



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX — 201X

管壳式热交换器换热效率评价方法

Evaluation method for heat transfer efficiency of shell and tube heat
exchangers

(征求意见稿二稿)

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
中国国家标准化管理委员会 发布

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/TC20/SC8) 和全国锅炉压力容器标准化技术委员会 (SAC/TC262) 归口。

本标准起草单位：珠海格力电器有限公司、北京工业大学、清华大学、中国标准化研究院、北京建筑大学、西安交通大学、烟台冰轮（集团）股份有限公司、华南理工大学、山东京博石油化工有限公司、广州捷玛换热设备有限公司、上海汉钟精机股份有限公司

本标准主要起草人：刘华、李红旗、李俊明、成建宏、王随林、金立文、姜韶明、夏亮、冯育周、邓壮、穆连波、周英正、李燕

管壳式热交换器换热效率评价方法

1 范围

本标准规定了管壳式热交换器焓效率的评定指标、试验方法与要求、测试工况和标注等。

本标准适用于公称直径不大于4000mm、设计压力不大于5.0MPa的管壳式热交换器（以下简称“换热器”）。类似冷、热流体特征的其它结构型式热交换器（如套管式换热器）可参照执行。

本标准不适用于热交换过程存在化学反应的换热器。

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 10870 蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组性能试验方法

GB/T 150 压力容器

GB/T 151 热交换器

GB/T 25862-2010 制冷空调用同轴套管式换热器

GB/T 27698.1-2011 热交换器及传热元件性能测试方法 第1部分：通用要求

GB/T 27698.2 热交换器及传热元件性能测试方法 第2部分：管壳式热交换器

GB/T 29044-2012 采暖空调系统水质

GB/T 30261-2013 制冷空调用板式换热器焓效率评价方法

JB/T 10379 换热器热工性能和流体阻力特性通用测定方法

NB/T 47012 制冷装置用压力容器

3 术语

GB/T 150、GB/T 151及GB/T 30261-2013确立的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

管壳式热交换器 shell and tube heat exchanger

以封闭在壳体中管束的壁面作为传热面的间壁式换热器。

3.2

换热量 capacity of heat exchange

换热器在额定工况下运行时，单位时间内冷流体在换热器中得到或热流体在换热器中放出的热量。

3.3

焓效率 exergy efficiency

热流体和冷流体在换热器中的输出焓与输入焓之比。

3.4

输出焓 output exergy

加热时输出侧流体的热量焓的变化量或冷却时输出侧流体冷量焓的变化量。

3.5

输入焓 input exergy

输入侧流体进、出口焓的变化量。

4 评价指标

4.1 换热器的换热效率采用焓效率进行评价。

4.2 焓效率计算方法

4.2.1 根据流体焓的定义，当输出侧入口、出口流体温度均高于环境温度（加热）或者均低于环境温度（冷却）时，换热器的焓效率按照式(1)计算。

$$\eta = \frac{\Delta E_{\text{out}}}{-\Delta E_{\text{in}} + E_p} \times 100\% \\ = \frac{q_{\text{m,out}}(h_{\text{out},2} - h_{\text{out},1}) - q_{\text{m,out}}T_0(s_{\text{out},2} - s_{\text{out},1})}{-\left[q_{\text{m,in}}(h_{\text{in},2} - h_{\text{in},1}) - q_{\text{m,in}}T_0(s_{\text{in},2} - s_{\text{in},1}) \right]} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

η —焓效率，单位为瓦每瓦（W/W）

$T_{\text{out},1}, T_{\text{out},2}$ —分别为输出焓侧流体入口、出口的温度，单位为开尔文（K）；

T_0 —标准环境温度，取为 293.15，单位为开尔文（K）。

$\Delta E_{\text{in}}, \Delta E_{\text{out}}$ —分别为输入焓侧流体和输出焓侧流体的焓变化量，单位为焦耳（J）；

$q_{\text{m,in}}, q_{\text{m,out}}$ —分别为输入焓侧流体和输出焓侧流体的质量流量，单位为千克每秒（kg/s）；

$h_{\text{in},1}, h_{\text{in},2}$ —分别为输入焓侧流体入口、出口的比焓，单位为焦耳每千克（J/kg）；

$h_{\text{out},1}, h_{\text{out},2}$ —分别为输出焓侧流体入口、出口的比焓，单位为焦耳每千克（J/kg）；

$s_{\text{in},1}, s_{\text{in},2}$ —分别为输入焓侧流体入口、出口的比熵，单位为焦耳每千克每度（J/（kg·K））；

$s_{\text{out},1}, s_{\text{out},2}$ —分别为输出焓侧流体入口、出口的比熵，单位为焦耳每千克每度（J/（kg·K））。

4.2.2 当输出侧入口流体温度低于环境温度，出口流体温度高于环境温度（加热）或者输出侧入口流体温度高于环境温度，出口流体温度低于环境温度（冷却）时，换热器的焓效率按照式(2)计算。

$$\eta = \frac{\Delta E_{\text{out}}}{-\Delta E_{\text{in}} + E_p} \times 100\% \\ = \frac{q_{\text{m,out}}(h_{\text{out},2} - h_0) - q_{\text{m,out}}T_0(s_{\text{out},2} - s_0)}{-\left[q_{\text{m,in}}(h_{\text{in},2} - h_{\text{in},1}) - q_{\text{m,in}}T_0(s_{\text{in},2} - s_{\text{in},1}) \right] - \left[q_{\text{m,out}}(h_{\text{out},1} - h_0) - q_{\text{m,out}}T_0(s_{\text{out},1} - s_0) \right]} \times 100\% \quad \dots (2)$$

4.3 焓效率按照第 5 章的试验方法与要求和 GB/T 30261-2013 附录 A 规定的方法测量，按照式（1）与式（2）计算，计算结果保留小数点后一位有效数字。

5 试验方法与要求

5.1 一般要求

5.1.1 试验用换热器应按照 GB/T 150、GB/T 151 和 NB/T 47012 的规定和要求设计、制造。

5.1.2 被测参数的测量按照 GB/T 27698.1-2011、GB/T 27698.2 和 JB/T 10379 的规定执行。

5.1.3 测量时换热器两侧流体宜与实际使用时的流体相同。

5.1.4 被测换热器外表面应包覆绝热层，因换热器外表面与外界环境换热导致的冷、热流体的换热量的差值占总换热量的比例不得大于 3%。

5.1.5 外表面没有绝热层、用于流体冷却的换热器，其外表面向环境的散热量应进行测量和计算，并

计入热流体的散热量中。

5.1.6 试验时换热器两侧流体的流量应为换热器的标称流量。

5.1.7 试验时换热器两侧流体的进、出口状态均应满足本文件的要求。在本文件无规定时，应与实际使用状态相符并在标注时明确说明。

5.1.8 制冷空调换热器试验所用冷却水质应符合 GB/T 29044-2012 表 1 规定的循环水水质，冷水水质应符合 GB/T 29044-2012 的表 2 规定的循环水水质要求。其它流体的品质应满足相关标准或使用要求的规定。

5.2 试验装置

5.2.1 制冷剂用换热器试验装置

单侧或两侧流体为制冷剂的制冷空调用换热器试验装置按照 GB/T 30261-2013 的规定执行。

5.2.2 非制冷空调用换热器试验装置

5.2.2.1 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 27698.1-2011 的 4.1.1 的要求制作。

5.2.2.2 气-液冷凝用换热器试验装置

气-液冷凝用换热器试验装置按照 GB/T 27698.1-2011 的 4.1.2 的要求制作。

5.2.2.3 气-液蒸发用换热器试验装置

气-液蒸发用换热器试验装置按照 GB/T 27698.1-2011 的 4.1.3 的要求制作。

5.2.3 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、温度和压力等测量仪表的精度应符合 GB/T 10870 的规定。

5.3.1.2 测量仪表均应按有关规定送法定计量机构标定，并在标定有效期内使用。

5.3.2 测试要求

其它试验要求参照 GB/T 27698.1-2011、GB/T 27698.2 和 GB/T 30261-2013 的有关规定执行。

5.4 试验工况

5.4.1 制冷空调用换热器测试工况

5.4.1.1 换热器用作制冷空调系统的蒸发器时，试验工况按照 GB/T 30261-2013 中 5.5 或 GB/T 25862-2010 中 4.3 的规定执行。

5.4.1.2 换热器用作制冷空调系统的冷凝器时，试验工况按照 GB/T 30261-2013 的 5.5 或 GB/T 25862-2010 的 4.3 的规定执行。

5.4.2 其它

对于本文件未规定试验工况的换热器，允许自定试验工况，但试验工况应尽可能采用或接近实际运行工况，且需在标注中明确说明试验工况。

6 标注

6.1 生产企业应根据本文件的要求，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) 换热器的焓效率
 - e) 试验工况
 - f) 两侧流体及其质量流量、压力降。
-