

实现材料抗揉搓性能的定量检测

摘要: 材料的抗揉搓性能检测是随着包装要求的提升而产生的一个新的检测项目。本文详细介绍了揉搓试验的需求、发展、以及定量测试方法标准，并通过实际检测数据说明对材料的抗揉搓性能进行定量检测的必要性。

关键词: 软包材, 揉搓, Flex Durability, 阻隔性

包装检测的兴起源于人们对包装功能的重视, 因此随着包装材料功能性的增强以及包装功能的增多包装检测就注定是愈加细致、精确、专业。材料的抗揉搓性能检测就是随着包装要求的提升而产生的一个新的检测项目。

1. 抗揉搓性能的检测需求

1.1 什么是材料的抗揉搓性能

抗揉搓性能 (Flex Durability) 是指材料经受曲折 (挠曲) 以及受压变形的作用, 在外力撤销后保持自身性能稳定性的能力。通常, 揉搓过程会对软包装材料的物理性能 (如材料阻隔性能) 产生影响。

材料的抗揉搓性能与耐压强度、耐曲折强度、耐穿刺性等性能存在一定的关联。这种关联性过去曾被用作评定材料抗揉搓性能的一种手段, 可是这只是一种估计, 误差相当大。

1.2 材料抗揉搓性能的检测需求

作为当今零售品的主要包装方式, 软包装物在包装完成之后到消费者使用之前需要经过或长或短的运输、贮存、销售阶段, 而且在每一个阶段中都可能遭遇揉搓、折压等外力作用, 从而对材料的物理性能产生影响。然而目前进行的各种软包材性能检测多是对未进行包装之前的材料, 而对于那些已经完成包装、正在出售中、或者即将使用的包装物, 除仅有的密封试验、老化试验以及一些理化检测外, 对于包装材料的性能检测 (例如初期非常关注的一些物理性能: 阻隔性能、力学性能) 几乎完全没有, 因此在流通过程中包装物所使用的包装材料其抗揉搓性能是否满足设计要求是无法确定的。这种情况的出现与过去难以模拟材料在生产、加工、运输过程中遭遇的揉搓、折压等作用有关, 若采用实际包装物随机抽样进行检测的方式则测试数据也同样具有随机性。然而随着包装要求的提升, 材料抗揉搓性能已经成为包装选材的一个重要因素, 对该项性能指标进行标准检测的需求越来越高。

2. 检测方法

2.1 材料抗揉搓性能的检测

以前, 尽管有一些人已经考虑到材料抗揉搓性能的重要性, 但是苦于没有检测手段, 只能通过人为操作来模拟揉搓情况。然而人工模拟在试验频率以及力度上都难以量化, 因此对材料的抗揉搓性能也只能作出定性评价。至于如何是“抗揉搓性能好”, 以及同属于“抗揉搓性能好”等级的材料哪一种又更好? 依靠人工模拟方式很难给出答案。更有一些人是通过分析材料的耐压强度、耐曲折强度、耐穿刺性等来判断其抗揉搓性能, 然而进行耐压强度以及耐曲折强度的材料往往不属于软包材的范畴, 因此这样评估材料抗揉搓性能的准确度更低。

ASTM F392 是世界上第一个专门用于检测软包装材料抗揉搓性能的方法标准, 通过该项试验可以很好地模拟薄膜在生产、加工、运输等过程中的揉搓、折压等行为。通过检测试样在揉搓试验前后针孔数量的变化或阻隔性能的变化来判断材料的抗揉搓性能, 可以为包装设计与材料的实际应用提供量化依据。

2.2 ASTM F392 测试方法介绍

首先按照标准要求制取一定数量符合检测要求的试样, 并检测未经试验的材料的针孔数量、阻隔性能、或者其他参数指标。将试样按照标准要求预处理一段时间后选择试验环境条件(通常是 23°C、50%RH)以及试验模式(该标准提供了 A、B、C、D、E5 种试验模式)开始试验。

试样的抗揉搓性能可以通过以下两种方法进行判断: 第一, 用染色松节油测量在揉搓过程中形成的针孔数量; 第二, 对比试样在试验前后的透气或者透湿性能。在揉搓试验中所形成的物理孔洞只能通过染色松节油来测量, 然而倘若多层复合材料只有其中一层破裂, 或者遇到一些塑料薄膜在揉搓试验中不易形成针孔, 那么这些材料抗揉搓性能的判定需要通过专业阻隔性测试设备来完成。设置多种测试模式就是为了让试样在揉搓试验中形成的针孔数量或者阻隔性能处在一个合理的测试范围内。在评价材料抗揉搓性能时应取多个试样的测量平均值, 以避免在试验中偶然因素带来的影响。

3. 检测应用

近日, 兰光实验室利用 Labthink FDT-01 揉搓试验仪以及 TSY-T3 透湿性测试仪按照 ASTM F392 进行真空镀铝 PET (VMPET, 12 μm)、PET (20 μm)、PE/EVOH/PE (76 μm) 三种材料的抗揉搓性能对比。采用揉搓试验的 B、C、D 三种模式, 揉搓效果判断采用检测试样透湿量的方式(均未形成物理孔洞)。本次对比的试验数据如下:

表 1. 揉搓试验数据表

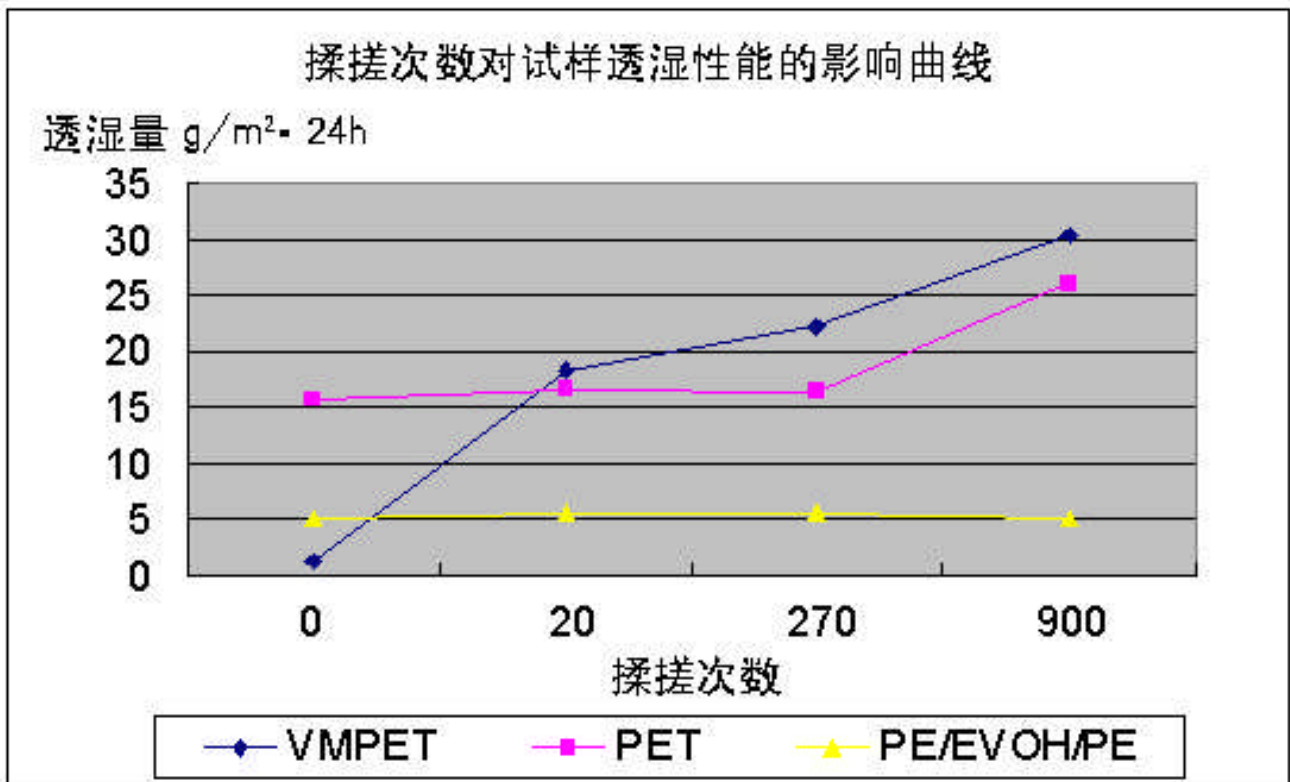
	未进行揉搓试	D 模式揉搓后	C 模式揉搓后	B 模式揉搓后
--	--------	---------	---------	---------

	验前 WVTR ^{1, 2}	WVTR ^{1, 2}	WVTR ^{1, 2}	WVTR ^{1, 2}
VMPET	1.248	18.352	22.112	30.363
PET	15.64	16.654	16.321	26.012
PE/EVOH/PE	5.09	5.523	5.556	5.083

注: 1. WVTR 单位是: $\text{g}/\text{m}^2 \cdot 24\text{h}$ 。

2. 测试平均值。

真空镀铝 PET (VMPET, $12 \mu\text{m}$)、PET ($20 \mu\text{m}$)、PE/EVOH/PE ($76 \mu\text{m}$) 三种材料的透湿性能都在中高阻隔性的范围内, 然而他们的抗揉搓性能却差距明显, 如下图所示。



其中抗揉搓性能最好的材料是 PE/EVOH/PE ($76 \mu\text{m}$), 在本次试验中其透湿量始终保持一致。其次是 PET ($20 \mu\text{m}$), 该材料在进行较少次数的揉搓时尚能保持最初的透湿量, 然而当揉搓次数增长到 900 次时其透湿量也出现了明显的增长。而公认的高阻隔材料真空镀铝 PET (VMPET, $12 \mu\text{m}$) 的抗揉搓性能最差, 即使仅进行几次揉搓动作其透湿量都增大了 10 多倍。

4. 抗揉搓性能的检测意义

由于阻隔性包装材料可以提高产品的保存效果、延长保存时间，因此尽管高阻隔性材料价格昂贵，但是其用量在近几年仍获得了快速发展。而材料的抗揉搓性能会影响在整个流通过程中包装材料阻隔性能的稳定性，倘若由于材料阻隔层抗揉搓性差而使其失去阻隔效用，从而导致产品变质失效，那么对于包装厂家以及产品生产厂家来讲损失都是巨大的。铝箔用量的降低与其抗揉搓性、耐折性差有直接联系，而被视为铝箔代替品的真空镀铝材料，在耐折性、韧性上已有很大的改进，然而从本次试验的比对数据看，镀铝材料与其他高聚物材料相比在抗揉搓性能上依旧处于劣势。同时，过度要求材料具有优秀的抗揉搓性能会致使产品包装成本的增长，也不符合适度包装的发展趋势，只有通过分析产品在整个流通过程中可能遇到的揉搓、折压强度，并对各种结构的包装材料进行抗揉搓性能评定，才能获得最具有说服力的数据以保证产品的包装安全。