

《雾化器具的表面工艺可靠性测试方法》

标准编制组

2025 年 9 月

一、任务来源

2025 年 4 月，思维瑞科技（深圳）有限公司、深圳麦克韦尔科技有限公司向广东省食品药品评审认证技术协会提出了制定广东省食品药品评审认证技术协会团体标准《雾化器具的表面工艺可靠性测试方法》的项目申请，协会组织评审专家小组，于 2025 年 5 月 28 日召开团体标准立项评审会议，评审小组成员对该项目进行论证并获得通过，

并同时开始该标准的研究制定工作，在组织上拟定了相关的措施，确定了本部标准的修订思路。

2025 年 5 月，广东省食品药品评审认证技术协会下达了该项目的制定计划任务，详见《关于《雾化器具的表面工可靠性测试方法》团体标准通过立项的公告》。

标准起草单位为思维瑞科技（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，由广东省食品药品评审认证技术协会归口。

二、标准制定的原则和依据

1. 编制原则

本标准的编制以科学发展观为指导，以实现经济、社会的可持续发展为目标，以电子雾化相关法律、法规、规章、政策和规划为根据，积极借鉴国内外先进标准，遵循“科学性、先进性、可行性、规范性”的原则，同时考虑相关应用问题及企业测试的可行性，通过制定和实施本标准，促进经济效益和社会效益的统一。

◆ 科学性：

团体标准制定前，工作组首先搜集了国内外电子雾化相关先进标准和研究资料，调查了电子烟的行业概况、雾化器具中表面处理工艺的可靠性法规要求和检测方法等，同时开展典型样品的方法开发，结合了研究资料 and 实际数据，保证了团体标准的科学性。

◆ 先进性

团体标准制定过程中工作组查阅了国际国内对于雾化器具中表面处理工艺的可靠

性检测方法的相关法规法律、标准资料和科研论文，并在制定过程中多次与行业内专家进行了咨询和讨论，确保了检测方法的先进性。

◆ 可行性

标准的制定应与经济、技术发展水平相适应。本标准在参考国内外相关标准及研究报道的基础上，充分考虑了我国检测技术现状，并多次与检测机构代表就检测技术进行讨论，保证了标准的可行性。

◆ 规范性

本标准依据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》和 GB/T 20001.4-2015《标准编写规则第4部分：试验方法标准》的要求进行编制，保证了标准的规范性。

2. 技术依据

本标准依据 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原则》和 GB/T 20001.4-2015《标准编写规则第4部分：试验方法标准》的要求进行编制，参考了 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》、GB/T 16422.2-2014《塑料 实验室光源暴露实验方法 第2部分：氙弧灯》；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。研究制定了《雾化器具的表面工艺可靠性测试方法》推荐性团体标准。

三、标准的编制过程

为使制定的技术规范具有先进性和科学性，标准起草工作组（以下简称：工作组）进行了大量的工作，主要工作过程包括：

1. 项目启动与方案制定（2025年4月）

2025 年 4 月，接受了标准编制任务后，牵头单位思维瑞科技（深圳）有限公司及时与参与标准编制单位进行了沟通和联系，成立标准工作小组，明确各参与单位及人员职责分工。

开展技术的前期调研工作，查询国内外相关标准及研究报道，并进行了资料的收集工作。

2. 资料分析总结形成团体标准工作方案（2025 年 5 月）

2025 年 5 月，思维瑞科技（深圳）有限公司标准化工作小组对收集到的资料进行分析汇总，并结合最新文献资料以及相关研究报道，确定了对雾化器具中表面工艺可靠性检测方法的相关实验验证和测定方法讨论稿，并将讨论稿发给各个合作单位进行讨论，与此同时，选取相关检验机构进行了初步的论证试验，对一些试验的关键步骤进行了论证，并达成初步统一想法，确定标准制定工作方案，包括工作目标、方法学验证计划、时间进度安排等。

3. 实验研究与方法学验证（2025 年 6-8 月）

2025 年 6-8 月，在确定实验室间验证实验方案，委托企业定制验证样品，实验室内进行样品均匀性验证，并组织协同实验室开展方法验证工作，收集并整理验证方法数据。

各参与单位按照方法学验证工作计划，开展实验研究，完成重复性、再现性、准确性等方法学验证实验。

实验室间比对，各参与实验室按照统一的标准测定方法，对指定的雾化物样品进行测定，并对结果进行报告和统计分析。

每个月定期组织线上或线下技术交流会议，分享实验进展，讨论解决实验过程中遇到的问题。

4. 标准起草与内部审核（2025 年 9 月）

依据实验数据和方法学验证结果，起草《雾化器具的表面工艺可靠性测试方法》团体标准文本及编制说明。

各参与单位对标准草案进行内部审核，提出修改意见和建议。

标准起草工作组根据内部审核意见，对标准草案进行修改完善，形成标准征求意见稿。

5. 征求意见与修改完善（2025 年 10 月）

将标准征求意见稿发送至行业内相关企业、科研机构、检测实验室等单位，广泛征求意见。

收集、整理反馈意见，组织专家进行讨论分析，对合理意见予以采纳，对标准征求意见稿进行修改，形成标准送审稿。

6. 标准审定与发布实施（（2025 年 11 月）

组织召开标准审定会议，邀请行业专家对标准送审稿进行审查，根据专家意见进一步修改完善。

通过审定的标准，按照团体标准发布程序进行发布，并组织开展标准宣贯培训活动，推动标准的实施应用。

四、编制背景

1. 标准方法建立的必要性

近年来，雾化器具（涵盖电子雾化设备、医疗雾化器等）在消费电子与医疗健康领域应用迅猛增长。其 CMF（Colour & Material & Finish，颜色、材料与表面处理）设计直接影响用户体验、产品寿命及安全性（如材料析出物、涂层脱落风险）。然而，缺乏统一的 CMF 可靠性测试标准，导致产品质量参差不齐，亟需通过标准化规范行业测试方法。

当前国内外标准多聚焦于电气安全、化学成分限值（如欧盟 TPD、中国电子烟国标）或基础机械性能（如跌落测试），对 CMF 的专项可靠性评估（如耐磨性、耐腐蚀性、环境老化等）缺乏系统化指引。企业多采用自建方法，结果难以横向比对，影响供应链协作效率。

全球监管机构（如美国 FDA、欧盟 CE、中国市场监管总局）对雾化产品安全要求日趋严格。建立科学的 CMF 可靠性测试方法，可为产品合规性认证提供技术依据，降低企业应对多国法规的合规成本。

雾化器具长期接触口腔或吸入气体，CMF 部件（如外壳涂层、吸嘴材料）的耐久性失效可能导致有害物质释放或物理损伤。统一测试标准有助于从源头预防质量隐患，维护消费者权益与品牌声誉。

2. 国内外研究现状

（1）国内现状

中国现行国标/行标（如 GB 4706.1 《家用电器安全》、YY/T 1490 《医用雾化器》）主要覆盖通用安全与性能，未深入 CMF 可靠性专项测试。部分团体标准（如中汽协汽车内饰件耐磨测试标准）可参考，但缺乏针对雾化器具高温、高湿、烟油腐蚀等特殊场景的适配性。

头部企业（如思摩尔、卓力能）已建立内部 CMF 测试体系，但方法差异大、保密性强，未形成行业共识。科研机构（如中科院深圳先进院）在材料老化机理方面有基础研究，但未转化为标准化测试方案。

（2）国际现状

ISO/ASTM：发布通用材料测试标准（如 ISO 2409 附着力测试、ASTM D3363 铅笔硬度测试），但未针对雾化器具结构特性（如小尺寸曲面、频繁接触液体）定制方法。

电子烟领域：英国 BSI 发布 PAS 5410:2021（电子烟液安全要求），未涵盖 CMF 物理可靠性；美国 PMTA 要求提交材料安全性数据，但无具体测试方法强制规定。

医疗设备：ISO 18562（医疗呼吸气体通路生物相容性）关注化学风险，对物理磨损、老化等机械失效场景覆盖不足。

技术研究：

欧盟联合研究中心（JRC）开展电子烟材料溶出物研究，侧重化学分析而非物理可靠性。期刊研究（如《Materials & Design》）可见雾化器材料耐腐蚀性论文，但未形成系统性测试框架。

现存空白与挑战主要为：**场景适配性缺失**--现有标准未考虑雾化器具高频接触、复杂介质（烟油/药剂）、温湿度循环等独特失效诱因；**评价维度不统一**--耐磨、耐刮、色牢度等测试的量化指标（如循环次数、判定阈值）缺乏行业基准；**跨领域整合不足**--需融合消费电子（外观耐久性）、医疗器械（生物相容性）、化工（材料稳定性）等多维度要求。

因此，制定一套适用于各类雾化器具表面工艺可靠性的测定标准方法，对于统一检测流程、提高结果准确性和可比性、支持产品质量监管与风险评估，具有重要的现实意义和迫切性。

五、标准的整体结构

本标准内容主要 9 个部分：范围、规范性引用文件、术语和定义、方法原理、试剂和材料、仪器设备、试验环境要求、测试步骤，结果表述。

六、标准的主要内容及解析

1. 范围

对标准的目的和适用范围作了描述，明确了本标准适用于雾化器具表面工艺的可靠性测试。

2. 方法原理

对方法测定引用的原理依据进行了说明。

3. 试剂和材料

明确了方法所使用试剂名称及级别等。

4. 仪器设备

明确了方法中仪器设备的要求及等级等。

5. 测试步骤

5.1 RCA 纸带耐磨

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。

2) 纸带安装：按照规格书上的方式安装至仪器上；检查“0”型圈，若变扁、变硬或超过 6 个月，及时更换。

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；

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“0”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)

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。

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；

5.2 铅笔硬度

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；

2) 铅笔：将每支铅笔的一段消去 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，5-6mm。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

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，仅可测试光滑的表面区域；

4) 测试：在 (7.35 ± 0.15) N 负载下 $(45 \pm 1)^\circ$ 以 $0.5 \sim 1$ mm/s 的速度推动 2H 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）

5.3 盐雾

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

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

3) 盐水的配制：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。

4) 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；

5) 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	$1.5\text{mL/h} \pm 0.5\text{mL/h}$
氯化钠浓度（收集溶液）	$50\text{g/L} \pm 5\text{g/L}$
pH（收集溶液）	$6.5 \sim 7.2$

6) 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。

7) 试验后参数确认：每个收集装置应至少 24h 内收集平均量为 $1.5\text{mL/h} \pm 0.5\text{mL/h}$ 的喷雾溶液，收集的喷雾溶液的氯化钠浓度应为 $50\text{g/L} \pm 5\text{g/L}$ ，即溶液的密度范围在 25°C 时为 $(1.029 \sim 1.036) \text{ g/cm}^3$ 。

8) 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°C 。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。

5.4 人工汗液

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。

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。

3) 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 $40 \pm 2^\circ\text{C}$ 的恒温环境中放置 24h。

4) 测试完成后, 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。

5.5 氙灯老化

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;

2) 样品准备: 用无尘布将样品表面擦拭干净, 备用。

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。

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: $74.56 (1+10\%) \text{ w/m}^2$, 试验箱温度 1°C/min 的升温速率;

如图 1 : 设置 T1 温度为 $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, T2 的温度为 $40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, 以 1°C/min 的升温速率, 上升至 T2, 辐照度: $74.56 (1+10\%) \text{ w/m}^2$, 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。

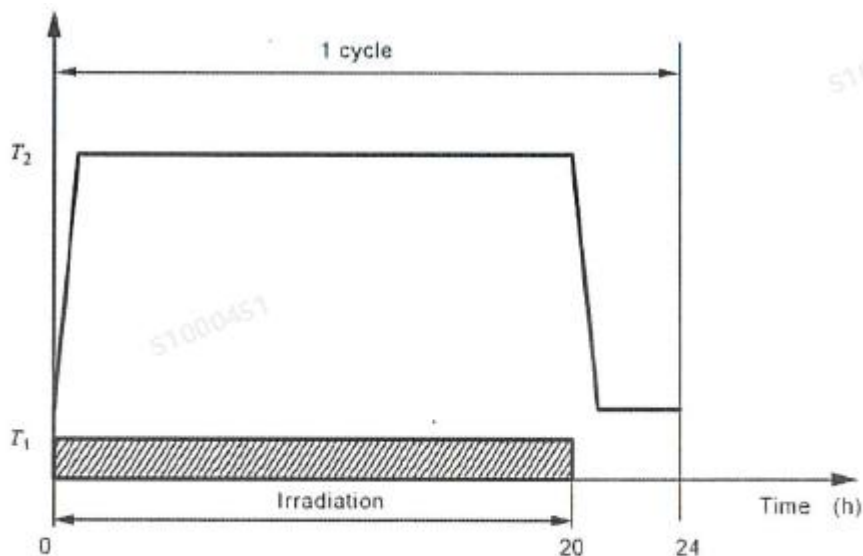


Figure 1: UV Resistance cycle

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。

5.6 高温高湿

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 4 小时以

上;

2) 用无尘布将样品表面擦拭干净;

3) 按照要求设定高低温湿热试验箱的温湿度 ($60\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $90\pm 5\%\text{RH}$), 保持 48 h), 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;

4) 测试时间完成后, 并在标准大气实验室中静置 2 个月, 检查外观。

七、验证单位试验结果

参与本次团标制定的单位及单位代码如下表所示

单位代码	单位名称
1	思维瑞科技(深圳)有限公司
2	深圳麦克韦尔科技有限公司
3	华测检测认证集团股份有限公司
4	广州质量监督检测研究院
5	佛山市翁开尔贸易有限公司

1. RCA 纸带耐磨测试方法验证

1.1 再现性

不同测试人员在两天内用同一台设备及方法对同一样品的相邻位置进行测试, 共选取 5pcs 样品(同一批次)比较其结果

样品	单位代码							
	1		2		3		5	
	175g 载荷下，100cycles 后是否漏底材							
	测试员 A	测试员 B	测试员 C	测试员 D	测试员 E	测试员 F	测试员 G	测试员 H
阳极样品	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
--	------	------	------	------	------	------	------	------

小结：结果一致，满足方法及产品规格要求；

样品	单位代码							
	1		2		3		5	
	175g 载荷下，40cycles 后是否漏底材							
	测试员 A	测试员 B	测试员 C	测试员 D	测试员 E	测试员 F	测试员 G	测试员 H
丝印样品	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

小结：结果一致，满足方法及产品规格要求。

1.2 重复性

同一测试人员对同一样品的相邻位置进行测试，共测试五个样品。

样品	单位代码				样品	单位代码			
	1	2	3	5		1	2	3	5
	175g 载荷下，100cycles 后是否漏底材					175g 载荷下，40cycles 后是否漏底材			
阳极样品	Pass	Pass	Pass	Pass	丝印样品	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass

小结：结果一致，满足方法及产品规格要求。

1.3 准确性验证

样品	单位代码			
	1	2	3	5
	(标准板磨损对比)			
标准测试板	33	33	31	37
	35	32	32	38
	34	33	30	36
	35	35	31	35
	33	34	30	36
平均值	34	33	31	36
偏差	2.86%	5.71%	11.4%	5.71%

小结：结果准确性偏差 $\leq 15\%$ ，满足标准及规格要求。

1.4 可靠性验证

在团标制定期间，企业代表收集了市场上不同厂家不同工艺的 4 款雾化器产品，验证单位对派发样按标准方法进行测试，结果如下表所示。

样品	单位代码				样品	单位代码			
	1	2	3	5		1	2	3	5
	175g 载荷下，100cycles 后是否漏底材					175g 载荷下，100cycles 后是否漏底材			
外壳 A	Pass	Pass	Pass	Pass	外壳 B	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass

样品	单位代码				样品	单位代码			
	1	2	3	5		1	2	3	5
	175g 载荷下, 40cycles 后是否漏底材					175g 载荷下, 40cycles 后是否漏底材			
外壳 C	Pass	Pass	Pass	Pass	外壳 D	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass

小结：测试结果一致，满足方法及产品规格要求。

2. 铅笔硬度测试方法验证

2.1 再现性

不同实验室的不同测试人员在两天内用相同的铅笔对同一样品进行测试。

样 品	单位代码							
	1		2		3		4	
	要求≥9H 硬度							
	测试员 A	测试员 B	测试员 C	测试员 D	测试员 E	测试员 F	测试员 G	测试员 H
阳 极 样 品	≥9H	≥9H	≥9H	≥9H	≥9H	≥9H	> 9H	> 9H
	≥9H	≥9H	≥9H	≥9H	≥9H	≥9H	> 9H	> 9H
	≥9H	≥9H	≥9H	≥9H	≥9H	≥9H	> 9H	> 9H
	≥9H	≥9H	≥9H	≥9H	≥9H	≥9H	> 9H	> 9H
	≥9H	≥9H	≥9H	≥9H	≥9H	≥9H	> 9H	> 9H

平均值	≥9H	≥9H	≥9H	≥9H	≥9H	≥9H	> 9H	> 9H
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------

小结：测试结果差异小于等于一个铅笔硬度单位，结果可以接受的。

样 品	单位代码							
	1		2		3		4	
	要求≥3B 硬度							
	测试员 A	测试员 B	测试员 C	测试员 D	测试员 E	测试员 F	测试员 G	测试员 H
丝 印 样 品	≥3B	≥3B	≥3B	≥3B	≥3B	≥3B	> 3B	> 3B
	≥3B	≥3B	≥3B	≥3B	≥3B	≥3B	> 3B	> 3B
	≥3B	≥3B	≥3B	≥3B	≥3B	≥3B	> 3B	> 3B
	≥3B	≥3B	≥3B	≥3B	≥3B	≥3B	> 3B	> 3B
	≥3B	≥3B	≥3B	≥3B	≥3B	≥3B	> 3B	> 3B
平 均 值	≥3B	≥3B	≥3B	≥3B	≥3B	≥3B	> 3B	> 3B

小结：测试结果差异小于等于一个铅笔硬度单位，结果可以接受的。

2.2 重复性

同一测试人员对同一样品进行五次测量。

样品	单位代码				样品	单位代码			
	1	2	3	4		1	2	3	4
	要求≥9H 硬度					要求≥3B 硬度			

阳极样品	≥9H	≥9H	≥9H	> 9H	丝印样品	≥3B	≥3B	≥3B	> 3B
	≥9H	≥9H	≥9H	> 9H		≥3B	≥3B	≥3B	> 3B
	≥9H	≥9H	≥9H	> 9H		≥3B	≥3B	≥3B	> 3B
	≥9H	≥9H	≥9H	> 9H		≥3B	≥3B	≥3B	> 3B
	≥9H	≥9H	≥9H	> 9H		≥3B	≥3B	≥3B	> 3B
平均值	≥9H	≥9H	≥9H	> 9H	平均值	≥3B	≥3B	≥3B	> 3B

小结：测试结果差异小于等于一个铅笔硬度单位，结果可以接受的。

2.3 可靠性验证

在团标制定期间，企业代表收集了市场上不同厂家不同工艺的 4 款雾化器产品，验证单位对派发样按标准方法进行测试，结果如下表所示。

样品	单位代码				样品	单位代码			
	1	2	3	4		1	2	3	4
	铅笔硬度等级					铅笔硬度等级			
外壳 A	≥9H	≥9H	9H	>9H	外壳 B	≥9H	≥9H	9H	>9H
	≥9H	≥9H	9H	>9H		≥9H	≥9H	9H	>9H
	≥9H	≥9H	9H	>9H		≥9H	≥9H	9H	>9H
	≥9H	≥9H	9H	>9H		≥9H	≥9H	9H	>9H
	≥9H	≥9H	9H	>9H		≥9H	≥9H	9H	>9H
外壳 C	4H	4H	4H	4H	外壳 D	3H	3H	3H	3H
	4H	4H	4H	4H		3H	3H	3H	3H
	4H	4H	4H	4H		3H	3H	3H	3H
	4H	4H	4H	4H		3H	3H	3H	3H

	4H	4H	4H	4H		3H	3H	3H	3H
--	----	----	----	----	--	----	----	----	----

小结：测试结果差异小于等于一个铅笔硬度单位，结果可以接受的。

3. 盐雾测试方法验证

3.1 再现性

不同测试人员在一周内用同一台设备及方法对同一批次的样品进行测试，比较其结果

样 品	单位代码							
	1	2	3	4				
	中性盐雾 24h，检查外观有无异色、起鼓、掉膜等不良							
	测试员 A	测试员 B	测试员 C	测试员 D	测试员 E	测试员 F	测试员 G	测试员 H
阳 极 样 品	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

小结：结果一致，满足方法及产品规格要求。

样 品	单位代码							
	1	2	3	4				
	中性盐雾 24h，检查外观有无异色、起鼓、掉膜等不良							
	测试员 A	测试员 B	测试员 C	测试员 D	测试员 E	测试员 F	测试员 G	测试员 H
丝 印	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

样品	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

小结：结果一致，满足方法及产品规格要求。

3.2 重复性

同一测试人员对同一批次样品取 5pcs 进行测量，比较其结果。

样品	单位代码				样品	单位代码			
	1	2	3	4		1	2	3	4
	中性盐雾 24h，检查外观有无异色、 起鼓、掉膜等不良					中性盐雾 24h，检查外观有无异色、 起鼓、掉膜等不良			
阳极样品	Pass	Pass	Pass	Pass	丝印样品	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass

小结：结果一致，满足方法及产品规格要求

3.3 可靠性验证

在团标制定期间，企业代表收集了市场上不同厂家不同工艺的 4 款雾化器具产品，验证单位对派发样按标准方法进行测试，结果如下表所示。

样品	单位代码				样品	单位代码			
	1	2	3	4		1	2	3	4
	盐雾测试 24h					盐雾测试 24h			
外壳 A	Pass	Pass	Pass	Pass	外壳 B	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass

	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
外壳 C	Pass	Pass	Pass	Pass	外壳 D	Fail	Fail	Fail	Fail
	Pass	Pass	Pass	Pass		Fail	Fail	Fail	Fail
	Pass	Pass	Pass	Pass		Fail	Fail	Fail	Fail
	Pass	Pass	Pass	Pass		Fail	Fail	Fail	Fail
	Pass	Pass	Pass	Pass		Fail	Fail	Fail	Fail

4. 人工汗液测试方法验证

4.1 再现性

不同测试人员在一周内用同一台设备及方法对同一批次的样品进行测试，比较其结果。

样品	单位代码							
	1		2		3		4	
	样品包裹在浸透人工汗液的无尘布中，40℃+24h，检查外观有无异色、起鼓、掉膜等不良							
	测试员 A	测试员 B	测试员 C	测试员 D	测试员 E	测试员 F	测试员 G	测试员 H
阳极样品	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

小结：结果一致，满足方法及产品规格要求。

样 品	单位代码							
	1		2		3		4	
	样品包裹在浸透人工汗液的无尘布中，40℃+24h，检查外观有无异色、起鼓、掉膜等不良							
	测试员 A	测试员 B	测试员 C	测试员 D	测试员 E	测试员 F	测试员 G	测试员 H
丝 印 样 品	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

小结：结果一致，满足方法及产品规格要求。

4.2 重复性

同一批次样品，各取 5pcs，同一测试人员在相同条件下测试，确认其重复性。

样品	单位代码				样品	单位代码			
	1	2	3	4		1	2	3	4
	样品包裹在浸透人工汗液的无尘布中，40℃+24h，检查外观有无异色、起鼓、掉膜等不良					样品包裹在浸透人工汗液的无尘布中，40℃+24h，检查外观有无异色、起鼓、掉膜等不良			
阳极样品	Pass	Pass	Pass	Pass	丝印样品	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass

小结：结果一致，满足方法及产品规格要求

4.3 可靠性验证

在团标制定期间，企业代表收集了市场上不同厂家不同工艺的4款雾化器具产品，验证单位对派发盲样按标准方法进行测试，结果如下表所示。

样品	单位代码				样品	单位代码			
	1	2	3	4		1	2	3	4
	样品包裹在浸透人工汗液的无尘布中，40℃+24h，检查外观有无异色、起鼓、掉膜等不良					样品包裹在浸透人工汗液的无尘布中，40℃+24h，检查外观有无异色、起鼓、掉膜等不良			
外壳 A	Pass	Pass	Pass	Pass	外壳 B	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
外壳 C	Pass	Pass	Pass	Pass	外壳 D	Fail	Fail	Fail	Fail
	Pass	Pass	Pass	Pass		Fail	Fail	Fail	Fail
	Pass	Pass	Pass	Pass		Fail	Fail	Fail	Fail
	Pass	Pass	Pass	Pass		Fail	Fail	Fail	Fail
	Pass	Pass	Pass	Pass		Fail	Fail	Fail	Fail

小结：结果一致，满足方法及产品规格要求。

5. 氙灯老化测试方法验证

5.1 再现性

不同测试人员在一周内用同一台设备及方法对同一批次的样品进行测试，比较其

结果。

样 品	单位代码							
	1		2		3		5	
	氙灯 24h，检查外观有无异色、起鼓、掉膜等不良							
	测试员 A	测试员 B	测试员 C	测试员 D	测试员 E	测试员 F	测试员 G	测试员 H
阳 极 样 品	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

小结：结果一致，满足方法及产品规格要求。

样 品	单位代码							
	1		2		3		5	
	氙灯 24h，检查外观有无异色、起鼓、掉膜等不良							
	测试员 A	测试员 B	测试员 C	测试员 D	测试员 E	测试员 F	测试员 G	测试员 H
丝 印 样 品	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

小结：结果一致，满足方法及产品规格要求。

5.2 重复性

同一批次样品，各取 5pcs，同一测试人员在相同条件下测试，确认其重复性。

样品	单位代码				样品	单位代码			
	1	2	3	5		1	2	3	5
	氙灯 24h, 检查外观有无异色、起鼓、掉膜等不良					氙灯 24h, 检查外观有无异色、起鼓、掉膜等不良			
阳极样品	Pass	Pass	Pass	Pass	丝印样品	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass

小结：结果一致，满足方法及产品规格要求。

5.3 可靠性验证

在团标制定期间，企业代表收集了市场上不同厂家不同工艺的 4 款雾化器具产品，验证单位对派发样按标准方法进行测试，结果如下表所示。

样品	单位代码				样品	单位代码			
	1	2	3	5		1	2	3	5
	氙灯 24h, 检查外观有无异色、起鼓、掉膜等不良					氙灯 24h, 检查外观有无异色、起鼓、掉膜等不良			
外壳 A	Pass	Pass	Pass	Pass	外壳 B	Fail	Fail	Fail	Fail
	Pass	Pass	Pass	Pass		Fail	Fail	Fail	Fail
	Pass	Pass	Pass	Pass		Fail	Fail	Fail	Fail
	Pass	Pass	Pass	Pass		Fail	Fail	Fail	Fail
	Pass	Pass	Pass	Pass		Fail	Fail	Fail	Fail
外壳 C	Pass	Pass	Pass	Pass	外壳 D	Fail	Fail	Fail	Fail

	Pass	Pass	Pass	Pass		Fail	Fail	Fail	Fail
	Pass	Pass	Pass	Pass		Fail	Fail	Fail	Fail
	Pass	Pass	Pass	Pass		Fail	Fail	Fail	Fail
	Pass	Pass	Pass	Pass		Fail	Fail	Fail	Fail

小结：结果一致，满足方法及产品规格要求。

6. 高温高湿测试方法验证

6.1 再现性

不同测试人员在一周内用同一台设备及方法对同一批次的样品进行测试，比较其结果。

样 品	单位代码							
	1		2		3		4	
	高温高湿 48h，检查外观有无异色、起鼓、掉膜等不良							
	测试员 A	测试员 B	测试员 C	测试员 D	测试员 E	测试员 F	测试员 G	测试员 H
阳 极 样 品	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

小结：结果一致，满足方法及产品规格要求

样 品	单位代码			
	1	2	3	4
	高温高湿 48h，检查外观有无异色、起鼓、掉膜等不良			

	测试员 A	测试员 B	测试员 C	测试员 D	测试员 E	测试员 F	测试员 G	测试员 H
丝印样品	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

小结：结果一致，满足方法及产品规格要求。

6.2 重复性

同一批次样品，各取 5pcs，同一测试人员在相同条件下测试，确认其重复性。

样品	单位代码				样品	单位代码			
	1	2	3	4		1	2	3	4
	高温高湿 48h，检查外观有无异色、 起鼓、掉膜等不良					高温高湿 48h，检查外观有无异色、 起鼓、掉膜等不良			
阳极样品	Pass	Pass	Pass	Pass	丝印样品	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass

小结：结果一致，满足方法及产品规格要求

6.3 可靠性验证

在团标制定期间，企业代表收集了市场上不同厂家不同工艺的 4 款雾化器具产品，验证单位对派发样按标准方法进行测试，结果如下表所示。

样品	单位代码				样品	单位代码			
	1	2	3	4		1	2	3	4
	高温高湿 48h，检查外观有无异色、起鼓、掉膜等不良					高温高湿 48h，检查外观有无异色、起鼓、掉膜等不良			
外壳 A	Pass	Pass	Pass	Pass	外壳 B	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
外壳 C	Pass	Pass	Pass	Pass	外壳 D	Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass
	Pass	Pass	Pass	Pass		Pass	Pass	Pass	Pass

小结：结果一致，满足方法及产品规格要求。

7. 结论

通过方法验证与验证单位数据分析，结果表明：思维瑞科技（深圳）有限公司负责制定的《雾化器具的表面工艺可靠性测试方法》，包括 **RCA 纸带耐磨、铅笔硬度、盐雾、人工汗液、氙灯老化、高温高湿测试方法**，适用于雾器具中表面工艺可靠性的测定，本方法操作简单、快速，精密性、重复性、准确度符合 GB/T27417-2017 标准要求，适合推荐作为行业团体标准分析方法。

八、标准水平分析

本标准在方法科学性、可操作性和适用性方面均处于国内先进水平，能够满足雾

化器具表面工艺可靠性检测的精密度与准确度要求，具有较强的推广和应用价值。

九、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

本标准不涉及与任何国家法律、法规、规章及强制性标准冲突问题，标准的制定符合国家相关法律、法规、规章的要求。

十、专利及涉及的知识产权

本标准不涉及任何专利或知识产权

十一、重大分歧意见的处理经过和依据

无

十二、标准作为强制性或推荐性国家（或行业）标准的建议

建议该标准作为行业团体标准发布实施。

十三、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果

本团体标准的实施，可为生产企业提供统一、可重复的检测方法，降低方法验证和合规成本；为第三方检测机构提供标准化服务，提升检测效率和结果公信力；为监管部门提供一致性依据，便于市场监管。预计推广后可减少企业重复投入、降低检测纠纷，同时推动检测服务市场扩大，带来可观的产业化应用价值和经济效益。

《雾化器具得表面工艺可靠性测试方法》标准编制组

2025 年 9 月