

材料的惰性气体透过性测试

摘要: 随着惰性气体应用领域的扩展,对于惰性气体的合理使用和有效节省是惰性气体应用行业能否稳定发展的关键,这需要检测使用材料对于惰性气体阻隔性。本文从实际检测的角度分析了惰性气体透过性检测的可行性、注意事项,并与常规气体透过量的测试数据进行了比对。

关键词: 惰性气体, 气体透过性, 透气性, 氦气

随着惰性气体工业制取技术的发展,其在工业、民用业等领域的实际应用也大幅增长。由于惰性气体具有很多常规气体所不具有的优势,因此在一些领域中使用惰性气体,不但有利于提高设计效果,同时也大大增加使用安全性。

最近一段时间,兰光实验室陆续收到一些航空学院、研究所的样品,指定测试气体为氦气,这属于非常规气体的阻隔性检测,氦气非常容易泄露,试验难度可想而知。兰光实验室通过自行研制的压差法气体渗透仪很好地完成了检测任务。本文通过氦气透过性试验,对材料的惰性气体透过性测试进行简单介绍。

1. 惰性气体的应用需求

需要先说明的一点是,包装行业中所说的惰性气体与科学定义上的惰性气体是不同的。包装行业中所说的惰性气体是用于MAP包装中的组合气体,这些气体与所包装的食物不发生反应,可以起到缓解食物的变质过程、有效延长食物保质期的作用,因此在包装行业中被成为“惰性气体”。然而这些气体一旦脱离了特定的MAP包装环境,则性质就会变得活泼多了。

科学上定义的惰性气体(Inert Gas或Noble Gas)又称钝气、稀有气体、贵重气体,共有六种,按照原子量递增的顺序排列,依次是氦、氖、氩、氪、氙、氡。在通常情况下,它们不与其他元素化合,而仅以单个原子的形式存在。惰性气体独特的化学性质给它们带来了很多特殊的应用,例如氦可用于安全气球或飞艇;氖在真空放电管中发生红色光,用于广告灯;氩可填充灯泡保护钨丝,最近也开发出采用氩气的新型MAP包装;氪和氙用于照相工业,而且这两种气体在真空放电管中会发出蓝色光。其中随着飞艇行业的快速发展,传统上采用氢气的方式又具有极大的危险性,因此尽管价格昂贵、但是使用安全的氦气成了飞艇行业发展的最新动力。氩气MAP包装也是气调包装行业所研发的新型MAP气体,氩气可以通过抑制真菌生长,减少乙烯的释放和缓解感官品质变差,同时氩气可以减少新鲜产品的呼吸率来延长产品的货架期。

2. 检测材料的惰性气体透过性

尽管已经实现惰性气体的工业生产,然而相对于自然界中非常丰富的常规气体,惰性气体的成本依旧是很昂贵的。因此,对于惰性气体的合理使用和有效节省是惰性气体应用行业能否稳定发展的关键。例如,对于飞艇行业,飞行时气囊中会充满惰性气体,气体用量巨大,尽管如今的飞艇气囊蒙布是一种人造夹层材料以使得氦气泄漏降到最少,然而究竟在一次飞行过程中会泄漏多少氦气(直接影响飞行成本),则需要检测气囊蒙布的氦气透过性。

虽然现在可用于检测材料透气性的测试方法有压差法和等压法两大类,但是只有压差法可以实现对于惰性气体或者其他常规气体的检测,等压法测试气体单一限制了它的应用领域。尽管有些人认为可以通过预先测得几种气体对于某种材料的透过量测试数据并进而算出几组测试数据之间的比例关系,然后通过等压法的透氧测试数据就可以推算出其他气体对于材料的透过量,可惜的是这种方法很难获得实际应用,因为只要测试气体出现变化、或者材料种类出现变化,这种比例关系也将发生改变。

压差法的原理简单明了,通过在试样两侧形成0.1MPa的测试气体压差,在渗透过程稳定后按照下腔压力的变化量就可以计算材料的渗透性能。压差法对测试气体的基本要求是不能腐蚀管路以及腔体,惰性气体极不活泼,因此不会存在腐蚀管路以及腔体的可能性,不过还需要注意测试环境、尾气处理以及气体浓度安全性等方面的因素。

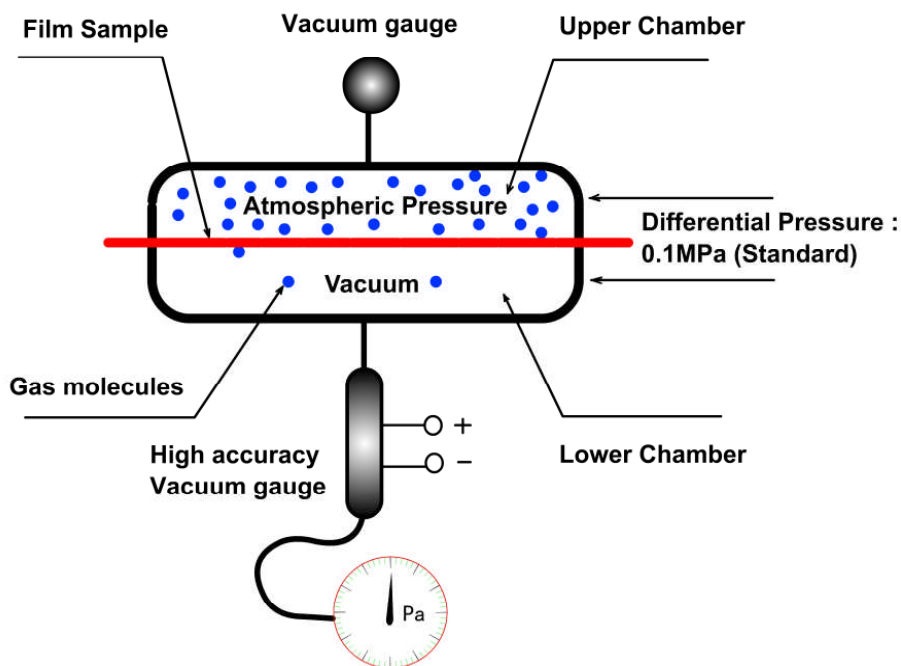


图1. 压差法测试原理图

在检测试样对于氦气的阻隔性时, 应注意以下情况: 首先, 氦气的泄漏是惊人的, 这种泄漏不但会出现在渗透腔中, 同时也会出现在气源的减压控制端, 这是因为氦气的穿透性极强。因此, 在进行试验时, 一定要保证气源中压力充足, 以免由于气源供气不足导致试验失败。其次, 应预防出现在测试腔中气体从试样边缘泄漏的情况, 如果不注意这方面的控制, 很可能会得到错误的试验结果。这一点, Labthink 的压差法气体渗透仪都已经通过独特的结构设计很好地解决了。

3. 测试数据分析

我们收到的氦气检测典型材料是一所研究机构提供的具有特殊涂层的材料, 约 4mm 厚, 但是厚度均匀性不好。在进行材料的透氦量检测的同时, 我们实验室还对该材料的透氧性能进行了对比试验, 测试数据详见表 1。测试数据单位是 $\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa}$ 。

表 1. 氧气、氦气透过性测试数据表

测试次数	透氧量	透氦量
1	208.241 ¹	989.629 ¹
2	201.447 ¹	1081.29 ¹
3	300.827 ²	1148.406 ¹
4	351.499 ²	1122.305 ¹
5	260.33 ²	1163.63 ¹

1. 涂层朝下 (没有涂层的一侧朝向试验气体)

2. 涂层朝上 (有涂层的一侧朝向试验气体)

尽管由于材料厚度均匀性不好使得测试数据的重复性表现并不太理想, 但是分析表中数据可以获得以下结论: 首先, 材料的透氧量要远小于透氦量, 这可能与氦气易泄漏有关, 尽管氦气的化学性质不活泼。其次, 对于涂层材料, 用有涂层的一侧朝向试验气体要比使用没有涂层的一侧朝向试验气体所得的透氧量要大, 从表中数据分析可知, 试样涂层朝上时测得的透氧量要比试样涂层朝下时测得的透氧量大 50% 左右。

4. 展望

随着惰性气体工业制取技术的发展, 其应用逐渐推广, 对于惰性气体的有效存储和合理应用是惰性气体工业应用推广的重点, 需要检测材料对惰性气体的阻隔性能。现在通过压差法透气性检测设备, 可以检测材料对绝大多数惰性气体的阻隔性能, 为惰性气体的实际应用奠定良好的基础。