

ICS 91.060.01
CCS Q 10

JC

中华人民共和国建材行业标准

JC/T 2659—2022

建筑材料及构件室外加速暴露试验方法

Standard practice for performing outdoor accelerated weathering tests of
building materials and components

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

中 华 人 民 共 和 国
建 材 行 业 标 准
建 筑 材 料 及 构 件 室 外 加 速 暴 露 试 验 方 法
JC/T 2659—2022

•
中国建材工业出版社出版
建筑材料工业技术监督研究中心
(原国家建筑材料工业局标准化研究所)发行
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京市青云兴业印刷有限公司
版权所有 不得翻印

•
开本 880mm×1230mm 1/16 印张 0.75 字数 20 千字
2022 年 11 月第一版 2022 年 11 月第一次印刷
印数：1—800 册 定价：23.00 元
书号：155160·3496

*
编号：1613

网址：www.standardcnjc.com 电话：(010)51164708
地址：北京朝阳区管庄东里建材大院北楼 邮编：100024
本标准如出现印装质量问题，由发行部负责调换。

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、山东高速高新材料科技有限公司、中国兵器工业第五九研究所、郑州中原思蓝德高科股份有限公司、中国电器科学研究院股份有限公司、新疆吐鲁番自然环境试验研究中心、广州市白云化工实业有限公司、北京科技大学、中国海洋大学、杭州之江有机硅化工有限公司、湖北通成高新材料有限公司、中国科学院金属研究所、江苏华硅新材料科技有限公司、山东飞度胶业科技股份有限公司、山东宇龙高分子科技有限公司、中天东方氟硅材料有限公司、广东普赛达密封粘胶有限公司、浙江新安化工集团股份有限公司、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、江西省奋发粘胶化工有限公司、广州集泰化工股份有限公司、江苏凯伦建材股份有限公司。

本文件主要起草人：孙飞龙、朱蕾、刘婷婷、蒋荃、李晓刚、高瑾、揭敢新、郭春云、段功胜、聂刚、张燕青、陶友季、覃家祥、张冠琦、孙海同、崔中雨、王世展、向华、杨延格、杨令勇、丁胜元、由树明、周菊梅、詹锋、吴军、王乾、邓伏起、周意生、潘希执、王玲、肖敏、何德洪、王亚洲、齐壮壮。

本文件为首次发布。

建筑材料及构件室外加速暴露试验方法

1 范围

本文件规定了建筑材料及构件在室外加速暴露的试验方法，包括黑箱暴露试验、菲涅耳镜加速日光暴露试验、室外周期喷淋暴露试验、菲涅耳镜加速日光暴露/冻融循环试验。

本文件适用于评价建筑材料及构件在加速大气环境条件下的性能变化。

黑箱暴露试验适用于涂层等高分子材料。

室外周期喷淋暴露试验适用于金属及其合金、金属覆盖层、转化膜、金属基体上有机涂层。

菲涅耳镜加速日光暴露试验适用于涂层、橡胶、塑料等高分子材料。

菲涅耳镜加速日光暴露/冻融循环试验适用于硬质纤维板、压花硬质纤维板、木塑板等。

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 3681—2011 塑料 自然日光气候老化、玻璃过滤后日光气候老化和菲涅耳镜加速日光气候老化的暴露试验方法

GB/T 20236—2015 非金属材料的聚光加速户外暴露试验方法

GB/T 24517—2009 金属和合金的腐蚀 户外周期喷淋暴露试验方法

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 暴露场地

暴露试验场的环境条件应选择能代表气候类型的典型环境条件或与受试产品实际使用环境条件相一致并相对稳定的典型环境条件。我国主要的气候类型及分布见附录 A。

暴露试验场应是四周开阔、地面平整、无积水、无杂草的泥土或沙土地面，或允许定期修剪、保持规整的草坪地面，草高不超过 0.2 m。生长缓慢的灌木和植物的存在影响试验场温度和湿度的分布，因此宜去除或控制其高度不超过 0.3 m，也可把试样架放置在排水良好的地面或沙砾、混凝土铺砌地基上。如果在试样架附近用化学物质控制植物生长，应防止化学物质与任何试样发生接触，并采取安全防范措施。

暴露试验场附近不允许有能遮挡试样或影响主导风向的建筑物、树木等，周围障碍物至暴露场边缘的距离至少是该障碍物高度的三倍以上。环境因素(大气污染物成分和气象因素)应相对稳定，避免局部大气污染。

5 装置

5.1 黑箱暴露试验装置

黑箱为长方形金属箱，可由铝合金制备，外表面涂成黑色。顶部无盖，安装试样架以固定试样，形成黑箱的上表面。如果没有足够的试样完全覆盖黑箱顶部，则由涂黑的金属板填充，以保证黑箱完全封闭。推荐尺寸深 0.23 m，宽 1.8 m 或 3.7 m，支架高度分别为 1.5 m 或 1.8 m。面向赤道摆放，使试样与水平面成 5° 夹角。

5.2 菲涅耳镜加速日光暴露试验装置

菲涅耳镜加速日光暴露试验装置的结构应符合 GB/T 3681—2011 中 5.4 或 GB/T 20236—2015 中第 5 章的规定。试验装置一般采用由 10 个平面镜组成的菲涅耳反射聚光器，将日光直接辐射聚集在一个风冷的试样区域上。平面镜应模拟抛物面的切线排列以确保将日光均匀地反射到固定的目标区域内的试样上。为确保平面镜系统面向赤道，试验装置通常按南北取向的轴线排列。面向两极的端点可随太阳高度角的季节性变化进行调整。平面镜系统的平面应通过太阳跟踪装置保持与太阳辐射光束接近垂直的方位。

菲涅耳反射装置所用平面镜应光滑，在 295 nm~700 nm 的紫外光和可见光波长范围内具有高反射率，且在 310 nm 波长的光谱反射率大于或等于 65%。应调整平面镜以确保在靶平面内增强太阳辐射的非均匀性小于 5%。

当试验程序包含向试样喷淋水时，试验装置应配备水输送系统。试样喷淋用水应控制硅含量(小于 0.01 mg/L)且固体总含量不超过 20 mg/L，可能需要对其进行净化或脱盐。与试样喷淋用水接触的所有材料均应不会污染喷淋水。

注1：可根据试样最高使用温度选用反射镜数量。

注2：为了保持平面镜处于最佳光谱反射状况，建议建立一个定期清洁镜面的程序，以最大限度地减少会造成平面镜光谱反射率改变的沉积物。

注3：是否包含水喷淋程序需要根据材料最终应用环境由相关方确定。

5.3 室外周期喷淋暴露试验装置

5.3.1 自动周期喷淋试验装置

自动周期喷淋试验装置的结构和技术指标应符合 GB/T 24517—2009 中 5.2 的规定。

5.3.2 手动喷淋暴露试验装置

5.3.2.1 暴露试样架

暴露试验的支架、夹具和其他固定装置应由不影响试验结果的惰性材料制成。耐腐蚀铝合金、不锈钢或陶瓷均适用，也可以使用不会影响试验结果的木材。

安装时，支架应能提供所要求的倾斜角，并确保试样所有部位离地面或其他障碍物的距离不小于 0.75 m。支架的摆放和试样的安装应使试样背面接触空气，避免水从一个试样流到另一个试样。试样不应与金属部件直接接触，也不宜与木材或其他多孔材料接触。当试样安装在轨道中时，应预留排水孔防止积水。

5.3.2.2 喷壶

喷壶应使溶液呈雾状均匀地喷洒。

5.4 菲涅耳镜加速日光暴露/冻融循环试验装置

5.4.1 菲涅耳镜加速日光暴露试验装置

带水喷淋的菲涅耳镜加速日光暴露试验装置应符合 5.2 的规定。

5.4.2 冷冻箱

冷冻箱应能维持温度在 (-18 ± 3) ℃范围内，且应配备热电偶监测空气温度。

6 试样

6.1 试样数量

试样的总量应由测试初始值和每个暴露周期后的性能值所需的数量决定。

6.2 试样尺寸

采用菲涅耳镜加速日光暴露时，试样的长和宽不能大于目标区域的长和宽；且为了易于散热，试样厚度应不大于 13 mm。采用自动周期喷淋暴露时，试样的外形尺寸不应大于 1 000 mm×1 100 mm，边长宜为 25 mm 的整数倍，推荐长宽比为 2:1，厚度为 1 mm~3 mm。

6.3 试样标记

每件试样上应标有唯一的在整个暴露期间清晰耐久且不影响试验结果评定的标记，标记可以采取数字编码、缺口、孔洞等方式进行，也可使用其他标记方法。

6.4 比对试样贮存

比对试样贮存环境应通风、干燥、不受光照，温度应可控，且相对湿度不大于 65%，试样还应避免机械损伤和与其他试样接触，必要时也可贮存在含有干燥剂的干燥器或密封塑料袋中。

7 试验程序

7.1 试验周期设定

试验周期可依据暴露持续时间(月、年)、试样表面实际接受的太阳辐射量(MJ/m^2)或试样的老化程度设定。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劣化的历程。

7.2 试样安装

用惰性材料夹具将试样安装在试样架上或适合的支架上。确保附属装置间以及夹条间存在足够的空间，以便为完成必要的光学和机械性能测试留出足够尺寸的未遮盖区域。确保将机械性能测试所需的试样按照诸如缺口、带状物等形状进行适当固定，并确保固定方式不会对试样施加额外的应力。

采用黑箱法暴露时，如果没有足够的试样完全覆盖黑箱顶部，则由涂黑的金属板填充，以保证黑箱完全封闭。当试样刚度不够时，应加装背板以防止试样下垂并确保试样间无缝隙。背板材料可选择扁平网眼金属板或耐腐蚀的铝合金或不锈钢。

进行室外周期喷淋暴露试验，当试样为矩形时，按照短边与水平面平行的方式安装试样。

7.3 试样暴露

7.3.1 总则

暴露试验前要去掉试样表面防划伤或防老化的临时保护膜。暴露试验时，标记面均作为背面，而未标记面作为暴露面，其中，冲击试验试样以厚度面作为暴露面。除非另有规定，在暴露过程中不清洁试样。如果需要清洁，应使用蒸馏水或去离子水，并注意不要因摩擦而破坏试样表面。

定期检查和维修试验场地，加固松动的试样、记录试样的状态、并修复破损或老化的装置，在暴风雨、台风、沙尘暴等极端天气后需增加检查和维修一次。

7.3.2 菲涅耳镜加速日光暴露试验

按照表 1 循环进行菲涅耳镜加速日光暴露试验。其中，涂层和塑料产品宜采用循环 3 进行菲涅耳镜加速日光暴露试验。

表1 菲涅耳镜加速日光暴露试验循环

循环	白天			夜间		
	水喷淋时间	干燥时间	循环	水喷淋时间	干燥时间	循环
1	8 min	52 min	1 次/小时	8 min	—	分别在晚上 21:00、24:00 和凌晨 3:00 喷淋一次
2	无水喷淋阶段			无水喷淋阶段		
3	无水喷淋阶段			3 min	12 min	4 次/小时(晚上 19:00 到早上 5:00)

注：菲涅耳镜加速日光暴露试验推荐在高辐照且直射光占比高的环境，如拉萨试验站使用。

7.3.3 室外周期喷淋暴露试验

7.3.3.1 喷淋溶液

喷淋溶液是模拟雨水配制的水溶液。推荐模拟三类不同的雨水，第一类是近中性雨水，第二类是酸性雨水，第三类是含盐雨水，具体配方见表 2。

表2 喷淋溶液

配方	溶液配方	pH	备注
1	去离子水或蒸馏水	6.5~7.5	(20±2)℃下电导率不高于 2 mS/m
2	硫酸钠溶液：(1.0±0.1)g/L	4.3~5.3	稀盐酸或氢氧化钠溶液调节溶液 pH
3	氯化钠溶液：(50±5)g/L	6.2~7.2	

7.3.3.2 自动周期喷淋暴露试验

自动周期喷淋试验按照 GB/T 24517—2009 中第 9 章的规定进行。推荐喷淋周期为：喷淋时间 1min，间歇时间 59 min。试验周期根据试样的耐候性能和试验目的确定，推荐周期：10 d、30 d、60 d、90 d、180 d 等。

7.3.3.3 手动喷淋暴露试验

试样安装完毕后，从上到下对试样喷洒盐溶液；当溶液开始从试样底部滴落时，停止喷洒。每间隔 3 到 4 天，重复喷洒一次，保证每周喷洒盐溶液两次。

注：小心喷洒盐溶液，不要影响临近的其他试样。

当试样表面有积雪时，轻轻除掉积雪再喷洒盐溶液。当室外温度低于 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，不应喷洒盐溶液，以防止盐溶液在试样表面结冰。

在盐溶液喷洒间歇，检查试样外观，记录可能出现的腐蚀损伤。除非特殊情况，试验暴露期间不应触摸或移动试样。

一般推荐试验周期为 6 个月，当试验 6 个月后仍未出现明显腐蚀时，可以 3 个月的倍数延长试验周期。试验结束后评价材料的耐腐蚀性能，当需要检查基材的腐蚀损伤时，应采用合适的方法去除试样表面的涂层。

7.3.4 菲涅耳镜加速日光暴露/冻融循环试验

7.3.4.1 白天按照表 1 循环 1 进行菲涅耳镜加速日光暴露试验；

7.3.4.2 暴露后，将试样连同安装板取下，浸泡在温度为 $(21\pm 3)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的去离子水中 1 h；

7.3.4.3 浸泡后，将试样连同安装板放入符合 5.4.2 规定的冷冻箱中 12 h，温度设置 $(-18\pm 3)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

7.3.4.4 第二天早上，将试样放置在室温下溶解至少 1 h，然后将试样连同安装板安装在符合 5.2 规定的带水喷淋的菲涅耳镜加速日光暴露试验装置；

7.3.4.5 以 7.3.4.1 到 7.3.4.4 为一个循环。重复试验循环 30 次或相关方商定。

注：菲涅耳镜加速日光暴露的紫外辐射量最小宜达到 $1\text{ MJ/m}^2/\text{d}$ ，如果一天暴露的紫外辐射量小于 1 MJ/m^2 ，将继续进行菲涅耳镜加速日光暴露，不进行下一步浸泡和冻融。此暴露时间不计入试验循环，第二天早上继续开始暴露试验循环。

7.4 试样检查

投试第一年内，每月检查一次外观；超过一年后，每三个月检查一次外观。也可使用试样表面接受的太阳累积辐照量划分试验周期。当天气骤变时，应增加一次检查，如有异常现象应做记录或拍照。

试样投放前和定期检查时均需进行目视检查。试样目视检查主要包括：试样的辐照表面是否出现脱皮、斑点、剥落、裂痕等现象，装饰层与基材之间是否出现分离或分层，标记是否完好，必要时拍照记录，并保存记录结果。

取出试样作定期外观检查时，应注意不要触摸或破坏试样表面，避免影响以后的试验结果，同时注意切口处是否完好，可拍照存档。检查后，试样应按原状放回各自试样架，保持试验表面取向与检查前一致。

7.5 性能变化的测定

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。

暴露后的试样按照要求进行状态调节后尽快进行测试，并记录暴露结束点和测试起始点的时间间隔。测试前，可用软毛刷轻轻刷掉试样表面的灰尘及脏物，不得用刀刮、砂纸打磨或有机溶剂清洗，必要时可用蒸馏水或去离子水冲洗样板。

7.6 试验环境因素数据记录

记录暴露场地所属的气候带和气候类型，试验环境因素测量方式和记录参见附录 B。

8 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) 试样规格和试样数量；
 - 5) 表面处理情况。
- b) 试验的描述如下：
 - 1) 暴露方位(例如倾斜和方向)；
 - 2) 暴露场所的位置和细节(例如经度、纬度、海拔高度、经年气候特点等)；
 - 3) 设备型号、背板、支撑(如果已经使用)；
 - 4) 确定暴露周期的方法；
 - 5) 试验期间环境气象数据；
 - 6) 清洗的细节(如果有)；
 - 7) 所用试验循环，循环数量。
- c) 性能评定结果；
- d) 试验开始、结束和评价日期。

附录 A
(资料性)

我国典型气候环境分类及推荐试验场地

我国主要的气候类型及分布见表 A.1, 对于在以下气候区应用的材料, 推荐在表 A.1 所列对应试验场进行大气环境暴露试验。

表A.1 我国气候环境分类及推荐试验场

气候类型	特征	地区	推荐试验场
热带气候	气候炎热、湿度大 年太阳辐射总量 $5\,400\text{ MJ/m}^2 \sim 5\,800\text{ MJ/m}^2$ 年积温大于等于 $8\,000\text{ }^\circ\text{C}$ 年降水量大于 $1\,500\text{ mm}$	雷州半岛以南 海南岛 台湾南部地区	琼海、定安、万宁
亚热带气候	湿热程度亚于热带, 阴雨天多 年太阳辐射总量 $3\,300\text{ MJ/m}^2 \sim 5\,000\text{ MJ/m}^2$ 年积温 $8\,000\text{ }^\circ\text{C} \sim 4\,500\text{ }^\circ\text{C}$ 年降水量 $1\,000\text{ mm} \sim 1\,500\text{ mm}$	长江流域以南 四川盆地 台湾北部等地	广州、武汉
温带气候	气候温和, 没有湿热月 年太阳辐射总量 $4\,600\text{ MJ/m}^2 \sim 5\,800\text{ MJ/m}^2$ 年积温 $4\,500\text{ }^\circ\text{C} \sim 1\,600\text{ }^\circ\text{C}$ 年降水量 $600\text{ mm} \sim 700\text{ mm}$	秦岭淮河以北 黄河流域 东北南部地区	北京、沈阳
寒温带气候	气候寒冷, 冬季长 年太阳辐射总量 $5\,400\text{ MJ/m}^2 \sim 5\,800\text{ MJ/m}^2$ 年积温小于 $1\,600\text{ }^\circ\text{C}$ 年降水量 $400\text{ mm} \sim 600\text{ mm}$	东北北部 内蒙古北部 新疆北部部分地区	漠河
高原气候	气候变化大, 气压低, 紫外辐射强烈 年太阳辐射总量 $6\,700\text{ MJ/m}^2 \sim 9\,200\text{ MJ/m}^2$ 年积温小于 $2\,000\text{ }^\circ\text{C}$ 年降水量小于 400 mm	青海、西藏等地	拉萨
沙漠气候	气候极端干燥, 风沙大, 夏热冬冷, 温差大 年太阳辐射总量 $6\,300\text{ MJ/m}^2 \sim 6\,700\text{ MJ/m}^2$ 年积温小于 $4\,000\text{ }^\circ\text{C}$ 年降水量小于 100 mm	新疆南部塔里木盆地 内蒙古西部等沙漠地区	敦煌、吐鲁番

附 录 B
(资料性)
试验环境因素测量方式及记录规定

试验环境因素测量方式和记录规定可参照表 B.1。

表B.1 试验环境因素测量方式及记录规定

环境因素	单位	测量方式	数据结果记录方式
大气温度	℃	连续测量	日最高、最低、日平均、月平均和年平均
相对湿度	%	连续测量	日最高、最低、日平均、月平均和年平均
日照时数	h	—	日值、月平均和年平均
辐照量	MJ/m ²	连续测量	总辐照、分光谱辐照(紫外、可见光) 日平均、月平均和年平均
大气压	mmHg	每天	日值、月平均和年平均
风向	—	连续测量	日平均、月平均和年平均
风速	m/s	连续测量	日平均、月平均和年平均
降水量	mm	连续测量	月值和年平均
大气污染物 SO ₂ 、NO ₂ 、H ₂ S、NH ₃ 、Cl ⁻ 等	mg/100 cm ² ·d 或 mg/m ³	连续测量或每月一次	月值和年平均
降水 pH 值	—	每月一次	月值和年平均



JC/T 2659—2022

版权专有 侵权必究

*

书号：155160·3496

定价：23.00 元