

汽车整车在典型环境下大气暴露试验结果分析

张涛^{1,2}, 周漪^{1,2}, 刘静^{1,2}

(1. 西南技术工程研究所, 重庆 400039; 2. 重庆市环境腐蚀与防护工程技术研究中心, 重庆 400039)

摘要: 目的 考核汽车整车在典型环境的耐候性。方法 选取国内5个典型环境开展整车大气暴露试验, 积累汽车的耐候性数据。结果 获得了车体温度分布情况、整车的外观变化以及运行使用性能方面的环境试验数据。结论 通过对试验结果分析显示, 在各种典型气候环境条件下, 车体温度的分布情况及整车外观、内外饰材料的腐蚀老化特征具有明显差异, 为了能够全面考核汽车的耐候性, 需要综合考虑各种气候环境的不同影响。

关键词: 典型环境; 整车; 大气暴露试验

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2013.06.012

中图分类号: U467 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2013)06-0050-06

Analysis of Complete Vehicle Atmosphere Exposure Test Results in Typical Environments

ZHANG Tao^{1,2}, ZHOU Yi^{1,2}, LIU Jing^{1,2}

(1. Southwest Technology and Engineering Research Institute, Chongqing 400039, China; 2. Engineering and Technology Center of Environmental Corrosion and Protection of Chongqing, Chongqing 400039, China)

ABSTRACT: **Objective** To evaluate the weather durability of complete vehicle in typical environments. **Methods** The complete vehicle atmospheric exposure test was carried out in five selected inland typical environments to accumulate data for complete vehicle weather durability. **Results** Distribution of vehicle body temperature, and change of complete vehicle appearance, as well as the operation performance environmental test data were obtained. **Conclusion** The test results revealed that the distribution of vehicle body temperature, the appearance of complete vehicle, and the corrosive aging characteristics of the interior & exterior material were obviously different in various typical environments. It is necessary to consider the effects of different climates in comprehensive evaluation of vehicle weather durability.

KEY WORDS: typical environment; complete vehicle; atmospheric exposure

收稿日期: 2013-10-12; 修订日期: 2013-10-25

Received: 2013-10-12; Revised: 2013-10-25

作者简介: 张涛(1969—), 男, 重庆人, 高级工程师, 主要研究方向为防腐工程技术与环境试验技术。

Biography: ZHANG Tao(1969—), Male, from Chongqing, Senior Engineer, Research focus: corrosion prevention engineering and environmental test technology.

汽车作为全天候使用的产品,耐气候老化性能是一个重要指标,国内外主要汽车生产企业都建立了一套科学、完善的汽车耐候性质量控制体系,在这一体系中,整车大气暴露试验是汽车耐候性考核的一个重要手段^[1]。整车大气暴露试验是将汽车置于能代表某一气候类型区域的室外自然大气环境条件下进行暴露,让其经受阳光、温度、湿度、雨水、氧、臭氧及其它环境因素的综合作用,按规定的暴露试验期限,定期检查其外观、零部件匹配情况、功能变化。试验过程中,所有材料和零部件的分布与实际使用状态保持一致,保证老化过程中的相互作用,老化速度和类型最接近于实际情况,以得到真实的试验数据。整车大气暴露试验结果对于汽车产品耐候性的研究和评价具有重要的指导意义。

1 试验

根据《QC/T 728—2005 汽车整车大气暴露试验方法》的要求,汽车整车暴露场地应选择中能代表各

种气候类型的典型的有苛刻环境气候条件的区域内^[2],此次整车大气暴露试验地点选取了海南万宁、重庆江津、黑龙江漠河、西藏拉萨和甘肃敦煌,分别代表了我国湿热海洋、亚湿热酸雨、寒冷低温、高原低气压和干热沙漠这几种主要的典型气候类型。

试验采用整车自然大气直接静态暴露方法,将汽车整车南北朝向自然放置于各试验站点的暴露场内,试验车的前挡风玻璃朝正南方向。

整车大气暴露试验时间为1年,试验期间,主要针对车体温度分布情况、整车的外观变化以及运行使用性能方面进行检测和评定。

2 试验结果

2.1 整车老化腐蚀现象

在各种典型气候环境条件下,汽车整车、零部件及材料出现的老化腐蚀现象具有明显差异性,整车老化腐蚀现象见表1。

表1 典型环境特征及老化腐蚀现象

Table 1 Typical environment features and vehicle corrosion phenomenon

试验地点	气候类型	典型环境特征	老化腐蚀现象
万宁	湿热海洋	高温、高湿和强烈的太阳辐射,高氯离子浓度。	车身涂层明显变色、附着力下降,橡胶件长霉、塑料件变色、金属件严重锈蚀。
江津	亚湿热酸雨	高温、高湿和酸雨严重。	车身电镀件明显氧化腐蚀,金属件锈蚀,车身涂层和橡胶件玷污。
漠河	寒冷低温	日照时间长,温度低,年温差大。	橡胶件和皮革制品变硬开裂,冬季车辆启动困难。
拉萨	高原低气压	低气压、强辐射、含氧量少。	橡胶和塑料件变色、开裂和出现析出物。
敦煌	干热沙漠	太阳辐射强,昼夜温差大,沙尘天气较多。	车身涂层表面磨损、失光和厚度明显下降,橡胶和塑料件老化变色。

2.2 车体温度监测结果

试验期间,利用温度传感器监测并记录了车体主要部位的温度变化情况,温度传感器的安装如图1和图2所示。获得的各试验点车体温度测量最大值和最小值见表2。

2.3 车身涂层检测结果

通过1年的整车大气暴露试验,车身涂层的检



图1 整车外部温度传感器

Fig.1 Exterior temperature sensors set

测结果见表3。



图2 整车内部温度传感器
Fig.2 Interior temperature sensors set

3 结果分析

3.1 车体温度分布规律

试验中主要对车体发动机盖、车顶、保险杠和仪表板等部位的温度进行了监测,车体温度最大值主要出现的部位在车内仪表板处,最低温度出现在车顶部

表2 车体最高温度和最低温度
Table 2 Maximum and minimum temperature of vehicle body

敦煌		拉萨		万宁		漠河		江津	
最高 温度/℃	最低 温度/℃	最高 温度/℃	最低 温度/℃	最高 温度/℃	最低 温度/℃	最高 温度/℃	最低 温度/℃	最高 温度/℃	最低 温度/℃
92.6	-29	117.0	-24.8	90.4	5.5	90.6	-44.6	89.7	0.3

表3 车身涂层大气暴露检测结果
Table 3 Atmospheric exposure test results of vehicle coating

检测项目	试验地点				
	敦煌	拉萨	漠河	江津	万宁
失光程度	明显失光	很轻微失光	很轻微失光	很轻微失光	很轻微失光
变色程度	无变色	轻微变色	无变色	无变色	明显变色
厚度下降/ μm	≥ 12	≤ 5	≤ 5	≤ 6	≤ 7
划痕腐蚀深度/mm	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≥ 7	≥ 10
附着力变化	无变化	无变化	无变化	无变化	下降一级

位。从表2中可以看出,拉萨试验站的车体温度最高,仪表板最高温度达117℃,漠河试验站的车体温度最低,为-44.6℃。从图3和图4可以分析出,车体温度变化规律与环境密切相关。由于强烈的太阳辐射,拉萨试验站的车体昼夜温差大,与万宁试验站相比,对汽车零部件及材料的温度冲击效应更为明显。同时,所有试验车的车内仪表板表面最高温度远远高于车顶的最高温度,而最低温度则基本一致。这主要是由于白天阳光透过前挡玻璃引起的附加温升,造成汽车内部密闭空间温度较高,因此,在进行仪表板材料设计选型时应充分考虑这一因素,尤其是在高原地区使用的车辆。

3.2 环境对车身涂层的影响

不同的环境对车身涂层的影响有明显差异。

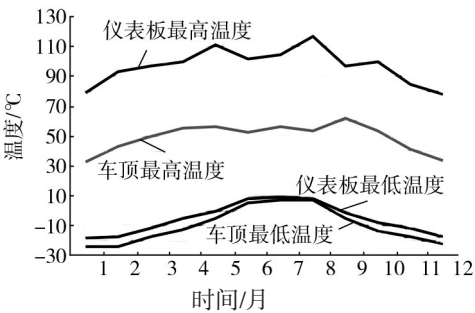


图3 拉萨车内仪表板和车顶表面温度变化情况
Fig.3 Surface temperature changes of instrument board and vehicle roof in Lhasa

1) 敦煌属于典型的干热沙漠环境,由于具有太阳辐射强、昼夜温差大、沙尘天气较多的特点,容易造成涂层的老化和磨损,主要表现为车身涂层的明显失光和厚度降低。

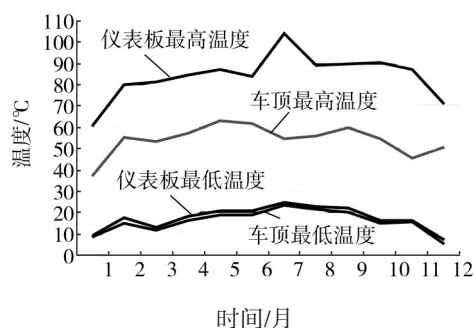


图4 万宁车内仪表板和车顶表面温度变化情况

Fig.4 Surface Temperature Changes of Instrument Board and Vehicle Roof in Wanning

2) 由于万宁的气候环境为高温、高湿、高海盐粒子浓度环境,江津的气候环境为湿热酸雨环境,因此金属材料在这2个地区的腐蚀速度明显高于其它地区,表现为涂层划痕腐蚀深度扩展迅速。其中,万宁站划痕腐蚀深度最大为14 mm,典型腐蚀图片如图5和图6所示。

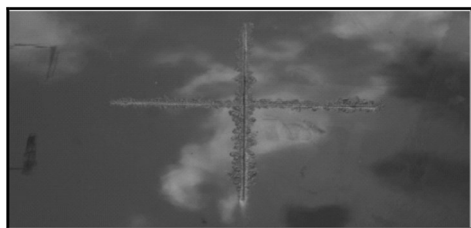


图5 万宁车身划痕腐蚀状况

Fig.5 Scratch corrosion status of vehicle body coating in Wanning

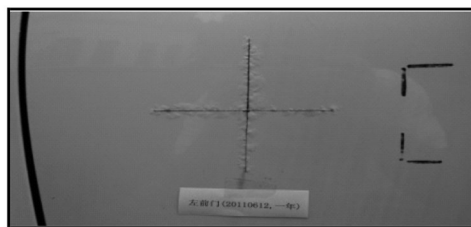


图6 江津车身划痕腐蚀状况

Fig.6 Scratch corrosion status of vehicle body coating in Jiangjin

3) 从试验结果来看,湿热海洋环境下的万宁站中暴露的试验车辆,受高温、高湿、高海盐离子浓度和较强的太阳辐射等环境因素共同作用下,涂层的老化进程明显加快。其中,最早表现出来的是涂层附着力下降,这是由于在相同的相对湿度下,温度越

高,绝对湿度越大,则周围空间水蒸气压力增加,同时温度越高,高分子链的热运动越剧烈,加速形成了分子间的空隙。这些都有利于水分透入漆膜,在两层漆膜之间积聚,会降低层间附着力,随后再向深入一步发展,到达漆膜与底板之间,从而降低了涂层与底板的附着力。

4) 颜料及助剂的选择和环境因素是影响涂层保色性能的两大主要因素,颜料的色泽、类型和助剂的添加等都会影响涂层的保色性能。从表3中失光与变色程度数据来看,环境中高温、高湿、高太阳辐射的综合作用更容易导致涂层变色。

3.3 环境对车辆非金属材料件的影响

从表1的整车老化腐蚀现象来看,试验期间,部分橡胶和塑料件老化比较严重,表现为橡胶件的变形、变硬、开裂、粉化、析出物和长霉等,塑料件的变色和变脆等,典型老化现象如图7—10所示。这种情况多发生在阳光能直射的部位,说明太阳辐射所产生的光效应和热效应是造成橡胶和塑料材料老化的最主要因素。漠河站特有的寒冷气候,汽车长时间处于低温环境中,容易造成内饰皮革件变硬老化。

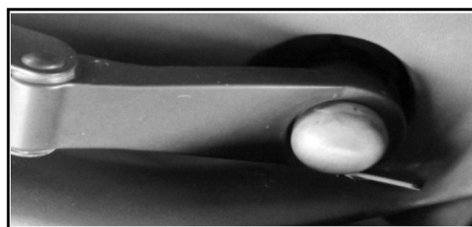


图7 雨刷明显变色

Fig.7 Obvious color change of windshield wiper

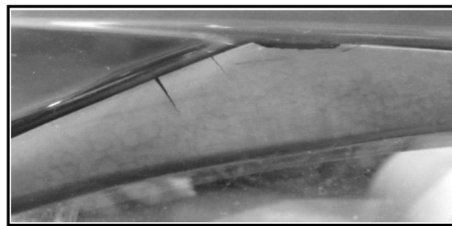


图8 外饰件变形和开裂

Fig.8 Deformation and cracking of interior and exterior materials

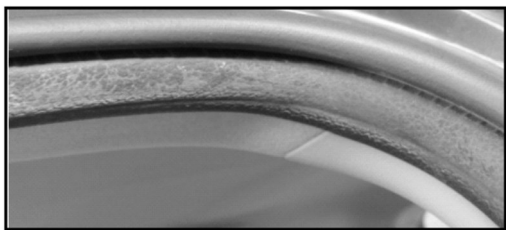


图9 密封条出现析出物

Fig.9 Exudates of seals

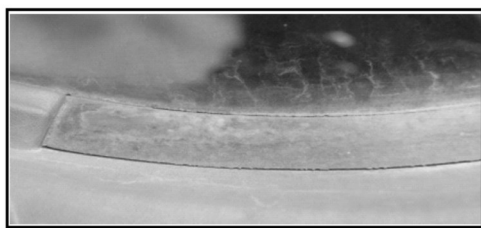


图10 密封条粉化、长霉和变硬

Fig.10 Chalking, mildew growth and hardening of seals

3.4 环境对车辆内饰的影响

车内座椅织物面料经过3个月的暴露试验就出现明显变色,织物面料的耐光老化性能还有待提高,同时应尽量避免太阳光长时间的直接照射。内饰纺织品件典型老化变色现象如图11和图12所示。

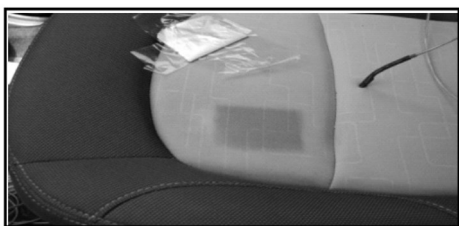


图11 座椅织物面料明显变色

Fig.11 Obvious color change of chair textile

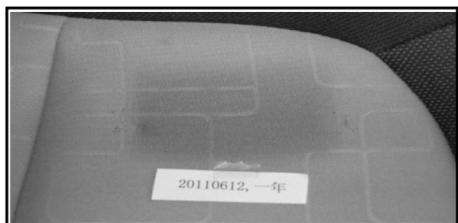


图12 副驾驶座椅布严重变色

Fig.12 Serious color change of copilot cloth

内外饰金属件总体耐腐蚀性能较好,由于江津的特有的酸性气候环境造成车标电镀层出现较严重的氧化,典型腐蚀现象如图13和图14所示。在城市工业酸性大气环境中,车身电镀件的耐酸性腐蚀性能中应加以重视。



图13 车标出现较严重的氧化点

Fig.13 Oxidation points on vehicle logo

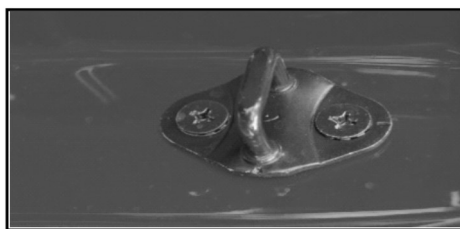


图14 门扣轻微白霜蚀

Fig.14 Slight white frost on door handle

3.5 环境对汽车功能件和车内气氛的影响

汽车功能件除受冬季漠河站严寒气候影响,车辆启动困难以外,其它功能件的故障主要表现在蓄电池、车灯、空调叶片、换挡杆等方面。随着车内温度的升高,各种高分子内饰材料的老化分解和挥发速度会加快,车内气味变化也更为明显。

表4 汽车功能件和车内气味检查结果

Table 4 Test results of functional components and inner smell of vehicle

检测 项目	试验地点				
	敦煌	拉萨	万宁	漠河	江津
功能件故障数量	5	6	3	4	2
车内气味变化	2级	3级	1级	2级	1级

4 讨论

整车大气暴露试验主要是针对整车、零部件及材料的外观进行检测,而需要加工成一定形状的标准才能检测的项目一般不能实施,比如橡胶件、塑料件的力学性能,涂层的抗冲击性能等^[3]。为了解决这一问题,可以在整车大气暴露试验的同时,同时投试部分关键零部件及材料,可参照零部件在车上的实际安装位置,采取暴露架、玻璃框、黑箱^[4]或IP/DP箱^[5]等大气暴露试验方式,还可以将一些材料加工成便于检测的标准样品进行试验。

我国整车自然环境试验尚处于起步阶段,至今仍未有整车及零部件大气暴露试验的相关国家标准出台,2005年颁布实施了行业标准QC/T728—2005《汽车整车大气暴露试验方法》。该标准结合国内多年来从事整车及其零部件材料制品湿热带地区大气环境老化暴露试验的经验以及我国汽车工业发展的具体情况,借鉴或引用了SAE,GM,VW等行业或企业标准内容,对整车自然大气直接静态暴露试验方法及其老化试验评价内容作了原则性的规定,适合于亚热带气候环境,对于寒冷、沙漠、高原等典型环境却未作充分考虑。目前,国内整车大气暴露试验和评价方法初步建立,有待进一步规范和完善。试验方式还处于探索阶段,有待不断改进和创新。

5 结语

汽车整车大气暴露试验结果显示,在不同气候环境条件下,车体温度的分布情况及整车外观、内外饰材料的腐蚀老化特征具有明显差异。为了能够全面考核汽车产品的耐候性,需要综合考虑各种气候环境的影响。自然环境变化具有复杂性和不可预见性,且各因素之间相互关联,协同作用,因此,极难应用某单一因素的改变来评定汽车产品老化情况,必须进行系统的综合验证考核^[6]。实验室模拟环境试验无法完全真实模拟大气环境中的太阳辐射、沙尘

暴、降尘、温湿度变化和腐蚀介质等多种因素对产品的综合影响。整车大气暴露试验的试验条件是最接近产品实际使用情况,试验过程中,汽车零部件及材料受到各种环境因素的协同作用,试验结果可以真实直观地反映出产品性能在多种环境因素复杂作用下的演变规律。试验和研究获得的数据与规律,准确可靠,符合使用实际,对于整车和零部件的合理选材,正确选择防护措施,延长使用寿命,提高车辆可靠性和用户满意度具有十分重要的意义。

参考文献:

- [1] 何德洪,苏艳,杨万均. 汽车整车及零部件大气暴露试验方法探讨[J]. 装备环境工程,2007,4(6):7—12.
HE De-hong, SU Yan, YANG Wan-jun. Discuss on Atmospheric Exposure Test Method of Complete vehicle and Parts [J]. Equipment Environmental Engineering 2007, 4(6): 7—12.
- [2] QC/T728—2005, 汽车整车大气暴露试验方法[S].
QC/T728—2005, Road Vehicle—Test Method of Exposure to Weathering[S].
- [3] 陆启凯,揭敢新,王俊. 汽车老化试验技术[M]. 广州:华南理工大学出版社,2010.
LU Qi-kai, JIE Gan-xin, WANG Jun. Automotive Weathering Test Technology[M]. Guangzhou: South China University of Technology Press, 2010.
- [4] 何德洪,肖敏. 黑箱加速大气暴露试验热强化效应和相关性研究[J]. 装备环境工程,2010,7(4):43—47.
HE De-hong, XIAO Min. Research on Correlation and Heat Enhancement Effect of Black Box Accelerated Atmospheric Exposure Test[J]. Equipment Environmental Engineering, 2010, 7(4): 43—47.
- [5] 庄奕玲. 汽车耐大气老化性暴露试验方法[J]. 汽车技术, 2002(5): 24—26.
ZHUANG Yi-ling. Automotive Atmospheric Exposure Test Method[J]. Automotive Technology, 2002(5): 24—26.
- [6] 汪学华. 自然环境试验技术[M]. 北京:航空工业出版社, 2003.
WANG Xue-hua. Natural Weathering Test Technology[M]. Beijing: Aviation Industry Press, 2003.