

汽车仪表板材料氙灯老化试验与自然曝晒试验相关性研究

李慧连¹, 王文涛¹, 李莉¹, 刘强¹, 顾鹏云¹,
冯擎峰¹, 王俊², 揭敢新², 张晓东²

(1. 浙江吉利汽车研究院有限公司, 杭州 311228;
2. 中国电器科学研究院有限公司 工业产品环境适应性国家重点实验室, 广州 510663)

摘要: 目的 研究人工加速老化试验与自然曝晒试验的相关性。方法 分析汽车内饰材料老化的影响因素, 选定3种汽车内饰件氙灯老化试验方法对仪表板材料进行人工加速试验, 并与自然曝晒试验结果进行对比分析。结果 该材料的光泽保持率随光照辐照量的增加呈下降趋势, 色差随辐照量的增加而呈增加趋势, 与自然曝晒试验趋势符合。结论 通过计算相关系数和对比分析试验结果, 表明采用GB/T 16422.2标准的氙灯老化试验与自然曝晒试验结果相关性较好。

关键词: 汽车内饰; 氙灯老化试验; 自然曝晒试验; 相关性

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2014.01.006

中图分类号: U467 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2014)01-0030-04

Study on Correlation between Xenon Lamp Aging and Natural Exposure Methods of Automobile Instrument Panel Materials

LI Hui-lian¹, WANG Wen-tao¹, LI Li¹, LIU Qiang¹, GU Peng-yun¹, FENG Qing-feng¹,
WANG Jun², JIE Gan-xin², ZHANG Xiao-dong²

(1. Geely Automobile Research Institute, Xiaoshan, Hangzhou 311228, China; 2. China Electric Institute, State Key Laboratory of Environmental Adaptability for Industrial Products, Guangzhou 510663, China)

ABSTRACT: Objective The correlation between artificial accelerated aging test and natural exposure test of automobile instrument panel materials was studied in this paper. **Methods** By analyzing the aging influencing factors of automobile interior materials, we opted three xenon lamp aging tests as artificial accelerated method to compare with the natural exposure test on instrument panel materials. **Results** With increasing radiation dose, gloss retention of the materials

收稿日期: 2013-09-07; 修订日期: 2013-10-22

Received: 2013-09-07; **Revised:** 2013-10-22

作者简介: 李慧连(1982—), 女, 黑龙江伊春人, 硕士, 工程师, 主要从事汽车材料耐候性及环保性能研究。

Biography: LI Hui-lian (1982—), Female, from Yichun, Heilongjiang, Master, Engineer, Research focus: automobile materials weathering resistance and environmental performance.

increased, while color difference decreased. The results were in accordance with the trend of natural exposure test.

Conclusion To analyze correlation coefficient and compare with the natural exposure test, the results indicated a good correlation of the aging test with GB/T 16422.2.

KEY WORDS: automobile interior trim components; xenon lamp aging test; natural exposure test; correlation

汽车材料,尤其是非金属材料在使用过程中,因为气候环境的影响,不可避免地会出现不同程度的老化。为了延缓汽车零部件及其材料的老化,通过户外曝晒试验来预测其使用寿命,然而户外曝晒试验周期较长,难与整车开发进度相匹配。采用实验室加速老化试验模拟和强化户外环境因素能够缩短试验周期,适应于当前汽车行业新产品更新日益快速的需求。户外曝晒试验和实验室加速老化试验是考察汽车零部件及其材料耐老化性能的重要手段,为了更好地反映零部件及其材料的耐老化性能,加速测试的结果应该与户外测试的结果相匹配,因此,户外曝晒试验和实验室加速老化试验的相关性研究成为一个重要课题^[1-3]。

老化试验相关性是指加速老化试验(通常是实验室老化试验)得出的结果与自然老化或使用环境老化结果趋同的能力。这种试验结果是指材料老化过程中产生的变化,这些变化可能是机械的或外观的改变,也可能是化学的变化^[4-5]。文中利用仪表板材料及整车零部件在相同累计辐照能情况下的颜色变化,来考察人工加速试验与海南自然曝晒试验的相关性。

1 仪表板材料老化影响因素

1.1 光照辐射的影响

阳光以光波的形式在空气中传播,光波能量与频率成正比,与波长成反比。在太阳光谱中,波长短的紫外线具有较强的能量,它虽然只有太阳总辐射量的1%左右,但其对非金属材料的影响很大^[6-7]。非金属材料的大分子链吸收紫外线的能量,按自由基机理进行分解,导致出现氧化、臭氧化、水解等现象。同时,聚合物的结晶取向、结晶大小、结晶构造等也都会受到影响,从而使材料的性能下降。

汽车仪表板材料实际接受的光照辐射是间接光辐射,阳光穿过汽车风挡玻璃才能照射到汽车仪表

板上。在此过程中,阳光部分被玻璃反射,部分被玻璃吸收,剩下透过玻璃的部分才会对仪表板材料的老化产生影响。

1.2 温度的影响

1) 温度产生的热能促使高分子材料化学键断裂,从而导致材料降解。在较高温度下,分子的活性较大,易引发热老化反应;而在较低温度下,反应速度很慢或根本不会发生。

2) 温度影响化学反应的速度,高温将加速光对汽车老化的作用。一般认为,材料的温度每升高10℃,化学反应的速度就会翻倍。

3) 热循环能加速汽车非金属材料的老化进程,温度的周期性变化会使材料产生机械内应力,从而导致汽车非金属零部件出现不同程度的尺寸变化,极端的高低温循环还会扩大原有缺陷,产生变形或开裂等缺陷。

汽车内饰材料的温度往往会比汽车外饰材料更高,而仪表板材料为内饰件中受阳光照射影响较强烈的部位,极限温度有时甚至会超过100℃^[8]。因此,温度是影响汽车仪表板材料光老化的重要因素。

1.3 湿度的影响

汽车内饰材料基本不会受到雨水的影响,汽车内部空气的相对湿度也不会很高。因此,在影响汽车仪表板材料老化的因素中,湿度是一个相对次要的因素^[9]。

以上是仪表板材料老化的影响因素,汽车在实际使用时,自然环境条件复杂多变,汽车的种种老化现象都是多种环境因素综合作用的结果^[10-12]。

2 仪表板材料的相关性分析

2.1 试验参数设置

仪表板为汽车内饰零部件,经受的阳光辐照最

为强烈,是研究汽车内饰件耐老化性能具有代表性的零部件。依据汽车内饰件氙灯老化试验标准,几种常用的汽车内饰件材料人工加速老化试验参数设置见表1^[9]。

表1 汽车仪表板材料人工加速老化试验参数设置
Table 1 Parameter settings in artificial accelerated aging test of instrument panel material

试验方法	试验条件
方法1 ^[13]	曝露程序:全光照 内/外滤光管:BORO(硼硅玻璃)/Soda Lime(钠钙玻璃) 辐照度:1.25 W/m ² (420 nm) 黑板温度:100 ℃ 相对湿度:50%
方法2 ^[14]	曝露程序:全光照 内/外滤光管:BORO(硼硅玻璃)/Soda Lime(钠钙玻璃) 辐照度:1.2 W/m ² (420 nm) 黑板温度:100 ℃ 相对湿度:20%
方法3 ^[15]	曝露程序:光照段为3.8 h 内/外滤光管:QUARTZ(石英玻璃)/BORO(硼硅玻璃) 辐照度:1.2 W/m ² (420 nm) 黑板温度:89 ℃ 相对湿度:50% 黑暗段:1 h 黑板温度:38 ℃ 相对湿度:95%

2.2 试验研究及结果对比

2.2.1 仪表板材料的性能变化

仪表板材料在不同试验方法下的光泽保持率和色差变化情况如图1和2所示。

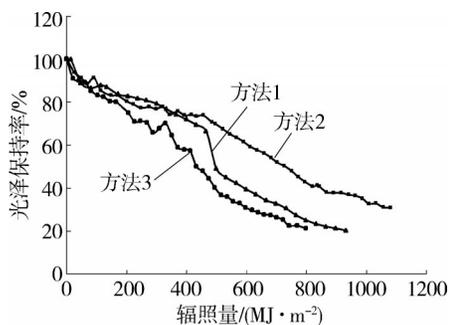


图1 仪表板材料在各试验中光泽的变化

Fig. 1 Gloss variety in aging tests of instrument panel material

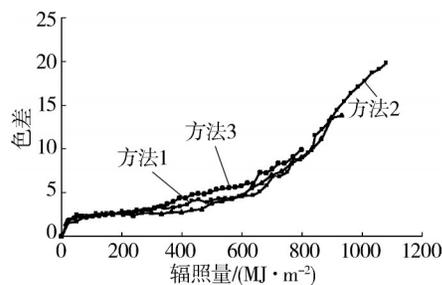


图2 仪表板材料在各试验中色差的变化

Fig. 2 Color difference variety in aging tests of instrument panel material

从图1中可以看出,仪表板材料的光泽保持率随氙灯光源辐照量的增加呈下降趋势。在3种标准参数下,人工老化试验的严酷程度表现为:试验方法3最为强烈,其次为试验方法1,而试验方法2最弱。

图2中,仪表板材料在3种试验中,上升趋势基本相同,在试验初期色差值达到2左右,而后上升趋势变缓,当累积辐照量达到600~800 MJ/m²后又快速上升。其中,试验方法3条件下的色差值随辐照量的变化上升趋势较快。

2.2.2 仪表板材料的相关性分析

相关程度通常用相关系数来表示。文中采用皮尔逊相关系数表示,即两个变量(X,Y)的协方差除以2个变量的标准差,其公式为^[4]:

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

式中: N 为样本量; X, Y 为2个变量的观测值。

r 值在-1~1之间。若 $r > 0$,表明2个变量是正相关;若 $r < 0$,表明2个变量是负相关;若 $r = 0$,表明2个变量间不是线性相关。相关系数的绝对值越大,相关性越强。

以仪表板材料色差为例,对试验室加速老化试验与自然曝晒试验进行相关性研究,如图3所示。

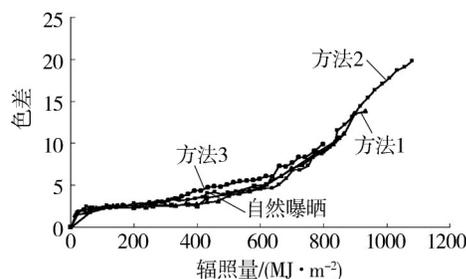


图3 仪表板材料的相关性分析

Fig. 3 Correlation analysis of instrument panel material

从图3中可以看出,仪表板材料3种人工加速老化试验的色差变化趋势对自然曝晒试验的色差变化模拟性较好。经相关系数计算得出,自然暴露试验与试验方法1,2和3的相关系数分别为0.98,0.97,0.95,说明自然暴露试验与试验方法1,即GB/T 16422.2试验参数下的试验结果更为接近,相关性更好。由表1也可以看出,3种人工老化试验参数中,试验方法2和试验方法1除辐照度和相对湿度不同外,曝晒程序基本相同,与自然曝晒试验结果较为接近。试验方法3曝晒程序包含光照段和黑暗段,与自然曝晒试验结果模拟性相对比较差,试验数据表明与仪表板材料相关性分析一致。

3 结语

自然曝晒试验具有真实、可靠的特点。氙灯老化试验重现性好,试验周期短,是选择材料的一种有效手段。通过氙灯老化试验与自然曝晒试验的相关性研究与分析,对快速、准确评价汽车零部件材料的耐老化性能具有重要意义。

仪表板作为汽车内饰件的典型部件,通过仪表板材料的性能分析以及相关性研究,表明采用GB/T 16422.2标准的氙灯老化试验与海南自然曝晒试验结果相关性较好。该结论为汽车零部件及材料耐老化性能的控制工作提供了理论依据。

参考文献:

- [1] ALLEN F Zielnik. 老化测试为什么您更加需要它[J]. 环境技术, 2007, 8(4):39—41.
ALLEN F Zielnik. Weathering Testing Why You Need It More the Ever[J]. Environmental Technology, 2007, 8(4): 39—41.
- [2] 刘树文, 蒋祖华, 祁黎. 汽车非金属材料的实验室加速老化和户外自然老化[J]. 广东塑料, 2005(5):44—46.
LIU Shu-wen, JIANG Zu-hua, QI Li. Laboratory Accelerated Aging and Outdoor Natural Weathering of Automobile Non-metallic Materials[J]. Guangdong Plastics, 2005(5): 44—46.
- [3] 王俊, 揭敢新. 高聚物的老化试验[J]. 装备环境工程, 2005, 2(3):47—53.
WANG Jun, JIE Gan-xin. Weathering Tests of Polymer [J]. Equipment Environmental Engineering, 2005, 2(3): 47—53.
- [4] 陆启凯. 汽车气候老化试验技术[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2010:115.
- [5] 周勇. 高分子材料的老化研究[J]. 国外塑料, 2012, 30(1):35—41.
ZHOU Yong. Aging Studies of Macromolecule [J]. World Plastics, 2012, 30(1):35—41.
- [6] 管妮. 聚合物的老化与稳定化[J]. 合成材料老化与应用, 2009, 38(3):47—53.
GUAN Ni. The Aging and Stability of Polymer [J]. Synthetic Materials Aging and Application, 2009, 38(3):47—53.
- [7] 化学工业部合成材料老化研究所. 高分子材料老化与防老化[M]. 北京: 化学工业出版社, 1979:21—26.
Chemical Industry Ministry Synthetic Materials Aging Research Institute. Polymer Materials Aging and Aging Resistance [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1979: 21—26.
- [8] 张华, 高泽海. 汽车内饰件的自然曝晒试验[J]. 环境试验, 2009, 6(3):10—13.
ZHANG Hua, GAO Ze-hai. Natural Weathering Exposure for Automotive Interior Trims [J]. Environmental Testing, 2009, 6(3):10—13.
- [9] 赖建萍, 王一临. 汽车内饰材料的人工老化试验[J]. 装备环境工程, 2007, 4(1):35—40, 43.
LAI Jian-ping, WANG Yi-lin. Artificial Weathering Test of Automobile Inner Materials [J]. Equipment Environmental Engineering, 2007, 4(1):35—40, 43.
- [10] 王玲, 颜景莲, 梁星才. 汽车用材料耐久性试验评价技术[J]. 环境技术, 2003, 6(1):1—7.
WANG Ling, YAN Jing-lian, LIANG Xing-cai. Weathering Evaluation Technology on Automobile Materials [J]. Environmental Technology, 2003, 6(1):1—7.
- [11] 江鲁, 周修源. 汽车常用的自然暴露试验方法[J]. 中国仪器仪表, 2009(9):45—50.
JIANG Lu, ZHOU Xiu-yuan. The Natural Weathering Tests of Car [J]. China Instrumentation, 2009(9):45—50.
- [12] 杨安志, 王文涛, 赵福全. 汽车气候老化主要环境影响因素分析[J]. 环境技术, 2011, 12(12):39—42.
YANG An-zhi, WANG Wen-tao, ZHAO Fu-quan. Analysis of Major Environmental Factors for Automotive Weather Aging [J]. Environmental Technology, 2011, 12(12):39—42.
- [13] GB/T 16422.2—1999, 塑料实验室光源暴露试验方法 第2部分 氙弧灯[S].
GB/T 16422.2 — 1999, Plastics—Methods of Exposure to Laboratory Light Sources Part 2: Xenon—arc Sources[S].
- [14] PV1303—2001, Non-metallic Materials Exposure Test of Passenger Compartment Components[S].
- [15] SAE J2412—2004, Accelerated Exposure of Automotive Interior Trim Using a Controlled Irradiance Water Cooled Xenon Arc Apparatus[S].