

# 汽车氙灯测试方法：相关性研究

汽车工程协会(SAE)最近已批准了两个新的以性能为基础的耐候性测试方法 (SAE J2412<sup>[1]</sup>和SAE J2527<sup>[2]</sup>)，以取代旧的以硬件为基础的测试方法(SAE J1885<sup>[3]</sup>和SAE J1960<sup>[4]</sup>)。SAE J2412和SAE J2527方法描述了暴露条件和误差范围，而不是描述某个特定设备的构造。本报告基于克莱斯勒公司、巴斯夫公司和Q-Lab公司一项共同的合作研究。这项研究检验了以性能为基础的氙灯加速测试方法，并证明新的氙灯测试设备用于汽车测试的有效性。

- 克莱斯勒有限公司新型材料部 Don Vesey
- 克莱斯勒有限公司 Rick Luxgrandt
- 巴斯夫公司 Lynn Pattison
- Q-Lab公司 Ronald Roberts
- Q-Lab公司 Jeffery Quil

## 1 背景

在1989年以前，汽车行业没有一个专门的氙灯加速老化测试方法的国际标准。1989年，汽车工程协会(SAE)发布了J1960“水冷式氙灯汽车外饰件加速暴露测试”和SAE J1885“水冷式氙灯汽车内饰件加速暴露测试”两项汽车材料耐候性测试标准。当时，SAE J1960和J1885有利于汽车制造商统一测试条件。但是，这些老化测试标准基于特定型号的设备构造，指定了某生产商的两型号设备。标准指定设备的要求产生了两个主要的后果：a.阻碍了技术发展，使得设备制造商没有积极性去开发、生产更精确或更符合实际条件的老化试验箱；b.形成垄断，导致测试设备价格与运行成本高昂。

汽车工业在许多领域引领世界，但在采用以性能为基础的老化测试标准方面却很滞后。在20世纪90年代后期，SAE协会开始认识到老化测试标准中这一缺陷，最终发

布了以下3个新的老化标准。

SAE J2527“氙灯汽车外饰件加速暴露测试”，是一个以性能为基础的标准，取代J1960，2003年10月发布。

SAE J2412“氙灯汽车内饰件加速暴露测试”，也是一个以性能为基础的标准，取代J1885，2004年2月发布。

SAE J2413<sup>[5]</sup>“检验新的氙灯测试设备性能的方法”，一种验证氙灯老化设备能否运行某一指定的加速暴露测试程序的方法，于2003年12月发布。

新的以性能为基础的老化标准和旧的以硬件为基础的标准之间的主要差别是，删除了所有指定生产商的内容，测试标准中涉及到生产商商标名称的部分被通用的定义所取代。

改变之一是，测试中所用的光学过滤器已被重新定义。旧的以硬件为基础的测试标准中，其光学过滤器要求“石英内过滤器和S型硼硅

玻璃外过滤器”。测试标准中指定使用某一商标名称的过滤器可能使得购买过滤器更容易，但是它没有描述特殊型号过滤器产生的光谱。在新的以性能为基础的测试标准中，光学过滤器的商标名称被删除，取而代之的是对所需光谱功率分布 (SPD) 的叙述。

在发布这3个新的测试标准之前，2002年初，克莱斯勒、巴斯夫和Q-Lab公司共同开发了一个测试方案，以验证新的以性能为基础的SAE材料加速老化测试方法。对两种试验箱按照SAE J2413验证方法进行试验，比较测试结果，得到关于两种类型试验箱的比较数据。两种试验箱是依照J1960运行的转鼓式试验箱 (Ci65A型) 和依照J2527运行的平板式试验箱 (Q-Sun Xe-3-HS型)。

2001年7月，Ci65A停产后，这个验证的重要性变得更加明显。因为Ci65A已经停产，行业中不再能购买到任何符合旧的、以硬件为基础的SAE测试标准的氙灯老化试验箱。

## 2 设备

以前，多数氙灯试验箱内在中间位置安装一根灯管，样品安装在一个圆柱形的样品架上，样品架围绕着灯管旋转（见图1），这个构造通常被称作“转鼓”系统。最近引进的氙灯试验箱包含了一个静止的、平板样品架系统（见图2）。

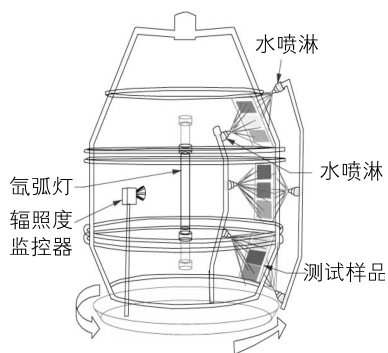


图1 典型的转鼓式样品架示意图

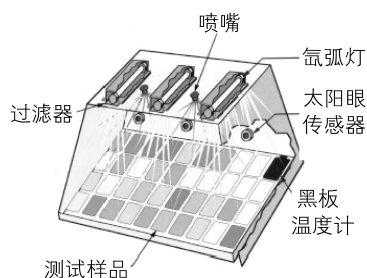


图2 典型的静态（平板）样品架示意图

两种类型试验箱<sup>[6]</sup>的设计目标之一，是在整个测试箱内产生均匀的辐照度、温度和湿度分布。实际上，完全的均匀性是不可能的，为了补偿这一点，在测试期间，调整所测样品位置（自动或手动），以提高均匀性。转鼓式样品架在一维的水平方向上围绕着灯管自动地改变位置，但不能补偿垂直方向上辐照度、温度和湿度的不均匀性。

## 3 试验

为了验证新的以性能为基础的老化标准，两种试验箱依照SAE J2413中详述的步骤进行操作。这个

新的测试方法用于检验氙灯老化试验箱运行SAE J2412和SAE J2527方法的可靠性。老化试验箱可靠性的验证通过几种技术来实现。

首先，必须证明老化试验箱能够符合指定的试验条件。此项研究中，J2413使用了J2527的试验条件。图3显示了一台Atlas Ci65A的实际试验参数变化，而图4显示了Q-Lab Xe-3-HS的实际试验参数变化。粗线代表设定值，细线表示在老化箱内所测的实际值。

其次，需证明老化试验箱中的

标准参考材料的降解特性符合预期，重复性和再现性都必须达到要求。重复性指在同一试验箱中运行多次，多次运行中标准参考材料降解程度的相同性。再现性是指在多个试验箱中运行同一测试，不同设备中标准参考材料降解程度的相同性。在这一试验中<sup>[7]</sup>，使用聚苯乙烯薄片作为标准参考材料。聚苯乙烯薄片被SAE用作标准参考材料，关于其降解特性和误差，SAE标准材料委员会有详细说明。此次试验使用了第6批（lot.6）聚苯乙烯薄片，

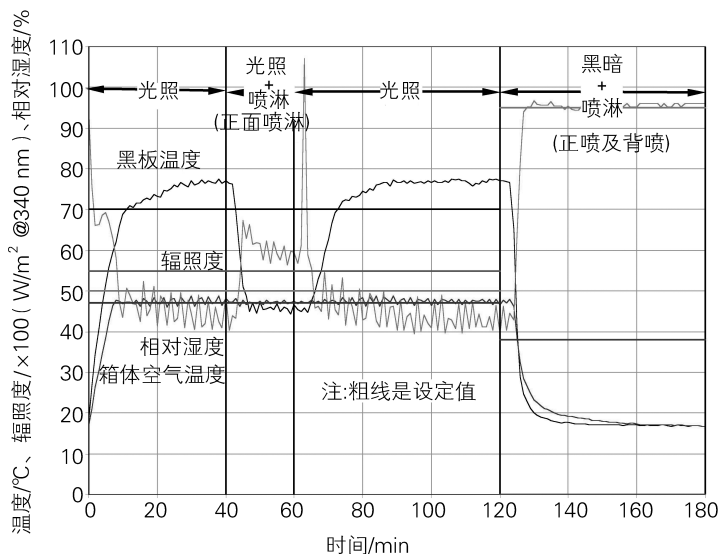


图3 Atlas Ci65A运行SAE J2527标准（汽车外饰件标准）

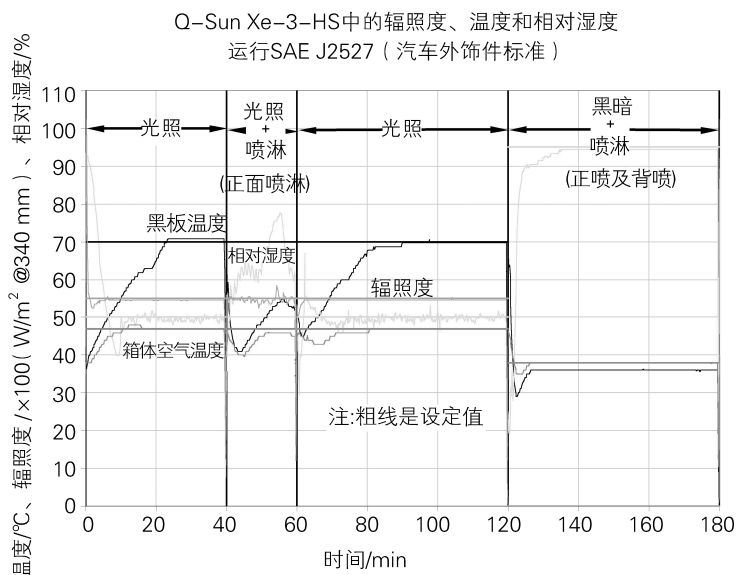


图4 Q-Lab Q-Sun Xe-3-HS运行SAE J2527标准（汽车外饰件标准）

来验证设备的重复性和再现性。

图5和图6分别提供了论证Atlas Ci65A和Q-Sun Xe-3-HS的重复性的数据。图7和图8提供了论证3个Atlas Ci65A和3个Q-Sun Xe-3-HS试验箱的再现性的数据。非常明显地，两

内的均匀性（旋转式和平板式样品架之间的比较），针对多种标准参考材料，做了大量试验，并给出了测试结果分析，是迄今为止最为全面的试验箱内均匀性研究。

与此次研究相关的是，通过运

差除以平均值。

他们的试验显示了旋转式氙灯设备的均匀性范围从±3%到±13%，而平板式氙灯设备的均匀性范围从±3%到±8%。运行SAE J2527时，Ci65A的均匀性是±3%、Xe-3-HS的是±5%。

需要注意的是，均匀性值包含了标准参考材料本身的差异和测量误差。

#### 4 性能基准

论证不同构造的氙灯老化设备能否产生相同的试验环境条件，是运行以性能为基础的标准的第一步。下一个问题是如何比较不同设计结构的老化设备。一系列试验试图来探索这些不同的设计结构是否会影响测试结果。

克莱斯勒选择了37种材料，按照SAE J1960和J2527进行测试。每种样品测试2个重复试样，共148个试样。这些材料包括：ASA、PP/PA化合物、ABS、SMC、PET、PP、PA、ASA/ABS共挤材料、TPO及钢板涂层。

该测试评估在巴斯夫汽车研发中心进行，该中心位于美国的Southfield MI。Southfield巴斯夫是ISO 17025认证实验室，此认证包括符合SAE J1960和J2527标准的要求。

样品暴露总周期为2 500 KJ，每隔500 KJ对颜色和光泽进行评估。

结果显示，对于大多数材料，平板式和转鼓式设备给出了可比较的结果，如图9和图10所示。有两种材料给出了不同的结果，如图11和图12所示。

当用仪器测量（颜色和光泽）时，大多数样品显示了相似的降解特性，而目测时个别样品显示了有差异

Atlas Ci65A中聚苯乙烯黄变  
运行SAE J2527（汽车外饰件标准）  
重复性

设备序列号： Wm#14 Wom#14 Wom#14  
测试开始日期： 10 Jan 04 14 July 04 7 June 04

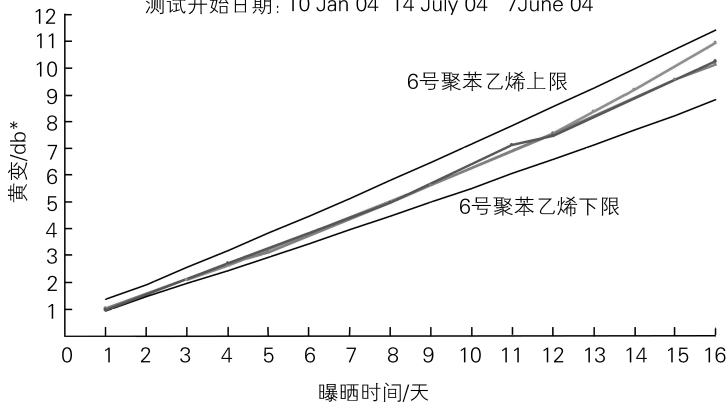


图5 证实Ci65A的重复性的试验数据

Q-Sun Xe-3-HS中聚苯乙烯黄变  
运行SAE J2527（汽车外饰件）  
重复性

设备序列号： 98-1017-1 98-1017-1 98-1017-1  
测试开始日： 25 MAR 04 18 MAY 04 19 JUL 04

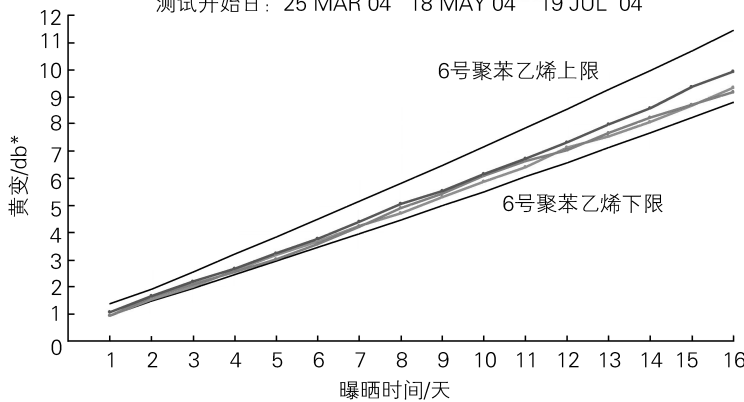


图6 证实Q-Sun Xe-3-HS的重复性的试验数据

种试验箱都能够满足J2413的要求。

SAE J2413的最后要求内容中，要求氙灯老化试验箱的生产商能够证明试验箱内的均匀性。箱体内均匀性的完整比较试验已经完成，并于2003年在捷克布拉格举行的第一届欧洲老化会议上公布了试验结果。由Fedor等人撰写的论文<sup>[9]</sup>“氙灯试验箱

行SAE J2527标准来考察Ci65A和Q-Sun Xe-3-HS的均匀性。在他们的试验中，在Ci65A中安装了9个聚苯乙烯标准参考薄片的试样，而在Q-Sun Xe-3-HS中安装了48个试样。每天测量颜色变化，并且记录Delta b\*的数值。均匀性用变异系数的±2倍来表示，变异系数为标准偏

的降解性能。这主要体现在一些塑料制品架上样品的变形比转鼓式样品架上样品表面出现的变形程度，平板式样品的变形更大、更明显。

Atlas Ci65A中聚苯乙烯黄变  
运行SAE J2527 (汽车外饰件)

再现性

设备序列号: Wom#14 Wom#7 Wom#5  
测试开始日期: 10 Jan 04 7 June 04 7 June 04

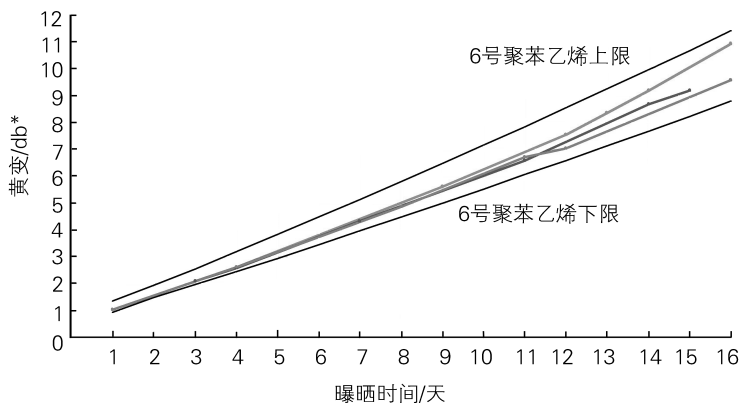


图7 证实Ci65A的再现性的试验数据

Q-Sun Xe-3-HS中聚苯乙烯黄变  
运行SAE J2527 (汽车外饰件)

再现性

设备序列号: 98-1017-1 01-2345-8 03-2505-13  
测试开始日期: 25 MAR 04 29MAR 04 21 APR 04

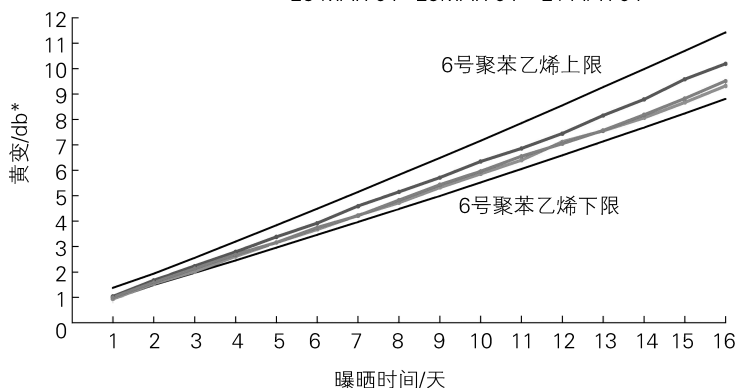


图8 证实Q-Sun Xe-3-HS的再现性的试验数据

Q-Sun和Atlas老化试验机内样品的颜色变化

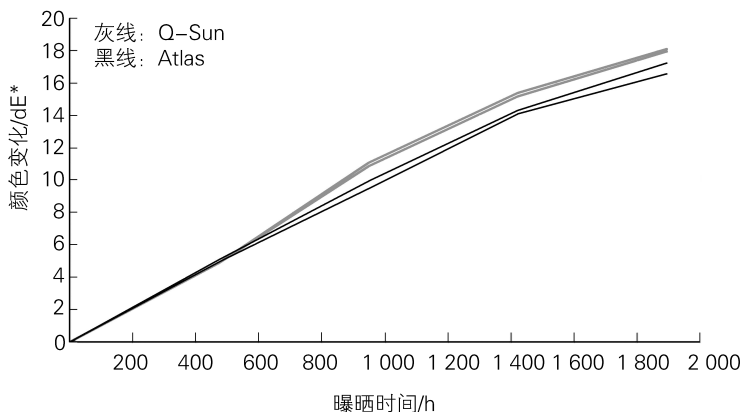


图9 #16 PP ext. 绿色薄片 测试1

## 5 系统修正

以性能为基础的第一轮测试的结果基本证明两种设备可以产生相同的试验环境条件。但是，有必要查清有些结果不完全一致的原因。因此，研究小组着手辨别这两种老化设备的不同之处，列举了一些可能导致试验结果差异的原因。

首先研究了温度。详细检查了黑板温度计的结构和位置。转鼓式试验箱安装了黑色涂层钢板，平板试验箱安装了阳极氧化铝黑板。这两种类型的黑板都能精确地测量温度，试验发现，它们加热和冷却的速率不同。由于该研究的主要目的是使平板式试验箱提供的结果与转鼓式试验箱的相似性（而不是考虑与户外测试结果的相关性），因此，使用与转鼓式结构相似的黑色涂层钢板温度探头来改进平板式试验箱。

接下来，研究小组开始设法研究个别样品发生变化的情况。研究发现，样品的实际条件有时与试验箱控制器所显示的条件是不相同的。

需要特别指出的是，在监控某一塑料的实际表面温度时发现，它们比黑色涂层钢板加热更快，并且温度可高于设定值20℃。为了使平板试验箱能像转鼓试验箱那样作出反应，其箱体空气温度探头的位置和相对湿度传感器的位置被重新安置。

最后检查水喷淋系统。因为转鼓式设备仅有一个喷嘴，当样品以1 r/min的速率转过喷嘴时，它们的实际喷淋时间每分钟仅有3~5 s。该系统中样品表面实际接受到的喷淋水很少，并且由于样品垂直放置，喷淋水会很快地从样板表面流失。

为了模拟这种低潮湿的喷淋环境，必须修改平板试验箱的实验程序以减少喷水量。在试验开始时，

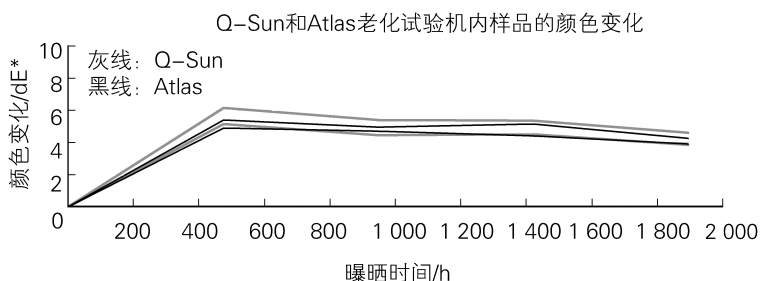


图10 #10 SMC 塑料涂层 测试1

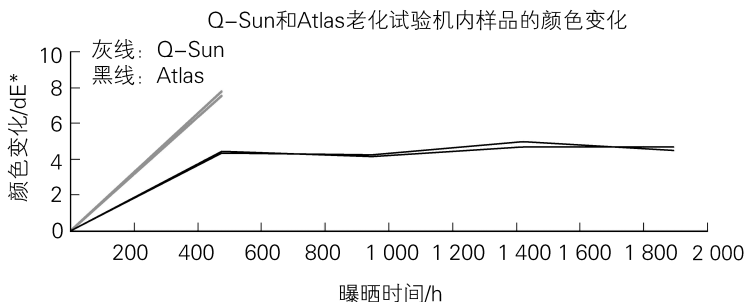


图11 #6 ABS Int. 颜色/等级 测试1

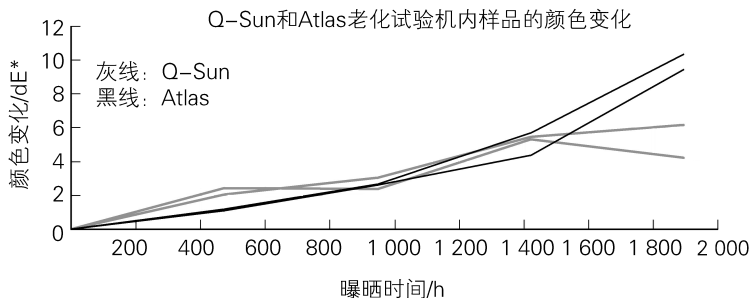


图12 #2 ASA 测试1

平板式试验箱每分钟持续喷淋20 s作为“喷淋时间”。因为此设置既能较好模拟自然潮湿条件又能节省仪器运行成本，故被选做默认设置。

通过对一些易受潮湿和温度影响的材料进行一系列的试验，确认了为模拟转鼓式试验箱的环境，在平板试验箱的程序中，将喷淋时间调整到每分钟内仅持续5 s时间。

## 6 性能基准——第二轮测试

随着对一些关键系统的彻底研究，并对一些参数作适当修正，进行了以性能为基础的另一轮测试。

应用了早期研究中使用的相同氙灯设备。新的试验样品包括12个样品，包括上轮试验使用的样品及

另外8种对温度和湿度敏感样品。

除了在上一轮试验中有目测差异的涂层尼龙和ASA树脂，另外增加了两种Lurans材料和两种Ultramids材料，这两种聚合物都具有高的导热系数。最后，增加了另外两种有涂层的钢板样品。

测试结果是明显的。对于样品，颜色和光泽的测量在第一轮测试和第二轮测试中保持相似。另外，在第一轮测试中呈现出差异的样品，在第二轮测试中显示的结果实际上是相同的（见图13和图14）。值得注意的是，第一轮测试中的目测差异被消除了。

## 7 结论

(1) 某些材料的初轮测试结果显示了一些差异。湿度和温度参数的研究指出，是试验箱设计的差异导致了这些差异。这些设计上的差异是由于标准对曝露条件没有进行精确描述造成的。

(2) 一旦设计上的差异得以修改，则结果就会一致。

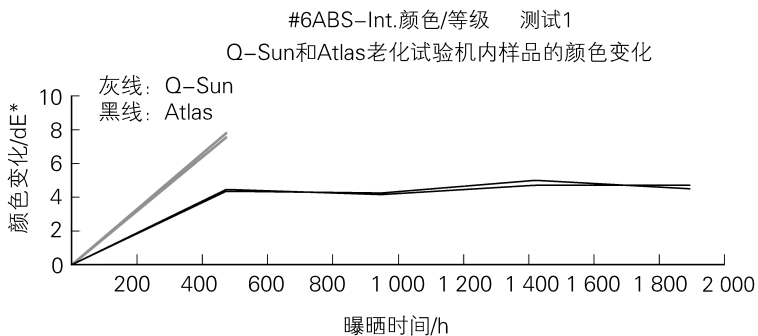


图13 6号样品的初轮测试

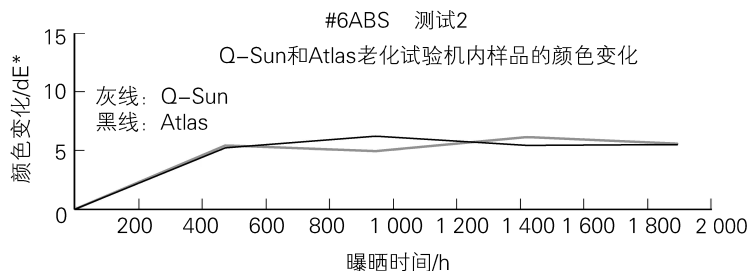


图14 6号样品的次轮测试

## NCM专栏

# 高性能材料带动汽车轻量化发展

随着汽车工业的发展，橡塑等化工产品越来越广泛地应用到汽车制造领域。当前，汽车材料技术的发展日新月异，新材料产品推出速度越来越快。在此情况下，汽车材料发展的主要方向是轻量化和环保化。以塑代钢不仅能减轻车重，而且材料可回收再利用，进而节省制造过程中的资源浪费，最终使汽车在提高安全性和降低成本两方面获得更多的突破。

和氏璧化工是以代理销售进口化工原材料及销售自有品牌产品为业务主体的专业化工公司，服务于国内的各个行业，各种规格的产品

超过7 000种，与杜邦、埃克森美孚、汽巴、LG化学等全球化学巨头公司保持着良好的合作关系，是化工分销行业在中国市场的综合服务平台。为了更好地服务于汽车等各个行业，和氏璧化工在全国建立26+n个办事处，业务范围遍布大中国区。下面对和氏璧化工销售的汽车原材料产品进行简单的介绍。

## SANTOPRENE®在汽车工业中的使用情况

Santoprene热塑性弹性体（动态硫化EPDM PP热塑性弹性）具有耐候、耐老化、耐臭氧、耐水、

耐低温、耐热等特性，还具有良好的耐化学品性、电绝缘性能、冲击弹性、低温性能、低密度、高填充性、耐热水性、耐水蒸气性及与其他材料聚合有较好的物化性等优异性能，目前广泛用于汽车零件、车用电线电缆护套、耐热胶管及胶带、汽车密封件及其他制品。据资料显示，我国2000年仅汽车保险杠及仪表板所需TPV热塑性弹性体就高达1.7万t，2010年需求量将达到4.5万t。SANTOPRENE®已成功地被用于全世界主要整车厂的诸多汽车零件，如下图所示。

现代汽车的车身结构和发动机

(3) 一系列的试验指出，现在以性能为基础的测试方法如果经过改进，对温度系统和水喷淋系统进行更精确的描述，那么这种测试方法将被大大改善。

(4) 两种在设计上存在很大差异的氙灯老化试验箱（转鼓试验箱和

平板试验箱）对很多汽车外饰件材料给出了可比较的测试结果。这证明以性能为基础的测试标准确实有效。

(5) 现在，行业可以使用新型设计的实验室老化试验箱，并可以确信，如果标准制定适当，试验箱生产商能够证实其设备能精确控制

关键测试参数，那么无论使用什么型号的氙灯试验箱，使用者都能获得好的试验数据。

国际标准组织，如ISO、ASTM和SAE的坚持测试标准必须以性能为基础的前瞻性政策是正确的。



## 参考文献

- [1] SAE J2412, Accelerated Exposure of Automotive Interior Trim Using a Controlled Irradiance Water Cooled Xenon Arc Apparatus
- [2] SAE J2527, Accelerated Exposure of Automotive Exterior Materials Using a Controlled Irradiance Xenon Arc Apparatus
- [3] SAE J1885, Accelerated Exposure of Automotive Interior Trim Using a Controlled Irradiance Water Cooled Xenon Arc Apparatus
- [4] SAE J1960, Accelerated Exposure of Automotive Exterior Materials Using a Controlled Irradiance Water Cooled Xenon Arc Apparatus
- [5] SAE J2413, Protocol to Verify Performance of New Xenon Arc Test Apparatus
- [6] Brennan P., Static & Rotating Xenon Arc Exposure Compared: Technical issues, practical considerations and how different types of hardware comply to new performance based test methods
- [7] Brennan P., Fedor G., Roberts R., Xenon Arc Exposure Results: Rotating & Static Specimen Mounting Systems Compared
- [8] Fedor G., Brennan P., Pausch G., Within-Chamber Uniformity of Xenon Test Chambers

注意：SAE测试方法可从SAE国际性组织、400 Commonwealth、Drive Warrendale、PA 15096处得到。