

汽车空调铝合金板式换热器

Aluminum plate heat exchanger for automotive air-conditioning

(征求意见稿)

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	1
5 试验方法	4
6 检验规则	9
7 标志、包装、运输和贮存	11

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。

本文件由全国汽车标准化技术委员会（SAC/TC114）提出并归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

汽车空调铝合金板式换热器

1 范围

本文件规定了汽车空调铝合金板式换热器(以下简称板式换热器)技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存等要求。

本文件适用于以HFC-R134a或HF0-1234yf为制冷剂与冷却液为介质的铝合金板式换热器。

2 规范性引用文件

下列文件所包含的条文,通过在本文件中引用而构成本文件的条文。凡是注日期的引用文件,仅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 30512 汽车禁用物质要求

GB/T 2408 塑料燃烧性能的测定水平法和垂直法

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 191 包装储运图示标志

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

板式换热器 plate heat exchanger

指换热芯体由多层铝合金板片层叠而成,相邻板片之间的空间形成流体通道,冷却液与制冷剂分别在相邻的两个流体通道中流动,通过铝合金板片传递热量进而形成热交换的换热器。板式换热器分为板式蒸发器和板式冷凝器,典型结构由换热芯体、接管、支架等组成。

3.2

板式蒸发器 plate type evaporator

应用在空调系统低压侧,通过内部制冷剂汽化将冷却液冷却的板式换热器。

3.3

板式冷凝器 plate type condenser

应用在空调系统高压侧,通过内部制冷剂冷凝将冷却液加热的板式换热器。

4 技术要求

4.1 尺寸公差

尺寸公差由供需双方协商确定,检测方法参照5.1。

4.2 外观

产品表面应清洁，不得有损伤变形，标识内容清晰可辨，检测方法参照5.2。

4.3 材料

4.3.1 产品的主要材料应为铝合金，具体规格由供需双方协商确定，

4.3.2 按照5.3进行试验，产品的材料应满足GB/T 30512规定的禁用物质含量限值和GB/T 2408中9.4条规定的垂直燃烧V-0级要求的要求。

4.4 换热量、冷却液压降、制冷剂压降

按照5.4进行试验，换热量（以冷却液侧换热量为准，制冷剂侧换热量辅助参考）、冷却液压降、制冷剂压降应满足供需双方的协定。

4.5 制冷剂侧气密性

4.5.1 氦检气密性

按照 5.5.1 进行试验，产品的氦泄漏率应不大于 3.15×10^{-6} mbar · L/s（制冷剂当量泄漏率为 0.5 g/y）。

4.5.2 水检气密性

按照 5.5.2 进行试验，保压时间内应无气泡从产品表面产生。

4.6 冷却液侧气密性

4.6.1 氦检气密性

按照 5.6.1 进行试验，产品的氦泄漏率应不大于 1×10^{-5} mbar × L/s。

4.6.2 水检气密性

按照 5.6.2 进行试验，保压时间内应无气泡从产品表面产生。

4.7 耐压性能

按照5.7进行试验，产品应无塑性变形，且满足4.5.2和4.6.2要求。

4.8 爆破压力

按照 5.8 进行试验，产品应在表 1 的压力下不破裂。

表 1 爆破压力要求

	制冷剂侧	冷却液侧
板式蒸发器	4.0 MPa	1.0 MPa
板式冷凝器	8.5 MPa	1.0 MPa

4.9 耐真空

按照 5.9 进行 3 次试验，每次试验均需满足压力升高不超过 0.5 kPa/min，3 次试验后，产品应无损坏和塑性变形，且满足 4.5.1 和 4.6.1 要求。

4.10 耐压力交变

按照 5.10 进行试验，产品应无塑性变形，并且满足 4.5.2 和 4.6.2 要求。

4.11 耐高温

按照 5.11 进行试验，产品应无塑性变形，并且满足 4.5.1 和 4.6.1 要求。

4.12 耐低温

按照 5.12 进行试验，产品应无塑性变形，并且满足 4.5.1 和 4.6.1 要求。

4.13 耐冷却液温度冲击

按照 5.13 进行试验，产品应无塑性变形，并且满足 4.5.2 和 4.6.2 要求。

4.14 耐温度交变

按照 5.14 进行试验，产品应无塑性变形，并且满足 4.5.2 和 4.6.2 要求。

4.15 耐振动性能

按照 5.15 进行试验，产品表面应无破损和裂纹，并且满足 4.5.2 与 4.6.2 要求。

4.16 耐外部腐蚀性能

按照 5.16 进行试验后，产品外表应无气泡和剥落，并且满足 4.5.2 与 4.6.2 要求。

4.17 耐内部腐蚀性能

按照 5.17 进行试验后，产品应满足 4.6.2 要求。

4.18 清洁度

按照 5.18 进行试验，产品的杂质含量应满足表 2 要求。

表 2 清洁度要求

检测项目	制冷剂侧	冷却液侧
杂质总量	$\leq 20 \text{ mg/m}^2$	$\leq 20 \text{ mg/m}^2$
最大金属杂质	对角线长度 $< 0.5 \text{ mm}$	$< 0.5 \times 0.5 \times 1.0 \text{ mm}$
最大非金属杂质	$< 0.5 \times 0.5 \times 1.0 \text{ mm}$	$< 0.6 \times 0.6 \times 1.0 \text{ mm}$

4.19 钎剂残留

按照 5.19 进行试验，产品允许钎剂残留量应满足供需双方的协定。

4.20 内腔残存水量

按照 5.20 进行试验，产品制冷剂侧内部表面水含量不应超过 40 mg/m^2 。

4.21 连接螺纹强度

按照 5.21 进行试验，连接螺纹应满足表 3 的最小破坏扭矩要求。

表 3 螺纹最小破坏扭矩

螺纹规格	扭矩 (N·m)
M5	7
M6	13
M7	20
M8	30

4.22 防尘盖拉拔力

按照 5.22 进行试验，防尘盖最小拉拔力不应小于 10 N，最大拉拔力不应大于 30 N。

5 试验方法

5.1 尺寸公差

尺寸公差用量具进行检验。

5.2 外观

外观用目测进行检测。

5.3 材料检测

5.3.1 材料禁用物质要求按 GB/T 30512 进行检测。

5.3.2 塑料、橡胶类材料燃烧性能检测按照 GB/T 2408 的规定的 9.4 垂直燃烧 V-0 级要求。

5.4 换热量、冷却液压降、制冷剂压降试验

采用焓差法换热器性能试验装置或同类性能试验装置，测量冷却液侧换热量和制冷剂侧换热量、冷却液压降和制冷剂压降。测量仪器仪表准确度应符合表 4 的规定。节流装置与板式换热器间的连接管路应尽可能短。

表 4 测量仪器仪表准确度

测量仪器	准确度
温度测量仪表	± 0.1 °C
制冷剂压力测量仪表	$\pm 0.2\%$
冷却液压力测量仪表	$\pm 1.0\%$
制冷剂流量测量仪表	$\pm 1.0\%$
冷却液流量测量仪表	$\pm 1.0\%$
压差传感器	$\pm 0.2\%$

试验工况推荐表 5 或表 6，也可由供需双方协商确定。

表5 板式蒸发器试验工况

冷却液		50%体积浓度的乙二醇水溶液
冷却液进口流量 L/min		10±0.2
冷却液进口温度 °C		25±0.2
制冷剂阀前压力 MPa	HFC-R134a	1.43±0.01
	HFO-1234yf	1.40±0.01
制冷剂阀前过冷度 °C		5±0.2
制冷剂出口压力 MPa	HFC-R134a	0.177±0.005
	HFO-1234yf	0.200±0.005
制冷剂出口过热度 °C		5±0.2

表6 板式冷凝器试验工况

冷却液		50%体积浓度的乙二醇水溶液
冷却液进口流量 L/min		15±0.1
冷却液进口温度 °C		50±0.2
制冷剂入口压力 MPa	HFC-R134a	1.97±0.01
	HFO-1234yf	1.90±0.01
制冷剂进口过热度 °C		35±0.3
制冷剂出口过冷度 °C		5±0.3

试验工况稳定时间应不少于10 min。读取冷却液侧制冷量和制冷剂侧制冷量、冷却液压降和制冷剂压降，读取时间的间隔为10 s，总时长不应少于30 min，以该时间段内读取参数的算术平均值作为测量结果。

如冷却液侧和制冷剂侧换热量比值小于95%，应重新测量数据。

5.5 制冷剂侧气密性试验

5.5.1 氦检气密性

采用真空箱式氦检漏设备进行泄漏检测，制冷剂侧进出口一端与充氦管路连接，另一端密封，冷却液进出口敞开，向被检工件制冷剂侧腔体内充注氦气/氮气和氮气混合气体，氦气浓度不低于10%，板式蒸发器压力 $1.5_{-0.1}^{+0.1}$ MPa、板式冷凝器压力 $2.5_{-0.1}^{+0.1}$ MPa，检测过程中，被检工件氦压承受时间不低于10 s。

5.5.2 水检气密性

测试样品制冷剂侧进出口一端与充气管路连接，另一端密封，冷却液侧进出口敞开，被检样品（包括制冷剂管端与冷却液管端）完全浸没于水中，向被检工件制冷剂侧腔体内通入干燥空气或氮气，板式冷凝器压力达到 $(2.5±0.1)$ MPa、板式蒸发器压力达到 $(1.5±0.1)$ MPa，保压3 min。

5.6 冷却液侧气密性试验

5.6.1 氦检气密性

采用真空箱式氦检漏设备进行泄漏检测，冷却液侧进出口一端与充氦管路连接，另一端密封，制冷剂侧进出口敞开，向被检工件冷却液侧腔体内充注氦气/氮气和氮气混合气体，氦气浓度不低于10%，压力 $0.8_{-0.1}^{+0.1}$ MPa，检测过程中，被检工件氦压承受时间不低于10 s。

5.6.2 水检气密性

测试样品冷却液侧进出口一端与充气管路连接，另一端密封，制冷剂侧进出口敞开，被检样件（包括制冷剂管端与冷却液管端）完全浸没于水中，向被检工件冷却液侧腔体内通入干燥空气或氮气，压力达到 (0.8 ± 0.05) MPa，保压3 min。

5.7 耐压性能试验

板式换热器进口端通入水或液压油，出口敞开，先排空空气，然后出口端密封，进口端以 (1 ± 0.05) MPa/min的速率，升压至表7所要求的压力，保压3 min。制冷剂侧与冷却液侧分别加压测试。

表 7 耐压压力要求

	制冷剂侧	冷却液侧
板式蒸发器	2.2 MPa	0.8 MPa
板式冷凝器	4.1 MPa	0.8 MPa

5.8 爆破压力试验

板式换热器冷却液侧进出口敞开，制冷剂侧进口端通入水或液压油，出口端敞开，先排空空气，然后出口端密封，进口端以 (1 ± 0.05) MPa/Min的速率升压至爆破，记录爆破峰值压力。冷却液侧按同样方法试验，制冷剂侧与冷区液侧分别使用不同样件测试。

5.9 耐真空试验

把板式换热器冷却液侧进出口敞开，制冷剂侧进出口一端密封，另一端抽真空到2 kPa A，保持5 min，记录压力变化值。冷却液侧按同样方法试验，制冷剂侧与冷却液侧分别测试，可以使用同一件测试。

5.10 耐压力交变试验

按表8工况，制冷剂侧和冷却液侧分别进行压力交变试验，制冷剂侧与冷却液侧应使用不同样件测试。

表 8 压力交变试验工况

参数	板式蒸发器制冷剂侧工况	板式冷凝器制冷剂侧工况	冷却液侧工况
介质	液压油	液压油	液压油或冷却液
介质温度	80 ± 5 °C	80 ± 5 °C	80 ± 5 °C
波形	正弦波	正弦波	正弦波
P_{MAX}	1300 kPa	3100 kPa	300 kPa
P_{MIN}	100 kPa	100 kPa	100 kPa
频率	1 Hz	1 Hz	0.5 Hz
循环次数	200000	200000	200000

5.11 耐高温试验

在 (85 ± 3) °C环境下放置72 h后，恢复至常温状态。

5.12 耐低温试验

在 $(-40 \pm 3)^\circ\text{C}$ 环境下放置72 h后,恢复至常温状态。

5.13 耐冷却液温度冲击试验

板式换热器冷却液侧进出口与试验台连接,通入50%体积浓度的乙二醇水溶液,按图1工况进行1000次循环试验,介质流量为20 L/min或按供需双方协商确定。

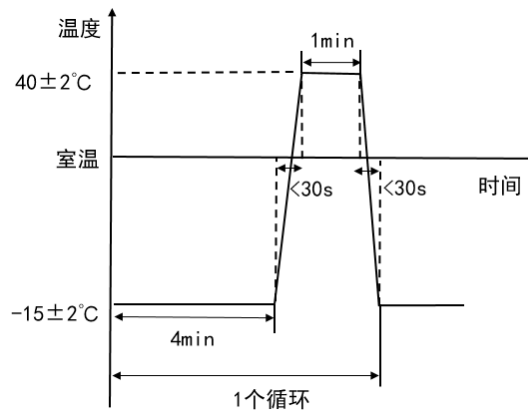


图1 耐冷却液温度冲击试验工况

5.14 耐温度交变试验

室温下,向制冷剂侧内腔充注制冷剂并密封,充注量由内容积确定,标准为 0.1 g/cm^3 。冷却液侧充满50%体积浓度的乙二醇水溶液。将测试样品放入温度箱,按图2工况进行试验,最高、最低温度下各保持3 h,温度变化速率 4°C/min ,循环15次。

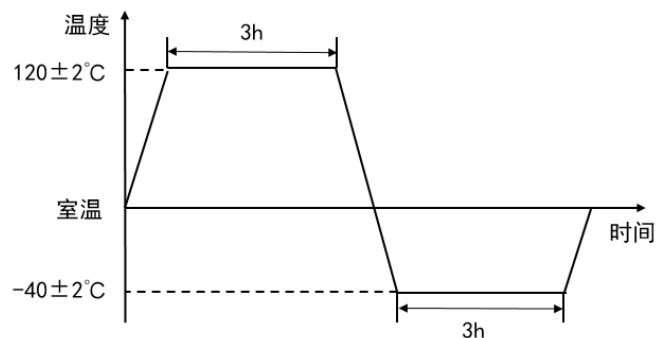


图2 温度交变试验工况

5.15 耐振动性能试验

5.15.1 试验准备

将板式换热器按实车安装状态,安装在试验台上,冷却液侧充满冷却液。

5.15.2 共振频率检测

5.15.2.1 将振动频率设置为5 Hz~100 Hz,振动加速度设置为 9.8 m/s^2 ,分别沿上下、前后和左右方向进行振动测试,同一方向测试时间不超过20min。

5.15.2.2 若在某一频率下，测得的加速度（板式换热器加速度）为输入加速度（振动台加速度）的两倍以上，则该频率为共振频率。未检测出共振频率的产品，按5.15.3进行耐振动性能试验；测得共振频率的产品，按5.15.4进行耐振动性能试验。

5.15.3 无共振点耐振动性能试验

将振动频率设置为 33.3 Hz，振动加速度设置为 28.4 m/s^2 ，沿上下方向振动 5×10^5 次，沿前后方向振动 2.5×10^5 次，沿左右方向振动 2.5×10^5 次。

5.15.4 有共振点耐振动性能试验

5.15.4.1 根据共振频率范围，按表9工况进行耐振动性能试验。

5.15.4.2 若共振频率段不只一个，则不同频率段的振动试验，样件可以不是同一样件；

5.15.4.3 按表9规定条件试验后，应进行5.15.3所述的无共振频率的试验。

表 9 有共振频率的耐振动性能试验工况

共振频率范围 Hz	振动加速度 m/s^2	上下方向振动次数 次	前后方向振动次数 次	左右方向振动次数 次
5~33.3	28.4	10^4	2.5×10^3	2.5×10^3
33.3~50	14.7	2×10^5	5×10^4	5×10^4
50~100	5.9	6×10^6	1.5×10^6	1.5×10^6

5.16 耐外部腐蚀试验

板式换热器制冷剂 and 冷却液进出口均密封，制冷剂侧充氮气或空气，室温下压力值为板式蒸发器 1.0 MPa，板式冷凝器 2.0 MPa。将板式换热器放入盐雾箱中，按 GB/T 10125 的要求进行中性盐雾试验 480 h。

5.17 耐内部腐蚀试验

5.17.1 溶液配比

溶液由 40% 冷却液和 60% 标准腐蚀液组成（体积比），标准腐蚀液由 1 L 蒸馏水与 148 mg 的硫酸钠、165 mg 的氯化钠和 138 mg 的碳酸氢钠配制。

5.17.2 试验过程

将板式换热器冷却液侧进出口与内腐蚀试验台连接，设置溶液温度 $90 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ，流量 $20 \pm 1 \text{ L/min}$ 或按供需双方协商确定，溶液压力不超过 140 kPa，开启试验台，测试样品内通入溶液。运行 16 h，停机静置 8 h 为一个循环，共进行 60 个循环。

5.17.3 溶液检测

试验开始运行 5 min 与结束时需进行溶液检测，溶液检测分为外观和 pH 值检测。溶液外观不允许出现混浊和沉淀，不允许出现 ± 1 以上的 pH 值变化。试验过程中，停机期间可进行溶液检测，当溶液出现浑浊或沉淀时，需更换溶液，溶液配比需按照 5.17.1 要求；当溶液 pH 值出现 ± 1 以上变化时，补充或更换溶液，溶液配比按 5.17.1 要求，冷却液与标准腐蚀液比例可适当调整。

5.18 清洁度试验

往内腔注入占容积60%左右的异辛烷或等同物，然后上下、左右和前后各摇晃4至5次，再将内溶物回收在专用容器内，用孔径为5 μm的滤纸过滤，将附有杂质的滤纸放入80 °C恒温箱进行烘干0.5 h，然后放在干燥器内冷却0.5 h，用工业分析天平称重，颗粒尺寸用显微镜测量。工业分析天平的测量准确度应满足±0.1 mg。

5.19 钎剂残留试验

按要求冲洗测试样品内腔，冲洗介质为去离子水，介质温度(90±0.5) °C，流量(8±0.2) L/min，溶液体积大于8 L，冲洗时间24 h。结束后溶液冷却到室温，取200 ml溶液检测钾离子浓度，并记录冲洗溶液体积。更换冲洗溶液，再冲洗24 h，取200 ml溶液检测钾离子浓度，记录冲洗液体积。钎剂残留量按式(1)计算。

$$m=C_1/P \times V_1+C_2/P \times V_2 \dots\dots\dots (1)$$

- m——钎剂残留量，单位为mg；
- C₁——第一次测试钾离子浓度，单位为mg/L；
- P——钎剂中钾元素含量，单位为%；
- V₁——第一次冲洗液体积，单位为L；
- C₂——第二次测试钾离子浓度，单位为mg/L；
- V₂——第二次冲洗液体积，单位为L。

5.20 内腔残存水量试验

将板式换热器制冷剂进口与干燥氮气罐相连，出口与微量水分仪的进口相连，以(70±20) mL/min的流量向制冷剂侧内部通入氮气，当测试值波动不超过0.1 mg的持续时间超过3 min后，读取残存水量，再除以产品制冷剂侧内表面积，作为试验结果。微量水分仪准确度为±0.05 mg。

5.21 连接螺纹强度试验

用带数值显示功能的扭矩扳手拧紧连接螺纹，缓慢增加扭矩直至螺纹滑丝，滑丝前最大扭矩为连接螺纹最小破坏扭矩。扭矩扳手量程不大于规定最小破坏扭矩的5倍，准确度不小于3%。

5.22 防尘盖拉拔力试验

室温条件下，固定测试样品，用拉力计测试防尘盖拉拔力，力的方向与管同轴。

6 检验规则

6.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验两类。

6.1.1 出厂检验

每台板式换热器均应进行出厂检验。检验项目、技术要求和试验方法按表10执行。

6.1.2 型式检验

6.1.2.1 型式检验条件

型式检验在下列情况下进行，检验项目按表10执行：

- a) 产品开发认可时；

- b) 产品的设计、工艺、材料等方面有重大改变，可能影响性能时；
- c) 停产一年以上，再恢复生产时；
- d) 质量不稳定，认为有必要时；
- e) 质量监督部门有需求时；
- f) 正常批量生产后，距前次型式检验的时间间隔超过一年。

6.1.2.2 型式检验方法

样品从出厂检验合格的产品当中随机抽取，允许同一产品参加不影响考核项目的多项试验。

6.2 检验项目

表 10 出厂检验和型式检验

序号	检验项目	技术要求	试验方法	检验分类			
				出厂检验	型式检验		
				检验项目	检验项目	样品数量	
1	尺寸要求	4.1	5.1	√	√	3	
2	外观要求	4.2	5.2	√	√	3	
3	材料	4.3	5.3	—	√	3	
4	换热量、冷却液压降、制冷剂压降	4.4	5.4	—	√	3	
5	制冷剂侧气密性	氨检气密性	4.5.1	5.5.1	√	√	3
		水检气密性	4.5.2	5.5.2	—	√	3
6	冷却液侧气密性	氨检气密性	4.6.1	5.6.1	√	√	3
		水检气密性	4.6.2	5.6.2	—	√	3
7	耐压性能	4.7	5.7	—	√	3	
8	爆破压力	4.8	5.8	—	√	3	
9	耐真空	4.9	5.9	—	√	3	
10	耐压力交变	4.10	5.10	—	√	3	
11	耐高温	4.11	5.11	—	√	3	
12	耐低温	4.12	5.12	—	√	3	
13	耐冷却液温度冲击	4.13	5.13	—	√	3	
14	耐温度交变	4.14	5.14	—	√	3	
15	耐振动性能	4.15	5.15	—	√	3	
16	耐外部腐蚀性能	4.16	5.16	—	√	3	
17	耐内部腐蚀性能	4.17	5.17	—	√	3	
18	清洁度	4.18	5.18	—	√	3	
19	钎剂残留	4.19	5.19	—	√	3	
20	内腔残存水量	4.20	5.20	—	√	3	
21	连接螺纹强度	4.21	5.21	—	√	3	
22	防尘盖拉拔力	4.22	5.22	—	√	3	

注1：“√”为检验项目，“—”为不检验项目。

注2：不做检验的项目并不表示该项目不受控制，制造厂对本文件所有的技术要求通过质量控制程序、制造工艺、过程检验及抽样等方法进行质量控制。如用户在订货合同中对检测项目有规定的，则根据订货合同的要求进行试验。

6.3 判定规则

板式换热器的型式检验必须符合本文件要求，若有不合格项目时，应对不合格项目加倍抽样进行复检，若仍不合格，则判定产品不合格。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

7.1.1 产品标志要求

产品应在明显位置标识永久性标志。

7.1.2 产品标志内容

标志应包括以下内容：

- a) 生产企业名称或商标；
- b) 产品型号；
- c) 制冷剂种类；
- d) 生产日期或生产批号；
- e) 可回收性标识。

7.2 包装、运输

7.2.1 产品包装箱

产品包装箱外应标注下述内容：

- a) 生产企业名称、地址；
- b) 产品名称、型号及数量；
- c) 生产日期、生产批号或其代号；
- d) 重量（毛重）；
- e) 包装箱外形尺寸。

7.2.2 标志

包装应有“小心轻放”、“向上”、“怕湿”等标志，标志应符合GB/T 191有关规定。

7.2.3 合格证明

产品应有合格证明。

7.2.4 产品包装及运输方式

产品的包装及运输应有可靠的防尘、防潮和防震措施，并保证在正常运输中不致松动、损坏等。

7.3 贮存

产品应存放在通风良好干燥的环境中，且周围无腐蚀性气体。
)