

ICS 71.120.30

CCS J 75

团 体 标 准

T/EES 0016—2021

“领跑者”标准评价要求 可拆卸板式热交 换器

Assessment requirements for forerunner standards-
Plate-and-frame heat exchangers

2021-10-22 发布

2021-10-22 实施

中关村现代能源环境服务产业联盟 发布

EESIA



版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构。除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以任何形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可与发布机构获取。

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》和 T/CAQP 015—2020、T/ESF 0001—2020 《“领跑者”标准编制通则》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。

本文件由中关村现代能源环境服务产业联盟和企业标准“领跑者”工作委员会提出。

本文件由中关村现代能源环境服务产业联盟归口。

本文件起草单位：四平市热交换产品质量检验中心、中国标准化研究院资源环境研究分院、中关村现代能源环境服务产业联盟、巨元瀚洋板式换热器有限公司、OMEXELL(济南)传热技术有限公司、山东鲁润热能科技有限公司、上海艾克森股份有限公司。

本文件主要起草人：王乃晶、李清举、王二龙、曹宁、于鹏、张志超、管金鑫、金晨红、刘凯、徐红伟、闫海清、林桂杰、房玉刚、董林峰、张岚、朱艺、杨明、虞波。

本文件为首次发布。

“领跑者”标准评价要求 可拆卸板式热交换器

1 范围

本文件规定了可拆卸板式热交换器“领跑者”标准评价的术语和定义、评价指标体系和评价方法及等级划分。

本文件适用于可拆卸板式热交换器产品企业标准水平评价。相关机构在制定企业标准“领跑者”评估方案时可参考使用，企业在制定企业标准时也可参照使用。

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；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 19001 质量管理体系 要求

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

GB/T 45001 职业健康安全管理体系 要求

NB/T 47004.1 板式热交换器 第1部分：可拆卸板式热交换器

3 术语和定义

NB/T47004.1界定的术语和定义适用于本文件。

4 评价指标体系

4.1 基本要求

4.1.1 近三年企业无较大环境、安全、质量事故。

4.1.2 企业应未列入国家信用信息严重失信主体相关名录。

4.1.3 企业可根据GB/T 19001、GB/T 24001、GB/T 45001 建立并运行相应质量、环境和职业健康安全管理体系，鼓励企业根据自身运营情况建立更高水平的相关管理体系。

4.1.4 产品应为量产产品，可拆卸板式热交换器“领跑者”标准应满足国家强制性标准及相关产品标准规定的要求。

4.2 评价指标分类

4.2.1 可拆卸板式热交换器“领跑者”标准中所包括的指标分为基础指标和核心指标。

4.2.2 基础指标包括夹紧尺寸、两压紧板间的平行度偏差、压紧板接管法兰密封面与接管中心线垂直度偏差、外观质量、涂漆质量、焊接质量。

4.2.3 核心指标包括板片减薄量、板片波纹深度偏差、板片垫片槽深度偏差、板式热交换器能效等级（EEI）。

4.2.4 核心指标划分成先进水平、平均水平、基准水平共三个等级，先进水平相当于企业标准排行榜中 5 星级水平，平均水平相当于企业标准排行榜中 4 星级水平；基准水平相当于企业标准排行榜中 3 星级水平。

4.3 评价指标体系框架

可拆卸板式热交换器“领跑者”标准的评价指标体系框架见表 1。

表1 评价指标体系框架

序号	指标类型	评价指标		指标来源	指标要求			判断依据/方法
					先进水平	平均水平	基准水平	
1	基础指标	夹紧尺寸		NB/T 47004.1-2017	NB/T 47004.1-2017 8.3.5 要求			NB/T47004.1-2017 7 8.3.5
2		两压紧板间的平行度偏差		NB/T 47004.1-2017	NB/T 47004.1-2017 8.3.4 要求			NB/T47004.1-2017 7 8.3.4
3		压紧板接管法兰密封面与接管中心线垂直度偏差		NB/T 47004.1-2017	NB/T 47004.1-2017 8.3.6 要求			NB/T47004.1-2017 7 8.3.6
4		外观质量		NB/T 47004.1-2017	NB/T 47004.1-2017 8.3.7 要求			NB/T47004.1-2017 7 8.3.7
5		涂漆质量		NB/T 47004.1-2017	NB/T 47004.1-2017 8.3.8 要求			NB/T47004.1-2017 7 8.3.8
6		焊接质量		NB/T 47004.1-2017	NB/T 47004.1-2017 8.2.3 要求			NB/T47004.1-2017 7 8.2.3
7	核心指标	板片减薄量(mm)		NB/T 47004.1-2017	<18% <i>S</i> ₀	<21% <i>S</i> ₀	<23% <i>S</i> ₀	NB/T47004.1-2017 7 8.1.1
8		板片波纹深度偏差	单板换热面积 a≤0.5 m ²	NB/T 47004.1-2017	±0.10	±0.10	±0.10	NB/T47004.1-2017 7 8.1.5 及 9.1.1
			单板换热面积 0.5 m ² <a≤1.6 m ²		±0.10	±0.13	±0.15	

9	(mm)	单板换热面积 $1.6 \text{ m}^2 < a \leq 2.4 \text{ m}^2$	NB/T 47004.1-2017	± 0.15	± 0.18	± 0.20	NB/T47004.1-2017 8.1.5 及 9.1.2
		单板换热面积 $a > 2.4 \text{ m}^2$		± 0.20	± 0.23	± 0.25	
		单板换热面积 $a \leq 0.5 \text{ m}^2$		± 0.10	± 0.10	± 0.10	
		单板换热面积 $0.5 \text{ m}^2 < a \leq 1.6 \text{ m}^2$		± 0.10	± 0.13	± 0.15	
10	板片垫片槽深度偏差 (mm)	单板换热面积 $1.6 \text{ m}^2 < a \leq 2.4 \text{ m}^2$	NB/T 47004.1-2017	± 0.15	± 0.18	± 0.20	附录 A
		单板换热面积 $a > 2.4 \text{ m}^2$		± 0.20	± 0.23	± 0.25	
		设计压力 $P < 3.2 \text{ MPa}$		≥ 227	≥ 191	≥ 168	
		设计压力 $P \geq 3.2 \text{ MPa}$		≥ 191	≥ 168	≥ 168	

5 评价方法及等级划分

评价结果划分为一级、二级和三级，各等级所对应的划分依据见表 2。达到三级要求及以上的企业标准并按照有关要求自我声明公开后均可进入可拆卸板式热交换器企业标准排行榜。达到一级要求的企业标准，且按照有关要求自我声明公开后，其标准和符合标准的产品或服务可以直接进入可拆卸板式热交换器企业标准“领跑者”候选名单。

表2 指标评价要求及等级划分

评价等级	满足条件	
一级应同时满足	基础指标要求	核心指标先进水平要求
二级应同时满足		核心指标平均水平要求
三级应同时满足		核心指标基准水平要求

附 录 A

(规范性)

板式热交换器能效测试与评价方法及能效指标

A.1 范 围

本附录适用于在液—液工况状态下得可拆卸板式热交换器、半焊式板式热交换器、钎焊板式热交换器的能效测试与评价。

A.2 产品型号及参数

测试与评价板式热交换器的能效时应当明确产品型号及以下参数：

- (1)板片波纹形式（波纹角度、波纹深度、波纹间距、混合角度）；
- (2)板片几何尺寸（长度、宽度、角孔直径、纵向与横向中心距）；
- (3)单板传热面积；
- (4)板间距；
- (5)板片厚度；
- (6)板片材料；
- (7)流道截面积；
- (8)板片数；
- (9)流程组合；
- (10)设计温度；
- (11)设计压力；

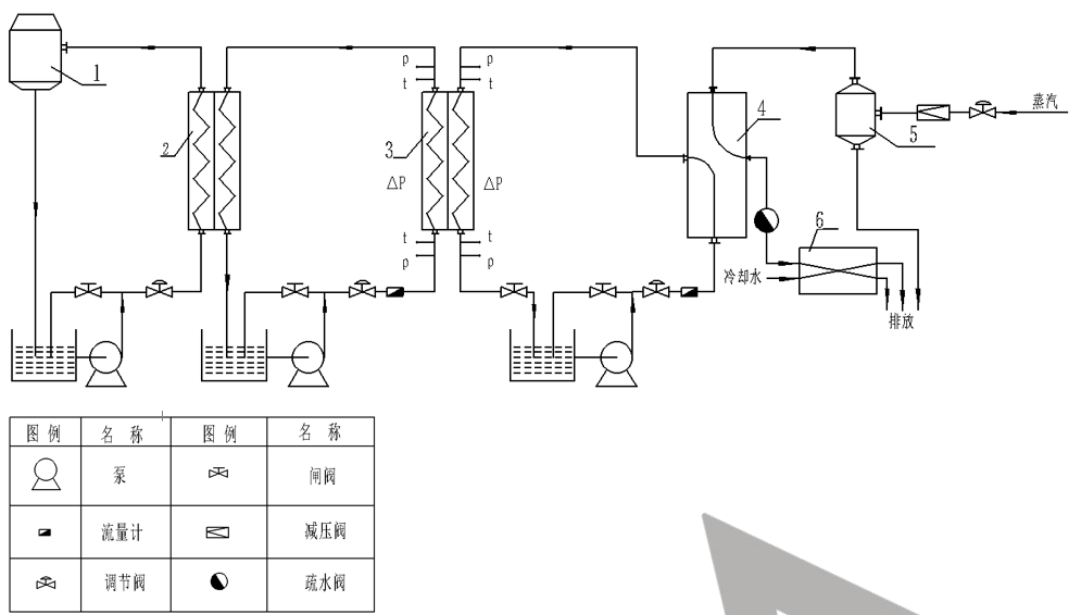
当产品型号或者前款（1）至（5）任一参数发生变化时，应当重新进行能效测试与评价。

A.3 性能测试要求

A3.1 测试系统设置

测试系统见图 A-1。测试流体为水，按照水—水无相变逆流测试工况进行。首先将冷、热流体的流量调整到设定值，再将热交换器的热流体进口温度通过加热器调整至 $(60 \pm 1)^\circ\text{C}$ ，热交换器的冷流体进口温度通过冷却器调整至 $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ 。

所测试板式热交换器的板片数不少于 7 片。



1-冷却塔, 2-冷却器, 3-热交换试件, 4-加热器, 5-分离器, 6-过冷器,
7-液体储槽, t -温度测口, p -压力测口

图 A-1 热交换器测量参数及测点布置图

A3.2 测量项目

- (1)冷、热流体的体积流量或质量流量;
- (2)冷、热流体的进、出口温度;
- (3)冷、热流体的进口压力及进、出口之间的压力差。

A3.3 测试方法

测试工况稳定后,按照以下要求进行测试：

- (1)两侧流体的流速从 $0.1\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 到 $1.0\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 均匀等流速变化,变化间隔为 $0.1\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$;
- (2)固定一侧(热侧或冷侧)流体的流速不变,固定点宜选在 $0.5\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,另一侧流体的流速应当从 $0.1\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 到 $1.0\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 变化,变化间隔为 $0.1\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

A3.4 热平衡条件

A3.4.1 计算步骤

冷、热流体的换热量允许偏差范围,根据冷、热流体流速为 $0.5\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 时的测试结果确定,计算步骤如下:

- (1)按照表 A-1计算热交换器冷、热流体进口温度比 τ ;
- (2)按照表 A-1 计算效能 ε ;
- (3)计算热平衡条件的下界 $\Delta\phi_c$,计算见式 (A-1)：

$$\Delta\phi_c=-(1-\tau)(1-\varepsilon) \tag{A-1}$$

A3.4.2 热平衡范围

根据式 (A-1)的计算结果 ,按照以下条件确定该热交换器能效测试允许的热平衡范围

- (1)如 果 $\Delta\phi_c \leq -5\%$,热平衡条件允许范围为 $-5\% \leq \Delta\phi \leq 5\%$;
- (2)如 果 $-5\% < \Delta\phi_c \leq -1\%$,热平衡条件允许范围为 $\Delta\phi_c \leq \Delta\phi \leq 5\%$;
- (3)如 果 $\Delta\phi_c > -1\%$,热平衡条件允许范围为 $-1\% \leq \Delta\phi \leq 5\%$ 。

A3.5 热交换器传热性能

按照表 A-1 有关量计算式 ,计算热交换器传热性能,并且得出以下结果:

- (1)确定不同流速 u 下的总传热系数 k_{exp} ;
- (2)给出总传热系数 k_{exp} 与流速 u 的关系曲线 ;
- (3)建立努塞尔数 Nu 与雷诺数 Re 间的准则关联式 。

A3.6 热交换器流动阻力性能

按照表A-1有关量计算式 ,计算热交换器流动阻力性能,并且得出以下结果:

- (1)确定不同流速 u 下的压力降 ΔP ;
- (2)给出压力降 ΔP 与 流速 u 的关系曲线 ;
- (3)建立欧拉数 Eu 与雷诺数 Re 间的准则关联式。

表 A-1 有关量计算式

序号	名称	符号	计算式
1	冷流体流速	u_c	$u_c = q_{vc}/S_c$
2	热流体流速	u_h	$u_h = q_{vh}/S_h$
3	冷热流体进口温度比	τ	$\tau = (t_{c1} + 273.15) / (t_{h1} + 273.15)$
4	效能	ε	$\varepsilon = (t_{c2} - t_{c1}) / (t_{h1} - t_{c1})$
5	冷流体热流量	ϕ_c	$\phi_c = q_{mc}c_{pc} (t_{c2} - t_{c1})$
6	热流体热流量	ϕ_h	$\phi_h = q_{mh}c_{ph} (t_{h1} - t_{h2})$
7	热平衡相对误差	$\Delta\phi$	$\Delta\phi = (\phi_h - \phi_c) / \phi_c \times 100\%$
8	对数平均温差	Δt_m	$\Delta t_m = (\Delta t_1 - \Delta t_2) / \ln (\Delta t_1 / \Delta t_2)$
9	测试总传热系数	k_{exp}	$k_{\text{exp}} = (\phi_h + \phi_c) / (2A\Delta t_m)$
10	雷诺数	Re	$Re = \rho u d_e / \eta$
11	热流体努塞尔数	Nu_h	$Nu_h = c Re_h^n Pr_h^{0.3}$
12	冷流体努塞尔数	Nu_c	$Nu_c = c Re_c^n Pr_c^{0.4}$
13	欧拉数	Eu	$Eu = c Re^n$
14	对流换热系数	α	$\alpha = Nu \lambda / d_e$
15	计算总传热系数	k_{cal}	$k_{\text{cal}} = 1 / (1/\alpha_h + \delta/\lambda + 1/\alpha_c)$
16	计算压力降	P_{cal}	$\Delta P_{\text{cal}} = Eu \rho u^2$

注 A-1:表 A-1中角标h、c表示热、冷流体侧。

注 A-2:表 A-1中热流体努塞尔数、冷流体努塞尔数和欧拉数公式中的“c”和上角标“n”为常数,由实验数据进行拟合后所得。

A3.7 总传热系数与压力降计算

在热流体定性温度为50℃、冷流体定性温度为30℃,冷、热流体流速均为0.5m·s⁻¹的标准状态下,根据所建立的努塞尔数 Nu 的准则关联式、板片厚度及其热导率,计算出总传热系数 k_{cal} ,根据欧拉数 Eu 的准则关联式计算冷、热侧压力降 ΔP_{cal} 。

A.4 能效评价

A4.1 能效指标计算

板式热交换器的能效值的物理意义是消耗单位折合流动压降下所获得的总传热系数,按式(A-2)计算:

$$EEI = k_{cal}/\nabla P^{0.31} \quad (A-2)$$

式中:

$$\nabla P = \omega_c \Delta P_{c, cal}/L_c + \omega_h \Delta P_{h, cal}/L_h, \quad \text{Pa} \cdot \text{m}^{-1};$$

式中:

ω_c 、 ω_h —冷、热流体压力梯度的权重系数, $\omega_c = \omega_h = 0.5$;

L_c 、 L_h —角孔纵向中心距, m;

$\Delta P_{c, cal}$ 、 $\Delta P_{h, cal}$ —按照 A3.7 确定的冷、热流体侧压力降, Pa。

k_{cal} —按照 A3.7 确定的总传热系数, $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ 。

A4.2 能效等级划分

根据板式热交换器行业能效水平分布,板式热交换器能效等级分为3级,见表A-2。

表 A-2 能效等级

产品能效等级	能效指标 (EEI) 下限
1 级	227
2 级	191
3 级	168