

# 卷材涂料老化测试和测试标准

Patrick Brennan (Q-panel Lab Products)

张 恒 (翁开尔 (上海) 国际贸易有限公司, 200062)

## 1 老化试验的目地

众所周知, 每年由于老化所造成的经济损失数以百万计。老化常常造成纺织品、涂料、塑料以及其他一些有机物的物理性能发生变化, 主要表现在变色、失光、强度下降、龟裂、剥落、粉化及氧化等。我们知道日光, 特别是短波长的紫外光、高温、雨水、露水和以高湿度形式出现的湿气是造成上述损坏的主要因素。

进行老化测试的目的有下几点:

- (1) 为了符合相关质量技术标准;
- (2) 避免由老化所造成的损失;
- (3) 提高产品的声誉;
- (4) 检验供应商的产品质量;
- (5) 提高产品的耐候性;
- (6) 大幅度降低材料费用;
- (7) 扩大产品的品种;
- (8) 帮助进入新市场;
- (9) 在竞争中获胜;
- (10) 走在标准的前面。

## 2 户外天然老化测试

户外老化测试的结果是最接近于自然老化的一种测试方式。根据产品的使用条件, 我们可以选择不同地点进行室外曝晒测试, 如美国 Q-PANEL 公司在两个标志性地点: 佛罗里达和亚利桑那晒场。表 1 为佛罗里达和亚利桑

那的自然条件比较。佛罗里达为高辐照强度、高温、高湿度的典型的亚热带气候。苛刻的气候对于户外曝晒试验是理想的地点, 尤其对湿度敏感的材料, 如涂料、建筑材料和塑料的测试是格外有用的。而且, 佛罗里达对于抗霉试验也是非常好的。

表 1 佛罗里达/亚利桑那自然条件比较

	佛罗里达	亚利桑那
纬度	25° 27'	33° 23'
海拔/英尺	8	1 055
平均日照 TUV (每年平均光照弧度在 295~385 nm 的紫外光弧度) / (MJ · m <sup>2</sup> )	280	334
夏季极端平均温度/ °C	32	40

亚利桑那则为产品提供更为严酷的曝晒环境。相比于佛罗里达, 高紫外线、极其高的温度、大幅度的日温差波动和低湿度水平是最为典型的沙漠气候。在亚利桑那, 年辐照度比佛罗里达多 20%; 最高气温通常高出 15 °C。对于大多数材料来说, 在这种苛刻的环境下降解速度比在佛罗里达要快得多。对于涂料的颜色、塑料的热老化和物理性能、塑料涂层的耐光以及纺织品的抗张强度等有显著的影响。

由于上述两个自然曝晒场比温和气候条件的地区能出现更快速的降解过程, 所以人们通常会采用“佛罗里达耐候性”和“亚利桑那耐候性”作为耐用性试验的基准。



同时, Q-panel 公司还提供室外自然加速老化设备 Q-Trac。它是通过利用多面镜子将太阳光反射到样品架上(需要指出的是,镜子只能反射 80% 的太阳紫外线)加速产品的老化。Q-Trac 所能集中的紫外线相当于太阳的 5 倍;而 1 年的 Q-Trac 加速老化可等同于 5 年的佛罗里达自然曝晒。适用于室外自然加速曝晒的国际标准有 ASTM G90《用集中自然光线法加速对非金属材料的室外风蚀的规程》等。

### 3 实验室加速老化试验

由于自然的老化测试需要几年的时间才能决定老化结果,对您的时间、日程安排、经费都是很大的考验,同时,由于各地的气候条件千变万化,同样的被测材料有可能得到相差很大的老化结果,实验结果的重复性和可再现性不是很好。因而,人们倾向于使用实验室设备人工加速老化,这样不仅可以缩短试验周期、重复性好、可用于质量控制和材料稳定性测试,同时,该方法的应用范围较广,因仅在室内使用,可以不受自然条件限制,仅考虑人为因素的影响即可,且整个试验过程都可由测试箱来完成。

人工加速老化大致有碳弧灯模拟加速、紫外光加速人工老化、氙弧灯加速老化三大类。

碳弧灯模拟加速老化试验箱是最早出现的,因为维修费用高、不能校正、模拟光谱范围狭窄等缺点,现在已很少使用的人已经不多。

20 世纪 70 年代,出现了紫外加速老化试验箱,我们知道太阳光中的紫外线,尤其是光谱中低于 360 nm 以下的峰值是造成材料老化的要因。Q-panel 公司的 QUV 紫外加速试验机即通过紫外灯管发射出紫外光谱模拟日光中的紫外光部分使材料的加速老化。其荧光 UVB 灯(UVB-313)的峰值波长在 313 nm 左右,其能量几乎全部集中在 280~360 nm 之间。能量分布的波长范围比日光的要短,他可以最大程度地加速试验。UVA-340 灯,其射线波长

主要集中在 295~360 nm 之间, UVA-340 灯短波辐射与 325 nm 以下的日光直射很相似。根据对材料不同的老化要求,客户可选择不同的紫外灯管。此外,QUV 紫外加速试验机还拥有太阳眼功能,太阳眼是一种高精度的光度控制系统,其可以允许用户选择所期望的光照度水平,在太阳眼反馈回路系统的帮助下,可以对光照强度进行连续监测、全自动精确维护。当选择强度为  $0.68 \text{ W/m}^2/\text{nm}$ , 波长为 340 的 UVA-340 灯,就可与夏季正午阳光强度相匹配。同时,QUV 还可以模拟雨水和露水的影响,可采用冷凝和水喷淋两种方式达到目的。冷凝与自然的潮湿一致,通过升温加速试验过程,产生的冷凝产物为纯净水—在样品上无水渍或杂质产生。喷淋是模拟由于稳定温度剧变和雨水冲刷所造成的机械侵蚀。

适用于紫外加速老化测试的标准国际上主要有 ISO 4892-1:1999《塑料实验室光源曝露试验方法 第一部分:通则》;ISO 4892-3:1994《塑料实验室光源曝露试验方法 第三部分:荧光紫外灯》;ASTM G-151《非金属材料实验室光源曝露加速试验装置的试验标准》;ASTM G-154《非金属材料的紫外线荧光光源曝露试验方法》等。

从 20 世纪 50 年代开始,世界上出现了第一台氙弧灯模拟加速老化试验机。氙弧灯以全阳光光谱作为光源,其采用合适的过滤处理后的氙弧灯是测试产品对直接阳光照射或透过玻璃的阳光中的长波紫外线和可见光的敏感度的最佳方式。它不但可以模拟室内材料的耐光性能(Q-SUN 通过窗玻璃过滤器过滤后),同时还可以模拟气候环境(Q-SUN 具有水喷淋功能)。目前,应用最为广泛的氙灯老化机有旋转鼓式试验机和试样静态安置的试验机两大类。旋转鼓式被设计成容器内中心安放一支灯管,周围是旋转样品架,围绕光源旋转。此类样品放置体系经常被描述成“旋转鼓”。而试样静态安置的老化机的被测样品静置,通过各种控制手段来严格控制老化,包括模拟完全阳光光谱的氙灯、多种选择的过滤系统、太

阳眼 TM 幅照度控制、符合 ISO 9000 的标准的校准、黑板温度控制系统、满足 ISO 和 ASTM 要求的试验方法、三维试样固定架和水喷淋功能。

由于目前可选择的氙灯试验机的品种很多,大多数标准化组织(包括 ISO 和 ASTM),都倾向于发展以性能为基础的测试手段和方式。这些方式定出了测试条件(如辐照、光谱、温度、湿度等)以及可接受的性能范围。而不要求使用任何特殊的装置和硬件配置。这些标准正取代基于硬件要求(如水冷灯管和风冷灯管)的旧式标准。旧式标准的制定是因为当时缺乏有效的技术去精确测量和控制严格的测试条件。由于不能控制,所有我们的标准只能简单的描述装置。希望曝晒试验的样品因为使用相同的硬件,能达到相同的作用和结果,但常常事与愿违。

为了进一步比较室内的老化试验与室外曝晒有什么不同,几年前, Q-panel 公司和世界某著名品牌的卷材涂料生产商合作对各类不同的卷材涂料进行了为期 10 年的室外自然老化曝晒、室外人工加速老化曝晒和实验室人工加速老化曝晒的比照试验研究。该测试采用五大类不同的树脂,包括聚酯、塑料溶胶、70% 的 PVDF、丙烯酸乳液、硅改性聚酯。试验共采用了 23 中不同颜色、不同基料的样品。室外自然老化曝晒主要在 Q-panel 公司的佛罗里达、亚利桑那两个曝晒场进行,实验室人工加速老化采用 Q-panel 公司的 UV 荧光紫外灯、氙灯测试箱。对样品性能进行了测试,实验结果表明能模拟室外老化的效果。

ISO 4892—1:1999 《塑料实验室光源曝露试验方法 第一部分:通则》;则是基于这一基础上的国际标准。该标准是最早的以性能为基础的国际标准,由 ISO TC 61 委员会在 1994 年制订的。在其附则中,详细地介绍并推荐了水冷型氙灯和风冷型氙灯两大类老化试验机。而基于 ISO 4892 上, ASTM G03 委员会制订了 G151—G155 老化测试标准。也就是说,

基于以性能为基础的老化标准越来越得到人们的认同和应用。2003 年, ISO TC 61 委员会又对 1994 版的 ISO 4892-3:1994 《塑料实验室光源曝露试验方法 第三部分: 荧光紫外灯》和 ISO 4892—2:1994 《塑料实验室光源曝露试验方法 第二部分: 氙弧灯》进行了重新补充和修订,这就是最新 2003 版的 ISO 4892。另外, 2004 年 10 月 16~22 日,在中国的成都将举行 TC 61 委员会 2004 年年会。

总之,目前的老化试验办法和老化试验设备有多种选择。只有根据你的材料和试验目的选择合适的设备,才能保证你的试验达到满意的效果。

**Patrick J. Brennan 先生**

美国 Q-panel 公司的高级副总裁。长期从事老化测试和测试标准的研究,是老化测试领域内具有国际影响力的专家。此外,他还是美国标准化组织部分分部的主席,包括:美国 AATCC (美国纺织化学师和印染师协会)所属 RA 64 老化性能测试分部主席;美国 SAE/IFAI (美国机动工程师协会/国际纺织工业协会)所属交通类老化和变色分部主席;美国 ASTM (美国材料试验协会) D20.25 塑料耐久型分部主席;美国 ASTM (美国材料试验协会) G03.03.02 性能基础型标准分部主席;ISO 国际标准化协会美国分会 TC 61 (塑料分部)的成员等。

**Patrick J. Brennan, Senior Vice-President**

- Chairman of AATCC RA 64 Weathering Resistance Test Methods Committee
- Chairman of ASTM D20.50 Durability of Plastics Subcommittee
- Co-Chairman of ASTM G03.03.02 Performance Standards Task Group
- Co-Chairman of SAE/IFAI Transportation Division Fade & Weathering Committee
- Secretariat of AATCC RA 50 Colorfastness to Light Test Methods Committee
- Member of U.S. TAG to ISO TC 61 Committee (Plastics)
- Member of U.S. TAG to ISO TC 38 Committee (Textiles)

联系电话: 021-52813377

翁开尔(上海)国际贸易有限公司  
地址: 上海市中江路 65 号 3 号楼 3 楼