



中华人民共和国国家标准

GB 29743.2—20XX

机动车冷却液 第2部分：电动汽车冷却液

Motor vehicle coolant—Part 2: Electric vehicle coolant

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 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	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 产品分类	2
5 技术要求和试验方法	2
6 检验规则	4
7 标志、包装、运输和贮存	5
附录 A（规范性） 电车冷却液电导率试验方法	7
附录 B（规范性） 电车冷却液静态腐蚀试验方法	8
附录 C（规范性） 电车冷却液循环台架腐蚀试验方法	12
附录 D（规范性） 电车冷却液与橡胶材料兼容性试验方法	17

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 29743《机动车冷却液》的第2部分。GB 29743已经发布了以下部分：

- 第1部分：燃油汽车发动机冷却液；
- 第2部分：电动汽车冷却液。

本文件由中华人民共和国交通运输部提出并归口。

引 言

冷却液是机动车安全运行必不可少的传热介质。冷却液通过在机动车冷却系统内循环运转，起到散热、防冻及防腐等作用，从而保障机动车核心动力部件的正常动力输出。鉴于冷却液产品的重要性和特殊性，国内外标准化机构普遍重视冷却液标准规范的建立。GB 29743《机动车冷却液》旨在确立适用不同类型机动车的冷却液技术要求，拟由三个部分组成。

- 第1部分：燃油汽车发动机冷却液。目的在于确立适用于燃油汽车发动机冷却液的技术要求。
- 第2部分：电动汽车冷却液。目的在于确立适用于电动汽车冷却液的技术要求。
- 第3部分：燃料电池汽车冷却液。目的在于确立适用于燃料电池汽车冷却液的技术要求。

机动车冷却液

第2部分：电动汽车冷却液

1 范围

本文件规定了电动汽车冷却液的产品分类、技术要求和试验方法、检验规则，以及标志、包装、运输和贮存等要求。

本文件适用于纯电动汽车动力电池热管理系统中，以乙二醇为防冻剂原料调配而成的电动汽车用冷却液的生产、检验和使用。

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 528—2009 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定
- GB/T 711 优质碳素结构钢热轧钢板和钢带
- GB/T 1173—2013 铸造铝合金
- 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—2008 分析实验室用水规格和试验方法
- GB/T 14832—2008 标准弹性体材料与液压液体的相容性试验
- GB 29743.1—2022 机动车冷却液 第1部分：燃油汽车发动机冷却液
- GB/T 33402—2016 硅橡胶混炼胶 一般用途
- JT/T 1230 机动车发动机冷却液无机阴离子测定法 离子色谱法
- NB/SH/T 0164 石油及相关产品包装、储运及交货验收规则
- NB/SH/T 0828 发动机冷却液中硅与其它元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法
- 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 0066 发动机冷却液泡沫倾向测定法（玻璃器皿法）
- SH/T 0067 发动机冷却液和防锈剂灰分含量测定法
- SH/T 0068 发动机冷却液及其浓缩液密度或相对密度测定法（密度计法）
- SH/T 0069 发动机防冻剂、防锈剂和冷却液pH值测定法
- SH/T 0084 冷却系统化学溶液对汽车上有机涂料影响的试验方法
- SH/T 0086 发动机冷却液的浓缩液中水含量测定法（卡尔·费休法）
- SH/T 0089 发动机冷却液沸点测定法
- SH/T 0090 发动机冷却液冰点测定法
- SH/T 0091 发动机冷却液和防锈剂储备碱度测定法
- SH/T 0604 原油和石油产品密度测定法（U形振动管法）
- 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
- SH/T 0621 发动机冷却液氯含量测定法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电动汽车冷却液 electric vehicle coolant

以防冻剂、缓蚀剂等原料复配而成的，用于纯电动汽车热管理系统中，具有冷却、防腐、防冻及保温等作用的功能性液体。

4 产品分类

4.1 电动汽车冷却液（以下简称“电车冷却液”）以乙二醇作为防冻剂。按含水量不同分为浓缩液和稀释液；按冰点分为-25号、-30号、-35号、-40号、-45号和-50号六个型号。

4.2 电车冷却液分类、代号及型号应符合表1的规定。

表1 电车冷却液分类、代号及型号

产品分类		代号	型号
乙二醇型	浓缩液	EVC-I	—
	稀释液	EVC-II	EVC-II-25、EVC-II-30、EVC-II-35、EVC-II-40、EVC-II-45、EVC-II-50

5 技术要求和试验方法

5.1 通用要求及试验方法

电车冷却液的通用要求及试验方法应符合表2的规定。

表2 电车冷却液通用要求及试验方法

项目	质量指标	试验方法
外观	无沉淀及悬浮物、清亮透明液体	目测
颜色	有醒目颜色	目测
气味	无刺激性异味	鼻嗅

5.2 理化性能要求及试验方法

电车冷却液的理化性能要求及试验方法应符合表3的规定。

表3 电车冷却液理化性能要求及试验方法

项目	质量指标							试验方法
	EVC-I	EVC-II -25	EVC-II -30	EVC-II -35	EVC-II -40	EVC-II -45	EVC-II -50	
密度 ^a (20.0℃) / (g/cm ³)	1.108~ 1.144	≥1.050	≥1.055	≥1.060	≥1.065	≥1.070	≥1.076	SH/T 0068、 SH/T 0604

表3 电车冷却液理化性能要求及试验方法（续）

项目		质量指标							试验方法
		EVC-I	EVC-II -25	EVC-II -30	EVC-II -35	EVC-II -40	EVC-II -45	EVC-II -50	
冰点/℃	原液	—	≤-25.0	≤-30.0	≤-35.0	≤-40.0	≤-45.0	≤-50.0	SH/T 0090
	50%体积稀释液	≤-36.4	—						
沸点/℃	原液	≥163.0	≥106.5	≥107.0	≥107.5	≥108.0	≥108.5	≥109.0	SH/T 0089
	50%体积稀释液	≥108.0	—						
pH 值	原液	—	7.0~10.0						SH/T 0069
	50%体积稀释液	7.0 ~ 10.0	—						
灰分（质量分数）/%		≤3.0	≤1.5						SH/T 0067
水分（质量分数）/%		≤5.0	—						SH/T 0086
氯含量 ^b / (mg/kg)		≤10						SH/T 0621、 JT/T 1230	
硫酸盐含量（以 SO ₄ ²⁻ 计）/ （mg/kg）		≤10						JT/T 1230	
硼含量（以 B 计）/（mg/kg）		≤10						NB/SH/T 0828	
储备碱度/mL		报告值 ^c						SH/T 0091	
对汽车有机涂料的影响		无影响						SH/T 0084	
^a 结果有异议时，以 SH/T 0068 方法为仲裁方法。 ^b 结果有异议时，以 SH/T 0621 方法为仲裁方法。 ^c 储备碱度指标由供需双方协商确定。									

5.3 使用性能要求及试验方法

电车冷却液的使用性能要求及试验方法应符合表4的规定。

表4 电车冷却液使用性能要求及试验方法

项目		质量指标	试验方法
电导率（25.0℃）/（ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）		≤100	附录 A
静态腐蚀 （80℃±2℃， 336 h±2 h）	质量变化 mg/试片	紫铜	±5
		黄铜	±5
		钢	±5
		ZL101A 铸铝	±5
		3003 铝	±5
		4043 铝	±5
		6063 铝	±5

表 4 电车冷却液使用性能要求及试验方法（续）

项目		质量指标	试验方法	
循环台架腐蚀 (80℃±2℃, 1064 h±2 h)	质量变化 mg/试片	紫铜	±10	附录 C
		黄铜	±10	
		钢	±10	
		ZL101A 铸铝	±10	
		3003 铝	±10	
		4043 铝	±10	
		6063 铝	±10	
	试验后 溶液性能	pH 值	6.5~10.0	
		pH 变化值	±1.0	
电导率变化率 (25.0℃) /%		≤100		
橡胶材料兼容性 (80℃±2℃, 168h±2 h)	三元乙丙橡胶	硬度变化 (IRHD)	±5	附录 D
		体积变化率/%	±5	
		断裂拉伸强度变化 率/%	±15	
		拉断伸长率变化率 /%	±30	
	硅橡胶	硬度变化 (IRHD)	±5	
		体积变化率/%	±5	
		断裂拉伸强度变化 率/%	±15	
		拉断伸长率变化率 /%	±30	
泡沫倾向 (30℃±1℃ 及 80℃±1℃)	泡沫体积/mL	≤100	SH/T 0066	
	泡沫消失时间/s	≤5.0		
高温稳定性 (135℃±1℃, 168 h±2 h)	质量变化/(mg/cm ²)	±1.0	SH/T 0620 ^a	
	试验后溶液沉淀量/mL	≤0.05	GB 29743.1-2022 附录 D	
储存稳定性 ^b (60℃±2℃, 336 h±2 h)		颜色无明显变化, 无沉淀及悬浮物	GB 29743.1-2022 附录 D	
耐硬水稳定性 ^b (90℃±2℃, 336 h±2 h) 沉淀物体积/mL		≤0.5	GB 29743.1-2022 附录 D	
^a 铸铝试件材质应符合 GB/T 1173—2013 规定的 ZL101A 铝硅合金要求, 尺寸应符合 SH/T 0620 的要求。				
^b 仅适用稀释液。				

6 检验规则

6.1 检验分类

6.1.1 检验分为型式检验和出厂检验。

6.1.2 在下列情况下应进行型式检验：

- a) 新产品投产或产品定型鉴定时；
- b) 原材料、工艺等发生较大变化，可能影响产品质量时；
- c) 出厂检验或周期检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- d) 产品转厂生产时；
- e) 通常两年进行一次型式检验，当生产工艺无变化时可延长两年。

6.1.3 出厂检验分为出厂批次检验和出厂周期检验。主要原材料和添加剂无变化时，每年还应至少进行两次出厂周期检验。

6.2 检验项目

6.2.1 型式检验项目为第5章规定的所有技术要求。

6.2.2 出厂批次检验项目包括外观、颜色、气味、冰点、沸点、pH值、密度、储备碱度、电导率、泡沫倾向。

6.2.3 出厂周期检验项目包括6.2.2的项目以及灰分、氯含量、硫酸盐含量、对汽车有机涂料的影响、水分、静态腐蚀、高温稳定性。

6.3 组批

在原材料、工艺不变的条件下，每生产一釜或连续生产多釜混合均匀的产品为一个检验批次。

6.4 取样

取样应按SH/T 0065的规定进行，每批产品取样量需满足检验和留样要求，或是从包装好的产品随机抽取样品作为检验和留样用。

6.5 判定规则

出厂检验和型式检验结果符合第5章规定时，判定该批产品合格。

6.6 复检规则

如果出厂检验和型式检验结果不符合第5章要求，应从同批产品中重新抽取双倍量样品，对不合格项目进行复检，如复检结果仍不符合本文件要求，则判定该批产品为不合格。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 电车冷却液应按NB/SH/T 0164的规定进行标志和包装，标志内容应包括：

- a) 产品名称；
- b) 防冻剂类型；
- c) 产品分类及冰点；
- d) 浓缩液产品使用方法；
- e) 生产日期或批号；
- f) 生产企业名称及地址等。

7.2 电车冷却液运输应符合NB/SH/T 0164的规定。

GB 29743.2—20XX

7.3 电车冷却液应贮存在阴暗、通风的地方，不应阳光直射。

附 录 A
(规范性)
电车冷却液电导率试验方法

A.1 方法概要

量取100mL冷却液，混合均匀后用校准后的电导率仪测量其电导率。

A.2 仪器与材料

A.2.1 电导率仪：准确度等级0.5级，具有温度自动补偿功能。根据冷却液的电导率范围，选择合适的电导电极。

A.2.2 量筒：容量100mL。

A.2.3 锥形瓶：容量100mL，具塞。

A.2.4 恒温水浴：能控温 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

A.3 试验步骤

A.3.1 按照电导率仪使用说明的要求，选用合适测量区间的电导率校准溶液，校准电导率仪及电极。

A.3.2 用量筒量取100mL冷却液倒入锥形瓶中，混合均匀后，放入已恒温至 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 的水浴中保持20min。

A.3.3 将电极浸入试样中进行电导率的测定，重复测定两次，同时记录试样温度。

A.3.4 测量电导率小于 $3\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 的试样时，宜选用配备密封流动池的电导率仪，并在流动状态下测量。

A.4 结果报告

报告重复测定两个结果的算术平均值作为试验结果，精确到 $0.1\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 。

附录 B

(规范性)

电车冷却液静态腐蚀试验方法

B.1 方法概要

将电车冷却系统使用的典型金属制成试片，打磨、清洗及称重后，按规定顺序组装成试片束。放入试验杯中，倒入750mL电车冷却液试样，移至加热设备上，在试验温度 $80^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、空气流量 $100\text{mL}/\text{min}\pm 10\text{mL}/\text{min}$ 条件下，保持 $336\text{h}\pm 2\text{h}$ 。试验结束后，按要求分别对金属试片质量变化及冷却液性能变化进行检验。

B.2 仪器与材料

B.2.1 仪器

B.2.1.1 试验杯：1000mL，高型、无嘴、耐热玻璃制成。配橡胶塞，塞上有安装冷凝管、气体扩散管及温度计的通孔，试验组件的组装见图B.1。

B.2.1.2 冷凝管：冷凝夹套长400mm，直管式回流冷凝管。

B.2.1.3 气体扩散管：耐热玻璃制成，管长220mm、外径8mm，末端配长30mm、外径15mm的砂芯玻璃扩散头。

B.2.1.4 温度计： $-20\sim 150^{\circ}\text{C}$ ，分度值 1°C 。

B.2.1.5 加热设备：液体浴加热，能控温 $80^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

B.2.1.6 空气流量计：能控制空气流量 $100\text{mL}/\text{min}\pm 10\text{mL}/\text{min}$ 。

B.2.1.7 分析天平：精度0.1mg，最大量程不小于200g。

B.2.2 材料

B.2.2.1 金属试片：应符合表B.1的规定。

表 B.1 试验用金属试片技术要求

材料名称	紫铜	黄铜	钢	铸铝	铝合金	铝合金	铝合金
执行标准	GB/T 5231	GB/T 5231	GB/T 711	GB/T 1173	GB/T 3190	GB/T 3190	GB/T 3190
材料牌号	T2	H70	20	ZL101A	3003	4043	6063
材料尺寸/mm	长	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
	宽	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
	厚	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0
其他要求	中心钻直径7.0mm通孔						

B.2.2.2 黄铜支架：尺寸 $50.0\text{mm}\times 25.0\text{mm}\times 2.0\text{mm}$ ，距离长边12.5mm、短边6.5mm处有一直径7.0mm通孔。

B.2.2.3 黄铜螺栓：公称直径4.0mm，栓长75.0mm，配相应规格螺母及垫圈。

B.2.2.4 绝缘套管：聚四氟乙烯材质，外径6.5mm、壁厚1.0mm、管长55cm。

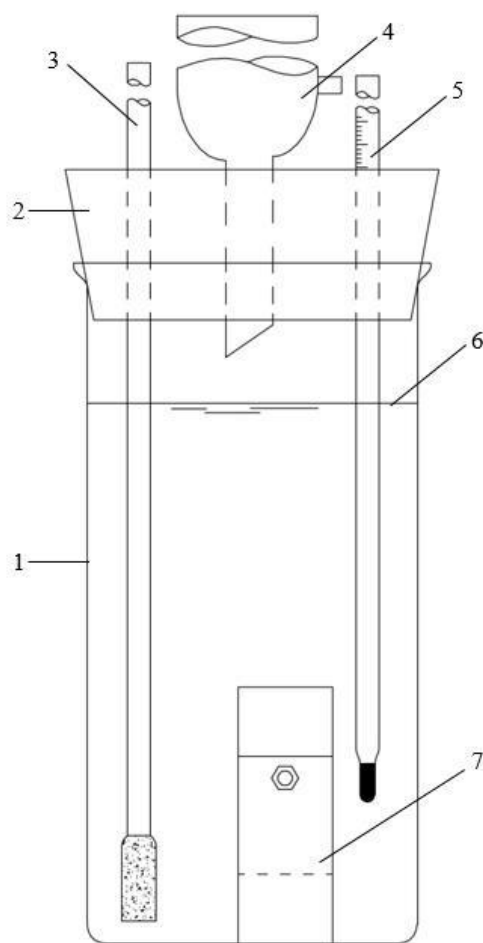
B.2.2.5 绝缘垫圈：聚四氟乙烯材质，外径12.0mm、内径7.0mm、厚4.5mm。

B.2.2.6 黄铜垫圈：外径12.0mm、内径7.0mm、厚4.5mm。

B.2.2.7 钢垫圈：外径12.0mm、内径7.0mm、厚4.5mm。

B. 2. 2. 8 砂纸：粒度P320防水碳化硅砂纸。

B. 2. 2. 9 毛刷：软毛刷。



标引序号说明：

- | | |
|-----------|----------|
| 1——试验杯； | 5——温度计； |
| 2——橡胶塞； | 6——试样液面； |
| 3——气体扩散管； | 7——试片束。 |
| 4——冷凝管； | |

图 B. 1 试验组件的组装

B. 3 试剂

B. 3. 1 无水乙醇 (C_2H_6O)：分析纯。

B. 3. 2 水：应符合GB/T 6682—2008中的三级水要求。

B. 3. 3 盐酸：质量分数36%~38%，分析纯。

B. 3. 4 硝酸：质量分数65%~68%，分析纯。

B. 3. 5 硫酸钠 (Na_2SO_4)：化学纯。

B. 3. 6 氯化钠 ($NaCl$)：化学纯。

B. 3. 7 碳酸氢钠 ($NaHCO_3$)：化学纯。

B.4 准备工作

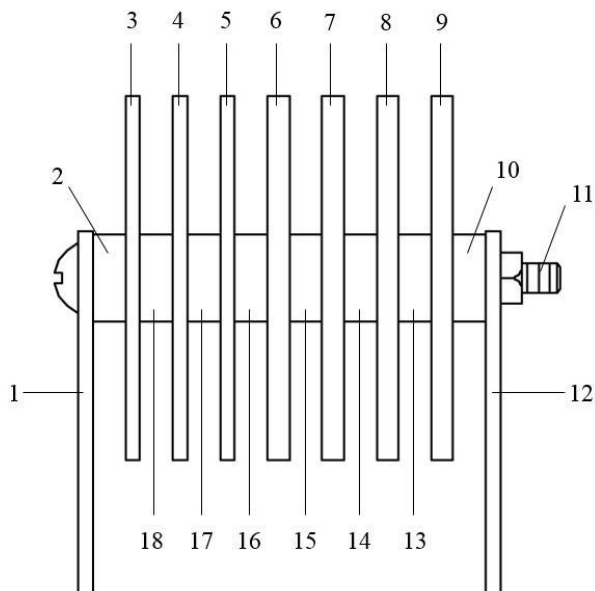
B.4.1 金属试片准备

B.4.1.1 试片打磨：用砂纸沿与试片长边平行的方向仔细打磨，去除边缘及通孔上毛刺，直至试片表面光滑无氧化层。

B.4.1.2 试片清洗：用水冲洗打磨好的试片，然后放入盛有无水乙醇的玻璃器皿中清洗，取出后用干燥空气吹干。干燥后的试片，不应用手直接接触，宜用洁净棉布手套拿取。

B.4.1.3 试片称重：用分析天平称量试片，称准至0.1mg。

B.4.1.4 试片组装：在套上绝缘套管的黄铜螺栓上，按下列顺序依次装配：黄铜支架、绝缘垫圈、紫铜试片、黄铜垫圈、黄铜试片、绝缘垫圈、钢试片、钢垫圈、铸铝试片、钢垫圈、3003铝试片、钢垫圈、4043铝试片、钢垫圈、6063铝试片、绝缘垫圈、黄铜支架。用螺帽拧紧至试片不松动，以保证试片束每一部分有良好的电接触，试片束的组装见图B.2。



标引序号说明：

- | | |
|----------------|------------------|
| 1、12——黄铜支架； | 7——3003铝试片； |
| 2、10、17——绝缘垫圈； | 8——4043铝试片； |
| 3——T2紫铜试片； | 9——6063铝试片； |
| 4——H70黄铜试片； | 11——黄铜螺栓； |
| 5——20#钢试片； | 13、14、15、16——钢垫圈 |
| 6——ZL101铸铝试片； | 18——黄铜垫圈。 |

图 B.2 试片束组装

B.4.2 样品准备

冷却液样品用水调配成33%防冻剂浓度（体积分数）的试验溶液，并在每升试验溶液中添加99mg硫酸钠，110mg氯化钠以及92mg碳酸氢钠。

B.5 试验步骤

B.5.1 彻底清洗并干燥试验所用的试验杯、橡胶塞、温度计、气体扩散管及冷凝管。

B.5.2 将组装好的三组金属试片束分别放入三个试验杯内，再分别向每个试验杯倒入750mL冷却液试验溶液。按图B.1所示组装橡胶塞、温度计、气体扩散管和冷凝管。冷凝管末端应刚好从橡胶塞穿出。气体扩散管扩散头应距离试片束至少12.7mm，两者不应直接接触。

B.5.3 将试验杯放入加热设备上，连接好冷凝水路及气路。冷却液在 $80^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、空气流量 $100\text{mL}/\text{min} \pm 10\text{mL}/\text{min}$ 条件下，持续试验 $336\text{h} \pm 2\text{h}$ 。试验期间应每天检查试验情况，以确保试验温度、空气流量及液面高度符合要求，试样因蒸发损失应及时补充蒸馏水。

B.5.4 试验结束后，取下试验杯冷却至室温。取出金属试片束并解体，用软毛刷在自来水下轻轻刷洗每种试片，以除去表面附着的松散腐蚀物。各试片还应经过以下清洗处理：

- a) 紫铜和黄铜试片：在通风橱中，将试片浸泡在100mL按1:1(体积比)配制的盐酸水溶液中15s，以去除表面膜，然后在自来水下用软毛刷刷洗。
- b) 钢试片：用黄铜刮刀或黄铜丝刷去除粘附沉积物，然后用软毛刷刷洗。
- c) 铸铝和铝合金试片：在通风橱中，将试片浸泡在100mL按4:1(体积比)配制的硝酸水溶液中10min，然后在自来水下用软毛刷刷洗。

B.5.5 将上述处理后的试片，用无水乙醇清洗，干燥后称至0.1mg。

B.5.6 试片清洗空白值的确定：另取一组未经试验的试片进行清洗空白试验，按B.4.1.1~B.4.1.3步骤，每个试片称准至0.1mg。然后再将该组试片与试验后的三组试片共同进行B.5.4~B.5.5清洗步骤，称准至0.1mg。取每个试片清洗前与清洗后的差值，作为该试片的清洗空白值。

B.6 结果计算

试片质量变化按式(B.1)计算：

$$\Delta M = (M_1 - M_2 - M_0) \times 1000 \quad \text{..... (B.1)}$$

式中：

ΔM ——试片质量变化值，单位为毫克(mg)；

M_1 ——试验前的试片质量，单位为克(g)；

M_2 ——试验后的试片质量，单位为克(g)；

M_0 ——试片清洗空白值，单位为克(g)。

B.7 结果报告

报告试片质量变化，取三组平行试验的算术平均值作为试验结果，精确到0.1mg。

附录 C

(规范性)

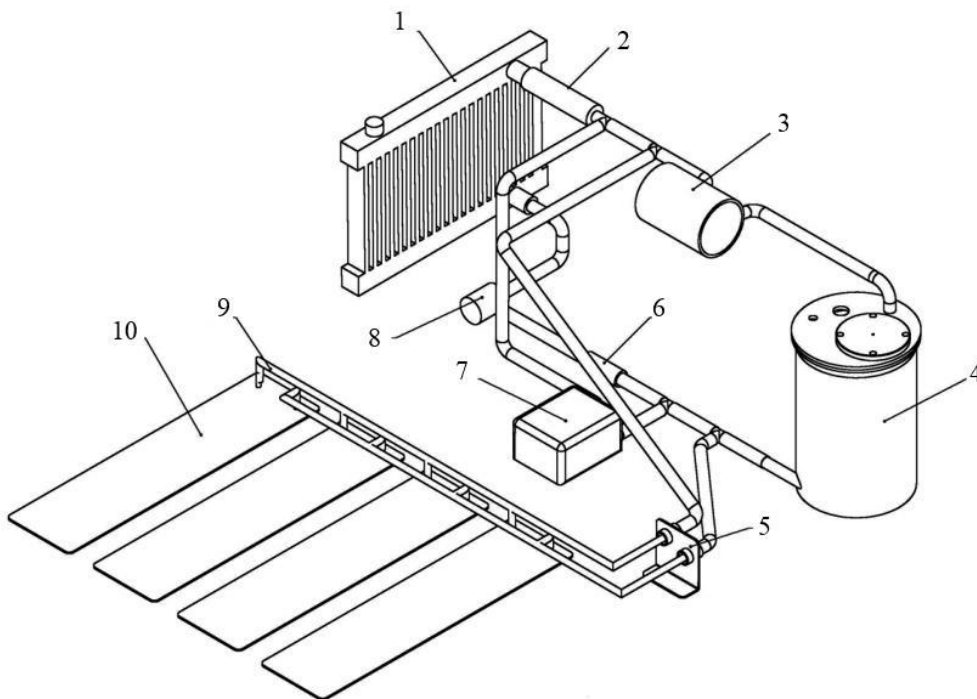
电车冷却液循环台架腐蚀试验方法

C.1 方法概要

将电车冷却液置于由散热器、水泵、动力电池冷板、储液罐及连接橡胶管等部件所组成的封闭试验装置中，在80℃和一定流量条件下循环1064h。试验后，通过测量装在贮液罐内冷却系统所用典型金属试片的质量变化，以及检视循环系统各部件内表面状态，评价电车冷却液腐蚀防护性能。

C.2 设备

C.2.1 循环台架：冷却液循环台架试验装置主要由储液罐、散热器、水泵、电池水冷板及控制主机等部件组成（图C.1）。

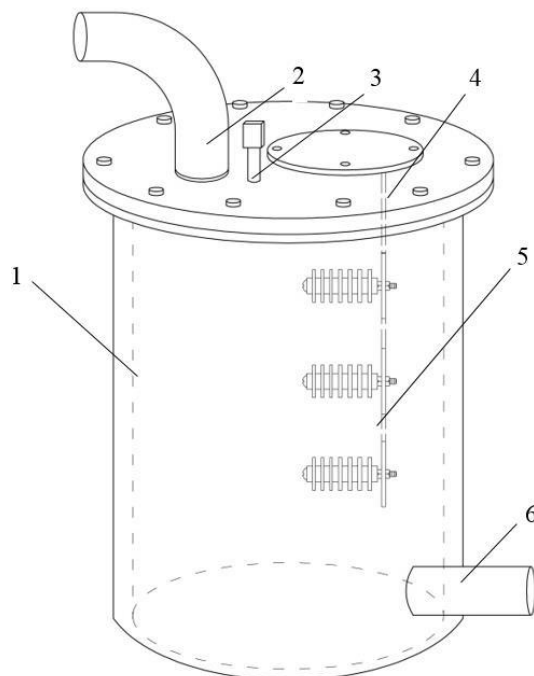


标引序号说明：

- | | |
|-----------|------------|
| 1——散热器； | 6——流量计； |
| 2——观察管； | 7——电控冷却模块； |
| 3——电机外壳； | 8——水泵； |
| 4——储液罐； | 9——水冷板连接管； |
| 5——电池包接口； | 10——电池水冷板。 |

图 C.1 循环台架试验装置

C.2.1.1 储液罐：用于放置试验金属试片束（图C.2），为不锈钢304材质，罐体内径约200mm，高约300mm。上盖部位分别装有出液口、温度传感器接口及圆形顶盖。圆形顶盖下设不锈钢304支架（长250mm，宽20mm，厚2mm）。



标引序号说明：

- | | |
|-----------|--------------|
| 1——储液罐； | 4——顶盖； |
| 2——出液口； | 5——黄铜支架及试片束； |
| 3——温度传感器； | 6——进液口。 |

图 C.2 储液罐

- C.2.1.2 散热器：黄铜或铝材质。
- C.2.1.3 水泵：耐高温汽车电子水泵，接口直径20mm，扬程不低于11m，流速不小于30L/min。
- C.2.1.4 电池水冷板：铝材质，动力电池用水冷板，面积不小于1m²。
- C.2.1.5 电机外壳：铝材质，内置冷却水路。
- C.2.1.6 电控冷却模块：铝材质，内置冷却水路。
- C.2.1.7 橡胶管：三元乙丙橡胶管，内径约20mm。
- C.2.1.8 水冷板连接管：尼龙管路或三元乙丙橡胶管。
- C.2.1.9 其他管件及接头：尼龙或不锈钢304材质。
- C.2.1.10 电加热器：缠绕在储液罐外部，功率2kw，周围应有保温及防烫层。
- C.2.1.11 温度传感器：量程不低于150℃。
- C.2.1.12 流量传感器：直径DN20涡轮流量计。
- C.2.1.13 压力传感器：量程不低于200kPa。
- C.2.1.14 控制主机：能调节并控制所需的试验温度、流量及试验时间。
- C.2.2 分析天平：精度0.1mg，最大量程不小于200g。

C.3 试剂和材料

- C.3.1 水：应符合GB/T 6682—2008中的三级水要求。
- C.3.2 金属试片：应符合表B.1要求。
- C.3.3 黄铜螺栓：公称直径4mm，栓长75mm，配相应规格螺母及垫圈。
- C.3.4 绝缘套管：聚四氟乙烯材质，外径6.5mm、壁厚1.0mm、管长55.0cm。
- C.3.5 绝缘垫圈：聚四氟乙烯材质，外径12.0mm、内径7.0mm、厚4.5mm。
- C.3.6 黄铜垫圈：外径12.0mm、内径7.0mm、厚4.5mm。
- C.3.7 钢垫圈：外径12.0mm、内径7.0mm、厚4.5mm。
- C.3.8 砂纸：粒度P320防水碳化硅砂纸。
- C.3.9 毛刷：软毛刷。

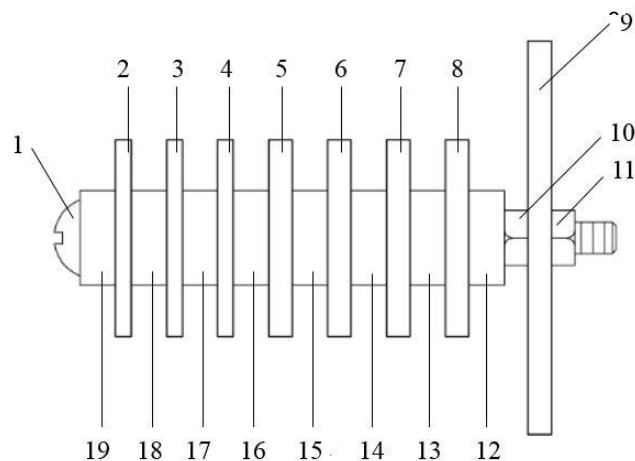
C.4 准备工作

C.4.1 循环台架准备

- C.4.1.1 储液罐：采用喷砂或其他方法，将储液罐内部铁锈及结垢除去，再用水冲刷干净，用压缩空气吹干。检查储液罐及内表面状态，若有严重腐蚀区域或泄露孔隙，则应更换新储液罐。更换罐体和顶盖之间的密封圈，并将顶盖用螺钉紧固。
- C.4.1.2 每次试验前，应更换新的散热器、水冷板及橡胶管路等部件，并将各部件重新组装好。
- C.4.1.3 试验装置清洗：用水加满整个系统，可加入适量清洗剂，开启水泵及加热器，在60℃下运转20min后停机。
- C.4.1.4 用烧杯从系统中取少量水样，若水中有明显杂质或泡沫，则重复清洗步骤，直到水变清静、无泡沫，并监测水样电导率不大于5 μS/cm，然后彻底放净系统中的水。

C.4.2 金属试片准备

- C.4.2.1 将金属试片按B.4.1步骤分别打磨、清洗及称重。
- C.4.2.2 将准备好的金属试片按下顺序（图C.3）组装成试片束，再依次装至储液罐顶盖的支架上，保持试片长边呈水平方向（图C.4），两端用螺母拧紧，最后将顶盖装回储液罐上。

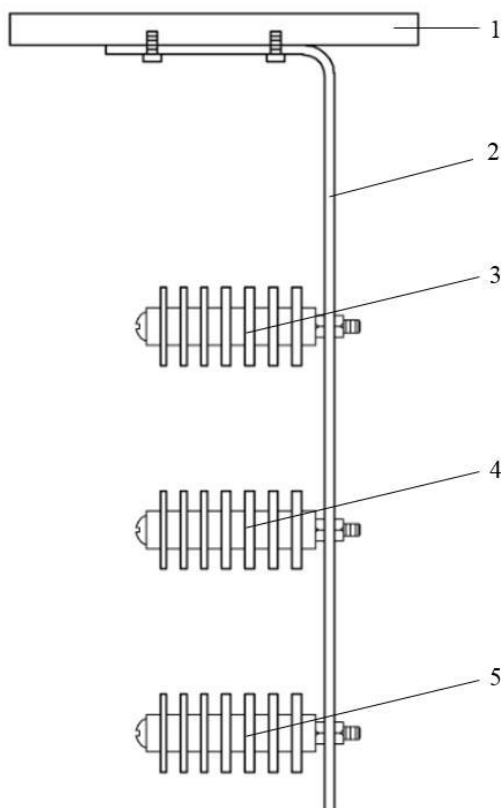


标引序号说明：

- | | |
|----------|-----------------|
| 1——黄铜螺栓； | 8——6063铝试片； |
| 2——紫铜试片； | 9——顶盖支架； |
| 3——黄铜试片； | 10、11——黄铜螺母； |
| 4——钢试片； | 12、17、19——绝缘垫圈； |

- 5——铸铝试片；
6——3003铝试片；
7——4043铝试片；
13、14、15、16——钢垫圈；
18——黄铜垫圈。

图 C.3 试片束组装



标引序号说明：

- 1——顶盖；
2——试片束支架；
3、4、5——试片束。

图 C.4 试片束与支架组装

C.4.3 样品准备

C.4.3.1 冷却液浓缩液稀释成冰点 -25°C 的溶液进行试验。

C.4.3.2 冷却液稀释液直接采用原液进行试验。

C.4.4 试验条件

C.4.4.1 冷却液流量保持在 $15\text{L}/\text{min}$ 。

C.4.4.2 试验温度：除停机期间外，试验温度保持在 $80^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

C.4.4.3 试验时间：循环台架每连续运转76h后，停机8h，共持续进行14个循环，总试验时间为1064h。

C.5 试验步骤

C.5.1 样品加注：将冷却液样品从散热器加液口注入系统。开启水泵，检查系统循环情况。室温下保持运转，观察加液口及观察管处液体流动情况，必要时补充样品，直至系统中混入的空气排除干净后停止水泵。

C.5.2 试片预浸：盖回散热器盖，金属试片浸泡在冷却液中，不开启水泵及加热情况下，静置24h。

C.5.3 系统启动：开动水泵并加热，使系统温度上升到试验温度，检查系统各部件是否有泄露等异常情况，监测系统压力变化情况。

C.5.4 试验运行：系统每连续运转76h后，停机8h。按此方式进行，每周运行152h，连续7周，直到完成1064h为止。停机期间，检查散热器液面。若液面低，则应补充原冷却液试样。

C.5.5 采样及分析：试验结束后，取出200mL冷却液试样。按相应标准测定试验后冷却液的pH值及电导率。若需要，在试验进行期间也可采样及分析。

C.5.6 试验结束：系统累计运行1064h时终止试验，放出试样。

C.5.7 试片清洗：试验结束后，立即拆解金属试片束，并按B.5.4~B.5.5步骤清洗、称量。

C.6 结果计算

试片质量变化按式（B.1）计算。

C.7 结果报告

C.7.1 试片质量变化取三组平行试验的算术平均值作为试验结果，精确到0.1mg。

C.7.2 报告试验后冷却液的pH值及电导率。

附录 D

(规范性)

电车冷却液与橡胶材料兼容性试验方法

D.1 方法概要

将橡胶片浸入在电车冷却液中，在 $80^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下，保持 $168\text{h}\pm 2\text{h}$ 后，对橡胶件的体积变化、硬度变化及拉伸性能变化等进行检验。

D.2 仪器、材料与试剂

D.2.1 试验杯：耐热玻璃制成，内径约70mm，高约90mm，容积约350mL，配铁皮盖。

D.2.2 烘箱：能控温在 $80^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

D.2.3 温度计： $-20^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ ，分度值 1°C 。

D.2.4 橡胶邵尔A型硬度计：量程 $0^{\circ}\sim 100^{\circ}$ ，分格值不大于 2° 。

D.2.5 分析天平：精度0.1mg，最大量程不小于200g。

D.2.6 拉力试验机：精度等级0.5，最大拉力不低于500N。

D.2.7 三元乙丙橡胶试片：材质应符合GB/T 14832—2008规定的三元乙丙橡胶要求，试片厚度为 $2.0\text{mm}\pm 0.2\text{mm}$ 。用于质量、体积及硬度试验的橡胶片尺寸为 $25\text{mm}\times 25\text{mm}$ 的正方形试片，用于拉伸性能试验的橡胶片为符合GB/T 528—2009规定的2型哑铃状试片。

D.2.8 硅橡胶试片：材质应符合GB/T 33402—2016规定的VMQ 50-G类别要求，试片厚度为 $2.0\text{mm}\pm 0.2\text{mm}$ 。用于质量、体积及硬度试验的橡胶片尺寸为 $25\text{mm}\times 25\text{mm}$ 的正方形试片，用于拉伸性能试验的橡胶片为符合GB/T 528规定的2型哑铃状试片。

D.2.9 无水乙醇 ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)：分析纯。

D.3 试验步骤

D.3.1 将烘箱升温并控制在 $80^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，同时选取4个试验杯清洗干净并烘干。

D.3.2 每种橡胶各选取3片正方形试片和6片哑铃状试片，做好标识，用乙醇清洗，滤纸吸干，绸布擦净并吹干。

D.3.3 正方形试片分别进行以下测量：

a) 质量测量：称重试验前的试片质量 M_1 ，再在水中称重其质量 M_2 ，称准至0.1mg；

b) 硬度测量：在试片3个不同点测取硬度值，测量点应分散并且两点之间至少相距6mm。

D.3.4 选取3片哑铃状试片，用拉力试验机分别测量断裂拉伸强度和拉断伸长率，作为试验前数据。

D.3.5 将每种橡胶的3片正方形试片及另外3片哑铃状试片，分别放入2个试验杯中，各倒入300ml电车冷却液，试片分散在试验杯中不应有重叠，盖上杯盖，放入恒温在 $80^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 烘箱中，保持168h。

D.3.6 试验结束后，取出试验杯，冷却至室温。然后取出橡胶试片，用乙醇清洗，滤纸吸干，绸布擦净并吹干。

D.3.7 正方形试片分别测量试验后的试片质量 M_3 ，再在水中称重其质量 M_4 ，称准至0.1mg，以及试验后的硬度。

D.3.8 哑铃状试片用拉力试验机分别测量试验后的断裂拉伸强度和拉断伸长率。

D.4 结果计算

D.4.1 橡胶试片体积变化率按式 (D.1) 计算:

$$\Delta V = \frac{[(M_3 - M_4) - (M_1 - M_2)]}{(M_1 - M_2)} \times 100\% \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

- ΔV ——橡胶试片体积变化率, 单位为百分比 (%);
- M_1 ——试验前橡胶试片质量, 单位为克 (g);
- M_2 ——试验前橡胶试片在水中的质量, 单位为克 (g);
- M_3 ——试验后橡胶试片质量, 单位为克 (g);
- M_4 ——试验后橡胶试片在水中的质量, 单位为克 (g)。

D.4.2 橡胶试片硬度变化值按式 (D.2) 计算:

$$\Delta H = H_{后} - H_{前} \dots\dots\dots (D.2)$$

式中:

- ΔH ——橡胶试片硬度变化值, 单位为橡胶国际硬度 (IRHD);
- $H_{前}$ ——试验前橡胶试片3个测量点硬度的平均值, 单位为橡胶国际硬度 (IRHD);
- $H_{后}$ ——试验后橡胶试片3个测量点硬度的平均值, 单位为橡胶国际硬度 (IRHD)。

D.4.3 橡胶试片断裂拉伸强度变化率按式 (D.3) 计算:

$$\Delta TS_b = \frac{TS_{b后} - TS_{b前}}{TS_{b前}} \times 100\% \dots\dots\dots (D.3)$$

式中:

- ΔTS_b ——橡胶试片断裂拉伸强度变化率, 单位为百分比 (%);
- $TS_{b前}$ ——试验前3片橡胶试片断裂拉伸强度的平均值, 单位为兆帕 (MPa);
- $TS_{b后}$ ——试验后另3片橡胶试片断裂拉伸强度的平均值, 单位为兆帕 (MPa)。

D.4.4 橡胶试片拉断伸长率变化率按式 (D.4) 计算:

$$\Delta E_b = \frac{E_{b后} - E_{b前}}{E_{b前}} \times 100\% \dots\dots\dots (D.4)$$

式中:

- ΔE_b ——橡胶试片拉断伸长率变化率, 单位为百分比 (%);
- $E_{b前}$ ——试验前3片橡胶试片拉断伸长率的平均值, 单位为百分比 (%);
- $E_{b后}$ ——试验后另3片橡胶试片拉断伸长率的平均值, 单位为百分比 (%)。

D.5 结果报告

- D.5.1 报告橡胶试片体积变化率的算术平均值作为试验结果, 精确到0.1%。
- D.5.2 报告橡胶试片硬度变化值的算术平均值作为试验结果, 精确到整数。
- D.5.3 报告橡胶试片断裂拉伸强度变化率, 精确到0.1%。
- D.5.4 报告橡胶试片拉断伸长率变化率, 精确到0.1%。