



中华人民共和国地方计量检定规程

JJG (冀) 122-2015

热量表检定装置

Heat Meters Calibration Facility

2015-08-12 发布

2015-11-01 实施

河北省质量技术监督局 发布

热量表检定装置检定规程

JJG (冀) 122-2015

Verification Regulation of
Heat Meters Calibration Facility

本规程河北省质量技术监督局 2015 年 08 月 12 日批准, 并自 2015 年 11 月 01 日起施行。

归口单位：河北省质量技术监督局

主要起草单位：河北省计量监督检测院

本规程委托河北省计量监督检测院负责解释

本规程主要起草人：

王 波 (河北省计量监督检测院)
尹义海 (河北省计量监督检测院)
田鹏飞 (河北省计量监督检测院)
陈彦霖 (河北省计量监督检测院)
董忠春 (河北省计量监督检测院)
杨辰芳 (河北省计量监督检测院)

参加起草人：

魏 兵 (河北省计量监督检测院)
程立彬 (河北省计量监督检测院)
牛玮娜 (河北省计量监督检测院)
牛立娜 (河北省计量监督检测院)

目 录

1	范围	1
2	引用文献	1
3	概述	1
3.1	热量表检定装置的组成及种类	1
3.2	热量表检定装置的基本结构	1
3.3	热量表检定装置的工作原理	2
4	计量性能要求	3
4.1	热量表检定装置的不确定度	3
4.2	热水流量标准装置的流量稳定性	3
4.3	恒温水槽的技术要求	4
4.4	水温及其稳定性要求	4
4.5	压损试验装置测量最大允差	4
4.6	瞬时流量测量设备要求	4
5	通用技术要求	4
5.1	外观	4
5.2	显示	5
5.3	介质条件	5
5.4	管路与流动条件	5
5.5	被检表处的温度测量要求	5
5.6	标准表处的温度测量要求	6
5.7	密封性要求	6
5.8	耐压性要求	6
6	计量器具控制	6
6.1	检定条件	6
6.2	检定项目和检定方法	7
7	检定结果的处理	9
8	检定周期	9
附录 A		10
附录 B		11
附录 C		12
附录 D		15

引 言

JJG(冀)122-2015 是依据 JJF1002《国家计量检定规程编写规则》、JJF1001《通用计量术语及定义》、JJF1059《测量不确定度评定与表示》的规定编写的地方检定规程，适用于河北省内热量表检定装置的检定。

热量表检定装置检定规程

1 范围

本规程适用于热量表检定装置（也称热能表检定装置）的首次检定、后续检定。

2 引用文献

本规程引用下列文献

- JJG 160 《标准铂电阻温度计》
- JJG 164 《液体流量标准装置》
- JJG 225 《热能表》
- JJG 643 《标准表法流量标准装置》
- JJG 724 《直流数字式欧姆表》
- JJF 1004 《流量计量名词术语及定义》
- JJF 1030 《恒温槽技术性能测试规程》
- CJ 128 《热量表》
- CJ/T357 《热量表检定装置》

注：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 概述

3.1 热量表检定装置的组成及种类

热量表检定装置由热水流量检定系统、温度检定系统、计算器检定系统组成。由这些系统组合使用，可完成对热量表的分量检定、分量组合检定或总量检定。

热水流量检定系统的种类有质量法热水流量标准装置、标准表法热水流量标准装置以及其它标准装置。

3.2 热量表检定装置的基本结构

3.2.1 热水流量检定系统

热水流量检定系统主要由主标准器、供水回水系统、试验管路系统和流量、温度、压力计量显示仪表等组成。热水流量检定可采用静态质量法（含启停质量法）和标准表法。

3.2.1.1 静态质量法（含启停质量法）主标准器采用电子秤。标准表法主标准器可采用电磁流量计、质量流量计、超声流量计或其他满足检定要求的流量计。

3.2.1.2 供回水系统由水泵、加热循环储液箱（罐）、稳压装置、观察窗、连接管路和阀门等组成。

3.2.1.3 试验管路由满足标准流量计和被检热量表安装要求的前后直管段、夹表装置、检测表工作台及安全保护罩、启停阀、流量调节阀、换向器等组成。

3.2.2 温度检定系统

温度检定系统主要由标恒温槽、标准铂电阻温度计及配套的电测设备组成。

3.2.3 计算器检定系统

计算器检定系统主要由标准电阻箱、标准脉冲信号发生器或标准函数信号发生器及稳压电源等设备组成。

3.3 热量表检定装置的工作原理

3.3.1 热水流量检定系统的工作原理

热水流量检定系统的工作原理是，在稳定的流量和水温下，使热水在同一时间内连续满管流过夹装在试验管路中的被检热量表流量传感器和主标准器，比较二者的输出流量值，从而确定被检表的流量误差特性。

3.3.2 温度检定系统的工作原理

3.3.2.1 温度检定系统检定单支传感器的原理是，在同一水槽中，以恒温槽的恒定温度场，模拟热交换系统的温度，将标准铂电阻温度计与被检传感器放入恒温槽中，在不同温度条件下，以标准铂电阻温度计通过电测设备显示的温度作为标准值，来确定被检传感器温度的示值误差。

3.3.2.2 温度检定装置检定配对温度传感器的检定原理是，在代表供水和回水温度的两台恒温槽内，将两只标准铂电阻温度计和被检热量表配对温度传感器分别放置其中，在不同温度检定条件下，比较二者的温度示值和温度差，从而确定被检配对温度传感器的温度和温差特性。

3.3.3 计算器检定装置的工作原理

计算器检定装置的工作原理是，以标准信号发生器和两台标准电阻箱提供模拟的标准流量和标准温度及温差信号，作为被检热量计算器的被检输入信号，经同一时间累积，由不同的标准流量值、标准温度值和标准温差值，按式（1）计算得到标准热量值，并与被检热量表输出的显示热量值进行比较，从而确定被检计算器的误差特性。

3.3.4 带配对温度传感器的计算器检定装置的工作原理

对于某些热量表,由于结构上的原因,无法将配对温度传感器和计算器分开来检定,此时可以将其组合起来进行检定,这种方法称为分量组合检定法,用此方法检定热量表配对温度传感器和计算器的检定系统称为带配对温度传感器的计算器检定装置。其工作原理是,以恒温槽的恒定温度场定点模拟热交换系统的供水和回水温度,将两只铂电阻温度计和被检表的配对温度传感器分别放置在代表供水和回水温度的两台恒温槽中,以标准信号发生器提供的模拟流量信号,经过同一时间累积,由不同的标准流量值、标准温度和温差值,按照式(1)计算得到标准热量值,与被检热量表输出显示的热量值进行比较,以确定被检表与配对温度传感器一起的误差特性。

3.3.5 热量的计算

热量的计算采用比焓值法进行计算。

$$Q = \int_0^t q_m \times \Delta h \times dt = \int_0^t \rho \times q_v \times \Delta h \times dt \quad (1)$$

式中: Q -----系统释放的热量, kJ;

q_m -----流经热量表检定装置的主标准器的载热液体的质量流量, kg/s;

q_v -----流经热量表检定装置的主标准器的载热液体的的体积流量流量, m³/s;

Δh -----热交换系统入口与出口处对应的载热液体的比焓值差, kJ/kg;

t -----时间, s

4 计量性能要求

4.1 热量表检定装置的不确定度

热量表检定装置各个量值测量的不确定度应满足表1的要求。

表1 热量表检定装置各测量值及热量计算的不确定度要求 ($k=2$)

	1级热量表要求	2级热量表要求	3级热量表要求
热量测量的扩展不确定度	$\leq 0.7\%$	$\leq 1.0\%$	$\leq 1.3\%$
流量测量的扩展不确定度	$\leq 0.35\%$	$\leq 0.6\%$	$\leq 1.0\%$
温度测量的扩展不确定度	$\leq 0.05^\circ\text{C}$	$\leq 0.05^\circ\text{C}$	$\leq 0.05^\circ\text{C}$
计算器的扩展不确定度	$\leq 0.1\%$	$\leq 0.1\%$	$\leq 0.1\%$

注:当配对温度传感器与计算器不可拆分时,可以按分量组合的方法检定,其不确定度要求为表中温度测量和热量计算的不确定度要求的算术相加。

4.2 热水流量标准装置的流量稳定性

热水流量标准装置的流量稳定性应满足表2的要求。

表 2 热水流量标准装置的流量稳定性要求

检定热量表级别	1 级热量表要求	2 级热量表要求	3 级热量表要求
流量稳定性	$\leq 0.8\%$	$\leq 1.0\%$	$\leq 1.5\%$

4.3 恒温水槽的技术要求

恒温水槽的技术要求应符合表 3 的要求。

表 3 恒温水槽的技术要求

名称	使用温度范围 ($^{\circ}\text{C}$)	工作区域最大温差 ($^{\circ}\text{C}$)	工作区域最大水平温差 ($^{\circ}\text{C}$)	温度波动 ($^{\circ}\text{C}/10\text{min}$)
恒温水槽	4~95	0.02	0.01	≤ 0.04

4.4 水温及其稳定性要求

作检定试验时热水流量标准装置实验段的工作温度范围应能覆盖从室温到 55°C 的温度，在室温和 $50^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 范围内，试验管路每个温度检测点处在一次测量中的水温波动范围不超过 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，试验管路上游和下游的温度差绝对值不得大于 2°C 。

4.5 压损试验装置测量最大允差

热量表检定装置应具有测量热量表压损的功能，其测量、显示范围应为 $0\text{kPa} \sim 160\text{kPa}$ ，压差测量的最大允差应为 $\pm 0.5\%$ 。

4.6 瞬时流量测量设备要求

热量表检定装置应具有瞬时流量测量设备，其流量范围应覆盖热量表检定装置所标定的流量范围，其准确度应符合表 4 要求，标准表法的检定设备中可不用另加此设备。

表 4 瞬时流量设备准确度

检定热量表级别	1 级热量表要求	2 级热量表要求	3 级热量表要求
瞬时流量设备准确度	0.5 级	1.0 级	1.5 级

5 通用技术要求

5.1 外观

5.1.1 热量表检定装置整体布局完整，结构合理；试验管路的连接可靠、牢固；动力线、控制线与信号线分开布线，排线整齐。

5.1.2 热量表检定装置的结构焊接件不得有漏焊、断焊，焊缝应均匀平整，且不得有裂纹、渣、弧坑等缺陷。

5.1.3 热量表检定装置工作台架和标准流量计的安装满足水平性或垂直性的要求。

5.1.4 热量表检定装置的外观整洁，表面涂饰均匀，细致，光亮，漆膜层粘附牢固；铭牌上内容齐全、完整，标注清晰。

5.2 显示

5.2.1 显示内容、单位及分辨率

5.2.1.1 热量表检定装置各检测系统和其它计量显示仪表，能显示试验管路各测量点的热水温度、瞬时流量、管路压力、压力损失、温度，累积流量、累积热量、累积时间等，并能记录和显示被检热量表的检测结果。

5.2.1.2 显示的单位与分辨率应符合表 5 的规定

表 5 显示单位与分辨率

显示项目	单位	分辨率
瞬时流量	m ³ /h	0.001
累积流量	m ³	0.00001
	L	0.01
温度及温差	°C、K	0.01
累积热量	MJ	0.001
	kW·h	0.001

5.2.2 显示的一致性

计算机自动数据检测和控制，在显示屏上集中显示的内容和显示值，应与 5.2.1 热量表检定装置显示的内容和显示值完全一致。

5.3 介质条件

介质应为清洁水。若水介质的电导率可能会影响采用电磁感应原理的流量传感器，检定用水介质的电导率应接近于实际使用状况时的水介质电导率。

5.4 管路与流动条件

5.4.1 管路中阀门、弯头等阻力件应尽量少。

5.4.2 流量调节阀一般应安装在试验管路的下游，其性能应稳定。

5.4.3 在标准表和被检热量表的下游，应有足够的背压。

5.4.4 水应充满管道，在试验段应无可见的气泡。

注：为确定实验段是否有气泡，可在实验段下游适当位置安装视窗。

5.4.5 质量法热水流量标准装置的管路、缓冲容器、称量容器等易散热的部位均应有保温措施。

5.5 被检表处的温度测量要求

被检热量表的上游和下游均应安装具有足够准确度的测温传感器,为使所测温度尽可能与被检热量表的温度接近,测温点应尽可能安装在靠近被检热量表的地方,同时,在测温传感器与被检热量表之间应有良好的保温措施。

5.6 标准表处的温度测量要求

标准表的上游或下游应安装具有足够准确度的测温传感器,为使所测温度尽可能与标准表的温度接近,测温点应尽可能安装在靠近标准表的地方,同时,在测温传感器与标准表之间应有良好的保温措施。

5.7 密封性要求

热量表检定装置的管路,当介质温度为使用温度,压力为热量表检定装置最大允许工作压力时,各连接处不得有渗漏现象。

5.8 耐压性要求

热量表检定装置的管路,当介质温度为使用温度,压力为热量表检定装置最大允许工作压力 1.5 倍时,不得损坏和渗漏。

6 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定。

6.1 检定条件

6.1.1 环境条件

环境温度一般为(10~30)℃;

环境相对湿度一般小于 85%;

环境压力一般为(86~106)kPa;

供电电源:电源电压为(187~242)V;电源频率为(50±1)Hz;

外界磁场干扰应小到对热量表检定装置各仪器设备的影响可忽略不计。

6.1.2 主要标准设备与仪器

6.1.2.1 检定电子秤用标准砝码,其最大允差应至少优于电子秤称量不确定度的 1/5。

6.1.2.2 检定计时器用标准计时器,其最大允差应至少优于计时器不确定度的 1/5。

6.1.2.3 检定标准表法热水流量标准装置的标准表所用的上一级标准装置的不确定度应至少优于标准表不确定度的 1/2。

6.1.2.4 检定标准表法热水流量标准装置的标准表时,应尽量使标准表安装位置不动,如果必须拆下送检,应尽量配带前后直管段。

6.1.2.5 检定恒温槽采用二等标准铂电阻温度计 2 支,应为同一型号,可采用热量表检

定装置自带的二等标准铂电阻温度计。

6.1.3 辅助设备和仪器

6.1.3.1 压力校验仪：量程（0~2.5）MPa，不确定度应优于热量表检定装置压力变送器不确定度。

6.1.3.2 秒表：分度值 0.01s。

6.1.3.3 换向器检定、测量累积时间内的流量稳定性检定和启停效应检定用的流量计，应稳定性好、响应速度快，并应有脉冲信号输出。

6.2 检定项目和检定方法

6.2.1 热量表检定装置的检定项目

热量表检定装置的检定项目列于表 6 中。

6.2.2 热量表检定装置的检定方法

6.2.2.1 外观检查

热量表检定装置应在铭牌或其它显著位置标识出如下信息：热量表检定装置的流量范围、口径范围、温度范围等基本技术指标，以及制造厂名或注册商标、规格型号、出厂编号、生产日期等。

6.2.2.2 密封性试验

密封性试验仅针对热水流量标准装置。密封性试验应在水温为（50±5）℃时进行。试验时，启动控制设备，使水在装置的最大工作压力下流经装置循环运行，持续 10min，观察管路各个部件的连接处，不应有渗漏现象。

6.2.2.3 功能性试验

启动热量表检定装置各检测系统及计算机自动数据采集系统，并检测热量表，采用目测的方法查看装置的显示，其显示内容与显示值及分辨率应符合要求，计算机集中采集显示内容应符合要求。

6.2.2.4 耐压试验

耐压试验针对带有对热量表进行耐压试验功能的热水流量标准装置。对于单独的热量表耐压试验装置，参照此条款试验。

耐压试验装置的公称压力应是被检热量表最大耐压的 1.5 倍，一般为 2.4MPa。试验时，将热量表检定装置中的水温升至比热水流量标准装置的上限水温低（10±5）℃的温度，并加压至其公称压力，持续 10min，观察管路各个部件的连接处，不应有渗漏现象。如果由于水温下降导致管路压力明显下降，应及时补充压力。

6.2.2.5 流量稳定性试验

流量稳定性试验仅针对热水流量标准装置。热水流量标准装置的流量稳定性试验水温为常温，分别在最大流量和最小流量下分别进行检定，取其中最大值作为该流量稳定性。试验按照 JJG164—2000《液体流量标准装置》所述各累积时间之间方法，连续测量 n ($n \geq 10$) 次流量 q_i ($i=1, 2, \dots, n$)，用式 (2) 和式 (3) 计算流量平均值和稳定性。

$$\bar{q} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n} \quad (2)$$

$$E_q = 2 \times \frac{1}{q} \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (3)$$

结果应符合 4.2 的规定。

表 6 热量表检定装置的检定项目

序号	检定项目	热水流量 标准装置	温度检 定装置	计算器检 定装置	温度传感器/计算 器检定装置
1	外观检查	+	+	+	+
2	密封性试验	+	-	-	-
3	功能性试验	+	+	+	+
4	耐压试验	+	-	-	-
5	流量稳定性试验	+	-	-	-
6	温度稳定性试验	+	-	-	-
7	热水流量标准装置常规试验	+	-	-	-
8	计算器误差试验	-	-	+	+
9	测量不确定度评定	+	+	+	+

注：“+”表示应检定；“-”表示可不检定。

6.2.2.6 温度稳定性试验

温度稳定性试验仅针对热水流量标准装置。在装置的各设定温度下，测量一次检定过程中管路各测温点的水温变化，结果应符合 4.4 的规定。

6.2.2.7 热水流量标准装置的常规试验

1. 质量法热水流量标准装置的常规试验

对于有电子秤的热水流量标准装置，按照 JJG164—2000《液体流量标准装置》5.2.5 的规定进行检定。

对于有换向器的热水流量标准装置，按照 JJG164—2000《液体流量标准装置》5.2.7

的规定进行检定。

对于启停效应的热水流量标准装置,按照 JJG164-2000《液体流量标准装置》5.2.8 的规定进行检定。

对于静态质量法热水流量标准装置,按式(4)或式(5)计算热水流量标准装置累积流量合成测量不确定度的分量,即标准测量不确定度 u_1 。

用流量计法检定换向器时:

$$u_1 = \sqrt{u_{heA}^2 + u_{heB}^2 + u_{huA}^2 + u_{huB}^2 + u_F^2} \quad (4)$$

用行程差法检定换向器时:

$$u_1 = \sqrt{u_{heA}^2 + u_{heB}^2 + u_{huA1}^2 + u_{huA2}^2 + u_{huB}^2 + u_F^2} \quad (5)$$

式中, u_F 为检定电子秤时所用标准砝码的相对标准测量不确定度。

对于启停质量法热水流量标准装置,按式(6)计算热水流量标准装置累积流量合成测量不确定度的分量,即标准测量不确定度 u_1 。

$$u_1 = \sqrt{u_{heA}^2 + u_{heB}^2 + u_{qtA}^2 + u_{qtB}^2 + u_F^2} \quad (6)$$

2. 标准表法热水流量标准装置的常规试验

按照 JJG643-2003《标准表法流量标准装置》6.2.3 的规定进行检定。

6.2.2.8 计算器误差试验

计算器误差试验仅针对计算器分量和组合中包含计算器分量的组合类型。给出特定的温度和流量,通过积算仪计算的结果和标准热量值相比较,结果应符合规定。

6.2.2.9 测量不确定度评定

待整个检定过程结束以后,进行不确定度评定,给出不确定度评定结果。

7 检定结果的处理

热量表检定装置检定合格出具检定证书,按照本规程逐条给出检定结果,并给出是否符合本规程相应条款的说明。检定不合格出具检定结果通知书,并指出不合格项。

8 检定周期

热量表检定装置的检定周期一般不超过1年。

附录 A

水的体膨胀系数表

(p=0.6MPa)				(p=1.6MPa)			
温度 (°C)	体胀系数 (1/°C)	温度 (°C)	体胀系数 (1/°C)	温度 (°C)	体胀系数 (1/°C)	温度 (°C)	体胀系数 (1/°C)
11	0.000100	51	0.000466	11	0.000100	51	0.000465
12	0.000115	52	0.000471	12	0.000100	52	0.000471
13	0.000130	53	0.000476	13	0.000125	53	0.000476
14	0.000135	54	0.000487	14	0.000150	54	0.000481
15	0.000150	55	0.000492	15	0.000155	55	0.000492
16	0.000165	56	0.000497	16	0.000165	56	0.000497
17	0.000175	57	0.000503	17	0.000175	57	0.000502
18	0.000185	58	0.000508	18	0.000185	58	0.000513
19	0.000195	59	0.000518	19	0.000200	59	0.000518
20	0.000210	60	0.000524	20	0.000210	60	0.000523
21	0.000220	61	0.000529	21	0.000220	61	0.000529
22	0.000225	62	0.000540	22	0.000230	62	0.000534
23	0.000241	63	0.000540	23	0.000235	63	0.000540
24	0.000251	64	0.000545	24	0.000251	64	0.000545
25	0.000256	65	0.000556	25	0.000261	65	0.000555
26	0.000266	66	0.000561	26	0.000266	66	0.000561
27	0.000276	67	0.000561	27	0.000276	67	0.000566
28	0.000286	68	0.000572	28	0.000286	68	0.000572
29	0.000296	69	0.000582	29	0.000296	69	0.000572
30	0.000306	70	0.000583	30	0.000306	70	0.000583
31	0.000311	71	0.000588	31	0.000316	71	0.000593
32	0.000317	72	0.000594	32	0.000321	72	0.000593
33	0.000332	73	0.000599	33	0.000327	73	0.000599
34	0.000342	74	0.000610	34	0.000342	74	0.000604
35	0.000342	75	0.000615	35	0.000347	75	0.000610
36	0.000352	76	0.000616	36	0.000352	76	0.000621
37	0.000362	77	0.000621	37	0.000367	77	0.000621
38	0.000373	78	0.000632	38	0.000372	78	0.000626
39	0.000378	79	0.000637	39	0.000378	79	0.000637
40	0.000383	80	0.000638	40	0.000383	80	0.000638
41	0.000398	81	0.000643	41	0.000393	81	0.000643
42	0.000403	82	0.000654	42	0.000403	82	0.000654
43	0.000404	83	0.000660	43	0.000408	83	0.000659
44	0.000414	84	0.000660	44	0.000414	84	0.000660
45	0.000424	85	0.000666	45	0.000424	85	0.000665
46	0.000429	86	0.000677	46	0.000429	86	0.000671
47	0.000440	87	0.000682	47	0.000434	87	0.000677
48	0.000445	88	0.000683	48	0.000445	88	0.000687
49	0.000450	89	0.000688	49	0.000450	89	0.000693
50	0.000455	90	0.000699	50	0.000460	90	0.000694

附录 B

水的密度表

(p=0.6MPa)				(p=1.6MPa)			
温度	密度	温度	密度	温度	密度	温度	密度
(°C)	(kg/m ³)	(°C)	(kg/m ³)	(°C)	(kg/m ³)	(°C)	(kg/m ³)
11	999.84	51	987.8	11	1000.3	51	988.23
12	999.74	52	987.33	12	1000.2	52	987.77
13	999.61	53	986.87	13	1000.1	53	987.30
14	999.48	54	986.39	14	999.95	54	986.83
15	999.34	55	985.91	15	999.80	55	986.35
16	999.18	56	985.42	16	999.64	56	985.86
17	999.01	57	984.93	17	999.47	57	985.37
18	998.83	58	984.43	18	999.29	58	984.87
19	998.64	59	983.93	19	999.10	59	984.36
20	998.44	60	983.41	20	998.89	60	983.85
21	998.22	61	982.9	21	998.68	61	983.33
22	998	62	982.37	22	998.45	62	982.81
23	997.77	63	981.84	23	998.22	63	982.28
24	997.52	64	981.31	24	997.98	64	981.75
25	997.27	65	980.77	25	997.72	65	981.21
26	997.01	66	980.22	26	997.46	66	980.66
27	996.74	67	979.67	27	997.19	67	980.11
28	996.46	68	979.12	28	996.91	68	979.55
29	996.17	69	978.55	29	996.62	69	978.99
30	995.87	70	977.98	30	996.32	70	978.43
31	995.56	71	977.41	31	996.01	71	977.85
32	995.25	72	976.83	32	995.69	72	977.27
33	994.93	73	976.25	33	995.37	73	976.69
34	994.59	74	975.66	34	995.04	74	976.10
35	994.25	75	975.06	35	994.69	75	975.51
36	993.91	76	974.46	36	994.35	76	974.91
37	993.55	77	973.86	37	993.99	77	974.30
38	993.19	78	973.25	38	993.62	78	973.70
39	992.81	79	972.63	39	993.25	79	973.08
40	992.44	80	972.01	40	992.87	80	972.46
41	992.05	81	971.39	41	992.49	81	971.84
42	991.65	82	970.76	42	992.09	82	971.21
43	991.25	83	970.12	43	991.69	83	970.57
44	990.85	84	969.48	44	991.28	84	969.93
45	990.43	85	968.84	45	990.87	85	969.29
46	990.01	86	968.19	46	990.44	86	968.64
47	989.58	87	967.53	47	990.02	87	967.99
48	989.14	88	966.87	48	989.58	88	967.33
49	988.7	89	966.21	49	989.14	89	966.66
50	988.25	90	965.54	50	988.69	90	965.99

附录 C

不确定度评定程序

热量表检定装置涉及的测量量值有热量、流量（一般是累积体积流量）、温度、温差，此外，热量测量的不确定度中还要引入热量计算的不确定度。下面分别描述其评定过程。

C.1 热水流量标准装置的不确定度评定

热水流量标准装置累积流量合成不确定度由各个不确定度分量组成，由于这些不确定度分量相互独立而不相关，可按式 (C.1) 或式 (C.3) 计算热水流量标准装置累积流量的合成不确定度。按式 (C.4) 计算热水流量标准装置累积流量的扩展不确定度。

C.1.1 质量法热水流量标准装置累积流量的合成不确定度评定

$$u_{Q1} = \sqrt{u_1^2 + u_3^2 + u_4^2} \quad (\text{C.1})$$

式中， u_3 为密度测量的不确定度。如果是通过温度测量得到的密度值，可按式 (C.2) 计算密度的不确定度。应在每一个设定温度下计算密度测量的不确定度，取最大者为最终结果。

$$u_3 = \frac{\gamma_w \cdot U_{tw}}{\sqrt{3}} \quad (\text{C.2})$$

式中， γ_w 为水的体积膨胀系数，可查表得到。

U_{tw} 为温度测量的极限误差。

u_4 为由于测温点与密度测量处的温差所带来的密度测量的不确定度，一般由分析得到。

C.1.2 标准表法热水流量标准装置累积流量的合成不确定度

$$u_{Q2} = \sqrt{u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} \quad (\text{C.3})$$

式中， u_3 为密度测量的不确定度。如果是通过温度测量得到的密度值，可按 (C.2) 式计算密度的不确定度。如果标准表给出的是累积质量流量，则此项为 0。

u_4 为由于测温点与密度测量处的温差所带来的密度测量的不确定度，一般由分析得到。如果标准表给出的是累积质量流量，则此项为 0。

C.1.3 热水流量标准装置累积体积流量的扩展不确定度

$$U_{Q1} = 2 \cdot u_{Q1} \quad (k=2) \quad (\text{质量法}); \quad U_{Q2} = 2 \cdot u_{Q2} \quad (k=2) \quad (\text{标准表法}) \quad (\text{C.4})$$

结果应符合正文 4.1 中表 1 的规定。

C.2 配对温度传感器检定装置的不确定度评定

配对温度传感器检定装置温度测量的合成不确定度 u_T 可按式 (C.5) 计算。

$$u_T = \sqrt{u_{ts}^2 + u_B^2 + \left(\frac{\beta_f}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{\beta_h}{2 \cdot \sqrt{3}}\right)^2} \cdot \sqrt{2} \quad (\text{C.5})$$

式中, u_{ts} 为标准热电阻的不确定度。应从相应的溯源证书上获取信息。

u_B 为标准热电阻配套使用的电测设备的不确定度, 应从相应的检定证书上获取信息。

β_f 和 β_h 分别是恒温槽的温度波动度和温度均匀度, 通过溯源证书或者标准铂电阻温度计检测获得。方法参见 JJF 1030 《恒温槽技术性能测试规程》。

配对温度传感器检定装置的扩展不确定度按式 (C.6) 计算。

$$U = 2 \cdot u_T \quad (k=2) \quad (\text{C.6})$$

结果应符合正文 4.1 中表 1 的规定。

C.3 计算器检定装置的不确定度评定

计算器检定装置热量计算的标准不确定度 u_C 可按式 (C.7) 计算。

$$u_C = \sqrt{2 \times \left(\frac{u_R}{\theta_{\min}}\right)^2 + u_j^2} \quad (\text{C.7})$$

式中, u_R 为电阻器或数字欧姆表进行检定时, 得到的各阻值对应温度的最大标准不确定度 (已折合成温度单位); u_j 为热量计算数学模型的计算精度带来的不确定度。

计算器检定装置的扩展不确定度按式 (C.8) 计算。

$$U_C = 2 \cdot u_C \quad (k=2) \quad (\text{C.8})$$

结果应符合正文 4.1 中表 1 的规定。

C.4 温度传感器/计算器检定装置的不确定度评定

温度传感器/计算器检定装置温度测量的不确定度 u_{TC} 的评定方法与C.2中方法相同,其结果应符合正文4.1中表1注的规定。

C.5 热量表检定装置的不确定度评定

C.5.1 分量法热量表检定装置热量测量的不确定度评定

$$u = \sqrt{u_{Q1}^2 + u_T^2 + u_C^2} \quad (\text{质量法}); \quad u = \sqrt{u_{Q2}^2 + u_T^2 + u_C^2} \quad (\text{标准表法}) \quad (\text{C.9})$$

$$U = 2 \cdot u \quad (k=2) \quad (\text{C.10})$$

结果应符合正文4.1条中表1的规定。

C.5.2 分量组合法热量表检定装置热量测量的不确定度评定

$$u = \sqrt{u_{Q1}^2 + u_{TC}^2} \quad (\text{质量法}); \quad u = \sqrt{u_{Q1}^2 + u_{TC}^2} \quad (\text{标准表法}) \quad (\text{C.11})$$

$$U = 2 \cdot u \quad (k=2) \quad (\text{C.12})$$

结果应符合正文4.1中表1的规定。

附录 D

检定证书及检定结果通知书的内页格式

D.1 除通用规定要求内容外, 检定证书内页应还注明以下信息:

- 一、外观检查
- 二、密封性试验
- 三、功能性试验
- 四、耐压试验
- 五、流量稳定性
- 六、温度稳定性

七、热量表检定装置的不确定度

1. 质量法热水流量标准装置扩展不确定度 ($k=2$) (仅限质量法标准装置)
2. 标准表法热水流量标准装置扩展不确定度 ($k=2$) (仅限标准表法标准装置)
3. 温度测量扩展不确定度 ($k=2$)
4. 计算器的扩展不确定度 ($k=2$)
5. 热量测量的扩展不确定度 ($k=2$)

八、主要配套设备性能 (标准铂电阻、电测设备、温度传感器、压力传感器等)

D.2 检定结果通知书内页格式参照以上内容, 需指明不合格项目。