

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 1584—2022

板式热交换器机组性能测试方法

Test method for the performance of plate heat exchanger unit

2022 – 08 – 24 发布

2022 – 09 – 24 实施

陕西省市场监督管理局 发布

目 次

前 言..... II

引 言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 符号..... 1

5 总则..... 2

6 测试条件..... 3

7 测试要求..... 3

8 测试程序..... 5

9 测试结果..... 6

10 测量不确定度..... 7

11 测试报告..... 7

附录 A（规范性） 机组性能指标 EEI 和 Q/N 的计算..... 9

附录 B（规范性） 不确定度计算..... 11

附录 C（资料性） 委托单位提供的测试产品技术数据..... 13

附录 D（资料性） 测试参数及测点布置图..... 14

附录 E（资料性） 测量仪表准确度等级及量程..... 15

附录 F（资料性） 测试原始数据..... 16

附录 G（资料性） 测试结果（示例） 17

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。

本文件由西安交通大学提出。

本文件由陕西省工业和信息化厅归口。

本文件起草单位：西安交通大学、西安市热力集团有限责任公司、全国锅炉压力容器标准化技术委员会热交换器分技术委员会、睿能太宇（沈阳）能源技术有限公司、山东北辰机电设备股份有限公司、兰州兰石换热设备有限责任公司、上海艾克森股份有限公司、宝钛特种金属有限公司、上海蓝海科创检测有限公司。

本文件主要起草人：白博峰、周文学、唐涤、骆政园、任纪罡、严纲、唐金山、李治国、郝亮、孔德龙、倪鹏博、苏永德、陈战杨、蒋琛。

本文件由西安交通大学负责解释。

本文件首次发布。

联系信息如下：

单位：西安交通大学

电话：029-82668767

地址：陕西省西安市咸宁西路28号

邮编：710049

引 言

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到8.5条、附录A与《一种供热用板式热交换器机组的能效测试与评价方法》相关的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他同意在公平、合理、无歧视基础上，免费许可任何组织或者个人在实施该标准时实施专利。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：白博峰、蔡斌、周文学、任纪罡、骆政园、韦虹宇

地址：陕西省西安市咸宁西路28号

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

板式热交换器机组性能测试方法

1 范围

本文件规定了板式热交换器机组性能测试的总则、测试条件、测试要求、测试程序、测试结果、测试不确定度和测试报告的要求。

本文件适用于供热、生活热水、工业等热交换系统中所使用的液-液板式热交换器机组性能的测定，汽-液板式热交换器机组以及空调等其它系统的板式热交换器机组可参照使用。

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。凡是注日期的引用文件，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/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 27698.8-2011 热交换器及传热元件性能测试方法 第8部分：热交换器工业标定
- GB/T 29466-2012 板式热交换器机组
- NB/T 47004.1-2017 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

GB/T 29466-2012界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

设计工况 design conditions

机组的换热量以及一次侧和二次侧的温度、压力、流量等参数与设计值相同的工况。

3.2

标准工况 standard conditions

机组的换热量以及一次侧和二次侧的温度、压力、流量等参数与设定值相同的工况。

3.3

功效比 coefficient of power

机组换热量与消耗泵功的比值。

4 符号

下列符号适用于本文件。

表 1 符号

符 号	名 称	单 位	说 明
A	传热面积	m^2	——
c_p	定压比热容	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	——
D	公称管径	mm	——
EEl	机组能效指标	无因次量	——
k	总传热系数	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	——
N	单位时间机组消耗的泵功	kW	
P	水泵消耗的电功率	kW	——
p	压力	MPa	——
Δp	压差	kPa	——
∇p	压力梯度	Pa/m	——
Q	单位时间机组的换热量	kW	——
q_v	体积流量	m^3/s	——
t	流体温度	$^{\circ}\text{C}$	——
Δt_m	对数平均温差	$^{\circ}\text{C}$	——
Δt_1	大温差端的流体温差	$^{\circ}\text{C}$	——
Δt_2	小温差端的流体温差	$^{\circ}\text{C}$	——
η	水泵-电机总效率	$\%$	——
ρ	流体密度	kg/m^3	——
ω	权重系数	无因次量	——
Φ	热流量	W	——
$\Delta\Phi$	热平衡相对误差	无因次量	——
1、2	角 标	——	表示机组的一次侧、二次侧
in、out	角 标	——	表示流体的进口、出口
u	角 标	——	表示机组
f	角 标	——	表示除污器
e	角 标	——	表示板式热交换器
p	角 标	——	表示机组循环水泵

5 总则

5.1 进行性能测试的板式热交换器机组制造应符合 GB/T 29466-2012 的规定。

- 5.2 当板式热交换器机组中多台水泵或板式热交换器多台产品并联安装时，应按实际工作台数进行测试，若多台水泵或板式热交换器需同时测试，应增加测量仪表，对每台水泵或板式热交换器进行测试。
- 5.3 进行性能测试时，机组二次侧环路应使用机组循环水泵为流体提供动力，不应使用测试平台的水泵。
- 5.4 对于换热量、流量、温度、压力、压差等参数超出试验室性能测试能力范围的板式热交换器机组，需要进行性能测试时，经供需双方商定，可按照 GB/T 27698.8-2011 拟定试验方案进行工业现场测试。
- 5.5 根据用户需求和设备特征可协商确定板式热交换器机组的测试工况。

6 测试条件

6.1 测试样机（机组）

测试板式热交换器机组的性能时，至少应明确产品以下参数：

- a) 设计换热量，kW；
- b) 设计温度（一次侧进、出口/二次侧进、出口），℃；
- c) 设计压力（一次侧/二次侧），MPa；
- d) 设计流量（一次侧/二次侧），m³/h；
- e) 设计压降（一次侧/二次侧），kPa；
- f) 设计流道截面积（一次侧/二次侧），m²；
- g) 传热面积，m²；
- h) 接管公称管径（一次侧/二次侧），mm；
- i) 循环水泵扬程，m；
- j) 循环水泵功率，kW。

6.2 测试介质

测试板式热交换器机组的性能时，应明确测试介质及以下参数：

- a) 一次侧、二次侧介质；
- b) 一次侧、二次侧介质的热物理性质参数应包括定压比热容、密度、导热系数、粘度，具体数值见 GB/T 27698.1-2011 中附录 A。

6.3 环境条件

测试板式热交换器机组的性能时，应当明确环境以下条件参数：

- a) 当地大气压；
- b) 环境温度；
- c) 环境湿度。

7 测试要求

7.1 液-液板式热交换器机组测试系统

一次侧、二次侧介质经过被测试的板式热交换器机组进行换热后，热流体经加热器升温至要求的温度，冷流体经冷却器降温至要求的温度，一次侧、二次侧介质的流动均为闭式循环。采用蒸汽加热一次侧介质时的测试系统见图1所示。

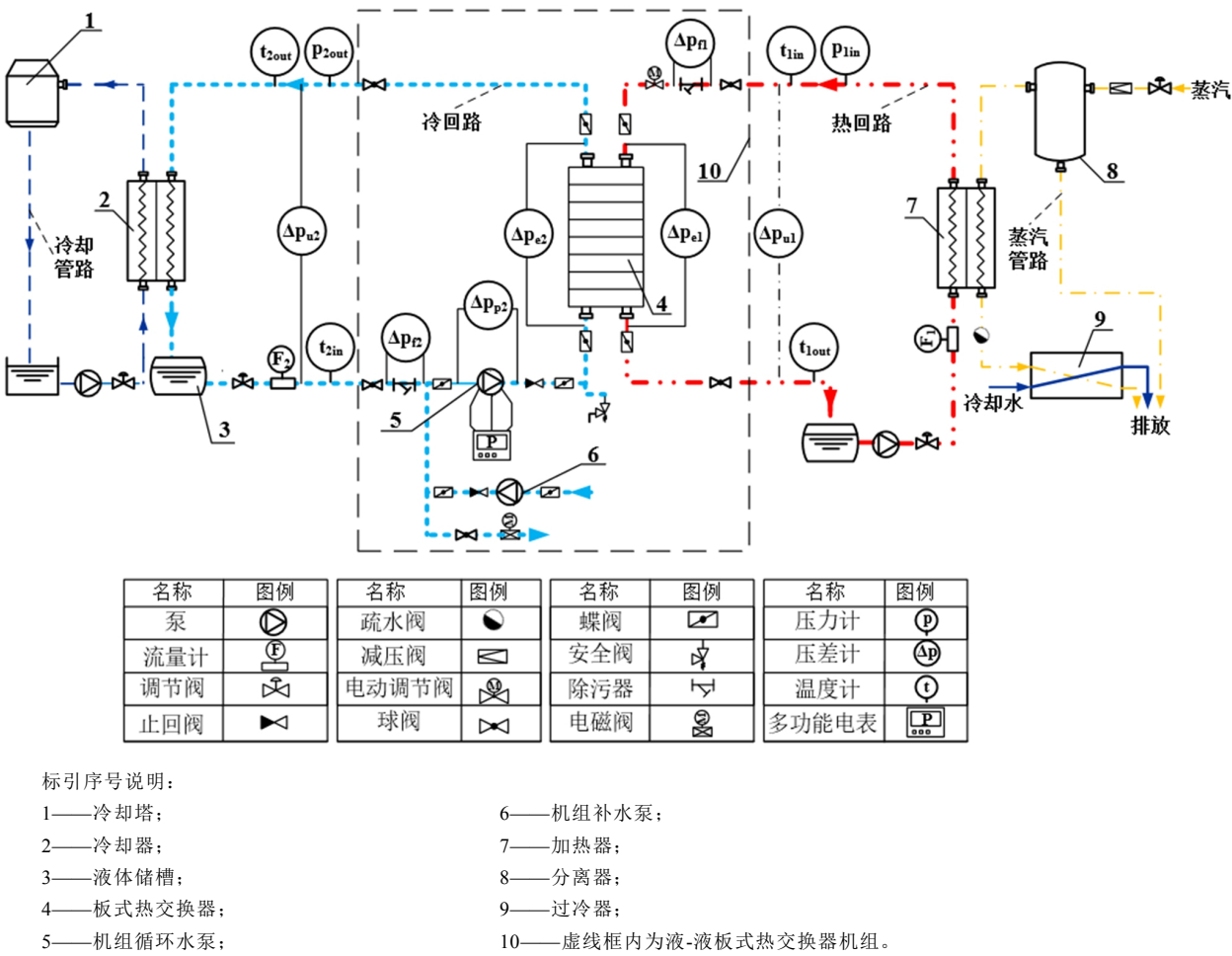


图 1 采用蒸汽加热一次侧介质时的液-液板式热交换器机组测试系统

7.2 测量参数

确定液-液板式热交换器机组传热与阻力性能测定的测量参数包括但不限于：

- a) 机组一次侧进、出口温度；
- b) 机组一次侧进口压力；
- c) 机组一次侧进出口压降；
- d) 机组一次侧除污器进出口压降；
- e) 机组一次侧板式热交换器进出口压降；
- f) 机组一次侧流量；
- g) 机组二次侧进、出口温度；
- h) 机组二次侧出口压力；
- i) 机组二次侧进出口压差；
- j) 机组二次侧循环水泵进出口压差；
- k) 机组二次侧板式热交换器进出口压降；
- l) 机组二次侧除污器进出口压降；
- m) 机组二次侧流量；
- n) 机组二次侧电机耗电功率。

7.3 测量仪表

7.3.1 试验室测量流量、温度、压力(差)、电功率等各参数所用仪表准确度等级和量程的选取应符合表 2 的规定。

表 2 仪表准确度等级和量程

项目	流量 /(m ³ /h)					温度 /℃		压力/MPa	压差 /kPa		电功率 /kW
准确度等级	0.5					0.5		0.25	0.1		0.5
量程	0~50	0~140	0~140	0~800	0~1200	0~150	0~100	0~1.6	0~60	0~600	0~720
测试 工位	一次侧		二次侧			一次侧	二次侧	一、二次侧	一、二次侧		二次侧

7.3.2 超出表 2 规定的仪表量程应按所测工艺参数的 1.5 倍~2.0 倍选取。

7.3.3 测试需测量仪表应在校准或检定的有效期内使用。

7.4 测量方法

7.4.1 流量测量

试验室测试液-液板式热交换器机组性能时，体积流量宜采用接触式流量传感器测量。测量仪器与仪表的安装应满足GB/T 27698.1-2011中4.3.1的要求。

7.4.2 温度测量

试验室测试流体温度的传感器宜选用接触式测温元件。测量仪器与仪表的安装应满足GB/T 27698.1-2011中4.3.2的要求。

7.4.3 压力（差）测量

测试压力（差）宜选用压力（差）变送器测量。测量仪器与仪表的安装应满足GB/T 27698.1-2011中4.3.3的要求。

8 测试程序

8.1 测试前，应检查测试机组、管线以及测量仪表的可靠性。

8.2 开始运行前，应排净测试机组内的气体，使测试机组在完全充满测试流体的条件下运行。

8.3 将机组一次侧电动调节阀及其它阀门、二次侧管路阀门开至全开状态，并调节一次侧和二次侧流量、温度至测试工况，稳定运行 30 min 后开始进行设计工况和标准工况的测试。

8.4 设计工况测试时，固定一次侧进口温度、二次侧出口温度至设计值；固定一次侧进口压力、二次侧出口压力至设计值的 0.5 倍；调节一次侧、二次侧流量同时为一、二次侧流量设计值的 100%、90%、75%时的 3 个工况进行测试。

8.5 针对用于供热系统的板式热交换器机组，进行标准工况测试时，应固定二次侧热交换器板间流速为 0.5 m/s，分别进行以下工况测试：

- a) 参考严寒天气机组实际运行工况，二次侧进/出口温度为 40℃/55℃，一次侧进口温度分别为 65℃、85℃、100℃；

- b) 参考轻寒天气机组实际运行工况，二次侧进/出口温度为 37℃/45℃，一次侧进口温度分别为 65℃、85℃、100℃。

8.6 每个测试工况下稳定运行不少于 10 min，当计算所得的热平衡相对误差（见表 3）在 5%之内时，方可进行数据采集，每组数据间隔不少于 1 min，最少应采集 3 组数据。

9 测试结果

9.1 板式热交换器机组传热性能

应包括以下内容：

- a) 一、二次侧流量和温度处于机组设计工况下的换热量；
- b) 一、二次侧流量和温度处于机组设计工况下的总传热系数；
- c) 一、二次侧流量与换热量的柱状图；
- d) 一、二次侧流量与总传热系数的柱状图。

9.2 板式热交换器机组阻力性能

应包括以下内容：

- a) 一、二次侧流量和温度处于机组设计工况下的一次侧总压降；
- b) 一、二次侧流量和温度处于机组设计工况下的二次侧总压降；
- c) 一、二次侧流量与一次侧总压降的柱状图；
- d) 一、二次侧流量与二次侧总压降的柱状图。

9.3 板式热交换器机组的能效指标 EEI

能效指标 EEI 的计算方法见附录A，应包括以下内容：

- a) 标准测试工况下机组的 EEI 的平均值；
- b) 标准测试工况下机组的 EEI 的柱状图。

9.4 板式热交换器机组的能效比 Q/N

能效比 Q/N 的计算方法见附录A，应包括以下内容：

- a) 标准测试工况下机组的 Q/N 的平均值；
- b) 标准测试工况下机组的 Q/N 的柱状图。

9.5 板式热交换器机组循环水泵的性能

应包括以下内容：

- a) 一、二次侧流量和温度处于机组设计工况下的循环水泵-电机总效率；
- b) 一、二次侧流量与循环水泵-电机总效率的柱状图。

9.6 测试数据的计算处理

液-液板式热交换器机组测试数据的计算处理应符合表3的规定。

表 3 主要计算公式

序 号	名 称	符 号	计 算 公 式
1	一次侧流体热流量	Φ_1	$\Phi_1 = q_{v1}\rho_1c_{p1}(t_{1in}-t_{1out})$
2	二次侧流体热流量	Φ_2	$\Phi_2 = q_{v2}\rho_2c_{p2}(t_{2out}-t_{2in})$
3	热平衡相对误差	$\Delta\Phi$	$\Delta\Phi = (\Phi_1-\Phi_2)/\Phi_2 \times 100\%$
4	换热量	Q	$Q = (\Phi_1+\Phi_2)/2000$
5	对数平均温差	Δt_m	$\Delta t_m = (\Delta t_1-\Delta t_2)/\ln(\Delta t_1/\Delta t_2)$
6	总传热系数	k	$k = (\Phi_1+\Phi_2)/(2A\Delta t_m)$
7	一次侧总压降	Δp_1	$\Delta p_1 = \Delta p_{u1}$
8	二次侧总压降	Δp_2	$\Delta p_2 = \Delta p_{p2}-\Delta p_{u2}$
9	机组功效比 Q/N	Q/N	见附录 A
10	机组能效指标 EEI	EEI	见附录 A
11	循环水泵-电机的总效率	η	$\eta = (q_{v2}\Delta p_{p2})/P$

10 测量不确定度

10.1 在下列情况下，测试单位宜在检测报告中给出总传热系数、机组总压降、水泵-电机总效率、能效指标等测试结果的不确定度。

- a) 当测量不确定度与检测结果的有效性或应用有关时；
- b) 当客户要求时；
- c) 当测量不确定度影响到对质量标准/规范限度的符合性时。

10.2 不确定度的计算方法见附录 B。不确定度的范围应不超过±10%，否则应与用户协商重新进行测试。

11 测试报告

11.1 内容

测试报告至少应包括以下内容：

- a) 委托单位信息；
- b) 测试单位信息；
- c) 委托单位提供的测试产品技术数据，表格示例见附录 C；
- d) 测试目的；
- e) 测试参数及测点布置，图的示例见附录 D；
- f) 测试仪表准确度等级及量程，表格示例见附录 E；
- g) 测试环境压力、环境温度、环境湿度；
- h) 测试介质名称及密度；
- i) 测试原始数据，表格示例见附录 F；

- j) 测试结果，示例见附录 G；
- k) 委托单位对被测试产品技术数据真实性的声明；
- l) 测试单位对测试数据及测试结果真实性的声明。

11.2 原始数据

液-液板式热交换器机组测试原始数据的表格示例见附录F，至少应包括以下内容：

- a) 各测试工况机组一次侧、二次侧的体积流量；
- b) 各测试工况机组一次侧、二次侧的进、出口温度；
- c) 各测试工况机组一次侧进口压力、二次侧出口压力；
- d) 各测试工况机组一次侧、二次侧除污器进出口压降；
- e) 各测试工况机组一次侧、二次侧的进出口压差；
- f) 各测试工况机组板式热交换器一次侧、二次侧的进出口压降；
- g) 各测试工况机组二次侧循环水泵进出口压差；
- h) 各测试工况机组二次侧循环水泵-电机的耗电功率；
- i) 各测试工况机组一次侧、二次侧的热流量；
- j) 各测试工况的热平衡相对误差。

附 录 A
(规范性)

机组性能指标 EEI 和 Q/N 的计算

A. 1 板式热交换器机组能效指标 EEI 的计算

A. 1. 1 板式热交换器机组能效指标 EEI 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， EEI 越大，机组能效水平越高。 EEI 的计算公式如下：

$$EEI = \frac{k}{\nabla p^{0.31}} \dots\dots\dots (A.1)$$

$$\nabla p = \omega_1 \frac{\Delta p_1}{l_{e1}} + \omega_2 \frac{\Delta p_2}{l_{e2}} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：
 EEI ——板式热交换器机组能效指标；
 k ——板式热交换器机组总传热系数；
 Δp_1 ——板式热交换器机组一次侧总压降；
 Δp_2 ——板式热交换器机组二次侧总压降；
 l_{e1} ——板式热交换器机组一次侧纵向角孔中心距；
 l_{e2} ——板式热交换器机组二次侧纵向角孔中心距。

A. 1. 2 机组一次侧、二次侧权重系数 ω_1 、 ω_2 计算公式如下：

$$\omega_1 = \frac{q_{v1}}{q_{v1} + q_{v2}} \dots\dots\dots (A.3)$$

$$\omega_2 = \frac{q_{v2}}{q_{v1} + q_{v2}} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：
 ω_1 ——板式热交换器机组一次侧权重系数；
 ω_2 ——板式热交换器机组二次侧权重系数；
 q_{v1} ——板式热交换器机组一次侧流体的体积流量；
 q_{v2} ——板式热交换器机组二次侧流体的体积流量。

A. 2 板式热交换器机组功效比 Q/N 的计算

板式热交换器机组功效比 Q/N 的物理意义是消耗单位泵功下所获得的换热量，相同工艺条件下， Q/N 越大，机组性能越好。 Q/N 的计算公式如下：

$$Q/N = \frac{(\Phi_1 + \Phi_2)/2000}{(P - q_{v2}\Delta p_{u2}) + q_{v1}\Delta p_{u1}} \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：
 Q/N ——板式热交换器机组功效比；
 Φ_1 ——板式热交换器机组一次侧热流量；
 Φ_2 ——板式热交换器机组二次侧热流量；
 P ——板式热交换器机组二次侧循环水泵消耗的电功率；

q_{v1} ——板式热交换器机组一次侧流体的体积流量；

q_{v2} ——板式热交换器机组二次侧流体的体积流量；

Δp_{u1} ——板式热交换器机组一次侧进出口压差；

Δp_{u2} ——板式热交换器机组二次侧进出口压差。

附 录 B
(规范性)
不确定度计算

B.1 不确定度计算

间接测量中被测量Y的估计值y是由N个直接测量量的测得值 $x_1, x_2, \dots, x_N$ 的函数求得，即：

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_N) \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：
y ——间接测量值；
 $x_{1,2,\dots,N}$ ——各个直接测量值。

B.2 随机不确定度

B.2.1 如果n表示读数的次数，那么一组重复测量观测值 $x_j (j = 1 \dots n)$ 的随机不确定度 u_{xi} 为：

$$u_{xi} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum \left(x_i - \frac{1}{n} \sum x_i \right)^2} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：
 u_{xi} ——各个测量值的随机不确定度；
n ——测量次数；
 x_i ——第 i 次测量所得值。

B.2.2 被测量y的随机不确定度分量为：

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 (u_{xi})^2} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：
 u_c ——间接值的随机不确定度；
 $\partial f / \partial x_i$ ——各个测量值的误差传递系数；
 u_{xi} ——各个测量值的随机不确定度。

B.3 系统不确定度

B.3.1 仪表误差a按下式计算：

$$a = r \times \sigma \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：
r ——仪表量程；
 σ ——准确度等级。

B.3.2 示值误差取均匀分布，则直接测量量的系统不确定度为：

$$u_{qi} = \frac{a}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots (B.5)$$

式中：

u_{qi} ——各个测量值系统不确定度；

a ——仪表误差。

B.3.3 被测量 y 的系统不确定度分量为：

$$u_q = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 (u_{qi})^2} \dots\dots\dots (B.6)$$

式中：

u_q ——间接值的系统不确定度；

$\partial f / \partial x_i$ ——各个测量值的误差传递系数；

u_{xi} ——各个测量值的系统不确定度。

B.4 合成不确定度

采用合成不确定度作为被测量 Y 估计值 y 的测量不确定度，即：

$$u = \sqrt{u_c^2 + u_q^2} \dots\dots\dots (B.7)$$

式中：

u ——合成不确定度；

u_c ——间接值的随机不确定度；

u_q ——间接值的系统不确定度。

附 录 C
(资料性)
委托单位提供的测试产品技术数据

C.1 委托单位提供的测试产品技术数据

委托单位提供的测试产品技术数据见表C.1（示例）。

表 C.1 委托单位提供的测试产品技术数据（示例）

参数		名称	单位	数值
机 组 参 数	结 构 参 数	设备外形尺寸	mm	
		一次侧进、出口接管直径	mm	
		二次侧进、出口接管直径	mm	
		机组净重	kg	
		满水重量	kg	
		一次侧管道长度	m	
		二次侧管道长度	m	
	设 计 参 数	一次侧、二次侧介质名称	/	
		一次侧体积流量	m³/h	
		二次侧体积流量	m³/h	
		一次侧进/出口温度	℃	
		二次侧进/出口温度	℃	
		热负荷	MW	
		总传热系数	W/(m²·K)	
		一/二次侧压力	MPa	
		试验压力	MPa	
		机组一/二次侧总压降	kPa	

附录 D
(资料性)
测试参数及测点布置图

D.1 测试参数及测点布置图

测试参数及测点布置见图D.1（示例）。

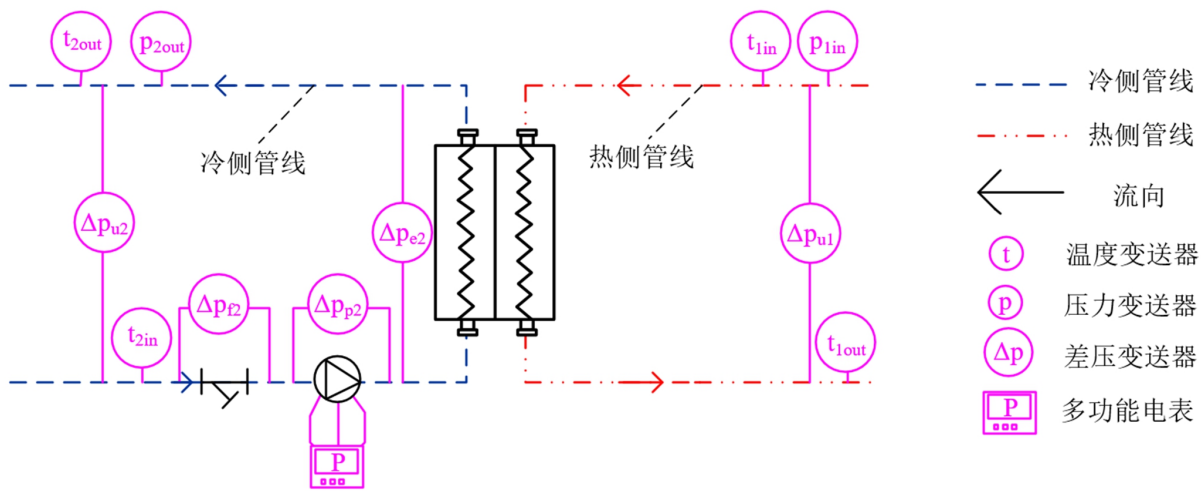


图 D.1 测试参数及测点布置（示例）

附 录 E
(资料性)
测量仪表准确度等级及量程

E.1 测量仪表准确度等级及量程

测量仪表准确度等级及量程见表E.1（示例）。

表 E.1 测量仪表准确度等级及量程（示例）

测量项目	流量/(m³/h)		温度/℃		压力/MPa	压差/kPa	电功率/kW
准确度等级							
量程							
测试工位	一次侧	二次侧	一次侧	二次侧	一/二次侧	一/二次侧	二次侧

附 录 F
(资料性)
测试原始数据

F.1 测试原始数据

板式热交换器机组测试原始数据见表 F.1（示例）。

表 F.1 板式热交换器机组测试原始数据（示例）

序号	一次侧						二次侧									热平衡 相对误差	总传热系数	电机耗电功率
	体积流量	进口温度	出口温度	进口压力	机组进出口压降	热流量	体积流量	进口温度	出口温度	出口压力	机组进出口压差	除污器进出口压降	热交换器进出口压降	循环水泵压差	热流量			
	q_{v1}	t_{1in}	t_{1out}	p_{1in}	Δp_{u1}	Φ_1	q_{v2}	t_{2in}	t_{2out}	p_{2out}	Δp_{u2}	Δp_{r2}	Δp_{e2}	Δp_{p2}	Φ_2			
	m ³ /h	℃	℃	MPa	kPa	kW	m ³ /h	℃	℃	MPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kW			
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
...																		
36																		

附 录 G
(资料性)
测试结果 (示例)

G. 1 设计工况下板式热交换器机组传热性能

- G. 1. 1 一、二次侧流量和温度处于设计工况下的机组换热量为3022.88 kW。
G. 1. 2 一、二次侧流量和温度处于设计工况下的机组总传热系数为3452.23 W/(m²·K)。
G. 1. 3 机组换热量与设计流量百分比的柱状图见图G.1(示例)。

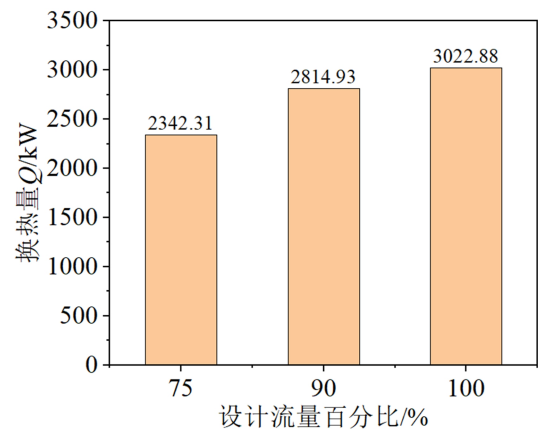


图 G. 1 机组换热量与设计流量百分比的柱状图 (示例)

- G. 1. 4 机组总传热系数与设计流量百分比的柱状图G.2 (示例)。

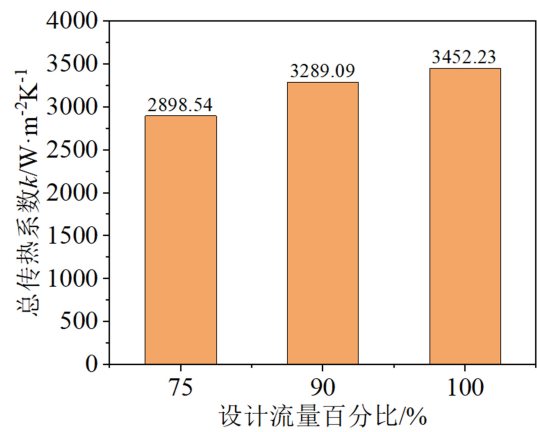


图 G. 2 机组总传热系数与设计流量百分比的柱状图 (示例)

G. 2 设计工况下板式热交换器机组阻力性能

- G. 2. 1 一、二次侧流量和温度处于设计工况下的机组一次侧总压降为4.81 kPa。
G. 2. 2 一、二次侧流量和温度处于设计工况下的机组二次侧总压降为122.29 kPa。
G. 2. 3 机组一次侧总压降与设计流量百分比的柱状图见图G.3 (示例)。

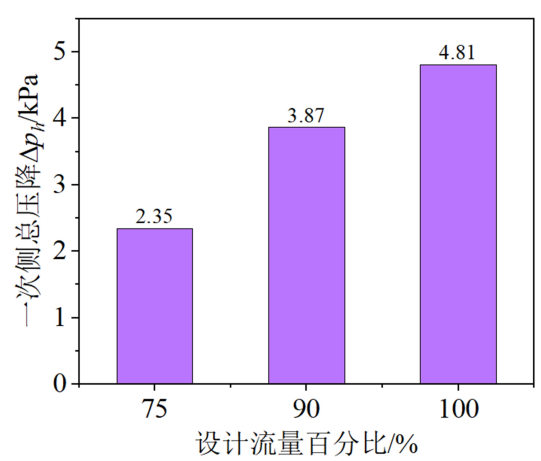


图 G.3 机组一次侧总压降与设计流量百分比的柱状图(示例)

G. 2. 4 机组二次侧总压降与设计流量百分比的柱状图见图G.4(示例)。

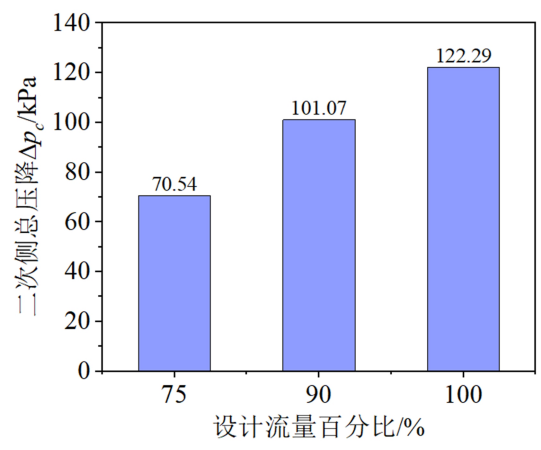


图 G.4 机组二次侧总压降与设计流量百分比的柱状图(示例)

G. 3 标准工况下板式热交换器机组的能效指标 EEI

G. 3. 1 标准工况下机组 EEI 的平均值为111.28。

G. 3. 2 标准工况下机组 EEI 的柱状图见图G.5(示例)。

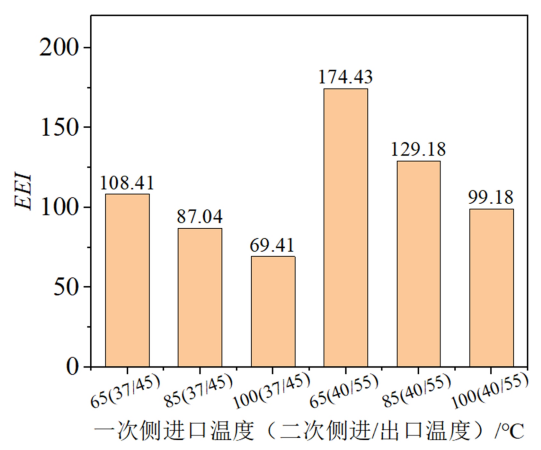


图 G.5 标准工况下板式热交换器机组 EEI 的柱状图(示例)

G. 4 标准工况下板式热交换器机组的能效比 Q/N

- G. 4. 1 标准工况下机组 Q/N 的平均值为286.45。
- G. 4. 2 标准工况下机组 Q/N 的柱状图见图G.6(示例)。

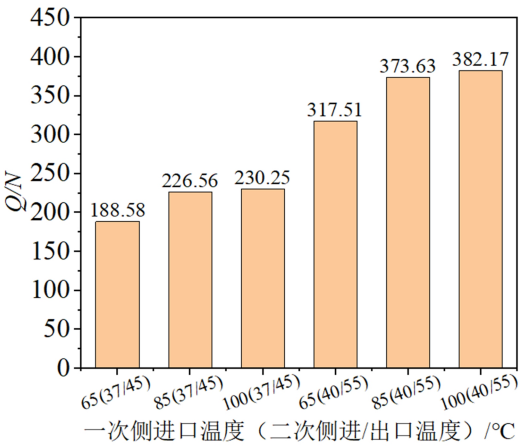


图 G. 6 标准工况下板式热交换器机组 Q/N 的柱状图 (示例)

G. 5 设计工况下板式热交换器机组循环水泵的性能

- G. 5. 1 一、二次侧流量和温度处于机组设计工况下机组循环水泵-电机总效率 η 为61.22%。
- G. 5. 2 机组循环水泵-电机的总效率与设计流量百分比的柱状图见图G.7(示例)

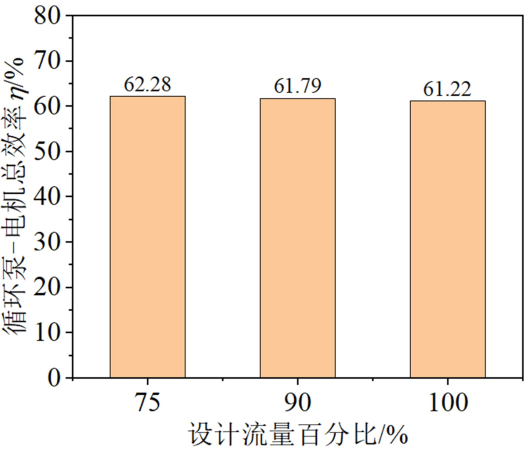


图 G. 7 机组循环水泵-电机总效率与设计流量百分比的柱状图 (示例)