

编者按:近年来,平板型太阳能集热器在我国获得快速恢复性增长,平板集热器用选择性吸收涂层日益受到广泛关注,而其光学性能尤其是耐腐蚀性能也被高度重视,盐雾试验被厂家当做检测耐腐蚀性能的一种手段。如何试验更科学?是个重要问题。

中国国标《GB/T 26974-2011 平板型太阳能集热器吸热体技术要求》于2012年8月1日实施。该标准中引人注目的是“吸热体上截取一段50mm长的试片作为试板,按照GB/T 1771的有关规定进行涂层带划痕的耐盐雾试验。”GB/T 1771-2007《色漆和清漆 耐中性盐雾性能的测定》,该标准等同采用ISO 7253:1996(英文版)。这应引起国内外太阳能热利用产业工作人员的重视,尤其是测定的细节与结果的评定。为帮助大家理解,本刊分两期将最新的ISO 9227 - 2012译成中文(中文不是ISO标准的官方文字),以供参考。

# 人工环境中的腐蚀试验—盐雾试验(上)

## ISO 9227 (第三版)

葛晓敏 翻译

殷 骏 校对

### 前言

ISO(国际标准化组织)是国家标准化机构(ISO成员机构)的世界性联合组织。制定国际标准的工作通常由ISO的技术委员会进行。如若对某项技术委员会确定的课题感兴趣,每个成员机构均有权参加该委员会。与ISO相关的国际组织、政府组织、非政府组织也参与该工作。ISO与国际电工委员会(IEC)在电工技术标准化方面紧密合作。

国际标准根据ISO/IEC指示的第2部分中制定的条例编写。

技术委员会的主要任务是制定国际标准。由技术委员会通过的国际标准草案将被分发给成员国机构进行投票。作为国际标准的出版物需经至少75%的成员机构投票批准。

需要注意的是这种文件的某些部分可以是专利权的问题。ISO对于某项或所有专利权的鉴定不应当承担责任。

国际标准ISO 9227是由技术委员会ISO/TC 156(金属和合金的腐蚀)制订的。

第三版取消并取代了第二版(ISO 9227:2006)及其发布的修订版。

### 引言

在耐盐雾作用和在其它媒质中耐腐蚀性之间很少有直接的关系,因为影响腐蚀进展的几项因素,如保护膜的形成,随着所遇条件的不同而有很大变化。因此,测试结果不能被作为检测被测金属材料耐腐蚀性的直接指导。同样,测试期间不同材料的性能不能作为这些材料在使用中耐腐蚀性的直接指导。

尽管如此,所述方法提供了检测手段,用以检测有或无腐蚀保护的金属材料所具有的相对质量。

盐雾试验一般性适用于快速分析有机和无机

涂层中不连续性、孔洞和损坏的腐蚀保护试验。此外,出于质量控制的目的,可在涂覆有相同涂层的样品之间进行比较。然而,作为对比试验只在涂层性质类似的情况下,盐雾试验才适用。

由于测试期间的腐蚀应力明显区别于实践中所遭遇的腐蚀应力,通常盐雾试验所获得的结果不可能作为不同涂层系统的长期属性的对比指导。

## 人工环境中的腐蚀试验——盐雾试验

### 1 范围

本国际标准规定在中性盐雾试验(NSS)、醋酸盐雾试验(AASS)和铜加速醋酸盐雾试验(CASS)的使用装置、试剂和操作程序,以评估有或无永久性或暂时性防腐蚀保护的金属材料的耐腐蚀性。

该标准也描述了评估试验箱环境的腐蚀性时所采用的方法。

该标准没有具体说明试样的尺寸、具体产品的曝露时间或对试验结果的说明。这些细节被提供于适当的产品说明中。

盐雾试验尤其适用于检测某个金属、有机、阳极氧化物和转换型涂层中的连续性,诸如孔隙和其他缺陷。

中性盐雾试验是其中pH值在6.5~7.2范围内的5%氯化钠溶液在可控环境下被雾化的试验方法。其具体应用于:

金属及其合金;

金属涂层(阳极和阴极);

转换型涂层;

阳极氧化物涂层和金属材料上的有机涂层。

醋酸盐雾试验是其中pH值在3.1~3.3范围内的加入冰醋酸溶液的5%氯化钠溶液在可控环境下被雾化的试验方法。其特别适用于测试铜+镍+铬或者镍+铬的装饰性涂层。其也适用于测试铝上的阳极涂层。

铜加速醋酸盐雾试验是其中pH值在3.1~3.3范围内的加入氯化铜和冰醋酸的5%氯化钠溶液在可控环境下被雾化的试验方法。其适用于测试铜+

镍+铬或者镍+铬的装饰性涂层。其也适用于测试铝上的阳极涂层。

所述盐雾方法都适用于检验有或无腐蚀保护的金属材料所具有的相对质量。它们不能被用作评价不同材料彼此之间相对抗腐蚀性能的对比试验。

### 2 引用文献

以下所引用文件是本文件应用必不可少的内容。对于注明日期的引用文件,仅适用所引版本。对于未注明日期的引用文件,适用引用文件(包括所有的修正案)的最新版本。

ISO 1514, 色漆和清漆——试验用标准样板

ISO 2808, 色漆和清漆——薄膜厚度的测定

ISO 3574, 商品级和冲压级冷轧碳素钢薄板

ISO 8407, 金属和合金的腐蚀——腐蚀试样上腐蚀产物的清除

ISO 17872, 色漆和清漆——在腐蚀试验用金属板涂层上划痕标记的入门指南

### 3 试验溶液

#### 3.1 氯化钠溶液的制备

将足够量的氯化钠溶解在蒸馏水或去离子水中,得到 $50 \pm 5\text{g/L}$ 的浓度,水的导电率在 $25 \pm 2$ 时不高于 $20\mu\text{S/cm}$ 。所收集到的喷雾溶液的氯化钠浓度应为 $50 \pm 5\text{g/L}$ 。 $50 \pm 5\text{g/L}$ 溶液的比重范围在 $25$ 时为 $1.029 \sim 1.036$ 。

用原子吸收光谱法和另一种灵敏度相似的分析方法作测量时,氯化钠中铜的质量分数应不小于 $0.001\%$ ,镍的质量分数应不少于 $0.001\%$ 。按干盐计算,含有的碘化钠质量分数不超过 $0.1\%$ ,或总杂质的质量分数不超过 $0.5\%$ 。

注释1:如果制备的溶液在 $25 \pm 2$ 时pH值在 $6.0 \sim 7.0$ 范围之外,则调查在盐和/或水中存在的不良杂质。

#### 3.2 pH值的调节

##### 3.2.1 盐溶液的pH值

根据所收集到的喷雾溶液的pH值,调节盐溶液的pH值到所需值。

### 3.2.2 NSS 试验

调节盐溶液(3.1)的pH值,以使得在 $25 \pm 2$ 下,试验箱(4.2)内所收集的喷雾溶液的pH值在6.5~7.2之间。可利用电测量或采用精度0.3pH的精密pH试纸检测pH值。通过加入盐酸、氢氧化钠溶液或分析级的碳酸氢钠溶液来作必要的校正。

喷雾时会造成溶液中二氧化碳的流失,从而有可能引起pH值的变化。可通过减少溶液中二氧化碳的含量来避免。如在置入装置前加热溶液至35以上,或用刚煮沸的水配制溶液。

### 3.2.3 AASS 试验

将足量的冰醋酸溶液加入盐溶液(3.1)以确保试验箱(4.2)中收集的喷雾溶液样品的pH值为3.1~3.2。如果最初制备溶液的pH值为3.0~3.1,则喷雾溶液的pH值可能在该规定的范围内。在 $25 \pm 2$ 温度下用电测量检测的方法来检测pH值,或用精度0.1pH的精密pH试纸进行常规检测。通过添加分析级的冰醋酸或氢氧化钠来作必要的校正。

### 3.2.4 CASS 试验

在盐溶液(3.1)中溶解足量的氯化铜(II)二水合物( $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ),使其浓度为 $0.26 \pm 0.02\text{g/L}$ (相当于 $0.205 \pm 0.015\text{g/L}$ 的 $\text{CuCl}_2$ )。

按3.2.3中描述的过程调整pH值。

## 3.3 过滤

如有必要,将溶液置入装置的储存器前先进行过滤,以除去任何可能堵塞喷雾装置喷嘴的固体物质。

## 4 装置

### 4.1 组件维护

与喷雾或试验溶液接触的所有组件应由喷雾溶液耐腐蚀的材料制成或该组件内衬有该腐蚀材料,并且,该材料不能影响喷雾试验溶液的防腐蚀性。

### 4.2 喷雾试验箱

试验箱应满足喷雾均一分布的条件。喷雾试验箱上半部分的设计使其表面形成的喷雾液滴不会落到试验样品上。

喷雾试验箱的规格和形状应满足下列要求,即该箱中溶液的收集速率在表2规定的范围内,测量在8.3规定的范围内。

出于环保,应优选具有避免雾气被释放出建筑物之外的适当处理试验后的雾气的技术和避免进入排水系统的吸水技术的装置。

注释2:附录A中展示了一种可行性的盐雾试验箱设计示意图。

### 4.3 加热器和温度控制

适宜的系统需在规定的温度(见表2)范围内维持喷雾试验箱和其所含物。该温度应在距离墙壁至少100mm处测量。

### 4.4 喷雾装置

用于喷雾盐溶液的装置包含控制压强和湿度的洁净空气供应器、装喷雾溶液的存储器和一个或多个雾化喷嘴。

供应给雾化器的压缩空气应先通过过滤器,以去除所有痕量的油或固体物质,并且雾化压强应在70~170kPa的过压范围内。压强应为 $98 \pm 10\text{kPa}$ 。

注释3:雾化喷嘴可具有“临界压强”,在此压强,盐雾的腐蚀性出现异常增加的现象。如果未能确定喷嘴的“临界压强”,则通过安装适宜的压强调节阀将空气压强的波动控制在 $\pm 0.7\text{kPa}$ 之内,使喷嘴在其“临界压强”运行的可能性最小化。

为了防止喷雾小滴的水分蒸发,空气在进入雾化器前应通过温度高于试验箱温度10的含有热蒸馏水或去离子水的饱和塔进行加湿。适宜的温度取决于所使用的压强和喷雾器喷嘴的类型,并且应调节温度使试验箱中的喷雾收集速率和所收集喷雾的浓度保持在规定的范围(见8.3)内。表1给出了不同压强下,饱和塔内热水温度的指导值。应当自动维持水含量以确保足够湿度。

雾化器应使用惰性材料制成。设置挡板可防止喷雾对试验样品的直接影响,使用可调节性挡板有助于使试验箱内的喷雾均匀分布。为此,配有雾化器的分散塔也可能有用。整个试验中,应自动维持

表 1 饱和塔内热水温度的定向指标

| 雾化过压<br>kPa | 当执行不同盐雾试验时，<br>饱和塔内热水温度的定向指标/ |                     |
|-------------|-------------------------------|---------------------|
|             | 中性盐雾试验(NSS)和<br>醋酸盐雾试验(AASS)  | 铜加速醋酸盐雾试验<br>(CASS) |
| 70          | 45                            | 61                  |
| 84          | 46                            | 63                  |
| 98          | 48                            | 64                  |
| 112         | 49                            | 66                  |
| 126         | 50                            | 67                  |
| 140         | 52                            | 69                  |

盐储存器中的盐溶液水平 以确保一致的喷雾供给。

#### 4.5 收集装置

应提供至少两个适宜的收集装置，包括由化学惰性材料制成的漏斗，带有刻度的圆底钢瓶或其他类似容器。适宜的漏斗直径为 100mm，相当于约为 80cm<sup>2</sup> 的收集面积。该收集装置应置于试验样品在喷雾试验箱中所放置的区域内，一个靠近喷雾的入口，另一个则远离入口。这样以便仅收集喷雾，而不收集从样品或从试验箱部分流出的液体。

#### 4.6 循环再利用

如果试验箱一旦被用于 AASS 或 CASS 试验，或者被用于使用与 NSS 试验规定所不同的溶液的任何其他目的，则它将不能再被用于所述 NSS 试验。

一旦被用于 AASS 或 CASS 试验，几乎不可能清洗试验箱以使之可用于 NSS 试验。然而，在这样的情况下，装置应该是被彻底清洗的，且根据第 5 项所描述的方法进行检验以确保特别是在整个喷雾过程中所收集的溶液 pH 值的正确。经此过程后，待测样品被置于喷雾试验箱中。

### 5 喷雾试验箱腐蚀性的评价方法

#### 5.1 概述

检验在不同实验室中一件装置或装置的相似项目的试验结果的可再现性和可重复性，必须如 5.2 ~ 5.4 中所述，定期验证装置。

注释 4：在装置持续使用期间，装置的两次腐

蚀性检验之间的合理间隔一般认为是 3 个月。

为确定试验的腐蚀性，应当使用钢制的参考金属样品。

作为钢制的参考金属样品的补充，高纯度锌制的参考金属样品也可被用于试验，依据附录 B 所述，确定此金属的腐蚀性。

#### 5.2 NSS 试验

##### 5.2.1 参考样品

为了验证装置，使用 4 个或 6 个厚度为  $1 \pm 0.2\text{mm}$ 、尺寸为 150mm × 70mm 的 CR4 级钢制参考样品(根据 ISO 3574)，其具有基本上无瑕疵的表面和亚光面漆(轮廓的算术平均偏差为  $R_a=0.8 \pm 0.3\mu\text{m}$ )。切割冷轧钢板或钢带得到这些参考样品。

进行试验前应仔细清洗参考样品。除 6.2 和 6.3 中给出的说明外，清洁过程中还应清除所有可能会影响试验结果的痕量物质(污垢、油脂或其他异物)。

使用干净的软刷或超声波清洗装置，用适宜的有机溶剂(如沸点在 60 ~ 120 之间的烃)彻底清洗参考样品。在盛满溶剂的容器内进行清洗。清洗结束后，用新鲜的溶剂冲洗参考样品，然后将它们干燥。

测定参考样品的质量至  $\pm 1\text{mg}$ 。用可去除的涂层(如粘附性塑料膜)保护参考样品的一个表面。通过粘附性胶带可同样保护参考试验样品的边缘。

##### 5.2.2 参考样品的安置

将 4 个钢板参考样品放置在用于放置试验样品的试验箱区域中的四象限内(如果使用 6 个样品，放置在 6 个不同位置上，包括四象限在内)，将未涂保护层的一面向上，并与垂直面呈  $20_i \pm 5_i$  角。

参考样品的支架应由惰性材料(比如 塑料)制成或涂层。参考样品的下边缘应与盐雾收集器的顶部处于同一水平面，试验持续时间应为 48h。

验证过程中，用惰性材料(如塑料或玻璃)的模拟样品填充喷雾试验箱。

##### 5.2.3 质量损耗的测定(质量 / 面积)



试验的最后,立刻将参考样品从试验箱中取出并除去保护层。依据ISO 8407所描述的机械和化学的方法除去腐蚀产物。就化学清洗而言,使用质量分数为20%的柠檬酸二铵盐 $[(\text{NH}_4)_2\text{HC}_6\text{H}_5\text{O}_7]$ (公认的分析级)于温度为23℃清洗10min。

除去保护层后,在室温下用水、然后用乙醇彻底清洗参考样品,接着进行干燥。

称重参考样品,并精确到1mg。用测定参考样品损耗除以参考样品的暴露面积,从而可评估参考样品每平方米的金属质量损耗。

在每次清洗腐蚀产物时,建议使用新配制的溶液。

注释5:可按照如ISO 8407中所描述的化学清洗腐蚀产物,再使用体积分数为50%的盐酸溶液( $r_{20}=1.18\text{ g/mL}$ )(公认的分析级)清洗。后者还包含3.5g/L的六亚甲基四胺作为腐蚀抑制剂。

#### 5.2.4 NSS 装置操作的检验

使用钢制参考样品进行操作48h,如果每个样品的质量损耗为 $70 \pm 20\text{ g/m}^2$ ,则该试验装置的操作是令人满意的。

### 5.3 AASS 试验

#### 5.3.1 参考样品

为了验证装置,使用4个或6个厚 $1 \pm 0.2\text{ mm}$ 、尺寸为 $150\text{ mm} \times 70\text{ mm}$ 的CR4级钢制参考样品(根据ISO 3574),其具有基本上无瑕疵的表面和亚光面漆(轮廓的算术平均偏差为 $R_a = 0.8 \pm 0.3\mu\text{m}$ )。切割冷轧钢板或钢带得到这些参考样品。

进行试验前应仔细清洗参考样品。除6.2和6.3中给出的说明外,清洁过程中还应当清洗所有可能会影响试验结果的痕量物质(污垢、油脂或其他异物)。

使用干净的软刷或超声波清洗装置,用适宜的有机溶剂(如沸点在 $60 \sim 120$ 之间的烃)彻底清洗参考样品。在盛满溶剂的容器内进行清洗。清洗结束后,用新鲜的溶剂冲洗参考样品,然后将它们干燥。

测定参考样品的质量至 $\pm 1\text{ mg}$ 。用可去除的涂层(如粘附性塑料膜)保护参考样品的一个表面。通过粘附性胶带可同样保护参考试验样品的边缘。

#### 5.3.2 参考样品的安置

将4个钢板参考样品放置在用于放置试验样品的试验箱区域中的四象限内(如果使用6个样品,放置在6个不同位置上,包括四象限在内),将未涂保护层的一面向上,并与垂直面呈 $20_i \pm 5_i$ 角。

参考样品的支架应由惰性材料(如塑料)制成或涂层。参考样品的下边缘应与盐雾收集器的顶部处于同一水平面,试验持续时间应为24h。

验证过程中,用惰性材料(如塑料或玻璃)的模拟样品填充喷雾试验箱。

#### 5.3.3 质量损耗的测定(质量/面积)

试验最后,立刻将参考样品从喷雾试验箱中取出并除去保护层。依据ISO 8407所描述的机械和化学的方法除去腐蚀产物。就化学清洗而言,使用质量分数为20%的柠檬酸二铵盐 $[(\text{NH}_4)_2\text{HC}_6\text{H}_5\text{O}_7]$ (公认的分析级)于温度为23℃清洗10min。

除去保护层后,在室温下用水、然后用乙醇彻底清洗参考样品,接着进行干燥。

称重参考样品精确到1mg。为评估参考样品每平方米的金属质量损耗,以参考样品暴露区域的面积划分来确定。

在每次清除腐蚀产物时,建议使用新制备的溶液。

注释6:可按照如ISO 8407中所描述的化学清洗腐蚀产物,再使用体积分数为50%的盐酸溶液( $r_{20}=1.18\text{ g/mL}$ )(公认的分析级)清洗。后者还包含3.5g/L的六亚甲基四胺作为腐蚀抑制剂。

#### 5.3.4 AASS 装置操作的检验

使用钢制参考样品进行操作24h,如果每个样品的质量损耗为 $40 \pm 10\text{ g/m}^2$ ,则该试验装置的操作是令人满意的。(待续)