

汽车用高分子材料的老化测试技术进展

颜景莲 王 玲 梁星才

(广州电器科学研究院气候试验中心,广州 510300)

摘要 介绍影响汽车材料老化的主要因素,概述了国内外关于汽车材料、零部件、整车等的老化测试技术最新进展,包括自然老化和人工加速老化。另外,针对汽车内饰件和外饰件使用环境不同,给出了相关的试验标准。

关键词 汽车用高分子材料 老化测试 自然老化 人工加速老化 试验标准

随着汽车制造业的发展,如何节能、提高质量、提高功能、节约用材、简化工艺越来越成为汽车制造行业关注的焦点。汽车塑料化已成为重要的技术途径之一,且已成为发展趋势。塑料作为结构件和功能件(如塑料保险杠、仪表板、燃油箱等)已得到广泛应用,越来越多的高分子材料在汽车中发挥着重要作用。随着塑料在汽车上的广泛应用和安全性能的重视,汽车用高分子材料的老化测试技术备受重视。据此,笔者对汽车用高分子材料的老化测试技术作一介绍。

1 基本老化因素

汽车用高分子材料老化降解的三个主要气候因素:日光辐射、温度和湿度。不同波长的光对高分子材料造成破坏的程度不同,特定的高分子材料只吸收特定波长的光;材料与水的接触也分为不同的方式和阶段,这些不同都会导致不同的降解过程;温度的冷热循环会产生机械应力,这点对复合材料尤为明显。在实际老化中,温度、湿度和辐射三者的作用是不可分割的,它们的协同作用增加了研究材料老化的难度。除此之外,还有很多其它因素如风沙、飘尘等,在老化试验中,通常仅考虑日光辐射、温度和湿度三因素。

1.1 日光辐射

到达地球表面的日光可分为三个主要波段。根据 CIE 第 85 号定义,到达地球表面的日光是由波长范围为 295 ~3000 nm 的光组成,见表 1^[1]。

表 1 到达地球表面的日光组成

波长 /nm	名称	能量百分比 /%
295 ~385	紫外线	4 ~7
385 ~780	可见光	48 ~51
780 ~3 000	红外线	45

虽然紫外线占的比例不大,但其在材料的老化过程中却起着举足轻重的作用,因为这部分光线波长短、能量高,破坏油漆、塑料等高分子材料化学键

的几率较高,会引起高分子材料的降解老化。因此,在人工加速老化试验中,人工光源紫外部分的光谱能量分布应尽可能与自然光接近,这是非常重要的。

1.2 温度

温度主要影响降解的反应速度,在较高温度下,分子活性增强,反应速度增加。此外温度还可能导致凝露、挥发、添加剂迁移、渗出等现象的发生,从而造成材料的劣化。在汽车内部,材料的温度会比典型的外饰件更高。表 2 描述了汽车在沙漠高温环境条件下不同部位的温度^[2]。

表 2 沙漠环境中汽车不同部位的典型温度和最高温度

位置	典型温度 /℃	最高温度 /℃
外部环境温度	27 ~33	52
仪表板	93 ~100	122
车身织物	88 ~93	110
油漆系统	70 ~75	90
地毯	50 ~54	75
门板底部	51 ~56	75

1.3 湿度

湿度能够对高分子材料产生各种物理和化学作用,如水合 - 脱水过程会使材料产生应力碎裂;溶解 - 冰冻过程会导致材料产生应力;水分还可能作为反应的溶剂、pH 调节剂或者直接参与反应引起高分子材料老化。

2 自然老化测试

2.1 整车暴晒

整车暴晒是模拟汽车实际使用环境条件的最佳老化方式,在暴晒过程中,所有材料、零部件的老化相互作用,老化速度最接近于实际情况,加速度最小。因此得到的试验结果与实际使用情况的吻合程度最高。常用的整车暴晒标准有 ASTM G7 - 1997、ISO 877 - 1994,另外 FORD、VW 等各大汽车制造商

都有自己的整车暴晒试验标准。

为了提高整车暴晒试验速度, 美国 ATLAS 气候服务集团发明了一种太阳跟踪转盘 (见图 1), 把整车暴露在目标区域全天跟踪太阳, 从而加速暴晒试验。该装置使用了一个可以转动的平板, 平板的底部装有按旋转中心切线方向排列的小脚轮, 可以旋转以全天跟踪太阳。通过该装置可以实现部分控制阴影, 使汽车内饰件或外饰件的目标区域获得最大的辐照量^[3]。



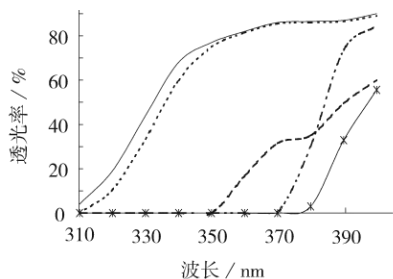
图 1 太阳跟踪转盘

2 零部件暴晒

零部件暴晒是应用最广泛的汽车材料试验方法, 最常用的是直接静态暴晒, 如仪表板、保险杠、方向盘等的暴晒, 它可分为有背板和无背板暴晒, 有背板暴晒由于限制了试样背面的空气流通而使试样温度升高。暴晒角度通常为 5° 、 45° 、 90° 。暴晒角度的选择通常是由材料或零部件在车身实际的安装使用位置和使用条件决定的, 如门板经常采用 90° 暴晒, 而仪表板则采用 5° 暴晒。为了加速试验, 科学家还开发了跟踪太阳的暴晒, 这样能确保试样在 1 天之内最大限度地接收太阳辐射, 从而加速老化。零部件直接暴晒最常用的标准有 SAE J 1976 - 2002、SAE J 576 - 1991 等, 同时 FORD、GM 等公司也有自己的相应标准。

针对汽车内饰材料(零部件)的老化, 需要考虑的另一因素是玻璃系统。当太阳光透过玻璃时会因透光率和波长截止点的不同, 引起光谱能量分布的改变, 不同的光谱分布会引起高分子材料不同程度的破坏, 因此在老化试验过程中必须考虑汽车玻璃系统。图 2 为不同类型汽车玻璃的紫外线透光率。

通常内饰件老化采用玻璃下暴晒, 其中较常用的是控温控湿玻璃箱暴晒。该暴晒采用不同的覆盖玻璃来模拟各种不同的车用玻璃, 并通过一个双轴跟踪系统使试样最大限度地接收太阳辐射以加速暴晒。箱内温度白天维持在 70°C , 夜间温度为 38°C ,



—单层标准厚度玻璃; 透明钢化玻璃;
—×—染色层化玻璃; ---染色玻璃; ---层化玻璃

图 2 不同类型汽车玻璃的紫外线透过率

相对湿度维持在 75% 。该暴晒常用的试验标准有 SAE J 2230 - 1993、AATCC 181 - 1997 等。

另外, 针对汽车仪表板、面板等内饰件的老化, 还研发了 IP/DP (Instrument Panel / Door Panel) 箱暴晒。它有静态和跟踪太阳两种, 暴晒角度一般为 45° 或 51° , 并且要求使用特定的玻璃, 整个箱体是密闭式, 箱内配有黑板温度计、各种传感器、温度调节风扇等装置。箱内的温度上限一般设定为 102°C 或 110°C , 模拟汽车内最严酷的状况, 由于材料在车内的安装位置和使用条件不同, 不同的材料和部件有不同的温度上限。各大汽车制造商对于零部件的暴晒也都有自己的试验规范和要求, 常用内饰件试验标准有 GM 9538P - 1996、GMW 3417M - 2001、GM 2617M - 2002、FORD DVM - 0020 - 2000 等。

ATLAS 气候服务集团还开发了另外一种加速自然暴晒装置, 就是 EMMA 设备, 其示意图如图 3^[3]所示。该装置就是利用多面镜子将自然光反射到试验材料样板上, 使试样接收到数倍于自然光强度的辐照, 从而加速暴晒。镜子支架通过双轴跟踪系统全天跟踪太阳, 试样背后有风扇给试样降温。目前国内已成功地开发了此类型设备, 并且投入使用。该方法常用的试验标准有 ASTM G90 - 1998、ASTM D 4141 - 2001、ASTM D 4364 - 1984 等。

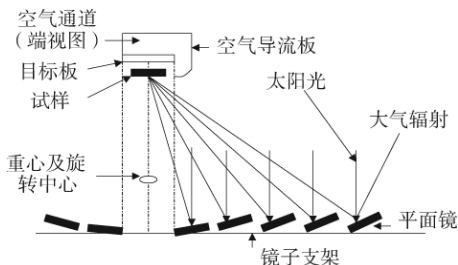


图 3 EMMA 设备示意图

3 人工加速老化

3.1 氙灯老化

由于氙灯的光谱能量分布比其它人工光源更接

近于太阳光,因此成为人工加速老化试验的主要光源。另外氙灯的光谱能量分布可以通过不同的滤镜组合来进行调整,以满足不同的试验要求,常用的滤镜组合有石英-硼硅酸盐滤镜组合、紫外线吸收涂层-钠钙玻璃滤镜组合等。试验周期主要取决于汽车制造商对材料的质量要求。目前,氙灯老化试验已成为最为广泛有效的人工加速光老化试验方法,内饰件最常用的试验标准为 SAE J 1885-1992,外饰件常用的标准为 SAE J 1960-2001。

3.2 金属卤化物光源老化

金属卤素灯的光谱能量分布与太阳光谱分布(特别是在红外线区域)非常相似,其紫外线的截止点为 280 nm。ATLAS 气候服务集团开发了以金属卤素灯为光源的大型测试单元,可以进行整车及大型建筑的人工加速试验。该法试验标准有 DIN 75220-1992。

3.3 碳弧灯老化

由于碳弧灯光谱能量分布不如氙灯那样接近自然光,且灯管滤镜需定时清洗、更换等缺点,已逐渐被淘汰,但是碳弧灯老化在日本的一些标准中还有应用。

汽车作为全天候使用产品,需要考虑的环境因

素很多,除了以上试验方法外,常用的还有荧光紫外老化试验、高低温老化试验、腐蚀试验等试验方法。

4 结语

随着汽车工业的发展,汽车用高分子材料不断增加,更多的零部件逐渐发展为聚合物、涂层、合成染料、织物、无纺布纤维、玻璃、皮革及颜料等多种材料的复合体,而每种材料都有自己特定的色牢度及老化方式和性能,这促使人们不断地研究开发更科学更有效的老化测试技术。各大汽车制造商也都在各种气候条件下进行了几十年的自然老化和人工加速老化试验,不断地改进和完善老化试验方法和技术。

参考文献

- 1 MeGreer M. Factors of weathering and climate. Sino-American Academic Symposium on Environmental Corrosion and Degradation Tests of Materials. 北京:机械工业环境技术研究中心,2001.8
- 2 MeGreer M P. Weathering testing of interior materials. The 2nd Sino-American Academic Symposium on Environmental Corrosion and Degradation Tests of Materials. 上海:机械工业环境技术研究中心,2002.
- 3 Henry K. Hardcastle III. Applying Taguchi designs to EMMAQUA weathering experiments. The 2nd Sino-American Academic Symposium on Environmental Corrosion and Degradation Tests of Materials. 上海:机械工业环境技术研究中心,2002.81

ADVANCE OF WEATHERING TESTING TECHNOLOGY FOR AUTOMOTIVE POLYMER MATERIALS

Yan Jinglian, Wang Ling, Liang Xingcai

(Weathering test center, Guangzhou electric apparatus research institute, Guangzhou 510300, China)

ABSTRACT The main factors affecting the weathering of automotive polymer materials were presented. The latest advance of the weathering testing technology for automotive polymer materials, components and full vehicles at home and abroad, including outdoor exposure weathering and artificial accelerated weathering were summarized. In addition, some related testing standards for automotive interior components and exterior components were given, which worked at different conditions.

KEYWORDS automotive polymer material, weathering test, outdoor weathering, artificial weathering, testing standard

环保型可发性聚苯乙烯新工艺研发成功

据报道,诺瓦化学公司开发成功一种不需要挥发性有机化合物(VOC)的可发性聚苯乙烯(PS)生产工艺,这是世界上首例水发泡PS微珠产品。

据介绍,该项目的研发成功使得PS泡沫塑料生产过程减少了VOC的排放,提高了制备泡沫塑料的生产效率和全环保性能。

诺瓦化学公司称,这种新专利工艺是将淀粉封装在PS壳体内,并用化学键连接,淀粉吸收了微小水滴,从而成为在珠粒料内部更安全 and 环境友好的发泡剂。这种水发泡PS微珠产品将首先在美国商业化,将为泡沫塑料制品市场提供更

好的产品 and 工艺。

(晓华)

我国塑料助剂市场看好

据美国咨询公司BRG Townsend的调查报告称,2003年中国塑料助剂的消费额约为24亿美元,聚氯乙烯领域的增长是市场增长的主要原因。但是聚烯烃、苯乙烯、聚酰胺和热固性树脂也对助剂市场的增长有所贡献。2003年中国塑料助剂生产厂家的产品价值估计为18亿美元,国内消费量占总产量的87%。2003年进口额为9亿美元,而出口额为2亿美元。

到2007年,中国塑料助剂的消费额有望超过35亿美元,与2003年相比,增幅将达46%。

(色通)