

团 体 标 准

T/CSAEXX—2020

汽车涂层户外加速腐蚀试验方法

Outdoor accelerated corrosion test methods of automotive coating

（报批稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国汽车工程学会 发布

目 次

前 言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 划痕层离宽度 (Delamination)	1
3.2 划痕腐蚀宽度 (Corrosion)	2
3.3 划痕腐蚀深度 (Hole)	2
4 试验溶液	2
5 试验设备	2
5.1 喷淋装置	2
5.2 敞开式曝露架	2
5.3 划痕刀	2
6 试样	2
6.1 试样的要求	2
6.2 参比样件	3
6.3 参比样件贮存	3
6.4 试样清洁	3
6.5 状态调节	3
6.6 封边处理	3
7 试验期限与检测周期	3
7.1 试验期限设定方法	3
7.2 检测周期	3
8 试验程序	4
8.1 试验准备	4
8.2 投入试验	4
8.3 检测方法	5
9 暴晒场腐蚀特性的监测	5
9.1 大气环境数据的测量	6
9.2 标准试样的腐蚀率	6
10 结果评价	7
11 试验报告	7
附录 A	8

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009 《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国汽车工程学会汽车防腐蚀老化分会提出。

本标准起草单位：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、中汽研汽车检验中心（天津）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。

本标准主要起草人：马应斌、章皎琅、张恒、王纳新、黄平、陈亮、黄旭、王振尧、张岳、徐青梅、赵晓宏、李玉宁、唐玉刚、端方勇、孙杏蕾、张志松、郭春云、米一。

汽车涂层户外加速腐蚀试验方法

1 范围

本标准规定了汽车零部件及材料在典型自然环境下喷盐雾加速腐蚀试验方法的场地、试验条件、仪器设备、试验样品、测量方法及结果评价方法。

本标准适用于汽车用钢铁、锌、铝、铜及其合金等金属表面覆盖有机涂层或其他转化膜层的户外加速腐蚀试验。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 1766 色漆和清漆 涂层老化的评级方法

GB/T 6461 金属基体上金属和其他无机覆盖层经腐蚀试验后的试样和试件的评级

GB/T 13452.2 色漆和清漆 漆膜厚度的测定

GB/T 25834 金属和合金的腐蚀 钢铁户外大气加速腐蚀试验

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

第1部分：总则与标识体系；[ISO 4628-1, IDT]

第2部分：起泡等级的评定；[ISO 4628-2, IDT]

第3部分：生锈等级的评定；[ISO 4628-3, IDT]

第4部分：开裂等级的评定；[ISO 4628-4, IDT]

第5部分：剥落等级的评定；[ISO 4628-5, IDT]

第6部分：胶带法评定粉化等级；[ISO 4628-6, IDT]

第7部分：天鹅绒布法评定粉化等级；[ISO 4628-7, IDT]

第8部分：划线或其他人造缺陷周边剥离和腐蚀等级的评定；[ISO 4628-8, IDT]

第9部分：丝状腐蚀等级的评定；[ISO 4628-10, IDT]

GB/T 31973 汽车非金属材料及部件自然曝露试验方法

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

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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 划痕层离宽度 (Scratch Delamination Width)

划痕处各类膜层失去附着力的宽度。测量点处膜层失去附着力的左右两端的长度。

3.2 划痕腐蚀宽度 (Scratch Corrosion Width)

划痕处各类膜层具有可见腐蚀的宽度。从划刻线的边缘起到腐蚀最远处的距离。

3.3 划痕腐蚀深度 (Scratch Corrosion Depth)

划痕处各类膜层具有可见腐蚀点，向基材金属纵深发展的深度。

4 试验溶液

本标准所用试剂均采用分析纯及以上等级的试剂。

本标准喷淋用蒸馏水或去离子水的电导率 $\leq 20\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

本标准喷淋用氯化钠溶液的质量浓度为 $5\%\pm 1\%$ ，pH为6.5~7.2。

注1：pH的测量应在 $25^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ 的环境条件下进行。

注2：若配置的氯化钠溶液pH超出本标准要求，可以用0.5 mol/L的盐酸、氢氧化钠或碳酸氢钠溶液进行调节。

5 试验设备

5.1 喷淋装置

通过手动加压使盐溶液能够产生尽可能分散薄雾的喷淋装置。

5.2 敞开式曝露架

用于放置试验样品的户外加速腐蚀试验装置。敞开式曝露架可根据GB/T 31973要求进行设计，适用于外饰材料及部件各类形状和尺寸试样的曝露试验。一般采用铝合金材料制成。铝合金曝露架适合于各种不同气候类型地区，经适当涂漆处理的钢铁材料和未经处理的木材适用于沙漠地区，铜镍合金适用于高腐蚀性地区。曝露架应具有足够的长度和宽度来安装固定试样，保证试样互不影响。安装试样时一般使用绝缘瓷夹、塑料止动梢、木支架、缆绳和经防腐处理的衬板、紧固螺钉等。

为了使喷淋的溶液不能从一个试样流向另一个试样，曝露架安装试样的位置须使试样的各边都能暴露在空气中。曝露架应该放置在四周空旷无遮挡的地方，安装到曝露架上的试样距离地面最低高度为0.45 m，以避免与地表物体接触和防止试样在曝晒期间产生意外损坏。

5.3 划痕刀

用于试样划痕的工具，刀头宽度为0.5 mm，推荐采用的划痕工具其断面为矩形，可以在金属底材划出宽度为0.5 mm的划痕。使用其它规格的划痕工具，应与有关方商定。

6 试样

6.1 试样的要求

用于户外腐蚀试验的试样，可以是零部件或样板，为了保证试验的结果的准确，建议选择3个试样用于平行试验。

零部件的尺寸应能够保证进行划痕处理，划痕面应尽可能的平整。除另有规定，样板尺寸为150

mm×250 mm×(0.6~1.5) mm。待测试样的材质、厚度、尺寸以及表面预处理,在所有测试中应一致,并尽可能代表实际汽车零部件的状况。任何参数的偏离都会导致测试结果的误差。对于每一种试样,需要记录以下相关数据的信息:

- a) 用于试验材料的说明,表面处理材料方式,基材的类型,前处理方式,涂料的类型,喷涂方法和干燥情况下涂层的厚度。
- b) 如果试样用于破坏性试验,破坏的形状和位置及破坏性试验方法都需要做说明。
- c) 参考材料或是用于对比试验材料的信息。

6.2 参比样件

参比样件要求是与试样同批生产的合格标准样件,主要用于外观检查时的参考对比。

6.3 参比样件贮存

标准样件要求贮存在空气温度为 $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $50\%\pm 5\%$ 的标准环境条件下的避光处。

注:标准样件贮存处环境(包含空气)应保持清新、干净,无任何污染物质存在。

6.4 试样清洁

除非特殊说明,试验前试样应彻底清洗干净,清洗方法取决于试样材料性质,清洗试样表面及除污的过程中须避免使用可能浸蚀试样表面的磨料或溶剂。试样清洗后应注意避免再次污染。

6.5 状态调节

试样清洁、晾干后在 $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $50\%\pm 5\%$ 的标准环境状态条件下调节24 h以上。如果没有标准环境状态调节试验室,也可以在常规试验条件下调节24 h以上。

6.6 封边处理

为了避免由于试样边缘早期锈蚀产生的锈水污染涂层和影响腐蚀测试区,试验前,应在试样的四周边缘,使用防水胶带或油漆进行封边处理。对于有挂孔的样板,在试验前应使用油漆对挂孔进行封边处理。

7 试验期限与检测周期

7.1 试验期限设定方法

7.1.1 试验期限设定除考虑试样类型、用途及试验目的外,还要考虑能够正确地掌握试样性能腐蚀老化的历程。

7.1.2 试验期限设定可以选择以时间为单位(如月、年),或者选择以试样性能变化(如腐蚀量、变色等破坏程度)到规定的某一极限值为单位,也可根据材料或试样的相关技术要求商定试验期限。

7.1.3 如无特殊要求,试验的期限至少为6个月,试验期间若无明显的腐蚀现象,可延长3个月的试验时间。

7.2 检测周期

除非另有商定，在整个试验期限内，各种性能变化的检测周期建议为每个月一次，也可根据腐蚀速率调整检测周期。

8 试验程序

8.1 试验准备

8.1.1 测量位置的确定

要求外观检查的表面及部件总成，其检查位置要选择在最显眼、接收太阳辐射能量最多的区域。划痕腐蚀的测量位置要选择在外观检查位置的下部。

8.1.2 暴露前检测

试验前按本标准6.4、6.5的要求进行清洁与状态调节，然后根据本标准8.3.1～8.3.3中规定方法进行检测，除非另有规定，试样应该在与其状态调节相同的环境条件下进行检测。

8.1.3 划痕处理

应在确定的测量位置划出1条100 mm长的竖划痕和1条50 mm长的横划痕，横划痕垂直于竖划痕且在竖划痕下方，2条划痕互不相交。划痕深度为穿过表面涂层到达金属底材，除非另有规定，划痕宽度为0.5 mm。所有划痕的相互距离至少为50 mm，划痕距试样边缘的距离应至少为20 mm。样板划痕位置示意图见图1。

对于镀锌板或镀锌合金钢板，划透涂层和镀层对于腐蚀试验的结果会有很大不同。试验应商定划痕划破涂层及镀层的程度。

试样划痕后，应在1 h内投入户外暴露腐蚀试验。

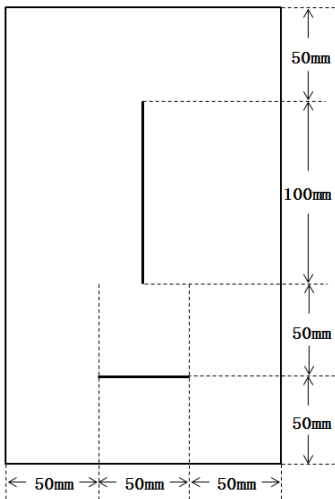


图1 样板划痕位置示意图

8.2 投入试验

8.2.1 暴露方式

室外暴露试验试样有效面朝正南方向。为了适应特殊的试验目的，也可以朝向任何方向放置。除非另有商定，曝晒角度推荐使用45度。

8.2.2 暴露状态

暴露试验时要保证试样间互不干扰，不相互遮挡阳光，试样的各边应都能暴露在空气中。如果试样是长方形，安装时其最短的边平行于水平线。无特殊情况下，试验期间尽可能不要移动或接触试样。

8.2.3 喷淋盐雾

试样安装在曝露架后，用喷淋装置将配置好的盐溶液均匀喷淋到试样表面，从试样的上端开始喷淋直至下端，当下端有盐溶液开始点滴时，停止喷淋。在喷淋过程中，应防止影响到附近其它测试要求的试样。

除非另有约定，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。

喷淋应在清晨露水蒸发之后进行。喷淋时，若试样表面有雪，应在不破坏试样表面的前提下将雪清除，然后再进行喷淋。若环境空气温度低于-10℃，则停止喷淋，以防止盐溶液在样品表面冻结。

8.3 检测方法

如无特殊说明，检测时的环境条件与试样状态调节条件一致。

8.3.1 涂层厚度检测

如无特殊要求，样板进行划痕前，按 GB/T 13452.2 规定进行漆膜涂层总厚度的测定。

8.3.2 划痕腐蚀检测

根据选择的测量周期，观察划痕的腐蚀出现时间、状态及腐蚀产物。测量垂直划痕与水平划痕的划痕层离宽度和划痕腐蚀宽度，以 mm 为单为记录测量数据。

对于划痕层离宽度的测试，除非另有商定，试验完成后，应立即进行评定。如果经过长时间调节后评定，在此期间，其附着力有可能恢复。划痕层离宽度按 GB/T 30789.8 的相关规定进行测量。

划痕腐蚀宽度按 GB/T 30789.9 的相关规定进行测量。

8.3.3 外观目测检查

对于起泡、生锈、开裂、剥落、粉化等腐蚀老化现象可按标准 GB/T 30789.1~7 相关规定进行目测检查。也可以按 GB/T 1766 规定的评定方法进行检查和评级。检查时可选择能清晰辨别腐蚀产物的放大镜，对试样进行观察。

注：渗析物、起霜等老化现象的目测检查应在试样清洁前进行预观察。

8.3.4 耐腐蚀性能检测

当试验结束后，须对试样的耐腐蚀性能进行最终评价。如果对于均匀腐蚀的试样基材的耐腐蚀性能也有测试要求，可使用合适的方法清除表面涂覆层。为保证腐蚀结果评价的一致性，可根据 GB/T 6461 标准要求，通过面积法对清除腐蚀产物后的试样进行评价。

9 曝晒场腐蚀特性的监测

由于试验结果主要取决于与曝晒场的地理位置和曝晒的条件，因此必须要测量曝晒场中大气的腐蚀性，可以选择使用直接测量标准试样腐蚀率的方法（见9.2），也可以选择使用测量曝晒场大气环境数据的方法，或者两种方法一同使用。如果使用了暴晒场以外其他地点的有效大气环境数据，则必须要说明该地点的地理位置以及与曝晒场的距离。

9.1 大气环境数据的测量

在整个试验过程中，大气环境数据的测量可按表1中规定的要求进行：

表 1 大气环境数据监测要求

环境参数	单位	测量方式和频次	结果表示
空气温度	℃	连续测量或一天 4 次（6 h/次）	月均值和年均值
相对湿度	%	连续测量或一天 4 次（6 h/次）	月均值和年均值
降雨量	mm	连续测量或一天 4 次（6 h/次）	月均值和年均值
降尘	mm	每月 1 次	月和值或年和值
SO ₂ 浓度	mg/m ³	每月连续测量	月均值和年均值
SO ₂ 沉降率	mg/(m ² ·d)		
Cl ⁻ 沉降率	mg/(m ² ·d)	每月连续测量	月均值和年均值

9.2 标准试样的要求

9.2.1 标准试样的材质

可通过标准试样的腐蚀率体现在特定时间段内暴晒场的腐蚀特性，通常可以选用以下材料的标准试样进行试验：

- 碳钢（碳0.03%~10%，磷<0.07%）。
- 锌，纯度≥98.5%。
- 铜，纯度≥99.5%。
- 铝，纯度≥99.5%。

9.2.2 标准试样的尺寸

标准试样形状须为长方形，尺寸不小于50 mm×100 mm，厚度为1 mm左右。

9.2.3 标准试样的前处理

在试验之前，须对标准试样进行标识，并使用以下方法进行清洗处理：

- 用柔软、干净的刷子进行手动清洁，或将标准试样置于装有有机溶剂（如沸点在60℃~120℃的碳氢化合物）的器皿中进行超声波清洗。清洗完毕，还需用干净的有机溶剂进行漂洗，并烘干。
- 也可以使用其他方法清洗，但必须保证清洗效果与方法 a)相当。

9.2.4 标准试样的腐蚀率测试

选取三块相同规格的标准试样按本标准 9 中规定的方法进行平行试验。试验开始前，须对清洗后的标准试样进行称重，精确到±1 mg。试验完成后，可依据 ISO 8407 中的相关规定清除标准试样的腐蚀产物，然后进行称重，精确到±1 mg。标准试样的腐蚀率按式(1)计算，计算公式如下：

$$r_{corr} = \frac{\Delta m}{A \times \rho \times t \times 2} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

r_{corr} ——单面腐蚀率， $\mu\text{m/a}$ ；

Δm ——标准样品试验前后的损失质量，g；

A ——标准样品的有效试验面积， m^2 ；

ρ ——标准样品的密度， g/cm^3 ；

t ——曝晒时间，a。

10 结果评价

试验结果的评价可参考可按标准GB/T 30789.1～7相关规定进行评价，也可以按GB/T 1766相关规定进行评价。一般试验仅考虑以下几方面：

- (1) 试样划刻线以外部分的外观，如起泡、生锈、开裂、脱落、粉化、丝状腐蚀等；
- (2) 试样划刻线部位的外观、划痕层离程度、划痕腐蚀程度等；
- (3) 质量变化。

11 试验报告

试验报告必须写明采用的评价标准和得到的试验结果。如有必要，应有每个试样的试验结果，每组相同试样的平均试验结果和试样的照片。

根据试验目的及要求，试验报告可包括如下内容：

- a) 所参照的相关标准。
- b) 试样的尺寸、形状、数量和表面状态（如：涂层刮伤、剥落或是其他缺陷）。
- c) 曝晒场的地理条件包括地面覆盖物，曝晒架材料或结构和安装位置（面向赤道的角度）。
- d) 电解液的种类，操作方法，喷雾器类型和喷淋间隔时间。
- e) 检查的时间间隔、曝晒周期、环境参数的数据或是标准样品的腐蚀率。
- f) 曝晒结果评价。

附录 A
(资料性附录)
记录表格

A. 1 样板涂层厚度记录见表A. 1

表A. 1 涂层厚度记录表

生产单位										检测日期	
序号	试样名称	样品编号	测点数 (点)							涂层体系	备注

A. 2 样板层离记录见表A. 2

A. 2 层离宽度记录表

生产单位										检测日期	
序号	试样名称	划线部分									
		样品编号	外观评级	层离宽度(d)							外观描述
				1	2	3	4	5	6	w	

表中：
d——测量点处膜层失去附着力的左右两端的长度，mm；
w——初始划痕宽度，mm。

A. 3 样板腐蚀宽度记录见表A. 3

A. 3 腐蚀宽度记录表

生产单位						检测日期	
序号	试样名称	划线部分					
		样品编号	外观评级	腐蚀宽度(L)		外观描述	
				L ₁	L _r		

表中：
L_l——从划刻线处到左侧发展的最长腐蚀细丝的长度，mm；
L_r——从划刻线处到右侧发展的最长腐蚀细丝的长度，mm。

A. 4 样板试验期间主要环境参数记录见表A. 4

A. 4 主要环境参数记录表

试验 时间 (年.月)	最高 温度 (℃)	最低 温度 (℃)	平均 温度 (℃)	最高 相对 湿度 (%)	最低 相对 湿度 (%)	平均 相对 湿度 (%)	降雨 量 (mm)	降尘 (mm)	SO ₂ 浓度 mg/m ³	SO ₂ 沉降 率 mg/(m ² · d)	Cl-沉 降率 mg/(m ² · d)