

《板式热交换器机组换热效率评价方法》

编制说明

(征求意见稿二稿)

二〇一八年一月

目录

一、 工作简况.....	1
1 任务来源.....	1
2 参编单位.....	1
3 主要工作过程.....	1
4 标准主要起草人及其所做的工作.....	2
二、 国内产品发展状况.....	2
三、 标准编制原则和确定标准主要内容.....	2
1 标准编制原则.....	3
2 标准主要内容.....	3
四、 标准的研究分析情况.....	5
五、 标准的先进性.....	5
六、 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系.....	5
七、 重大分歧意见的处理经过和依据.....	5
八、 标准作为强制性标准或推荐性标准的建议.....	5
九、 贯彻标准的要求和措施建议.....	5
十、 废止现行有关标准的建议.....	5
十一、 其他应予说明的事项.....	6

GB/T《板式热交换器机组换热效率评价方法》

编制说明

一、工作简况

1 任务来源

本标准的编制由中国标准化研究院、兰州石油机械研究所提出，国家标准化管理委员会于 2008 年正式下达了国家标准《板式热交换器机组效率评价方法》的编制计划（项目编号：20083204-T-469），此标准将作为评价我国板式热交换器机组性能的依据。

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归口。

2 参编单位

本标准为首次提出，负责此次标准的起草单位有：珠海格力电器股份有限公司、清华大学、北京工业大学、华南理工大学、北京建筑大学、西安交通大学、广州捷玛换热设备有限公司、山东京博石油化工有限公司、上海汉钟精机股份有限公司、烟台冰轮集团有限公司。

3 主要工作过程

(1) 启动阶段

2014 年 6 月本标准制定工作开始启动，确定了由珠海格力电器有限公司负责，清华大学、北京工业大学为标准起草单位，就《板式热交换器机组效率评价方法》国家标准制定的原则、草案编制的初步框架、工作计划及任务分工等进行了充分讨论并达成一致意见。

(2) 信息收集及技术研究、论证阶段

本阶段工作旨在了解和掌握标准制定所需的技术背景并确定板式换热机组热效率评价的技术指标，主要开展了以下几个方面的工作：换热器评价方法研究现状；国内外相关标准状况；国内板式换热机组行业状况；依据调研分析结果，兼顾指标的先进性与可实施性，在可用于换热器评价的技术指标中遴选出板式换热器机组热效率评价的技术指标。

基于技术文献调研分析、论证，确定了采用烟效率作为板式热交换器机组换热效率评价的技术指标。

(3) 成立起草组、形成标准讨论稿和征求意见稿

2016 年 3 月成立了标准起草组，邀请相关大专院校、行业企业共同参与本标准的制定。在前期信息收集、预研和技术论证的基础上，起草组完成了标准的讨论稿。

2016 年 12 月起草组召开了标准初稿的第一次讨论会，就标准技术指标、检测及测试工况等问题进行了讨论，并在同期召开的由数十家行业单位参加的行业会议上通报、介绍了标准的初稿，广泛征集了参会企业的意见和建议。

会后起草组根据讨论会和征集意见情况完成了标准的征求意见稿。

(4) 征求意见阶段

2016 年 6 月启动了标准征求意见阶段，广泛征集有关各方面对标准征求意见稿的意见和建议。征求意见通过两种方式进行：标准化技术委员会网站公示；针对相关单位点对点发出征求意见邀请。

标准起草过程共收集到反馈意见 48 条，起草组在对反馈意见汇总分析后，标准起草单位针对所收集到的意见对标准文本进行了初步修改和完善。

(5) 技术验证阶段

在上述工作的基础上，2017 年 2 月起启动了标准评价方法的技术验证工作，通过实际测试、计算论证确认评价方法的科学性和合理性。

评价技术指标可行性验证工作由西安交通大学负责。

2017 年 7 月起草组召开了技术研讨会，针对标准征求意见情况和技术验证情况进行了讨论，确认了换热器效率评价方法的合理性，并制定了后续的工作计划。

(6) 送审稿阶段

根据标准征求意见情况和技术验证情况，起草组对标准进行了必要的修改和完善，形成了标准送审稿的初稿。

2017 年 10 月标准起草组召开了最后一次技术研讨会，对标准送审稿的初稿进行了讨论，会后根据讨论情况对标准文本进行了最后一次修改和完善，于 2017 年 12 月完成了标准的送审稿和编制说明最终稿。

2017 年 7 月 14 日，在广东珠海召开标准制修订工作研讨会议，将本标准征求意见稿提交会议讨论，由全体与会人员对条文进行逐项审阅。

2017 年 10 月 27 日，在重庆召开标准制修订工作研讨会议，将依据珠海会议专家及同行建议修改后的征求意见稿提交会议讨论，由全体与会人员对条文进行逐项审阅。

依据上述征求意见、会议讨论的环节各方面的意见建议对标准进行了修改。

4 标准主要起草人及其所做的工作

来自珠海格力电器股份有限公司、清华大学、北京工业大学等单位的标准起草小组人员均为本标准的制定工作提供了专业的技术支持，清华大学、北京工业大学的起草小组成员对历次标准讨论会与代表提供的意见和征求意见稿反馈意见进行整理汇总，形成对征求意见稿、送审稿和报批稿版本。

二、国内产品发展状况

板式换热机组是由板式热交换器、泵、仪表、电气设备、控制系统及必要的附属设备等组成的，以实现流体间热量交换为目的的集成装置。它具有换热效率高、热损失小、结构紧凑轻巧、使用寿命长等特点，因此它被广泛用于集中供暖系统、卫生热水系统、空调系统以及其它工业工艺用水的加热或冷却系统。

随着国家和地方政府的大力支持，2010 年以来，我国板式换热机组市场规模呈现阶梯性增长趋势。据中国城镇供热协会统计，2015 年中国板式换热机组产业市场规模约为 366 亿元，2016 年则已达到 421 亿元，预计 2017 年至 2020 年期间，我国换热器产业仍将保持年均 15%左右的增长速度。

传统的板式换热机组型式包括焊接式板式换热机组与组装式板式换热机组。近些年来随着我国节能减排的推进，板式换热机组以系统的整体节能减排水平的提为目标，以提高产品自动化水平为技术突破口进行了升级换代，目前国产板式换热机组大多在原有的换热机组基础上增加了智能控制系统，成为智能型板式换热机组。出于安装场地限制、制作维修成本控制等方面的考虑，换热器结构形式近年来出现了板壳式结构，但不影响本标准评价方法的适用性。

三、标准编制原则和确定标准主要内容

1 标准编制原则

随着板式换热机组日益广泛的应用，其运行的效率也越来越受到人们的关注。板式换热机组效率的评价必须从各个方面加以考虑：一是与现有换热器的相关检测标准的技术相衔接，二是选定反映换热机组本质属性的效率评价指标，三是评价方法尽可能简单，四是制定易于计算的换热机组效率评价方法，并为从能效角度评价换热机组奠定基础。基于上述原则，制定了《板式热交换器机组热效率评价方法》这一标准。

2 标准主要内容

(1) 标准名称

依据国家标准化管理委员会于 2008 年下达的编制计划（20083204-T-469），标准的名称仍采用《板式热交换器机组效率评价方法》。

(2) 标准适用范围

本标准适用于供热、制冷空调、工业加热或冷却系统中使用的板式/板壳式热交换器机组（以下简称换热机组）。

本标准不适用于换热过程中存在化学反应的换热器。

其它类似结构型式换热机组可参照执行。

(3) 标准的术语和定义

参照 GB/T 28185、GB/T 5657、GB/T 3216、NB/T 47004 以及 GB/T 29466，给出了下列术语的明确定义：板式换热机组、换热量、无效焓、有效输入焓、有效输出焓、焓效率。

(4) 评价指标

规定了板式换热机组焓效率的计算方法，焓效率根据两种不同的测试工况依据式（1）与式（2）进行计算。

对加热工况，当被加热流体（二次侧流体）进、出口温度均高于环境温度（293.15K），或冷却工况下，当被冷却流体（二次侧流体）进、出口温度均低于环境温度（293.15K）时，

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{\Delta E_{\text{out}}}{-\Delta E_{\text{in}} + E_p} \times 100\% \\ &= \frac{q_{m,\text{out}}(h_{\text{out},2} - h_{\text{out},1}) - q_{m,\text{out}}T_0(s_{\text{out},2} - s_{\text{out},1})}{-[q_{m,\text{in}}(h_{\text{in},2} - h_{\text{in},1}) - q_{m,\text{in}}T_0(s_{\text{in},2} - s_{\text{in},1})] + P} \times 100\%\end{aligned}\quad (1)$$

对加热工况，当被加热流体（二次侧流体）进口温度低于环境温度（293.15K）、出口温度高于环境温度，或冷却工况下，被冷却流体（二次侧流体）进口温度高于环境温度（293.15K）、出口温度低于环境温度时，

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

式中：

η — 换热机组的焓效率，单位为千瓦/千瓦 (kW/kW)；

$T_{\text{out},1}, T_{\text{out},2}$ — 分别为二次侧流体进、出口的温度，单位为开尔文 (K)；

ΔE_{out} — 换热机组有效输出焓，单位为千瓦 (kW)；

ΔE_{in} — 换热机组有效输入焓，单位为千瓦 (kW)；

E_p — 换热机组二次侧循环泵的输入焓，单位为千瓦 (kW)；

$q_{\text{m},\text{in}}, q_{\text{m},\text{out}}$ — 分别为一次侧、二次侧流体的质量流量，单位千克每秒 (kg/s)；

$h_{\text{in},1}, h_{\text{in},2}$ — 分别为一次侧进、出口流体的比焓，单位为千焦每千克 (kJ/kg)；

$h_{\text{out},1}, h_{\text{out},2}$ — 分别为二次侧进、出口流体的比焓，单位为千焦每千克 (kJ/kg)；

$s_{\text{in},1}, s_{\text{in},2}$ — 分别为一次侧进、出口流体的比熵，单位为千焦每千克每开 [kJ/(kg K)]；

$s_{\text{out},1}, s_{\text{out},2}$ — 分别为二次侧进、出口流体的比熵，单位为千焦每千克每开 [kJ/(kg K)]；

T_0 — 参考环境温度，取为 293.15，单位为开尔文 (K)；

P — 换热机组二次侧循环泵的输入功率，单位为千瓦 (kW)。

(5) 试验方法与要求

根据之前颁布的板式换热器及板式热交换器机组的相关标准，明确了试验时换热机组的基本参数、装置要求、试验方法与要求、测量仪表及要求与试验工况，具体如下：换热机组的额定热负荷应符合GB/T 28185的规定；换热机组的设计温度和设计压力应符合GB/T 29466的规定；介质流速应符合GB/T 29466的规定。换热机组的布置、控制和测量、设备及附件等应符合GB/T 28185的规定。外观检验、压力降试验、水泵运行试验、控制系统性能实验等应按照GB/T 29466的规定进行；严密性试验应参照GB/T 28185的规定进行。试验要求按照GB/T 28185、GB/T 3216、JB/T 10379、GB/T 27698.1与GB/T 27698.3的规定执行；试验时换热机组两侧流体换热量的差值占总换热量的比例不得大于3%；试验时两侧流体的流量应为换热机组的标称流量；试验时冷却水水质应符合GB/T 29044表1循环冷却水系统水质要求，冷水水质应符合GB/T 29044表2循环冷水系统水质要求，其它流体品质应满足相关标准或要求。测量仪表如流量、温度、压力测量仪表的精度应符合JB/T 10379的规定，水泵输入功率的测量精度应符合GB/T 3216的规定；测量仪表均应送法定计量机构标定，并在标定的有效期内使用。换热机组的试验工况应参照GB/T 27698.3的规定执行；未规定试验工况的换热机组可自定试验工况，但应在标注中明确说明试验工况，特殊情况下，允许自定参考环境温度，但应在标注中说明。

(6) 标注

明确了换热机组产品出厂说明书及其铭牌上应当做的标注，主要有：焓效率依据的标准

号；换热机组的型号；换热机组的换热量；换热机组的烟效率；试验工况（一次侧、二次侧流体温度）；两侧流体及其质量流量；两侧流体的压力降；循环泵的输入功率、流量、扬程与水泵效率；烟效率计算的参考环境温度。

四、 标准的研究分析情况

通过调研分析板式换热机组效率评价的研究现状，应用分析、验证、研讨等手段，经过标准研制的各个程序，研究确定了板式换热机组的烟效率评价方法，对板式换热机组烟效率的试验方法提出了具体的要求和建议。

五、 标准的先进性

板式换热机组在供热、空调系统及化工、食品等工业工艺用水的加热或冷却系统中有广泛的应用，但是目前对板式换热机组的效率评价主要还是以热效率评价为主。有鉴于基于热力学第一定律的热效率评价方法不能很好地反映有用能的传递与利用情况，因而本标准提出的基于热力学第二定律的烟效率评价方法，以便能很好地反映机组热量、功量传递过程的有用能传递与利用的情况。

制定完成的《板式热交换机组换热效率评价方法》标准的送审稿，填补了我国板式换热机组烟效率评价的空白，能准确地反映热量在板式换热机组传递过程中“量”与“质”的变化情况，能更加客观地评价板式换热机组的效率。评价结果对换热机组节能水平的提升有更好的指导作用。

六、 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准在制定过程中引用和参考了以下标准：

NB/T 47004 板式热交换器

GB/T 28185 城镇供热用换热机组

GB/T 29466 板式热交换器机组

GB/T 30261 制冷空调用板式热交换器烟效率评价方法

GB/T 5657 离心泵技术条件（III类）

GB/T 3216 离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法

JB/T 10379 换热器热工性能和流体阻力特性通用测定方法

GB/T 29044 采暖空调系统水质

GB/T 27698.1 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 27698.3 热交换器及传热元件性能测试方法 第3部分：板式热交换器

七、 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

八、 标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

建议本标准作为推荐性国家标准。

九、 贯彻标准的要求和措施建议

标准起草单位将积极在板式换热机组各关联机构、企业内进行标准的宣贯工作。

建议本标准从发布到实施以半年时间作为过渡，便于组织相关企业或工程商、用户及维护单位进行理解、消化和吸收。

十、 废止现行有关标准的建议

无。

十一、 其他应予说明的事项

本标准不涉及其他专利及著作权等知识产权内容。