ICS 27.020
CCS J 92

团　　体　　标　　准

T/CSICE 030-2024

发动机冷却液腐蚀特性的测定　玻璃器皿法

Determination of corrosion characteristics of engine coolants -- glassware method

2024-06-05 发布　　2024-06-05 实施

中国内燃机学会　　发 布

目　次

前　言 III
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　方法概要 2
5　仪器与材料 2
5.1　仪器 2
5.2　材料 2
5.3　试剂 3
6　装置图 4
7　准备工作 5
7.1　试片打磨 5
7.2　试片组装 6
7.3　测试溶液 6
8　试验步骤 7
8.1　清洗试验器材 7
8.2　试验器材安装 7
8.3　试验过程 7
8.4　试验结束试片处理 7
8.5　干燥、称重和取值 8
9　报告 8
10　精度与偏差 8
附录 A(规范性)　注意事项 9
附录 B(资料性)　黄铜试片涂覆焊料或再次涂覆方法 10

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。

本文件由中国内燃机学会标准管理部提出。

本文件由中国内燃机学会归口。

本文件起草单位：广东石油化工学院、峰和绿擎科技（深圳）有限公司、纯牌科技股份有限公司、浙江绿宝环保科技有限公司、句容天图环保科技有限公司、大连五洲石油设备有限公司、广东朋客科技实业有限公司。

本文件主要起草人：程亮、于军、刘雨修、刘波、王启余、吴冬梅、叶少林、李志伟、王永刚、张杰、杨敬强。

本文件于2024年首次发布。

发动机冷却液腐蚀特性的测定 玻璃器皿法

警告：本文件的应用可能涉及到某些有危险性的材料、操作和设备，但未对与此有关的所有安全问题都提出建议。因此，用户在使用本文件之前有责任制定相应的安全和防护措施（见附录A），并确定相关规章限制的适用性。

1 范围

本文件规定了使用玻璃器皿，在实验室控制条件下测定冷却液对典型金属试片腐蚀性能的方法。

本文件适用于发动机冷却液及其浓缩液、新能源车辆冷却液及其浓缩液，也适用于冷却系统防锈剂。

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 1173 铸造铝合金

GB/T 15115 压铸铝合金

GB/T 3190 变形铝及铝合金化学成分

GB/T 5231 加工铜及铜合金牌号和化学成分

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 699 优质碳素结构钢 技术条件

GB/T 8012 铸造锡铅焊料

GB/T 9439 灰铸铁件

SH/T 0090 发动机冷却液冰点测定法

SH/T 0065 发动机冷却液或防锈剂试验样品的取样及其水溶液的配制

SH/T 0085 发动机冷却液腐蚀测定法（玻璃器皿法）

NB/SH/T 6047 电动汽车冷却液

ASTM D1384 Standard Test Method for Corrosion Test for Engine Coolants in Glassware

ASTM D7935 Standard Test Method for Corrosion Test for Non-Aqueous Engine Coolants in Glassware

3 术语和定义

本文没有需要界定的术语和定义。

4 方法概要

方法一

将金属试片称重后连成试片束，然后完全浸没在 750 mL、空气流量为 100 mL/min±10 mL/min 的试样中，冷却液或防锈剂在 88 ℃±2 ℃条件下试验 336 h±2 h。试验结束后取出金属试片，经洁净处理后再次称重，用校正后金属试片试验前后的质量变化值反映冷却液或防锈剂对金属试片腐蚀性能。

方法二

将金属试片称重后连成试片束，然后完全浸没在 750 mL、空气流量为 100 mL/min±10 mL/min 的试样中，冷却液或防锈剂在 96 ℃±2 ℃条件下试验 336 h±2 h。试验结束后取出金属试片，经洁净处理后再次称重，用校正后金属试片试验前后的质量变化值反映冷却液或防锈剂对金属试片腐蚀性能。

注意：方法二的温度条件更高，可以在更苛刻条件下评价冷却液的高温腐蚀性能或无水冷却液的腐蚀性能。

5 仪器与材料

5.1 仪器

5.1.1 整体装置见图 1。

5.1.2 烧杯：高型、无嘴、1000 mL，用耐热玻璃制成（具体参数见图 2）。

5.1.3 橡胶塞：与窝型无嘴烧杯紧密配合，有容纳冷凝器、温度计、气体扩散管的通孔（试验组件的组装见图 3）。

5.1.3 气体扩散管：扩散头用砂芯玻璃制作（最大孔径 40 μm～60 μm），管径用耐热玻璃制作，（具体参数见图 2）。

5.1.4 温度计或温度传感器：测量范围 0 ℃～150 ℃，温度计分度值为 1 ℃，温度传感器的精度要求不低于温度计。

5.1.5 球型回流冷凝管：球型冷凝套管长度不小于 400 mm。

5.1.6 加热器：可以持续恒定加热的电热板或恒温浴。

5.1.7 空气流量计：浮子式或其他型式，流量范围为 0 mL/min～200 mL/min。

5.1.8 量筒：1000 mL。

5.1.9 电子天平：精度 0.1 mg。

5.1.10 干燥器。

5.2 材料

5.2.1 试片

5.2.1.1 钢试片：符合 GB 699 中 20 号优质碳素钢要求，尺寸为 50.0 mm×25.0 mm×2.0 mm，中心有一个直径为 7.0 mm 的通孔。

注意：这里的钢试片经供需双方协商同意，可以用合金 304 不锈钢来代替。

5.2.1.2 黄铜试片：符合 GB/T 5231 中 H70 铜要求，尺寸为 50.0 mm×25.0 mm×2.0 mm，中心有一个直径为 7.0 mm 的通孔。

5.2.1.3 紫铜试片：符合 GB/T 5231 中 T2 铜要求，尺寸为 50.0 mm×25.0 mm×2.0 mm，中心有一个直径为 7.0 mm 的通孔。

5.2.1.4　铸铁试片：符合 GB/T 9439 中 HT250 要求，尺寸为 50.0 mm×25.0 mm×3.5 mm，中心有一个直径为 7.0 mm 的通孔。

5.2.1.5　焊料试片：符合 GB/T 8012 中 30A 要求的焊料制成实心试片，尺寸为 50.0 mm×25.0 mm×3.5 mm，中心有一个直径为 7.0 mm 的通孔。或将 5.2.1.2 所述黄铜试片，用化学组成为锡 29%～30%、铅余量的焊料涂覆。涂覆焊料试片或用过的试片再次涂覆可用附录 B 中给定的方法进行。

注意：经供需双方协商同意，也可以同时评定多种焊料合金，如含 97%铅、≤2.5%锡、≤0.3%银的高铅焊料合金，其排列为高铅焊料片替代紫铜试片，其他排列不变。替代试片应在试验报告中加注。

5.2.1.6　铸铝试片：符合 GB/T 1173 中铝合金 ZL107 要求，尺寸为 50.0 mm×25.0 mm×3.5 mm，中心有一个直径为 7.0 mm 的通孔。

注意：这里的铝试片经供需双方协商同意，可以用 GB/T 15115 中铝 YL 112, GB/T 3190 中铝 3003、铝 4043、铝 6063、铝 7075 来代替。

5.2.2　垫圈

5.2.2.1　黄铜垫圈：外径 12.0 mm、内径 7.0 mm、厚 4.5 mm。

5.2.2.2　绝缘垫圈：聚四氯乙烯材质，外径 12.0 mm、内径 7.0 mm、厚 4.5 mm。

5.2.2.3　钢垫圈：外径 12.0 mm、内径 7.0 mm、厚 4.5 mm。

5.2.3　黄铜螺钉

尺寸为 M4×60 mm。

5.2.4　绝缘套管

聚四氟乙烯材质，外径 7.0 mm、厚 1.0 mm。

5.2.5　黄铜支架

尺寸为 50.0 mm×25.0 mm×2.0 mm，在距短边 6.5 mm，距长边 12.5 mm 处有一个直径为 7.0 mm 的通孔。

5.2.6　黄铜丝刷

5.2.7　软毛刷

柔软的长把棕毛刷或塑料刷。

5.2.8　含碳化硅的砂布或砂纸

5.2.9　空气源

空气压缩机（泵）供气或管道气源。

5.2.10　蒸馏水

符合 GB 6682 中三级水规定。

5.3　试剂

5.3.1　盐酸：化学纯（36 %～38 % 质量比）。

5.3.2　冰乙酸：化学纯。

5.3.3　硝酸：化学纯。

5.3.4　无水乙醇：分析纯。

5.3.5　丙酮：分析纯。

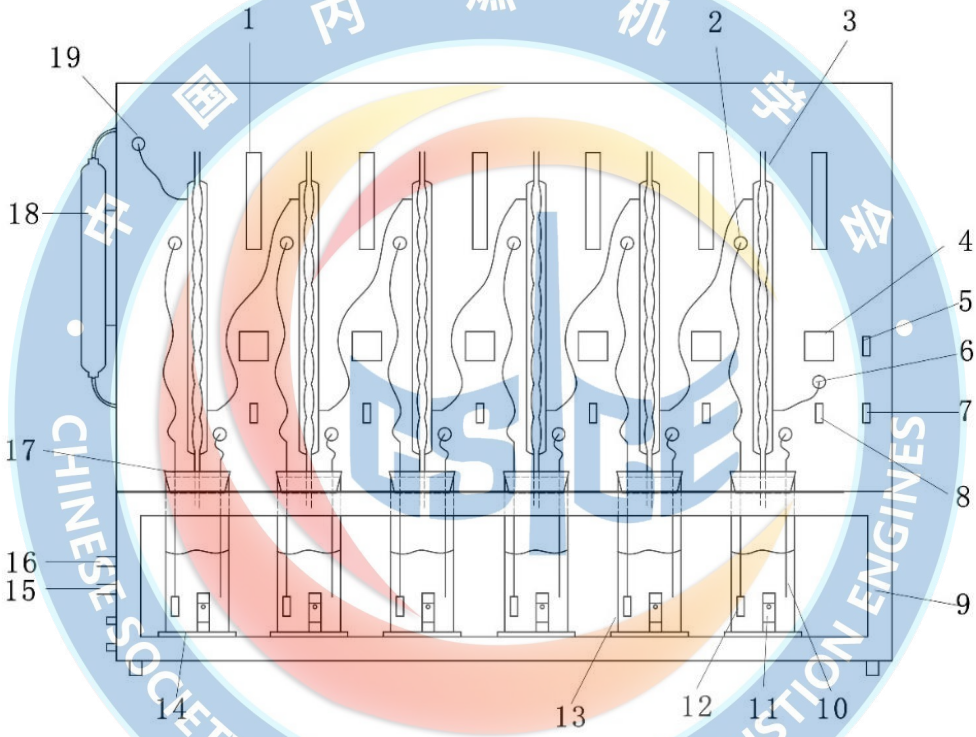
5.3.6　无水硫酸钠：分析纯。

5.3.7　氯化钠：分析纯。

5.3.8　碳酸氢钠：分析纯。

注意：盐酸、硝酸是强酸，冰乙酸是一种有刺激性气味的有机酸，要避免皮肤和眼睛与其接触。

6　装置图



标引序号说明：

1——气体流量计；

2——气体出气口；

3——球形回流冷凝管；

4——温度控制器；

5——照明开关

6、15、16、19——冷凝水出水口；

7——气泵开关；

8——加热开关；

9——加热保温浴槽；

10——温度传感器；

11——试片束；

12——气体扩散管；

13——烧杯；

14——加热垫；

17——橡胶塞；

18——气体干燥器。

图 1　试验装置图

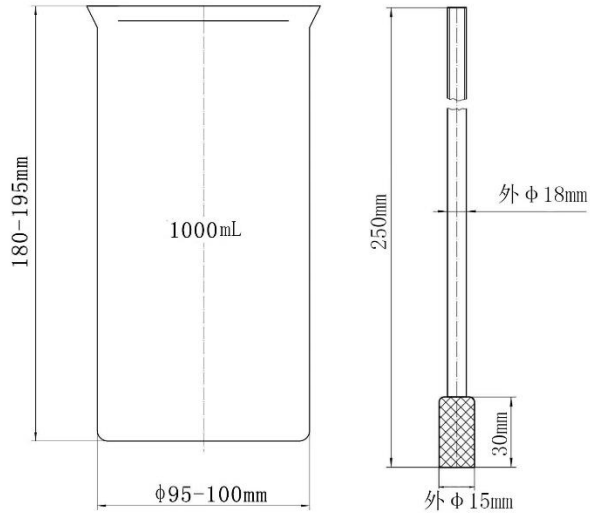
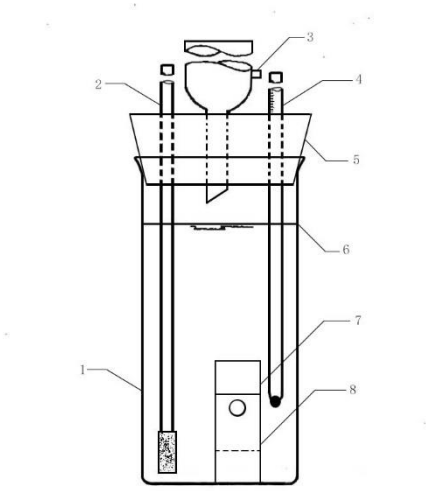


图 2 烧杯及气体扩散管



标引序号说明：

1——烧杯；
2——气体扩散管；
3——回流冷凝管；
4——温度计（或温度传感器）；
5——橡胶塞；
6——试样液面；
7——金属试片；
8——黄铜支架。

图 3　试验组件细节图

7　准备工作

7.1　试片打磨

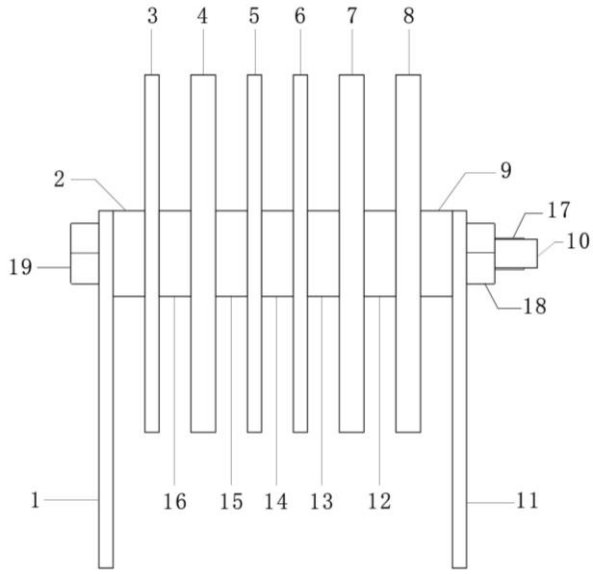
7.1.1　使用含碳化硅的砂布或砂纸去除试片边缘、孔上的任何毛刺（按颗粒粗细依次使用砂布或砂纸），并擦拭金属表面，直到整个金属区域明亮、有光泽，没有任何可见的氧化膜或暗锈。

7.1.2　用自来水彻底冲洗试样；然后用丙酮或无水乙醇冲洗，干燥，称重精确至 0.1 mg。

注意：1)干燥铝试片需要在 100 ℃烘箱中干燥 1 h，使其重量保持恒定。2)如果不立即使用金属试样，则将其保存在干燥器中，直到需要为止。

7.2 试片组装

首先在黄铜螺钉上套上一根聚四氟乙烯绝缘套管；其次在装了绝缘套管的黄铜螺钉上按下列顺序装配试片和垫圈：黄铜支架、绝缘垫圈、紫铜试片、黄铜垫圈、焊料试片、黄铜垫圈、黄铜试片、绝缘垫圈、钢试片、钢垫圈、铸铁试片、钢垫圈、铸铝试片、绝缘垫圈、黄铜支架；最后用黄铜螺帽拧紧，以保证每个金属片与两侧的垫圈有良好接触（见图 4）。



标引序号说明：

1、11——黄铜支架；
2、9、14——绝缘垫圈；
3——紫铜试片；
4——焊料试片；
5——黄铜试片；
6——钢试片；
7——铸铁试片；
8——铸铝试片；
10——黄铜螺钉；
12、13——钢垫圈；
15、16——黄铜垫圈；
17——绝缘套管；
18、19——黄铜螺帽。

图 4 金属片束组装图

7.3 测试溶液

7.3.1 腐蚀水的配置

将 148 mg 无水硫酸钠、165 mg 氯化钠、138 mg 碳酸氢钠溶于 1 L 蒸馏水中，使水中硫酸根离子、氯离子、碳酸氢根离子浓度均达到 100 ppm。

7.3.2 冷却液浓缩液试样的准备

将冷却液浓缩液样品用 7.3.1 所制备的腐蚀水配成冰点为-18 ℃±1 ℃的试样（若样品为乙二醇型发动机冷却液的浓缩液．其体积比为 33.3%），共 750 mL。试样的冰点用 SH/T 0090 测定。

7.3.3 冷却液试样的准备

先用蒸馏水将样品配成冰点为-18 ℃±1 ℃的水溶液，再加入适量的无水硫酸钠、氯化钠和碳酸氢钠，使试样中这三种化学品的浓度与 7.3.1 所配试样相同，试样溶液共 750 mL。

7.3.4 防锈剂试样的准备

使用 7.3.1 制备的腐蚀水与生产厂推荐最低使用浓度的防锈剂配置成试样溶液，共 750 mL。

注意：原试样中的任何不溶性材料都将包含在测试样品中。

7.3.5 无水冷却液试样的准备

加入 6%体积按照 7.3.1 制备的腐蚀水和 94%体积的无水冷却液，共同组成测试样品，共 750 mL。

8 试验步骤

8.1 清洗试验器材

彻底清洗试验所用的烧杯、橡胶塞、温度计、气体扩散管和回流冷凝管。

注意：回流冷凝管的尖端刚好从橡胶塞的底部露出。

8.2 试验器材安装

在 1000 mL 烧杯中放置一套试片束，倒入 750 mL 试样。按图 3 所示装配橡胶塞、温度计（温度传感器）、气体扩散管和回流冷凝管。

注意：气体扩散管的扩散头要与试片束保持一定距离（最小 13 mm），以避免通入的空气直接与试片束接触。

8.3 试验过程

将装好样品的烧杯放到加热器上，连接水路、电路和气路。设置试验温度 88 ℃±2 ℃（或 96 ℃±2 ℃），使测试溶液的温度恒定在 88 ℃±2 ℃（或 96 ℃±2 ℃），设置空气流量为 100 mL/min±10 mL/min，设置好所有条件后，试验持续进行 336 h±2 h。试验期间要经常检查试验情况（推荐：每天至少一次），以确保试验的温度、空气流量和液面高度始终符合试验设置条件。如果烧杯中的溶液因蒸发而短缺，应及时补充蒸馏水使试验溶液的体积始终保持 750 mL。

8.4 试验结束试片处理

8.4.1 试验溶液冷却至室温，并立即卸下试片束，用软毛刷和自来水轻轻地刷洗金属片，除去附着在金属片表面的疏松腐蚀物，并分别再进行清净处理。

8.4.2 钢和铸铁试片：当金属试片表面有粘附力更强的腐蚀物和膜时，使用黄铜刮刀或黄铜毛刷（黄铜丝刷）去除粘附沉积物，再使用软毛刷轻刷和自来水冲洗。

8.4.3 黄铜和紫铜试片：在通风橱中将试片浸泡在 1:1（体积比）的盐酸水溶液中 15 s，然后立即用软毛刷轻刷和自来水冲洗。

注意：盐酸是一种强酸，避免接触皮肤和眼睛，在通风橱中进行操作。

8.4.4 铝试片：在通风橱中，25 ℃条件下，将铝试片浸泡在 4:1（体积比）的硝酸水溶液中 10 min，然后立即用软毛刷轻刷和自来水冲洗。

注意：1)干燥铝试片需要在 100 ℃烘箱中干燥 1 h，使其重量保持恒定。2)所用硝酸为浓硝酸（浓度约 70%），硝酸是一种毒性很强的氧化剂和酸，避免接触皮肤、眼睛和衣服，不要吸入蒸汽，在通风橱中进行操作。

8.4.5 焊料试片：在通风橱中，将试片浸泡在含有 1%（体积比）冰乙酸的沸腾水溶液中 5 min，然后立即用软毛刷轻刷和自来水冲洗。

注意：避免皮肤和眼睛接触冰乙酸，在通风橱中进行操作。

8.4.6 规定用于清洁有色金属试片的酸洗时间是足够的。根据经验，在有必要的情况下，使用其他酸洗时间是允许的。

8.5 干燥、称重和取值

8.5.1 按照上述 7.4 规定操作中的每一项进行彻底冲洗，先用自来水冲洗，然后用丙酮或无水乙醇冲洗，再干燥并称重样品，精确至 0.1 mg。无法立即称重的金属片需要储存在干燥器中。

8.5.2 考虑到不同实验室的差异性，可以请同一操作人员对每种金属的三个试片进行打磨、无水乙醇或丙酮漂洗、干燥过的未经试验的试片称量，精确至 0.1 mg。之后分别按照 8.4 所述方法进行清净处理，经干燥后再称量，精确至 0.1 mg。取其三个试片清净处理前后的平均差值作为该种金属试片清净处理的平均质量损失值。

9 报告

9.1 报告中腐蚀金属片数据用式（1）计算，正值代表失去重量；负值代表增加重量。如果数据没有正负号标识，默认为失去重量。数据精确至 0.1 mg。

$$W_5=（W_1-W_2）-（W_3-W_4）。\quad\cdots\cdots(1)$$

式中:

W_1——试片经过打磨清洗后的重量，mg；

W_2——测试结束并清洁后试片的重量，mg；

W_3——另取同类试片经打磨清洗后的重量，mg；

W_4——另取的试片不经过试验测试但同样按照测试后方法清洁的重量，mg；

W_5——黄铜试片失重，mg。

示例：黄铜试片经过打磨清洗后的重量为 405.0 mg（W_1），测试结束并清洁后该黄铜试片的重量为 398.0 mg（W_2）。另取黄铜试片经过同样打磨清洗后的重量 406.0 mg（W_3），不经过试验，但同样按照试验后清洁方法清洁后的试片重量 404.0 mg（W_4），使用式（1）计算黄铜试片失重 5.0 mg（W_5）。

即（405.0 mg-398.0 mg）-（406.0 mg-404.0 mg）= 5.0 mg（正值代表失去重量）。

9.2 每个样品做三组试验，同种金属试片校正后的质量变化算术平均值精确至 0.1 mg。

10 精度与偏差

本试验方法是一种适用于发动机冷却液及其浓缩液、新能源车辆冷却液及其浓缩液、冷却系统防锈剂的粗略筛选方法，该腐蚀试验不涉及精度和偏差。

附 录 A
（规范性）
注意事项

A.1 玻璃容器

避免破损，避免割伤。

A.2 试剂

A.2.1 存放于密闭容器，避免产生蒸汽；
A.2.2 远离火源、电器及热源；
A.2.3 避免吸入蒸汽；
A.2.4 避免与皮肤接触。

A.3 高温

避免高温烫伤。

中国内燃机学会 · CHINESE SOCIETY FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES · CSICE

附 录 B
（资料性）
黄铜试片涂覆焊料或再次涂覆方法

B.1 制备

B.1.1 在尺寸为 50.0 mm×25.0 mm×2.0 mm 黄铜试片的中心钻一个直径为 7.2 mm 的通孔，用金属丝刷去除氧化膜和其他表面膜。推荐在钻床的夹具上加一个圆柱形的金属丝刷。

B.1.2 将黄铜试片浸在 25%氯酸焊剂（含 40%氯化锌、3%氯化铵、1.5%盐酸和 55.5%水）溶液中。

注意：若涂覆高铅焊料（如 97 %的铅、≤2.5%的锡、≤0.3%的银）时，要求用低腐蚀焊剂。

B.1.3 将一根细端直径为 6 mm 的玻璃棒穿过黄铜试片的中心孔，棒的另一端粗些，以防试片从棒上滑下。

B.1.4 将试片侧着浸在温度为 343 ℃±2 ℃的熔化焊料浴内，焊料会立即在试片四周冷凝。轻轻地移动试片直至半融层再次熔化，形成一个平滑焊料层的过程需要 20 s～25 s，过长时间的浸入会减少焊料层的厚度。

B.1.5 将试片以与液体平面一定角度的方式迅速从浴中取出移出。将试片水平放置至焊料固化。对涂覆不满意的试片可再次涂覆，从 B.1.2 规定开始。

B.1.6 试片冷却到室温后才从玻璃棒上退下。

B.1.7 用 7.0 mm 直径的钻头再钻中心孔，修去试片的多余焊料。

B.2 再次涂覆

涂覆焊料的黄铜试片应该只用于一次腐蚀试验，但如果先将这些试片加热，然后立即按 B.1.2～B.1.7 处理后，进行再次涂覆则可以再次使用。