

团体标准

T/GDFDTAEC XX-2025

雾化器具的表面工艺可靠性测试方法

Test methods for porosity, pore size distribution and compressive strength of porous ceramics in atomizers

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

广东省食品药品评审认证技术协会

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。

本文件由思维瑞科技（深圳）有限公司、深圳麦克韦尔科技有限公司、华测检测认证集团股份有限公司、广州质量监督检测研究院制定。

本文件由广东省食品药品评审认证技术协会归口。

本文件起草单位：思维瑞科技（深圳）有限公司、深圳麦克韦尔科技有限公司。

本文件主要起草人：xxxxxxxxxxxxxx。

文件为首次发布。

雾化器具的表面工艺可靠性测试方法

1 范围

本文件规定了雾化器具的表面工艺可靠性测试方法。

本文件适用于雾化器具的表面工艺可靠性性能的测定。

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。

ASTM F3152-16 《Standard Test Method for Determining Abrasion Resistance of Inks and Coatings on Substrates Using Dry or Wet Abrasive Medium》

GB/T 6739-2022 《色漆和清漆 铅笔法测定漆膜硬度》

IEC 60068-2-5: 2018 《Environmental testing –Part 2-5: Tests – Test S: Simulated solar radiation at ground level and guidance for solar radiation testing and weathering》

GB/T 3922-2013 《纺织品色牢度试验耐汗渍色牢度》

GB/T 2423.17-2024 《环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ka：盐雾》

ISO 105-E04-2013 《Textiles - Tests for colour fastness - Part E04: Colour fastness to perspiration》

GB/T 2423.3-2016 《环境试验 第2部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验》等标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 铅笔硬度

用具用规定尺寸、形状和铅笔芯硬度的铅笔推过漆膜表面时，漆膜表面耐划痕或耐产生其他缺陷的能力。

4 原理

4.1 耐磨性测试

原理：通过模拟实际使用中的摩擦条件评估材料耐磨性能，测试过程中，摩擦轮驱动专用纸带以17转/分钟的转速摩擦试样表面，通过施加设定载荷使纸带与测试面保持恒定压力。LED/LCD计数器记录摩擦循环次数，当试样底层基材裸露或达到预设次数时终止测试。

4.2 铅笔硬度测试

原理：用规定的几何形状的铅笔芯在 (7.35 ± 0.15) N 的负载下以 45° 角向下压在漆膜表面上，通过在漆膜上推动铅笔来测定漆膜的铅笔硬度，逐渐增加铅笔的硬度至漆膜表面出现可见的缺陷，以没有使漆膜出现缺陷的最硬的铅笔表示漆膜的铅笔硬度。

4.3 耐盐雾测试

原理：通过人工模拟含盐雾环境，利用电化学腐蚀机制加速材料表面氧化过程，从而评估其耐腐蚀性能。

4.4 耐汗渍色牢度测试

原理：通过模拟人体汗液环境评估产品的耐久性和色牢度性能，如电镀产品、烤漆制品、智能穿戴设备等工业领域的耐腐蚀性测试。

4.5 耐光老化测试

原理：通过模拟太阳光的光谱分布、温度、湿度等环境因素，对材料进行加速老化测试，其核心原理包括光化学作用、热效应和湿度影响三方面。

4.6 湿热环境可靠性测试

原理：通过模拟极端湿热环境，加速材料老化过程，评估产品在湿热条件下的性能稳定性和可靠性。

5 试验环境

除特别说明之外，所有样品前处理及测试过程均需要在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ， $(50 \pm 5)\%\text{RH}$ 的环境下进行。

6. 试剂和材料

6.1 美国 NORMAN TOOL RCA 耐磨专用测试纸带。

6.2 400 目砂纸。

6.3 各硬度等级铅笔（优选制造商：Uni、中华等）。

6.4 氢氧化钠，分析纯。

6.5 盐酸/碳酸氢钠，分析纯。

6.6 氯化钠，优级纯。

6.7 去离子水或蒸馏水，电导率 $(25^\circ\text{C}) \leq 20\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

6.8 盐水：盐水配制过程：将足量的氯化钠溶解于在温度 $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 时电导率不高于 $20\mu\text{S}/\text{cm}$ 的蒸馏水或去离子水中，配置成 $50\text{g}/\text{L} \pm 5\text{g}/\text{L}$ 的浓度，溶液的密度范围在 25°C 时为 $(1.029 \sim 1.036) \text{g}/\text{cm}^3$ ，pH 值在 6.5~7.2 之间。

6.9 人工汗液：配比满足：ISO 3160-2:2015 要求；pH 指定为 4.7。

7 仪器设备

7.1 美国 NORMAN TOOL RCA 耐磨专用测试纸带。

7.2 线性磨耗仪，满足 GB/T 6739-2022 要求。

7.3 盐雾腐蚀试验箱，满足 GB/T 2423.17-2024 要求。

7.4 氙灯老化试验箱 满足 IEC 60068-2-5: 2018 要求。

7.5 高低温湿热试验箱，精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $\pm 5\%\text{RH}$ 。

7.6 pH 计，精度 $\pm 0.03\text{pH}$ 。

7.7 电热恒温水浴锅，精度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

7.8 密度折光联用仪，精度 $\pm 0.001\text{g}/\text{cm}^3$ 。

7.9 电子天平，精度 $\pm 0.01\text{g}$ 。

7.10 干燥箱，精度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

8 测试步骤

8.1 耐磨性测试

8.1.1 样品要求及前处理

耗材、测试样品必须在测试环境要求的温湿度下保持至少 24 小时以上。

8.1.2 纸带安装

按照规格书上的方式安装至仪器上；检查“O”型圈，若变扁、变硬或超过 6 个月，及时更换。

8.1.3 样品的清洁

应采用无尘布吸取异丙醇对样品进行清洁，确保样品无砂粒、油脂、指纹等外来污染物；清洁后让样品表面完全自然风干（至少 2 小时）然后对测试区域进行检查，以确保清洁过程未造成任何外观损坏。

8.1.4 样品安装

根据样品大小及形状，选择合适夹具夹紧样品，并牢固地固定在测试平台上，确保待测点位于“O”型圈的正下方；实验室有 2 套夹具可选用；调整测试平台的高度，使得负载重量作用在样品上，且耐磨杆在测试过程中尽可能的保持垂直状态。（将测试样品安装在测试夹具上，该固定装置应能牢固地将测试样本固定在某一位置，且不会发生移位。同时与摩擦头保持垂直相对的关系）。

8.1.5 负载确认

根据测试要求选择 175g，在 17 圈/min 的条件下转动纸带来摩擦样品表面，验证样品的耐磨性能。

8.1.6 测试

设置对应的测试次数，对测试样本进行规定的次数摩擦。

注意：

- a) 测试开始的起点应为转轴的起点。
- b) 测试未完成，不要移动测试样品，否则后续无法对磨损路径进行正确的对齐。

8.2 铅笔硬度测试

8.2.1 样品要求及前处理

测试样品必须在测试环境要求得温湿度下保持至少 16 小时以上。

8.2.2 铅笔

将每支铅笔的一端消去 5mm~6mm 的木头，使铅笔芯呈原始、未划伤、光滑的圆柱形状态；保留完整的圆柱形铅笔芯。每次测试前，均需在 400 目砂纸上，以 90°前后移动铅笔以打磨出光滑、平坦、无碎片/缺口的圆形截面。每次测试铅笔都需重复这个步骤，测试时，如果铅笔芯的尖端有些许碎裂，必须重新打磨铅笔芯。

8.2.3 样品固定

将样品固定在仪器的测试平台上，确保待测区域面朝上，水平且稳固，仅可测试平整、光滑的表面区域。

8.2.4 测试

在 (7.35 ± 0.15) N 负载下 $(45 \pm 1)^\circ$ 以 0.5~1mm/s 的速度推动各等级铅笔向前滑动，长度至少 7 mm，平行方向共滑 2 条。用无尘布或橡皮擦擦拭涂层表面，目视或用 6-10 倍放大镜评定破坏（包含塑性变形和内聚破坏）。

8.3 耐盐雾测试

8.3.1 样品要求及前处理

测试样品必须在测试环境要求得温湿度下保持至少 16 小时以上。

8.3.2 试样准备

对于有防锈油保护的样品，应使用洗涤剂进行清洁，如洗洁精清洗后，使用去离子水冲洗，擦干。实验前应尽量避免用手触摸试样表面，全程佩戴手套进行前处理作业。

8.3.3 试样摆放

金属样品：试样应与垂直方向成 $(20 \pm 5)^\circ$ 的角度进行放置。

材料及外壳：正常使用相同的角度进行放置。

客户要求的角度进行放置，悬挂试样：应使用合成纤维、棉线等惰性绝缘材料。

试样的测试面应暴露在自由流通的喷雾中，且不与试验箱接触，箱内溶液不可从支架滴落直接滴落至试样。

8.3.4 实验条件

条件	规定值
温度	$35^\circ\text{C} \pm 2\text{ K}$

80cm ² 水平收集面积的平均收集速率	1.5mL/h±0.5mL/h
氯化钠浓度（收集溶液）	50g/L±5g/L
pH（收集溶液）	6.5~7.2

8.3.5 试验测试

将样品放入试验箱中，试样相互不可接触，设定测试时间，开始试验，试验时间为 24h，试验中应减少试验中断，如试样的检查：可在预定的时间内对试样进行目视检查，但不可干扰其表面，每天的总开箱时间不应超过 1h。

8.3.6 试验后参数确认

每个收集装置应至少 24h 内收集平均量为 1.5mL/h±0.5mL/h 的喷雾溶液，收集的喷雾溶液的氯化钠浓度应为 50g/L±5g/L，即溶液的密度范围在 25℃时为（1.029~1.036）g/cm³。

8.3.7 试验后处理

试验完成后，应在流动的自来水中清洗试样 5min，然后用蒸馏水或去离子水冲洗，清洗的水温度不应超过 35℃。清洗的目的是去除盐沉积物而不是去除腐蚀产物。清洗后用手晃动或吹风将水分去除，然后在室温下干燥 1h~2h 后进行结果的评定。

8.4 耐汗渍色牢度测试

8.4.1 样品要求及前处理

测试样品必须在测试环境要求得温湿度下保持至少 16 小时以上。

8.4.2 样品准备

对于有防锈油保护的样品，应使用洗涤剂进行清洁，如洗洁精清洗后，使用去离子水冲洗，擦干。实验前应尽量避免用手触摸试样表面，全程佩戴手套进行前处理作业。

8.4.3 测试

将样品包裹在浸透人工汗液的棉织物（无尘布）里，用锡箔纸包裹密封或用密封膜密封在烧杯里，然后放置在（40±2）℃的恒温环境中放置 24h。

8.4.4 测试完成

取出样品，室温放置至样品冷却至常温，然后用清洁流动水冲洗、无尘布擦干。常温环境下放置 1.0~2.0 h 后检查外观变化。

8.5 耐光老化测试

8.5.1 样品要求及前处理

测试样品必须在测试环境要求得温湿度下保持至少 16 小时以上。

8.5.2 样品准备

用无尘布将样品表面擦拭干净，备用。

8.5.3 样品放置

然后均匀且不交叠放置样品与氙灯老化箱试样架上，或固定样品于测试夹具中，避免测试过程中样品位置发生变化。

8.5.4 设置参数

选择 300~400nm (UVA+VUB) 的光谱区域来代表总辐射量：辐照度设置：74.56 (1+10%) w/m²，试验箱温度 1°C/min 的升温速率。

如图 1：设置 T1 温度为 (25±2) °C，T2 的温度为 (40±2) °C，以 1°C/min 的升温速率，上升至 T2，辐照度：74.56 (1+10%) w/m²，在此保持 20 个小时，20 个小时后，温度恢复至 T1 水平，辐射强度降为 0，随后这些条件将持续保持 4 个小时。此为 1 个循环，共 1 个循环。

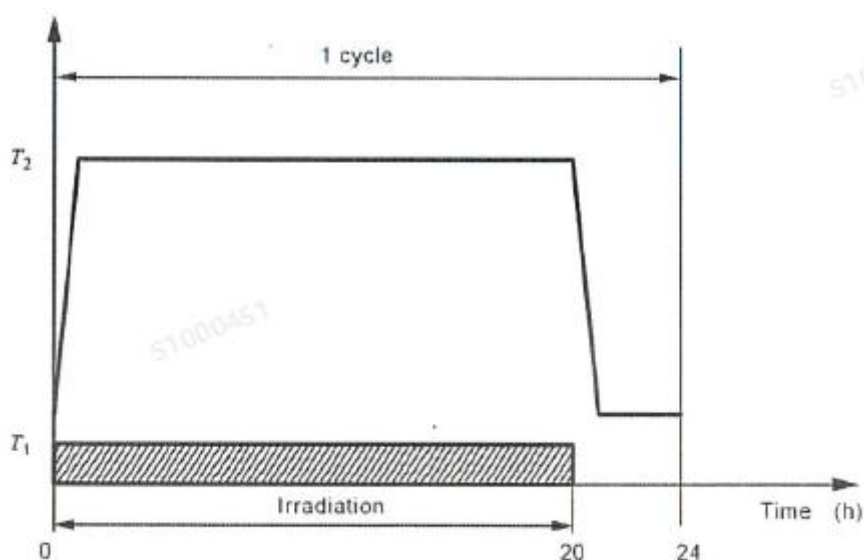


Figure 1: UV Resistance cycle

8.5.5 测试

将样品放入试验箱后，开启程序，试验结束后，将样品取出，并在标准大气实验室中静置 2 小时，用未测试样品进行比对，检查外观。

8.6 湿热环境可靠性测试

8.6.1 样品要求及前处理

测试样品必须在测试环境要求的温湿度下保持至少 4 小时以上。

8.6.2 清洁样品

用无尘布将样品表面擦拭干净。

8.6.3 程序设置

按照要求设定高低温湿热试验箱的温湿度 (60±2) °C、(90±5) %RH，保持 48 小时，温湿度达到目标设定值后，将样品置于试验箱内，执行高温高湿测试。

8.6.4 测试后处理

测试完成后，并在标准大气实验室中静置 2 个小时，检查外观。

9 结果计算

9.1 除铅笔硬度测试外，其他测试后的检查，主要是与未测试样品进行外观比对，确认其有无出现外观异色、鼓泡、起皱、掉膜等不良，每项测试至少测试 3 个以上的平行样品。

9.2 铅笔硬度测试后，检查测试区域是否出现超过 3mm 的划痕，如果已经出现超过 3mm 的划痕，则降低铅笔的硬度重复试验，直至超过 3mm 的划痕不再出现为止，以没有使涂层出现 3mm 及以上划痕的最硬的铅笔硬度来表示涂层的铅笔硬度，平行测定两次，如果两次测定结果不一致，应重新试验。

10 试验报告

如适用，试验报告中应给出以下详细信息。

10.1 耐磨性测试

- a) 提及参考文件；
- b) 试验设备（制造商、型号、校准数据等）；
- c) 试样的描述：底材的材质和表面处理；
- d) 试样预处理；
- e) 测试负载及循环次数；
- f) 试验条件：温湿度；
- g) 最终检测的方法及结果；
- h) 程序上的任何偏离；
- i) 任何观察到的异常特征；
- j) 试验日期；

10.2 铅笔硬度测试

- a) 提及参考文件；
- b) 试验设备及铅笔型号（制造商、型号、校准数据等）；
- c) 试样的描述：底材的材质和表面处理；
- d) 试样预处理；
- e) 试验条件：温湿度；
- f) 如果使用了放大镜，注明放大镜放大的倍数；
- g) 最终检测的方法及结果；
- h) 程序上的任何偏离；
- i) 任何观察到的异常特征；
- j) 试验日期；

10.3 耐盐雾测试

- a) 提及参考文件;
- b) 所用试剂种类及纯度;
- c) 试验设备 (制造商、型号、校准数据等);
- d) 试样的描述(照片、数量);
- e) 试样的预处理
- f) 试样的摆放方式
- g) 运行条件
- h) 试验持续时间
- i) 恢复条件及周期
- j) 最终检测的方法及结果
- k) 程序上的任何偏离
- l) 任何观察到的异常特征
- m) 试验日期

10.4 耐汗渍色牢度测试

- a) 提及参考文件;
- b) 测试实验室;
- c) 所用试剂种类;
- d) 试验设备 (制造商、型号、校准数据等);
- e) 试样的描述(照片、数量);
- f) 试样的预处理;
- g) 试样的摆放方式;
- h) 运行条件;
- i) 试验持续时间;
- j) 恢复条件及周期;
- k) 最终检测的方法及结果;
- l) 程序上的任何偏离;
- m) 任何观察到的异常特征;
- n) 试验日期;

10.5 耐光老化测试

- a) 提及参考文件;
- b) 测试实验室;

- c) 试验设备（制造商、型号、辐射源、辐射光谱强度、校准数据等）；
- d) 试样的描述(照片、数量)；
- e) 测试条件（温度、湿度、辐照度等）；
- f) 试验持续时间；
- g) 最终检测的方法及结果；
- h) 程序上的任何偏离；
- i) 任何观察到的异常特征；
- j) 试验日期；

10.6 湿热环境可靠性测试

- a) 提及参考文件；
- b) 测试实验室；
- c) 试验设备（制造商、型号、校准数据等）；
- d) 试样的描述(照片、数量)；
- e) 测试条件（温度、湿度）；
- f) 试验持续时间；
- g) 最终检测的方法及结果；
- h) 程序上的任何偏离；
- i) 任何观察到的异常特征；
- j) 试验日期；