ICS 27.020

CCS J 92

团　　体　　标　　准

T/CSICE 031-2024

发动机冷却液腐蚀特性的测定　铝合金法

Determination of corrosion characteristics of engine coolants - aluminum alloy 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 1
5　仪器与材料 2
5.1　仪器 2
5.2　材料 2
5.3　试剂 2
6　装置图 3
7　准备工作 4
7.1　试件 4
7.2　测试溶液 5
8　试验步骤 5
9　空白校正的确定 6
10　计算 6
11　报告 6
12　精密度和偏差 7
附录 A(规范性)　注意事项 8
附录 B(资料性)　冷却液试验的配制 9

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　铝合金法

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

本文件规定了冷却液及其浓缩液在铝质缸盖传热状态下对铸铝合金腐蚀的测定方法。

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 3452.1　液压气动用O形橡胶密封圈尺寸系列及公差

GB/T 6682　分析实验室用水规格和试验方法

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 0069　发动机防冻剂、防锈剂和冷却液 pH值测定法

SH/T 0620　发动机冷却液对传热状态下的铸铝合金腐蚀测定法

ASTM D4340　Standard Test Method for Corrosion of Cast Aluminum Alloys in Engine Coolants Under Heat-Rejecting Conditions

ASTM D7934　Standard Test Method for Corrosion of Cast Aluminum Alloys in Non-Aqueous Engine Coolants under Heat-Rejecting Conditions

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

将表面打磨后的铸铝合金试件称量，将试件的试验面浸在冷却液试样中，用压缩空气对试样施加压力，将试件在135 ℃ ±1 ℃下恒温168小时，保持压力在200 kPa±5 kPa，试验结束后将试件进行清洗处理后再次称量，试件质量变化速率反映冷却液试样对铸铝合金试件的腐蚀性能，试验需要重复两次。

注意：1)如果需要评价冷却液高温腐蚀性能的长效性，可以将试验时间调整为1000小时。2)如果需要评价无水冷却液，则需要将试验温度设置为149 ℃±1 ℃，保持压力为34.5 kPa。

5 仪器与材料

5.1 仪器

5.1.1 传热腐蚀试验仪：冷却液铝热表面腐蚀仪（见图1）由传热腐蚀室、加热器和温度控制器等组成，传热腐蚀室的组件有玻璃容器、O形橡胶密封圈、顶端板和底端板等。

5.1.1.1 玻璃容器：能承受试验压力的可密封耐热玻璃管（见图2）。

5.1.1.2 O形密封圈：与玻璃容器配合使用的耐高温腐蚀的氟胶O形密封圈，公差范围 ±0.2 mm。

5.1.1.3 顶端板和底端板：用不锈钢制作（见图2）。

5.1.1.4 温度控制器：电加热器，最高恒定温度可达150 ℃，精度±1 ℃，连续工作时间可达1000小时以上。

5.1.1.5 安全装置：采用弹簧垫、安全阀或其他安全泄压装置以及必要的安全罩。

5.1.1.6 温度计或温度传感器：测量范围0 ℃～200 ℃，温度计分度值为1 ℃，温度传感器的精度要求不低于温度计。

5.1.2 超声波清洗器：功率约50 W。

5.1.3 真空干燥箱：控温范围室温～150 ℃。

5.1.4 真空泵：与真空干燥箱配合。

5.1.5 电子分析天平：精度0.1 mg。

5.1.6 显微镜：放大倍数10～30倍。

5.1.7 干燥器。

5.2 材料

5.2.1 铸铝合金试件：符合GB/T 1173中铝合金ZL 107要求，直径65 mm，厚13 mm，有一个热电偶插孔和一个温度计插孔（见图2）。

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 含碳化硅的粗、中、细砂布或砂纸。

5.2.3 塑料刮片：材质的硬度小于铸铝合金试件，如聚乙烯和聚丙烯材质，其中有一边为刃边。

5.2.4 镊子。

5.2.5 软毛刷：柔软的长把棕毛刷。

5.2.6 空气源：空气压缩机（泵）供气或管道气源。

5.2.7 蒸馏水：符合GB 6682中三级水的规定。

5.3 试剂

5.3.1 硝酸：化学纯。

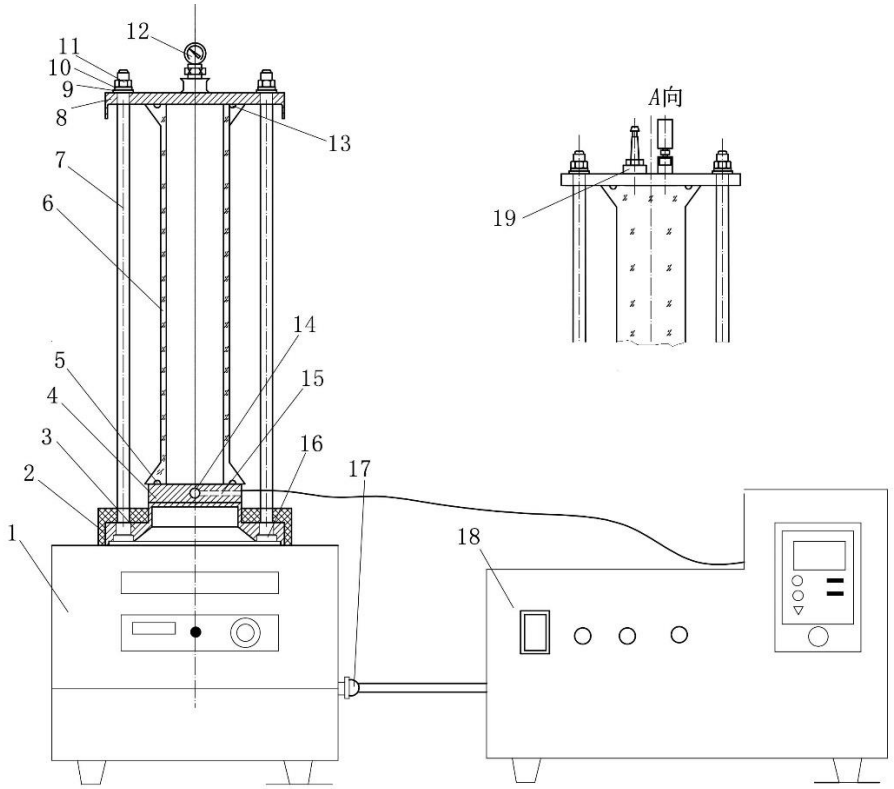
5.3.2 无水乙醇：分析纯。

5.3.3 丙酮：分析纯。

注意：硝酸是强酸，要避免皮肤和眼睛与其接触。

5.3.4 氯化钠，分析纯。

6 装置图



1——加热器；
2——聚四氟乙烯保温套；
3——底端板；
4——铸铝合金试件；
5、13——O形密封圈；
6——玻璃容器；
7——螺杆；
8——顶端板；
9——弹簧垫；
10——平垫；
11、16——螺母；
12——气压表；
14——温度计插孔；
15——温度传感器；
17——电源插头；
18——温度控制器；
19——空气入口

图 1 传热腐蚀试验仪

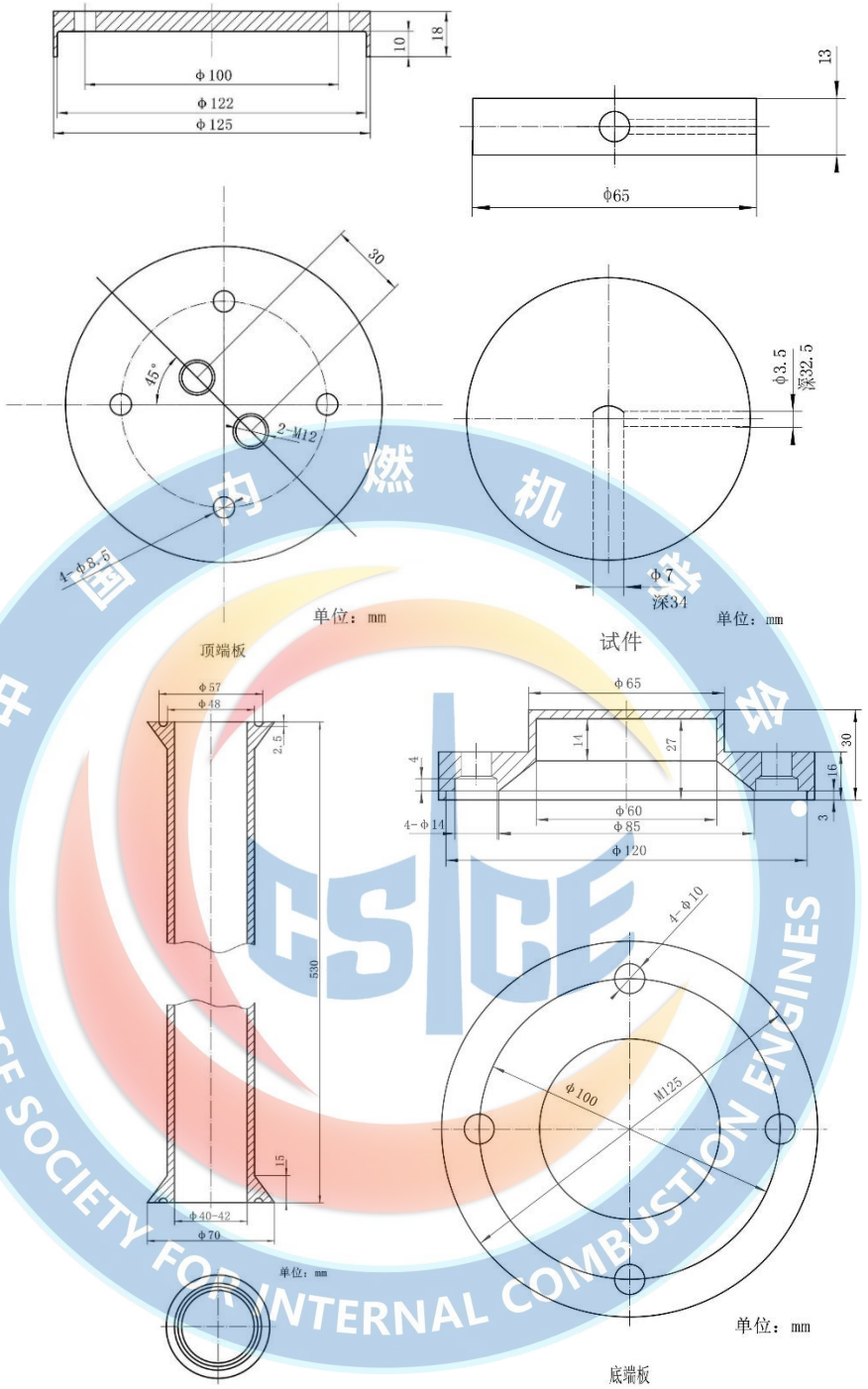


图 2　传热腐蚀室主要组件及试件尺寸图

7　准备工作

7.1　试件

7.1.1　为了得到最大程度的重复性和再现性，应按如下步骤准备试件。

用粗、中、细砂布或砂纸逐渐打磨试样，使铝块（试件）外观明亮、有光泽，没有任何可见的氧化膜或暗锈。

7.1.2 试件用温热的自来水冲洗，然后用蒸馏水或去离子水冲洗，最后用丙酮或无水乙醇冲洗。确保热电偶孔中没有金属碎屑和抛光碎屑。用丙酮或无水乙醇冲洗孔，并用玻璃毛细管移液管或其他合适的方法去除多余的液体。

7.1.3 在真空干燥箱中65 ℃～90 ℃条件下干燥试件至少4小时，以去除可能保留在试件孔洞中的残留液体。

7.1.4 将试件从真空干燥箱中取出，并在干燥器中冷却至室温。

7.1.5 使用电子分析天平将试件称量精确至0.1 mg。如果需要，试件可以重复使用，但应按照7.1.1～7.1.5的规定进行制备。

7.2 测试溶液

7.2.1 腐蚀水的配置

将220 mg氯化钠溶于1 L的蒸馏水中，使氯离子浓度达到133.5 ppm。

7.2.2 冷却液浓缩液试样的准备

将1体积的冷却液浓缩液样品用3体积的7.2.1所制备的腐蚀水配成25%（体积比）的水溶液试样，共500 mL。

7.2.3 冷却液试样的准备

用7.2.1所配制的腐蚀水将冷却液样品稀释到25%（体积比）的水溶液试样，共500 mL。配制方法参见附录B。

7.2.4 无水冷却液试验溶液配制方法

将30 mL按照7.2.1配制的腐蚀水加入到470 mL无水冷却液中，组成测试溶液，共500 mL。

8 试验步骤

8.1 清洗仪器

彻底清洗传热腐蚀室所用玻璃容器、O形密封圈、顶端板和底端板等组件。

8.2 组装仪器

按图1所示组装传热腐蚀试验仪。每次试验要求在玻璃容器和试件之间使用新O形密封圈。为了有助于O形密封圈的良好密封，应在玻璃容器O形槽中加入少量真空脂起润滑密封作用。四个支杆上的螺母以徒手拧不动为佳或按照仪器说明书执行。

8.3 开始测试

将500 mL试样通过空气入口加入到传热腐蚀室，装上空气加注管和安全罩，用压缩空气对传热腐蚀室逐渐加压至140 kPa。接通加热器，对试件加热，随着温度的上升，传热腐蚀室的压力逐渐升高，要注意调整压力，使得当试件温度达到135 ℃时，传热腐蚀室的压力为190 kPa～200 kPa。

注意：尽管装置有安全阀，但因传热腐蚀室内有压力，因此使用安全防护罩是有必要的，该安全防护罩是清晰透明的，可以保持空气流通。

8.4 执行测试

保持试件在135 ℃±1 ℃下恒温，过程中，试验持续进行一周（168小时），可每隔一段时间通过试件一侧的温度控制孔观察试件温度，确保温度波动在实验所需温度允许范围内。

8.5 测试结束

试验终了时，关闭加热器，待传热腐蚀室冷却到室温，释放传热腐蚀室的压力，拿掉空气加注管，倒出或虹吸出试样，拆卸传热腐蚀室，取出试件。

8.6 清洁传热室组件

拆卸装置后，用大毛刷、浮石粉、洗涤剂和水清洁传热室组件。

8.7 清洗铝试件

8.7.1 用软毛刷和中性清洗剂洗涤铝试件，用塑料刮片（一定要比金属铝软）的刃边去除O形密封圈在试件上的残留物。

8.7.2 在通风橱中，25 ℃条件下，将铝试件浸泡在4:1（体积比）的硝酸水溶液中10 min。立即用水彻底冲洗，使用软毛刷轻刷金属表面，以去除任何松散的薄膜，再次用水冲洗。

注意：1）在真空干燥箱中65 ℃～90 ℃条件下干燥试样至少4小时，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。

8.7.3 从清洗溶液中取出试件，用自来水冲洗，然后用蒸馏水冲洗，最后用无水乙醇/丙酮冲洗。要确保将温度传感器插孔和温度计插孔清洗干净，残余液要除净。用放大10～30倍显微镜检查试件的试验表面。如果仍有沉淀物存在，则重复8.7.2～8.7.3清洗步骤。

8.7.4 按7.1.3方法在真空干燥箱中干燥铝试件。

8.7.5 将铝试件放在干燥器中冷却到室温，然后进行称量，精确至0.1 mg。

9 空白校正的确定

9.1 空白清洗质量损失值的确定：取三个按7.1.1～7.1.5准备好的未试验过的铝试件进行称量，称至0.1 mg。

9.2 按8.7.1～8.7.5分别进行清洗处理并称量，精确至0.1 mg，取三个试件的平均清洗质量损失值作为空白清洗质量损失值。

10 计算

试样的传热腐蚀速率R（mg/cm^2/周）按下式（1）计算：

$$R=\frac{[m_1-(m_2+B)]\times 1000}{A} \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

m_1——试验前试件质量，g；

m_2——试验后试件质量，g；

B——试件的空白清洗质量损失值，g；

A——在O形密封圈内试件的传热表面积，cm^2。

11 报告

11.1 报告试样传热腐蚀速率mg/cm^2/周，取值精确至0.1 mg/cm^2/周。

11.2　当试样传热腐蚀率结果有争议时，应做第二次试验，以两次试验结果的算术平均值报告结果，取至0.1 mg/cm^2。

11.3　报告铝试件的外观，如点蚀、坑蚀、颜色和残余产物情况。

11.4　报告测试溶液的外观和按SH/T 0069测定的试验前后的pH值。

12　精密度和偏差

12.1　本标准精密度正在确定中。

12.2　偏差-由于缺少可以接受的可参考材料，因此偏差不能确定。

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，尤其电器及热源；
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。

A.4 高压

避免高压破裂。

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

附 录 B
（资料性）
冷却液试样的配制

对于冰点为-12 ℃～-50 ℃的乙二醇型冷却液，按表1用腐蚀水稀释成25%（体积比）的水溶液试样。

表1 不同冰点冷却液用腐蚀水配置水溶液试样

样品的冰点	浓度	腐蚀水加量	样品的冰点	浓度	腐蚀水加量
-12	25	0	-30	44	76
-14	28	12	-32	45.5	82
-16	30	20	-34	47	88
-18	33	32	-35	47.5	90
-20	34.5	38	-36	48.5	94
-22	37	48	-38	50	100
-24	38.5	54	-40	52	108
-25	39.5	58	-43	55	120
-26	40.5	62	-45	56	124
-28	42.5	70	-50	60	140

例如：用冰点-35 ℃的乙二醇冷却液制备1000 mL 25%（体积比）的传热腐蚀试验用的水溶液试样，根据表1数据，-35 ℃的冷却液样品和腐蚀水的加入量分别计算如下：

$$X+Y=1000 \cdots\cdots (1)$$

$$\frac{X}{Y}=\frac{100}{90} \cdots\cdots (2)$$

式中：

X——需要冷却液样品加入量，mL；

Y——需要腐蚀水加入量为，mL。

结合式（1）和式（2）计算：

样品加入量X= $\frac{1000}{100+90} \times 100 = 526.3$ mL

腐蚀水加入量Y=1000-526.3 = 474.7 mL。