

汽车常用的自然暴露试验方法

The Natrul Weathering Tests of Car

江 鲁 周修源

(中国电器科学研究院, 广东 广州 510300)

摘 要: 汽车(轿车)作为广泛使用交通工具,在其使用寿命期间,可能要历经各种严酷的环境条件。为了检验汽车(轿车)的环境适应性并控制其生产制造质量,国外著名的汽车(轿车)生产制造商在其质量控制体系中运用了各种行之有效的环境试验方法,其中汽车(轿车)及零部件材料的自然暴露试验方法是必不可少的。

关键词: 黑箱试验 太阳跟踪聚光加速试验
IP/DP箱试验 CTH Glas-Trac试验
整车自然暴露试验

Abstract: Modern-car is widely used in the world. In its life time, Modern-car will go throught a lot of rigorous environmental conditions. In order to test the adaptability of cars to environmental conditions and control car-making quality, worldly well-known car-manufacturers used many effective methods of environmental tests in their product systems. The natrul weathering tests of full-car , compnents and materials are proved to be necessary for a good-car .

Key words: Black box test EMMAQUA test
IP/DP box test CTH Glas-Trac test
Full-car test

1 前言

现代的汽车(轿车)是一种对耐候性有较高要求的交通工具。作为广泛使用的交通工具,汽车(轿车)在其使用寿命期间,就有可能历经各种各样的甚至是非常严酷的环境条件。

不仅如此,由于汽车(轿车)上各零部件所处的位置不一样,其工作环境也有很大的差异。汽车(轿车)车身是箱体结构,其零部件有在汽车车身箱体外部使用的零部件和在内部使用的零部件之分,前者暴露部分或全部在自然环境中,直接接受太阳的光辐射作用,自然雨雪、冰雹、霜露等侵袭,风沙尘埃、各种腐蚀介质的危害。由于相对封闭,汽车车身内部绝对湿度变化不大,但相对湿度变化很大。太阳光辐射透过汽车玻璃发挥作用,波长较短的紫外光的强度明显减弱。由于汽车(轿车)车身是箱体结构,在太阳光的辐射下箱体结构有蓄热效应,其上的零部件材料将普遍地承受更高的热负荷,具有更高的温度。由于零部件的位置不同,各自的温度会有明显的差异。

为了检验汽车(轿车)的环境适应性并控制汽车(轿车)的生产制造质量,汽车(轿车)生产制造商,尤其是国外著名的汽车(轿车)生产制造商在其质量控制体系中运用了各种行之有效的环境试验方法,其中汽车(轿车)自然暴露试验方法是必不可少的。在质量控制实践中,国外著名的汽车(轿车)生产制造商,还研发出了适于汽车(轿车)内外部零部件的自然暴露试验方法。经过持续地改进完善,这些汽车(轿车)内外部零部件的自然暴露试验方法已经成为相应的企业或行业标准,对推动汽车(轿车)产品质量的不断提高起到了应有的作用。

2 黑箱试验

2.1 黑箱试验简介

用于汽车外饰件自然暴露试验,其目的是使样品的温度达到汽车使用时水平表面的实际温度。研究表明在阳光下时,黑箱能够提高试验样品的温度,夜晚还能使试验样品产生较长时间的润湿。

2.2 黑箱试验所用设备

(1) 黑箱是一个涂有黑漆的顶部开口的金属箱。一般由抗腐蚀的金属制成,外表面应涂上黑色、耐高温的油漆。同时确保样品都能正确放置于曝晒区内。

(2) 在黑箱内可以添加一加热系统,该加热系统在需要的时候对黑箱内的空气进行加热升温,从而使黑箱上的试验样品在试验时保持一较高的温度。

2.3 黑箱试验的使用

(1) 黑箱试验主要用于汽车外部涂层样件及其它外部饰件的自然暴露试验。

(2) 样品试验时的老化快慢取决于季节、地理位置和涂层种类或外饰件的种类。通常在春末、夏天和秋初试验样品的老化速率较快,此时的太阳辐射强度高,环境温度也高,造成试验样品本身温度也高。

(3) 具有加热系统的黑箱通常用在温度较低的季节里,如冬季。但若温度对涂层的老化速率影响较大,为加快试验速度,在其它季节也可使用。

(4) 黑箱试验用于汽车外部涂层样件,其目的主要是在试验的时候增加样件的温度从而使样件的试验环境条件与实际使用时,汽车车身近似水平表面的环境条件接近。此时黑箱试验可以被看作仅仅是对产品最终使用条件的一种较好模拟的试验。但是若要通过改变样件的温度(经由具有加热系统的黑箱实现)达到加速样件老化的目的,黑箱试验也可以认为是一种户外加速试验方法。

2.4 黑箱试验样品的准备

(1) 试验样品的基体材料应与涂料使用在汽车上最终的基体材料大体相一致:金属板或塑料板;

(2) 试验样品的尺寸为 $100 \times 300 \text{ mm}$ ($4 \times 12 \text{ in}$);也可根据客户的要求采用其他样品尺寸;

(3) 试验样品要求平整,一般不得扭曲、弯曲,否

则会影响黑箱的密封,进而影响黑箱的试验效果;

(4) 对于小型样品或非刚性样品,可以采用任何有效的方法将这些样品贴附在涂有黑色油漆的金属板上(保证试验期间样品没有移动),以便放置在黑箱上进行试验。

2.5 黑箱试验方法

(1) 将试验样品放在黑箱上时,样品之间应不留空隙,必须放满黑箱的表面,如果样品的数量不足以覆盖黑箱用于暴露试验的区域,必须以涂有黑色油漆的金属板放满剩余的位置;

(2) 黑箱应放置在暴露支架上,黑箱的最低点距地面应大于 0.5 m ;

(3) 黑箱上放置样品的水平表面试验时应朝南与水平面呈 5° ;

(4) 用于测量黑板温度的黑板一般应与试样尺寸一致,并用与样品相同的方式放在同一试验区域内(有些标准还要求同时测量白板温度);

(5) 在曝晒过程中,样品每月都要用水清洗,清洗时间应选择在清晨凝露结束以后。

3 太阳跟踪聚光自然暴露试验

3.1 太阳跟踪聚光自然暴露试验简介

太阳跟踪聚光自然暴露试验是一种利用太阳跟踪聚光装置增加试验期间试验样品暴露表面的太阳辐射量并提高试样试验温度的自然暴露试验方法。

材料自然暴露试验光老化的主要影响因素为太阳辐射、温度和水分。因此强化这三者中的任一因素,或它们的组合,都会加速材料受试样品的老化。

太阳跟踪聚光装置强化了太阳辐射、温度两个因素。1960年前后,美国ATLAS气候试验服务集团首先研制了此种设备。目前使用的太阳跟踪聚光装置均采用菲涅尔反射聚光系统,即把10块矩形平面镜反射的光线聚焦到聚光板上,而试验样品就安装在聚光板上。这样的系统正常情况下可使试验样品得到约8倍的太阳光辐射或5倍的太阳紫外光辐射。最重要的是在这种暴露试验中试验样品所处的环境是自然环境,所接受到的光辐射是真实的太阳光辐射(反射)。

3.2 太阳跟踪聚光自然暴露试验所用设备

太阳跟踪聚光装置上除了装有10面反射平面镜的聚光装置外,另装有通风冷却系统、样品加湿装置、温度控制装置及太阳跟踪系统等。太阳跟踪聚光装置上可以在样品试验区安装一黑板温度计。该黑板温度计用于监控试验样品的表面温度。

3.3 试验样品的准备

(1) 样品的最大长度和宽度不能大于试验区的长度和宽度;

(2) 试验时所采用的样品冷却方式限制了样品的厚度应不超过13mm。

3.4 使用太阳跟踪聚光自然暴露试验的汽车材料

(1) 太阳跟踪聚光自然暴露试验主要用于汽车外饰件,如汽车玻璃、车灯用材料、汽车外部涂料、密封材料等;

(2) 太阳跟踪聚光自然暴露试验也用于某些汽车内饰件材料,不过此时加速试验应按玻璃下暴露试验的要求进行。

3.5 结束样品试验的条件

(1) 达到预定的对比样品性能变化的百分比;

(2) 达到预定的样品性能的规定值;

(3) 达到预定的样品接受的太阳辐射总量或紫外辐射量。

太阳光谱中的紫外辐射导致多数材料的老化。在太阳跟踪聚光暴露加速试验中样品接受的太阳紫外辐射量比在直接暴露试验中增加了数倍,从而导致样品老化加快。

经验表明,在太阳跟踪聚光装置上的试验样品,经历同样的紫外辐射量,无论在一年当中何时开始试验,老化效果具有可比性。美国ATLAS气候试验服务集团在太阳跟踪聚光暴露加速试验中推荐使用太阳紫外辐射量作为试验期指标。

3.6 太阳跟踪聚光暴露加速试验的循环方式

太阳跟踪聚光暴露加速试验的循环方式取决于试验材料的最终用途。比如汽车外饰件试验时需要喷水加湿,汽车内饰件则不需要。

3.7 太阳跟踪聚光自然暴露试验的新进展

(1) 试验区试验样品的温度控制

通过采用变速风机,改变流过样品表面的风速,达到不同的冷却效果;在试验区样品的背部安装加热板,需要时可以增加试验样品的温度;加装试验区温度控制系统,需要时可以设定其温度,并将温度控制在允许范围内。

在一年之中的不同季节开展太阳跟踪聚光自然暴露试验,试验温度存在较大的差别;每天的早晚试验温度也比正午时低;由于偶尔的气候的瞬间变化,试验温度会产生较大的波动。通过对试验区试验样品的温度有效控制,可以改善试验温度的波动及差异对样品试验效果的影响,提高试验的可重复性。

(2) 实现装置上试验区太阳辐射量的改变

通过在太阳跟踪聚光装置上安装数目不等的反射平面镜,可以改变试验区太阳辐射量。反射平面镜的安装数量可以是2、4、6、8、10,取决于客户的试验要求及材料类型。

根据一年之中季节的变化相应地改变反射平面镜的安装数量,如冬季使用较多的平面镜,而夏季使用较少的平面镜,通过适当地调节可以使试验样品在不同的季节获得太阳辐射量趋于一致,试验效果更有可比性。对于客户提供的对温度敏感试验材料,如深色热塑材料,通过与温度控制系统配合使用,可以获得更适宜的试验条件,使加速试验与最终使用环境条件具有更好的相关性。

4 IP/DP箱试验

4.1 影响汽车内饰件老化的主要因素

(1) 日光辐射:太阳光线需穿过汽车所使用的玻璃才能照到汽车内饰件表面上。在此过程中,日光辐射部分被反射,部分被玻璃本身吸收,剩下的部分才会对汽车内饰件的老化产生影响。

(2) 温度:外部环境气候因素并不直接作用于汽车内饰件上。但经验和试验均表明:汽车在某些情况下,如在露天停车场或在高速公路上停留,时至烈日当头,而车门又紧闭(空调没启动)时,车内空气温度会迅速上升可能达到65~70℃。车前部仪表板某处的表面温度更会超过100℃。

(3) 水分:汽车内饰件一般不会直接受到自然气

候中雨水的影响,汽车内部空气中的绝对含湿量也不会变化很大,相对湿度不会很高。因此在影响汽车内饰件老化的因素中,水分是一个相对次要的因素。

汽车内饰件在主要影响因素光和热的作用下将发生老化—功能退化现象,如常见的有:起泡、裂纹、收缩、变形、分层、颜色和光泽变化等,这些功能退化现象轻则影响外观,重则能影响汽车的使用。

4.2 IP/DP箱试验简介

IP/DP (Instrument Panel/Door Panel) 仪表板和门板。IP/DP箱专指汽车仪表板、门板等内饰件作试验用的玻璃箱。IP/DP是箱最先由美国通用汽车公司设计推出用于汽车内饰件的自然老化试验,并形成了相应的企业标准。随后该试验方法为其它汽车生产企业所仿效。如美国福特汽车公司、德国大众汽车公司等都有相类似的标准,尽管各汽车生产企业的一些参数、试验条件有所变化,但试验形式基本相同。

IP/DP箱的主要设计依据是:美国通用汽车公司标准GM9538P和GMW3417。这两个标准规定了IP/DP箱的设计要求、类型、功能及使用条件。

4.3 IP/DP箱试验的使用

汽车内部使用的非金属零部件都可以用IP/DP箱进行玻璃下自然暴露试验。根据汽车内饰件在汽车内不同的安装位置,对其环境条件进行分类,以便更合理地有针对性地实施试验。

(1) 处于汽车中恶劣环境位置的零件或总成件:如仪表板上部,衣帽架,前后柱饰板,方向盘,喇叭面板等。

(2) 易受到日光照射,但并不靠近前挡风玻璃区域的位置,而且其表面温度一般不超过95℃的零件或总成件:如仪表板下部,副仪表板,车门饰板等。

(3) 处于汽车中遮蔽的区域,而且仅在某段时间会受到日光照射的零件或总成件:如副仪表板前盖板等。

(4) 通常不易受到日光照射,而且通常环境温度低于以上类别的零件或总成件:后备箱内的零件,如后备箱内衬等。

4.4 IP/DP箱试验方法

(1) 根据汽车内饰件的种类按GM2617M或其

它标准选择试验条件,或客户决定试验条件:玻璃类型、黑板的极限温度、试验周期(Duration)、其它试验要求(如定期清洁试验样品等)。

(2) 试验样品的安装

1) 在同一IP/DP箱内的试验样品一般要安装在一块铺有白硬纸板的胶合板上,且应使各试验样品的主要受光面位于同一平面上;

2) 各试验样品的主要受光面应平行于IP/DP箱上的玻璃板面,且应安装在玻璃下50~100mm之间;

3) 试验样品在IP/DP箱内安装时,安装位置应使试验样品的边沿距箱体内部左右两端至少150mm;距箱体内部前后两端至少100mm。

(3) 设置IP/DP箱黑板极限温度。

(4) 检查IP/DP箱控制系统

1) 风机是否在黑板温度达到设置的极限温度值时启动运行,运行后,在黑板温度降到设置的极限温度值以下3℃时,停止运行;

2) 超温保护装置在黑板温度达到设置的极限温度值以上6℃时,应放下卷帘。

(5) 开始试验

在相应的表格上记下相关的数据信息。

(6) 试验期间的维护、校准

1) IP/DP箱需每月清洁一次;

2) IP/DP箱上的玻璃,每月用清洁水、干净软布(要求不起毛)湿洗内、外表面。若有油迹等,可用软性清洁剂经清洁水稀释后,再用干净软布(要求不起毛)湿洗,注意湿洗时,应防止任何清洁剂、水滴落到试验样品上,遇有特殊情况,如雨天等,应及时清理玻璃;

3) IP/DP箱内用的温度传感器、太阳辐射表应按要求定期校准;

4) IP/DP箱上的玻璃板应定期更换。

(7) 按试验要求定期检查试验样品,若试验样品有异常应予以记录并及时通知客户。

5 CTH Glas-Trac试验

5.1 CTH Glas-Trac™试验介绍

CTH Glas-Trac是一种玻璃下的太阳跟踪自然暴

露试验装置,它可以模拟汽车车内环境状况:试验箱内的温度及相对湿度按白昼与夜晚条件分别控制;试验箱内的太阳光辐射模拟汽车车内的太阳光辐射。因此它主要用于汽车内饰材料的自然暴露试验,检验汽车内饰材料的耐久性。该装置具有双轴太阳跟踪系统可以使CTH Glas-Trac试验装置与太阳光保持正对,从而获得最大太阳辐射量。

CTH Glas-Trac试验装置的主要设计依据是:SAE J2230汽车内饰材料的加速曝晒。这个标准规定了CTH Glas-Trac试验装置的设计要求、类型、功能及使用条件。

5.2 CTH Glas-Trac试验装置

CTH Glas-Trac试验装置上装有太阳自动跟踪系统以保证装置“正对”太阳。试验装置上的试验箱是一个封闭的箱体,上罩有一玻璃箱盖,玻璃箱盖所用玻璃一般为3mm厚的透明回火玻璃,或类似的汽车用玻璃。试验装置上装有空气温湿控制系统。CTH Glas-Trac试验要求使用紫外辐射计测量记录样品试验时所接受到的太阳紫外辐射量,以控制样品的试验时间。该紫外辐射计试验时应安装在玻璃后面,这里的玻璃应与试验箱体上所使用的玻璃一致。CTH Glas-Trac试验所使用的紫外辐射计有两种:

- (1) 宽波段的紫外辐射计:波长范围为295~385nm;
- (2) 窄波段的紫外辐射计:波长为340±2nm。

5.3 用CTH-Glas Trac试验的一般汽车内饰材料

编织物(Fabrics)、安全气囊盖(Air bag covers)、靠垫(Headliners)、支柱材料(Pillar materials)、座垫(Seat cushions)、头枕用材料(Headrests)等。

5.4 CTH-Glas Trac试验程序

- (1) 将试验样品安装在样品安装架上。
- (2) 常规的CTH-Glas Trac试验循环如表1所示。
- (3) 确保在CTH-Glas Trac试验装置上正确地设置温度、湿度和时间。
- (4) 使用下述方法之一累计暴露时间:1)对规定辐射暴露的暴露样品测量总紫外辐射量。单位: MJ/

表1 CTH-Glas Trac试验循环

参数	白昼条件	夜晚条件
温度	70±5 °C	38±5 °C
湿度	不控制	75±10 %R.H
时间	8 a.m.~6 p.m.	6 p.m.~8 a.m.

m², 295~385 nm; 2)对规定辐射暴露的暴露样品测量紫外辐射量。单位: kJ/m², 340nm。

6 汽车整车暴露试验

6.1 汽车整车暴露试验简介

汽车整车暴露试验就是在选定的暴露场地按要求摆放、操作、检测的自然暴露试验方法。主要是对该部汽车最终用户停放环境暴露过程的模拟。汽车整车暴露试验有如下特点:

- (1) 汽车整车暴露试验条件模拟该部汽车最终使用环境条件,所以试验过程中暴露出的问题、试验检测的结果真实可靠;
- (2) 由于是完整的一部汽车进行暴露试验,在暴露试验过程中,该车上的所有材料、零部件除了接受环境应力的作用外,它们还会相互影响;
- (3) 与材料零部件的暴露试验相比,汽车进行暴露试验的加速效果最小;
- (4) 性能检测除外观性能外,还有使用性能;
- (5) 为了更好地了解影响整车试验环境因素,可在选定的零件部位上安放传感器,如温度、湿度传感器,太阳辐射传感器等;

(6) 整车自然暴露试验标准:无论是国外厂商还是国内厂商均很少制订专门整车自然暴露试验标准。美国通用汽车公司、福特汽车公司等没有整车暴露试验标准。目前只有德国大众有一份汽车零部件标准VW50185 含有较多的整车自然暴露试验的内容。另外国内有一份汽车行业标准QC/T728-2005。国外作整车自然暴露试验或按VW50185标准进行或按整车生产厂家提出的要求进行。

6.2 整车暴露试验方法(参照VW50185标准)

(1) 场地要求:一般为湿热气候,如美国佛罗里达迈阿密暴露场,停车地为草地。或为干热气候,如

亚利桑那凤凰城暴露场, 停车地为砂地。暴露场应有排水设施, 确保停车处遇到雨水天气不会长时间积水。

(2) 朝向: 一般应南北朝向自然放置于暴露场内。在北半球, 试验车的前风挡玻璃朝正南方向。在南半球, 试验车的前风挡玻璃朝正北方向。

(3) 试验车状态:

1) 试验时, 要求试验车的所有车门、车窗和通风系统都要紧密关闭;

2) 遮阳板: 驾驶员位置上的遮阳板在上位, 副驾驶位置上的遮阳板在下位, 若有第3个遮阳板则在下位;

3) 头枕: 驾驶员侧的头枕在高位; 副驾驶侧的头枕在低位;

4) 扶手: 乘坐时放下位置;

5) 方向盘: 调到最高位置;

6) 窗遮阳帘: 置于卷起位置; 每周放下再卷起操作一次;

7) 玻璃车顶内盖板: 如果试验车带玻璃车顶, 玻璃车顶内盖板放在遮住玻璃一半的位置上;

8) 敞篷车车顶: 如果试验车是敞篷车, 则每7天为一操作周期, 并按表2要求执行状态操作。

表2 敞篷车车顶状态操作

日期	第1天	第2天	第3~6天	第7天	备注
操作	10:00am ~ 3:00pm, 车顶打开1h后关闭车顶关闭。	8:00am车顶打开, 3:00pm	车顶关闭	车顶关闭。用软刷干洗。	每4个操作周期在干洗之后用水和软刷湿洗一次。

(4) 车辆清洁维护

1) 车辆外部: 每周湿洗一次。用汽车高压清洗机清洗, 也可以用海绵擦洗; 2) 车辆内部: 每月清理一次。清理时用吸尘器对车辆内部各处遍吸一次, 用水和洗手皂湿洗车辆内部各处, 用异丙醇和水清除析出物和其它残留物。

(5) 检测评估:

车辆检测每两个月进行一次。车辆检测一般应安排在车辆清洁并充分晾干过后进行。

1) 外观检测: 一般应在不受阳光直射, 自然光线充足、明亮的地方, 进行各种老化现象的目测检查。检查时可采用5~10倍放大镜, 对试样进行观察。

目测项目: 颜色变化、起泡、裂纹、锈蚀、长霉、起霜、零部件变形、表面发黏等; 仪器检测项目: 色差、光泽等。

2) 性能检测: 在暴露试验中, 整车每周启动一次并运行一段时间(如40min), 运行前后分别对以下功能件进行检查: 检查空调、音响及各车灯的工作情况是否正常; 检查刮水器、风窗洗涤器、除霜装置、玻璃升降器、门锁、内锁提钮、行李箱门及发动机盖等性能是否正常; 检查发动机、变速器等工作情况是否正常及电池充电性能等。

3) 气味检测: 在阳光直射及车辆温度最高的时候, 由专人检测车内气味并进行评级。

4) 其它检测: 零部件适应性检测、划痕腐蚀检测等。

(6) 整车暴露环境因素数据收集

汽车内外主要零部件表面温度、汽车内部空气温度和相对湿度、汽车内部太阳辐射量。

参考文献

- 1 ASTM D4141. 对涂层进行户外加速暴露试验的标准方法.
- 2 ASTM G90. 利用自然阳光聚能进行非金属材料户外加速耐候试验的规程.
- 3 ATLAS. Weathering Testing Guidebook.
- 4 GM 9538P. 汽车内饰件的老化暴露试验.
- 5 GMW 3417. 汽车内饰件的老化暴露试验.
- 6 SAE J1976. 外饰件的户外老化试验.
- 7 SAE J1961. 以菲涅耳反射聚集日光仪对汽车外饰件所进行的加速暴晒测试.
- 8 SAE J2230. 汽车装饰材料的加速曝晒.
- 9 VW 50185. 车辆零部件耐候性.

作者简介: 江鲁, 副研究员, 长期从事环境试验设备研发设计制造, 目前从事环境技术的研究工作。