

# 热能表检定规程

## 引言

本规程等效采用国际法制计量组织（OIML）的国际建议 R 75 《热能表》（2001 年 5 月），并参照我国国情，增减了少量内容。

## 1 范围

本规程适用于热能表的首次检定、后续检定、使用中检验、定型鉴定及样机试验。  
用于计量所吸收热量的热能表的检定，可参考本规程。

## 2 引用文献

本规程引用下列文献

1. OIML R75-2001 热能表(草案) (OIML R75-2001 Heat meters (Draft))
2. EN1434-1997 热能表 (EN1434-1997 Heat meters)
3. GB2423-1989 电工电子产品基本环境试验
4. GB6587-1986 电子测量仪器环境试验
5. GB/T17626-1998 电磁兼容试验和测量技术
6. GB/T8622-1997 工业铂电阻温度传感器
7. GB/T778.3-1996 冷水水表 第 3 部分：试验方法和试验设备

使用本规程时应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

## 3 术语与定义

### 3.1 热能表 Heat meter

用于测量及显示热交换回路中载热液体所释放的热量的计量器具。热能表用法定计量单位显示热量。

#### 3.1.1 组合式热能表 Combined heat meter

由独立的流量传感器、配对温度传感器和计算器组合而成的热能表。

#### 3.1.2 一体式热能表 Complete heat meter

由流量传感器、配对温度传感器和计算器组成，而组成后全部或部分不可分开的热能表。

### 3.2 热能表的组成部件 Sub-assemblies of a heat meter

#### 3.2.1 流量传感器 Flow sensor

在热交换回路中用于产生载热液体的流量信号，该信号是载热液体体积或质量的函数，也可是体积流量或质量流量的函数。

#### 3.2.2 配对温度传感器 Temperature sensor pair

在热交换回路中用于同时采集载热液体在入口和出口的温度信号。

#### 3.2.3 计算器 Calculator

用于接收流量传感器和配对温度传感器的信号，并进行计算、累积、存储和显示热交换

回路中释放的热量。

### 3.3 标称运行条件 Rated operating conditions

#### 3.3.1 温度范围限 Limits of temperature range

##### 3.3.1.1 温度范围上限 $\theta_{\max}$ $\theta_{\max}$ is the upper limit of the temperature range

流经热能表的载热液体的最高允许温度，在此温度下热能表不超过最大允许误差。

##### 3.3.1.2 温度范围下限 $\theta_{\min}$ $\theta_{\min}$ is the lower limit of the temperature range

流经热能表的载热液体的最低允许温度，在此温度下热能表不超过最大允许误差。

#### 3.3.2 温差限 Limits of temperature difference

##### 3.3.2.1 温差 $\Delta\theta$ $\Delta\theta$ is the temperature difference

热交换回路中载热液体入口温度和出口温度之差。

##### 3.3.2.2 温差上限 $\Delta\theta_{\max}$ $\Delta\theta_{\max}$ is the upper limit of the temperature difference

最大允许温差，在此温差下且在热功率上限值内，热能表不超过最大允许误差。

##### 3.3.2.3 温差下限 $\Delta\theta_{\min}$ $\Delta\theta_{\min}$ is the lower limit of the temperature difference

最小允许温差，在此温差下，热能表不超过最大允许误差。

#### 3.3.3 流量限 Limit of flow-rate

##### 3.3.3.1 流量上限 $q_s$ $q_s$ is the upper limit of the flow-rate

热能表不超过最大允许误差能够短期运行（<1 小时/天及<200 小时/年）的最大流量。

##### 3.3.3.2 常用流量（额定流量） $q_p$ $q_p$ is the permanent flow-rate

热能表在不超过最大允许误差下可连续运行的最大流量。

##### 3.3.3.3 最小流量 $q_i$ $q_i$ is the lower limit of the flow-rate

热能表在不超过最大允许误差下运行的最小流量。

#### 3.3.4 热功率上限 $P_s$ $P_s$ is the upper limit of the thermal power

热能表在不超过最大允许误差下运行的最大热功率。

#### 3.3.5 最大允许工作压力 Maximum admissible working pressure (MAP)

热能表在上限温度下运行可持久承受的最大压力。

#### 3.3.6 最大压损 $\Delta P$ $\Delta P$ is maximum pressure loss

热能表在常用流量下运行时，载热液体流过热能表所产生的压力损失。

#### 3.3.7 最大允许误差 Maximum permissible error (MPE)

热能表所允许误差的极限值。

### 3.4 总量检定

对热能表的热量值直接进行检定的方法称为总量检定。

### 3.5 分量检定

将组成热能表的流量传感器的参数、温度传感器的参数和积算仪的参数视为热量的分量，按照分量或分量组合分别检定的方法称为分量检定。

## 4 概述

### 4.1 工作原理

热能表的工作原理是：将配对温度传感器分别安装在热交换回路的入口和出口的管道上，将流量传感器安装在入口或出口管上。流量传感器发出流量信号，配对温度传感器给出入口和出口的温度信号，计算器采集流量信号和温度信号，经过计算，显示出载热液体从入口至出口所释放的热量值。

### 4.2 结构

热能表主要由流量传感器、配对温度传感器和计算器组成。

热能表按结构类型一般可分为一体式热能表和组合式热能表。

### 4.3 热量的计算公式

热量的计算公式有以下两种形式：

$$Q = \int_0^t q_m \cdot \Delta h \cdot dt \dots\dots\dots (1)$$

式中：Q——释放的热量[kJ]

$q_m$ ——流经热能表中载热液体的质量流量[kg/s]

$\Delta h$ ——热交换回路中入口温度与出口温度对应的载热液体的比焓值差  
[kJ/kg]，水的焓值和密度表见附录 B。

t——时间[s]

$$Q = \int_0^V k \cdot \Delta \theta \cdot dV \dots\dots\dots (2)$$

式中：Q——释放的热量[J 或 kWh]

V——载热液体流过的体积[m<sup>3</sup>]

$\Delta \theta$ ——热交换回路中载热液体入口处和出口处的温差[°C]

k——热系数，它是载热液体在相应温度、温差和压力下的函数[J/m<sup>3</sup>°C 或 kWh/m<sup>3</sup>°C]，水的热系数 k 值见附录 C。

注 1：查热系数表时，允许线性内插。

注 2：式中的体积计量位置是在热交换回路的出口处，否则，应进行密度修正。

注 3：附录 C 热系数 k 值的计算公式来源于欧洲标准 EN1434 《热能表》。

## 5 计量性能要求

### 5.1 流量传感器的密封性和强度

应能承受密封性和水压强度试验，无泄漏，渗漏或损坏。

### 5.2 热能表的准确度等级

5.2.1 按总量检定时，准确度等级及最大允许相对误差 E 列在表 1 中。

5.2.2 按分量检定时，各分量的准确度等级及最大允许相对误差 E 列在表 2 中。

### 5.3 热能表的误差限

使用中的热能表的误差限为上述误差限的 2 倍（即最大允许误差的 2 倍）。

表 1

1 级	2 级	3 级
$E = \pm \left( 2 + 4 \frac{\Delta \theta_{\min}}{\Delta \theta} + 0.01 \frac{q_p}{q} \right) \%$ $E_q = \pm \left( 1 + 0.01 \frac{q_p}{q} \right) \% \text{ 且 } \leq \pm 5 \%$	$E = \pm \left( 3 + 4 \frac{\Delta \theta_{\min}}{\Delta \theta} + 0.02 \frac{q_p}{q} \right) \%$	$E = \pm \left( 4 + 4 \frac{\Delta \theta_{\min}}{\Delta \theta} + 0.05 \frac{q_p}{q} \right) \%$

注 1: 对 1 级表  $q_p \geq 100 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

注 2:  $q$  为流量。

表 2

	流量传感器误差限 $E_q$	配对温度传感器误差限 $E_\theta$	计算器误差限 $E_G$
1 级	$\pm \left( 1 + 0.01 \frac{q_p}{q} \right) \% \text{ 且 } \leq \pm 5 \%$	配对温度传感器的温差误差应满足: $\pm \left( 0.5 + 3 \frac{\Delta \theta_{\min}}{\Delta \theta} \right) \%$ 对单支温度传感器温度误差应满足: $\pm (0.30 + 0.005   \theta  ) ^\circ \text{C}$	$\pm \left( 0.5 + \frac{\Delta \theta_{\min}}{\Delta \theta} \right) \%$
2 级	$\pm \left( 2 + 0.02 \frac{q_p}{q} \right) \% \text{ 且 } \leq \pm 5 \%$		
3 级	$\pm \left( 3 + 0.05 \frac{q_p}{q} \right) \% \text{ 且 } \leq \pm 5 \%$		

注: 对 1 级表  $q_p \geq 100 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

#### 5.4 非叶轮式的流量传感器的重复性 $E_r$

非叶轮式的流量传感器的重复性应不大于最大允许误差的一半。

注: 对于叶轮式的流量传感器, 可以不做重复性。

#### 5.5 热能表的温差下限 $\Delta \theta_{\min}$ 一般为 $3^\circ \text{C}$ 。

#### 5.6 流量传感器的最大压降 $\Delta P$ 不应超过 $25 \text{ kPa}$ 。

### 6 通用技术要求

6.1 热能表外壳应涂层均匀, 无裂纹、毛刺等表面缺陷, 壳体应能防水、尘侵入, 并用箭头标出载热液体流动的方向。

6.2 热能表应有铭牌, 铭牌上应注明: 厂名或注册商标、口径、型号与编号、CMC 标志、 $q$  的测量范围、 $\theta$  的测量范围、 $\Delta \theta$  的测量范围、最大允许工作压力、准确度等级、环境等级、制造年月、安装位置 (管道入口或出口)、水平安装或垂直安装 (如有必要)。

注: 环境等级为

A 级环境 (户内安装)

环境温度为  $+5^\circ \text{C} \sim +55^\circ \text{C}$ ; 通常湿度; 通常的电气和电磁状态。

B 级环境（户外安装）

环境温度为 $-25^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ ；通常湿度；通常的电气和电磁环境。

6.3 新制造的热能表应具有产品合格证及使用说明书。使用中和修理后的热能表还应具有检定合格证书。

#### 6.4 热能表显示要求

6.4.1 热能表应至少能显示热量，累积流量，载热液体入口温度和出口温度。热量的显示单位用 J 或 Wh 或其十进制倍数。累积流量的显示单位用  $\text{m}^3$ 。温度的显示单位用  $^{\circ}\text{C}$ 。显示单位应标在不宜混淆的地方。

6.4.2 热能表应在最大热功率下持续 3000 小时而不超量程地显示热量，并在最大热功率下工作 1 小时而热量显示的最小位数至少步进一位。

6.4.3 显示数字的可见高度不应小于 4mm。

#### 6.4.4 显示分辨率

##### 6.4.4.1 使用时显示分辨率

热量：1kWh 或 1MJ；累积流量： $0.01\text{m}^3$ ；温度： $0.1^{\circ}\text{C}$ 。

##### 6.4.4.2 检定时显示分辨率

对于 DN15 和 DN20 的热能表，热量：一般为 0.001kWh 或 0.001MJ；累积流量：一般为  $0.00001\text{m}^3$ ；温度： $0.1^{\circ}\text{C}$ 。

注 1：达不到上述要求的热能表应设计有接口并配有接线，检定时可以使分辨率提高至上述要求。

注 2：对于其它口径的热能表，热量和累积流量的显示分辨率应满足检定分辨率的要求。

6.4.5 热能表通载热液体，平稳地运行几分钟后应进入正常运行，当载热液体不流时，热量显示值应不变。

6.5 影响热能表计量的可拆部件应有可靠的封印，封印必须是有效的。

#### 6.6 热能表的材料与结构

构成热能表的所有部件应有坚固的结构，在规定的温度条件下，与载热液体接触的热能表的材料应具有相应的机械强度和足够的耐磨强度，并能正常工作。热能表中，凡与载热液体接触的部件、材料应能耐载热液体和大气的腐蚀或有可靠的防腐层。

## 7 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定、使用中检验、定型鉴定及样机试验。检定结果应符合第 5、6 条的规定；附录 A 规定了定型鉴定、样机试验的项目和试验方法。

### 7.1 检定条件

#### 7.1.1 主要检定设备

主要检定设备列于表 3 中，恒温槽的温场要求列于表 4 中。

7.1.2 热水流量标准装置的扩展不确定度（覆盖因子为 2）应小于等于热能表最大允许误差的三分之一，标准电阻箱的扩展不确定度（覆盖因子为 2）应小于等于热能表最大允许误差的五分之一。也可采用标准热能表作为标准，标准热能表的扩展不确定度（覆盖因子为 2）应小于等于热能表最大允许误差的三分之一。标准热能表应在热水装置上检定。对于其它原理的标准器，如果其不确定度能够满足要求，也可以使用。

表 3

总量检定	分量检定		
	流量传感器	配对温度传感器	计算器
热水流量标准装置 耐压试验设备 恒温槽 二等标准铂电阻温度计	热水流量标准装置 耐压试验设备	恒温槽 二等标准铂电阻温度计	信号发生器 标准电阻箱

表 4

名称	测量范围℃	工作区域最大温差℃	工作区域水平温场℃
恒温水槽	1~95	0.02	0.01
恒温油槽	90~200	0.03	0.015

7.1.3 热量标准装置应具有测量压力损失的功能。

#### 7.1.4 环境及外部要求

大气温度一般为(15~35)℃；

大气相对湿度一般为(15~85)%；

大气压力一般为(86~106)kPa；

供电电源：电源电压为 187V~242V；电源频率为 (50±1) Hz；

外界磁场干扰应小到对热能表的影响可忽略不计。

7.1.5 被检热能表实验前在实验室存放不少于 2 小时。

#### 7.2 检定项目

热能表的检定项目列于表 5 中。

表 5

序号	检定项目	检定类别		
		首次检定	后续检定	使用中检验
1	外观检查	+	+	+
2	运行检查	+	+	+
3	密封性检查	+	+	—
4	最大允许误差试验	+	+	+
5	重复性试验	+	+	—

注：“+”——表示应检定；“—”——表示可不检定。

#### 7.3 检定方法

##### 7.3.1 总量检定法

按总量检定的热能表应至少在以下三种情况下进行检定。在每一种情况下，选择给定范围内的一温差、一流量点并在  $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$  的水温下进行检定。

- 1)  $\Delta \theta_{\min} \leq \Delta \theta \leq 1.2 \Delta \theta_{\min}$  和  $0.9q_p \leq q \leq q_p$
- 2)  $10 \leq \Delta \theta \leq 20$  和  $0.2q_p \leq q \leq 0.22q_p$ ;
- 3)  $\Delta \theta_{\max} - 5 \leq \Delta \theta \leq \Delta \theta_{\max}$  和  $q_i \leq q \leq 1.1q_i$

### 7.3.2 分量检定法

#### 7.3.2.1 流量传感器

检定流量传感器时，应在下列每个流量范围内选一流量点并在  $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$  的水温下进行检定。

- 1)  $q_i \leq q \leq 1.1q_i$
- 2)  $0.1q_p \leq q \leq 0.11q_p$
- 3)  $0.9q_p \leq q \leq 1.0q_p$

如果提供了型式批准证书及可说明室温下和  $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$  下流量传感器的对比性能的试验报告，可在室温下进行检定。

#### 7.3.2.2 配对温度传感器

配对温度传感器的每个温度传感器，应在同一个恒温槽内，在下列的每个温度范围内选一温度点进行检定。

- 1)  $\theta_{\min} \sim (\theta_{\min} + 10^\circ\text{C})$  (当  $\theta_{\min} < 20^\circ\text{C}$  时) 或  $(35 \sim 45)^\circ\text{C}$  (当  $\theta_{\min} \geq 20^\circ\text{C}$  时)
- 2)  $(45 \sim 55)^\circ\text{C}$  (常温型) 或  $(75 \sim 85)^\circ\text{C}$  (高温型)
- 3)  $(\theta_{\max} - 5^\circ\text{C}) \sim \theta_{\max}$

配对温度传感器的两个温度传感器，应在温度不同的两个恒温槽内，在下列的每个温差范围内选一温差点进行检定。

- 1)  $\Delta \theta_{\min} \leq \Delta \theta \leq 1.2 \Delta \theta_{\min}$
- 2)  $10^\circ\text{C} \leq \Delta \theta \leq 20^\circ\text{C}$
- 3)  $(\Delta \theta_{\max} - 5^\circ\text{C}) \leq \Delta \theta \leq \Delta \theta_{\max}$

注 1: 做温差试验时，高温端温度应在  $(\theta_{\max} - 5^\circ\text{C}) \sim \theta_{\max}$  范围内。

注 2:  $\Delta \theta_{\min}$  一般为  $3^\circ\text{C}$ 。

#### 7.3.2.3 计算器

计算器必须在表 6 中给定的模拟温度及温差下检定。

### 7.3.3 计算公式

#### 7.3.3.1 热量相对误差 $E_i$ 与 $E_Q$ 计算公式

$$E_i = \frac{Q_{di} - Q_{ci}}{Q_{ci}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

$$E_Q = (E_i)_{\max} \dots\dots\dots (4)$$

式中  $Q_{di}$ 、 $Q_{ci}$ ——分别表示第  $i$  点指示值与约定真值。

表 6

	温度(°C)	温差(°C)
1	$\theta_{\min} \leq \theta_d \leq \theta_{\min} + 5$	$\Delta \theta_{\min}, 5, 20, \Delta \theta_{\text{ref}}$
2	$\theta_d = \theta_{\text{ref}} \pm 5$	$\Delta \theta_{\min}, 5, 20,$
3	$\theta_{\max} - 5 \leq \theta_e \leq \theta_{\max}$	$20, \Delta \theta_{\text{ref}}, \Delta \theta_{\max} - 5$

注 1:  $\theta_d$  为出口温度;  $\theta_e$  为入口温度。

$$\theta_{\text{ref}} = \frac{\theta_{\min} + \theta_{\max}}{2};$$

$$\Delta \theta_{\text{ref}} = \frac{20 + \Delta \theta_{\max}}{2}$$

注 2: 模拟流量信号应不超过计算器可接收的最大值。

### 7.3.3.2 重复性 $E_r$ 计算公式

$$E_j = \frac{V_{dj} - V_{cj}}{V_{cj}} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中,  $V_{dj}$  和  $V_{cj}$ ——分别表示在流量  $q_p$  下流量传感器第  $j$  次 ( $j=1, 2, 3$ ) 检定的体积示值和约定真值。

$$E_{\max} = (E_j)_{\max} \dots\dots\dots (6)$$

$$E_{\min} = (E_j)_{\min} \dots\dots\dots (7)$$

$$E_r = E_{\max} - E_{\min} \dots\dots\dots (8)$$

### 7.3.4 外观检查

用目测法检查热能表的外观及文件, 其结果应符合第 6 条的规定。

### 7.3.5 运行检查

将热能表安装在热量标准装置上, 通水几分钟后, 目测法检查, 然后切断水流, 再目测检查, 其结果应符合第 6.4 条的有关规定。

### 7.3.6 密封性试验

将热能表安装在热量标准装置上, 通温度为  $(60 \pm 10)^\circ\text{C}$  的热水五分钟以上, 同时将压力调节为该装置的公称压力, 然后关闭出水阀, 10 分钟后用目测法检查。其结果应符合 5.1 条的有关要求。

### 7.3.7 热能表的总量检定

7.3.7.1 检定时载热液体的温度、进口与出口温差与流量点按 7.3.1 条要求。

7.3.7.2 检定次数一般为 1 次。如果第一次的  $E$  大于最大允许误差, 允许再补做 2 次, 但后面 2 次的  $E$  均不应超过最大允许误差。以 3 次试验的算术平均值做为热能表的示值。

7.3.7.3 当选用质量法流量标准装置时, 将热能表安装到质量法热量标准装置上, 通水使其平衡地运行一段时间。



7.3.7.4 用流量调节阀将流量调到第  $i$  个点, 并将载热液体的温度调到检定温度值, 通过恒温槽, 将温差调到规定值, 稳定 10 分钟, 称出  $m_{0i}$ ,  $m_{1i}$ ; 记录热能表的读数  $Q_{0i}$ ,  $Q_{1i}$ , 水温与室温。

7.3.7.5 实际热量  $Q_{ci}$  和热能表显示热量  $Q_{di}$  分别按式 (9) 和式 (10) 计算

$$Q_{ci} = (m_{1i} - m_{0i}) \times (h_{1i} - h_{0i}) \dots\dots\dots (9)$$

$h_{1i}$ 、 $h_{0i}$ ——分别表示载热液体在高温恒温槽的温度下的比焓值与设定的低温恒温槽的温度下的比焓值。

$$Q_{di} = Q_{1i} - Q_{0i} \dots\dots\dots (10)$$

7.3.7.6 热能表第  $i$  检定点的示值误差  $E_i$  按式 (3) 式计算。

7.3.7.7 重复 7.3.7.4 至 7.3.7.6, 将流量、温度、温差调到其它点, 完成全部检定。

7.3.7.8 热能表的示值误差  $E$  按式 (4) 计算, 其结果应符合 5.2 条的要求。

7.3.8 热能表的分量检定 (以质量法流量标准装置为例)

7.3.8.1 流量传感器

1) 检定时水温与流量点按第 7.3.2.1 条的规定。

2) 每个流量点一般检定 1 次, 如果第一次的  $E$  大于最大允许误差, 允许再补做 2 次, 但后面 2 次的  $E$  均不应超过最大允许误差。以 3 次试验的算术平均值做为流量传感器的示值。

3) 将流量传感器安装到装置上, 通水使其平衡地运行一段时间。

4) 用流量调节阀将流量调到第  $i$  个流量点, 并将水温调到检定温度范围, 稳定运行 10 分钟; 记录流量传感器初始值  $V_{0i}$  和秤初始值  $m_{0i}$ , 起动换向器, 切换水流, 使水流注入称量容器。当秤的示值达到预先规定的值时, 切换水流, 记录流量传感器的终止值  $V_{1i}$ 、水温  $T_{1i}$  与室温, 待容器内水面波动稳定后, 记录秤终止值  $m_{1i}$ 。

5) 计算流过流量传感器的体积量  $V_{ci}$

$$V_{ci} = \frac{M_i}{\rho_i} \cdot C_{fi} \dots\dots\dots (11)$$

$$M_i = m_{1i} - m_{0i} \dots\dots\dots (12)$$

$$C_{fi} = \frac{\rho_i (\rho_b - \rho_a)}{\rho_b (\rho_i - \rho_a)} \dots\dots\dots (13)$$

式中:  $M_i$ ——第  $i$  检定点检定时载热液体的质量  $kg$

$\rho_i$ ——第  $i$  检定点检定时载热液体的密度  $kg/m^3$  (可查表)

$C_{fi}$ ——第  $i$  检定点检定时的浮力修正系数

$\rho_b$ ——所用砝码的密度  $kg/m^3$

$\rho_a$ ——空气密度  $kg/m^3$

6) 流量传感器各流量点示值误差按式 (14) 计算

$$E_i = \frac{V_{di} - V_{ci}}{V_{ci}} \times 100\% \dots\dots\dots (14)$$

$$V_{di} = V_{1i} - V_{0i} \dots\dots\dots (15)$$

7) 重复第 4) 步骤, 调节流量, 直到完成全部流量点检定。

8) 流量传感器的示值误差按式 (16) 计算, 其结果应符合 5.2 条的要求。

$$E_V = (E_i)_{\max} \dots\dots\dots (16)$$

9) 流量传感器的示值重复性按式 (5) ~ 式 (8) 计算, 其结果应符合 5.4 条的要求。

### 7.3.8.2 温度传感器

1). 检定点根据 7.3.2.2 的要求选取。

2). 检定时温度传感器应插入恒温水槽或油槽的工作区域内, 浸没深度为 300mm, 稳定 15 分钟。 检定前后水槽或油槽内温度变化不应超过 0.1℃。

3). 对单支传感器的检定是在同一恒温槽内进行, 将恒温槽的温度控制在检定点温度, 每个点至少读两个循环, 一个读数循环为: 标准铂电阻温度计 → 传感器 1 → 传感器 2 → 标准铂电阻温度计; 对配对温度传感器温差的检定是在两台恒温槽内进行, 按温差检定点的要求控制其温度, 每个温差点至少读两个过程, 一个读数过程为: 标准铂电阻温度计 1 → 传感器 1 → 标准铂电阻温度计 2 → 传感器 2。

4). 误差计算方法, 对单支温度传感器的检定, 取被检传感器显示温度的算术平均值与标准器对应温度值的算术平均值之差作为传感器的误差; 对配对温度传感器温差的检定, 取两次被检传感器显示温度之差的算术平均值与两次标准器对应温度差的算术平均值之差作为配对温度传感器温差的误差。

5). 单支温度传感器和配对温度传感器的误差应符合表 2 的要求。

### 7.3.8.3 计算器

采用标准脉冲发生器和标准电阻箱提供模拟流量和温度信号, 检定点按表 6 进行设置, 每个检定点至少检定两次。计算器的示值误差  $E$  按式 (3) 及式 (4) 计算, 其中  $Q_{ci}$  为理论计算值。检定结果应符合 5.2.2 表 2 中  $E_G$  的要求。

### 7.3.9 重复性检定

#### 7.3.9.1 流量点选择与测量次数

选择  $q_p$  流量点, 在  $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$  下重复测量 3 次。

#### 7.3.9.2 按公式 (8) 计算其重复性 $E_r$ 。

### 7.4 检定结果的处理

经检定, 符合本规程要求的热能表, 签发检定证书; 不合格的热能表, 签发检定结果通知书, 并注明不合格项目。

### 7.5 检定周期

热能表的检定周期最长不得超过 3 年。

## 附录 A 定型鉴定及样机试验

定型鉴定项目除按照首次检定的要求试验（参见规程正文第 7.3 条）之外，还应对本附录所规定的项目进行试验。

### A.1 试验项目

本附录所涉及的全部试验项目列于表 1。

表 A.1 热能表及其组件的试验程序

序号	试验项目	温度传感器	流量传感器	计算器
1	最大允许误差	√	√	√
2	耐久性		√	
3	干热试验	√	√ ☆	√
4	低温储存	√	√ ☆	√
5	低温试验			√
6	湿热储存	√	√ ☆	√
7	电源电压变化		√	√
8	电源频率变化		√	√
9	电源中断		√ ☆	√
10	电快速瞬变		√ ☆◇	√ ◇
11	电浪涌		√ ☆◇	√ ◇
12	电磁场		√ ☆◇	√ ◇
13	静电放电		√ ☆	√
14	静态磁场		√	√
15	工频电磁场		√ ☆	√
16	耐压强度		√	
17	压损试验		√	
√ 一应进行试验 ☆ 一只适用于带有电子设备的流量传感器 ◇ 一试验应在电缆已经连接好的情况下进行				

### A.2 最大允许误差试验

应该在水温为室温、 $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$ 、 $(85 \pm 5)^\circ\text{C}$ 及规定的流量下进行，流量点选择应按下列要求：

$$q_i \leq q \leq 1.1q_i$$

$$0.1q_p \leq q \leq 0.11q_p$$

$$0.3q_p \leq q \leq 0.31q_p$$

$$0.9q_p \leq q \leq 1.0q_p$$

$$0.9q_s \leq q \leq 1.0q_s$$

在干热试验、低温储存和湿热储存实验全部完成后，应对最大允许误差试验进行抽查，抽查实验应在  $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$  以及至少包含下列 2 个流量点的条件下进行：

$$0.1q_p \leq q \leq 0.11q_p$$

$$0.9q_p \leq q \leq 1.0q_p$$

### A.3 耐久性试验

用加速磨损试验来确定热能表的耐久性。

#### A.3.1 流量传感器

在流量为  $q_s$ ，并处于流量传感器需要承受的载热流体的温度上限时，试验持续时间应为 300 小时。在耐久性试验之后，应该在  $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$  及按规程正文第 7.3.2.1 条所规定的流量下，进行最大允许误差试验，结果应符合规程正文第 5.2 条的要求。（如果  $\theta_{\max} < 50^\circ\text{C}$ ，则在  $(\theta_{\max} - 5^\circ\text{C}) \sim \theta_{\max}$  的温度范围内进行）

#### A.3.2 温度传感器

温度传感器应缓慢(1 分钟至 3 分钟)插入已达上限温度的实验装置中，并在该温度下保持足够的时间，以达到热平衡。缓慢(1 分钟至 3 分钟)从上限温度的实验装置中取出，在室温停留一段时间，然后再将温度传感器缓慢(1 分钟至 3 分钟)插入已达下限温度的实验装置中，并在该温度下保持足够的时间，以达到热平衡。最后缓慢(1 分钟至 3 分钟)从下限温度的实验装置中取出。这一过程应重复 10 次。

在温度循环之后，作为一个组件的温度传感器的电阻应在以下条件下进行试验。传感器金属壳和连在传感器上的每个导体间的绝缘阻抗应在参考条件下进行试验，使用的试验电压不超过直流 100V。电压的极性应颠倒过来。被测电阻不应少于  $100\text{ M}\Omega$ 。

应在传感器处于最高温度时测量，传感器的金属壳与连接到传感器上每一个导体间的电阻，测试电压不应超过直流 10V。电压的极性应颠倒过来。测量的电阻任何时候都不能少于  $10\text{ M}\Omega$ 。

### A.4 干热试验

参照 GB2423.2-89《电工电子产品基本环境试验：高温》执行。

温度： $(55 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，时间：2 小时，在加热和冷却过程中，温度的变化率不应超过每分钟  $1^\circ\text{C}$ 。试验大气的相对湿度不应超过 20%。

经过干热试验后，热能表或其组件的外观应无明显变化。

在加热到  $(55 \pm 2)^\circ\text{C}$  并达到温度稳定之后，应对计算器做最大允许误差试验，试验条件如下：

模拟的出口温度为  $\theta_{\min}$  和  $\theta_{\text{ref}}$

模拟的流量应不超过计算器可接收的最大值

模拟的温差为  $\Delta\theta_{\min}$  和  $\Delta\theta_{ref}$

试验结果应符合规程正文中第 5.2.2 条表 2 中 E<sub>G</sub> 的要求。

#### A.5 低温储存

参照 GB2423.1-89《电工电子产品基本环境试验：低温》执行。

A 级环境：温度： $(-15 \pm 3)^\circ\text{C}$ ，时间：2 小时

B 级环境：温度： $(-30 \pm 3)^\circ\text{C}$ ，时间：2 小时

低温储存试验后，热能表或其组件的外观应无明显变化。

#### A.6 低温试验

A 级环境：温度： $(-5 \pm 3)^\circ\text{C}$ ，时间：2 小时

B 级环境：温度： $(-25 \pm 3)^\circ\text{C}$ ，时间：2 小时

在冷却和加热过程中，温度的变化率不应超过每分钟  $1^\circ\text{C}$ 。

在冷却到预定温度并达到温度稳定之后，应对计算器做最大允许误差试验，试验条件如下：

模拟的出口温度为  $\theta_{\min}$  和  $\theta_{ref}$

模拟的流量应不超过计算器可接收的最大值

模拟的温差为  $\Delta\theta_{\min}$  和  $\Delta\theta_{ref}$

试验结果应符合规程正文中第 5.2.2 条表 2 中 E<sub>G</sub> 的要求。

#### A.7 湿热循环

参照 GB/T2423.4-93《电工电子产品基本环境试验：交变湿热》执行。

表 A.2. 湿热循环

环境等级	A	B
温度下限 $^\circ\text{C}$	$(25 \pm 3)$	$(25 \pm 3)$
温度上限 $^\circ\text{C}$	$(40 \pm 2)$	$(55 \pm 2)$
相对湿度	$\geq 93\%$	$\geq 93\%$
周期循环	12h+12h	12h+12h
循环次数	2	2

湿热循环试验后，热能表或其组件的外观应无明显变化。

#### A.8 电源电压变化

交流供电的热能表或其组件在以下试验条件中应能正常工作。

$(187 \sim 242) \text{ V}$

#### A.9 电源频率变化

交流供电的热能表或其组件在以下试验条件中应能正常工作。

$47.5\text{Hz} \sim 52.5\text{Hz}$

#### A.10 电源中断

本条只适用于电网供电的热能表。

参照 GB/T17626.11-1998《电磁兼容试验和测量技术》执行。

中断时间不得少于 50ms，连续两次中断之间的时间间隔应为  $(10 \pm 1) \text{ s}$ ，电压中断应

重复 10 次。

热能表在电源中断试验中应能正常工作。

#### A.11 电快速瞬变（脉冲串）

参照 GB/T17626.4-1998《电磁兼容试验和测量技术》执行。

对于信号线和直流电源线，试验电压： $1.0\text{kV} \pm 10\%$ 。如果信号线或直流电源线的长度小于 1.2 米，可以免做此项试验。

对于交流电源线，试验电压： $2.0\text{kV} \pm 10\% \times 2.0\text{kV}$

热能表在电快速瞬变试验后仍能正常工作。

#### A.12 电浪涌

参照 GB/T17626.5-1998《电磁兼容试验和测量技术》执行。

对于信号线和直流电源线，试验电压：0.5 kV。如果信号线或直流电源线的长度小于 10 米，可以免做此项试验。

对于交流电源线：

试验电压—共模方式： $2.0\text{kV} \pm 10\% \times 2.0\text{kV}$

试验电压—差模方式： $1.0\text{kV} \pm 10\% \times 1.0\text{kV}$

热能表在电浪涌试验后应能正常工作。

#### A.13 电磁场

参照 GB/T17626.3-1998《电磁兼容试验和测量技术》执行。

频率范围：26MHz~1000 MHz；3V/m

热能表在电磁场试验中应能正常工作。

#### A.14 静电放电

参照 GB/T17626.2-1998《电磁兼容试验和测量技术》执行。

放电电压：空气放电 8kV 或接触放电 4 kV。

热能表在静电放电试验后应能正常工作。

#### A.15 静态磁场

在试验过程中，一个具有 100KA/m 电磁力的永久磁铁应在流量传感器，计算器外壳和热能表的读数装置周围的几个位置与之相接触。

在热能表的外壳，在静态磁场会影响热能表正常运行的位置上应标明试验和误差、热能表类型、结构和/或过去经历。

热能表的读数装置应在磁铁的任一位置上都能观察到。试验的持续时间应足够长，以使热能表的误差可以确定。

热能表在静态磁场试验中应能正常工作。

#### A.16 工频电磁场

参照 GB/T17626.8-1998《电磁兼容试验和测量技术》执行。

磁场强度 60A/m

热能表在工频电磁场试验中应能正常工作。

#### A.17 耐压强度

流量传感器应在无溢漏或危害的情况下承受下列两种情况之一：

(1)在比温度上限低  $(10 \pm 5)^\circ\text{C}$  的水温下开始试验, 水压为 1.6MPa 或 1.6 倍于最大工作压力。或

(2)在比温度上限高  $5^\circ\text{C}$  的温度下, 水压等于最大工作压力。

试验的持续时间应为 15 分钟。

#### A.18 压损试验

在流量为  $q_p$ 、温度为  $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$  时, 最大的压力降  $\Delta P$  不应超过 25kPa。

## 附录 B.

### 水的焓值和密度表

当  $P=0.60000\text{MPa}$  时, 水的焓值密度表见表 B.1

温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	密度 ( $\text{kg/m}^3$ )	焓 ( $\text{kJ/kg}$ )	温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	密度 ( $\text{kg/m}^3$ )	焓 ( $\text{kJ/kg}$ )	温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	密度 ( $\text{kg/m}^3$ )	焓 ( $\text{kJ/kg}$ )
1	1000.2	4.7841	51	987.80	214.03	101	957.86	423.76
2	1000.2	8.9963	52	987.33	218.21	102	957.14	427.97
3	1000.2	13.206	53	986.87	222.39	103	956.41	432.19
4	1000.2	17.412	54	986.39	226.57	104	955.67	436.41
5	1000.2	21.616	55	985.91	230.75	105	954.93	440.63
6	1000.2	25.818	56	985.42	234.94	106	954.19	444.85
7	1000.1	30.018	57	984.93	239.12	107	953.44	449.07
8	1000.1	34.215	58	984.43	243.30	108	952.69	453.30
9	1000.0	38.411	59	983.93	247.48	109	951.93	457.52
10	999.94	42.605	60	983.41	251.67	110	951.17	461.75
11	999.84	46.798	61	982.90	255.85	111	950.40	465.98
12	999.74	50.989	62	982.37	260.04	112	949.63	470.20
13	999.61	55.178	63	981.84	264.22	113	948.86	474.44
14	999.48	59.367	64	981.31	268.41	114	948.08	478.67
15	999.34	63.554	65	980.77	272.59	115	947.29	482.90
16	999.18	67.740	66	980.22	276.78	116	946.51	487.14
17	999.01	71.926	67	979.67	280.97	117	945.71	491.37
18	998.83	76.110	68	979.12	285.15	118	944.92	495.61
19	998.64	80.294	69	978.55	289.34	119	944.11	499.85
20	998.44	84.476	70	977.98	293.53	120	943.31	504.09
21	998.22	88.659	71	977.41	297.72	121	942.50	508.34
22	998.00	92.840	72	976.83	301.91	122	941.68	512.58
23	997.77	97.021	73	976.25	306.10	123	940.86	516.83
24	997.52	101.20	74	975.66	310.29	124	940.04	521.08
25	997.27	105.38	75	975.06	314.48	125	939.21	525.33
26	997.01	109.56	76	974.46	318.68	126	938.38	529.58
27	996.74	113.74	77	973.86	322.87	127	937.54	533.83
28	996.46	117.92	78	973.25	327.06	128	936.70	538.09
29	996.17	122.10	79	972.63	331.26	129	935.86	542.35
30	995.87	126.28	80	972.01	335.45	130	935.01	546.61
31	995.56	130.46	81	971.39	339.65	131	934.15	550.87
32	995.25	134.63	82	970.76	343.85	132	933.29	555.13
33	994.93	138.81	83	970.12	348.04	133	932.43	559.40
34	994.59	142.99	84	969.48	352.24	134	931.56	563.67
35	994.25	147.17	85	968.84	356.44	135	930.69	567.93
36	993.91	151.35	86	968.19	360.64	136	929.81	572.21
37	993.55	155.52	87	967.53	364.84	137	928.93	576.48
38	993.19	159.70	88	966.87	369.04	138	928.05	580.76
39	992.81	163.88	89	966.21	373.25	139	927.16	585.04
40	992.44	168.06	90	965.54	377.45	140	926.26	589.32
41	992.05	172.24	91	964.86	381.65	141	925.37	593.60
42	991.65	176.41	92	964.18	385.86	142	924.46	597.88
43	991.25	180.59	93	963.50	390.07	143	923.56	602.17
44	990.85	184.77	94	962.81	394.27	144	922.64	606.46
45	990.43	188.95	95	962.12	398.48	145	921.73	610.76
46	990.01	193.13	96	961.42	402.69	146	920.81	615.05
47	989.58	197.31	97	960.72	406.90	147	919.88	619.35
48	989.14	201.49	98	960.01	411.11	148	918.95	623.65
49	988.70	205.67	99	959.30	415.33	149	918.02	627.95
50	988.25	209.85	100	958.58	419.54	150	917.08	632.26



## 水的焓值密度表

当  $P=1.60000\text{MPa}$  时, 水的焓值密度表见表 B.2

表 B.2

温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	密度 ( $\text{kg/m}^3$ )	焓 ( $\text{kJ/kg}$ )	温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	密度 ( $\text{kg/m}^3$ )	焓 ( $\text{kJ/kg}$ )	温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	密度 ( $\text{kg/m}^3$ )	焓 ( $\text{kJ/kg}$ )
1	1000.7	5.7964	51	988.23	214.89	101	958.33	424.51
2	1000.7	10.0040	52	987.77	219.07	102	957.61	428.72
3	1000.7	14.2090	53	987.30	223.25	103	956.88	432.93
4	1000.7	18.4110	54	986.83	227.42	104	956.15	437.15
5	1000.7	22.6110	55	985.35	231.60	105	955.41	441.37
6	1000.7	26.8080	56	985.86	235.78	106	954.67	445.59
7	1000.6	31.0040	57	985.37	239.96	107	953.92	449.81
8	1000.6	35.1970	58	984.87	244.14	108	953.17	454.03
9	1000.5	39.3890	59	984.36	248.33	109	952.41	458.25
10	1000.4	43.5790	60	983.85	252.51	110	951.65	462.48
11	1000.3	47.7680	61	983.33	256.69	111	950.89	466.70
12	1000.2	51.9560	62	982.81	260.87	112	950.12	470.93
13	1000.1	56.1420	63	982.28	265.05	113	949.34	475.16
14	999.95	60.3270	64	981.75	269.24	114	948.57	479.39
15	999.80	64.5110	65	981.21	273.42	115	947.78	483.62
16	999.64	68.6930	66	980.66	277.61	116	947.00	487.85
17	999.47	72.8750	67	980.11	281.79	117	946.21	492.08
18	999.29	77.0570	68	979.55	285.98	118	945.41	496.32
19	999.10	81.2370	69	978.99	290.16	119	944.61	500.56
20	998.89	85.4170	70	978.43	294.35	120	943.81	504.80
21	998.68	89.5960	71	977.85	298.54	121	943.00	509.04
22	998.45	93.7740	72	977.27	302.72	122	942.19	513.28
23	998.22	97.9520	73	976.69	306.91	123	941.37	517.52
24	997.98	102.130	74	976.10	311.10	124	940.55	521.77
25	997.72	106.310	75	975.51	315.29	125	939.72	526.02
26	997.46	110.480	76	974.91	319.48	126	938.89	530.27
27	997.19	114.660	77	974.30	323.67	127	938.06	534.52
28	996.91	118.840	78	973.70	327.86	128	937.22	538.77
29	996.62	123.010	79	973.08	332.06	129	936.37	543.03
30	996.32	127.190	80	972.46	336.25	130	935.52	547.28
31	996.01	131.360	81	971.84	340.44	131	934.67	551.54
32	995.69	135.540	82	971.76	344.64	132	933.82	555.80
33	995.37	139.720	83	970.21	348.83	133	932.95	560.07
34	995.04	143.890	84	969.93	353.03	134	932.09	564.33
35	994.69	148.070	85	969.29	357.23	135	931.22	568.60
36	994.35	152.240	86	968.64	361.42	136	930.35	572.87
37	993.99	156.420	87	967.99	365.62	137	929.47	577.14
38	993.62	160.590	88	967.33	369.82	138	928.58	581.41
39	993.25	164.770	89	966.66	374.02	139	927.70	585.69
40	992.87	168.940	90	965.99	378.22	140	926.81	589.96
41	992.49	173.120	91	965.32	382.43	141	925.91	594.24
42	992.09	177.300	92	964.64	386.63	142	925.01	598.53
43	991.69	181.470	93	963.96	390.83	143	924.10	602.81
44	991.28	185.650	94	963.27	395.04	144	923.19	607.10
45	990.87	189.820	95	962.58	399.24	145	922.28	611.39
46	990.44	194.000	96	961.88	403.45	146	921.36	615.68
47	990.02	198.180	97	961.18	407.66	147	920.44	619.97
48	989.58	202.360	98	960.48	411.87	148	919.51	624.27
49	989.14	206.530	99	959.77	416.08	149	918.58	628.57
50	988.69	210.710	100	955.55	420.29	150	917.65	632.87

热系数表

	出口温度(℃)												
进口温度(℃)	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82
95	1.125	1.126	1.127	1.127	1.128	1.129	1.129	1.130	1.131	1.131	1.132	1.132	1.133
94		1.126	1.127	1.127	1.128	1.128	1.129	1.130	1.130	1.131	1.132	1.132	1.133
93			1.126	1.127	1.128	1.128	1.129	1.130	1.130	1.131	1.132	1.132	1.133
92				1.127	1.128	1.128	1.129	1.130	1.130	1.131	1.131	1.132	1.133
91					1.127	1.128	1.129	1.129	1.130	1.131	1.131	1.132	1.133
90						1.128	1.129	1.129	1.130	1.131	1.131	1.132	1.132
89							1.128	1.129	1.130	1.130	1.131	1.132	1.132
88								1.129	1.130	1.130	1.131	1.132	1.132
87									1.130	1.130	1.131	1.131	1.132
86										1.130	1.131	1.131	1.132
85											1.131	1.131	1.132
84												1.131	1.132
83													1.132
82													
81													
80													
79													
78													
77													
76													
75													
74													
73													
72													
71													
70													
69													
68													
67													
66													
65													
64													
63													
62													
61													
60													
59													
58													
57													
56													
55													
54													
53													
52													
51													
50													

热系数表

进口温度(℃)	出口温度(℃)																	
	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64
95	1.134	1.134	1.135	1.136	1.136	1.137	1.137	1.138	1.139	1.139	1.140	1.140	1.141	1.141	1.142	1.143	1.143	1.144
94	1.134	1.134	1.135	1.135	1.136	1.137	1.137	1.138	1.138	1.139	1.140	1.140	1.141	1.141	1.142	1.142	1.143	1.144
93	1.133	1.134	1.135	1.135	1.136	1.137	1.137	1.138	1.138	1.139	1.139	1.140	1.141	1.141	1.142	1.142	1.143	1.143
92	1.133	1.134	1.135	1.135	1.136	1.136	1.137	1.138	1.138	1.139	1.139	1.140	1.141	1.141	1.142	1.142	1.143	1.143
91	1.133	1.134	1.134	1.135	1.136	1.136	1.137	1.137	1.138	1.139	1.139	1.140	1.140	1.141	1.142	1.142	1.143	1.143
90	1.133	1.134	1.134	1.135	1.136	1.136	1.137	1.137	1.138	1.139	1.139	1.140	1.140	1.141	1.141	1.142	1.143	1.143
89	1.133	1.134	1.134	1.135	1.135	1.136	1.137	1.137	1.138	1.138	1.139	1.140	1.140	1.141	1.141	1.142	1.142	1.143
88	1.133	1.133	1.134	1.135	1.135	1.136	1.137	1.137	1.138	1.138	1.139	1.139	1.140	1.141	1.141	1.142	1.142	1.143
87	1.133	1.133	1.134	1.135	1.135	1.136	1.136	1.137	1.138	1.138	1.139	1.139	1.140	1.141	1.141	1.142	1.142	1.143
86	1.133	1.133	1.134	1.134	1.135	1.136	1.136	1.137	1.138	1.138	1.139	1.139	1.140	1.140	1.141	1.142	1.142	1.143
85	1.133	1.133	1.134	1.134	1.135	1.136	1.136	1.137	1.137	1.138	1.139	1.139	1.140	1.140	1.141	1.141	1.142	1.143
84	1.132	1.133	1.134	1.134	1.135	1.135	1.136	1.137	1.137	1.138	1.138	1.139	1.140	1.140	1.141	1.141	1.142	1.142
83	1.132	1.133	1.134	1.134	1.135	1.135	1.136	1.137	1.137	1.138	1.138	1.139	1.140	1.140	1.141	1.141	1.142	1.142
82	1.132	1.133	1.133	1.134	1.135	1.135	1.136	1.137	1.137	1.138	1.138	1.139	1.139	1.140	1.141	1.141	1.142	1.142
81		1.133	1.133	1.134	1.135	1.135	1.136	1.136	1.137	1.138	1.138	1.139	1.139	1.140	1.141	1.141	1.142	1.142
80			1.133	1.134	1.134	1.135	1.136	1.136	1.137	1.138	1.138	1.139	1.139	1.140	1.140	1.141	1.142	1.142
79				1.134	1.134	1.135	1.136	1.136	1.137	1.137	1.138	1.139	1.139	1.140	1.140	1.141	1.141	1.142
78					1.134	1.135	1.136	1.136	1.137	1.137	1.138	1.138	1.139	1.140	1.140	1.141	1.141	1.142
77						1.135	1.135	1.136	1.137	1.137	1.138	1.138	1.139	1.140	1.140	1.141	1.141	1.142
76							1.135	1.136	1.137	1.137	1.138	1.138	1.139	1.139	1.140	1.141	1.141	1.142
75								1.136	1.136	1.137	1.138	1.138	1.139	1.139	1.140	1.141	1.141	1.142
74									1.136	1.137	1.138	1.138	1.139	1.139	1.140	1.140	1.141	1.142
73										1.137	1.137	1.138	1.139	1.139	1.140	1.140	1.141	1.142
72											1.137	1.138	1.139	1.139	1.140	1.140	1.141	1.141
71												1.138	1.138	1.139	1.140	1.140	1.141	1.141
70													1.138	1.139	1.140	1.140	1.141	1.141
69														1.139	1.139	1.140	1.141	1.141
68															1.139	1.140	1.141	1.141
67																1.140	1.140	1.141
66																	1.140	1.141
65																		1.141
64																		
63																		
62																		
61																		
60																		
59																		
58																		
57																		
56																		
55																		
54																		
53																		
52																		
51																		
50																		

进口温度 (℃)	出口温度(℃)														
	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49
95	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151
94	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151
93	1.144	1.144	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150	1.150	1.150	1.151
92	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150	1.150	1.151
91	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150	1.150	1.151
90	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150	1.150	1.151
89	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150	1.150	1.151
88	1.143	1.144	1.144	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150	1.150	1.150
87	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150	1.150
86	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150	1.150
85	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150	1.150
84	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150	1.150
83	1.143	1.143	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150	1.150
82	1.143	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150
81	1.143	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150
80	1.143	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150
79	1.143	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150
78	1.143	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150
77	1.142	1.143	1.143	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149	1.150
76	1.142	1.143	1.143	1.144	1.144	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.148	1.149	1.149
75	1.142	1.143	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149
74	1.142	1.143	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149
73	1.142	1.143	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149
72	1.142	1.143	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149
71	1.142	1.142	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149
70	1.142	1.142	1.143	1.143	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149	1.149
69	1.142	1.142	1.143	1.143	1.144	1.144	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.148	1.149
68	1.142	1.142	1.143	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149
67	1.142	1.142	1.143	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149
66	1.142	1.142	1.143	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149
65	1.141	1.142	1.143	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149
64	1.141	1.142	1.143	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149
63		1.142	1.142	1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149
62			1.142	1.143	1.143	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.149
61				1.143	1.143	1.144	1.144	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148	1.148
60					1.143	1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148
59						1.144	1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148
58							1.144	1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148
57								1.145	1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148
56									1.145	1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148
55										1.146	1.146	1.147	1.147	1.148	1.148
54											1.146	1.147	1.147	1.148	1.148
53												1.147	1.147	1.148	1.148
52													1.147	1.148	1.148
51														1.147	1.148
50															1.148

出口温度(℃)																
进口温度(℃)	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33
95	1.152	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155	1.156	1.156	1.156	1.157	1.157	1.157
94	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155	1.156	1.156	1.156	1.157	1.157	1.157
93	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155	1.156	1.156	1.156	1.157	1.157	1.157
92	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155	1.156	1.156	1.157	1.157	1.157
91	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155	1.156	1.156	1.156	1.157	1.157
90	1.151	1.152	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155	1.156	1.156	1.156	1.157	1.157
89	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155	1.156	1.156	1.156	1.157	1.157
88	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155	1.156	1.156	1.157	1.157
87	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155	1.156	1.156	1.156	1.157
86	1.151	1.151	1.152	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155	1.156	1.156	1.156	1.157
85	1.151	1.151	1.152	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155	1.156	1.156	1.156	1.157
84	1.151	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155	1.156	1.156	1.157
83	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155	1.156	1.156	1.156
82	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155	1.156	1.156	1.156
81	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155	1.156	1.156	1.156
80	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155	1.156	1.156	1.156
79	1.150	1.151	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155	1.156	1.156
78	1.150	1.151	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155	1.156	1.156
77	1.150	1.151	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155	1.156	1.156
76	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155	1.156	1.156
75	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155	1.156	1.156
74	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155	1.156	1.156
73	1.150	1.150	1.151	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155	1.156
72	1.150	1.150	1.151	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155	1.156
71	1.150	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155	1.156
70	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155	1.156
69	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155	1.156
68	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155	1.156
67	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155
66	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155
65	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155
64	1.149	1.150	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155
63	1.149	1.150	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155	1.155
62	1.149	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155
61	1.149	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155
60	1.149	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155
59	1.149	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155
58	1.149	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155	1.155
57	1.149	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155
56	1.149	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155
55	1.149	1.149	1.150	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155
54	1.149	1.149	1.150	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.155	1.155
53	1.149	1.149	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.153	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155
52	1.149	1.149	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155
51	1.148	1.149	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155
50	1.148	1.149	1.149	1.150	1.150	1.151	1.151	1.152	1.152	1.152	1.153	1.153	1.154	1.154	1.154	1.155



进口温度 (℃)	出口温度(℃)												
	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
95	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163
94	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163
93	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163
92	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163
91	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163
90	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.163	1.163	1.163	1.163	1.163
89	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.163	1.163	1.163	1.163
88	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.163	1.163	1.163	1.163
87	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.163	1.163	1.163
86	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.163	1.163
85	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.163	1.163
84	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.163
83	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162
82	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162
81	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162
80	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162
79	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162
78	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162
77	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162
76	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162
75	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162
74	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162
73	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162
72	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162
71	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162
70	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162
69	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162
68	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162
67	1.160	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162
66	1.160	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162
65	1.160	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162
64	1.160	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162	1.162
63	1.160	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162	1.162
62	1.160	1.160	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162
61	1.160	1.160	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162
60	1.160	1.160	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162
59	1.160	1.160	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162
58	1.160	1.160	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162
57	1.160	1.160	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162
56	1.160	1.160	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162
55	1.160	1.160	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162
54	1.160	1.160	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162
53	1.160	1.160	1.160	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162
52	1.160	1.160	1.160	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162
51	1.160	1.160	1.160	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162
50	1.160	1.160	1.160	1.160	1.160	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.161	1.162	1.162