称为透气度测试, 试验需要采用专业的透气度测试仪。

这类材料的透气度测试方法大体可以分为定流量测压差和定压差测流量两类 (详细内容请参阅《汽车工艺与材料》2005 年 9 月和 10 月的《车用非金属材料的透气度检测》)。定流量测压差法主要用于聚氨酯泡沫塑料以及软质或半硬质多孔弹性材料的测试; 定压差测流量法主要应用于纺织品、

无纺布、皮革、土工布等；纸、皮革等材料的透气度检测需测试在一定压差下透过试样一定体积空气的时间，这可归为定压差测流量一类，再通过测得的流量进行计算就可以了。

透气度测试相比之前介绍的透气性测试具有如下特点：

首先，测试对象不同。透气性测试主要用于检测薄膜，而透气度测试主要检测多孔材料、无纺布等。

其次，透气性测试可以检测氧气、氮气、二氧化碳、空气等气体对材料的渗透性，而透气度测试主要检测空气对材料的渗透性。

第三，试验时间长短差异较大，透气性测试时间长，透气度测试时间要短的多，这主要是因为两种测试材料透气性的差别非常大。

第四，由于透气度测试主要检测透气性高的材料，因此设备无需使用高灵敏度的真空规或压力传感器，对真空泵的抽真空能力要求也比较低，但要求压力传感器具有很宽的量程，以满足不同透气量检测的需要。

第五，透气度测试设备的关键元器件不仅有压力传感器和真空泵，流量计的精度和量程也非常重要。

第六，不同的材料，由于检测标准以及方法的差异，试验数据的单位差别很大：如纺织品的最终测试结果是透气率 (mm/s)，而皮革的最终测试结果却是透气量 (ml/cm<sup>2</sup>·h)。配合专用操作软件，同一款透气度测试仪可以完成以上各种试验数据的转换。

目前透气度测试设备的发展很不均衡，例如现在市场上用于纺织物、纸张等材料的透气度测试仪品种很多，而用于聚氨酯泡沫塑料及多孔弹性材料透气度的检测设备却很少见。今年 Labthink 兰光研发的 TQD-G1 透气度测试仪是一款同时具备定流量测压差和定压差测流量两种模式的检测设备，配合专业软件，基本上能满足多数非金属材料的透气度测试需要，而且 Labthink 兰光可以根据客户的检测需要量身定做指定测试范围和精度的透气度测试仪，实用性更优。

### 3. 总结

同是检测气体对材料的渗透性，材料性能的差异引起了检测设备的明显变化，根据检测需要选择相应的设备是获得实用的测试范围及精度的最佳方法。虽然对于软包装材料、卷烟纸、纺织物等材料，市场上都已有专门的检测设备出售，但是对于聚氨酯泡沫塑料、多孔弹性体等，TQD-G1 透气度测试

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](mailto:labthink@labthink.cn)

网址: <http://www.labthink.cn>

仪的推出无疑是对材料透气性控制的有利推动。