

DB37

山 东 省 地 方 标 准

DB37/T 4100—2020

质子交换膜燃料电池冷却液技术要求

Technical requirements for proton exchange membrane fuel cell engine coolant

2020 - 08 - 31 发布

2020 - 10 - 01 实施

山东省市场监督管理局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 定义和术语 1

4 分类、使用要求和测试方法 2

5 检验要求 5

6 产品保质期 6

7 标志、包装、运输和贮存 6

8 回收 6

附录 A（规范性附录） 颗粒尺寸检测法..... 8

附录 B（规范性附录） 热稳定性检验法..... 10

附录 C（规范性附录） 对金属材料的影响测试检验法..... 11

附录 D（规范性附录） 台架模拟使用腐蚀检验法..... 14

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由山东省工业和信息化厅提出、归口并组织实施。

本标准起草单位：潍柴动力股份有限公司、中国重型汽车集团有限公司、中通客车控股股份有限公司、潍柴（潍坊）新能源科技有限公司、山东国创燃料电池技术创新中心有限公司、巴斯夫（中国）有限公司。

本标准主要起草人：张超、潘凤文、范志先、赵金龙、张传龙、李可敬、台述鹏、银铭强、刘信奎、李会收、马学龙、王玉杰、郭利伟。

本标准为首次发布。

质子交换膜燃料电池冷却液技术要求

1 范围

本标准规定了质子交换膜燃料电池冷却液(以下简称冷却液)的术语和定义、产品分类、使用要求和测试方法、检验规则、标志和包装、运输和贮存、回收等。

本标准适用于质子交换膜燃料电池用二元醇型和其他类型冷却液。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 265 石油产品运动粘度测定法和动力粘度计算法
- GB/T 1220 不锈钢棒
- GB/T 3190—2016 变形铝及铝合金化学成分
- GB/T 5231—2012 加工铜及铜合金化学牌号和化学成分
- GB/T 6682—2008 分析实验室用水规格和试验方法
- GB/T 11446.4 电子级水电阻率的测试方法
- GB/T 14571.2 工业用乙二醇试验方法 第2部分:纯度和杂质的测定 气相色谱法
- GB/T 20042.1 质子交换膜燃料电池 第1部分:术语
- GB/T 22232 化学物质的热稳定性测定 差示扫描量热法
- GB/T 23436—2009 汽车风窗玻璃清洗液
- GB/T 24548 燃料电池电动汽车 术语
- GB 29518—2013 柴油发动机氮氧化物还原剂 尿素水溶液(AUS 32)
- GB 29743—2013 机动车发动机冷却液
- HJ 84—2016 水质 无机阴离子(F^- 、 Cl^- 、 NO_2^- 、 Br^- 、 NO_3^- 、 PO_4^{3-} 、 SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-})的测定 离子色谱法
- NB/SH/T 0828 发动机冷却液中硅与其他元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法
- 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 发动机冷却液、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 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 0164 石油产品包装、贮运及交货验收规则
- SH/T 0621 发动机冷却液氯含量测定法

3 定义和术语

GB/T 20042.1、GB/T 24548、GB 29743—2013界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

质子交换膜燃料电池冷却液 proton exchange membrane fuel cell coolant

以防冻剂、非离子型缓蚀剂等原料复配而成的，用于质子交换膜燃料电池冷却系统中，也可使用于具有低电导率要求的其他装置的冷却系统，具有防腐、防冻、冷却及长期低电导率等作用的功能性液体。

3.2

乙二醇型质子交换膜燃料电池冷却液 ethylene glycol based proton exchange membrane fuel cell coolant

以乙二醇作为防冻剂的质子交换膜燃料电池冷却液。

3.3

丙二醇型质子交换膜燃料电池冷却液 propylene glycol based proton exchange membrane fuel cell coolant

以丙二醇作为防冻剂的质子交换膜燃料电池冷却液。

3.4

其他类型质子交换膜燃料电池冷却液 other bases proton exchange membrane fuel cell coolant

以除乙二醇、丙二醇之外的原料作为防冻剂，具有特定冰点数值的质子交换膜燃料电池冷却液，或冰点在-35℃以上质子交换膜燃料电池的冷却液，直接用于质子交换膜燃料电池冷却系统。

3.5

质子交换膜燃料电池冷却液浓缩液 proton exchange membrane fuel cell coolant concentrate
水分含量不大于5%的质子交换膜燃料电池冷却液。

3.6

质子交换膜燃料电池冷却液稀释液 proton exchange membrane fuel cell coolant diluent
直接用于质子交换膜燃料电池冷却系统，具有冰点数值的质子交换膜燃料电池冷却液。

4 分类、使用要求和测试方法

4.1 分类

质子交换膜燃料电池冷却液按主要原材料可分为乙二醇型、丙二醇型和其他类型三类。

4.2 用水要求

生产用水或对浓缩液进行稀释时，应使用电导率 $\leq 1.0 \mu\text{S}/\text{cm}$ 的去离子水进行稀释，试验方法按照GB/T 6682—2008中的第6章规定进行。

4.3 通用要求

冷却液的通用要求及试验方法见表1。

表1 冷却液通用要求

项目	要求	测试方法
外观 ^a	无沉淀及悬浮物、清亮透明液体	目测
颜色	报告值	目测
气味	无刺激性异味	嗅觉
^a 浓缩液允许有少量的沉淀，稀释后应清亮透明。报告值：要求由供需双方协商决定		

4.4 理化性能要求

4.4.1 乙二醇型与丙二醇型冷却液理化性能要求

乙二醇型与丙二醇型冷却液的理化性能要求见表2。

表2 质子交换膜燃料电池冷却液理化性能要求

序号	项目	要求				测试方法
		乙二醇型冷却液		丙二醇型冷却液		
		浓缩液	稀释液 (-35℃)	浓缩液	稀释液 (-35℃)	
1	其他二元醇含量 (质量分数)/%	≤15	-	≤1	-	GB/T 14571.2
2	电导率(25℃)/μS/cm	<5				GB/T 11446.4
3	密度(20℃)/(g/cm³)	1.108~1.144	≥1.060	1.028~1.063	≥1.024	SH/T 0068
4	冰点/℃	-	≤-35.0	-	≤-35.0	SH/T 0090
5	沸点/℃	≥163	≥107.5	≥152	≥104.0	SH/T 0089
6	pH值	-	5~8	-	5~8	SH/T 0069
7	颗粒尺寸/μm	≤100				附录A
8	灰分(质量分数)/%	≤1.0				SH/T 0067
9	氯离子含量/(mg/kg)	≤5				SH/T 0621
10	铁离子含量/(mg/kg)	≤5				NB/SH/T 0828
11	硫酸根离子含量/(mg/kg)	≤5				HJ/T 84
12	热稳定性/(μS/cm)	报告值				附录B
13	比热容/(kJ/kg℃)	报告值				GB/T 22232
14	动力粘度/(mPa·s)	报告值				GB/T 265
15	对有机涂料的影响	无影响				SH/T 0084
报告值：要求由供需双方协商决定						

4.4.2 其他类型冷却液理化要求

其他类型冷却液的理化要求见表3。

表3 其他类型冷却液理化性能要求

项目	要求	测试方法
电导率（25℃）/μS/cm	<5	GB/T 11446.4
冰点/℃	≤-35	SH/T 0090
沸点/℃	≥102.0	SH/T 0089
pH 值	5~8	SH/T 0069
颗粒尺寸/μm	≤100	附录 A
灰分(质量分数)/%	≤1.0	SH/T 0067
氯含量/(mg/kg)	≤5	SH/T 0621
铁含量/(mg/kg)	≤5	NB/SH/T 0828
硫酸根离子含量/(mg/kg)	≤5	HJ/T 84
热稳定性/(μS/cm)	报告值	附录 B
比热容/(kJ/kg℃)	报告值	GB/T 22232
动力粘度/(mPa·s)	报告值	GB/T 265
对汽车有机涂料的影响	无影响	SH/T 0084
报告值：要求由供需双方协商决定		

4.5 使用性能要求

冷却液使用性能要求见表4。

表4 冷却液使用性能要求

项目			要求	测试方法	
对金属材料的影响/ (90℃±2℃, 336h±2h)	外观试片变化值/ (mg/片)	铝片 3003	±8	附录 C	
		钢 304	±8		
		铜	±8		
		黄铜	±8		
非金属材料的影响/ (90℃±2℃, 336h±2h)	试片质量变化/%	硅橡胶	±5	GB/T 23436—2009 中附录 E	
		氟橡胶	±5		
	硬度变化/IRHD	硅橡胶	±5		GB/T 23436—2009 中附录 F
		氟橡胶	±5		
	试片质量变化/ (mg/cm³)	聚四氟乙烯树脂	±3		
		聚苯硫醚	±3		
		高密度聚乙烯	±3		
		聚丙烯树脂	±3		
台架模拟使用腐蚀 /(90℃±2℃, 1 064h±2h)	电导率		报告值	附录 D	
	pH 值				
	冰点				

表 4 冷却液使用性能要求（续）

项目			要求	测试方法
台架模拟使用腐蚀 /(90 ℃±2 ℃, 1 064 h±2 h)	阳离子	铝离子、钾离子、铁离子、镁离子、钠离子、铜离子等	报告值	附录 D
	阴离子	甲酸根离子、乙酸根离子、氯离子、氟离子、硫酸根离子等		
	双极板表面微观变化	石墨板		
		金属板		
泡沫倾向	泡沫体积/mL		≤100	SH/T 0066
	泡沫消失时间/s		≤5. 0	
报告值：要求由供需双方协商决定				

5 检验要求

5.1 批的组成

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批次。

5.2 鉴定检验

在下列情况下进行鉴定检验：

- a) 新产品投产或产品定型鉴定时；
- b) 转厂生产时；
- c) 原材料、工艺和设备等发生变化，可能影响产品质量时；
- d) 质量一致性检验结果与上次鉴定检验结果有较大差异时。

检验项目按表5，鉴定检验项目为第4章技术指标要求中的所有检验项目。

表5 检验项目

序号	项目	鉴定检验	质量一致性检验	
			逐批检验	周期性检验
1	其他二元醇含量 (质量分数)/%	●	—	—
2	外观	●	●	●
3	颜色	●	●	●
4	气味	●	●	●
5	密度	●	●	●
6	电导率	●	●	●
7	冰点	●	●	●
8	沸点	●	●	●
9	pH 值	●	●	●
10	颗粒尺寸	●	—	●
11	灰分（质量分数）	●	—	●

表 5 检验项目（续）

序号	项目	鉴定检验	质量一致性检验	
			逐批检验	周期性检验
12	氯离子含量	●	—	●
13	铁离子含量	●	—	●
14	硫酸根离子含量	●	—	●
15	热稳定性	●	—	●
16	比热容	●	—	●
17	动力粘度	●	—	●
18	对有机涂料的影响	●	—	●
19	对金属材料的影响	●	—	●
20	对非金属材料的影响	●	—	●
21	台架模拟使用腐蚀	●	—	●
22	泡沫倾向	●	●	●
注：●必检项目，—不检项目。				

5.3 质量一致性检验

5.3.1 逐批检验

逐批检验是指每个批次质量稳定性检验，逐批检验项目按照表5执行。
逐批检验项目包括：颜色、气味、密度、电导率、冰点、沸点、pH值、泡沫倾向等。

5.3.2 周期检验

周期检验不少于一年一次；鉴定检验2年一次，周期检验和鉴定检验按表5执行。

5.4 取样

取样按SH/T 0065进行，取1 L（根据实际试验项目，酌情增加取样量）作为检验和留样使用，样品保存周期2年以上。

5.5 判定规则

质量一致性检验和鉴定检验结果符合表2、表3、表4使用要求，则判定该产品合格，否则判定该产品不合格。

6 产品保质期

本产品在原包装未开封，常温避光状态下保质期2年。

7 标志、包装、运输和贮存

本产品采用塑料桶包装，运输、贮存按SH 0164进行。

8 回收

按环保规定由专业机构和专业人员进行回收和无害化处理。

附 录 A
(规范性附录)
颗粒尺寸检测法

A.1 范围

本附录规定了用扫描电子显微镜测量燃料电池冷却液颗粒尺寸的方法。

A.2 方法概要

将处理后的样品放入电镜样品仓,通过电子扫描显微镜观察样品形貌并使用图像处理软件标注测量尺寸。

A.3 仪器与设备

A.3.1 电子扫描显微镜。

A.3.2 分析天平:感量0.01 mg。

A.3.3 真空过滤装置:适用47 mm~50 mm直径的滤膜(孔径0.8 μm ,混合纤维树脂膜)。

A.3.4 烘箱:能恒温在105 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 范围内。

A.3.5 干燥器:带有干燥剂的干燥器。

A.3.6 实验室常用玻璃仪器。

A.4 试剂

水:符合GB/T 6682规定二级水标准或更高等级的要求。

A.5 分析步骤

A.5.1 样品的准备

按照GB/T 29518—2013中附录E不溶物的测试方法处理样品,去烘干恒重后的滤膜作为本电子扫描测试的样品。

A.5.2 检验仪器的工作状态

定期使用电镜标准样品检验仪器的工作状态。

A.5.3 测定

使用双面导电胶将样品固定在样品盘中,开启扫描电镜样品仓,将样品盘放入样品仓中。关闭样品仓,打开真空按钮,自动进行抽真空处理。完成后,开启高压选择20 KV,观察电子图像。调整选择放大倍率,并调整聚焦旋钮,使图像清晰。通过手动旋钮调整图像位置,观察选择较大的颗粒。保存图像,打开图像标注功能,进行图像尺寸标注。每个样品至少做三次测定。

A.6 结果计算与表示

以三次独立测定结果的最大值作为测定结果。结果保留到小数点后一位，以“ μm ”表示。

附 录 B
（规范性附录）
热稳定性检验法

B.1 范围、方法概要

本附录规定了质子交换膜燃料电池冷却液热稳定性检验方法。

根据燃料电池车辆实际运营状态，样品通过在不同温度下测试电导率，以此来判断燃料电池冷却液热稳定性性能。

B.2 仪器、材料与试剂

B.2.1 电导率测试仪：测量范围（0.0~100） $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，精度0.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

B.2.2 恒温箱：具有干燥以及恒温作用的箱体。

B.2.3 烧杯：500 mL，材质：聚丙烯或聚四氟乙烯。

B.2.4 温度计：0 $^{\circ}\text{C}$ ~100 $^{\circ}\text{C}$ ，分度值为1 $^{\circ}\text{C}$ 。

B.2.5 水：符合GB/T 6682规定二级水标准或更高等级的要求。

B.3 试验步骤

B.3.1 将烧杯洗净后干燥备用。

B.3.2 参考GB/T 11446.4方法，对待测液体进行电导率（20 $^{\circ}\text{C}$ ）测试，并记录待测液体电导率，每次测量后，同时用超纯水充分清洗电导的电极测量头，用滤纸擦洗干净，同样方法反复3次。

B.3.3 记录三次电导率测试结果，取3次测量结果平均值作为测试初值。

B.3.4 取待测液体200 mL于烧杯中，放入-20 $^{\circ}\text{C}$ 、0 $^{\circ}\text{C}$ 、20 $^{\circ}\text{C}$ 、40 $^{\circ}\text{C}$ 、60 $^{\circ}\text{C}$ 、80 $^{\circ}\text{C}$ 、100 $^{\circ}\text{C}$ 的恒温箱，72小时后取出，放置至温度为20 $^{\circ}\text{C}$ 。

B.3.5 测量待测液体的电导率，并记录。

B.3.6 对同一试样进行重复测定3次，并记录数据，取3次测量结果的平均值作为最终测试值。

B.4 报告

报告试样电导率测量结果的初始均值与各温度下测定最终均值，作为判断燃料电池冷却液热稳定性。

附 录 C
(规范性附录)
对金属材料的影响测试检验法

C.1 范围

本附录规定了燃料电池冷却液的金属腐蚀方法。

C.2 方法概要

将燃料电池冷却液系统使用的四种典型金属加工成试片，按要求组装成2组试片束，然后分别完全浸没在500 mL~600 mL的试样中，在90 °C下试验336 h±2 h。试验结束后取出试片，经清浄处理后再次称重，以校正后的试片试验前后质量变化值评价腐蚀。

C.3 仪器与设备

C.3.1 烧杯：高型，无嘴，1 000 mL，用耐热玻璃制成。

C.3.2 分析天平：感量0.1 mg。

C.3.3 温度计：0 °C~100 °C，分度值为1 °C。

C.3.4 回流冷凝管：水冷型，套管长度不小于400 mm。

C.3.5 烘箱：能恒温在105 °C±2 °C范围内。

C.3.6 干燥器：带有干燥剂的干燥器。

C.3.7 加热器：恒温浴。

C.3.8 量筒：1 000 mL。

C.4 试剂

C.4.1 盐酸：36 %~38 % (m/m)。

C.4.2 无水乙醇：化学纯。

C.4.3 三氧化铬：化学纯。

C.4.4 硝酸：分析纯。

C.4.5 磷酸：85 % (m/m)。

C.5 材料

C.5.1 试片。铝合金试片：满足GB/T 3190—2008的材质要求。钢试片：满足GB/T 1220中材质要求。黄铜试片：满足GB/T 5231—2012中H70要求。铜试片：满足GB/T 5231—2012中T2铜的要求。所有试片尺寸为50.0 mm×25.0 mm×2.0 mm，中心有一直径为7.0 mm的通孔。

C.5.2 黄铜丝刷。

C.5.3 软毛刷。

C.5.4 纱布：150号。

- C. 5.5 砂纸：精度为180、240号。
- C. 5.6 金相砂纸：磨料粒度为W20（尺寸范围：20 μm~14 μm）。
- C. 5.7 黄铜刮刀。
- C. 5.8 镊子。
- C. 5.9 水：符合GB/T 6682规定二级水标准或更高等级的要求。

C. 6 准备工作

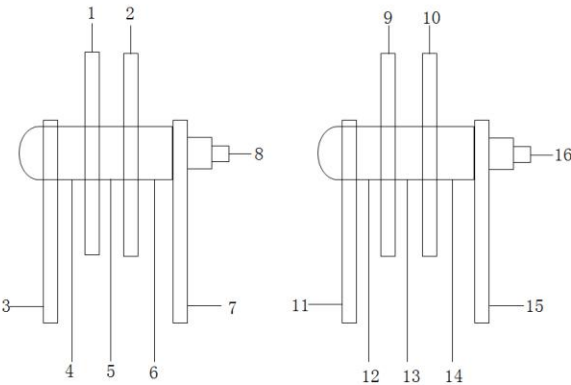
C. 6.1 试片的准备

C. 6.1.1 试片的打磨

- C. 6.1.1.1 试片的棱角、四个边及通孔用粒度为150号砂布打磨。
- C. 6.1.1.2 试片的六个面先用180号砂纸打磨，打磨时试片的纹路要与试片的长边平行，打磨至试片的表面不得有凹坑、划痕和锈迹，然后用240号砂纸打磨，最后用金相砂纸打磨。
- C. 6.1.1.3 试片打磨后不得再用手接触。
- C. 6.1.1.4 磨好的试片要尽快地用无水乙醇清洗，干燥后称称量精度至0.1 mg。
注：如果试片不立即使用，则要把干燥后的试片放在干燥器中贮存。

C. 6.1.2 试片束的组装

一共两组试片束需要组装。在黄铜螺钉上先套上一根聚四氟乙烯绝缘套管，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。第一组试片束：黄铜支架、绝缘垫圈、铜试片、绝缘垫圈、铝合金试片、绝缘垫圈、黄铜支架；第二组试片束：黄铜支架、绝缘垫圈、黄铜试片、绝缘垫圈、钢试片、绝缘垫圈、黄铜支架、用黄铜螺帽拧紧，以保证试片束的每一部分有良好的电接触（见图C. 1）。



- 说明：
- 1——铜试片；
 - 2——铝合金试片；
 - 3、7、11、15——黄铜支架；
 - 4、5、6、12、13、14——绝缘垫圈；
 - 8、16——黄铜；
 - 9——黄铜试片；
 - 10——钢试片。

图C. 1 试片束的组装

C.6.2 取样

冷却液样品取样按照5.4中规定进行。

C.6.3 试样的准备

将质子交换膜燃料电池冷却液浓缩液用去离子水稀释至体积比为1:1的试样。

C.7 试验步骤

C.7.1 彻底清洗试验所用的烧杯、温度计、回流冷凝管等配件，并用超纯水浸泡，直至浸泡后的水测得电导率 $\leq 0.5 \mu\text{S}/\text{cm}$ ，再将其晾干。

C.7.2 将干燥好的四种金属试片分别放入四个干燥的实验容器中，并向其中注入500 mL~600 mL试样（液面没过试片束即可），组装好回流冷凝管等配件，避免实验液体与空气直接接触。每种试片需要做至少3组平行实验。将装好的烧杯放到加热器上，连接水路和电路，确保试验温度、液面高度等符合实验条件的要求。

C.7.3 每个样品至少做三次测定（每次测定数据均符合试验条件要求）

C.7.4 试验结束时，要立即用软毛纱和水轻轻地刷洗，以除去附着的疏松腐蚀物。当试片上有粘附力更强的腐蚀物和膜时，则应分别再进行如下的清净处理：

——铜和黄铜试片：在通风橱中将试片浸泡在1:1（体积比）的盐酸溶液中15 s，以除去表面膜，然后立即用自来水冲洗，用软毛刷刷洗；

——铝合金试片：在通风橱中将试片浸泡在80℃三氧化铬和磷酸混合溶液中5 min，然后立即用自来水冲洗，用软毛刷轻轻地刷洗以去除腐蚀物和膜。如果仍然有膜存在，则再在硝酸中浸泡1 min，然后用自来水冲洗，用软毛刷刷洗；

——钢试片：用黄铜刮刀和黄铜丝刷去除粘附沉积物，然后用湿毛刷刷洗；

各种试片安装上述步骤分别清净处理后还要进行漂洗，先用自来水然后用无水乙醇，经干燥后称量精度至0.1 mg。

C.7.5 试片清净处理的平均质量损失值的确定。每种金属取三个经过打磨、用无水乙醇漂洗和干燥过的未经试验的试片称量精度至0.1 mg，按上述步骤分别进行清净处理，经干燥后再称量精度至0.1 mg。取其三个试片清净处理前后的平均差值作为该金属试片清净处理的平均质量损失值。

C.8 报告

C.8.1 每个样品三个试验，按每个金属试片校正后的质量变化值（试验前的质量减试验后的质量减清净处理的平均质量损失值）取至1 mg。

C.8.2 每个样品做三个试验，同种金属试片校正后的质量变化算出平均值取至1 mg。

注：带加号的质量变化值表示质量增加，无符号的质量变化值表示质量损失。

附 录 D
(规范性附录)
台架模拟使用腐蚀检验法

D.1 试验方法概要

根据整车厂需求搭建试验台架,模拟燃料电池冷却液实际使用状态。燃料电池冷却液在氢燃料电池内部封闭系统中,在其 $90\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和一定流量条件循环 $1\ 064\text{ h}\pm 2\text{ h}$,定期监测冷却液中的物化属性变化及离子成分,从而判断燃料电池冷却液使用性能。

D.2 仪器与设备

- D.2.1 电导率仪:量程范围 $(0.0\sim 100)\text{ }\mu\text{S/cm}$,精度 $0.1\text{ }\mu\text{S/cm}$ 。
- D.2.2 pH计:量程范围 $0\sim 14$,精度 0.1 。
- D.2.3 冰点仪:量程范围 $(-100\sim 0)\text{ }^{\circ}\text{C}$,精度 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- D.2.4 IC:离子色谱分析仪。
- D.2.5 ICP:电感耦合等离子体光谱仪。
- D.2.6 水:符合GB/T 6682规定二级水标准或更高等级的要求。

D.3 试验材质要求

- D.3.1 双极板:试验厂家提供。
- D.3.2 管路材质:硅胶管(食品级)和316 L不锈钢管。
- D.3.3 水箱材质:聚丙烯或316 L不锈钢。
- D.3.4 水泵材质:不锈钢316 L或PPS。
- D.3.5 散热器:铝制散热器。
- D.3.6 传感器:304 L。

D.4 试验条件

- D.4.1 系统温度: $90\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- D.4.2 管路流量: $(5\sim 10)\text{ L/min}$ 。
- D.4.3 系统运行使用: $1\ 064\text{ h}\pm 2\text{ h}$ 。

D.5 取样

冷却液样品取样按照5中规定进行。

D.6 试样的准备

将质子交换膜燃料电池冷却液浓缩液用去离子水稀释至体积比为1:1的试样。

D.7 试验前准备工作

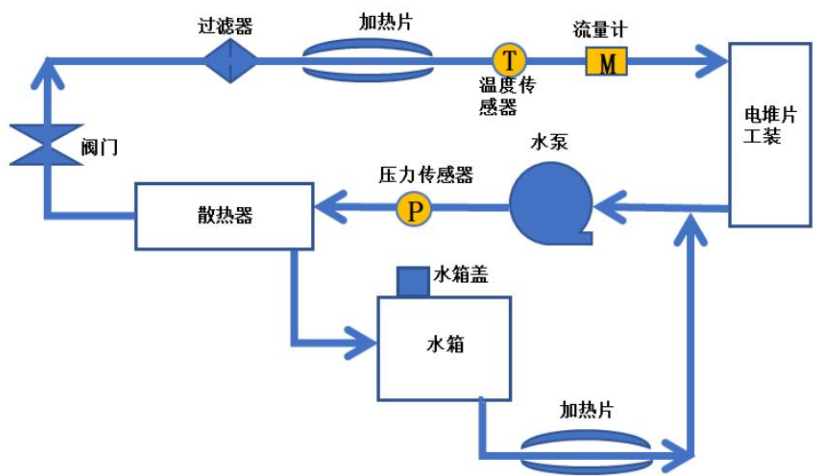
D.7.1 对硅胶管、不锈钢管、水箱、散热器、水泵、双极板等各个与冷却液接触的位置进行去离子水清洗，去离子浸泡确保无油污、杂质存在。

注：可以使用高温去离子水进行清洗。

D.7.2 对准备好的试样进行电导率、pH值、冰点测试并记录，并取样进行离子成分分析。

D.8 实验步骤

D.8.1 搭建模拟台架，见图D.1所示，使管路、水箱、散热器、水泵、工装连接完整，电路和水路连接正确，确保系统无渗漏，试验温度、管路流量等满足要求。



图D.1 使用模拟检验模拟台架

D.8.2 加注燃料电池冷却液前，使用去离子水进行系统循环，实验10小时后测试系统电导率是否 $<1\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 以下，否则进行重复循环清洗，直至测试系统电导率小于 $1\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 以下再进行下一步实验。

D.8.3 上述满足后，加注准备好的试样，使冷却液在膨胀水箱液位的最大刻度处，并使用30 kPa压力盖进行密封。另外确保温度、流量满足试验条件。

D.8.4 台架模拟使用试验正式开始并记录时间，每天固定时间点（如上午9点）进行冷却液的电导率测试，每周进行电导率、冰点和pH值参数测试并做好记录，测试持续到实验结束。

D.8.5 532小时后，取100 mL样品进行离子成分含量分析（主要指标见表4中阴阳离子），并出具第三方检测报告；实验结束时，再取100 mL样品进行离子成分含量分析，出具报告。

D.9 报告

三者报告共同做为整车厂对冷却液使用性能的判断依据：

- 报告台架模拟系统中冷却液 pH 值、冰点、电导率随时间变化曲线图；
- 报告冷却液离子析出成分及含量第三方报告；
- 报告双极板表面微观变化，并出具第三方检测报告。