



中华人民共和国汽车行业标准

QC/T XXXXX—XXXX

电动汽车动力蓄电池热管理系统 第2部分： 液冷系统

Thermal management system for electric vehicle traction battery Part 2 : Cooling system

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

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QC/T XXXXX《电动汽车动力蓄电池热管理系统》的第2部分。QC/T XXXXX分为以下X部分：

- 第1部分：通用要求；
- 第2部分：液冷系统；
- 第3部分：风冷系统；
- 第4部分：加热器；
- 第5部分：直冷直热系统。

本文件由全国汽车标准化技术委员会（SAC/TC114）提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

电动汽车动力蓄电池热管理系统 第2部分：液冷系统

1 范围

本文件规定了电动汽车动力蓄电池（以下简称“电池”）液冷系统的技术要求及试验方法。
本文件适用于电动汽车动力蓄电池液冷系统及其零部件。
本文件不适用于电动汽车动力蓄电池直冷系统。

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 2408—2008 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法

GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB 38031—2020 电动汽车用动力蓄电池安全要求

QC/T 468—2010 汽车散热器

3 术语和定义

QC/T XXXX.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

液冷系统 **cooling system**

采用冷却液（比如乙二醇的水溶液）作为换热介质对电池系统进行冷却的系统，一般由液冷板、液冷管、接头、进出口总成等零部件组成，如图1所示。

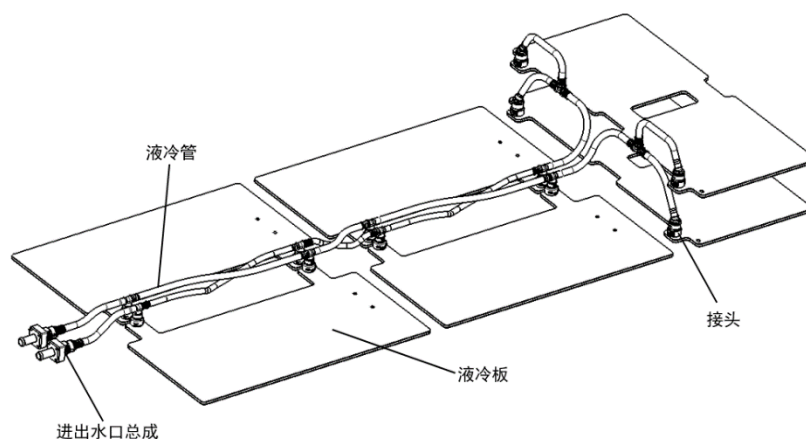


图1 液冷系统示意图

3.2

液冷板 **cooling plate**

利用换热介质对电池进行冷却或加热的结构件。

3.3

液冷管 **cooling pipeline**

引导换热介质流向液冷板的管路。

3.4

接头 **jointer**

连接液冷板与液冷管的部件。

3.5

流阻 flow resistance

冷却液流过液冷系统受到的阻力损失。

4 要求

4.1 一般要求

4.1.1 外观

液冷系统各零部件外观应整洁、无损伤，标识应清晰。

4.1.2 尺寸、重量

液冷系统各零部件的尺寸、重量应满足技术图纸要求。

4.2 流阻

按照5.4进行流阻试验后，液冷系统的流阻应满足制造商的技术要求。

4.3 安全性能

4.3.1 密封性

按照5.5进行密封性试验后，应满足以下要求之一：

- a) 湿检：应无肉眼可见的气泡；
- b) 干检：泄漏量应不大于 2.5 mL/min；

4.3.2 阻燃

按照5.6进行阻燃试验后，液冷系统的非金属件应满足水平燃烧HB级。

4.4 技术要求

4.4.1 耐压压力

按照5.7进行耐压试验中，液冷系统应无泄漏、形变量在变形方向上不超过原尺寸5%。

4.4.2 振动

按照5.8进行振动试验后，液冷系统应满足4.3.1的要求。

4.4.3 焊接强度

按照5.9进行焊接强度试验后，铝接头焊接处无破损、裂纹。

4.4.4 爆破压力

按照5.10进行爆破压力试验中，液冷板、液冷管应无破损、松脱。

4.4.5 高低温循环

按照5.11进行高低温循环试验后，液冷系统应满足4.3.1的要求。

4.4.6 内部腐蚀

按照5.12进行内部腐蚀试验后，液冷系统应满足4.3.1的要求。

4.4.7 压力交变

按照5.14进行压力交变试验后，液冷系统应满足4.3.1的要求。

4.4.8 盐雾

按照5.14进行盐雾试验后，液冷系统应满足4.3.1的要求。

4.4.9 多次插拔

按照5.15进行插拔试验后，液冷系统应满足4.3.1的要求。

4.4.10 接头安装力

按照5.16进行安装力试验后，接头安装力应满足表1要求。

表1 安装力要求

序号	接头内径 mm	安装力 N
1	6	≤60
2	8~12	≤70
3	14	≤90

4.4.11 接头拔脱力

按照5.17进行安装力试验后，接头安装力应满足表2要求。

表2 拔脱力要求

序号	接头内径 mm	拔脱力 N
1	6	≥300
2	8~12	≥400
3	14	≥450

4.4.12 负压

按照5.18进行负压试验后，液冷管无缩颈、扭曲，液冷板无凹陷、裂纹、脱焊，且测试后液冷系统满足4.3.1要求。

5 试验方法

5.1 试验条件

除另有规定，测试在温度为室温（RT）25℃±2℃，相对湿度为10%~90%，大气压力为86 kPa~106 kPa的环境下进行。本文所有压力值均为相对压力。

5.2 试验仪器准确度

测量仪器准确度应不低于以下要求：

- a) 温度测量装置：±1℃；
- b) 时间测量装置：±1%FS（1 min 以上），±5%FS（1 min 以下）；
- c) 流量测量装置：±0.2 L/min；
- d) 压力测量装置：±0.1%FS；
- e) 质量测量装置：±0.1 g。

5.3 测试介质

按照制造厂商规定的冷却液进行试验。

5.4 流阻

5.4.1 试验对象：液冷系统。

5.4.2 试验内容:

- a) 按照图 2 连接水冷机与电池液冷系统;
- b) 按照测试要求设置水冷机出液口温度: -20 ℃、-10 ℃、0 ℃、15 ℃、25 ℃; 流量: 8 L/min、10 L/min、12 L/min、14 L/min、16 L/min; 或者制造厂商要求的其他温度及流量;
- c) 待温度(变化不超过 1 ℃/min)、流速(变化不超过 0.1 L/min)稳定, 记录不同温度、流量状态下的流阻;
- d) 计算液冷系统的流阻时需要剔除水冷机与液冷系统连接管路流阻的影响, 推荐压差表安装在电池液冷系统进出口距离小于 15cm 的位置。

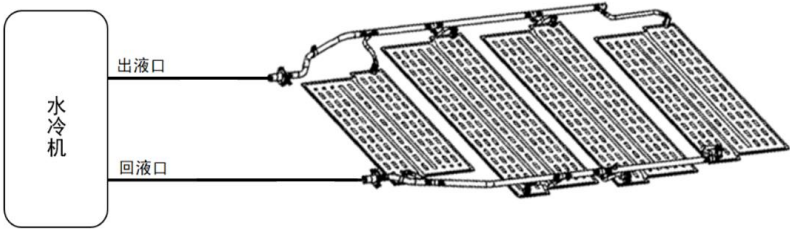


图2 流阻测试示意图

5.5 密封性

5.5.1 试验对象: 液冷系统。

5.5.2 试验对象选择以下三种方式中的一种进行试验:

- a) 湿检: 在湿式密封性能检测台上, 向浸没在水中的液冷系统通以 205 kPa 压缩空气, 测试时间为 60 s, 观察水中气泡。
- b) 干检: 在干式密封性能检测台上, 向液冷系统内部通以 205 kPa 压缩空气, 充气 120s, 保压 120 s, 测试时间为 60 s。按照公式 (1) 计算泄漏量 L:

$$L = \frac{\Delta P \times V}{\Delta T \times P_1} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- L ——泄漏量, mL/min;
- ΔP ——压力差, Pa;
- V ——液冷系统内部等效容积, mL, 等效容积推荐用模型抽容积法与实测灌液法;
- ΔT ——测试时间, min;
- P_1 ——标准大气压, Pa。

5.6 阻燃

5.6.1 试验对象: 液冷系统。

5.6.2 试验内容: 液冷系统的非金属件按 GB/T 2408 规定进行水平燃烧试验。

5.7 耐压压力

5.7.1 试验对象: 液冷系统。

5.7.2 试验内容:

- a) 向液冷系统内部持续通入气压大于等于 0.35 MPa, 浸入水中静置观察 1 h;
- b) 查看期间是否有气泡冒出, 最后将液冷系统取出水面, 检查外观。

5.8 振动

5.8.1 试验对象：液冷系统。

5.8.2 试验内容：

- 将灌注冷却液的液冷电池包按照实际装配状态（可以使用模拟电芯或模拟模组）固定在振动试验台上；
- 按照 GB/T 38031—2020 中 8.2.1 振动试验方法进行测试。

5.9 焊接强度

5.9.1 试验对象：液冷板。

5.9.2 试验内容：

- 将液冷板按照实际装配方式固定在测试台上，用工装夹具代替电池压住液冷板主体，在液冷板接头上钻孔，拉拔力测试钩垂直钩在接头孔上，拉力机缓慢拉至 500 N；
- 检查接头与液冷板焊接处外观。

5.10 爆破压力

5.10.1 试验对象：液冷系统。

5.10.2 试验内容：

- 在室温条件下，对液冷系统以 50 kPa/s 的速度先加压至 205 kPa，保压 1 min（保压过程中液冷系统无泄露或破坏），再以 50 kPa/s 持续进行加压至 0.8MPa 并持续 1 min；
- 检查液冷系统外观。

5.11 高低温循环

5.11.1 试验对象：液冷系统。

5.11.2 试验内容：

- 试验前将向液冷系统内通入换热介质；
- 向液冷系统施加 150 kPa±20 kPa 的压力-20℃—50℃—-20℃温度交变循环的换热介质，温度交变频率按照 QC/T 468—2010 中 5.6 的规定（图 3），混合液流量为客户整车输入流量；
- 循环频率 3~15 次每小时，循环次数 2000 次，温度控制精度±3℃。

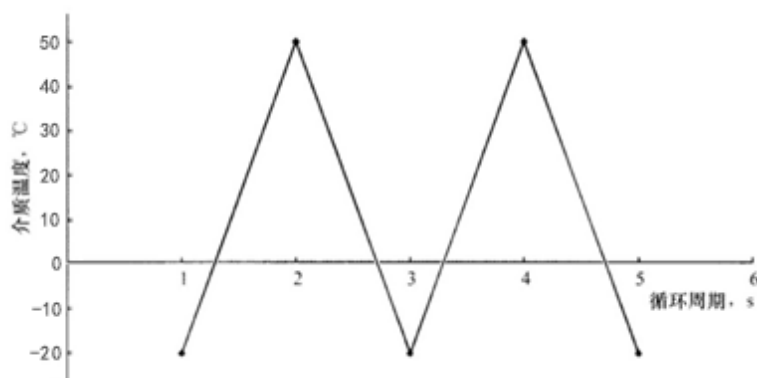


图 3 高低温循环试验波形图

5.12 内部腐蚀

5.12.1 试验对象：液冷系统。

5.12.2 试验内容：

- 试验前将液冷系统内部注满常温的混合溶液，该溶液由体积比为 4:6 的防冻液和 ASTM 溶液组成。防冻液型号为 45% 的乙二醇防冻液，冻结温度为-30℃；ASTM 溶液由 1 L 蒸馏水与 148 mg 的硫酸钠、165 mg 的氯化钠、138 mg 的碳酸氢钠配置；
- 混合溶液温度为 45℃±2℃，混合溶液流量按照客户的要求设置；
- 运行 76 h，停机静置 8 h 为一个循环，共计循环 14 次。停机静置期间检查溶液 pH 值和外观，并进行补液。

5.13 压力交变

5.13.1 试验对象：液冷系统。

5.13.2 试验内容：

- a) 在常温中向液冷系统内部通以压力交变的换热介质；
- b) 液体介质的压力从 30 kPa 上升到 125 kPa，经保压后再降至 30 kPa 为一个压力循环，循环周期为 6 s~10 s，保压时间 3 s~6 s，换热介质温度为 $45\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 试验循环 5×10^4 次。

5.14 盐雾

5.14.1 试验对象：液冷系统。

5.14.2 试验内容：

- a) 实验工质：腐蚀溶液配比为氯化钠 50 g/L，PH 值为 6~7，实验箱温度： $35\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，饱和桶温度： $47\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 连续喷雾 30 min，高湿静置 90 min；
- c) 循环 300 次。

5.15 多次插拔

5.15.1 试验对象：液冷管接头；

5.15.2 试验内容：

- a) 将管路接头安装在液冷板上，放置在 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下 30 min，并通入 205 kPa 空气，然后冷却至室温条件，并按照操作规范拆除接头后重新安装。
- b) 重复 5.16.2 a) 操作 20 次，并通入 205 kPa 的空气，在室温下保压 10 min，测试气密性。

5.16 接头安装力

5.16.1 试验对象：液冷管接头；

5.16.2 试验内容：

- a) 在室温下，将接头以 $50\text{ mm/min}\pm 5\text{ mm/min}$ 的速度插接到液冷板，直到插接到位为止；
- b) 记录接头安装时的安装力。

5.17 接头拔脱力

5.17.1 试验对象：液冷管接头；

5.17.2 试验内容：

- a) 室温条件下，将接头安装在拉力试验机上，并按照 $50\text{ mm/min}\pm 5\text{ mm/min}$ 的速度施加拉力直至快插接头从液冷板接头脱出；
- b) 记录接头安装时的拔脱力。

5.18 耐负压

5.18.1 试验对象：液冷系统；

5.18.2 试验内容：

- a) 在室温下，将液冷板与液冷管按实际状态装配；
- b) 向液冷系统内部施加 $-(90\pm 2)\text{ kPa}$ 的压力，保压 60 s 后恢复常压；
- c) 重复进行 5 次测试。

6 检验规则

6.1 检验分类、项目、要求及样品数量

检验分类、检验项目、要求（章条号）和样品数量见表4。抽检方法按照GB/T 2828.1—2012的规定进行。

表3 检验规则

序号	检验项目	检验分类	技术要求	试验方法	样品数量	备注
1	外观尺寸	来料检验	4.1.2	/	供应商全检 品质来料抽检	尺寸检测
2	密封性		4.3.1	5.5	供应商全检 品质来料抽检	全检
3	密封性	出厂检验	4.4.1	5.5	品质出厂全检	全检
4	流阻	型式检验	4.2	5.4	顺序测试	另留1组（放置6个月）样品备查
5	阻燃		4.3.2	5.6		
6	耐压压力		4.4.1	5.7		
7	振动		4.4.2	5.8		
8	焊接强度		4.4.3	5.9		
9	爆破压力		4.4.4	5.10		
10	高低温循环		4.4.5	5.11		
11	内部腐蚀		4.4.6	5.12		
12	压力交变		4.4.7	5.13		
13	盐雾		4.4.8	5.14		
14	多次插拔		4.4.9	5.15		
15	接头安装力		4.4.10	5.16		
16	接头拔脱力		4.4.11	5.17		
17	耐负压		4.4.12	5.18		

6.2 型式检验

有下列情况之一应进行型式检验：

- a) 项目工程认可阶段；
- b) 新产品投产和老产品转产；
- c) 转厂；
- d) 停产超过一年后复产；
- e) 结构、工艺或材料有重大改变；
- f) 重大质量事故调整后。

6.3 判定规则

在型式检验中，若有一项不合格时，应判定为不合格。

7 标识、包装、运输和贮存

7.1 标识

液冷板、液冷管应在明显位置装有标签标识，应注明：

- a) 产品重量；
- b) 产品编号；
- c) 外形尺寸；
- d) 制造日期；
- e) 制造厂名称或工厂代号或按用户特殊要求。

7.2 包装

7.2.1 液冷系统在包装箱内应适当防护，防止运输中磕碰。

7.2.2 包装箱应牢固可靠。箱外应表明产品名称、型号、制造年月、勿倒置、防潮等字样。

7.3 运输

包装完好的产品可用各种工具运输，运输途中不允许遭雨淋，避免剧烈振动和碰撞。

7.4 贮存

产品应贮存在通风干燥，周围无腐蚀性气体并且不会受雨、雪侵袭的仓库中。

8 试验报告

报告包括但不限于以下信息：

- a) 报告编号；
 - b) 测试日期；
 - c) 测试人员、审核人员；
 - d) 测试环境温度、湿度等；
 - e) 样品信息描述，包括供应商、名称、型号、项目等；
 - f) 所用仪器的类型，品牌，型号；
 - g) 试验结果，包括过程与结果现象描述、开始与结束的样品图片、仪表数个图片、合格判定等。
-