

中华人民共和国建材行业标准

JC/T 2661—2022

建筑材料及构件盐雾/干/湿循环暴露 加速试验方法

Cyclic corrosion test for materials and elements of building construction—
Salt fog / dry / humidity

2022-09-30 发布

2023-04-01 实施



中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由建材行业建筑构件及材料环境条件与环境试验标准化技术委员会归口。

本文件负责起草单位：中国建材检验认证集团股份有限公司。

本文件参加起草单位：金言实业集团有限公司、湖北通成高新材料有限公司、中国电器科学研究院股份有限公司、中国海洋大学、北京科技大学、中国科学院金属研究所、广州市白云化工实业有限公司、中天东方氟硅材料有限公司、北京东方雨虹防水技术股份有限公司、固诺(天津)实业有限公司、广州集泰化工股份有限公司、江苏凯伦建材股份有限公司、沈阳万科房地产开发有限公司、中关村人居环境工程与材料研究院。

本文件主要起草人：孙飞龙、刘婷婷、蒋荃、揭敢新、段功胜、向华、李晓刚、孙海同、崔中雨、高瑾、陶友季、覃家祥、杨延格、张冠琦、王鑫、刘阳、邓伏起、李雪华、王亚洲、齐壮壮、韩博、王忠勇。

本文件为首次发布。

建筑材料及构件盐雾/干/湿循环暴露加速试验方法

1 范围

本文件规定了建筑材料及构件的七种盐雾/干/湿循环暴露试验方法。

本文件适用于评价建筑材料及构件暴露于盐雾/干/湿循环大气环境条件下的性能变化。

方法 A~方法 D 为中性盐雾/干/湿循环暴露试验方法，适用于各种金属及其涂层产品，其中方法 B 主要适用于热固性涂层，方法 C 主要适用于水性涂料和乳胶漆体系。

方法 E~方法 G 为酸性盐雾/干/湿循环暴露试验方法，适用于金属及其合金、金属涂层、阳极氧化膜、金属基体上有机涂层。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

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 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 31588.1—2015 色漆和清漆 耐循环腐蚀环境的测定 第 1 部分：湿(盐雾)/干燥/湿气

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 试验溶液

将附录中规定的盐溶于符合 GB/T 6682 规定的纯度至少为 2 级的水中，制备所需浓度的盐雾试验溶液。盐采用分析纯试剂，组成符合表 1 的纯度要求。

表1 盐的纯度

杂质	杂质的最高质量分数 %	测定方法
总量	0.5	按干盐的百分比计算
碘化物	0.1	按干盐的百分比计算
铜	0.001	用分光光度计法或其他具有相同精度的方法测量
镍	0.001	用分光光度计法或其他具有相同精度的方法测量

如果溶液的 pH 值不在所需的范围内(见附录 A~G), 则应检查在盐或水或两者中是否存在杂质。pH 值的测定应在 (25 ± 2) °C 下用 pH 计测定, 经 pH 计校准的能读到 0.3 pH 单位或更小单位值的 pH 试纸也可用于日常检查。通过加入合适浓度的 HCl 或 NaHCO_3 (两者均应符合表 1 的纯度要求) 或分析纯的 NaOH 进行必要的 pH 调节, 或按照附录要求调节至规定的 pH。

注: 需要注意喷雾后溶液中的 CO_2 含量的减少或从周围空气中溶入 CO_2 都有可能引起溶液 pH 的变化。这样的变化可通过降低溶液中的 CO_2 含量来避免, 如将溶液放入试验箱前加热至高于 35 °C 或用刚煮沸后的水配置盐溶液。溶液加入试验箱的容器中之前要先过滤, 以去掉任何可能会堵塞喷雾装置孔口的固体物质。

5 试验设备

循环腐蚀试验箱应符合 GB/T 31588.1—2015 第 6 章的规定。

6 试样

6.1 试样的类型、数量、形状和尺寸可根据被试材料或产品有关标准选择。若无标准, 应由相关方协商确定。对于平板试样, 最小尺寸为 $100 \text{ mm} \times 70 \text{ mm} \times 0.3 \text{ mm}$ 。

6.2 试样应保持完好的数据记录, 数据记录应包括以下信息:

- 试验材料的描述, 如基体材料的种类、覆盖层类型、制作方法、干膜厚度等;
- 如果试样是从带有涂层的工件上切割下来的, 不能损坏切割区附件涂层。除另有规定外, 应用适当的覆盖层, 如油漆、石蜡或胶带等对切割区进行保护, 这些保护材料在试验条件下应是稳定的;
- 测试前的清洗过程(如有);
- 参比材料或用于与试样对比的材料信息。

注: 所用的清洗方法应取决于试样材料性质, 不应使用可能侵蚀试样表面的研磨料或溶剂。

7 试验步骤

7.1 试样放置

7.1.1 试验箱中试样应放置在其测试表面不受到盐雾直接喷射的位置。

7.1.2 试样的测试面朝上放置在盐雾箱内。对于平板试样, 测试面应与垂直面成 (20 ± 5) ° 夹角摆放; 对于不规则试样, 如整体工件, 应尽可能接近工件实际使用条件下的安装角度。

7.1.3 试样支架应放置在盐雾箱内同一个水平面上。支架应用玻璃、塑料或进行适当涂覆的木材等惰性非金属材料制作。如须悬挂试样, 悬挂试样的材料不能是金属, 而应是合成纤维、棉线或其他惰性绝缘材料。

7.1.4 排列试样时应使试样之间或试样与箱体之间不互相接触, 使受试表面仅暴露于自由沉降的喷雾中。

7.2 试验条件

7.2.1 放入试样前, 应测定盐雾沉降速率。设定试验箱使之仅在所需的喷雾条件运行, 对每个面积为 80 cm^2 的水平收集装置来说, 在最小周期为 24h 测得的盐雾溶液的平均回收速率即为盐雾沉降速率, 应符合附录(见附录 A~附录 G)中规定。回收的溶液浓度应符合相应附录(见附录 A~附录 G)的要求。

注: 由于在干燥循环阶段, 水会从收集器中挥发, 所以平均回收速率是一种更准确的测定沉降率的方法。

7.2.2 按 7.1 放置好试样, 设定试验箱使在所需的测试循环(见附录 A~附录 G)运行至规定时间。在整个试验期间, 试验不得中断。只有当需要检查试样时, 做必要的记录方可短暂中断。当必须中断试验时间较长时, 应将被测试样从试验箱中取出, 用去离子水冲洗表面附着盐分, 干燥后保存在干燥环境中直至试验恢复。

7.2.3 使用过的喷雾溶液不应重复使用。

7.3 试验周期

试验周期和循环次数参见附录 A~附录 G 的规定, 或由相关方协商确定。

7.4 试验后试样的处理

试验结束后取出试样, 为减少腐蚀产物的脱落, 试样在清洗前放在室内自然干燥 0.5h~1h, 然后用温度不高于 40℃的清洁流动水轻轻清洗以去除试样表面残留的盐雾溶液, 接着在距离试样约 300mm 处用气压不超过 200kPa 的空气立即吹干。

8 试验结果评价

试验有关方应商定在暴露前、暴露过程中和暴露后试验项目以及采用标准, 试验结果的评价标准通常参考被试材料或产品标准。一般考虑以下几个方面:

- a) 试验后的外观;
- b) 破坏现象(缺陷)评定: 对于金属及其镀层试样, 按照 GB/T 6461 中描述的方法进行评定; 对于涂层试样, 按照 GB/T 1766 中描述的方法进行评定;
- c) 开始出现腐蚀的时间;
- d) 微观检查结果;
- e) 力学性能的变化。

9 试验报告

试验报告应包括下列内容:

- a) 试样的描述如下:
 - 1) 生产厂家;
 - 2) 样品名称;
 - 3) 出厂状态;
 - 4) 试样规格型号和试样数量;
 - 5) 表面处理情况。
- b) 试验的描述如下:
 - 1) 试验循环;
 - 2) 试验溶液;
 - 3) 试验周期;
 - 4) 循环腐蚀试验箱情况;
 - 5) 试验过程中的试样检查情况;
 - 6) 与规定的试验程序的任何偏差;
 - 7) 测试时观察到的任何异常现象;
 - 8) 参照标准。

- c) 性能评定结果；
- d) 试验开始、结束和评价日期。

附录 A
(规范性)
循环 A

A.1 盐雾试验溶液

按照第 4 章规定准备盐雾试验溶液。将氯化钠溶于水中，浓度为 (50 ± 10) g/L。溶液的 pH 值应在 6.0~7.0 范围内。

A.2 循环

试验箱体完成以下循环，见表 A.1。

表A.1 循环 A

步骤	时间 h	温度 ℃	条件	备注
1	2	35 ± 2	盐雾	—
2	4	60 ± 2	干燥：20%~30%相对湿度	—
3	2	50 ± 2	湿气：95%及以上相对湿度	—
4	返回步骤 1			从步骤 1 到步骤 3，整个循环需 8 h
过渡时间	转到另一条件后达到该条件规定的温度、相对湿度所允许的时间			从盐雾到干燥：30 min 内； 从干燥到湿气：15 min 内； 从湿气到盐雾：30 min 内。

A.3 盐雾沉降速率

在 24 h 的周期内收集盐雾时，盐雾的沉降速率应为 1 mL/h~2 mL/h。

A.4 持续时间

除非另有规定，重复试验循环可以是 30 个循环(240h)、60 个循环(480h)、90 个循环(720h)或 180 个循环(1 440 h)。

附录 B
(规范性)
循环 B

B.1 盐雾试验溶液

按照第 4 章规定准备盐雾试验溶液。将氯化钠溶于水中，浓度为 (50 ± 10) g/L。溶液的 pH 值应在 6.0~7.0 范围内。

B.2 循环

试验箱体完成以下循环，见表 B.1。

表B.1 循环 B

步骤	时间 h	温度 ℃	条件	备注
1	24	35±2	盐雾	—
2	8	40±2	100%相对湿度	水凝结在试板上
3	16	23±2	(50±20)%相对湿度	—
4	8	40±2	100%相对湿度	水凝结在试板上
5	16	23±2	(50±20)%相对湿度	—
6	8	40±2	100%相对湿度	水凝结在试板上
7	16	23±2	(50±20)%相对湿度	—
8	8	40±2	100%相对湿度	水凝结在试板上
9	16	23±2	(50±20)%相对湿度	—
10	48	23±2	(50±20)%相对湿度	—
11	返回步骤 1			从步骤 1 到步骤 10，整个循环需 7 天

B.3 盐雾沉降速率

在 24 h 的周期内收集盐雾时，盐雾的沉降速率应为 1 mL/h~2 mL/h。

B.4 持续时间

除非另有规定，重复试验循环至 840 h。

附 录 C
(规范性)
循 环 C

C.1 盐雾试验溶液

按照第4章规定准备盐雾试验溶液。将氯化钠、硫酸铵溶于水中，浓度分别为 (0.31 ± 0.01) g/L和 (4.1 ± 0.01) g/L。溶液的pH值应在6.0~7.0范围内。

C.2 循环

试验箱体完成以下循环，见表C.1。

表C.1 循环C

步骤	时间 min	温度 ℃	条件	备注
1	210	30±2	盐雾	—
2	210	40±2	干燥	干燥空气吹扫
3	1 470	40±2	(75±15)%相对湿度	到达该环境条件的方法之一是交替干燥和湿气循环至合适时间周期以保持相对湿度在规定限度内
4	102	30±2	干燥	干燥空气吹扫
5	210	30±2	盐雾	—
6	378	30±2	95%~100%相对湿度	水冷凝在试板上
7	180	35±2	干燥	干燥空气吹扫
8	120	25±2	干燥	—
9	返回步骤 1			从步骤 1 到步骤 8，整个循环需 48 h

C.3 盐雾沉降速率

在24 h的周期内收集盐雾时，盐雾的沉降速率应为2 mL/h~4 mL/h。

C.4 持续时间

除非另有规定，重复试验循环至1 000 h。

附录 D
(规范性)
循环 D

D.1 盐雾试验溶液

按照第 4 章规定准备盐雾试验溶液。将氯化钠溶于水中，浓度为 (50 ± 10) g/L。溶液的 pH 值应在 6.0~7.0 范围内。

D.2 循环

试验箱体完成以下循环，见表 D.1。

表D.1 循环 D

步骤	时间 h	温度 ℃	条件	备注
1	0.5	30±2	盐雾	—
2	1.5	30±2	湿气：(95±3)%相对湿度	—
3	2	50±2	热干燥	—
4	2	30±2	温热干燥	—
5	返回步骤 1			从步骤 1 到步骤 4，整个循环需 6 h
过渡时间	转到另一条件后达到该条件规定的温度、相对湿度所允许的时间			从盐雾到湿气：10 min 内； 从湿气到热干燥：15 min 内； 从热干燥到温热干燥：30 min 内； 从温热干燥到盐雾：瞬时。

D.3 盐雾沉降速率

在 24 h 的周期内收集盐雾时，盐雾的沉降速率应为 1 mL/h~2 mL/h。

D.4 持续时间

除非另有规定，重复试验循环共 28 个循环(168 h)。

附录 E
(规范性)
循环 E

E.1 盐雾试验溶液

按照表 E.1 方法配置盐雾试验溶液，最终溶液的 pH 值应控制在 3.5 ± 0.1 。

表E.1 盐雾试验溶液配置方法

物质	体积
(50 ± 5) g/L 氯化钠溶液	10 L
HNO ₃ ($\rho=1.42$ g/mL)	12 mL
H ₂ SO ₄ ($\rho=1.84$ g/mL)	17.3 mL
10%氢氧化钠溶液	足量, 约 300 mL

E.2 循环

试验箱体完成以下循环，见表 E.2。

表E.2 循环 E

步骤	时间 h	温度 ℃	条件	备注
1	2	35 ± 2	盐雾	—
2	4	60 ± 2	干燥：小于 30%相对湿度	—
3	2	50 ± 2	湿气：95%及以上相对湿度	—
4	返回步骤 1			从步骤 1 到步骤 3，整个循环需 8 h
过渡时间	转到另一条件后达到该条件规定的温度、相对湿度所允许的时间			从盐雾到干燥：30 min 内； 从干燥到湿气：15 min 内； 从湿气到盐雾：30 min 内。

E.3 盐雾沉降速率

在 24 h 的周期内收集盐雾时，盐雾的沉降速率应为 1 mL/h~2 mL/h。

E.4 持续时间

持续时间由试验有关方商定，重复试验循环可以是 3 个循环(24h)、6 个循环(48h)、12 个循环(96h)、30 个循环(240 h)、45 个循环(360 h)、60 个循环(480 h)、90 个循环(720 h)或 180 个循环(1 440 h)。

附录 F
(规范性)
循环 F

F.1 盐雾试验溶液

按照第 4 章规定准备盐雾试验溶液。将氯化钠溶于水中，浓度为 $(5 \pm 1)\%$ 。采用醋酸调节溶液的 pH 值至 2.8~3.0 范围内。

F.2 循环

试验箱体完成以下循环，见表 F.1。

表 F.1 循环 F

步骤	时间 min	温度 ℃	条件	备注
1	45	49 ± 2^a	盐雾	—
2	120		干燥：40%~7%相对湿度	干燥空气吹扫
3	195		湿气：65%~95%相对湿度	—
4	返回步骤 1			从步骤 1 到步骤 3，整个循环需 6 h
^a 饱和塔温度 (57 ± 1) ℃。				

F.3 盐雾沉降速率

在至少 16 h 的周期内收集盐雾时，盐雾的沉降速率应为 1 mL/h~2 mL/h。

F.4 持续时间

持续时间由试验有关方商定，重复试验循环可以是 4 个循环(24h)、8 个循环(48h)、16 个循环(96h)、40 个循环(240 h)、80 个循环(480 h)或 160 个循环(960 h)。

附 录 G
(规范性)
循 环 G

G.1 盐雾试验溶液

按照第 4 章规定准备盐雾试验溶液。将氯化钠、硫酸铵溶于水中，浓度分别为 $(0.050 \pm 0.001)\%$ 和 $(0.350 \pm 0.001)\%$ 。溶液的 pH 值应在 5.0~5.4 范围内。

G.2 循环

试验箱体完成以下循环，见表 G.1。

表G.1 循环 G

步骤	时间 h	温度 ℃	条件	备注
1	1	室温 24 ± 3	盐雾	—
2	1	35 ± 2	干燥：试样表面无水滴	新鲜空气吹扫
3	返回步骤 1			从步骤 1 到步骤 2，整个循环需 2 h
过渡时间	转到另一条件后达到该条件规定的温度、相对湿度所允许的时间			从盐雾到干燥：45 min 内

G.3 盐雾沉降速率

在至少 16 h 的周期内收集盐雾时，盐雾的沉降速率应为 $1 \text{ mL/h} \sim 2 \text{ mL/h}$ 。

G.4 持续时间

除非另有规定，重复试验循环至 2 000 h。