

压差法中压力差的存在不会影响材料透气性

摘要: 本文通过大量实测数据证明了在压差法透气性检测中, 对试样两侧施加不同的压力差不会对透气性试验数据产生影响。

关键词: 压力差, 压差法, 等压法, 透气性

有一种观点认为在压差法中气体压力差的存在会影响软包装高分子聚合物的结构状态, 进而会影响透气性测试结果。兰光实验室与湖南工业大学(株洲工学院)合作针对压力差对聚合物透气性能的影响进行项目研究, 通过大量实测数据分析证明压差法中压力差的存在不会影响材料透气性。

在透气性测试过程中对试样结构进行监控是很难实现的, 所以要考证聚合物材料在压差法中是否因为压力差的存在而产生材料结构状态上的变化、并对压力差的存在与材料透气性测试数据的关系进行分析需要借助试样的可测性能指标进行判断。

1. 连续测试的数据重复性以及试样厚度的变化量

如果气体压力差对试样微观结构的影响是使其由松散结构变的更加紧凑, 即将结构松散的物质压“实”, 并增加气体透过的困难, 那么材料经受较长时间的压力作用后其厚度会减小, 同时透气性测试数据应随连续测试次数的增加而呈现出减小的趋势。我们选择铝箔复合膜、PET 薄膜、PC 薄膜三种透气性能分别属于高阻隔、中阻隔、低阻隔三个范围内的材料, 对同一试样进行连续多次透气性测试, 观察测试结果的重复性以及测试前后试样厚度的变化量并进行分析。测试设备选用 Labthink VAC-V1 压差法气体渗透仪以及 CHY-C2 测厚仪, 实测数据列于表 1 中。

表 1. 透氧量、试样厚度实测数据表

试样	透气性检测			厚度检测 (μm)		
	透氧量 ¹	试验温度	CV (%)	试验前	试验后 ²	Δd
铝箔复合膜	0.150	27℃	14.72	97.9	97.9	0
	0.202	28.1℃				
	0.179	27.3℃				
PET 薄膜	58.467	30.2℃	1.65	25.6	25.7	0.1
	58.770	29.6℃				
	60.291	30.1℃				
PC 薄膜	521.122	30.3℃	1.43	128.3	128.3	0
	536.198	30.4℃				
	529.115	30.3℃				

注: 1. 透氧量的单位是: $\text{ml/m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa}$ 。

2. 厚度测量在试样的有效试验区域内进行, 其他区域受真空酯的污染, 测量意义不大。

分析数据可以看出透气性测试数据基本保持不变, 并没有表现出随测试次数增加而减小的趋势, 而且试样的厚度在试验前后也没有出现变化, 因此气体压力差会使得材料松散的结构变地更加紧凑进而影响透气性测试结果的说法是不成立的。

2. 不同压力差与材料透气量的关系

理论上, 试样的透气量、透气系数与压力差是无关的, 即在不同的压力差下检测同一种材料, 测得的透气量与透气系数应该是一致的。如果气体压力差对试样微观结构的影响是破坏材料结构, 导致材料产生小的裂纹、针孔等缺陷, 则测得的透气量和渗透系数会随着压力差的增大而增大。相反地, 如果材料两侧压力差增大但透气量和渗透系数保持不变, 则可以证明压力差的存在并没有对材料的结构产生破坏。

兰光实验室自今年 3 月份以来, 历时 3 个月对八种十余件试样进行了在不同气体压力差下的大量试验, 试验选择在压力差为 30kPa、50kPa、70kPa、90kPa、110kPa、130kPa、150kPa 这 7 个测试点下进行, 在每个

测试点下至少重复测试 3 遍, 测试温度均为 40℃。选择的试验材料包括 PC (125 μm)、PC (175 μm)、PET (12 μm)、PET (23 μm)、PET (25 μm)、PA (35 μm)、PE (40 μm)、CPP (40 μm)、OPP (38 μm) 等软包装材料中最常用的高聚物, 还进行了 PE/EVOH/PE (55 μm)、PA/PE (80 μm) 等复合材料的检测, 材料涉及高、中、低阻隔性范围, 透气量从 1.5cm³/m²·24h·0.1MPa 至 7000cm³/m²·24h·0.1MPa。由于篇幅原因, 实测数据请登陆 Labthink 网站查询。这里对 PC (125 μm) 和 PC (175 μm) 的透气量与试样两侧压力差之间的关系、以及 PET (12 μm)、PET (23 μm)、PET (25 μm) 的渗透系数与试样两侧压力差之间的关系进行对比, 参见图 1、图 2。分析图 1、图 2 可以明显看出压差法中压力差的存在及变化对试样的透气量以及渗透系数没有影响。

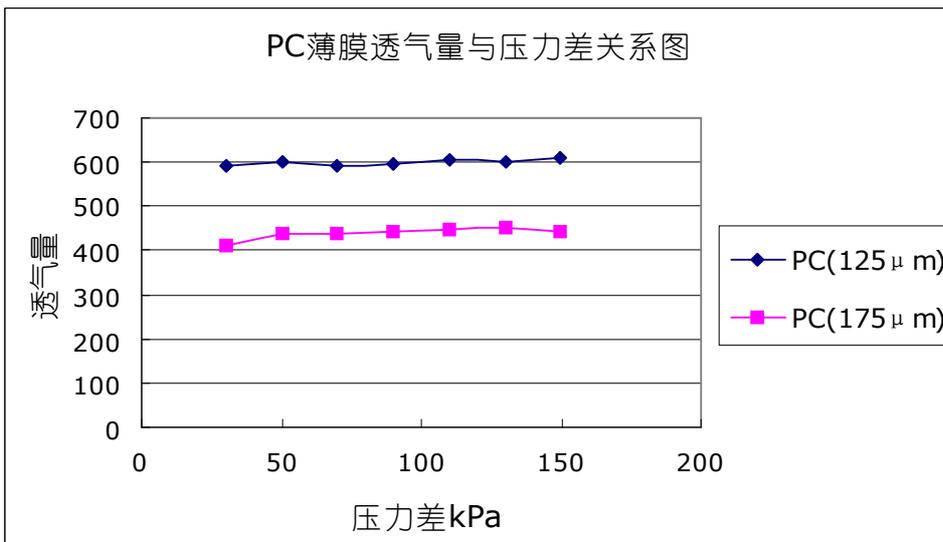


图 1

透氧量单位: cm³/m²·24h·0.1Mpa

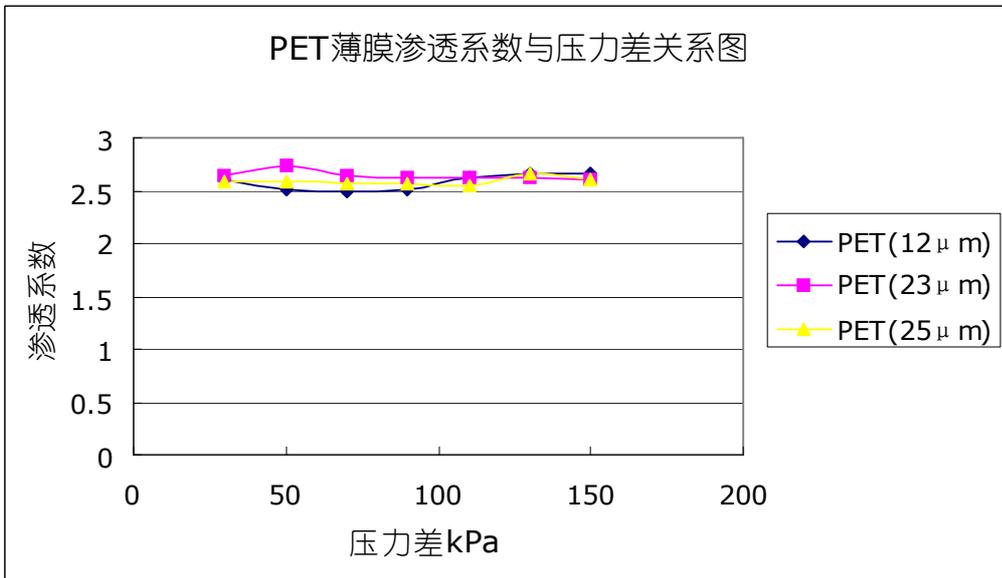


图 2

渗透系数单位: $(E-12)\text{cm}^3 \cdot \text{cm}/\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{cmHg}$

本次试验获得的数据重复性还是很好的,分析试验数据可获得明确的结论,即压差法中压力差的存在并没有对材料的结构产生破坏,压力差的存在以及变化确实没有对试样的透气量和透气系数产生影响。

3. IAPRI 会议观点以及国际同类研究进展

IAPRI 是国际包装研究组织协会 International Association of Packaging Research Institutes 的缩写,是全球范围内的包装技术研究组织。2007 年度 IAPRI 技术会议于 9 月 3 日到 5 日在英国伦敦举行。在本次会议上,压力差对试验数据不会产生影响的结论得到了各国专家学者的肯定与广泛认同(参会 IAPRI 论文《塑料包材透气性能测试研究——压差对透气性能的影响》已于 2007 年 9 月 24 日及 10 月 15 日分两期在兰光实验室论坛发布),无独有偶的是,远在南美智利的协会成员也进行了类似的学术研究,得到与我们一致的结论。

智利方代表发表了《高压处理对食品软包装材料机械性能、热学性能、阻隔特性的影响》(INFLUENCE OF HIGH PRESSURE PROCESSING OVER MECHANICAL, THERMAL AND BARRIER PROPERTIES ON FLEXIBLE FOOD PLASTIC PACKAGING)一文,介绍了 HPP 处理过程对于食品软包装材料的机械性能、热学性能以及阻隔性能三方面的影响。其中对于经受高压处理的材料的阻隔性能研究正好可以为我们的研究课题进行内容补充:一方面可以扩大压力范围,当前我们的测试都是在通常的试验压力范围内,受试验设备的限制,无法模拟高压以及超高压的情况;另一方面,其中对于特殊涂层材料的研究可以给我们关于涂层材料的阻隔性能是否会受到

压力差的影响提供宝贵数据。高压处理 (HPP) 以及超高压处理是一种食品保存方法, 应用超高压技术加工食品能使食品中酶的活性降低、杀灭微生物、改变食品组分间的相互作用等, 目前该方法在粮食、谷物、水果、海鲜、加工食品的保存中都有应用, 该技术的关键是要使得物品在高压环境中 (一般是 150 MPa~600MPa, 相当于压差法检测中压力的 1500 倍~6000 倍) 保存一段时间, 然后再恢复常压保存。其论文中对于试验筒况以及试验结果的描述如下: Pouches of different structures (PET/PE; PET-met/PE; PE/EVOH/PE and PPSiOx) containing distilled water or olive oil as food simulants were subjected to 400MPa, 30min and 20 or 60°C. Metalized and Si-covered materials were highly affecting its barrier properties, PET-met/PE increased its water vapour permeability nearby 40%, value depending on nature of phase contact (water or oil), and an increase of 50% for oxygen permeability. Similar results were found for PPSiOx. No great modifications were found for PE/EVOH/PE and PET/PE. (对装有蒸馏水或者橄榄油作为食品模拟物的由不同材料(PET/PE; PET-met/PE; PE/EVOH/PE and PPSiOx)制成的袋子在 20°C 或者 60°C 的环境下施加 400MPa 的压力, 并保持 30min。对于金属化材料以及镀氧化硅薄膜, 其阻隔性受到较大的影响, PET-met/PE 的水蒸气渗透性增长了近 40%, 具体数值根据内装介质(蒸馏水或者橄榄油)的不同而异, 氧气渗透性增长了 50%。对 PPSiOx 材料的检测也出现类似的情况。但是对于 PE/EVOH/PE 以及 PET/PE 材料其阻隔性检测数据却没有明显变化。) 具体测试数据见表 2。考虑到在本次 HPP 处理中所施加的压力是在压差法测试中压力的 4000 倍, 而涂层材料在如此大的压力下依然具有很好的阻隔性, 可见这些材料的透气性在压差法测试中是不会受压力差变化影响的。

表 2. HPP 处理前、后材料的阻隔性检测数据表

Packaging material	Phase Contact	Permeability WVTR (g/m ² /24h)			Permeability OTR (ml/m ² /24h)		
		Contr ol	400 MPa, 20°C	400 MPa, 60°C	Control	400 MPa, 20°C	400 MPa, 60°C
PE/EVOH/PE	Non	3,3	3,4	3,5	0,9	1,0	0,8
	Aqueous	2,9	2,8	2,8	0,8	1,1	0,9
	Olive oil	2,1	2,0	2,2	0,9	1	1,1
PET/PE	Non	4,2	4,0	4,2	7,2	7,1	7,3

	Aqueous	4,1	4,0	3,8	7,5	7,0	7,1
	Olive oil	4,2	4,0	4,1	7,0	6,8	7,1
PETmet/PE	Non	7,2	6,9	7,1	19	47	55
	Aqueous	7,0	8,6	10,9	18	35	48
	Olive oil	6,7	8,4	9,6	5,2	7,8	8,1
PP/SiOx	Non	6,2	7,0	7,2	n.d	n.d	n.d
	Aqueous	6,0	9,0	9,3	n.d	n.d	n.d
	Olive oil	5,9	8,7	9,0	n.d	n.d	n.d

*Control = non-HPP-treated 没有进行 HPP 处理。

*n.d. = not determined 未测试。

4. 总结

综上所述,对于绝大多数薄膜(包括复合薄膜),压力不会对材料的阻隔性造成影响。对于部分涂层材料(例如镀铝薄膜),只有在施加极大的压力(400MPa)时其阻隔性能才会出现变化,但在压差法的压力差范围内(0.1MPa)是决不会产生影响的。为了得到更科学、更全面的结论,目前兰光实验室还在进行更宽范围内的试验验证。

数据的稳定性与设备的精度、重复性、可靠性、试验条件、试样状态、试验操作水平等条件有着密切的关系,没有经过客观、科学、全面的试验就不能下结论。当然随意想象等压法中就完全没有压力差、不会影响试验数据,而压差法中有压力差就一定影响试验数据的做法就显得更加荒谬了。