

特殊气体透过率的检测方法及设备选择

摘要: 特殊气体透过率具有很高的实用性, 检测需求很大。然而由于气体性质的差异, 特殊气体透过率应该如何检测, 检测方法和设备应该如何选择, 需要在实际检测中不断总结经验。笔者结合检测气体性质以及相关检测信息, 对特殊气体透过率检测方法进行介绍, 并给出检测建议。

关键词: 特殊气体, 透过率, 有机气体, 压差法, 均衡法

尽管阻隔性检测在我国尚未全面普及, 但其检测重要性及实用性已经深入人心, 而一些研究人员的研究对象更已超出常见的阻隔性检测领域, 涉足特殊气体透过率的检测。这不但显示出我国阻隔性检测发展已经进入良性轨道, 成为一种有需求的主动检测, 而且也将阻隔性检测的使用领域拓宽到航空航天、特殊气体保存、医疗器械、建筑等领域, 显示了巨大的发展潜力。然而, 特殊气体透过率检测是阻隔性检测中的一个新兴领域, 特殊气体透过率应该如何检测, 检测方法和设备应该如何选择, 需要在实际检测中不断总结经验。兰光实验室多次承接特殊气体透过率检测项目及客户咨询, 本文中笔者将结合检测气体性质以及相关检测信息, 对特殊气体透过率检测方法进行介绍, 并给出检测建议。

1. 检测气体介绍

氧气和水蒸气是阻隔性检测中最常见的测试气体, 从气体性质上来讲这两种气体都比较安全。氧气虽然助燃, 但是无毒、支持呼吸, 水蒸气则是无毒害的。但是当测试气体变为其他特殊气体之后, 由于气体性质上的巨大差异致使检测变得相当复杂。例如 H_e 是惰性气体, 性质稳定、不燃、无毒、无腐蚀性; H_2 无毒, 但易燃易爆; CO 不但易燃, 而且有毒; CH_4 易燃易爆, 但是需要特别注意的是它是有机气体。

测试气体的燃烧性和毒性直接关系到试验人员的安全, 但是测试气体的腐蚀性及是否有机气体直接关系到设备构造和样品测试。对于检测样品, 测试气体是否有机气体所带来的影响非常明显。尽管行业不同, 但是需要检测气体透过率的样品绝大多数都是高分子聚合物, 或者是高聚物与金属、纸张、纤维的复合物, 当有机气体溶解到高聚物内部时会导致高聚物溶胀, 溶胀现象不但导致高聚物外形上发生变化同时也会大大影响其阻隔性, 表现为气体透过率不断增加而且难以达到渗透平衡。因此, 无机气体透过率的检测方法与有机气体透过率的检测方法存在明显差异。

2. 特殊气体透过率检测方法

笔者认为可以将特殊气体分为以下三类：第一类是不燃而且无毒的无机气体，例如 CO_2 、 N_2 、惰性气体等；第二类是易燃或有毒的无机气体，例如 H_2 、 CO 、 NO 、 HCl 、 H_2S 、 SO_2 、 Cl_2 等；第三类是有机气体（蒸汽），例如甲烷、乙醇。以上三类气体的透过率测试方法和检测设备都有不同，下面将一一介绍。需要特别说明的是倘若检测气体具有强腐蚀性则需定制检测设备，并研究测试方法的可用性。

2.1 不燃而且无毒的无机气体

对于这类气体的检测使用压差法透气性测试设备即可完成，无需增加测试附件，也不需要改造设备，使用者只需购买测试气体气源并注意做好尾气处理即可。

2.2 易燃或有毒的无机气体

这类气体就是通常所说的危险气体，其检测具有一定的危险性，因为它们或者具有毒性、或者易燃易爆、或者二者皆有，因此需要严格按照气体特性控制整个实验室内（包括测试设备内部）的危险气体含量，并加强试验尾气的处理手段，确保安全。该类气体的透过率检测方法依旧是压差法，但是在结构设计中会针对不同检测气体的性质做出适当调整。

2.3 有机气体（蒸汽）

有机物中只有少数物质在常温下为气态（例如甲烷），多数为液态但有挥发性（例如乙醇），所以我们这里所说的检测气体大多是指有机蒸汽。

有机气体可致使高分子聚合物溶胀，进而使其阻隔性发生显著改变，因此其透过率的检测方法与无机气体存在很大不同，最大的差异就是进行检测时其测试气体的浓度很低，同时考虑到有机气体的特性所以在设备中需要有一个有机气体发生系统来提供浓度准确的测试气体。通常对于不燃而且无毒的无机气体，一般高浓度侧的测试气体浓度是 100%；对于易燃或有毒的无机气体，其高浓度侧的测试气体浓度必须控制在安全使用的浓度范围之内；而对于有机气体的测试，只有当高浓度侧的测试气体浓度不高于 100ppm 时我们才可认为有机气体使样品溶胀的程度及其对样品阻隔性的影响可以忽略。

可以采用均衡法检测样品的有机气体透过率。Labthink 兰光已经开发出均衡法有机气体透过率检测专用装置——PERME™ OR2/410 有机气体透过率测试系统，该仪器具有专利结构设计，主要由渗透腔、有机气体发生装置、定时采样阀、分离室、FID 火焰离子化检测器等构成，操作简单，是当前自动化程度最高的有机气体透过率检测装置。该测试方法的相关国家标准制订工作已经展开。

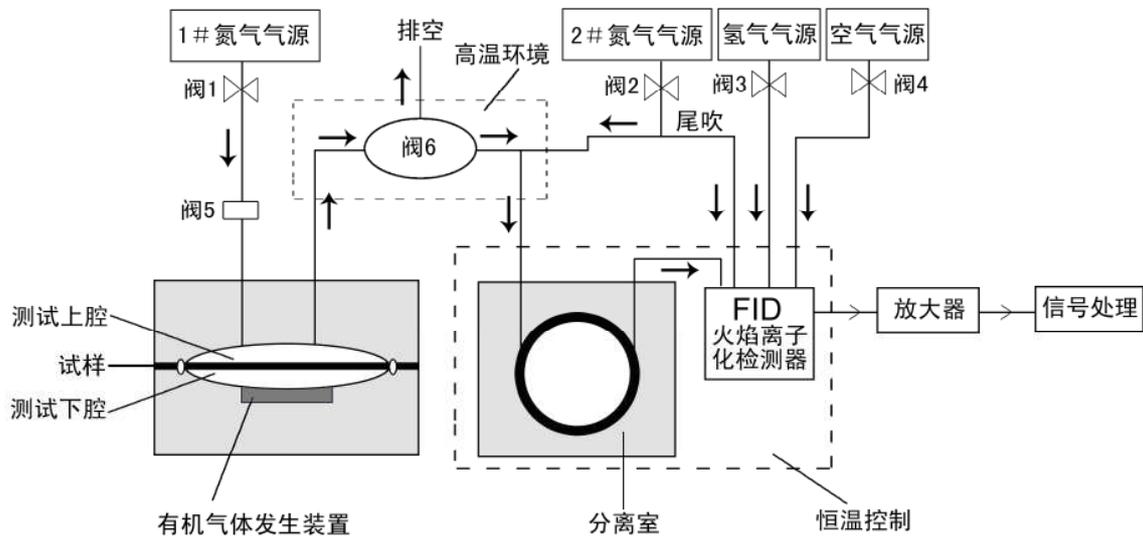


图 1 均衡法薄膜有机气体透过率测试仪器结构示意图

尽管应该使用均衡法进行薄膜有机气体透过率的检测，但是也有一些使用者基于具体应用要求使用压差法（该方法在文献中使用地非常广泛）进行检测。实际上，压差法可以用于一些特定有机气体的透过率检测，但是必须定制检测设备，与易燃或有毒的无机气体检测设备类似。

3. 总结

特殊气体透过率具有很高的实用性，检测需求很大。近几年，用于特殊气体透过率检测的检测方法和检测设备都在不断丰富，可以预见，随着材料阻隔性能检测的普及，特殊气体透过率的检测会成为未来阻隔性检测中的重要部分，其应用领域也将越来越宽广。