《汽车涂层户外加速腐蚀试验方法》编制说明

**一、工作简况**

1.1 任务来源

《汽车涂层户外加速腐蚀试验方法》 团体标准是由中国汽车工程学会批准立项，**文件号中汽学函【2018】55号，任务号为2018-2(由学会填写)。**本标准由中国汽车工程学会防腐蚀老化分会提出，海南热带汽车试验有限公司、美国Q-Lab公司中国代表处、众泰汽车工程研究院、重庆长安汽车股份有限公司、中国科学院金属研究所、一汽-大众汽车有限公司、一汽解放青岛汽车有限公司、上海菲瑟汽车技术服务有限公司、中国第一汽车股份有限公司天津技术开发分公司、中国重型汽车集团有限公司工艺研究院、安徽江淮汽车集团股份有限公司、中国汽车技术研究中心有限公司、湖南湘江关西涂料有限公司、新疆吐鲁番自然环境试验研究中心、一汽大众成都分公司等单位起草。

1.2编制背景与目标

在一辆汽车中钢材所占的比例约为72%～88%，通过汽车腐蚀调查表明，除意外交通事故损坏或部分零部件磨损外，腐蚀是汽车损坏、报废的重要原因。在总的腐蚀损失中有相当大的比例是由于大气腐蚀造成的。据统计，我国每年汽车腐蚀造成的经济损失达1000亿以上。为了避免金属腐蚀，通常会对车身、底盘等重要金属部件采用涂层等表面防护体系进行防护，因此，研究带涂层金属的腐蚀规律，提升其耐腐蚀能力具有非常重要的意义。

为了缩短试验周期，开发最优性价比的表面处理材料及工艺，设计出最优性价比的产品，我们认为有必要开展“汽车涂层户外加速腐蚀试验方法”研究，将有利于提高整车涂层的整体防腐性能，延长整车涂层使用寿命。同时，为汽车涂层防腐与老化工作输入平台性技术成果。

1.3主要工作过程

本标准于2016年10月开始标准学习；2016年10月到2018年10月份进行了标准相关的试验操作工作；2019年1月至5月进行了标准编写工作；2018年12月份至9月份对标准进行了申报、修改及讨论。预计2019年12月底之前完成标准的公布工作。

2019年1月11日由海南热带汽车试验有限公司主持召开了标准工作组筹备会议，成立标准工作筹备小组，进入标准工作组筹备阶段。

2019年1月由海南热带汽车试验有限公司向中国汽车工程学会（以下简称中汽学会）提出制订《汽车涂层户外加速腐蚀试验方法》标准的申请，2019年3月成立了标准工作组，提出撰写思路并进行分工。

标准工作组于2019年5月在余姚召开了标准启动会，会议确认了标准工作计划、撰写大纲、章节目录和工作分工。各起草人对本标准的内容逐字逐句地进行了积极热烈的讨论，形成了征求意见处理汇总处理表，其中大部分意见被予以采纳和接受。

例如，修改条款1中的相关内容，增加引用文件和术语、对条款 8.3.3 从顺序上进行调整，建议放在8.3.1位置，其他内容的序号顺延。

2019年9月，由学会组织CSAE标准专家组邮件评审。

2019年12月，形成征求意见稿并公开征求意见，起草组根据反馈意见进行修改后形成标准送审稿。

**二、标准编制原则和主要内容**

2.1标准制订原则

在充分总结和比较了国内外汽车涂层防腐蚀老化标准的基础上，参考各汽车制造厂商对汽车涂层相关防腐要求，结合我国目前发展情况，编制了该技术条件。本标准的制订充分考虑汽车涂层防腐行业发展，确保标准的科学性、先进性、可操作性，以促进汽车涂层防护技术的发展。

2.1.1通用性原则

本标准提出的户外加速腐蚀试验方法适用于汽车用钢铁、铝、铜及其合金等金属覆盖层，其他类型金属覆盖层涂层可参照执行。

2.1.2指导性原则

本标准提出的方法能为汽车涂层的防腐蚀老化要求提供指导作用。

2.1.3协调性原则

本标准提出的方法与目前使用的国家标准中的方法协调统一、互不交叉。仅作为一种更便捷、精确度更高、更高效的方法对目前使用的方法进行补充。

2.1.4兼容性原则

本标准提出的涂层户外加速腐蚀试验技术条件充分考虑了汽车涂层防腐蚀老化性能，具有普遍适用性。

2.2 标准主要技术内容

本标准共分为11章，规定了试验设备、技术要求、试验方法等。内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、技术要求、试验方法及结果评价。

2.3关键技术问题说明

本标准提出的户外加速腐蚀试验技术条件主要要求了汽车涂层防腐蚀性能。通过总结和比较了国内外汽车涂层防腐蚀老化标准，本标准提出的检测项目合理、构建了较为完善的户外加速腐蚀试验技术条件体系。根据验证结果分析，本标准提出的检测项目、试验方法及结果评价具有科学性和较好的适用性。

2.4标准主要内容的论据

在标准的编制过程中，对行业相关的技术信息进行了调研，为了提升、改进及验证金属涂层耐腐蚀质量，往往采用自然曝露试验(GB/T 9276, GB/T 31973)和人工加速腐蚀单项试验-盐雾试验进行评价（标准为GB/T1771，GB/T10125）。虽然自然曝露试验能真实反映各种环境因素对金属涂层的影响，但它的试验周期太长，一般需要几年的时间甚至更长。而人工加速腐蚀单项试验-盐雾试验通过对试验条件的严格控制，可以在较短的时间内获得试验结果，试验的重复性和再现性较好，此项技术成熟、应用广泛。但近年来多方面的文献及研究结果表明，存在与实际失效模式和规律不太吻合，不能反映真实环境中的失效规律等缺点。国外相关户外盐雾腐蚀试验的标准有ASTM D6675，主要针对带有机涂层的汽车钢板，通过定期喷洒盐雾，评定样品的腐蚀情况，但是该标准在样品预破坏、暴露试验后的测量方法等方面仅做了原则性的说明，不能够很好的指导试验的开展，也不利于操作的统一性和腐蚀数据的对比分析。经相关研究表明，自然环境下干湿交替循环加速腐蚀试验，未改变腐蚀动力学和腐蚀产物成品，为了提高自然曝露试验的相关性和加速性，提出了在不改变自然环境特定情况，通过定期喷洒盐水，从而加速金属材料腐蚀。而且综合了自然腐蚀试验和实验室模拟环境试验的优点，具有真实、可靠和试验周期短的特点。而且户外加速腐蚀试验也综合了户外耐老化因素，如光、温度、雨水、露水等对材料的破坏。为了提高自然曝露试验的相关性和加速性，又能反映整车涂层在使用过程中实际腐蚀现象的自然加速腐蚀试验方法已成为汽车行业发展迫切需要。

2.5标准工作基础

编写组主要起草单位海南热带汽车试验有限公司具备汽车涂层户外加速防腐试验的试验设备、试验方法及检测能力。在标准的编制过程中，同时参考了以下国内外标准：

GB/T 25834 金属和合金的腐蚀 钢铁户外大气加速腐蚀试验、ISO 11474 金属和合金的腐蚀.人造气氛的腐蚀试验.间歇盐雾下的室外加速试验(疮痂试验)、ASTM D6675 汽车钢板上有机涂层的盐加速户外表面腐蚀试验的标准实施规程、GB/T 37917 汽车非金属材料及部件自然曝露试验方法、ISO 8407 金属和合金的腐蚀 腐蚀试样中腐蚀产物的清除、ISO 9226 金属和合金的腐蚀—大气腐蚀—测定标准标本腐蚀性的评价腐蚀速率、GB/T 13452.2-2008 色漆和清漆 漆膜厚度的测定、GB/T 30789.1～9 色漆和清漆 涂层老化的评价缺陷的数量和大小以及外观均匀变化程度的标识。

根据相关检测项目的检测方法及结果评价要求，规定了检测规则。

通过大量的对比试验结果，本标准提出的《汽车涂层户外加速腐蚀试验方法》有一定的先进性、通用性、科学性和可操作性。

**三、主要试验（或验证）情况分析**

3.1 喷淋间隔的验证

经相关研究表明，间隔喷洒盐雾的试验结果更接近于实际工作条件，因为它能反映腐蚀产物的吸湿性对腐蚀作用的影响如果每次喷雾之间有足够长的间隙时间，将使腐蚀产物干燥和生成保护膜，同时又使腐蚀膜硬化或开裂，对后来的腐蚀产生重要影响，这种影响在车辆实际使用情况也存在，为了选择合适的喷淋间隔，标准工作组选择标准的镀锌钢板，通过失重的方式进行验证，设计出喷淋间隔为1天、间隔2天、间隔3天、间隔4天和间隔5天，试验周期为为6个月的验证方案。试验结果件表1：

表1不同喷淋间隔钢板失重率

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量周期 | 不同喷淋间隔钢板失重率(%) | | | | |
| 1天 | 2天 | 3天 | 4天 | 5天 |
| 0.5个月 | 4.0 | 3.8 | 3.8 | 3.7 | 3.5 |
| 1.0个月 | 9.4 | 9.9 | 10.2 | 10.7 | 8.8 |
| 1.5个月 | 12.3 | 13.7 | 13.4 | 14.0 | 13.2 |
| 2.0个月 | 14.9 | 16.2 | 15.9 | 17.4 | 16.6 |
| 2.5个月 | 16.6 | 18.2 | 18.7 | 20.2 | 18.8 |
| 3.0个月 | 19.4 | 20.7 | 23.1 | 22.8 | 22.6 |
| 3.5个月 | 21.4 | 23.7 | 25.0 | 26.0 | 25.3 |
| 4.0个月 | 22.5 | 24.2 | 26.2 | 27.8 | 27.1 |
| 4.5个月 | 25.2 | 26.1 | 29.3 | 29.8 | 26.1 |
| 5.0个月 | 27.7 | 30.6 | 31.8 | 34.7 | 34.7 |
| 5.5个月 | 29.8 | 33.1 | 34.7 | 36.7 | 37.8 |
| 6.0个月 | 31.3 | 33.5 | 37.0 | 39.9 | 40.3 |
| 失重平均值 | 19.5 | 21.1 | 22.4 | 23.6 | 22.9 |

由结果可见，喷淋间隔为4天、5天和3天的效果相当，考虑到喷淋试验操作的可行性，本标准选择喷淋间隔为4天和3天，即试验投试后，第1次喷淋间隔为3天，第2次喷淋间隔为4天，以此循环类推。

本次试验是以典型的湿热带气候环境作为验证基地。由于本方法是在保证试验结果准确的前提下，快速验证涂层的耐腐蚀性能，以解决缩短试验周期为目的，因此未对其他地区喷淋间隔进行验证。

3.2 检测周期的验证

由于本次试验属于加速腐蚀试验，如果样板耐腐蚀性能差异大，而且检测间隔周期设置不合理，就不能准确了解样板的耐腐蚀性能，错过评价的最佳时间点，因此检测周期的长短对试验结果评价有一定的影响。考虑到试验操作的可行性和降低样板检测对试验结果的影响，本次试验选择两种试验样板进行试验，每月一次对涂层的扩展腐蚀宽度进行测量，检测结果件表2、图1：

表2 不同检测周期涂层扩展腐蚀宽度

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样板  名称 | 不同检测周期涂层扩展腐蚀宽度(mm) | | | | | | | | |
| 0.5个月 | | | 1个月 | | | 1.5个月 | | |
| 左 竖 | 右 竖 | 下 横 | 左 竖 | 右 竖 | 下 横 | 左 竖 | 右 竖 | 下 横 |
| 样板-1 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 1.2 | 1.5 | 1.4 | 2.0 | 1.9 | 2.0 |
| 样板-2 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 0.9 | 1.4 | 1.1 | 1.4 | 1.8 | 1.9 |
| 样板-3 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 1.1 | 0.9 | 1.0 | 1.5 | 1.6 | 1.9 |
| 样板-4 | 0.5 | 0.9 | 0.7 | 1.1 | 1.6 | 1.7 | 1.6 | 2.2 | 2.5 |
| 样板-5 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.6 | 1.5 | 1.8 | 1.9 | 2.3 | 2.4 |
| 样板-6 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 1.0 | 1.5 | 1.7 | 1.8 | 2.3 | 2.5 |
| 样板  名称 | 不同检测周期涂层扩展腐蚀宽度(mm) | | | | | | | | |
| 2个月 | | | 2.5个月 | | | 3个月 | | |
| 左 竖 | 右 竖 | 下 横 | 左 竖 | 右 竖 | 下 横 | 左 竖 | 右 竖 | 下 横 |
| 样板-1 | 2.7 | 2.7 | 2.6 | 3.4 | 3.0 | 3.4 | 4.0 | 3.5 | 4.0 |
| 样板-2 | 1.8 | 2.3 | 2.5 | 2.3 | 3.0 | 2.8 | 3.0 | 3.5 | 3.0 |
| 样板-3 | 1.7 | 2.1 | 2.4 | 2.4 | 2.5 | 2.6 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| 样板-4 | 2.5 | 3.1 | 3.2 | 3.5 | 3.6 | 4.0 | 4.5 | 4.5 | 5.0 |
| 样板-5 | 2.4 | 2.8 | 3.1 | 3.6 | 3.5 | 3.6 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| 样板-6 | 2.5 | 3.0 | 3.1 | 3.4 | 3.7 | 3.9 | 4.5 | 4.5 | 5.0 |

图1 不同检测周期涂层扩展腐蚀变化量

通过分析，每0.5个月涂层扩展腐蚀宽度变化量基本处于0.4-0.9mm之间，有一个点变化量为1.2mm，总体来说，该增量对涂层的耐腐蚀性能结果评价影响不明显。对每1个月涂层扩展腐蚀变化量分析，其80%的变化量在1.2mm~2.1mm之间，可以反应出涂层耐腐蚀性能，考虑到实际的试验工作效率，工作组认为每1个月对样板进行测量评价较为合适。

3.3 总体结果验证

标准工作组结合国内主机厂对汽车涂层相关要求，收集不同防腐体系的试验样品，对海南琼海户外自然加速腐蚀试验和自然曝露试验的平行试验的跟踪、评价和分析。

对19种涂层样板分别进行了15个月的自然划痕腐蚀试验和自然+喷淋5%盐水腐蚀试验，每块涂层样板分别进行左垂直划痕、右垂直划痕、下水平划痕3条划痕的测试。由于7种铝质基材样板的自然划痕腐蚀数据为0无法进行加速系数计算，其它12种涂层扩展腐蚀加速计算结果见表3：

表3 涂层划痕腐蚀加速系数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 3个月 | 6个月 | 9个月 | 12个月 | 15个月 |
| 左垂直划痕腐蚀加速系数 | 2.6 | 3.0 | 2.9 | 3.2 | 3.6 |
| 右垂直划痕腐蚀加速系数 | 2.8 | 3.2 | 3.1 | 3.2 | 3.2 |
| 下水平划痕腐蚀加速系数 | 1.9 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 3.2 |
| 总平均划痕腐蚀加速系数 | 2.3 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.3 |

由结果可见，15个月后三条划痕加速系数接近，波动范围在3.0±0.2之间，结果一致性较好。水平划痕加速略小于竖线划痕加速，原因为水平划痕的自然腐蚀速度高于垂直划痕的自然腐蚀速度，换言之，水平划痕的自然腐蚀速度和自然+喷盐速度较垂直划痕而言更为接近，因此水平划痕的加速系数会相对较小。

综上分析，工作组认为本标准中相关参数设置较为合理，方法操作可行、适宜。确定的这些技术条件内容适用于大多数汽车制造企业的需求。

**四、标准中涉及专利的情况**

本标准未涉及专利。

**五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用的情况**

汽车涂层在长期服役过程中，受到服役环境的光、温度、雨水、露水、融雪剂等综合作用，会逐渐出现锈蚀、开裂、脱落等腐蚀现象。引起汽车涂层耐腐蚀性能发生衰减，从而最终影响车辆的使用寿命。

为了在保证试验结果的前提下，在最短的试验验证周期内，开发最优性价比的表面处理材料及工艺。有必要制订行业统一的“汽车涂层户外加速腐蚀试验方法”。不仅有利于国内外汽车涂层防护体系的对标与提升，更有利于促进自主品牌汽车的发展和技术进步。将促进汽车涂层防腐体系、涂层涂料防护标准的进一步完善，同时，为汽车防腐蚀与老化工作输入平台性技术成果。

**六、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况**

本标准首先考虑国际标准，同时参考国内标准，开展自然曝晒加速腐蚀试验，最终以自然曝露试验与自然加速腐蚀试验相关性最好的试验方法作为本标准的推荐方法。

本标准与以下国际标准有重叠，部分内容是完全相同或技术上相同，但在其他内容上却不包括对方的内容。所以本标准非等效采用以下标准：ASTM D6675 机动车薄钢板上有机涂层的盐加速户外表面腐蚀试验的标准实施规程、ASTM G50 金属材料大气腐蚀试验、ASTM D1654 腐蚀环境中涂漆或覆层试样评估的标准试验方法、ISO 9226 金属和合金的腐蚀：－大气腐蚀－用于评估腐蚀性的标准试样的腐蚀速率的测定。

本标准与国内标准GB/T 9276 《涂层自然气候曝露试验方法》、 GB/T 31973 《汽车非金属材料及部件自然曝露试验方法》、QC/T 732 《乘用车强化腐蚀试验方法》、GB/T 1771 《色漆和清漆 耐中性盐雾性能的测定》、GB/T 10125 《人造气氛高腐蚀试验 盐雾试验》和T/CSAE 71 《汽车零部件及材料循环腐蚀试验方法》有关联。

本标准是国内第一个汽车涂层户外加速腐蚀试验方法防腐蚀、防老化类指导性技术文件。

**七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性**

本标准符合国家有关法律、法规和相关强制性标准的要求，与现行的国家标准、行业标准相协调。

**八、重大分歧意见的处理经过和依据**

尚无。

**九、标准性质的建议说明**

本标准为中国汽车工程学会标准，属于团体标准,供协会会员和社会自愿使用。

**十、贯彻标准的要求和措施建议**

严格按照本标准提出的试验方法对材料的卤素含量进行检测，对试验人员进行理论学习和操作培训，保证检测方法操作的准确性。

**十一、废止现行相关标准的建议**

无。

**十二、其他应予说明的事项**

无。

标准起草工作组

2019年12月31日