

人工加速老化试验中常见问题分析

徐凤玲¹, 魏然振²

1. 大连实德集团, 大连 116031; 2. 宁夏大元化工股份有限公司 大连分公司, 大连 116031

摘要: 人工加速老化是评价高分子材料性能常用的试验方法, 文章从试验条件的选择、光源的选择、试验时间的确定、评价指标的选择几方面对人工加速老化试验中常见的一些问题进行了分析, 提出了一些可行的解决方案。

关键词: 人工加速老化; 自然老化; 光源; 试验时间; 评价指标

中图分类号: TU532

文献标识码: B

文章编号: 1004-1672(2008)01-0020-02

1 概述

高分子材料在加工、贮存和使用过程中, 由于受内外因素的综合作用, 其物理化学性能和机械性能逐渐变坏, 以致最后丧失使用价值, 这种现象就是老化。为评价高分子材料的耐老化性能, 逐渐形成了两类老化试验方法: 一类是自然老化试验方法, 即直接利用自然环境进行的老化试验; 另一类是人工加速老化试验方法, 即在实验室利用老化箱模拟自然环境条件的某些老化因素进行的老化试验。由于老化因素的多样性及老化机理的复杂性, 自然老化无疑是最重要最可靠的老化试验方法。但是, 由于自然老化周期相对较长, 不同年份、季节、地区气候条件的差异性导致了试验结果的不可比性; 而人工加速老化试验模拟强化了自然气候中的某些重要因素, 如阳光、温度、湿度、降雨等, 缩短了老化试验的周期, 且由于试验条件的可控性, 试验结果再现性强。人工老化作为自然老化的重要补充, 正广泛运用于高分子材料的研究、开发、检测中。

在人工加速老化的试验过程中, 人们普遍会关心以下几个问题: 应该选择什么样的试验条件, 进行多长时间的试验; 该选择什么指标来评价该产品的老化性能。本文针对这些问题对人工加速老化试验进行一些分析。

2 常见问题分析

2.1 人工加速老化试验条件的选择

这个问题实际上可以理解为应该模拟哪些老化因素。高分子材料在使用过程中, 气候环境里许多因素都有可能对高分子材料的老化产生作用, 如果事先知道产生老化的主要因素, 就可以有针对性的选择试验方法。我们可以从该材料的运输、储存、使用环境以及其老化机理等方面考虑, 确定试验方

法。例如硬聚氯乙烯型材, 使用聚氯乙烯为原料, 添加稳定剂、颜料等助剂加工而成, 主要用于室外。从聚氯乙烯的老化机理考虑, 聚氯乙烯受热易分解; 从使用环境考虑; 空气中的氧、紫外光、热、水分都是引起型材老化的原因。因此, GB/T 8814—2004《门、窗用未增塑聚氯乙烯(PVC-U)型材》中, 既规定了光、氧老化试验方法, 采用GB/T 16422.2《塑料实验室光源暴露试验方法》第2部分: 氙弧灯, 老化4000 h或6000 h, 模拟了室外紫外光及可见光、温度、湿度、降雨等因素, 同时又规定了热、氧老化项目: 加热后状态, 150℃放置30 min, 目测观察是否出现气泡、裂纹、麻点或分离现象, 以考察型材的耐热性能。

2.2 人工加速老化光源的选择

实验室光源暴露试验因为可以在一个试验箱中同时模拟大气可见环境中的光、氧、热和降雨等因素, 是目前较为常用的一种人工加速老化试验方法。在这些模拟因素中, 又以光源最为重要。经验表明, 阳光中引起高分子材料破坏的波长主要集中在紫外线及部分可见光。目前使用的人工光源都力图使在此波长区间内的能谱分布曲线与太阳光谱接近, 模拟性和加速倍率是选择人工光源的主要依据。国际标准化组织(ISO)中与高分子材料相关的各技术委员会主要推荐使用氙弧灯、阳光型碳弧灯、荧光紫外灯三种光源。

(1) 氙弧灯。目前认为, 已知的人工光源中氙弧灯的光谱能量分布与阳光中紫外、可见光部分最相似。通过选择合适的滤光片, 可以滤去大部分到达地面阳光中存在的短波辐射。氙灯在1000~1200 nm近红外区存在很强的辐射峰, 会产生大量的热。因此, 须选择合适的冷却装置带走这部分能量。目

前,市面上氙灯老化试验装置有两种冷却方式:水冷式和风冷式。一般来说,水冷式氙灯装置冷却效果要优于风冷式,同时结构也较为复杂,价格也比较昂贵。由于氙灯紫外线部分能量较另两种光源增加较少,在加速倍率方面是最低的。

(2) 荧光紫外灯。从理论上说,300~400 nm的短波能量是引起老化的主要因素,如果增加这部分能量,就能达到快速试验的效果。荧光紫外灯的光谱分布主要集中在紫外光部分,因此可以达到较高的加速倍率。然而,荧光紫外灯不仅使自然日光中的紫外线能量增加,同时还有在地球表面测量时自然日光中没有的辐射能量,而这部分能量会引起非自然的破坏。另外荧光光源除了很窄的水银光谱线外,没有高于375 nm的能量,这样对较长波长的UV能量敏感的材料就可能不会出现暴晒在自然日光下那样变化。由于这些固有缺陷会导致得出不可靠的结果,因此荧光紫外灯的模拟性较差。但是,由于它的加速倍率高,通过选择合适型号的灯管可实现对特定材料的快速筛选。

(3) 阳光型碳弧灯。阳光型碳弧灯目前我国应用得较少,但它在日本是广泛使用的光源,大部分JIS标准都采用阳光型碳弧灯。我国许多与日本合资的汽车企业仍推荐使用这种光源。阳光型碳弧灯光谱能量分布也较接近于太阳光,但在370~390 nm紫外线集中加强,模拟性不及氙灯,加速倍率介于氙灯及紫外灯之间。

3 试验时间的确定

3.1 参照相关产品标准规定

相关产品标准里已经对老化试验的时间作出了规定,我们只需查找到相关标准,按里面规定的时间执行就行了。许多国家标准、行业标准中都对此作出了规定。

3.2 根据已知的相关性推算

研究表明:通过颜色和变黄指数变化来评价ABS的颜色稳定性,人工加速老化与自然大气暴露有较好的相关性,加速倍率约为7。如果了解某一ABS材料户外使用一年后的颜色变化,采用相同的试验条件,可以参考该加速倍率,确定加速老化时间: $365 \times 24 / 7 = 1251$ h。长期以来,国内外就相关问题展开了大量的研究,得出了许许多多的换算关系式。然而,由于高分子材料的多样性,加速老化试验设备及方法的不同,不同时间、地区气候的差异性导致了换算关系的复杂化。因此,在选择换算关系时,一定要注意得出该相关性的具体材料、老化

设备、试验条件、性能评价指标等因素。

3.3 控制人工加速老化辐射总量与自然暴露辐射总量相当

对于某些既无相应标准规定,又无处参考相关性的产品,可以考虑其实际使用环境的辐射强度,控制人工加速老化辐射总量与自然暴露辐射总量相当。

4 性能评价指标的选择

选择性能评价指标主要从材料的用途及材料本身特性两方面来考虑。

4.1 根据材料用途确定评价指标

对于同样的材料,由于其用途不同,可能选择的评价指标也不同。例如,同样是涂料,如果是用于装饰,就必须重点考虑其外观的变化。在GB/T 1766—1995《色漆和清漆涂层老化的评级》中,详细规定了光泽度、颜色变化、粉化、泛金等各种外观变化的评级方法。

而对于某些功能性涂料,如防腐涂料,一定程度的颜色、外观变化是可以接受的,这时,选择评价指标时,主要考虑其耐开裂性、粉化程度等方面。同样是聚氯乙烯,如果用于制作鞋面,就必须考虑其耐黄变性,而如果是用于雨落水管,对于外观变化要求就不高,而材料的物理机械性能变化,如拉伸强度变化是主要考核指标。

4.2 根据材料本身特性确定评价指标

就同一材料来说,在老化过程中不同性能的下降是不等速的。换句话说,某些性能对环境敏感,下降得最快,则是引起材料破坏的主要因素、在选择评价指标时,应该选择这些敏感性能。研究表明:对于大部分工程塑料来说,冲击强度是自然老化试验检测中变化最大、下降最明显的。因此,在进行工程塑料的老化测试时,应优先考虑选择冲击强度下降作为评价指标。冲击强度对聚丙烯的老化同样相当敏感,是考核老化性能的主要指标。对于聚乙烯材料来说,断裂伸长率的下降最为明显,是优先考虑的评价指标。对于聚氯乙烯,拉伸强度和冲击强度都下降得比较快,应根据实际情况,选择其中一种来评价。在国标GB/T 8814—2004《门、窗用未增塑聚氯乙烯(PVC-U)型材》中,选择老化后冲击强度保留率 $\geq 60\%$ 作为合格判定指标。

收稿日期:2007-09-13

作者简介:徐凤玲,单位地址:(116031)大连市甘井子大连实德工业园区大连实德集团技术部, E-mail: xfl421@sina.com