



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX — 201X

制冷空调用板式热交换器换热效率评价方法

The evaluation criterion for heat transfer efficiency of plate heat
exchangers of refrigeration and air-conditioning systems

(征求意见稿)

201X-XX-XX 颁布

201X-XX-XX 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前 言.....2

1 范围.....3

2 规范性引用文件.....3

3 术语.....3

4 评价指标.....3

5 试验方法与要求.....4

6 标注.....6

附录 A.....7

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由国家发展和改革委员会环境和资源综合利用司、国家标准化管理委员会工交部提出。

本标准由全国能源基础与管理标准化技术委员会节能技术与信息分会(SAC/TC 20/ SC 8)和全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）归口。

本标准为首次颁布。

本标准负责起草单位：

本标准主要起草人：

制冷空调用板式热交换器换热效率评价方法

1 范围

本标准规定了制冷和空调用板式热交换器换热效率的评定指标、试验方法、测试工况、标注等。

本标准适用于设计压力不大于5.0MPa的板式热交换器（以下简称换热器）。

其它类似换热器和采用CO₂为制冷剂的制冷和空调用板式热交换器可参照执行。

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 16409-1996 板式换热器

QB 1009-1990 食品工业用板式换热器

JB/T 8701-1998 制冷用板式换热器

JB/T 10379-2002 换热器热工性能和流体阻力特性通用测定方法

3 术语

GB/T 16409及JB/T 8701确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 换热量 heat transfer capacity

换热器在规定的额定工况下运行时，单位时间内流体在换热器中得到或放出的热量，单位为瓦(W)。

3.2 热流体侧流动压降 pressure drop on hot side

换热器在规定的额定工况下运行时，热流体流过换热器的压力损失，单位为帕斯卡 (Pa)。

3.3 冷流体侧流动压降 pressure drop on cold side

换热器在规定的额定工况下运行时，冷流体流过换热器的压力损失，单位为帕斯卡 (Pa)。

3.4 火用效率 exergy efficiency

热流体和冷流体在换热器中的有效输出火用与输入火用之比，单位为瓦每瓦 (W/W)。

4 评价指标

换热器的换热效率采用火用效率进行评价。

4.1 火用效率的定义

火用效率=输出火用/输入火用。根据流体火用的定义，换热器的火用效率按照下式计算：

$$\eta = \frac{\Delta E_2}{-\Delta E_1} \times 100\% = \frac{q_{mc}(h_3 - h_4) - q_{mc}T_0(s_3 - s_4)}{q_{mh}(h_2 - h_1) - q_{mh}T_0(s_2 - s_1)} \times 100\% \quad (4-1)$$

式中

$\Delta E_1, \Delta E_2$ — 分别为输出火用的流体和输入火用的流体的火用变化量，单位为焦耳 (J)；

q_{mh}, q_{mc} — 分别为输出火用的流体和输入火用的流体的质量流量, 单位为千克每秒 (kg/s);

h_1, h_2 — 分别为输出火用的流体进、出口的比焓, 单位为焦耳每千克 (J/kg);

h_3, h_4 — 分别为输入火用的流体进、出口的比焓, 单位为焦耳每千克 (J/kg);

s_1, s_2 — 分别为输出火用的流体进、出口的比熵, 单位为焦耳每千克每度 ($\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$);

s_3, s_4 — 分别为输入火用的流体进、出口的比熵, 单位为焦耳每千克每度 ($\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$);

t_{h1}, t_{h2} 和 t_{c1}, t_{c2} — 分别为输出火用的流体和输入火用的流体进、出口温度, 单位为度 (K);

T_0 — 标准环境温度, 取为 293.15, 单位为开 (K)。

4.2 火用效率的测量和计算

火用效率按照第5章和附录A规定的方法测量和计算。

5 试验方法与要求

5.1 基本要求

- 5.1.1 试验时换热器两侧流体均应为实际流体。
- 5.1.2 被测换热器外表面应包覆绝热层, 因换热器外表面与外界空气换热导致的冷、热流体的换热量的误差不得大于 3%。
- 5.1.3 试验时两侧流体的流量应为换热器的标称流量。

5.2 试验装置

5.2.1 制冷用换热器试验装置

制冷用换热器的试验装置按照JB8701-1998附录D的要求制作, 制冷系统的制冷剂和载冷剂均应采用实际流体, 必要时应对试验装置进行改造。

5.2.2 无相变液体-液体非制冷剂换热器试验装置

无相变液体-液体非制冷剂用换热器试验装置按照GB/T 16409-1996的要求制作, 换热器两侧流体均采用实际流体, 必要时应对试验装置进行改造。

5.2.3 其它用途换热器

其它用途换热器的试验装置可参照JB/T 10379-2002有关规定执行, 也可自行设计加工。但应满足以下要求。

- a) 换热器两侧流体均应为实际流体;
- b) 换热器两侧流体的进、出口状态均应满足本标准的要求。在本标准无规定时, 应与实际状态相符并在标注时明确说明;
- c) 换热器两侧流体的质量流量应与实际状态相符。

5.2.4 大型换热器

对于不宜使用试验装置进行测试的大型换热器，允许采用现场测试的方法进行测试。但必须可以保证换热器两侧流体的进、出口状态稳定，且在标注时明确说明试验工况。

5.3 测量仪表及测试要求

5.3.1 测量仪表

5.3.1.1 流量、温度、压力测量仪表的精度应符合表 1 的规定。

表 1 仪表精度要求

项目	流量	温度	压力	压力差
精度	±0.5%（液体） 2.0%（气体）	±0.1℃	±0.25（%）	±0.25%

5.3.1.2 仪表标/检定

测定用的流量、温度、压力等测量仪表均应按有关规定送法定计量机构检定，并在检定的有效期内使用。

5.3.2 测试要求

其它试验要求参照JB8701-1998附录D、GB/T 16409-1996和JB/T 10379-2002有关规定执行。

5.3.3 测试精度

换热器两侧换热量测量计算误差不得大于3%。

5.4 试验工况

5.4.1 制冷用换热器测试工况

5.4.1.1 换热器用作蒸发器时，工况定义如表 1 所示。

表 1 蒸发器工况

用途	蒸发温度	冷水进口温度	冷水温差	膨胀阀前温度	过热度	$\Delta t_1 / \Delta t_L$	油含量
空调用	3℃	12℃	5℃	32℃（水冷冷凝） 43℃（风冷冷凝）	3-5℃	≤0.6	≤1%
制冷用	-	-	-	-	-	-	-

5.4.1.2 换热器用作冷凝器时，工况定义如表 2 所示。

表 2 冷凝器工况

	冷凝温度	冷却水进口温度	冷却水温差	入口过热蒸汽温度	过冷度	$\Delta t_1 / \Delta t_L$	油含量
空调用	50℃	30℃	5℃		2-5℃	≤0.6	≤1%
水源热泵	41℃	40℃	5℃		2-5℃	≤0.6	≤1%
热泵热水器	60℃	50℃	5℃		2-5℃	≤0.6	≤1%
制冷用	-	-	-	-	-	-	-

5.4.2 其它

对于本标准未规定试验工况的换热器，允许自定试验工况，但需在标注中明确说明试验工况。

6 标注

6.1 生产企业应根据本标准的要求，确定换热器的换热效率并在其产品出厂说明书上或铭牌上予以标注。

6.2 换热器换热效率的标注至少应包含以下内容：

- a) 依据的标准号
- b) 换热器的型号
- c) 换热器的换热量
- d) 换热器的效率
- e) 试验工况
- f) 两侧流体及其质量流量、压力降

附录 A

(规范性附录)

热效率的测量与计算

A.1 测量参数及要求

A.1.1 换热器两侧流体的测量参数如图A.1所示，测量要求及参数说明见表A.1。

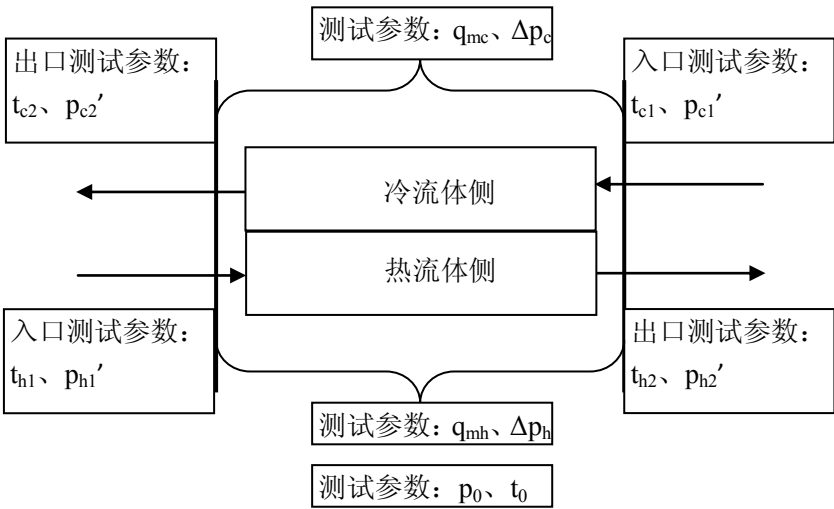


图 A.1 换热器测量参数

表A.1 测量参数说明

符号	物理意义	单位	备注
t_{c1} 、 t_{c2}	冷流体侧进、出口温度	℃	测量仪表按照5.3.1执行
t_{h1} 、 t_{h2}	热流体侧进、出口温度	℃	测量仪表按照5.3.1执行
Δp_c	冷流体侧进出口压差	Pa	测量仪表按照 GB/T 7725-2004的C.2条款执行
Δp_h	热流体侧进出口压差	Pa	
p_{c1} 、 p_{c2}	冷流体侧进、出口表压力	Pa	测量仪表按照5.3.1执行
p_{h1} 、 p_{h2}	热流体侧进、出口表压力	Pa	测量仪表按照5.3.1执行
q_{mc}	冷流体的质量流量	kg/s	测量仪表按照5.3.1执行
q_{mh}	热流体的质量流量	kg/s	测量仪表按照5.3.1执行
P_0	大气压力	Pa	测量仪表按照5.3.1执行
t_0	环境温度	℃	测量仪表按照5.3.1执行

A.1.2 被测换热器应与周围环境良好绝热，以确保两侧流体均与外界空气无热交换。

A.1.3 参数的测量要求按照5.3.2执行。

A.2 参数计算

A.2.1 两侧流体无相变时

两侧流体无相变时，流体参数按照表A.2的规定进行计算。

表A.2 两侧流体参数的计算

符号	物理意义	单位	计算
p_1	进口流体的绝对压力	Pa	$P_1 = P_0 + P_1'$
p_2	出口流体的绝对压力	Pa	$P_2 = P_1 - \Delta P$
ρ_1	进口流体的密度	kg/m^3	根据 t_1 、 P_1 按照流体的物性计算或查图表求得
ρ_2	出口流体的密度	kg/m^3	根据 t_2 、 P_2 按照流体的物性计算或查图表求得
s_1	进口流体的比熵	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	根据 t_1 、 P_1 按照流体的物性计算或查图表求得
s_2	出口流体的比熵	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	根据 t_2 、 P_2 按照流体的物性计算或查图表求得
h_1	进口流体的比焓	J/kg	根据 t_1 、 P_1 按照流体的物性计算或查图表求得
h_2	出口流体的比焓	J/kg	根据 t_2 、 P_2 按照流体的物性计算或查图表求得
ΔE	进出口流体的焓差	J	根据流体处于冷流体侧还是热流体侧选择公式(4-1)~(4-3)中的分子或分母的计算式计算

A.2.2 流体有相变时

A.2.2.1 当换热器用作冷凝器时

A.2.2.1.1 换热器用作冷凝器时，其相变侧进口为过热蒸汽、出口为过冷液体。

A.2.2.1.2 两侧侧流体的有关参数按照表A.3的规定进行计算。

A.2.2.2 当换热器用作蒸发器时

A.2.2.2.1 当换热器用作蒸发器时，其相变侧进口为湿蒸汽、出口为过热气体，此时相变侧进口状态需根据两侧热平衡关系通过其出口状态计算得出。

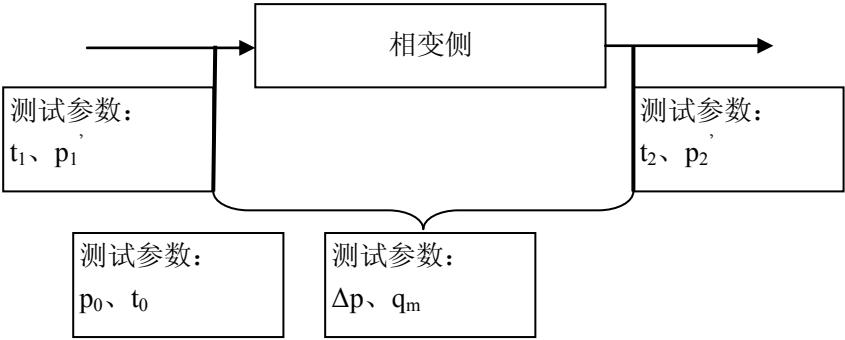


图 A.2 管内侧流体测量参数

表A.3 测量参数说明

符号	物理意义	单位	备注
t_1 、 t_2	流体进、出口温度	$^{\circ}\text{C}$	测量仪表按照5.3.1执行
Δp	流体进、出口压差	Pa	测量仪表按照 GB/T 7725-2004的C.2条款执行
p_1' 、 p_2'	流体进、出口表压力	Pa	测量仪表按照5.3.1执行
q_m	流体的质量流量	kg/s	测量仪表按照5.3.1执行
p_0	大气压力	Pa	测量仪表按照5.3.1执行
t_0	环境温度	$^{\circ}\text{C}$	测量仪表按照5.3.1执行

A.2.2.2.2 相变侧流体的有关参数按照表A.4的规定进行计算。

表A.4 相变侧流体参数的计算

符号	物理意义	单位	计算
p_1	进口流体的绝对压力	Pa	$p_1 = p_2 + \Delta p$
p_2	出口流体的绝对压力	Pa	$p_2 = p_0 + P_2$
ρ_2	出口流体的密度	kg/m^3	根据 t_1 、 p_1 按照流体的物性计算或查图表求得
s_1	进口流体的比熵	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	根据 t_1 、 h_1 按照流体的物性计算或查图表求得
s_2	出口流体的比熵	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	根据 t_2 、 p_2 按照流体的物性计算或查图表求得
h_1	进口流体的比焓	J/kg	$h_1 = h_2 - \frac{G_g \rho_g (h_{g2} - h_{g1})}{G_2 \rho_2}$
h_2	出口流体的比焓	J/kg	根据 t_2 、 p_2 按照流体的物性计算或查图表求得
ΔE	进出口流体的焓差	J	根据流体处于冷流体侧还是热流体侧选择公式(4-1)～(4-3)中的分子或分母的计算式计算

A.2.2.2.3 另一侧流体参数的计算参照A.2.1执行。

A.2.2.3 其它有相变的流体

对于其它有相变的流体，根据其进出口状态分为以下几种情况：

- 1) 过冷液体
- 2) 过热蒸汽
- 3) 湿蒸汽

分别参照A2.2.1和A2.2.2的对应状态进行测量和计算。