



山东省地方计量检定规程

JJG (鲁) 65—2021

热量表检定装置

Verification Facilities for Heat Meters

2021-12-04发布

2021-12-10实施

山东省市场监督管理局 发布

热量表检定装置检定规程

Verification Regulation of Verification
Facilities for Heat Meters

JJG (鲁) 65-2021
代替 JJG (鲁) 65-2016

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

山东三字智能装备有限公司

本规程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：

高进胜（山东省计量科学研究院）

姚依国（山东省计量科学研究院）

赵玉敏（山东省计量检测中心）

参加起草人：

王天宇（山东省计量检测中心）

翟恒涛（山东省计量检测中心）

成琳琳（山东省计量科学研究院）

王化青（山东三字智能装备有限公司）

目 录

引言.....	III
1 范围.....	1
2 引用文献.....	1
3 术语和计量单位.....	1
3.1 术语	1
3.2 计量单位.....	2
4 概述.....	2
4.1 构造组成.....	2
4.2 工作原理.....	3
5 计量性能要求.....	7
5.1 流量测量范围.....	7
5.2 热量表检定装置准确度.....	7
5.3 流体介质温度稳定性.....	7
5.4 热水流量标准装置的主标准器.....	8
5.5 热水流量标准装置的配套仪表.....	8
5.6 其它配套计量器具.....	8
6 通用技术要求.....	9
6.1 外观.....	9
6.2 热水流量标准装置密封性.....	9
6.3 计算与控制软件要求.....	9
6.4 安全防护.....	9
6.5 接管内径与直管段要求.....	10
6.6 热量表检定装置的基本配置.....	10
7 计量器具控制.....	10
7.1 检定条件.....	10
7.2 检定项目和方法.....	10
7.3 检定结果处理.....	21
7.4 检定周期.....	21

附录 A 热系数及比焓值公式.....	22
附录 B 常用流量及流量传感器连接尺寸参照表.....	24
附录 C 标准铂电阻温度计计算公式.....	25
附录 D 检定证书内页格式.....	26

引 言

本规程代替 JJG (鲁) 65-2016 《热量表检定装置》。

目前还没有与本规程相关的国际建议、国际文件、国际标准，本规程参照 GB/T32224-2019 《热量表》、EN1434-2007 热量表 (Heat Meters)、JJG225-2001 《热能表》、JJG164-2000 《液体流量标准装置》、JJG643-2003 《标准表法流量标准装置》、JJG1113-2015 《水表检定装置》相关内容制定修订本规程。

主要修订的内容如下：

1. 根据 GB/T32224-2019 《热量表》中有关配对温度传感器检验方法，将规程相关的检定设备及检定方法进行了修订。
2. 用于热量表检定装置的热水量装置，其准确度统一要求，满足 0.3 级为合格，不再分其它等级。
3. 计算软件验证，提供具体数据点。

热量表检定装置计量检定规程 2008 年第一次发布，2016 年第一次修订，2020 年第二次修订。

热量表检定装置检定规程

1. 范围

本规程适用于静态质量法热量表检定装置的首次检定、后续检定、使用中检查。

本规程适用于静态质量法（以下简称质量法）和标准表法热水流量标准装置的首次检定、后续检定、使用中检查。

2. 引用文献

JJG 225 热能表计量检定规程

CJ/T357 热量表检定装置

DB37/T 2398-2013 热能表检定装置 山东省地方标准

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

3. 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1. 热量表检定装置 verification facilities for heat meter

用于检定热量表的计量检定装置。

3.1.2. 热水流量标准装置 standard facilities for hot water flow-rate

以热水为介质的流量计量标准装置。

3.1.3. 检定配对温度传感器标准器组 standard devices for verification pair of temperature sensors

用于检定热量表配对温度传感器的一组计量标准器。

3.1.4. 检定计算器标准器组 standard devices for verification calculator

用于检定热量表计算器的一组计量标准器。

3.1.5. 指定压力 p_s specific pressure

由于热量表没有测量流量传感器安装位置的介质压力，热量表进行热量计算时，介质压力按 0.6MPa 或 1.6MPa，这两个压力称其为指定压力。当热量表标注的最大允许工作压力为 1.0MPa 时，指定压力 p_s 取 0.6MPa；最大允许工作压力大于 1.0MPa 且不大于 2.5MPa 时，指定压力 p_s 取 1.6MPa。

3.1.6. 进口温度和出口温度 inlet temperature and outlet temperature

双管并联的供热系统中,在热水的进出口处安装热量表的配对温度传感器,其中一只测量的温度为进口温度,另一只温度传感器测量的温度为出口温度。

3.2 计量单位

3.2.1 热量:兆焦, MJ; 千瓦时, kW·h; 1kW·h=3.6MJ

3.2.2 温度:摄氏度, °C; 热力学温度, K; 温差, K。

4. 概述

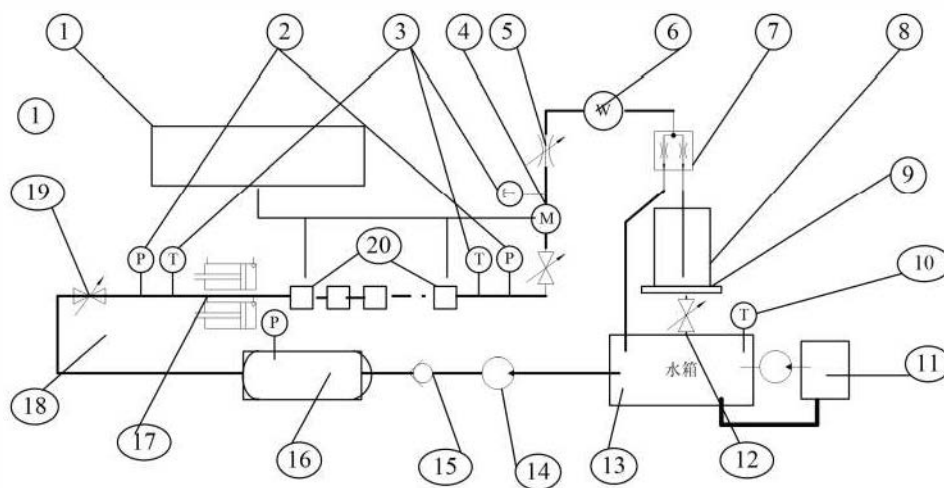
4.1 构造组成

热量表检定装置一般由热水流量标准装置、检定配对温度传感器标准器组、检定计算器标准器组、密封性试验设备构成。

4.1.1 热水流量标准装置

热水流量标准装置依据主标准器分为标准表法热水流量标准装置和质量法热水流量标准装置,或者由标准表法及质量法的组合结构形式的热水流量标准装置。

热水流量标准装置一般由储水箱、水泵、试验台、流量计量标准器,稳定流量设备、瞬时流量显示(测量)仪表、流量调节设备、介质温度调节控制设备、安全保护装置(包括储水箱的水位检测、漏电保护、自动补水、防干烧检控装置,安全停机配套设施),以及数据采集、存储、输出的计算机控制系统组成。



1.计算机控制系统; 2.试验管路压力测量; 3.试验管路温度测量; 4.流量计; 5.调节阀; 6.视窗; 7.换向器; 8.称量容器; 9.电子秤; 10.水箱温度监控; 11.自动控制的加热器; 12.称量容器的放水阀; 13.水箱; 14.水泵; 15.止回阀; 16.稳压容器; 17.夹表器; 18.试验台; 19.试验台进水总阀; 20.被检表。

图1 静态质量法热水流量标准装置结构示意图

4.1.2 检定配对温度传感器标准器组

由恒温槽、温度标准器（含电阻测量仪表）和被检配对温度传感器电阻的测量设备组成。

4.1.3 检定计算器标准器组

一般由两台直流电阻器（模拟热量表配对温度传感器）和一台流量信号发生器组成。

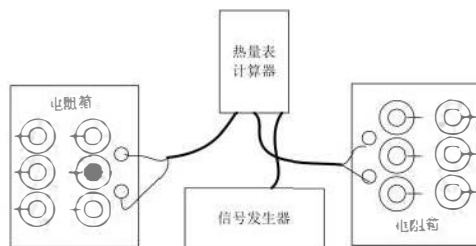


图 2 计算器检定示意图

4.2 工作原理

4.2.1 热量计算公式

4.2.1.1 使用比焓值的热量计算公式：

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

式中： Q —释放或吸收的热量，kJ；

q_m —流经热量表的载热液体的质量流量，kg/s；

Δh —热交换系统中热水的进口温度的比焓值与出口温度比焓值之差，kJ/kg；比焓值是压力和温度的函数 $h(p, T)$ ，其中压力 p 的大小为指定压力 (p_s)。

t —累计时间，s。

公式 (1) 可写成如下形式：

$$Q = m \cdot \Delta h \quad (2)$$

式中： m —流经热量表水的质量，kg；质量 m 的计算公式如下：

$$m = \rho_s \cdot V \quad (3)$$

式中： ρ_s —对于进口安装的热量表， ρ_s 为指定压力 (p_s) 和进水管道温度下密度；出口安装的热量表， ρ_s 为指定压力 (p_s) 和出口管道温度下的密度。kg/m³；

$$\rho_s = \rho_{\text{water}}(p_s, T_m) \quad (4)$$

ρ_{water} —水的密度函数； T_m —流量传感器流过介质的温度。

V —流经热量表热水的体积，m³。

4.2.1.2 使用热系数的热量计算公式：

$$Q = \int_{V_0}^{V_1} k \cdot \Delta\theta \cdot dV \quad (5)$$

式中： Q —释放或吸收的热量，kJ；

$\Delta\theta$ —进口温度与出口温度之差，K；

k —热系数，kJ/(K·m³)；

V —流经热量表水的体积，m³。

4.2.2 总量检定

对热量表的热量示值误差直接进行检定的检定方法。

将热量表的流量传感器安装到热水流量标准装置的试验管路上，配对温度传感器分别放入提供进口温度和出口温度的恒温槽内。检定过程中记录热量表检定前后的热量示值的初值 (Q_{d1}) 和终值 (Q_{d2})，热水流量标准装置测得流经热量表的实际流量 (体积 V_s 或质量 m_{flow}) 和流经热量表的介质温度 (T_m)；由二等标准铂电阻温度计测量恒温槽中介质温度：进口温度 (T_{sf}) 和出口温度 (T_{sr})。

由公式 (2)、(3) 得出总量检定实际热量的计算公式：

$$Q_s = m_{\text{flow}} \times \Delta h \quad (6)$$

式中： Q_s —实际热量值，kJ；

m_{flow} —流经热量表的热水的质量，由热水流量标准装置衡器测得，kg；

$$m_{\text{flow}} = m_d \times C_f / \rho_{\text{flow}} \times \rho_s \quad (7)$$

m_d —衡器的称量值，kg；

C_f —称量值的空气浮力修正系数；

ρ_{flow} —流经热量表热水的密度，kg/m³；该密度所对应的压力为试验管道的实际压力 p_m ，温度为流经热量表流量传感器的实际温度 T_m ； $\rho_{\text{flow}} = \rho(p_m, T_m)$ ；

ρ_s —同公式(3)中的 ρ_s ；

Δh —同公式(1)的 Δh 。

热量示值误差计算公式：

$$E = \frac{Q_d - Q_s}{Q_s} \times 100\% \quad (8)$$

式中： E —热量表示值误差；

Q_d —被检热量表的热量表示值，终值 (Q_{d2}) 与初值 (Q_{d1}) 之差，kJ；

Q_s —热量实际值，kJ。

4.2.3 分量检定

对热量表的流量传感器、配对温度传感器、计算器三部分单独进行检定，或将流量传感器、配对温度传感器与计算器组合后进行检定。

4.2.3.1 检定流量传感器

将热量表的流量传感器安装到热水流量标准装置的试验管路上，流经热量表的热水通过标准表测量实际值，或收集到称量容器中通过称量得到流量实际值。热量表流量的示值与热水流量装置测量实际值进行比较，确定被检流量传感器的示值误差。

a) 质量法检定流量传感器时流经被检表的体积量计算公式：

$$V_s = \frac{m_d}{\rho_{\text{flow}}} C_f \quad (9)$$

式中： V_s —流经被检表的实际体积， m^3 ；

m_d —衡器称量的介质质量， kg ；

ρ_{flow} —试验管道介质的密度， kg/m^3 ；

C_f —空气浮力修正系数， $C_f=1.0011$ 。

b) 标准表法实际流量计算公式：

$$V_s = K \cdot N \quad (10)$$

式中： V —流经被检表的实际体积， m^3 ；

K —脉冲当量， m^3 ；

N —脉冲个数。

流量传感器示值误差计算公式：

$$E = \frac{V_d - V_s}{V_s} 100\% \quad (11)$$

V_d —流量传感器示值， m^3 ；

V_s —流经流量传感器流量实际值， m^3 。

4.2.3.2 检定配对温度传感器

a) 检定配对温度传感器单支误差：

将二等标准铂电阻温度计和被检配对温度传感器放入同一恒温槽内，电阻测量仪器测量二等标准铂电阻及被检配对温度传感器的电阻。二等标准铂电阻温度计的电阻按照 JJG 160-2007《标准铂电阻温度计》计算得到恒温槽的实际温度值 (θ_s)，被检温度传感器的温度值 (θ_a) 按如下公式计算得出。

$$t(R) = \frac{-A + \sqrt{A^2 - 4 \times B \times c}}{2B} \quad (12)$$

式中: $A = 3.9083 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$; $B = -5.775 \times 10^{-7} \text{ K}^{-2}$;

$c = 1 - R/R_0$, 其中 R 为测得的配对温度传感器的电阻值, Ω ; R_0 为配对温度传感器 0°C 的标称电阻值, Ω 。

标准温度 θ_s 与示值温度 θ_d 比较得出被检温度传感器的单支示值误差:

$$E_\theta = \theta_d - \theta_s \quad (13)$$

b) 检定配对温度传感器配对误差:

最小温差检定, 两支被检配对温度传感器放入 1 个恒温槽内, 在规定温度范围内, 选择 1 个温度点, 温度稳定后, 测量两只被测温度传感器电阻值, 计算其对应的温度, 其差值作为最小温差的误差, 此时温差的标准值为 0K 。

非最小温差点通过设定恒温槽介质的不同温度得到两支配对温度传感器的不同温差。

$$\Delta\theta_d = \theta_{d1} - \theta_{d2} \quad (14)$$

$$\Delta\theta_s = \theta_{s1} - \theta_{s2} \quad (15)$$

式中: θ_{d1} 、 θ_{d2} —配对温度传感器测量的恒温槽的温度, $^\circ\text{C}$ 。

θ_{s1} 、 θ_{s2} —二标准铂电阻温度计测得的恒温槽的实际温度, $^\circ\text{C}$ 。

配对温度传感器配对误差计算公式:

$$E = \frac{\Delta\theta_d - \theta_s}{\Delta\theta_s} \times 100\% \quad (16)$$

4.2.3.3 检定计算器

模拟流量信号发生器产生流量信号 (或由热量表自模拟流量), 两个标准电阻箱模拟配对温度传感器的温度信号。将模拟流量信号和模拟温度信号加到计算器上, 计算器将得到热量示值 (Q_d)。由模拟流量和模拟温度及其它相关参数通过计算得到热量实际值 Q_s , 与计算器的热量示值进行比较, 得出计算器的示值误差。

计算器示值误差计算公式:

$$E = \frac{Q_d - Q_s}{Q_s} \times 100\% \quad (17)$$

4.2.4 组合检定配对温度传感器与计算器

将配对温度传感器分别放入两个恒温槽内，使用模拟流量信号发生器对计算器发出流量信号、或使用热量表自带模拟流量的热量测量功能、或使用其它方法（如安装到流量装置）使计算器得到流量示值（ V ）及热量示值（ Q_d ）。

实际热量值

$$Q_s = V \times \rho_s \times \Delta h \quad (18)$$

式中： Q_s —实际热能值，kJ；

V —热量表累计流量示值， m^3 ；

ρ_s —指定压力下的热水的密度， kg/m^3 ；同公式（3） ρ_s 。

Δh —为进口温度与出口温度的比焓值差， kJ/kg 。同公式（1） Δh 。

示值误差计算公式：

$$E = \frac{Q_d - Q_s}{Q_s} \times 100\% \quad (19)$$

5 计量性能要求

5.1 流量测量范围

热水流量标准装置的实际流量应覆盖铭牌标称最小流量(q_{\min})到最大流量(q_{\max})。

5.2 热量表检定装置准确度

5.2.1 热水流量标准装置

作为热量表检定装置中的标准时，热水流量装置的扩展不确定度不应低于 0.3 级；流量稳定性不低于 0.8%。

单独使用的热水流量装置的扩展不确定度和流量稳定性根据铭牌标注参数进行检定。

5.2.2 检定配对温度传感器标准器组准确度

检定配对温度传感器标准器组的扩展不确定度应优于配对温度传感器配对允许误差绝对值的 1/3。

5.2.3 检定计算器标准器组准确度

检定计算器标准器组的扩展不确定度应优于计算器最大允许误差绝对值的 1/5。

5.3 流体介质温度稳定性

最小流量下运行 10min，试验段前、后端温度变化不超过 5K。

最大流量下运行 10min，试验段前、后端温度变化不超过 1.0K。

5.4 热水流量标准装置的主标准器

5.4.1 衡器

最大称量范围：对于静态称量的装置，应满足最大流量下不少于 60s 的累积流量的称量。

5.4.2 标准表

标准表应具有流量脉冲输出信号，或通讯方式输出累计流量。

5.5 热水流量标准装置的配套仪表

5.5.1 流量指示仪

流量指示仪测量范围应涵盖装置所标称的最小流量至最大流量，最大允许误差为 $\pm 2.5\%$ 。

5.5.2 试验介质温度测量仪表(测温传感器+显示表头)

测量范围： $0.1^{\circ}\text{C}\sim 90^{\circ}\text{C}$ ；

最大允许误差：为 $\pm 0.5\text{K}$ ；

分辨力：优于 0.2K 。

5.5.3 密封性试验的压力测量仪表

测量范围：不小于 $(0\sim 2.5)\text{MPa}$ ；

准确度等级：不低于 1.6 级。

5.6 其它配套计量器具

5.6.1 电阻测设备量

用于配对温度传感器电阻值和标准铂电阻温度计电阻值测量。

测量范围：应满足所配置的标准铂电阻温度计 ($R_{\text{tp}25}$ 、 $R_{\text{tp}100}$) 和被检配对温度传感器 (Pt100, Pt500, Pt1000) $0^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ 对应的电阻范围。

准确度：优于 $\pm (\text{量程}\times 0.01\% + \text{读数值}\times 0.001\%)$

5.6.2 标准铂电阻温度计

准确度等级：二等

注：允许使用准确度等级不低于二等标准铂电阻温度计的其它温度测量设备。

5.6.3 恒温槽

恒温槽温场均匀性和温度稳定性应符合表 3 的要求：

表 3 恒温槽温场均匀性和稳定性要求

名称	使用温度范围 (°C)	工作区域最大温差 (K)	温度波动度 (K/15min)
水槽	4~95	0.02	< 0.01
油槽	95~200	0.03	

5.6.4 标准直流电阻器

测量范围：100.00Ω~1600.00Ω。

最小分格：0.01Ω。

准确度要求如下表 4：

表 4 直流电阻器准确度

读数盘 (Ω)	×1000	×100	×10	×1	×0.1	×0.01
准确度	±0.02%	±0.02%	±0.05%	±0.2%	±1%	±5%

注：户用热量表一般采用总量检定法或分量及分量组合检定法（分量及分量组合检定法一般指流量传感器分量检定，计算器与配对温度传感器组合检定），直流电阻器不是总量检定和分量组合检定的必备标准器。

6 通用技术要求

6.1 外观

6.1.1 热水流量标准装置及其配套设备表面有良好的保护层或耐腐蚀材料制成，文字、符号、标识应清晰。

6.1.2 热水流量标准装置应有铭牌，铭牌应标注以下内容：

厂名、规格型号、适用口径、流量测量范围、不确定度、出厂编号。

6.1.3 应有使用说明书或操作说明书

6.2 热水流量标准装置密封性

正常运行中试验管路的各个部件及连接处不应有渗漏。

6.3 计算与控制软件要求

热量表检定装置应配置设备运行控制程序及计算程序。

记录输出内容应符合 JJG225《热能表》相关要求。

6.4 安全防护

热水流量标准装置应具有防热水喷溅防护罩，确保人身安全。

电气连接应符合相关要求。

6.5 接管内径与直管段要求

连接热量表流量传感器的接管，其内径应与热量表的公称直径相一致，直管段应不小于前 10 倍后 5 倍热量表的公称直径。

6.6 热量表检定装置的基本配置

热水流量标准装置 1 套；

恒温槽 2 台；

二等标准铂电阻温度计 2 只；

电阻测量设备 2 台（两通道）或电阻测量设备 1 台+多路转换开关 1 台；

直流电阻箱，2 台（可选）。

流量信号发生器，1 台。

7 计量器具控制

7.1 检定条件

7.1.1 环境

温度：(15~35)°C；

湿度：(15~85)%RH；

7.1.2 主要检定设备和要求

a) 砝码，砝码等级不低于 M_1 级。

b) 二等标准铂电阻温度计(含配套电阻测量设备)： 1 套。

c) 秒表：1 只；分度值：0.01s。

d) 标准计时器 1 台；累计时间：不少于 10s，分辨率 1ms，准确度： $\pm 1 \times 10^{-6}$ ；

稳定度： $\pm 1 \times 10^{-6}$ 。

e) 便携式恒温槽两台，测量范围 (4~95) °C；温度示值准确度，0.5°C；温场均匀

性，0.02K；波动度，不大于 0.01K/15min。

f) 数字温度计：2 只，测量范围 (0~100) °C；温度示值准确度，0.2°C；分辨率 0.01K。

7.2 检定项目和方法

7.2.1 检定项目

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/877016156102006051>