



中华人民共和国国家标准

GB/T 9989.2—××××

代替 GB/T 9989.2—2015

搪瓷耐化学侵蚀的测定 第2部分：耐沸腾酸、沸腾中性液体、 碱性液体及其蒸气化学侵蚀的测定

Vitreous and porcelain enamels—Determination of resistance to chemical
corrosion—Part 2: Determination of resistance to chemical corrosion
by boiling acids, boiling neutral liquids, alkaline liquids and/or their vapours

(ISO 28706-2:2017, MOD)

××××-××-×× 发布

××××-××-×× 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

引言 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 原理 1

5 试剂 1

6 仪器设备 2

7 密封圈 5

8 样品 7

9 步骤 8

10 结果表示..... 8

11 沸腾柠檬酸..... 9

12 沸腾硫酸..... 9

13 沸腾盐酸 10

14 沸腾试验水 11

15 碱性溶液(洗涤剂) 11

16 其他试验溶液及条件 12

参考文献 14

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。

本文件是 GB/T 9989《搪瓷耐化学侵蚀的测定》的第 2 部分。GB/T 9989 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：室温下耐酸侵蚀的测定；
- 第 2 部分：耐沸腾酸、沸腾中性液体、碱性液体及其蒸气化学侵蚀的测定；
- 第 3 部分：用六角形容器或四边形玻璃容器进行耐碱性溶液化学侵蚀的测定；
- 第 4 部分：用圆柱形容器进行耐碱溶液侵蚀的测定；
- 第 5 部分：在封闭系统中耐化学侵蚀的测定。

本文件代替 GB/T 9989.2—2015《搪瓷耐化学侵蚀的测定 第 2 部分：耐沸腾酸、沸腾中性液体及其蒸气化学侵蚀的测定》，与 GB/T 9989.2—2015 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了范围中的碱性液体(见第 1 章)；
- b) 增加了用于测试目的的试剂：三磷酸钠、无水碳酸钠、过硼酸钠、硅酸钠、烷基磺酸盐(见 5.7～5.11)；
- c) 增加了碱性溶液(洗涤剂)(见第 15 章)。

本文件修改采用 ISO 28706-2:2017《搪瓷耐化学侵蚀的测定 第 2 部分：耐沸腾酸、沸腾中性液体、碱性液体及其蒸气化学侵蚀的测定》。

本文件与 ISO 28706-2:2017 的技术差异及其原因如下：

- a) 删除了规范性引用的 ISO 649-1(见 ISO 28706-2:2017 的第 2 章、6.2.7)，以适应我国的技术条件，增加可操作性；
- b) 用规范性引用的 GB/T 6682 替换了 ISO 3696(见 5.1)，以适应我国的技术条件，增加可操作性；
- c) 用规范性引用的 GB/T 6579 替换了 ISO 718(见 6.1.2)，以适应我国的技术条件，增加可操作性；
- d) 用规范性引用的 GB/T 34843 替换了 ISO 3585(见 6.1.2～6.1.4、6.1.14)，以适应我国的技术条件，增加可操作性；
- e) 用规范性引用的 GB/T 28212 替换了 ISO 4799(见 6.1.3)，以适应我国的技术条件，增加可操作性；
- f) 用规范性引用的 GB/T 12804 替换了 ISO 4788(见 6.2.3)，以适应我国的技术条件，增加可操作性；
- g) 删除了刻度比重计：满足 ISO 649-1 要求(见 ISO 28706-2:2017 的 6.2.7)，以适应我国的技术条件，增加可操作性。
- h) 用规范性引用的 GB/T 6031 替换了 ISO 48(见 7.3)，以适应我国的技术条件，增加可操作性；
- i) 用规范性引用的 GB/T 38166 替换了 ISO 28764(见第 8 章)，以适应我国的技术条件，增加可操作性；

本文件做了下列编辑性改动：

- 引言中所用资料性引用国家标准替换国际标准：GB/T 9989.1—2015 替换 ISO 28706-1:2008，GB/T 9989.3—×××× 替换 ISO 28706-3:2008，GB/T 9989.5—2015 替换 ISO 28706-

5:2010;

——增加了范围中的适用情况;

——删除了 ISO 28706-2:2017 的 5.1 试验用水中的“如蒸馏水或同等纯度的水”;

——修改了 ISO 28706-2:2017 第 14 章标题为“沸腾试验水”。

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。

本文件由中国轻工业联合会提出。

本文件由全国食品直接接触材料及制品标准化技术委员会(SAC/TC 397)归口。

本文件起草单位:浙江开尔新材料股份有限公司、湖南信诺技术股份有限公司、东华大学、广东格美淇电器有限公司、江苏迈能高科技有限公司。

本文件主要起草人:戴琦、周向华、罗理达、唐龙、叶佳意、徐晓健、谢洪斌、杨雪梅、蒋伟忠、朱庆国、龚苗。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

——2015 年首次发布为 GB/T 9989.2—2015;

——本次为第一次修订。

引 言

GB/T 9989 旨在描述搪瓷耐化学侵蚀的测试方法,拟由五部分构成。

- 第 1 部分:室温下耐酸侵蚀的测定。目的在于为评估搪瓷在常温酸性环境中的耐化学侵蚀性能并提供测试方法。
- 第 2 部分:耐沸腾酸、沸腾中性液体、碱性液体及其蒸气化学侵蚀的测定。目的在于为评估搪瓷在高温及不同化学性质液体及其蒸气作用下的耐蚀性并提供测试方法。
- 第 3 部分:用六角形容器或四边形玻璃容器进行耐碱性溶液化学侵蚀的测定。目的在于针对搪瓷在特定形状容器中碱性溶液环境下的耐化学侵蚀特性进行评估并提供测试方法。
- 第 4 部分:用圆柱形容器进行耐碱溶液侵蚀的测定。目的在于利用圆柱形容器进行耐碱性溶液侵蚀的测试方法,主要适用于化工搪瓷。
- 第 5 部分:在封闭系统中耐化学侵蚀的测定。目的在于为化学处理(加工)中使用的搪瓷性能评估提供测试方法。

水溶液对搪瓷和瓷釉的侵蚀是一个水解过程。搪瓷层的主要组分是二氧化硅,它是一个三维的硅酸盐网络结构,经水解后形成的硅酸或硅酸盐会溶解到侵蚀介质中。其他组分(主要是金属氧化物)也会水解,并形成相应的氢氧化金属离子或氢氧化物。所有被侵蚀的产物或多或少会溶解到侵蚀介质中,整个侵蚀过程会导致材料单位面积的失重。

搪瓷表面的侵蚀量与侵蚀时间存在一定的关系,有些水溶液呈线性关系,也有一些水溶液呈对数关系。只有呈线性关系的水溶液侵蚀,才可用科学的方法准确计算其单位面积的失重速率 $[g/(m^2 \cdot h)]$ 和侵蚀速率(mm/a)。

影响水溶液对搪瓷表面侵蚀的重要因素是搪瓷的质量、温度和 pH。二氧化硅有限的溶解度也能起到一定的抑制作用。下面列举了在不同侵蚀条件下不同类型搪瓷的侵蚀情况。

- a) 在 80 °C 时,碱性溶液(如 0.1 mol/L 氢氧化钠,见 ISO 28706-4:2016 第 9 章)对搪瓷的硅酸盐网络侵蚀较明显,硅酸盐和大多数其他水解组分都会溶解在碱性溶液中,侵蚀量与试验时间呈线性关系。因此,试验结果可用单位面积的失重速率(单位面积和单位时间的失重)和侵蚀速率(mm/a)来表示。
- b) 在室温下,弱酸溶液(如柠檬酸,见 GB/T 9989.1—2015 第 9 章)或强酸溶液(如硫酸,见 GB/T 9989.1—2015 第 10 章)对搪瓷的硅酸盐网络侵蚀较小,表面其他组分有一定程度的析出,高耐酸搪瓷经试验后,搪瓷表面观察不到明显的变化。而耐酸较差的搪瓷经试验后,搪瓷表面会产生侵蚀痕迹或呈现粗糙。
- c) 在沸腾的酸性溶液中(见本文件),搪瓷层的硅酸盐网络受到了侵蚀,二氧化硅和其他搪瓷组分都会溶解到溶液中,但是,二氧化硅在酸性溶液中的溶解度低,溶解的二氧化硅很快在侵蚀溶液达到饱和,且仅在搪瓷表面有侵蚀析出。酸的侵蚀将受到抑制,侵蚀速率显著下降。

注:玻璃试验装置在酸的侵蚀下会析出二氧化硅,对搪瓷层的侵蚀也有一定的抑制作用。

在气相试验中,样品表面形成的冷凝物不含任何已溶解的搪瓷组分,有效防止了这类抑制侵蚀的作用。

以下是搪瓷非线性侵蚀[见 1)]和线性侵蚀[见 2)]的实例:

- 1) 沸腾柠檬酸(见第 11 章)和 30%沸腾硫酸(见第 12 章)

由于在气相中仅含有微量的酸,因此通常只进行液相试验。酸的侵蚀不但受抑制作用的影响,而且侵蚀量取决于试验的时间。因此,试验结果用单位面积的失重来表示,不能计

算单位面积的失重速率。

2) 20%沸腾盐酸(见第 13 章)

因为盐酸是共沸沸腾酸,其在液相和气相中的浓度是相同的,所以不需要进行液相试验。

剧烈的沸腾使凝聚物无法产生抑制作用,侵蚀量与试验的时间呈线性关系,因此,试验结果可用单位面积的失重速率(单位面积和单位时间的失重)和侵蚀速率(mm/a)来表示。

- d) 在高温、高压条件下进行的液相试验(见 GB/T 9989.5—2015)中,酸性溶液对搪瓷的侵蚀是剧烈的。为避免产生抑制作用,试验时间限制在 24 h,且酸侵蚀搪瓷表面的比例相对较高(模拟在化学反应容器内的条件)。侵蚀量与试验的时间呈线性关系。因此,20%盐酸(见 GB/T 9989.5—2015 第 8 章)、模拟溶液(见 GB/T 9989.5—2015 第 10 章)或工艺流体(见 GB/T 9989.5—2015 第 11 章)的试验结果可用单位面积的失重速率(单位面积和单位时间的失重)来表示。
- e) 在沸腾水中(见第 14 章),硅酸盐网络是非常稳定的。搪瓷表面主要以渗透为主,二氧化硅的溶解量非常有限。在液相中,对于高耐侵蚀的搪瓷,其抗侵蚀能力较强,这类侵蚀可用气相侵蚀来表示。但如果试验的搪瓷化学稳定性比较差,搪瓷表面析出的碱金属离子能提高溶液的 pH,增加了液相的侵蚀,所以,液相和气相都能够得到有用的信息。
- f) 因为侵蚀无法确定是线性的还是非线性的,试验结果仅能用单位面积失重来表示,并应给出试验时间。
- g) 对于试验时间为 24 h 或 168 h 的标准溶液(见 GB/T 9989.3—××××第 10 章)试验,因为不能确定侵蚀曲线是否是线性的,所以在试验报告中不包含侵蚀速率的计算。
- h) 对于其他酸性溶液(见第 16 章)和其他碱性溶液(见 GB/T 9989.3—××××第 11 章和 ISO 28706-4:2016 第 11 章),因为在试验过程中也不确定侵蚀速率是否呈线性,所以在试验报告中不包含侵蚀速率的计算。

本文件的试验参数(介质、温度和时间)不适用于烧成温度低于 700 °C 的搪瓷材料。对于这类搪瓷(如铝搪瓷)宜采用其他的介质、温度和/或时间。这些试验可根据 GB/T 9989 中第 1 部分~第 4 部分中的“其他试验溶液”所描述的方法进行。

搪瓷耐化学侵蚀的测定

第2部分：耐沸腾酸、沸腾中性液体、碱性液体及其蒸气化学侵蚀的测定

1 范围

本文件描述了测试搪瓷耐沸腾酸、沸腾中性液体、碱性液体及其蒸气化学侵蚀的试验方法。

本方法允许同时测定搪瓷材料耐液相和气相介质侵蚀的化学稳定性能。

本文件适用于测试搪瓷制品和瓷釉瓷层的耐沸腾酸、沸腾中性液体、碱性液体及其蒸气化学侵蚀性能。

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 6031 硫化橡胶或热塑性橡胶 硬度的测定（10 IRHD～100 IRHD）（GB/T 6031—2017，ISO 48:2010，IDT）

GB/T 6579 实验室玻璃仪器 热冲击和热冲击强度试验方法（GB/T 6579—2007，ISO 718:1990，IDT）

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法（GB/T 6682—2008，ISO 3696:1987，MOD）

GB/T 12804 实验室玻璃仪器 量筒（GB/T 12804—2011，ISO 4788:2005，NEQ）

GB/T 28212 实验室玻璃仪器 冷凝管（GB/T 28212—2011，ISO 4799:1978，NEQ）

GB/T 34843 3.3 硼硅玻璃 性能（GB/T 34843—2017，ISO 3585:1998，MOD）

GB/T 38166 钢板搪瓷、铝搪瓷和铸铁搪瓷的样板制备（GB/T 38166—2019，ISO 28764:2015，MOD）

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 原理

在规定条件下，按需要将一组搪瓷样品置于试验装置的液相区和/或气相区，使其试验表面受到沸腾酸和/或其蒸气、沸腾中性液体和/或其蒸气、碱性液体的侵蚀。

相同的试验装置和相同的试验原理可用于不同的溶液。

通过测量失重计算单位面积的失重速率。如有必要，计算侵蚀速率。

5 试剂

试验使用的试剂均为分析纯（另有规定除外）。

- 5.1 试验用水:符合 GB/T 6682 中 3 级水要求。
- 5.2 乙酸溶液:体积分数为 50 mL/L,用于清洁试验装置和样品。
- 5.3 脱脂剂:用于清洁试验装置和样品,如乙醇或含有数滴洗涤剂的试验用水(5.1)。
- 5.4 柠檬酸($C_6H_8O_7 \cdot H_2O$):结晶体。
- 5.5 硫酸(H_2SO_4):30%(质量分数)溶液,密度范围为 1.217 g/mL~1.220 g/mL。
- 5.6 盐酸(HCl):20%(质量分数)溶液,密度范围为 1.097 g/mL~1.099 g/mL。
- 5.7 三磷酸钠($Na_5P_3O_{10}$)。
- 5.8 无水碳酸钠(Na_2CO_3)。
- 5.9 过硼酸钠($NaBO_2 \cdot H_2O_2 \cdot 3H_2O$)。
- 5.10 硅酸钠(Na_2SiO_3):含量约 81%(质量分数)。
- 5.11 烷基磺酸盐 $[CH_3(CH_2)_x-C(SO_2Na)H-(CH_2)_3-CH_3]$ 。

6 仪器设备

6.1 试验装置

6.1.1 通则

试验装置(见图 1 和图 2)主要由一个玻璃圆筒(6.1.2)、一个支撑架和一个带有标准插孔用以固定刻度收集器(6.1.4)的回流冷凝管(6.1.3)组成。

两个样品应分别放在圆筒的顶部和底部。如有必要,可将其中的一个样品用玻璃板(6.1.14)来替代。带有两个样品的圆筒应由两块平板固定(见图 2),在平板的边角上用螺杆(6.1.8),翼形螺母(6.1.7)和六角螺母(6.1.6)进行锁定,一个垫圈(6.1.9)置于样品与固定板(6.1.5)之间,样品与圆筒之间使用密封圈(6.1.10)进行密封,密封圈的材料取决于试验溶液的类型。样品未涂搪的部位都应加以保护以避免被侵蚀介质侵蚀。

当测试搪瓷制品上切割下的样品时,采用样品密封套(见图 5)来取代密封圈(6.1.10),样品放置在密封套中。密封套材质与密封圈相同。

试验装置通过置于玻璃圆筒(6.1.2)下半部的加热器(6.1.11)在外部加热,加热器下边缘距离底部密封圈不大于 3 mm。试验装置由 6.1.2~6.1.15 部件所组成。

6.1.2 玻璃圆筒(见图 3)

由符合 GB/T 34843 要求的硼硅酸盐玻璃制成,两边端部进行研磨,按照 GB/T 6579 规定的方法试验,应承受 120 °C 温差试验不破裂。

注:能使用带有两个固定插孔的玻璃圆筒,其中一个较小的插孔用缓沸装置填塞密封。

6.1.3 回流冷凝管

李比希-韦斯特(Liebig-West)回流冷凝管或 GB/T 28212 中同等效果的回流冷凝管,在试验期间内部体积不变,玻璃外套长度为 400 mm,硼硅酸盐玻璃的标准磨砂接口符合 GB/T 34843 的要求。

6.1.4 刻度收集器(见图 4)

硼硅酸盐玻璃的磨砂接口符合 GB/T 34843 的要求。放置在试验装置上用于收集回流冷凝管产生的冷凝液,刻度间隔应为 0.1 mL。

6.1.5 固定板

二块表面耐腐蚀的钢板。

6.1.6 六角螺母

与螺杆(栓)的螺纹匹配。

6.1.7 翼形螺母

与螺杆(栓)的螺纹匹配。

6.1.8 螺杆(栓)

采用耐腐蚀钢材制成。

6.1.9 垫圈

耐 140 °C 的酸和水。

注：聚四氟乙烯(PTFE)适合耐无机酸(如 H_2SO_4 ， HCl)试验。

6.1.10 密封圈

见第 7 章。

6.1.11 加热器

输出功率为 400 W~500 W,由表面涂有绝缘材料的热导合金制成,其尺寸满足加热器下边缘距离装置底部密封圈不大于 3 mm,且不能与密封圈接触。

6.1.12 加热控制器

如恒温器,调压变压器或电子控制器。

6.1.13 电压稳定器

避免因电压波动而引起加热功率的变化。

6.1.14 玻璃板

符合 GB/T 34843 要求的硼硅酸盐玻璃,其直径为 105 mm,也可作为玻璃圆筒的顶部或底部的盖板。

6.1.15 缓沸装置

如能耐沸腾溶液侵蚀的漂浮粒子。

注 1: 聚四氟乙烯(PTFE)适合耐无机酸(如 H_2SO_4 ， HCl)试验。

注 2: 当用沸腾硫酸时,硼硅酸盐玻璃毛细管是最合适的缓沸装置。

6.2 其他设备和材料

6.2.1 烘箱:维持温度至少 130 °C。

6.2.2 干燥器:如内径为 200 mm。

6.2.3 量筒:容量 500 mL,符合 GB/T 12804 要求。

6.2.4 烧杯。

6.2.5 天平:称量精度为 0.2 mg。

6.2.6 软海绵。

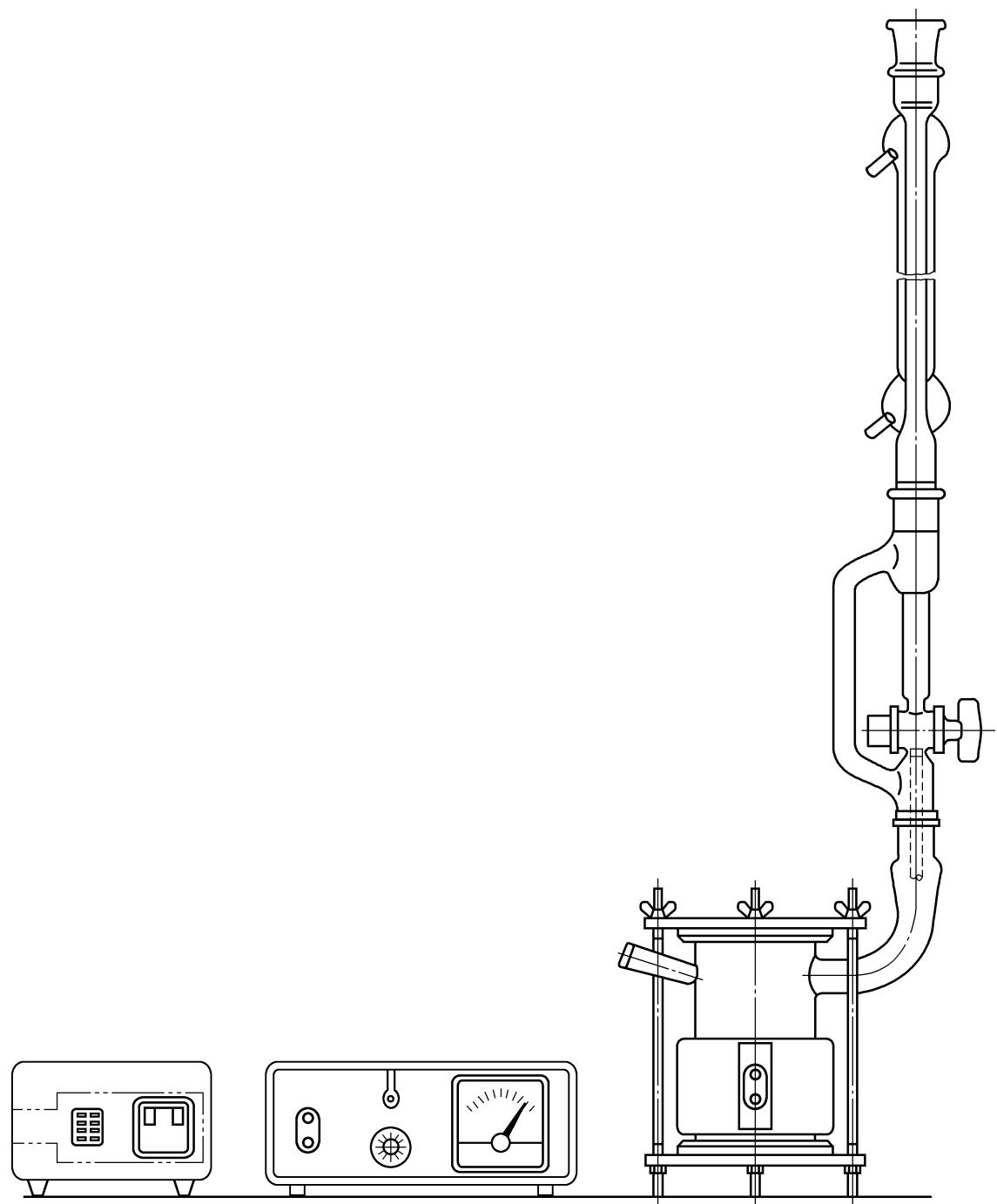
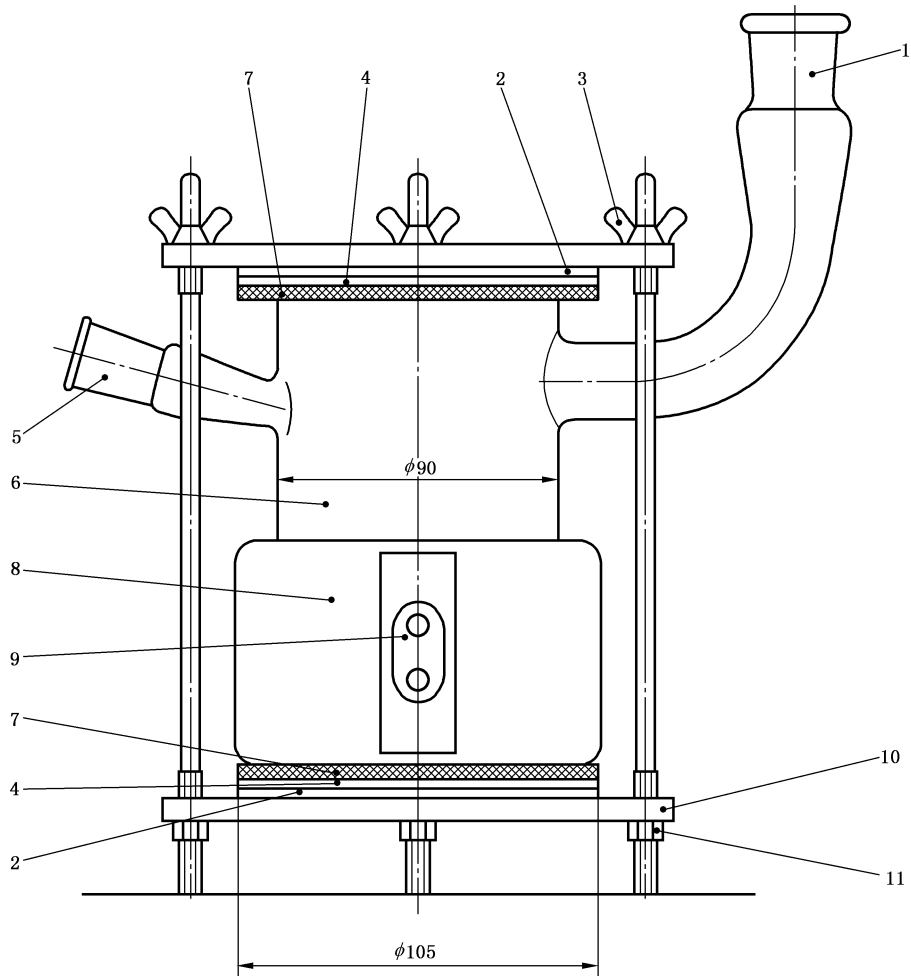


图 1 组合试验装置的示意图

单位为毫米



- 标引序号说明：
- 1 —— 刻度收集器的磨砂玻璃插孔；
 - 2 —— 垫圈；
 - 3 —— 翼形螺母；
 - 4 —— 样品；
 - 5 —— 缓沸装置或温度计的磨砂玻璃插孔；
 - 6 —— 玻璃圆筒；
 - 7 —— 密封圈；
 - 8 —— 加热器；
 - 9 —— 电源固定插座；
 - 10 —— 三角板；
 - 11 —— 六角螺母。

图 2 试验装置

7 密封圈

7.1 总则

用于玻璃圆筒两端与样品之间的密封。根据样品和试验溶液的种类选用以下类型的密封圈。

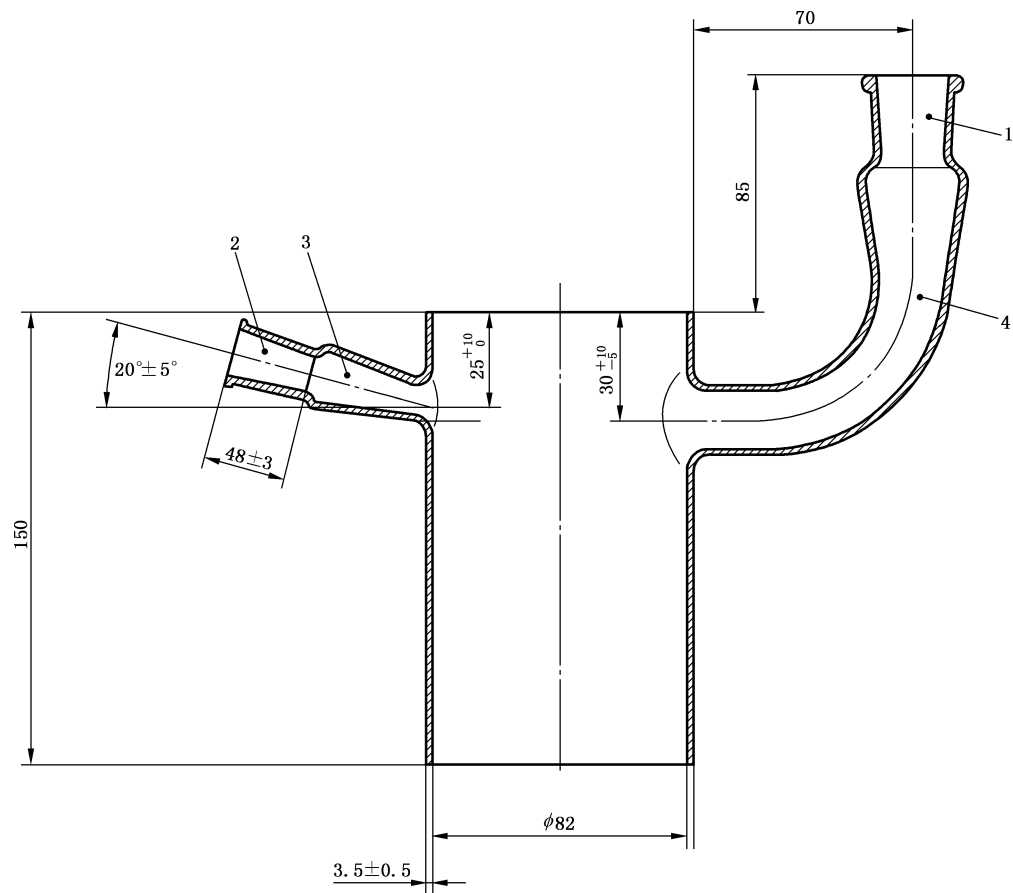
7.2 密封圈 A

内径为 80 mm±1 mm、外径为 100 mm、厚度为 2 mm 的密封圈,其表面涂覆耐 140 °C 盐酸的塑料材料(如聚四氟乙烯)。

7.3 密封圈 B

内径为 80 mm±0.3 mm、外径为 100 mm、厚度为 2 mm~3 mm 的密封圈,其材质符合 GB/T 6031 中硬度为 70 IRHD 的橡胶,且能耐 140 °C 的柠檬酸和水(如氯丁二烯或乙丙烯)。

单位为毫米



- 标引序号说明：
- 1——刻度收集器的磨砂玻璃插孔；
 - 2——缓沸装置或温度计的磨砂玻璃插孔；
 - 3——连接部分；
 - 4——连接部分。

图 3 玻璃圆筒

单位为毫米

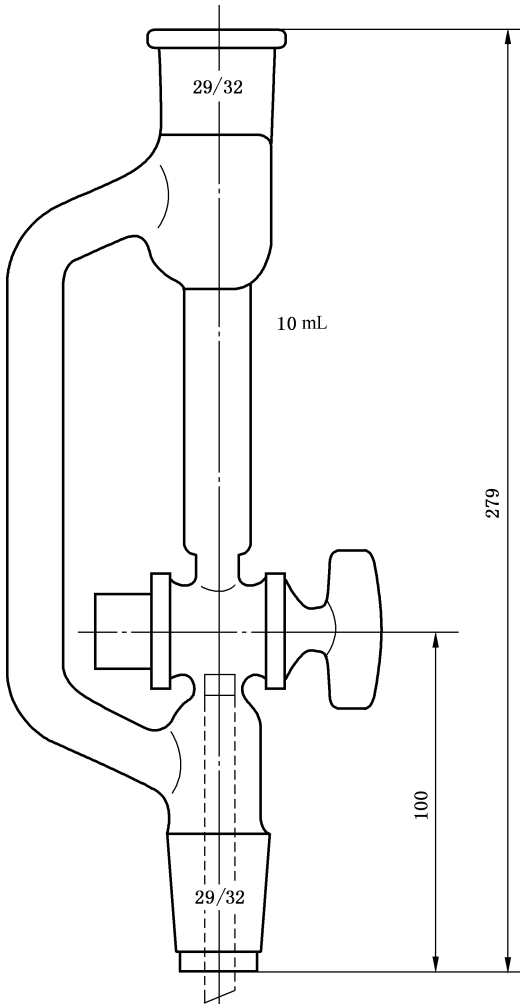


图 4 刻度收集器

单位为毫米

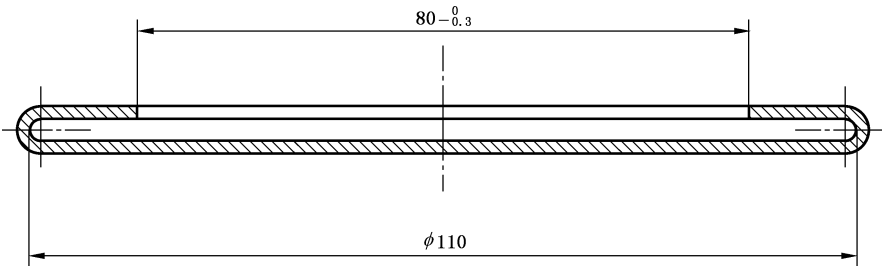


图 5 密封套

8 样品

按照 GB/T 38166 的规定准备样品。
用试验用水(5.1)冲洗样品,必要时可使用合适的脱脂剂(5.3)。然后将样品置于 110 °C ± 5 °C 的烘

箱(6.2.1)内干燥 2 h,再置于干燥器(6.2.2)中冷却不少于 2 h,称重,记录试验前质量(m_s),精确至 0.2 mg。

9 步骤

在气相和/或液相中,进行二次测定,每次测定均使用新的样品。

将样品固定在试验装置(6.1)上,使样品涂搪表面(待测面)朝向玻璃圆筒的内部。

保护样品未涂搪区域,避免受侵蚀介质的侵蚀。

如果试验仅在液相进行,用一块玻璃板(6.1.14)盖在玻璃圆筒顶部;如果试验仅在气相进行,用一块玻璃板(6.1.14)放在玻璃圆筒底部。

均匀拧紧翼形螺母,以确保试验装置不漏液。

通过刻度收集器的插孔,将 450 mL 试验溶液(见第 11 章~第 14 章)注入玻璃圆筒中,再将刻度收集器和回流冷凝管安装在插孔上,开启加热器,使试验溶液在 15 min 内达到沸腾,试验周期从溶液沸腾开始计时,试验期间,调节加热控制器使回流冷凝管中冷凝液在刻度收集器中的量维持在(8 mL±2 mL)/3 min。

通过刻度收集器的插孔,将 450 mL 试验溶液(见第 15 章)注入玻璃圆筒中,再将刻度收集器和回流冷凝管安装在插孔上,打开刻度收集器开关,开启加热器,使试验溶液在 15 min 内达到 95℃±2℃,试验周期从溶液达到试验温度开始计时,调节加热控制器维持试验温度。

试验周期取决于试验溶液(见第 11 章~第 14 章)。

按照试验周期进行试验后(见第 11~第 14 章),清空玻璃圆筒,冷却后用试验用水(5.1)清洗。

将样品从装置上取下,在室温下,用浸泡过乙醇溶液(5.2)的海绵(6.2.6)擦拭样品三次,然后用试验用水(5.1)清洗。

小心清除样品边缘的密封圈残余物,将样品置于 110℃±5℃烘箱(6.2.1)内干燥 2 h,再置于干燥器(6.2.2)中冷却不少于 2 h,称重,记录试验后质量(m_f),精确至 0.2 mg。从干燥器中取出样品到完成样品称重的总时长不应超过 2 min。

测量侵蚀区域的直径,三次测量值与平均值误差应在±1 mm。用平均值计算侵蚀区域面积(A)。

10 结果表示

10.1 单位面积总失重

对于每次试验,用公式(1)计算试验周期的单位面积总失重($\Delta\rho_A$),单位为克每平方米(g/m²)。

$$\Delta\rho_A = \frac{m_s - m_f}{A} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$\Delta\rho_A$ ——试验周期的单位面积总失重,单位为克每平方米(g/m²);

m_s ——试验前样品质量,单位为克(g);

m_f ——试验后样品质量,单位为克(g);

A ——侵蚀区域面积,单位为平方米(m²)。

为区分不同试验周期的试验结果,应在符号下标注试验时间的数值,如:试验周期为 2.5 h,用 $\Delta\rho_{A2.5}$ 表示;试验周期 48 h,用 $\Delta\rho_{A48}$ 表示。

样品上如有渗透到金属基底的针孔、边缘爆瓷或边缘受到侵蚀等缺陷,应剔除并用同等数量新的样品进行试验。

结果用算术平均值来表示,精确至 0.1 g/m^2 。每个数值与平均值的偏差应 $\leq 20\%$ 。

10.2 侵蚀速率

在盐酸试验中(见第 13 章),搪瓷侵蚀与试验时间呈线性关系。失重速率(v)以单位面积的失重速率 $[\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})]$ 来表示,用公式(2)计算:

$$v = \frac{\Delta \rho_A}{t} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

v ——失重速率,单位为克每平方米小时 $[\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})]$;

t ——试验时间,单位为小时(h)。

计算侵蚀速率(w),以毫米每年(mm/a)来表示,用公式(3)计算:

$$w = 3.504v \dots\dots\dots (3)$$

注:公式(3)是假设搪瓷材料是均匀的(没有气泡),密度为 2.5 g/cm^3 。

结果用算术平均值来表示,单位为毫米每年(mm/a),精确至 0.01 mm/a 。

11 沸腾柠檬酸

11.1 总则

按照第 9 章规定的步骤进行试验。

11.2 试验溶液

将 32 g 柠檬酸(5.4)溶解在 500 mL 的试验用水(5.1)中,试验使用当天配制的新鲜溶液。

应仅评价液相中样品的耐化学侵蚀性能。

11.3 试验时间

试验时间为 2.5 h ,维持冷凝液产生速率为 $(8 \text{ mL} \pm 2 \text{ mL})/3 \text{ min}$ 。

若试验后,所有样品的失重都小于 8 mg ,试验结果记为“ $<1.6 \text{ g/m}^2$ ”。

若需要更准确的结果,按照第 16 章所述的其他试验溶液及条件进行试验。

11.4 试验报告

试验报告应包含下列内容:

- a) 样品的必要信息;
- b) 试验依据第 11 章;
- c) 试验时间: 2.5 h ;
- d) 试验结果:单位面积失重(见 10.1),包括单个计算值和算术平均值;
- e) 试验的偏离(必要时);
- f) 试验中观察到的异常特征(必要时);
- g) 试验日期。

12 沸腾硫酸

12.1 总则

按照第 9 章规定的步骤进行试验。

12.2 试验溶液

对于每次试验,使用当天配制的新鲜硫酸(5.5)溶液。
应仅评价液相中样品的耐化学侵蚀性能。

12.3 试验时间

试验时间应为 18 h,维持冷凝液产生速率为 $(8\text{ mL}\pm 2\text{ mL})/3\text{ min}$ 。
若试验后,所有样品的失重都小于 8 mg,试验结果记为“ $<1.6\text{ g/m}^2$ ”。
若需要更准确的结果,按照第 16 章所述的其他试验溶液及条件进行试验。

12.4 试验报告

试验报告应包含下列内容:

- a) 样品的必要信息;
- b) 试验依据第 12 章;
- c) 试验时间:18 h;
- d) 试验结果:单位面积失重(见 10.1),包括单个计算值和算术平均值;
- e) 试验的偏离(必要时);
- f) 试验中观察到的异常特征(必要时);
- g) 试验日期。

13 沸腾盐酸

13.1 总则

按照第 9 章规定的步骤进行试验。

13.2 试验溶液

对于每次试验,使用当天配制的新鲜盐酸(5.6)溶液。
应仅评价气相中样品的耐化学侵蚀性能。

13.3 试验时间

试验时间应为 7 d,维持冷凝液产生速率为 $(8\text{ mL}\pm 2\text{ mL})/3\text{ min}$ 。
若试验后,所有样品的失重都小于 8 mg,用新样品进行 14 d 试验,若失重仍然小于 8 mg,试验结果记为“ $<1.6\text{ g/m}^2$ ”。

若需要更准确的结果,按照第 16 章所述的其他试验溶液及条件进行试验。

13.4 试验报告

试验报告应包含下列内容。

- a) 样品的必要信息。
- b) 试验依据第 13 章。
- c) 试验时间:7 d 或 14 d。
- d) 试验结果包括:
 - 单位面积失重(见 10.1),包括单个计算值和算术平均值;
 - 单位面积失重速率(见 10.2),包括单个计算值和算术平均值;

——侵蚀速率(见 10.2)。

- e) 试验的偏离(必要时)。
- f) 试验中观察到的异常特征(必要时)。
- g) 试验日期。

14 沸腾试验水

14.1 总则

按照第 9 章规定的步骤进行试验。

14.2 试验溶液

试验溶液应为电导率不大于 $50\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 的试验用水(5.1)。

耐化学侵蚀性能应至少要评价二相中的一相(液相或气相)。

14.3 试验时间

试验时间应为 48 h,维持冷凝液产生速率为 $(8\ \text{mL} \pm 2\ \text{mL})/3\ \text{min}$ 。

若试验后,所有样品的失重都小于 8 mg,用新样品进行 14 d 试验,若失重仍然小于 8 mg,试验结果为“ $<1.6\ \text{g}/\text{m}^2$ ”。

若需要更准确的结果,按照第 16 章所述的其他试验溶液及条件进行试验。

14.4 试验报告

试验报告应包含下列内容。

- a) 样品的必要信息。
- b) 试验依据第 14 章;并注明试验介质(液相和/或气相)。
- c) 试验时间:48 h 或 14 d。
- d) 试验结果包括。
 - 液相试验的单位面积失重(见 10.1),包括单个计算值和算术平均值;
 - 气相试验的单位面积失重(见 10.1),包括单个计算值和算术平均值;
- e) 试验的偏离(必要时)。
- f) 试验中观察到的异常特征(必要时)。
- g) 试验日期。

15 碱性溶液(洗涤剂)

15.1 总则

按照第 9 章规定的步骤进行试验。

与第 9 章有所不同的是:

- a) 试验时间为 2.5 h;
- b) 试验结束后,倒出试验溶液,在室温下立即用试验用水(5.1)充满容器,搅拌 2 min 后倒出。
- c) 从玻璃圆筒上取下样品,用浸泡过试验用水(5.1)的软海绵(6.2.6)擦拭样品的两表面。

15.2 试验溶液

配制 0.45 L 含有以下成分的试验溶液:

- 2.70 g 三磷酸钠($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$)；
- 0.90 g 无水碳酸钠(Na_2CO_3)；
- 0.27 g 过硼酸钠($\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)；
- 0.18 g 硅酸钠, Na_2SiO_3 质量分数约为 81%；
- 0.45 g 烷基磺酸盐 $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_x-\text{C}(\text{SO}_2\text{Na})\text{H}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_3]$ 。

应用分析纯试剂和试验用水(5.1)配制溶液。

每次试验配制新的试验溶液。

注：每 2.5 h 使用 0.45 L 的试验溶液。

15.3 试验温度

试验溶液应在容器内加热至 $95\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ ，并在试验期间保持该温度。

15.4 试验时间

$95\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 的恒温时间(不包括升温时间)应为 2.5 h。

试验应至少进行两次，每次使用新样品和新试验溶液。每次失重数值与平均值的差异不大于 20%。

若需要更准确的结果，按照第 16 章所述的其他试验溶液及条件进行试验。

15.5 试验报告

试验报告应包含下列内容：

- a) 样品的必要信息；
- b) 试验依据第 15 章；
- c) 试验时间：2.5 h；
- d) 试验结果：液相试验的单位面积失重(见 10.1)，包括单个计算值和算术平均值；
- e) 试验的偏离(必要时)；
- f) 试验中观察到的异常特征(必要时)；
- g) 试验日期。

16 其他试验溶液及条件

16.1 总则

按照第 9 章规定的步骤进行试验。

16.2 试验溶液

约定的试验溶液应由分析纯试剂和试验用水(5.1)配制，使用的试验溶液不应损坏试验设备(如含氟溶液)。

耐化学侵蚀性能应至少要评价二相中的一相(液相或气相)。

16.3 试验时间

试验时间应包含在试验报告中。维持冷凝液产生速率为 $(8\text{ mL} \pm 2\text{ mL})/3\text{min}$ 。

若试验后失重小于 8 mg，试验结果为“ $<1.6\text{ g/m}^2$ ”。

若需要更准确的结果，用新的样品，试验溶液和/或试验时间进行试验。

16.4 试验报告

试验报告应包含下列内容：

- a) 样品的必要信息；
- b) 试验依据第 16 章，并注明耐化学侵蚀性能评价的是二相还是一相（液相和/或气相）；
- c) 试验溶液的描述；
- d) 试验时间；
- e) 试验结果：液相和/或气相试验的单位面积失重（见 10.1），包括单个计算值和算术平均值；如有必要，可增加单位面积失重速率（见 10.2）和侵蚀速率（见 10.2），包括单个计算值和算术平均值。
- f) 试验的偏离（必要时）；
- g) 试验中观察到的异常特征（必要时）；
- h) 试验日期。

参 考 文 献

- [1] GB/T 9989.1—2015 搪瓷耐化学侵蚀的测定 第1部分:室温下耐酸侵蚀的测定
 - [2] GB/T 9989.3—×××× 搪瓷耐化学侵蚀的测定 第3部分:用六角形容器或四边形玻璃容器进行耐碱性溶液化学侵蚀的测定
 - [3] GB/T 9989.5—2015 搪瓷耐化学侵蚀的测定 第5部分:在封闭系统中耐化学侵蚀的测定
 - [4] ISO 28706-4:2016 Vitreous and porcelain enamels—Determination of resistance to chemical corrosion—Part 4:Determination of resistance to chemical corrosion by alkaline liquids using a cylindrical vessel
-