

ICS xx. xxx

J xx



# 中国制冷空调工业协会标准

T/CRAAS XXX—20XX

---

## 制冷空调用变频器芯片模块液冷板

Liquid Cooling Plate for Chip of Inverter in

Refrigerator and Air Conditioner

(征求意见稿)

20XX-XX-XX发布

20XX-XX-XX实施

---

中国制冷空调工业协会 发布

## 重要声明

## 安全建议

本协会竭力推荐制冷空调产品或系统的设计、制造、安装、维修及保养执行国家认可的安全规范和标准。

作为行业协会，中国制冷空调工业协会力求在制定本协会标准时，采用当前的技术工艺水平和成熟有效的实践经验。但是，中国制冷空调工业协会不保证按照这些标准进行的任何实践无害或没有风险。

## 目 次

|                     |  |
|---------------------|--|
| 前 言 .....           |  |
| 引 言 .....           |  |
| 1 范围 .....          |  |
| 2 规范性引用文件 .....     |  |
| 3 术语和定义 .....       |  |
| 4 分类和型号 .....       |  |
| 5 技术要求 .....        |  |
| 6 试验方法 .....        |  |
| 7 检验规则 .....        |  |
| 8 标志、包装、运输和贮存 ..... |  |
| 附录 A（资料性） .....     |  |
| 附录 B（规范性） .....     |  |

## 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。

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专利的责任。

本文件是首次制定。

本文件由中国制冷空调工业协会提出并归口。

本文件主要起草单位：宁波市哈雷换热设备有限公司、广东美的暖通设备有限公司。

本文件参加起草单位：上海冷冻空调行业协会、青岛海尔空调电子有限公司、珠海格力电器股份有限公司、浙江英特科技股份有限公司、广东芬尼克兹节能设备有限公司、浙江中广电器集团股份有限公司、苏州舒瑞普科技有限公司、上海辛盾自动化科技有限公司。

本文件主要起草人：陈挺辉、王波海、颜爱斌。

本文件参加起草人：刘金平、李红旗、邵乃宇、韩晓红、刘圣春、黎辉玲、孙盼盼、于志浩、林爱格、吕辰、凌嫦、凌拥军、曹平、杨松、高钰、刘璐璐。

本文件于 XXX 年 XXX 月 XXX 日通过中国制冷空调工业协会技术委员会审查。

本文件于 XXX 年 XXX 月 XXX 日经中国制冷空调工业协会会长审核批准。

本文件由中国制冷空调工业协会标准法规与技术服务部负责解释。

## 引 言

本文件为规范制冷空调用变频器芯片模块液冷板的设计、制造、性能测试、使用提供了依据。

本文件在制定过程中，编制组开展了相关专题研讨，在总结国内制冷空调用变频器芯片模块液冷板制造相对成熟经验的基础上，吸收近年来众多有代表性专业企业实践成果，并以多种方式广泛征求了全国各有关单位和行业专家的意见，最终形成本文件。

本文件在实施过程中，希望各单位注意总结经验、积累资料，如发现需要修改和补充之处，请随时将有关意见和建议反馈给中国制冷空调工业协会，以便今后修订时参考。

# 制冷空调用变频器芯片模块液冷板

## 1 范围

本文件规定了制冷空调用变频器芯片模块液冷板（以下简称液冷板）的术语和定义、分类和型号、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于采用制冷空调设备的液态制冷剂冷却变频器芯片模块的液冷板，其他类似液冷板参照使用。

## 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 2894 安全标志及其使用导则

GB 3190 铝及铝合金加工产品的化学成分

GB 3880 铝及铝合金板材

GB 25131 蒸气压缩循环冷水（热泵）机组 安全要求

GB/T 1958 产品几何技术规范(GPS) 几何公差 检测与验证

GB/T 7778 制冷剂编号方法和安全性分类

GB/T 9237 制冷系统及热泵 安全与环境要求

GB/T 12993 电子设备热性能评定

GB/T 13306 标牌

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 17791 空调与制冷设备用铜及铜合金无缝管

GB/T 18517 制冷术语

JB/T 7249 制冷与空调设备 术语

JB/T 8701 制冷用板式换热器

NB/T 47012 制冷装置用压力容器

### 3 术语和定义

GB/T 7778、GB/T 18517 和 JB/T 7249 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### **液冷板 liquid cooling plate**

一种以来自冷凝器的过冷液态制冷剂为冷却介质，通过制冷剂通道内的强迫对流换热吸收变频器芯片模块的热量，使其温度维持在要求范围内的换热部件。

#### 3.2

##### **名义冷却功率 nominal cooling capacity**

名义工况下，液冷板单位时间内从变频器芯片模块吸收的热量。

注：单位为瓦，（W）。

#### 3.3

##### **名义冷却热流密度 nominal cooling heat flux**

名义工况下，液冷板单位表面积的冷却能力。

注：单位为瓦每平方米，（W/cm<sup>2</sup>）。

#### 3.4

##### **名义制冷剂流量 nominal flow rate of refrigerant**

名义工况下，液冷板名义冷却功率对应的制冷剂质量流量。

注：单位为千克每秒，（kg/s）。

#### 3.5

##### **界面温度 interface temperature**

与液冷板接触的热源的表面温度。

注：单位为摄氏度（℃）。

#### 3.6

##### **最大换热温差 Max. temperature difference**

液冷板在名义工况、名义热流密度、名义制冷剂流量时、界面温度的最高值与液冷板进口制冷剂温度之差。

注：单位为摄氏度，（℃）。

#### 3.7

##### **流动阻力 flow resistance**

液冷板在名义工况、名义冷却功率时，制冷剂流过液冷板时的压降。

注：单位为千帕，（kPa）。

## 3.8

**热阻 thermal resistance**

液冷板在名义换热功率时，传热温差与产生该温差的冷却功率之比。

注：单位为摄氏度每瓦，（ $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ）。

## 3.9

**单位热阻 unit thermal resistance**

传热温差与产生该温差的冷却热流密度之比。

注：单位为摄氏度平方米每瓦，（ $^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{W}$ ）。

## 4 分类和型号

### 4.1 分类

按材料构成和加工方式分为：

a) 不锈钢一体钎焊

由冲压成型的两片或多片不锈钢板片，采用钎焊或激光焊接成型、形成制冷剂通道和与芯片模块配合的接触面。

b) 铝合金一体钎焊

由铝合金制造的、形成制冷剂通道和与芯片模块配合的接触面。

c) 铝板-铜管(胀管)

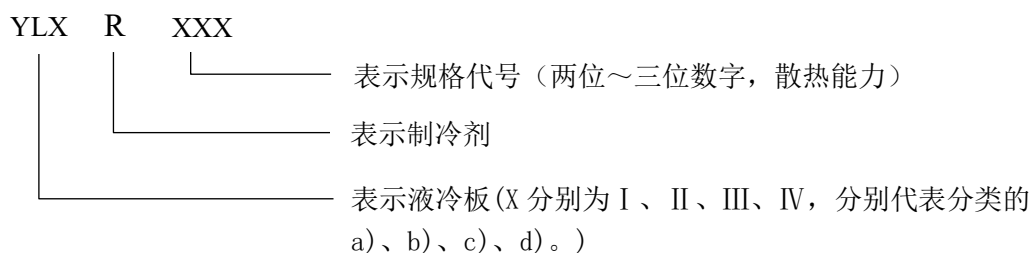
是在铝板沿制冷剂流动方向钻孔，将铜管插入孔中，再用胀管机械扩张铜管使其与铝板紧密接触，减少接触热阻。

d) 铝板-铜管(埋管)

是在铝板加工出沟槽后将铜管嵌入，再使用环氧树脂粘接或者通过锡焊将二者固定。

### 4.2 型号命名

液冷板的型号由如下部分组成：



## 5 技术要求

### 5.1 名义工况

见表1。

表1 芯片模块液冷板名义工况

| 项目         | 名义工况 °C |
|------------|---------|
| 环境温度       | 25±5    |
| 制冷剂进液冷板前温度 | 28±5    |
| 制冷剂进液冷板过冷度 | 2       |

### 5.2 外观

液冷板表面应无明显压伤、刮伤、无毛刺、锐边、无油污。

### 5.3 平面度

液冷板与芯片模块的接触面的平面度应符合表2的要求。

表2 液冷板平面度

| 标定长度 (mm) | 平面度 (mm) |
|-----------|----------|
| 200       | 0.2      |

### 5.4 耐压

按7.3进行耐压试验后，各管路部件及连接处应无明显变形或失效。

### 5.5 密封性

按7.4进行试验时，液冷板的泄漏率应不大于 $1.0 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。密封性试验应在耐压试验合格后进行。

### 5.6 换热能力

按附录A进行试验，实测换热能力应不小于明示值的95%。

### 5.7 最大换热温差

按附录A进行试验，最大换热温差与明示值的差应不大于5 °C，且不大于25 °C。

### 5.8 热阻

按附录A进行试验，热阻应不大于明示值的105%，且不大于0.065 °C/W。

### 5.9 单位热阻

按附录A进行试验，单位热阻应不大于明示值的105%，且不大于9.5 (cm<sup>2</sup>·°C)/W。

### 5.10 流动阻力

按附录B进行试验，流动阻力应不大于明示值的110%。

### 5.11 爆破压力

爆破压力应满足应满足公式（1）的计算结果。

$$P_b \geq \frac{3P [\sigma]}{[\sigma]^t} \quad (1)$$

式中：

$P_b$ —爆破压力；

$P$ —设计压力，单位为兆帕（MPa）；

$[\sigma]$ —材料在试验温度下的许用应力，单位为兆帕（MPa）；

$[\sigma]^t$ —材料在设计温度下的许用应力，单位为兆帕（MPa）。

### 5.12 抗疲劳强度

5.12.1 抗疲劳强度试验应在爆破压力合格后进行；

5.12.2 当爆破压力小于设计压力的5倍时应进行抗疲劳强度试验；

5.12.3 液冷板抗疲劳强度试验后应无泄漏、同时与变频器芯片模块接触的表面应无明显形变。

### 5.13 内表面清洁度

内表面残留物限值应符合 GB/T 17791 中清洁度要求；

## 6 试验方法

### 6.1 外观

视检。

### 6.2 平面度

按 GB/T 1958 中附录 B 的规定检验。

### 6.3 耐压

液冷板制冷剂通道进行1.25倍设计压力的液压试验或者1.10倍设计压力的气压试验，保压10min以上。

### 6.4 密封性

按 NB/T 47012 规定的试验方法进行。

### 6.5 爆破压力

液冷板通道进口连接爆破压力试验设备，将气体排净后关闭出口。调节爆破压力试验设备压力至0.5MPa保压3min，按0.02MPa/s速率逐渐升高压力，每升高1.0MPa均需保压3min，直至换热器泄漏，记录泄漏前爆破压力试验设备的最高压力。

### 6.6 抗疲劳强度

a) 作为爆破压力的一个替代，液冷板可以采用抗疲劳强度和爆破压力相结合的试验方法；

- b) 抗疲劳强度试验方法：将三个试件和压力驱动源连接在一起，并充满试验流体。试验压力以制造商要求的速率在上限值和下限值之间周期循环地升高和降低；
- c) 抗疲劳强度试验应选定高压侧依次按以下三种压力循环进行：
- 1) 首次压力循环的上限值为设计压力；
  - 2) 中间压力循环的上限值不应低于设计压力的0.7倍；试验压力的下限值不应高于设计压力的0.2倍；对单一热泵机组用液冷板，中间压力循环的上限值不应低于设计压力的0.9倍；
  - 3) 末次压力循环的上限值为设计压力的1.4倍；对单一热泵机组用液冷板，末次压力循环的上限值为设计压力的1.8倍。
- d) 三种压力循环的总循环次数不低于250000次。
- e) 在完成上述抗疲劳强度试验的基础上再进行压力值为设计压力2倍的强度试验。
- f) 在抗疲劳强度试验和e)规定的强度试验后，三个试件均不应发生破损、爆裂或者泄漏。

## 6.7 内表面清洁度

按GB/T 17791规定的试验方法进行。

# 7 检验规则

## 7.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。

## 7.2 出厂检验

7.2.1 全检项目按表4执行。产品的检验项目全部符合要求时，判定为合格。

7.2.2 抽样检验项目的抽样方案应符合GB/T 2828.1的规定，可采用正常检查一次抽样方案，检查批次为月（或日）产量或一次定货批量（台）。

7.2.3 检验项目全部合格判定该批次产品合格；当存在不合格项目时，该批次应对不合格项目100%检验，剔除不合格产品后，按7.2.2的规定再次抽样检验。

## 7.3 型式检验

### 7.3.1 检验条件

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品鉴定定型；
- b) 投入批量生产之前或转厂生产；
- c) 正式生产后，产品在材料、工艺、结构等方面有较大改变可能影响产品性能；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异；
- e) 停产1年以上恢复生产。

7.3.2 检验项目

按表3执行。

7.3.3 判定规则

检验项目全部符合要求时，判定为合格。

7.3.4 检验项目及不合格分类

检验项目及不合格分类见表3。

表 3 检验项目及不合格分类

| 序号                                | 名称     | 出厂检验 |      | 型式检验 | 技术要求 | 试验方法 | 类别 |
|-----------------------------------|--------|------|------|------|------|------|----|
|                                   |        | 全检   | 抽样检验 |      |      |      |    |
| 1                                 | 外观     | √    | —    | √    | 5.2  | 6.1  | A  |
| 2                                 | 平面度    | —    | √    | √    | 5.3  | 6.2  | B  |
| 3                                 | 耐压试验   | —    | √    | √    | 5.4  | 6.3  | A  |
| 4                                 | 密封性    | √    | √    | √    | 5.5  | 6.4  | A  |
| 5                                 | 换热能力   | —    | √    | √    | 5.6  | 附录 A | B  |
| 6                                 | 最大换热温差 | —    | √    | √    | 5.7  | 附录 A | B  |
| 7                                 | 流动阻力   | —    | √    | √    | 5.10 | 附录 B | B  |
| 8                                 | 爆破压力   | —    | √    | √    | 5.11 | 6.5  | A  |
| 9                                 | 抗疲劳强度  | —    | √    | √    | 5.12 | 6.6  | A  |
| 10                                | 内表面清洁度 | —    | √    | √    | 5.13 | 6.7  | B  |
| 注1：不合格分类中A类为涉及安全项目；B类为不涉及安全的其它项目。 |        |      |      |      |      |      |    |
| 注 2：“√”为需要检验项目；“—”为不需要检项目。        |        |      |      |      |      |      |    |

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 液冷板应在明显部位设置标识，标志应符合 GB/T 13306 的规定。

8.1.2 液冷板相关部位上应设有指示运行状态的标志（如制冷剂进出口及制冷剂流动方向等）。

8.2 包装

8.2.1 液冷板在包装前应进行清洁处理，各部件应洁净、干燥。

8.2.2 包装内应附随机文件，随机文件包括产品合格证、产品说明书和装箱单等，其中：

产品合格证的内容包括：

——检验结论；

——检验员签章及日期。

产品说明书的内容应包括：

——产品型号和名称、工作原理、主要技术参数；

——安装说明和要求；

——使用说明和注意事项。

8.2.3 液冷板应采取防尘措施。

### 8.3 运输和贮存

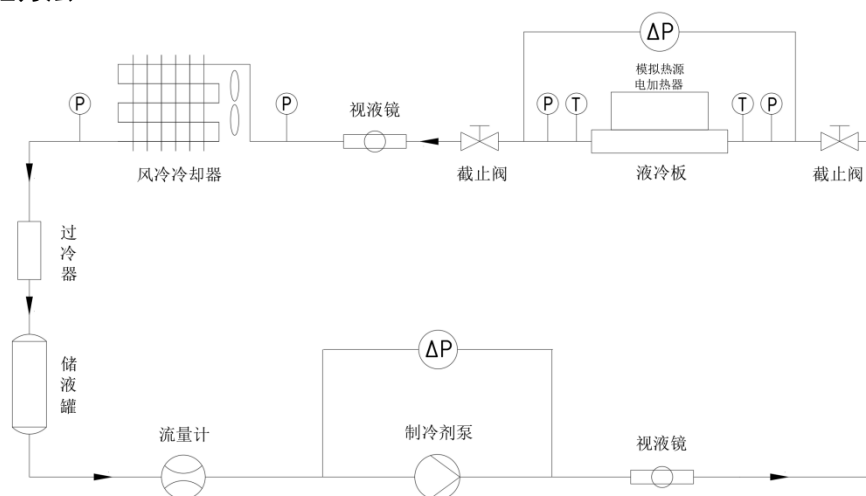
8.3.1 液冷板在运输和贮存过程中不应被碰撞或遭受雨雪淋袭。

8.3.2 产品应贮存在干燥且通风良好的场所中。

## 附录 A

### (资料性)

#### A.1 换热功率试验方法



图A-1测试系统原理图

测试系统原理图见图 A-1，采用多块电加热的铝合金块作为模拟热源。

实验时在各模拟热源上放置有隔热棉，同时在模拟热源上以及液冷板下均设置多层隔热电木，以降低热对流以及夹具导热对实验结果的影响。

#### A.2 芯片模块液冷板换热性能和阻力性能计算

##### A.2.1 模拟热源加热量

各模拟热源加热量测试值之和，用式(A-1)计算。

$$Q_{elt} = \sum_{i=1}^{i=3} Q_{eli} \quad (\text{A-1})$$

##### A.2.2 热流密度

各模拟热源加热量总和与各模拟热源铝块与芯片模块液冷板接触面积之和的商：

实验中每个模拟热源有三个测点，可分别计算求平均值以减小误差，用式(A-2)计算。

$$q_m = \frac{Q_{el}}{F_1 + F_2 + F_3} \quad (\text{A-2})$$

##### A.2.3 界面温度

第 i 块模拟热源根据三个热电偶测得的温度（ $t_{1i}$ 、 $t_{2i}$ 、 $t_{3i}$ ），即可推算出界面温度 $t_{4i}$ ，用式（A-3）计算。

$$t_{4i} = t_{1i} - 3t_{2i} + 3t_{3i} \quad (\text{A-3})$$

界面温度平均值，用式（A-4）计算：

$$t_{pm} = \sum_{i=1}^m t_{4i} / m \quad (\text{A-4})$$

##### A.2.4 芯片模块液冷板内制冷剂平均温度

芯片模块液冷板进口制冷剂温度，用式(A-5)： $t_{r1}$

芯片模块液冷板出口制冷剂温度：  $t_{r2}$

芯片模块液冷板内制冷剂平均温度：

$$t_{rm} = (t_{r1} + t_{r2}) / 2 \quad (\text{A-5})$$

#### A. 2. 5 制冷剂饱和温度

制冷剂压力：  $p_r$

制冷剂饱和温度：  $t_{rs} = f(p_r)$  (A-6)

根据制冷剂物性数据由制冷剂压力得出制冷剂饱和温度。

#### A. 2. 6 平均换热温差

按式 (A-7) 计算：

$$\Delta t_m = t_{pm} - t_{rm} \quad (\text{A-7})$$

#### A. 2. 8 最大换热温差

按式 (A-8) 计算：

$$\Delta t_{max} = t_{pmax} - t_{rm} \quad (\text{A-8})$$

#### A. 2. 9 热阻

按式 (A-9) 计算：

$$R = \frac{\Delta t_m}{Q_{elt}} \quad (\text{A-9})$$

#### A. 2. 10 单位热阻

按式 (A-10) 计算：

$$R = \frac{\Delta t_m}{Q_{elt} / F} \quad (\text{A-10})$$

$F$ ——液冷板面积， $\text{cm}^2$ ；

## 附录 B

### （规范性）

#### 流动阻力、温度和流量的测量方法

##### B.1 流动阻力和温度测量装置

###### B.1.1 测量仪表

B.1.1.1 流量温度压力测量仪表的准确度等级应符合表 B.1 的规定。

表 B.1 仪器仪表的型式及准确度等级

| 类 别       | 型 式         | 最大允许误差/准确度等级              |
|-----------|-------------|---------------------------|
| 温度测量仪表    | 热电偶         | $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ |
| 流量测量仪表    | 记录式、指示式、积算式 | 1.0 级                     |
| 制冷剂压力测量仪表 | 压力表、变送器     | 0.5 级                     |

B.1.1.2 测定用的流量温度压力等测量仪表，均应按有关规定检定，并在检定的有效期内使用。

###### B.1.2 温度测量

测量元件的感温点应用铝箔紧贴于管外壁，并用保温材料保温，以避免漏热影响试验结果。

###### B.1.3 压力测量

压力测点应位于一段等直径的直管段的中部，这个直径等于蒸发器接管直径并且距蒸发器的距离不小于 10 倍接管直径，在这段长度应没有任何扰动件，静压测管应与管壁面垂直。

###### B.1.4 流量测量

B.1.4.1 制冷剂流量计应按图 B.1 进行连接，流量计前、后直管段应分别不小于 5 倍和 3 倍管径，连接处的密封件不应伸入流束中。

B.1.4.2 测定制冷剂流量时如果使用体积流量计，制冷剂应过冷。

B.1.4.3 若采用电磁流量计来测量制冷剂液体流量，流量计的安装位置不应有强电磁场干扰，并保证流量计外壳、管道按照规定做好接地措施。

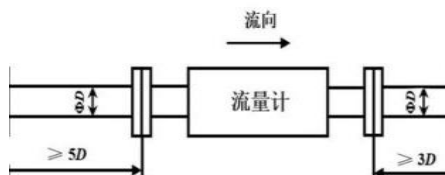


图 B.1 流量计连接示意图

标引序号说明：D——管路的公称直径。

## 《制冷空调用变频器芯片模块液冷板》

## 编制说明

### 1 工作简况

#### 1.1 任务来源

随着芯片模块的发热量急剧增大，传统的自然对流和强迫对流风冷冷却技术已逐渐难以满足高功率芯片模块的散热需求。

利用冷凝器出口的液态制冷剂吸收变频器散发的热量，液冷板产品成为制冷空调行业越来越广泛采用的优选方案。目前生产此类液冷板产品的企业有宁波市哈雷换热设备有限公司、浙江英特科技股份有限公司等。当前年产销量已达百万套，产值近亿元。

目前尚缺乏此类液冷板产品标准，急需制定。

#### 1.2 参编单位

宁波市哈雷换热设备有限公司、浙江英特科技股份有限公司。

#### 1.3 主要工作过程

协会批复意见下达后，在协会指导下，成立了标准编制小组，主要由协会领导、企业领导和编制组员组成。目前召开了 1 次标准编制工作会议，逐步明确了编制工作的指导思想、编制大纲、编制工作方式和工作进度等原则问题。在编制工作进程中，及时交流编制工作情况。总体工作进展情况如下：制定编制大纲；编制组员按照大纲要求完成标准草稿；收集各同行和专家修改意见后形成汇总草稿；标准编制组再次征求同行和专家意见修改汇总草稿后，完成标准征求意见稿及相应编制说明。

2025 年 10 月 22 日：成立规范编制小组；

2025 年 10 月 27 日：完成项目建议书和标准初稿，提交至中国制冷空调工业协会；

2025 年 10 月 30 日：标准制立项已通过中国冷协秘书长办公会审核；

2025 年 11 月 3 日：公示标准初稿收集同行和专家的意见和建议；

2025 年 11 月 19 日：首次召开标准起草工作会议；

2025 年 12 月：标准编制小组完成标准征求意见稿编制，将标准征求意见稿和编制说明提交至中国制冷空调工业协会。

## 2 编制原则

原则性：根据《中华人民共和国标准法》、《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》GB/T 1.1—2020 进行编制。

适应性：从客户的实际需求出发，提供了制冷空调用变频器芯片模块液冷板传热能力的评判性依据，可以引导行业继续进行技术革新，推进产品的迭代升级，可推动整个行业的健康发展。

先进性：反映最新科研发展趋势，规定了制冷空调用变频器芯片模块液冷板传热性能的试验方法、评价指标、计算程序等相关要求，有助于制冷空调用变频器芯片模块液冷板节能技术的推广应用。

## 3 主要内容说明

本文件规定了范围、规范性引用文件、术语和定义、分类和型号、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等内容。

### 1) 范围

主要阐明本标准适用范围。

### 2) 规范性引用文件

给出标准条文中提及的相关标准名称与编号。

### 3) 术语与定义

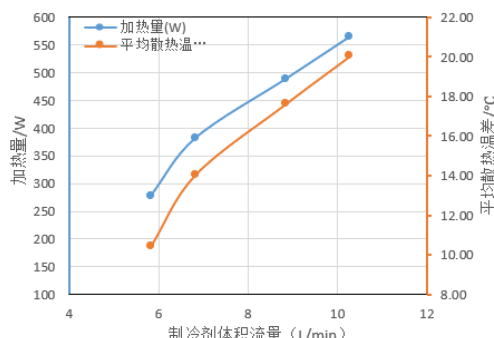
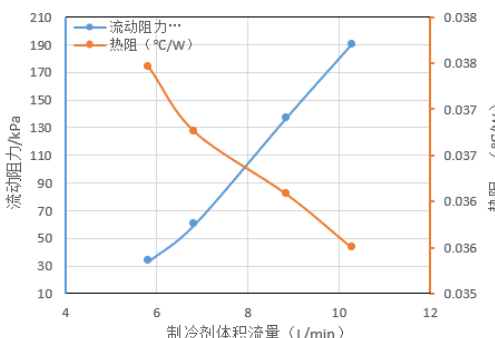
给出与本规范内容相关的术语与定义。一般通用性术语与定义不列入。

### 4) 技术要求

给出主要技术参数的评价指标，根据对我司产品的测试结果确定的。

#### 4.1) 测试结果见表 1

表 1

|                                                                                     |                 |                          |                                                                                      |         |                    |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------|-----------------|
| Hrale®哈雷                                                                            |                 | 芯片模块液冷板性能测试报告            |                                                                                      |         |                    |                 |
| 产品名称                                                                                |                 | 芯片模块液冷板                  |                                                                                      | 宽(W)    | 7.5                | cm              |
| 产品型号                                                                                |                 | R28-04                   |                                                                                      | 长(L)    | 29.2               | cm              |
| 编号                                                                                  |                 | 02                       |                                                                                      | 散热面积    | 219.00             | cm <sup>2</sup> |
| 生产厂家                                                                                |                 | 哈雷                       |                                                                                      | 加热块长    | 5.2                | cm              |
| 设计压力                                                                                |                 | 4.5                      | MPa                                                                                  | 加热块宽    | 3                  | cm              |
| 重量                                                                                  |                 | 0.5                      | kg                                                                                   | 加热块数量   | 3                  |                 |
| 环境温度                                                                                |                 | 23.05775                 | °C                                                                                   | 加热块面积   | 46.8               | cm <sup>2</sup> |
| 制冷剂R410a充灌量                                                                         |                 | 4.2                      | kg                                                                                   | 热电偶间距   | 20                 | mm              |
| 试验编号                                                                                |                 | ‘2025102301              |                                                                                      | 试验员     | 夏余颖                |                 |
| 开始时间                                                                                |                 | 2025. 10. 23 8:00        |                                                                                      | 结束时间    | 2025. 10. 23 11:00 |                 |
| 序号 名称                                                                               |                 | 单位                       | NO.1                                                                                 | NO.2    | NO.3               | NO.4            |
| 1                                                                                   | 加热功率            | W                        | 277.837                                                                              | 381.991 | 488.269            | 564.3           |
| 2                                                                                   | 1#加热块最高温度       | °C                       | 44.639                                                                               | 52.543  | 60.288             | 65.5            |
| 3                                                                                   | 1#加热块最低温度       | °C                       | 38.395                                                                               | 43.786  | 49.02              | 52.6            |
| 4                                                                                   | 1#加热块接触面温度      | °C                       | 35.262                                                                               | 39.433  | 43.302             | 46.1            |
| 5                                                                                   | 2#加热块最高温度       | °C                       | 45.783                                                                               | 54.319  | 62.885             | 68.7            |
| 6                                                                                   | 2#加热块最低温度       | °C                       | 39.707                                                                               | 45.845  | 51.972             | 56.2            |
| 7                                                                                   | 2#加热块接触面温度      | °C                       | 36.669                                                                               | 41.608  | 46.516             | 49.9            |
| 8                                                                                   | 3#加热块最高温度       | °C                       | 43.764                                                                               | 51.647  | 59.656             | 65.2            |
| 9                                                                                   | 3#加热块最低温度       | °C                       | 41.47                                                                                | 48.47   | 55.591             | 60.6            |
| 10                                                                                  | 3#加热块接触面温度      | °C                       | 35.469                                                                               | 39.997  | 44.765             | 48.1            |
| 11                                                                                  | 制冷剂平均温度         | °C                       | 25.394                                                                               | 26.31   | 27.245             | 28.03           |
| 12                                                                                  | 制冷剂流量           | L/min                    | 5.829                                                                                | 6.83    | 8.849              | 10.282          |
| 13                                                                                  | 流动阻力            | kPa                      | 33.41                                                                                | 59.903  | 137.13             | 190.33          |
| 14                                                                                  | 加热块接触面温度(平均值)   | °C                       | 35.80                                                                                | 40.35   | 44.86              | 48.06           |
| 15                                                                                  | 加热块接触面温度(最高值)   | °C                       | 36.67                                                                                | 41.61   | 46.52              | 49.94           |
| 16                                                                                  | 热流密度(以液冷板散热面积计) | W/ cm <sup>2</sup>       | 1.27                                                                                 | 1.74    | 2.23               | 2.58            |
| 17                                                                                  | 热流密度(以加热块面积计)   | W/ cm <sup>2</sup>       | 5.94                                                                                 | 8.16    | 10.43              | 12.06           |
| 18                                                                                  | 平均散热温差          | °C                       | 10.41                                                                                | 14.04   | 17.62              | 20.03           |
| 19                                                                                  | 最大散热温差          | °C                       | 11.28                                                                                | 15.30   | 19.27              | 21.91           |
| 20                                                                                  | 热阻              | °C/W                     | 0.037                                                                                | 0.037   | 0.036              | 0.035           |
| 21                                                                                  | 单位面积热阻          | °C/ (W/cm <sup>2</sup> ) | 8.20                                                                                 | 8.05    | 7.90               | 7.77            |
| 22                                                                                  | 加热块导热系数         | W/ m. °C                 | 243.7                                                                                | 240.0   | 238.5              | 240.6           |
| 23                                                                                  | 加热块导热系数偏差       |                          |                                                                                      | 1.29%   |                    |                 |
| 执行标准: HL3-YF086 芯片模块液冷板性能测试方法                                                       |                 |                          |                                                                                      |         |                    |                 |
| 试验:                                                                                 |                 |                          | 审核:                                                                                  |         | 批准:                |                 |
|  |                 |                          |  |         |                    |                 |

4.2) 液冷板换热量与空调机的能力计算参考表 2。

表 2

|            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 机型 (HP)    | 5    | 6    | 8    | 10   | 12   | 15   | 18   | 25   | 28   |
| 变频器转换效率    | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 |
| 变频器散热量 (W) | 184  | 221  | 294  | 368  | 441  | 551  | 662  | 919  | 1029 |
| 冷凝温度 (°C)  | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   |
| 过冷温度 (°C)  | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   | 40   |

|                            |        |        |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 制冷剂循环质量流量<br>(kg/s)        | 0.0709 | 0.0851 | 0.114 | 0.142 | 0.170 | 0.213 | 0.255 | 0.356 | 0.398 |
| 制冷剂密度 (kg/m <sup>3</sup> ) | 994.07 |        |       |       |       |       |       |       |       |
| 制冷剂体积流量<br>(L/min)         | 4.3    | 5.1    | 6.8   | 8.6   | 10.3  | 12.8  | 15.4  | 21.5  | 24.0  |

#### 5) 试验方法

给出主要技术参数的评价指标的试验方法

#### 6) 检验规则

给出包括出厂检验、型式检验的检验项目 and 不合格分类。

#### 7) 附录

### 4 与国际或国外标准水平对比情况

国内外目前还没有关于制冷空调用变频器芯片模块液冷板的标准，因此不做标准水平对比。

### 5 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准在编制中遵循现行法律、法规和强制性国家标准，不存在相互冲突条款。

### 6 参考文献

本标准的规范性引用文件如下：

GB/T 15428 -1998 电子设备用液冷板设计导则

GB 3190 铝及铝合金加工产品的化学成分

GB 3880 铝及铝合金板材

GB/T 12993 电子设备热性能评定

GB2894—2008 安全标志及其使用导则

GB/T 9237 制冷系统及热泵 安全与环境要求

GB/T 13306 标牌

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB 25131—2010 蒸气压缩循环冷水（热泵）机组 安全要求

GB/T 18517 制冷术语

GB/T 7778 制冷剂编号方法和安全性分类

JB/T 7249 制冷与空调设备 术语

NB/T 47012-2020 制冷装置用压力容器

《制冷空调用变频器芯片模块液冷板》编制组

2026 年 5 月