海南自然暴晒试验与人工加速光老化试验的相关性研究

摘要：根据目前常用的外饰件人工加速试验标准设计了3种不同的氙灯试验方法。通过比较零部件在海南自然暴晒试验和人工加速光老化试验过程中的颜色变化，研究海南自然暴晒试验和人工加速光老化试验的相关性。结果表明，参数设置合理的氙灯暴露试验可以很好地模拟我国海南的湿热自然环境，而且有无黑暗周期对试验结果影响不大。

关键词：自然暴晒试验　人工加速光老化试验　相关性

中图分类号：U465.4　　文献标识码：A

■ 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　张晓东　陶友季　王　俊　江　鲁　揭敢新　李　婵

■ 浙江吉利汽车研究院有限公司　刘强　李　莉　王文涛

http://www.ixueshu.com

1 试验背景

为了建立模拟海南湿热气候的汽车外饰件光老化试验方法，通过对整车自然暴晒试验的环境数据进行统计，确定了模拟海南典型湿热气候的汽车外饰件光老化试验主要参数的大致范围（表1）[1]。

表1中某些参数的设置范围较宽，需要通过进一步研究自然暴露试验与人工加速光老化试验的相关性来确定有关参数的精确范围；另外，由于各国标准对人工加速光老化试验的每个循环中是否应当包含黑暗周期未做统一规定，也需要通过进一步的试验来明确有关事项。为此，在前期工作的基础上，设计了不同的人工加速光老化试验方法。通过对不同人工加速试验与自然暴露试验相关性的研究来确定各参数的精确范围和是否需要设置黑暗周期。

表1 汽车外饰件人工加速光老化试验的主要参数

参数	范围
光源	氙灯光源
辐照强度/W·m^{-2}@340 nm	0.50～0.55
黑标温度/℃	60～70
相对湿度/%	50～80
试验循环	每120 min为1个循环周期。前102 min为单纯光照，后18 min在光照的同时喷淋纯水

2 研究方法

材料或产品的自然老化与人工加速老化的相关性是一个十分复杂的问题。自然老化受环境因素、

地理位置和工业污染等影响，具有随机性；人工加速试验的条件可以受控，不受上述诸因素的影响，但模拟的程度和可靠性还存在问题，尚不能很好地解决模拟自然环境因素的随机性等问题。因此，目前还没有评价自然老化与人工加速试验的相关性的公认方法和标准。

一种最简单并且常用的方法是使试验样品在自然暴晒试验和人工加速老化试验中接受相同程度的紫外辐照，然后根据样品性能的变化情况考察两类试验方法的相关性，即性能变化情况越接近，相关性越好；反之，相关性越差。

3 试验

3.1 主要设备和仪器

a.旋转式水冷氙弧灯：Ci4000型，美国Atlas公司。

b.台式色差仪：UltraScan PRO，美国HunterLab公司。

3.2 人工加速试验方法

根据目前常用的汽车外饰件氙灯暴露试验标准，设计了3种氙灯暴露试验方法（表2）。

表2 3种氙灯暴露试验方法的参数

试验方法	滤光管组合	辐照强度/ W·m^{-2}@340 nm	光照时的黑标温度/℃	光照时的相对湿度/%	循环周期
A[2]	BORO/ BORO	0.6	90	20	全光照
B[3]	BORO/ BORO	0.5	65	65	102 min光照＋18 min光照、喷水
C[4]	QUARTZ/ BORO	0.55	70	50	60 min黑暗，在试样正、反面喷水＋40 min光照，无喷水＋20 min光照，正面喷水＋60 min光照，无喷水

3.3 颜色的测量及色差的计算

根据ISO 7724-2:1984对老化试验前、后的样品进行颜色测量，并根据ISO 7724-3:1984对老化试验后样品的色差进行计算。

4 结果与讨论

4.1 人工加速试验方法的差异分析

分析表2中几种试验方法的参数设置情况，可以看出，方法B的各项参数均在表1的参数设置范围内；方法A的辐照和温度高于表1中参数设置的上限，但湿度偏低，并且没有喷水过程；方法C滤光管组合与前两种方法不同，光谱的截止点包含300 nm以下的紫外波段[5]（图1和图2），并且增设了黑暗周期，用来模拟大自然中的昼夜循环现象。

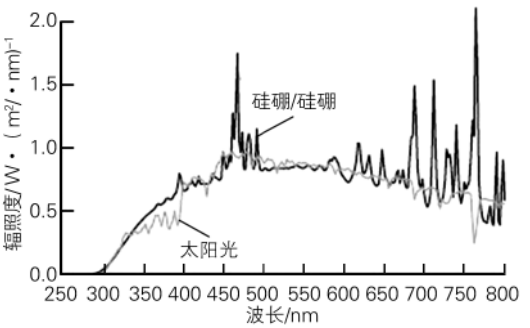

图1 BORO/ BORO滤光管光谱与自然光的比较

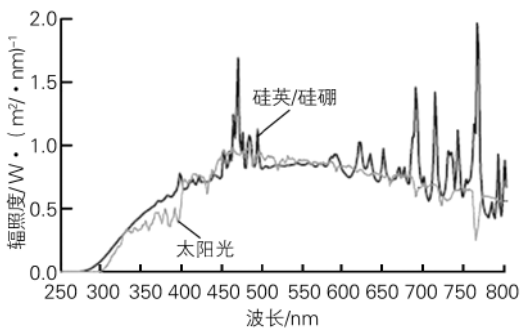

图2 QUARTZ/ BORO滤光管光谱与自然光的比较

4.2 外饰件在各种试验方法中性能变化的比较

图3为某个汽车外部的高分子材料部件在整车自然暴晒试验与3种氙灯人工加速老化试验方法中的颜色变化情况。可以看出，在承受相同辐照的条件下，3种人工方法的部件颜色变化在试验初期阶段与自然

（下转第47页）

http://www.ixueshu.com

生产中的应用尚未成熟，主要是复合材料生产工艺复杂，目前仅停留在小批量生产阶段。

参考文献：

［1］刘光华，等. 球墨铸铁曲轴应用前景的评估［J］.现代铸铁，2005，（1）：1-6.

［2］韩黎明，等. 面向21世纪的曲轴新材料［J］.中国机械工程，2000,11（10）：1189-1192.

［3］王守河，等. 等温淬火球墨铸铁（ADI）曲轴的开发［J］. 汽车工艺与材料，2010,（5）:3-8.

［4］张东，等. 圆角滚压强化工艺在等温淬火球墨铸铁（ADI）曲轴上的应用［J］. 汽车工艺与材料，2010,（5）:10-13.

（上接第44页）

暴晒试验结果的吻合度都较好；但在试验后期，方法A的部件颜色变化速度远远超过自然暴晒试验，方法C的部件颜色变化速度则严重滞后于自然暴晒试验，方法B的部件颜色变化在整个试验过程中都与自然暴晒试验结果同步，两者的曲线几乎重合。

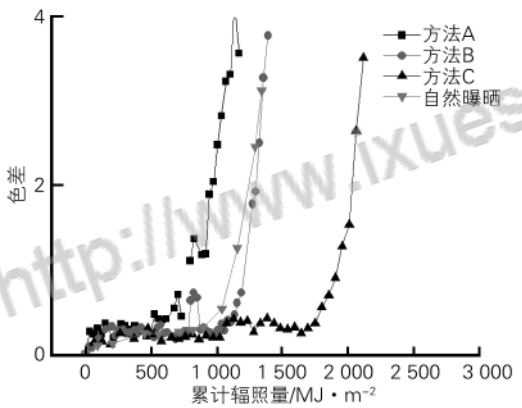

图3 某个汽车外饰件在不同试验中的颜色变化情况

4.3 外饰件在各个试验方法中颜色变化的规律

分析图3中外饰件在各个试验方法中的颜色变化趋势，可以看出，不论在哪种试验方法中，外饰件的颜色变化在试验初期非常缓慢；当色差变化达到某一临界值后（约0.7~1.0），会急剧增大。

在GB/T 1766-2008的表5中有如下规定：当色差值$\triangle E^* \leq 1.5$时，变色等级为0；$1.6 < \triangle E^* \leq 3.0$时，变色等级为1，此时肉眼可观察到明显的颜色变化。由于上述外饰件的色差从1.6变化至3.0的时间极短，因此可粗略地认为，该外饰件色差等级超过0级后即为失效，并以此作为该外饰件失效的判断依据。

4.4 自然暴晒试验与人工加速老化试验相关性的探讨

从图3可见，在紫外辐照量相同的情况下，方法B的试验结果与自然暴晒的试验结果最为接近，说明方法B与自然暴晒试验的相关性最好。

方法A由于各参数的设置超出了自然暴晒试验统计结果范围的上限，综合作用效果最强，使部件的老化速度加快，但与自然暴晒的相关性变差；方法C中外饰件颜色的变化速度滞后于自然暴晒试验，可能是由于每一循环中黑暗阶段时间较长，并且喷水时间也较长，这些条件对高分子链光氧老化后发生的自由基反应有一定的抑制效果，降低了外饰件的老化速度。

4.5 试验结论

综上，在3种人工加速老化试验方法中，方法B的试验结果与海南自然暴晒试验结果的相关性最好，说明方法B可以用来模拟典型湿热环境并且不需要设置黑暗阶段。在人工加速老化试验中，当外饰件变色等级超过0级后，即可以判定外饰件已经失效。

参考文献：

［1］张晓东，等。汽车外饰件光老化试验主要参数的设计思路［J］.汽车工艺与材料，2012，（8）：48-50.

［2］PV 3929-2008 干热气候环境下非金属材料的老化.

［3］PV 3930-2008 湿热气候环境下非金属材料的老化.

［4］SAE J2527-2004 使用可控辐照度的氙灯装置对汽车外饰件进行加速曝晒.

［5］Weathering Testing Guidebook2001 Atlas Electric Devices Company Pub. No. 2062/098/200/AA/03/01.

http://www.ixueshu.com

论文降重、修改、代写请加微信（还有海量Kindle电子书哦）

免费论文查重，传递门 >> http://free.paperyy.com

阅读此文的还阅读了：

1. 汽车内饰件的自然暴晒试验
2. 人工加速光老化试验方法综述
3. 自然环境加速试验技术
4. 油墨氙灯加速耐光性试验与自然曝晒试验相关性的研究
5. 海南自然暴晒试验与人工加速光老化试验的相关性研究
6. 装甲钢自然环境试验与人工加速试验的相关性
7. 高分子材料的气候老化实验技术
8. 户外暴晒试验
9. 轻轨车的轮对蠕滑控制
10. 环氧涂层室外暴晒和室内加速老化试验相关性研究