

ICS 27.200

J 73



ZZB

浙 江 制 造 团 体 标 准

T/ZZB 0815—2018

热泵热水器冷凝器用微通道换热器

Micro channel heat exchanger for heat pump water heater condenser

ZHEJIANG MADE

2018 - 11 - 30 发布

2018 - 12 - 31 实施

浙江省品牌建设联合会 发布

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 分类与基本参数	2
5 基本要求	2
6 技术要求	3
7 试验方法	4
8 检验规则	6
9 标志、包装、运输和贮存	7
10 质量承诺	8
附录 A（规范性附录） 耐腐蚀性能试验方法	9
附录 B（规范性附录） 换热性能试验方法	11

ZHEJIANG MADE

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由浙江制造品牌建设联合会提出并归口。

本标准由杭州市标准化研究院牵头组织制定。

本标准负责起草单位：杭州三花微通道换热器有限公司。

本标准参加起草单位：青岛经济技术开发区海尔热水器有限公司。

本标准主要起草人：高强、杨磊、闫志恒、郑晓峰、钟笑鸣、张海峰、张鸣颀、张晶。

本标准由杭州市标准化研究院负责解释。

ZHEJIANG MADE

热泵热水器冷凝器用微通道换热器

1 范围

本标准规定了热泵热水器冷凝器用微通道换热器（以下简称“微通道冷凝器”）的术语和定义、分类与基本参数、基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于使用R22、R410A、R407C、R134a等制冷剂的微通道冷凝器。

本标准不适用于使用CO₂作为制冷剂的微通道冷凝器。

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 3190 变形铝及铝合金化学成分

GB/T 9237 制冷系统及热泵 安全与环境要求

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 10587 盐雾试验箱技术条件

GB/T 17758 单元式空气调节机

GB/T 18430.1 蒸气压缩循环冷水(热泵)机组 第1部分:工业或商业用及类似用途的冷水(热泵)机组

GB/T 23130 房间空调器用热交换器

GB/T 23137 家用及类似用途热泵热水器

GB/T 28745 家用太阳能热水系统储水箱试验方法

JB/T 7249 制冷设备 术语

JB/T 11967 冷冻空调设备冷凝器用微通道热交换器

3 术语和定义

JB/T 7249界定的以及下列术语与定义适用于本文件。

3.1

微通道扁管 flat micro channel tube

外观总体呈扁平状、在其横截面上分布有多个水力直径不大于3 mm通道的换热管。

3.2

微通道冷凝器 micro channel condenser

采用微通道扁管的、包覆在水箱内胆外用热泵热水器冷凝器的微通道换热器。

3.3

微通道冷凝器外表面换热面积 total heat transfer area contacted with water tank
微通道冷凝器扁管与水箱内胆的接触面积。

4 分类与基本参数

4.1 型式

微通道冷凝器生产完成形状为平板，使用时围绕水箱外壁进行折弯，同时按涂层方式分为：

- a) 无防腐涂层；
- b) 带防腐涂层。

4.2 基本参数

4.2.1 设计压力

微通道冷凝器的设计压力参照GB/T 23137和GB/T 9237标准，以空气源热泵热水器名义工况下热泵最高出口水温+8K对应的饱和压力作为设计压力，或按照客户需求。

4.2.2 名义工况

名义工况按表1的规定。

表1 微通道冷凝器名义工况

项目		数值
水箱	进口水温	40 °C
	出口水温	45 °C
制冷剂侧	入口制冷剂蒸气温度	85.0 °C
	入口制冷剂蒸气压力对应的冷凝温度	54.4 °C

4.2.3 使用条件

微通道冷凝器应能在-30 °C~55 °C的环境温度下和-30 °C~121 °C的制冷剂运行条件下正常工作。

5 基本要求

5.1 设计

5.1.1 建立独立的研发机构及完善的研发管理制度，建立产品设计规范，采用三维设计软件进行设计，确保产品设计性能。

5.1.2 应采用专业模拟软件对管路应力、结构可靠性进行计算分析。

5.2 材料

5.2.1 所用的材料应符合 GB/T 3190 或用户要求，与制冷剂接触的材料应与制冷剂兼容。

5.2.2 涂层材料应满足 RoHS 要求。

5.3 制造工艺

5.3.1 应配备氮气保护钎焊炉、组装工艺全流程的生产设备及相应的安全设施。

5.3.2 应配备氦检仪等出厂检验必备的生产检测设备。

5.4 检测能力

5.4.1 应配备必要的检测设备，具有性能、可靠性、材料等方面的检测能力。

5.4.2 应配备拉伸测试、疲劳测试、盐雾测试、X 荧光测试等试验设备。

6 技术要求

6.1 外观

6.1.1 芯体污染

微通道冷凝器芯体表面清洁无杂物，不允许有黑斑。

6.1.2 扁管损伤

不允许焊接托架对扁管造成损伤。

6.1.3 扁管溶蚀

微通道冷凝器芯体表面不允许有对扁管溶蚀的痕迹。

6.2 气密性

6.2.1 氦检泄露率在设计压力下不大于 1.8 g/a。

6.2.2 水检测目视无气泡产生。

6.3 耐压强度

经耐压强度试验后，微通道冷凝器应无泄漏及明显变形。

6.4 极限耐压性能

经极限耐压强度试验后，微通道冷凝器应无泄漏和破裂。

6.5 疲劳性能

经疲劳性能试验后，微通道冷凝器应无泄漏和破裂。

6.6 耐腐蚀性

微通道冷凝器耐腐蚀性应符合以下规定：

- a) 按附录 A 规定的方法，经 2000 h 耐腐蚀性能试验，再经过 3 倍的设计压力，并保压 1 min 后，带防腐涂层的微通道冷凝器应无泄漏和破裂；
- b) 按附录 A 规定的方法，经 500 h 耐腐蚀性能试验，再经过 3 倍的设计压力，并保压 1 min 后，无防腐涂层的微通道冷凝器应无泄漏和破裂；
- c) 如果供需双方另有规定，可按规定进行试验。

6.7 清洁度

6.7.1 微通道冷凝器平均单位内表面积的内部残余水分含量不应大于 30 mg/m²。

6.7.2 微通道冷凝器内部应清洁，内表面积残余杂质含量应符合以下要求或供需双方协商的要求。

- a) 固体杂质的含量不大于 20 mg/m²。
- b) 有机油分杂质含量不大于 40 mg/m²。

6.8 换热性能

6.8.1 换热量

按附录B规定的方法进行测试，微通道冷凝器的实测换热量不应小于名义换热量的95%。

6.8.2 换热面积

按附录B规定的方法计算，微通道冷凝器的换热面积不应小于明示值的98%。

6.9 焊堵

微通道冷凝器参照7.8的测试方法计算焊堵率，换热器进口侧第一流程焊堵率不大于3%，最后一流程焊堵率不大于2%。

7 试验方法

7.1 试验条件

7.1.1 试验用仪器仪表应符合 GB/T 17758 的规定。

7.1.2 按表 1 规定的工况进行试验，工况参数的读数允差应符合表 2 的规定。

表2 试验工况参数的读数允差

试验参数	测量值与规定值之间的最大偏差	每一测量值读取数相对于平均值的最大偏差
水温温度	±0.5 °C	±0.3 °C
入口制冷剂蒸气温度	±3 °C	±1 °C
入口制冷剂蒸气压力 ^a	±3%	±1%
出口制冷剂液体温度	±3 °C	±2 °C

^a 测量冷凝温度对应的制冷剂压力时，制冷剂压力的允许偏差应对应冷凝温度的偏差允许值，即保证制冷剂压力对应的冷凝温度与规定值之间的最大偏差为±3 °C，每一测量值读取数相对于平均值的最大偏差为±1 °C。

7.2 气密性试验

7.2.1 氦检

将微通道冷凝器放入氦检漏设备的氦检工作腔内，加注氦气至1.7 MPa，进行微漏检验，观察最终显示结果。

7.2.2 水检

将微通道冷凝器放入水槽，充入压力3.5 MPa±0.1 MPa的压缩空气或氮气，保压时间3 min，观察是否有气泡产生。

7.3 耐压试验

耐压试验采用液压试验，试验方法如下：

排除微通道冷凝器内部的空气，对内部充入不可压缩液体，并将其连接至液压系统上，使液体压力缓慢升至试验压力，并保压3min后缓慢降低压力至常压。试验环境温度应不低于5℃。其中液压试验压力不低于1.5倍的设计压力。

7.4 极限耐压强度试验

耐压强度试验符合要求后，再缓慢加压至3倍的设计压力，保压1min，观察微通道冷凝器状态，应无明显的破裂或泄漏现象。然后继续缓慢加压，直到管路出现泄漏或开裂等现象，记录发生破坏现象前的最后稳定压力即爆破压力，该压力应大于3倍的设计压力。

7.5 疲劳性能试验

7.5.1 排除微通道冷凝器内部的空气后，充入不可压缩液体，并将其连接至液压系统上，使液体压力缓慢升至3倍的设计压力，并保持1min；

7.5.2 试验环境温度应不低于20℃，排除微通道冷凝器内部的空气后，充入不可压缩液体，并将其连接至液压系统上，进行高压和低压循环测试，同时满足以下规定：

- a) 循环压力测试的第一个循环的压力应不低于3倍的设计压力；
- b) 循环压力测试的其余循环的高压压力应不低于65℃制冷剂对应的饱和蒸气压力，低压压力应不高于5℃制冷剂对应的饱和蒸气压力；
- c) 循环压力测试时应在b)规定的高压和低压各保持最少0.1s；
- d) 循环压力测试的循环次数不少于25万次；
- e) 在完成d)的循环后，测试压力提高到1.5倍的设计压力，保压1min。

7.6 耐腐蚀性能试验

按附录A规定的方法进行耐腐蚀性能试验。如微通道冷凝器尺寸受测试设备限制，允许缩小或扩大测试样品的尺寸进行该项测试。除供需双方另有约定外，耐腐蚀性能试验按附录A中，A.2.1.3规定的高温盐雾试验方法进行测试。

7.7 清洁度

7.7.1 残留水分含量试验

将微通道冷凝器进、出口接入水分收集检测装置（如图1所示），冷槽内充入液氮（或干冰加酒精），将微通道冷凝器放入干燥箱内，干燥箱内的温度调至 (105 ± 5) ℃，抽真空使微通道冷凝器内压力不大于13.3Pa（绝对压力），持续2h，测量收集到的水分质量即为微通道冷凝器的残余水分含量。

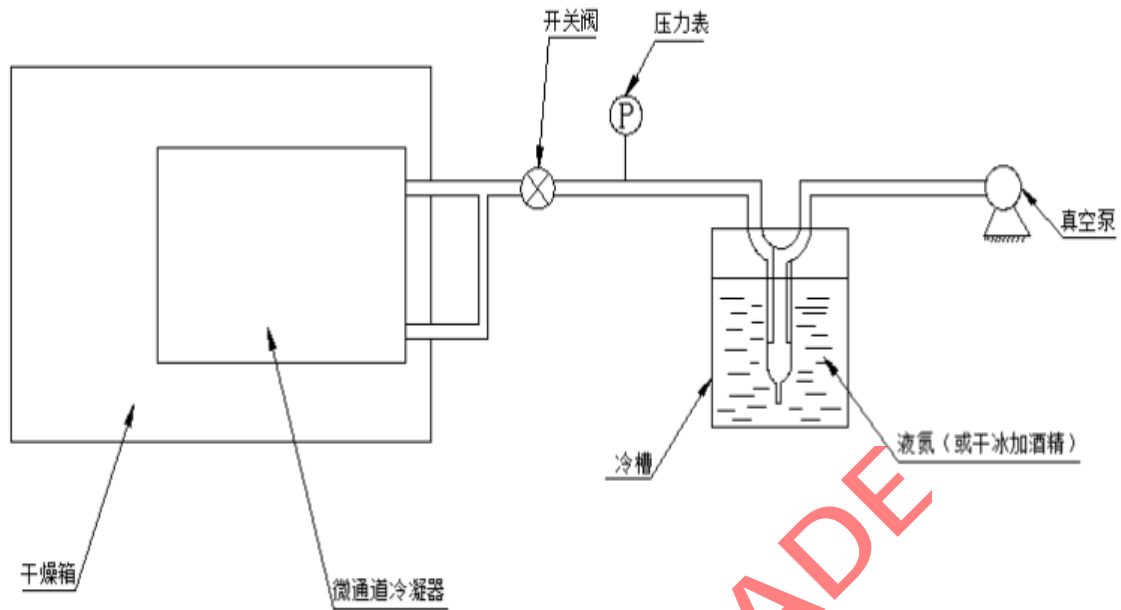


图1 水分收集检测装置示意图

7.7.2 杂质含量

7.7.2.1 固体杂质含量试验

微通道冷凝器内部用符合环保要求的溶剂型清洗剂进行浸泡和清洗，清洗剂体积应大于微通道冷凝器内部容积的1/3，清洗时间不少于5min，清洗次数为两次，应保证能有效地清除管内杂质。清洗剂倒出后用5 μm滤纸过滤，滤纸在过滤前、后分别在(105±5)℃的干燥箱内干燥并测量质量，两次测量重量之差即为微通道冷凝器的残余杂质含量。

7.7.2.2 油分杂质含量试验

在6.7.2.1试验后将接收的洗液蒸至近干（剩余2ml左右溶液），放入(105±5)℃干燥箱内干燥30min，冷却后称重。反复烘干，直至恒重。同时做空白试验，计算有机油分杂质含量。

7.8 焊堵实验

焊堵率采用解剖分析的方法，剖开两端集流管，焊堵扁管通道除以总扁管通道，所得到的值即为焊堵率。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验分出厂检验、抽样检验和型式检验。检验项目、要求和试验方法按表3的规定。

表3 检验项目、要求和试验方法

序号	项目		出厂检验	抽样检验	型式检验	要求	试验方法
1	外观		√			6.1	视检/测量
2	标志					9.1	视检
3	气密性	氦检		√		6.2.1	7.2.1
		水检				6.2.2	7.2.2
4	耐压强度					6.3	7.3
5	极限耐压性能	极限耐压强度				6.4	7.4
		耐疲劳性	6.5	7.5			
6	耐腐蚀性能 (设计,材料,工艺未发生变更时, 此测试可不做)		—	—		6.6	7.6
7	残留水分		6.7.1			7.7.1	
8	残留杂质		6.7.2	7.7.2			
9	换热面积		6.8.2	附录B.2			
10	焊堵率		6.9	7.8			

注：“√”为必检项目，“—”为不检项目。

8.2 出厂检验

每个微通道冷凝器均应进行出厂检验，检验合格后方可出厂。

8.3 抽样检验

8.3.1 应从成品中抽样。

8.3.2 抽样方案由制造企业质检部门自行确定，不得低于0.02%。

8.4 型式检验

微通道冷凝器在下列情况之一时，应进行型式检验。每次抽检样品台数不少于4台，气密性，耐压强度，极限耐压性能测试中任一项未达标准要求，则判定产品不合格。其他检测项目允许二次送样检测，二次送样仍未达标，则判定产品不合格：

- 试制的新产品；
- 间隔一年以上再生产时；
- 连续生产中的产品，每年至少进行一次；
- 当产品在设计、工艺和材料等方面有重大改变时；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

每个微通道冷凝器应在明显部位上固定铭牌，铭牌内容应包括：

- 产品名称；
- 型号；

- c) 设计工作压力;
- d) 质量;
- e) 出厂编号、出厂日期;
- f) 制造商。

9.2 包装

- 9.2.1 包装应采取可靠的防震、防移动措施。多台产品同箱时应有防相互磕碰等措施。
- 9.2.2 包装箱可用木板和纤维板制造，也可用金属或多层纸箱以及其他材料制成。
- 9.2.3 包装之前应采取足够的防尘、防潮、防水处理措施。
- 9.2.4 需要较长时间贮存的，应对微通道冷凝器进出管口进行适当的密封处理。
- 9.2.5 每个微通道冷凝器包装箱内应附有产品合格证。

9.3 运输和贮存

- 9.3.1 运输过程中应堆放牢固，避免颠簸、跌落和踩踏。
- 9.3.2 严禁同化学性物质及潮湿性材料装在同一车厢、船舱、集装箱内运输。
- 9.3.3 在运输和中转时应防雨、防雪和防浸湿。
- 9.3.4 微通道冷凝器应贮存在无腐蚀性气体、无漂浮金属屑、通风良好、干燥的环境中。

10 质量承诺

在遵守安装和使用规则条件下，质保期为18个月，在质保期内，由于微通道冷凝器本身质量导致的问题，由供方负责维修和更换。

附 录 A
(规范性附录)
耐腐蚀性能试验方法

A.1 试验装置

A.1.1 试验装置（盐雾箱）主要包括：

- a) 一个喷雾箱；
- b) 一个盐液槽；
- c) 适配电源；
- d) 可调节的压缩空气；
- e) 至少一个雾化喷嘴；
- f) 至少两个盐雾收集器；
- g) 试样支架以及盐雾箱加热装置。

A.1.2 盐雾箱应具有良好的隔热和密封性。

A.1.3 盐雾箱所用的材料应耐腐蚀和抗老化，并在室温至49℃范围内能长期正常运行无变形。

A.1.4 盐雾箱应带有温、湿度传感器和相应的显示仪表，湿度显示范围为0~100%。

A.1.5 应满足GB/T 10125和GB/T 10587对盐雾箱的规定。

A.2 试验条件

A.2.1 盐溶液

A.2.1.1 用电导率不大于 $20\ \mu\text{S}/\text{m}$ 的蒸馏水或去离子水配制盐溶液，每升盐溶液中含42 g符合 GB/T 15748—1995附录A要求的人造海水，并在每升溶液里添加10 mL冰醋酸。

注：溶液的比重在25℃时为1.0255至1.0400，宜在每次检测时配制溶液。

A.2.1.2 盐溶液pH值在2.8~3.0之间，在雾化前不应有固体悬浮物。

A.2.1.3 温度：试验分为高温盐雾试验和低温盐雾试验，具体温度设定如下：

- a) 高温盐雾试验：盐雾箱温度设定为49℃，饱和塔温度设定为57℃；
- b) 低温盐雾试验：盐雾箱温度设定为35℃，饱和塔温度设定为47℃；

A.2.1.4 喷雾方式：喷雾方式为间隙式周期喷雾：30 min喷雾，紧接着保持湿度98%的盐雾蒸汽90 min。

A.2.1.5 压缩空气：试验用压缩空气应通过过滤器，以除油净化；然后进入装有蒸馏水的饱和塔湿化，最后通过调压阀进入喷雾器，压力应控制在70 kPa~170 kPa范围内。

A.2.2 收集器

确保经24 h间隙式周期喷雾后，在收集器的 $80\ \text{cm}^2$ 水平面积上，每个收集器每小时收集的溶液在1.0 ml~2.0 ml之间。

A.3 试验样品

根据被试微通道冷凝器的要求，或者依据供需双方的协商，规定试验样品的型号、形状、材料和数量等。若微通道冷凝器尺寸受测试设备限制，允许缩小或扩大测试样品的尺寸进行试验。

A.4 试验步骤

A.4.1 试验样品前处理

A.4.1.1 试验前需要清洗微通道冷凝器表面的油污、杂质、灰尘以及脏污等，使用的清洗方法不应对外换热器有损害，也不应对试验有干扰作用。

A.4.1.2 试验前应该通过气密性检测无泄漏，并充入不低于1 MPa干燥无腐蚀性的气体以跟踪试样在试验过程中的泄漏情况。

A.4.1.3 根据试验目的可对试样进行特殊处理，如接管处理，密封包扎等。

A.4.2 样品放置

A.4.2.1 除非另有规定，试样应支撑或悬挂在与垂直方向成 $6^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 的位置上，最好是使试样的主要表面与盐雾在盐雾箱中主要水平流动方向平行。

A.4.2.2 特殊形状的试样，如折弯后的微通道冷凝器样品可根据供需双方协商的方式放置在盐雾箱内。

A.4.2.3 每个试样的放置应能使盐雾自由地落到所有的试样上。一个试样上的盐溶液不应滴在任何其它试样上。

A.4.2.4 试样之间不应互相接触，也不应接触任何金属材料或任何能起吸附作用的材料。

A.4.3 试验过程的检查控制

A.4.3.1 除微通道冷凝器试样的要求另有规定外，在整个试验过程中，试验应是连续进行的。

A.4.3.2 试验过程中应定期巡检并记录以下数据以保证试验正常进行：

- a) 试验条件设置参数；
- b) 被试样品试验过程的状态数据；
- c) 盐雾箱外部环境基本参数，如环境温度，湿度等。

A.4.3.3 试验时间应根据微通道冷凝器试样的耐腐蚀性能试验要求确定或按供需双方商定的确定。

A.5 其他

A.5.1 盐雾试验完成后，取出样品，并根据微通道冷凝器的耐腐蚀性能要求进行试验后的检验判定。

A.5.2 除微通道冷凝器试验要求另有规定外，报告中应记录下述信息：

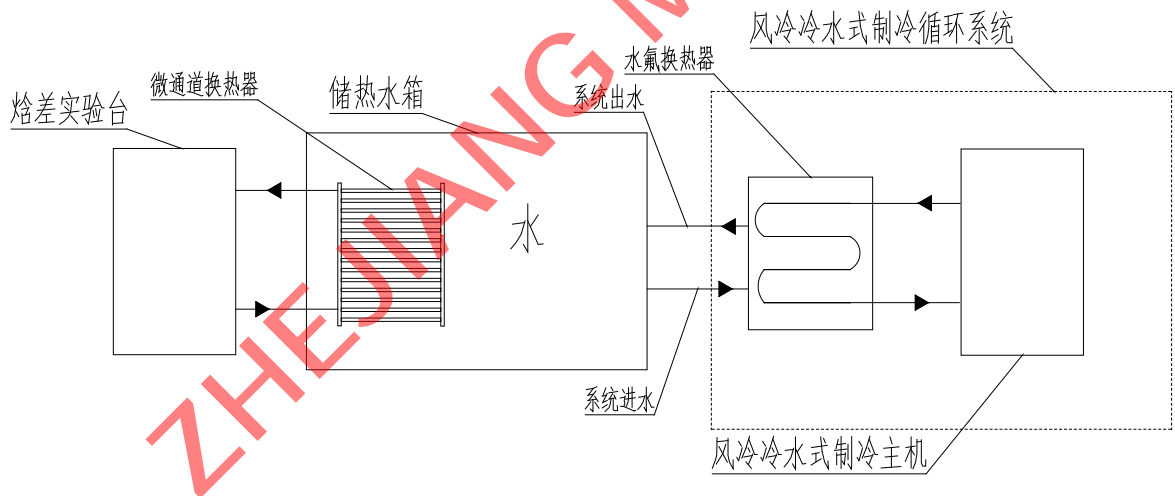
- a) 制备盐溶液所用的盐和水的种类；
- b) 每周记录通过每个喷雾收集装置所得数据，应包括下面的内容：
 - 1) 每小时每 80 cm^2 收集盐溶液的毫升量；
 - 2) 收集的溶液 pH 值。
- c) 试样的类型、尺寸，材料和数量或试件情况的描述；
- d) 在盐雾箱中试样支撑或悬挂的方法；
- e) 暴露时间；
- f) 其他检测结果。

附录 B
(规范性附录)
换热性能试验方法

B.1 换热量

首先将微通道冷凝器置于一个装有一定容积L(m³)纯水的储热水箱，水箱周围环境温度维持恒定为T_A，水箱热损因数为W_f(W/(m³·K))，热损因数参照GB/T 28745 5.2.3条款计算。

微通道冷凝器通过氟连接管与GB/T 17758附录A所示的焓差试验台连接，同时储热水箱也通过水连接管与另一风冷冷水式制冷循环系统。其中风冷冷水式制冷循环系统的名义工况和测试方法参照GB/T 18430.1标准进行测试。同时微通道冷凝器参照表1规定的名义工况和GB/T 17758附录A规定的空气焓差法及制冷剂流量计法进行试验和计算换热量。其中微通道冷凝器对水箱中的纯水进行加热，风冷冷水式制冷循环系统对水进行降温。如图B.1所示。



图B.1 换热性能试验示意图

待工况稳定后(Q_w/Q_r不超过0.97~1.03)记录相关参数，水箱的水温维持恒定为T_w，偏差0.3℃。按式(1)和式(2)计算风冷冷水式制冷循环系统水侧换热量(Q_F)以及水箱耗散散热量(Q_T)。然后按式(3)和式(4)计算微通道冷凝器水侧换热量(Q_w)和微通道冷凝器冷媒侧换热量(Q_R)。最后按式(5)计算微通道冷凝器换热量(Q_c)：

$$Q_F = C_{pa} (G_w / V_n) (T_1 - T_2) \dots\dots\dots (1)$$

$$Q_T = W_f \cdot L (T_w - T_A) \dots\dots\dots (2)$$

$$Q_w = Q_F + Q_T \dots\dots\dots (3)$$

$$Q_R = X V_r \rho (h_{r1} - h_{r2}) \dots\dots\dots (4)$$

$$Q_c = (Q_w + Q_R) / 2 \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- Q_c ——风冷冷水式制冷循环系统水侧换热量，单位：瓦（W）；
- Q_r ——水箱耗散热量，单位：瓦（W）；
- Q_w ——微通道冷凝器水侧换热量，单位：瓦（W）；
- Q_R ——微通道冷凝器冷媒侧换热量，单位：瓦（W）；
- Q_c ——微通道冷凝器换热量，单位：瓦（W）；
- C_{pa} ——水的比热，单位：焦耳每千克开（J/kg·K）；
- T_1 ——风冷冷水式制冷循环系统进水温度，单位：摄氏度（℃）；
- T_2 ——风冷冷水式制冷循环系统出水温度，单位：摄氏度（℃）；
- V_w ——水的比容，单位：立方米每千克（m³/kg）；
- G_w ——风冷冷水式制冷循环系统水的流量，单位：立方米每秒（m³/s）；
- X ——制冷剂与制冷剂-油混合物的重量比；
- V_r ——制冷剂-油混合物的流量，单位：立方米每秒（m³/s）；
- ρ ——制冷剂密度，单位千克每立方米（kg / m³）；
- $h_{1,2}$ ——离开微通道冷凝器的制冷剂的焓，单位：焦耳每千克（J/kg）；
- $h_{1,1}$ ——进入微通道冷凝器的制冷剂的焓，单位：焦耳每千克（J/kg）。

B.2 换热面积

微通道冷凝器换热面积按照微通道扁管与水箱内胆接触面积计算，即为： A_{tube}

注： A_{tube} 表示微通道扁管与水箱内胆接触面积，单位：m²；

B.3 试验报告

微通道冷凝器性能试验报告至少应提供下列数据：

- a) 型号；
- b) 使用制冷剂种类；
- c) 进入微通道冷凝器的制冷剂的温度（℃），压力（MPa）；
- d) 离开微通道冷凝器的制冷剂的温度（℃），压力（MPa）；
- e) 换热量（kW）；
- f) 水侧换热量（kW）；
- g) 制冷剂侧换热量（kW）；
- h) 制冷剂侧压力损失（kPa）；
- i) 试验室的大气压力（Pa）。