

汽车非金属材料的实验室加速老化和户外自然老化

刘树文¹ 蒋祖华¹ 祁黎²

1 上海交通大学机械与动力学院 上海 200030

2 广州电器科学研究院气候试验中心 广州 510300

摘 要: 对汽车非金属材料的两种耐候性试验方法 - 实验室加速老化和户外自然老化的相关情况进行介绍,分析比较了二者各自的优缺点和相关性,并根据工作实践,提出了一些实际工作中应注意的问题,纠正了一些常见的错误观念。

关键词: 汽车 非金属材料 实验室加速老化 户外自然老化

世界汽车工业的快速发展带动大量的现代老化研究。今天的汽车是几十种不同材料的复杂组合,包括涂层、塑料、纺织品、皮革、颜料等,它们都有特定的耐候性,即在户外的耐老化性。全球主要的汽车制造商已经在各种气候条件下进行了几十年的户外自然老化和实验室加速老化试验。老化试验趋于系统化并积累了大量的试验数据。

汽车非金属材料的耐候性试验方法主要有两大类:实验室加速老化和户外自然老化。

户外自然老化是在典型的自然环境条件下进行的,虽然试验耗时比较长,一般要 1~2 年时间,但因其结果最能够说明材料的耐候性好坏和汽车整体的环境适应性,因此这一试验方法仍是各大汽车公司常用的方法,尤其是进行质量仲裁和开发新产品时。目前国际上最知名的规模最大的自然曝露试验全球服务网络属于美国 ATLAS 气候服务集团,表 1 给出了这一机构的自然曝露试验场及其全球服务网络成员。每年仅在美国凤凰城就有来自世界各地的 20 多部整车进行自然曝露(老化)试验。我国也有一个由广州电器科学研究院牵头的提供各种典型气候条件下的自然老化服务机构 - 机械工业环境技术研究中心(METRC),表 2 列出了 METRC 所属的自然曝露试验场。

作者简介: 刘树文,男,在职研究生,泛亚汽车技术中心材料主管工程师,负责内外装饰材料和油漆的认可。

表 1 美国 ATLAS 公司的典型户外自然曝露试验场及其全球服务网络成员

曝露试验场(附属)	气候类型	曝露试验场(合作)	气候类型
美国迈阿密	亚热带气候	新加坡	热带气候
美国凤凰城	沙漠气候	加拿大渥太华	寒带气候
美国比斯坎湾	潮水浸泡	日本钏子	腐蚀性气候
美国那不勒斯	含盐空气	日本冲绳	腐蚀性气候
美国杰克逊维尔	蚀刻	澳大利亚墨尔本	沙漠气候
美国路易维尔	酸雨	澳大利亚汤斯维尔	亚热带气候
美国芝加哥	工业区	俄罗斯索契	含盐空气 - 黑海
美国亚普雷斯科特	高地气候	哥伦比亚喀他赫纳	行海工业
荷兰卢金	欧洲内陆	中国广州	亚热带气候
荷兰湾	含盐空气	中国海南	亚热带气候
法国桑那瑞	地中海地区	韩国 Seosan	航海工业

长久以来,汽车制造商都面对一个两难的境地,即其产品“由概念到市场”的生产周期是很快,但材料的选择和户外自然老化试验的时间却是相对漫长的。特别是一些汽车材料或部件供应商,其关心的也许只是拿到产品的耐候性证明,因此他们更乐意采用实验室加速老化试验,以在短期内了解材料或部件耐候性好坏。

实验室加速老化试验通过模拟自然环境条件,用具有人工光源的设备来加速非金属材料的老化过程。通常要先对待试样品的实际使用环境进行考察和分析,找出待试样品在实际使用环境中引起老化的主要因素和这些因素可能达到的极大值,并在此基础上确定实验室老化试验的参数。目前此类设备主要包括氙

表 2 我国的典型自然曝露试验场

曝露试验场	气候类型 *
广东广州	亚湿热工业气候
海南琼海	湿热气候
海南江津	酸雨
西藏拉萨	高原气候
甘肃敦煌	沙漠气候
武汉	亚湿热工业气候
山东青岛	海洋气候
内蒙海拉尔	寒冷气候
云南昆明	亚湿热高原气候 (1930 米)
青海西宁	寒温高原气候 (2200 米)
青海伍道梁	寒温高原气候 (4260 米)

* 根据我国的气候类型划分

灯加速老化试验箱和紫外荧光加速老化试验箱, 控制的因素主要有三个: 辐照量、温度和湿度。但实验室加速老化试验的结果是否就能够表示材料或产品在实际使用环境中的耐候性, 怎样来建立二者之间的关联性, 二者之间是否存在某一确定的量化关系, 是否通过若干小时的实验室加速老化试验就能够预测材料或部件在实际使用环境中的使用寿命, 这些问题长久以来都是汽车制造企业, 特别是材料或零部件供应商期待解决的问题, 也是笔者在实际工作中经常被客户问到的问题。

实际上, 在选择实验室加速老化时必须首先考虑两个问题: 一是其与户外自然老化的相关性, 二是其加速作用。相关性是指实验室加速老化试验产生的结果与户外自然老化试验的结果的吻合性。即对不同耐候性的材料进行试验评价时二者的结果是否一致。加速作用是指相对于户外自然老化, 达到同样或相似试验结果时试验进程能够提速多少。请注意, 仅当加速试验结果与户外自然老化试验结果一致时, 对实验室加速试验加速效果的估计才是有意义的。加速因子通常用达到同样结果时户外自然老化试验所需的时间除以实验室加速老化所需的时间得到。

引起汽车非金属材料老化的因素很多, 环境与材料之间的相互作用是非常复杂的。由于实验室加速试验只是模拟和强化了自然界中影响材料老化的主要因素, 如太阳辐照、温度和湿度等, 因此, 并不存在一种普

遍适用的简单的方法或公式来计算加速因子。另外, 也是最重要的一点是, 加速因子是材料的一种特性, 其随材料的种类和配方的改变而改变, 面对不同种类材料的无数配方, 不可能建立单一的加速模型并通过实验室加速试验来预测材料在自然老化条件下或实际使用环境中的老化行为和使用寿命。一般情况下, 实验室加速试验的加速作用越大, 其与户外自然老化结果的相关性就越差。图 1 表明了这种关系。

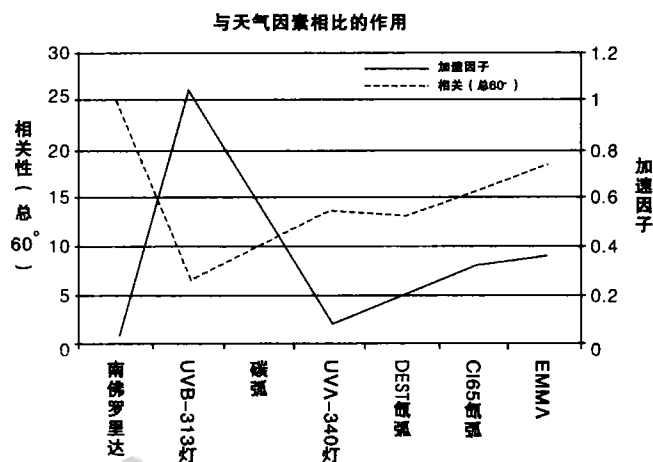


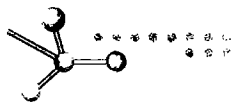
图 1 Florida 凝胶涂层老化结果与 7 个加速老化因子和相关的关系 (1996 年 SPI 51 次会议提供)

另外一个问题就是实验室加速老化试验的重现性。这一问题同样要着重注意两个方面。其一是试样的均匀性。试样的制备和处理对试验结果的重现性会有很大的影响, 样条质量的均一性直接决定着试验结果的重现性。另外, 对试样在制备和测试时是如何保存和处理也要特别的留意。

虽然实验室加速老化试验能够快速得到试验结果, 但当以其结果来对聚合物耐候性做出结论性的评价之前, 必须进行相当长的户外自然老化试验。人工老化试验不能替代户外自然老化试验。实验室加速试验的主要价值在于为汽车非金属材料的比较提供了可重复的试验条件, 这一点户外自然老化试验是无法严格控制的。

实验室加速老化试验的原则是在模拟的基础上加速。在决定采用实验室加速试验时, 发生在汽车上的重要老化行为必须被加速试验充分模拟, 并且加速试验必须尽量模拟汽车可能遇到的最恶劣的使用条件。

国际上, 主要的汽车制造商及其供应商、汽车工程师协会 (SAE)、国家工业织物协会 (IFAI) 和其他组织合作, 对实验室加速老化试验方法进行了标准化, 使之与大多数材料的历史户外试验和真实使用有良好的



相关性。目前,大部分汽车材料/零部件供应商将实验室加速试验作为产品质量控制的手段,而将户外自然老化试验作为最初选材的依据。汽车非金属材料的实验室加速老化试验方法主要包括 SAE J 1885 (汽车内部材料的可控辐照量的水冷式氙灯加速曝露试验) 和 SAE J 1860 (汽车外部材料的可控辐照量的水冷式氙灯加速曝露试验)。试验通过同时曝露标准参考材料(如标准聚苯乙烯试板或标准“兰羊毛”布)来协助确定人工加速老化设备的校正或设备之间、实验室之间的一致性。实验室加速老化试验的结果通过户外自然老化试验得到验证。但即使是 SAE J 1885 和 SAE J 1860 对许多汽车非金属材料的加速结果表现出与户外自然老化结果良好的相关性,也并不意味着二者百分百等效。

实验室加速老化的相关性和加速性是一个矛盾的组合体,前面已经提到,通常实验室加速试验的加速作用越大,其与户外自然老化结果的相关性就越差。从实用的角度来看,我们总是希望二者能都好。针对这种情况,相关研发人员进行了大量的探索和尝试,成功开发了一种折中的试验方法,即自然加速老化。这种试验方法综合了实验室加速老化和户外自然老化优点,使试验的相关性和加速性能够达到一个较为理想的平衡点。

加速自然老化的方法遵循加速试验的一般原理,通过提高单个自然老化变量的温度、辐照度和湿度的水平,使研究者较快的得到试验结果。这种方法非常注意老化机理的一致性,即保证在某些自然老化变量被提高后,汽车非金属材料的老化机理与其在最终使用环境中的老化机理相同,包括老化变量间的相互作用。目前,常用的自然加速老化方法包括黑箱曝露、玻璃下的黑箱曝露、加热的黑箱曝露、喷洒支架曝露、跟踪支架曝露、带水喷洒的跟踪支架曝露、控温控湿的玻璃下跟踪曝露、IP/DP 曝露、跟踪 IP/DP 曝露、太阳跟踪圆盘传送带曝露、太阳跟踪聚光加速曝露、玻璃下的太阳跟踪聚光曝露等等。这些方法的详细介绍会在系列论文中给出。目前,国外对这一领域有深入研究并能进行相关试验的主要是前面提到的美国 ATLAS 气候服务集团,仅其在凤凰城的太阳跟踪聚光设备就达 500 台之多。国内相关领域的研究相对滞后,但作为美国 ATLAS 公司在中国的唯一指定服务提供商,广州电器科学研究院在太阳跟踪聚光老化、IP/DP 曝露和黑箱曝露等方面进行了卓有成效的探索,并已成功拓展了相关的对外服务业务,服务对象包括很多国际知名的汽车制造商如通用和大众等。

广东塑料

您对本刊有任何观点或意见,请发邮件至本刊编辑信箱:pf125@sohu.com

产业资讯

Industry Information

汕头塑料机械模具总年产值超 100 亿元

汕头市塑料、机械、模具行业发展迅猛,已形成门类齐全、产业结构紧密、具备高科技优势的产业链结构体系。汕头因此成为全国最大的印刷包装薄膜生产、批发基地之一和全国三大印刷基地之一,作为华南地区塑料原料的中转物流集散基地的功能和地位也日益凸现。

据市经贸局提供的数据,目前约有塑料、机械及相关的模具企业共 3000 家,年工业产值超 100 亿元,占全市工业总产值的十分之一以上,在全市经济发展中具有十分重要的支柱地位和作用。

在塑料行业方面,全市有塑料生产企业近 1000 家,年产塑料制品近 100 万吨,主要产品有包装薄膜、塑料片、板材、塑料玩具、文具、电线电缆、音像制品、塑料日用品、家用电器等几十大类,三百多个品种,数万种款式。涌现出海洋第一聚苯树脂、保税区锦源聚脂等大型塑料生产企业。

在机械行业方面,全市有机械装备企业 1100 多家,涌现了远东轻化装备、金明塑胶、华鹰包装和天河工程机械等大型高科技塑料机械制造企业。罐头机械、食品加工机械、塑料机械、印刷包装机械等专用机械设备以及电线、电缆、电器开关设备等产品技术质量在全国同行业中位居前列。

在模具行业方面,全市现有模具生产厂家达 1000 多家,主要以日用品、化妆品、小电器模具为主,随着我市工艺玩具、化妆品、文具等产业的快速发展,近几年我市专业模具厂家不断增加,大部分模具企业全套引进德国、法国、意大利以及台湾地区最新的数控模具加工设备,大大提高了产品技术性能和质量档次,模具业呈现出加速发展的态势。

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. [船用橡胶隔振器寿命评估方法研究](#)
2. [丁苯胶垫片的加速老化与室内自然老化](#)
3. [非金属材料认证在家电产品认证中的应用](#)
4. [如何防止汽车老化——橡塑胶保护 伍尔特中国](#)
5. [《自然-化学生物学》：去乙酰化酶副产物对老化有重要影响](#)
6. [橡胶垫的烘箱加速老化与室内自然老化](#)
7. [汽车非金属材料的实验室加速老化和户外自然老化](#)
8. [丁苯橡胶垫片高温加速老化与室内自然老化](#)
9. [汽车危险报警开关气候老化性能研究](#)
10. [塑料实验室光源暴露试验方法：第2部分：氙弧灯](#)