

山东省地方计量技术规范

JJF（鲁）111—2021

热源至供热管网热计量装置

在线校准规范

Online Calibration Specification of Heat Metering Device from Heat Source
to Heating Network

2021—12—04 发布

2021—12—10 实施

山东省市场监督管理局 发布

热源至供热管网热计量装置 在线校准规范

JJF(鲁)111-2021

Online Calibration Specification of Heat
Metering Device from Heat Source to Heating Network

归口单位：山东省市场监督管理局

主要起草单位：山东省计量科学研究院

参加起草单位：山东省计量检测中心

山东力创科技股份有限公司

本规范委托山东省流量计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

姚依国（山东省计量科学研究院）

高进胜（山东省计量科学研究院）

成琳琳（山东省计量科学研究院）

参加起草人：

肖远欢（山东省计量检测中心）

唐法伟（山东省计量检测中心）

赵玉敏（山东省计量检测中心）

冯胜利（山东力创科技股份有限公司）

目 录

引 言.....	II
1 范围	1
2 引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 概述	2
4.1 工作原理.....	2
4.2 热量计算.....	2
5 计量特性.....	3
6 校准条件.....	4
6.1 环境条件.....	4
6.2 校准介质条件.....	5
6.3 测量标准与设备.....	5
7 校准项目和校准方法.....	5
7.1 标准流量计.....	5
7.2 流量传感器.....	7
7.3 配对温度传感器和计算器组合.....	8
8 校准结果的表达.....	11
9 复校时间间隔.....	11
附录 A 校准证书原始记录格式.....	错误! 未定义书签。
附录 B 校准证书内页.....	12
附录 C 热源至供热管网热计量装置热在线校准不确定度评定实例.....	14

引 言

本规范依据国家计量技术规范 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》，并参考 JJG 225《热能表》、JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1004《流量计量名词术语及定义》、GB/T 32224《热量表》、CJJ/T 55《供热术语标准》及 DL/T 904《火力发电厂技术经济指标计算方法》，结合我国热源至次网组合式热计量装置的技术水平和行业现状编制。本规范的主要技术指标与上述标准基本等效。

本规范是首次制定。

热源至供热管网热计量装置在线校准规范

1 范围

本校准规范适用于以热水为介质的，口径大于 400mm 的热源至供热管网热计量装置的在线校准。

2 引用文件

JJG 225 热能表

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1004 流量计量名词术语及定义

GB/T 32224 热量表

CJJ/T 55 供热术语标准

DL/T 904 火力发电厂技术经济指标计算方法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于该规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和定义

3.1 标准流量计 Master flowmeter

通过流量标准装置进行量值传递的、具有良好重复性及稳定性的流量计，通常为超声流量计。

3.2 补水流量传感器 Make up water flow sensor

计量热力管网补给水的流量仪表，通常为电磁或超声流量计。

3.3 供水流量传感器 Supply water flow sensor

计量热力管网输出热水量的流量仪表，通常为电磁或超声流量计。

3.4 回水流量传感器 Return water flow sensor

计量热力管网回水热水量的流量仪表，通常为电磁或超声流量计。

3.5 标准流量计流量稳定性 Master flowmeter flow stability

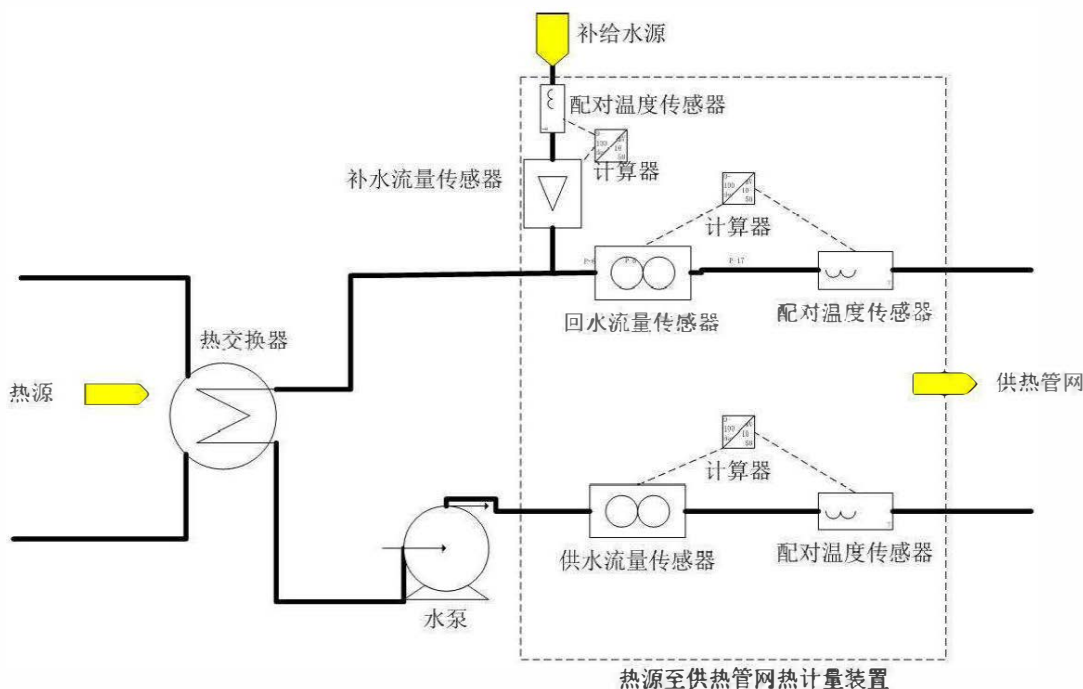
在线校准热计量装置前后，使用热水流量标准装置校准标准流量计的两次相对示值误差之差。

3.6 热计量装置 Heat metering device

在供热系统，计量热交换系统吸收或释放热量的计量设备。

4 概述

4.1 工作原理



热源至供热管网热计量装置主要由供水流量传感器、回水流量传感器、补水流量传感器、配对温度传感器和计算器组成。其中，供水流量传感器测量并给出供热管网供水端的热水体积（或质量），回水流量传感器测量并给出供热管网回水端的热水体积（或质量），补水流量传感器测量并给出补水端的热水体积（或质量），配对温度传感器给出供热管网供水端、回水端及补水端水介质的温度，计算器将输入的流量和温度信号计算为热源与供热管网热交换系统释放的热量值。

4.2 热量计算

4.2.1 公式

热水流经安装在热源至供热管网间的热计量装置时，根据流量传感器给出的流量和温度传感器给出的供回水、补水温度信号，以及热水流经的时间，通过计算器计算并显示供热管网所释放的热量。供热管网释放的热量按公式（1）、（2）、（3）、（4）计算：

$$Q = Q_g - Q_h - Q_b \quad \text{----- (1)}$$

$$Q_g = \int_{\tau_0}^{\tau_1} q_{gm} \times h_g \times d\tau = \int_{\tau_0}^{\tau_1} \rho_g \times q_{gv} \times h_g \times d\tau \quad (2)$$

$$Q_h = \int_{\tau_0}^{\tau_1} q_{hm} \times h_h \times d\tau = \int_{\tau_0}^{\tau_1} \rho_h \times q_{hv} \times h_h \times d\tau \quad (3)$$

$$Q_b = \int_{\tau_0}^{\tau_1} q_{bm} \times h_b \times d\tau = \int_{\tau_0}^{\tau_1} \rho_b \times q_{bv} \times h_b \times d\tau \quad (4)$$

式中:

Q —— 供热管网释放的热量, kJ;

Q_g —— 供热管网供水的热量, kJ;

Q_h —— 供热管网回水的热量, kJ;

Q_b —— 供热管网补水的热量, kJ;

q_{gm} —— 供热管网供水端水的质量流量, kg/h;

q_{gv} —— 供热管网供水端的水的体积流量, m^3/h ;

q_{hm} —— 供热管网回水端的水的质量流量, kg/h;

q_{hv} —— 供热管网回水端的水的体积流量, m^3/h ;

q_{bm} —— 供热管网补水端的水的质量流量, kg/h;

q_{bv} —— 供热管网补水端的水的体积流量, m^3/h ;

ρ_g —— 供热管网供水端的水的密度, kg/m^3 ;

ρ_h —— 供热管网回水端的水的密度, kg/m^3 ;

ρ_b —— 供热管网补水端的水的密度, kg/m^3 ;

h_g —— 供热管网供水温度下的水的焓值, kJ/kg;

h_h —— 供热管网回水温度下的水的焓值, kJ/kg;

h_b —— 供热管网补水温度下的水的焓值, kJ/kg;

τ —— 时间, h。

注: 由供需双方决定供热管网补水的热量 Q_b 是否加入热量计算公式。

4.2.2 密度和焓的取值

公式 (2)、公式 (3) 和公式 (4) 中的密度和焓值应按附录 A 选取。当温度为非整数时, 密度和焓值应进行插值修正。

5 计量特性

流量传感器的最大允许误差 (见表 1)

表1 流量传感器的最大允许误差

准确度等级	最大允许误差
1 级	$\pm \left(1 + 0.01 \frac{q_p}{q} \right) \%$ 但不超过 $\pm 5\%$
2 级	$\pm \left(2 + 0.02 \frac{q_p}{q} \right) \%$ 但不超过 $\pm 5\%$
3 级	$\pm \left(3 + 0.05 \frac{q_p}{q} \right) \%$ 但不超过 $\pm 5\%$

式中:

q_p —— 常用流量, m^3/h ;

q —— 使用范围内的流量, m^3/h ;

(1) 配对温度传感器和计算器组合温差的最大允许误差:

$$\pm (0.04 \times \Delta\theta_{\min} + 0.01 \times \Delta\theta) \quad (5)$$

式中:

$\Delta\theta_{\min}$ —— 温差下限, K;

$\Delta\theta$ —— 使用范围内的温差, K。

(2) 配对温度传感器和计算器组合热量的最大允许误差:

$$\pm \left(1 + 4 \frac{\Delta\theta_{\min}}{\Delta\theta} \right) \% \quad (6)$$

注: 以上指标不用于合格判据, 仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

一般校准大气条件:

温 度: $(-25 \sim 40) ^\circ\text{C}$;

相对湿度: $(15 \sim 95) \%$;

大气压力: $(80 \sim 106) \text{kPa}$ 。

6.2 校准介质条件

实验室校准过程中，热水介质温度波动不超过 2℃。恒温槽的温度变化不应超过 0.02℃/h。瞬时流量波动不超过 0.5%。

6.3 测量标准与设备

6.3.1 热水流量标准装置

热水流量标准装置用作被校流量计的溯源标准，热水流量标准装置与被校热计量装置的口径比应不小于 1/3，并具有有效期内的溯源证书。

热水流量标准装置的测量不确定度应不大于被校流量传感器最大允许误差绝对值的 1/5。

6.3.2 标准流量计

标准流量计不作为溯源标准使用，只能作为热水流量标准装置与被校热计量装置之间的量值传递设备使用，标准流量计流量稳定性应小于被校流量计最大允许误差绝对值的 1/2，标准流量计重复性应不大于被校流量计最大允许误差绝对值的 1/5。

(测量标准设备顺序调整)

6.3.3 配对温度传感器测量装置

温度传感器测量装置的典型设备包含有：

至少两支标准铂电阻温度计，其阻值应与被检温度计阻值相对应；

至少两台便携式恒温槽（测量范围 4℃~95℃，温度波动性 $\leq 0.04^\circ\text{C}/10\text{min}$ 。）；

电测仪表（与二等标准铂电阻温度传感器配套使用，扩展不确定度：0.01℃， $k=2$ ）。

温度传感器测量装置的测量不确定度应不大于被测热计量装置温度传感器最大允许误差绝对值的 1/3。

7 校准项目和校准方法

在线校准热计量装置前需进行标准流量计流量稳定性测量，在线校准热计量装置时按分量法分别校准各组成部分的流量示值误差、配对温度传感器温差误差和计算器示值误差。

7.1 标准流量计

在线校准热计量装置前后，应使用热水流量标准装置对标准流量计进行校准，校准结果及稳定性应计入测量结果的不确定度计算。

7.1.1 校准点的选择

7.1.1.1 在线校准热水流量传感器的被测管径与标准流量计的校准管径之比应小于 3，校准水温为 $(50\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 。

7.1.1.2 若不能确认现场被校准热计量装置流量传感器的运行情况，标准流量计的校准管径为热水流量标准装置的最大管径，标准流量计的被测流量点为： q_{\max} 、 $0.7q_{\max}$ 、 $0.4q_{\max}$ 、 $0.25q_{\max}$ 、 $0.1q_{\max}$ 和 q_{\min} ， q_{\max} 和 q_{\min} 为热水流量标准装置最大管径下的最大和最小流量。

7.1.1.3 每个流量点的测量次数应不少于 3 次。

7.1.2 校准过程

7.1.2.1 在线校准热计量装置前校准标准流量计。

在线校准热计量装置前，将标准流量计安装于热水流量标准装置，并检查安装条件是否符合标准流量计的安装要求。通水使其平稳地运行一段时间，并观察确认管路中气泡已排除；按照 7.1.1 的要求，将流量调整至规定值，到达稳定后，同时记录热水流量标准装置和被测标准流量计的初始值；运行一定时间后，同时记录热水流量标准装置和被测标准流量计的最终值。

(1) 标准流量计相对示值误差

单次测量的相对示值误差为：

$$(E_f)_{ij} = \frac{(V_f)_{ij} - (V_s)_{ij}}{(V_s)_{ij}} \times 100\% \quad \text{----- (6)}$$

式中：

$(E_f)_{ij}$ —— 第 i 点第 j 次测量时被测标准流量计的相对示值误差，%；

$(V_f)_{ij}$ —— 第 i 点第 j 次测量时被测标准流量计的累积流量， m^3 ；

$(V_s)_{ij}$ —— 第 i 点第 j 次测量时热水流量标准装置的累积流量， m^3 。

各流量点的相对示值误差为：

$$(E_f)_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (E_f)_{ij} \quad \text{----- (7)}$$

标准流量计的相对示值误差为各流量点相对示值误差值中绝对值为最大的流量点的相对示值误差 E_f 。

$$E_f = \left| (E_f)_i \right|_{\max} \quad \text{----- (8)}$$

(2) 标准流量计重复性

各流量点的重复性为:

$$(s_f)_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n ((E_f)_{ij} - (E_f)_i)^2}{n-1}} \quad \text{----- (9)}$$

标准流量计的重复性为:

$$s_f = [(s_f)_i]_{\max} \quad \text{----- (10)}$$

7.1.2.2 在线校准热计量装置后, 再次校准标准流量计。

在线校准热计量装置后, 按照 7.1.2.1 的过程重新测量并计算标准流量计的相对示值误差与重复性。

7.1.2.3 标准流量计流量稳定性

在线校准热计量装置前后, 使用热水流量标准装置校准标准流量计的相对示值误差, 两次测得值之差的 1/2 作为标准流量计引入的偏移量不确定度 u_{B1} 。

标准流量计两次流量校准的最大重复性作为标准流量计重复性引入的不确定度 u_{B2} 。同时标准流量计流量稳定性、重复性均应符合 5.2 条要求, 否则本次校准无效。

7.2 流量传感器

7.2.1 校准点的选择

根据实际情况在系统实际流量下测量, 并在校准证书上标注: 流量定点使用。流量点的测量次数应不少于 3 次。

7.2.2 测量过程

将标准流量计按安装要求与流量传感器串联安装于试验管路。待流量示值稳定后, 同时记录标准流量计和被测流量传感器的流量初始值。运行一定时间后, 同时记录标准流量计和被测流量传感器的流量最终值。

(1) 流量示值误差

流量的示值误差 $(E_q)_{ij}$ 为:

$$(E_q)_{ij} = \frac{(V_h)_{ij} - (V_f)_{ij}}{(V_f)_{ij}} \times 100\% \quad \text{----- (11)}$$

式中:

$(E_q)_{ij}$ —— 第 i 点第 j 次测量时供水流量的相对示值误差, %;

$(V_h)_{ij}$ —— 第 i 点第 j 次测量时供水流量传感器的累积流量, m^3 ;

$(V_f)_{ij}$ —— 第 i 点第 j 次测量时标准流量计的累积流量, m^3 。

各流量点的相对示值误差为:

$$(E_q)_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (E_q)_{ij} \quad \text{-----} \quad (12)$$

供水流量传感器的相对示值误差为:

$$E_q = [(E_q)_i]_{\max} \quad \text{-----} \quad (13)$$

(2) 流量重复性

各流量点的重复性为:

$$(s_q)_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n ((E_q)_{ij} - (E_q)_i)^2}{n-1}} \quad \text{-----} \quad (14)$$

供水流量传感器的重复性为:

$$s_q = [(s_q)_i]_{\max} \quad \text{-----} \quad (15)$$

7.3 配对温度传感器和计算器组合

7.3.1 校准点的选择

7.3.1.1 配对温度传感器的温差值

测量配对温度传感器 50°C 和 85°C 的温度值。温度传感器温差的误差测试应在同一恒温槽中进行, 对温度传感器测试时不应带保护套管, 温度传感器在测试时, 浸入深度不应小于其总长的 90%。

单铂电阻模式定值电阻温度显示值之差应小于 0.15K 。

双铂电阻模式返回边温度传感器应处于同一环境温度下, 该环境温度应不低于测量温度下限。

7.3.1.2 配对温度传感器和计算器组合的热量值

在低温端温度为 50°C , 高温端温度为 85°C 的温差条件下, 检定配对温度传感器和计算器组合的热量值, 输入的流量信号应不超过计算器可接收的流量上限。

注: 流量信号可以是模拟信号, 也可以由流量装置实流给出, 或是热计量表检定模式的自模拟信号。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/536103045123010100>