



中华人民共和国城镇建设行业标准

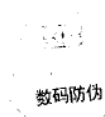
CJ/T 357—2010

热量表检定装置

Verification facilities of heat meters

2010-12-20 发布

2011-07-01 实施



中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 构成及原理 3

5 一般规定 5

6 技术要求 8

7 试验方法..... 10

8 检验规则..... 12

9 标志、包装、运输、贮存 13

附录 A（规范性附录） 热水流量检测系统累积流量测量的扩展不确定度的试验和评定 15

附录 B（规范性附录） 温差检测系统温差测量的扩展不确定度的试验和评定 18

附录 C（规范性附录） 计算器检测系统热量计算的扩展不确定度的试验和评定 20

附录 D（规范性附录） 检定装置热量测量的扩展不确定度的合成评定 23

附录 E（规范性附录） 质量法与标准表法的累积流量计算 24

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由住房和城乡建设部标准定额研究所提出。

本标准由住房和城乡建设部城镇建设标准技术归口单位归口。

本标准负责起草单位：住房和城乡建设部信息中心。

本标准参加起草单位：中国科学院电子学研究所、中国计量科学研究院、甘肃省计量科学研究院、北京市计量检测研究院、河北省计量科学研究院、上海自动化仪表股份有限公司、北京集万讯信息技术有限公司、宁波百立康智能仪表有限公司、海盐凯恩特电器有限公司、徐州润物科技发展有限公司。

本标准主要起草人员：丁兆平、李声沛、叶吉生、王池、张立谦、屈洪强、曹世来、王学东、朱霖、孙华东、王松。

热量表检定装置

1 范围

本标准规定了热量表检定装置的术语、构成原理、一般规定、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存条件。

本标准适用于流动介质为水,口径为 DN15 mm~DN250 mm,压力不大于 2.5 MPa 的热量表检定装置。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GBJ 65 工业与民用电力装置的接地设计规范

GB/T 191 包装储运图示标志

GB 1576 工业锅炉水质

GB 4208 外壳防护等级(IP 代码)

GB/T 9113.1 平面、突面整体钢制管法兰

GB/T 9813—2000 微型计算机通用规范

GB 9969 工业产品使用说明书 总则

GB/T 13306 标牌

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 15479—1995 工业自动化仪表绝缘电阻、绝缘强度技术要求和试验方法

GB/T 17618 信息技术设备抗扰度限值和测量方法

CJ 128—2007 热量表

JB/T 9329 仪器仪表运输、运输贮存基本环境条件及试验方法

JJF 1030—1998 恒温槽技术性能测试规范

JJF 1059—1999 测量不确定度评定与表示

JJG 86—2001 标准玻璃浮计检定规程

JJG 160 标准铂电阻温度计

JJG 164—2000 液体流量标准装置

JJG 225—2001 热能表

JJG 643—2003 标准表法流量标准装置

JJG 724 直流数字式欧姆表

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热量表检定装置 **verification facilities of heat meters**

用于检定热量表计量性能和技术参数的标准计量器具和辅助设备的总体(以下简称检定装置)。主

要由热水流量检测系统、温差检测系统、计算器检测系统等三个基本部分构成。

3.2

热水流量检测系统 standard test system for hot water flow-rate

以热水为介质,对热量表的流量传感器部分进行计量性能测试,配有液体流量标准计量器具(以下简称主标准器)和辅助设备等组成的热水流量标准检测系统。

3.3

温差检测系统 standard test system for temperature difference

对热量表的配对温度传感器部分进行计量性能测试,配有精密恒温槽和标准铂电阻温度计及电测设备等组成的温差标准检测系统。

3.4

计算器检测系统 standard test system for calculator

对热量表的计算器部分进行计量性能测试,配有标准脉冲发生器和标准电阻箱等组成的计算器标准检测系统。

3.5

温度上限(t_{\max}) the highest temperature

在规定测量不确定度条件下,温差检测系统允许达到的最高温度。

3.6

温度下限(t_{\min}) the lowest temperature

在规定测量不确定度条件下,温差检测系统允许达到的最低温度。

3.7

最小温差(Δt_{\min}) minimum temperature difference

在规定测量不确定度条件下,温差检测系统允许达到的最小温差。

3.8

最大温差(Δt_{\max}) maximum temperature difference

在规定测量不确定度条件下,温差检测系统允许达到的最大温差。

3.9

流量(q) flow-rate

单位时间内,流经热水流量检测系统试验管路热水的体积或质量。 q_v 为体积流量, q_m 为质量流量。

3.10

最小流量(q_{\min}) minimum flow-rate

在规定的试验流体温度范围内,流经热水流量检测系统允许达到的最小流量。在此流量下,其测量不确定度不应超过其规定的最大测量不确定度。

3.11

最大流量(q_{\max}) maximum flow-rate

热水流量检测系统正常运行的上限流量。在此流量下,热水流量检测系统的测量不确定度不应超过其规定的最大测量不确定度。

3.12

累积流量 total volume

在规定的起止时间段内,流经流量标准计量器具热水体积的总和或质量的总和。

3.13

最大允许工作压力 maximum admissible working pressure

在温度上限持续工作时,热水流经流量标准检测系统试验管段所能持久允许的最大工作压力。

3. 14

不确定度 uncertainty

表征被测量的真值所处范围的评定。

3. 15

标准不确定度(u) standard uncertainty

以标准差表示的测量不确定度。

3. 16

合成标准不确定度 combined standard uncertainty

当测量结果是由若干个相关量的值求得时,按其各量的方差和协方差算得的标准不确定度。

3. 17

扩展不确定度(U) expanded uncertainty

确定测量结果区间的量,合理赋予被测量之值分布的大部分可望含于此区间。

3. 18

覆盖因子(k) coverage factor

为求得扩展不确定度,对合成标准不确定度所乘之数字因子。

3. 19

检测 test

按照规定程序和标准确定合格对象的一个或多个特性所进行的活动。

3. 20

校准 calibration

在规定条件下,为确定测量仪器(或测量系统)所指示的量值,或实物量具(或参考物质)所代表的值,与对应的标准所复现的量值之间关系的一组操作。

3. 21

检定 verification

查明和确认计量器具是否符合法定要求的程序和标准,包括检查、加标记和(或)出具检定证书。

4 构成及原理

4. 1 装置构成

4. 1. 1 热水流量检测系统

热水流量检测系统可由主标准器、供回水系统、试验管路系统和流量、温度、压力计量显示仪表等组成。主标准器可选择不同的结构和类型组合,构成不同形式、不同准确度等级的热水流量检测系统。热水流量检测可采用静态质量法(含启停质量法)和标准表法。

4. 1. 1. 1 静态质量法(含启停质量法)的主标准器可采用电子衡器(秤)。标准表法的主标准器可采用电磁流量计、质量流量计、超声波流量计或其他满足检定要求的流量计。

4. 1. 1. 2 供回水系统可由水泵、加热循环储液罐(箱)、稳压装置、减振装置、消气装置、观察窗、连接管路和阀门等组成。

4. 1. 1. 3 试验管路系统可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、瞬时流量指示、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。

4. 1. 2 温差检测系统

温差检测系统可由精密恒温槽、标准铂电阻温度计及配用电测设备等组成。

4.1.3 计算器检测系统

4.1.3.1 计算器检测系统可由标准电阻箱、标准脉冲信号发生器、稳压电源等设备组成。

4.1.3.2 计算器检测系统宜采用工控机和管理计算机(PC)等,可进行自动数据检测、控制和管理。

4.2 工作原理

4.2.1 流量传感器检测

启动热水流量检测系统,当流场达到稳定以后,在流量和水温满足检测的条件下,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,比较两者的输出流量值,从而确定被检流量传感器的误差特性。

4.2.2 配对温度传感器检测

4.2.2.1 以精密恒温槽的恒定温度场,定点模拟热交换系统的供水与回水温度,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在代表供水和回水温度的两台恒温槽中,在不同温度检定点的条件下,比较两者的温度指示值和温差值,从而确定被检配对温度传感器温度和温差的误差特性。

4.2.2.2 配对温度传感器温差的检测也可通过计算,由单支温度传感器3个检定点的结果拟合出温度曲线公式,按照检定温度点,计算出各温差检定点下的示值误差。

4.2.3 计算器检测

以标准脉冲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,作为被检热量表计算器的被检输入信号,经同一段时间累积,由不同的标准流量值、标准温度值和标准温差值,按式(1)或式(2)计算得到标准热量值,并与被检热量表输出显示的热量值进行比较,确定被检计算器的误差特性。

4.2.4 带配对温度传感器的计算器检测

以精密恒温槽的恒定温度场定点模拟热交换系统的供水与回水温度,将两只铂电阻温度计和被检热量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,以标准脉冲发生器提供模拟的标准流量信号,经同一段时间累积,由不同的标准流量值、标准温度值和标准温差值,按式(1)或式(2)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,确定被检表与配对温度传感器组合在一起的计算器的误差特性。

4.3 热量的计算

热量的计算可采用“比焓差法”和“ k 系数法”两种方法。

4.3.1 比焓差法应按式(1)进行计算:

$$Q = \int_{\tau_0}^{\tau_1} q_m \times \Delta h \times d\tau = \int_{\tau_0}^{\tau_1} \rho \times q_v \times \Delta h \times d\tau \dots\dots\dots (1)$$

式中:

Q ——系统释放或吸收的热量,单位为 J;

q_m ——流经检定装置的主标准器的水的质量流量,单位为 kg/h;

q_v ——流经检定装置的主标准器的水的体积流量,单位为 m^3/h ;

ρ ——流经检定装置的主标准器的水的密度,单位为 kg/m^3 ;

Δh ——热交换系统入口与出口处水的温差值对应的水的比焓值差,单位为 J/kg;

τ ——时间,单位为 h。

4.3.1.1 水的焓值和密度可按 CJ 128—2007 附录 A 或 JJG 225—2001 附录 B 选取。当温度为非整数时,应进行插值修正。

4.3.1.2 式(1)中的 q_v 与 ρ 应为同一处测得的值。

4.3.2 k 系数法应按式(2)进行计算:

$$Q = \int_{V_0}^{V_1} k \times \Delta t \times dV \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

Q ——系统释放或吸收的热量,单位为 J;

V ——流经检定装置的主标准器的水的累积体积流量,单位为 m^3 ;

Δt ——热交换系统入口与出口处水的温度差值,单位为 $^{\circ}C$;

k —— k 系数,单位为 $J/(m^3 \cdot ^{\circ}C)$ 。

4.3.2.1 k 系数值可按 JJG 225—2001 附录 C 选取。当温度为非整数时,应进行插值修正。

4.3.2.2 式(2)中的累计体积流量 V 应在热交换系统的出口处测量,如在热交换系统的入口处测量时,应按式(3)进行体积修正:

$$V_{out} = \frac{V_{in} \times \rho_{in}}{\rho_{out}} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

V_{out} 、 V_{in} ——分别为在热交换系统的出口、入口处测得的流经热量表的累积体积流量,单位为 m^3 ;

ρ_{out} 、 ρ_{in} ——分别为在热交换系统的出口、入口处的水的密度,单位为 kg/m^3 。

5 一般规定

5.1 基本要求

5.1.1 检定装置应按照经规定程序批准的图样或技术文件制造。

5.1.2 检定装置所使用的外协件、外购配套件,必须附有合格证书,且宜进行抽验,确认合格后方可使用。

5.1.3 检定装置应安全、可靠、操作方便,易于安装和维修。

5.1.4 检定装置可增加水处理设施。

5.2 热水流量检测系统

5.2.1 载热流体

5.2.1.1 载热流体介质应采用清洁水,水质应符合 GB 1576 的规定。

5.2.1.2 载热流体应是单向循环且稳定流动的液体,压力波动不得影响流量的标准不确定度。

5.2.2 主标准器

5.2.2.1 系统所选用的电子衡器、标准流量计等主标准器应有合格、有效的计量检定或校准证书。

5.2.2.2 电子衡器应按被检热量表的最短测量时间配置,宜选两个或多个量程的电子衡器。不同量程电子衡器的分度值,应满足被检热量表在检定时不同称量条件下的标准不确定度要求。电子衡器应有自校和去皮功能,并应有防止载热液体蒸发的措施,其称量准确性不得受外力干扰。称量容器的容积应与电子衡器的最大称量相匹配且有一定的余量,满足最大流量条件下水流动能作用的附加称量和对称重传感器的过载保护,称量容器应密封性好,不得有渗漏现象。

5.2.2.3 标准流量计可定点使用或非定点使用,其流量范围应覆盖被检流量传感器所有检定的流量

点。采用的标准流量计应符合不同流量条件下的标准不确定度要求。

5.2.2.4 当采用其他类型的主标准器时,计量性能和标准不确定度应满足检定的要求。

5.2.3 供回水系统及试验管路

5.2.3.1 供、回水循环系统可连结一条或多条试验管路。循环系统水泵的压力应稳定,其流量应覆盖装置所标定的流量范围。

5.2.3.2 试验管路可采用一台或多台标准流量计并联。标准流量计和被检热量表的前后直管段应满足其流量稳定性对直管段的安装要求。管路应采用最少的弯头和阀门等阻力件,弯头的半径不应小于 D 。

5.2.3.3 管路应设有测量被检热量表压力损失的接口。在试验载热液体入口处应安装稳流稳压装置、流量稳定性测量设备和消气装置,稳流稳压装置应有压力波动检测仪表。

5.2.3.4 压力测量位置宜安装在试验管路的上游;流量调节阀、标准流量计和观察气泡的透明视窗应安装在试验管路的下游;流体水温的测温点应正确安装在试验管路被检热量表和主标准器的附近处,并应正确安装,并宜设置多个测温点。

5.2.3.5 储水箱应安装水位观察或控制部件。热源部分的加热器件,应有足够的电绝缘强度,控温部分的控制模式应满足设定的温度稳定性。

5.2.3.6 热水流量检测系统,在被检热量表的下游处应有足够的背压。

5.2.3.7 采用质量法、标准表法或其他方法的热水流量检测系统中,供回水系统和试验管路,加热循环储液罐(箱)、称量容器及主标准器与被检热量表之间等易散热的部位,均应采取相应的绝热保温措施。

5.2.3.8 试验管路的连接尺寸和方式应符合下列要求:

- a) 试验管路与流量传感器的接口尺寸和螺纹连接方式应符合 CJ 128—2007 中表 1、表 2 和图 1 的规定。
- b) 当工作压力大于 1.6 MPa 或管道公称直径大于 DN40 时,应采用法兰连接,其法兰规格应符合 GB/T 9113.1 的规定。

5.2.4 其他辅助计量显示仪表

5.2.4.1 监测试验管路热水温度的测温传感器的测量范围应为 $0^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$,测温的不确定度应小于 0.5°C ,显示分辨率不应大于 0.1°C 。

5.2.4.2 检定装置应配有瞬时流量测量设备,可使用耐热玻璃转子流量计、电磁流量计和涡轮流量计等,其流量范围应覆盖检定装置所标定的流量范围,其准确度应符合表 1 的规定。在标准表法的检定装置中,可不用另加此设备。

表 1 瞬时流量测量设备技术要求

检定热量表级别	1 级表	2 级表	3 级表
瞬时流量测量设备准确度(%)	± 0.5	± 1.0	± 1.5

5.2.4.3 检定装置应配有增压器,其压力上限不应小于 2.5 MPa。用于管路压力测量的压力表或其他压力测量仪,测量范围应为 $0\text{ MPa}\sim 2.5\text{ MPa}$,准确度等级不应低于 1.6 级。

5.2.4.4 检定装置应配有测量被检热量表压力损失 Δp 的压损试验装置,其测量、显示范围应为 $0\text{ kPa}\sim 100\text{ kPa}$,差压测量的最大允许误差应为 $\pm 1.25\text{ kPa}$ 。

5.2.4.5 在设定试验温度条件下,水密度随温度的变化对累计体积流量的标准不确定度产生影响时,应安装标准密度计,其准确度等级不应低于 2 级。

5.3 温差检测系统

5.3.1 系统所选用的标准铂电阻温度计、配用的电测设备应有合格、有效的计量检定或校准证书。

5.3.2 标准铂电阻温度计的标准不确定度,不应低于 2 等标准铂电阻温度计或同等级的其他测温仪表的技术要求。

5.3.3 电测设备的温差测量标准不确定度折合成温度应小于或等于 2 mK,测量电阻值的最小分辨率不应大于 $0.0001\ \Omega$ 。

5.3.4 恒温槽应符合表 2 的规定。

表 2 恒温槽技术要求

标准工作温度范围	工作区域垂直温度场均匀度	工作区域水平温度场均匀度	工作区域温度波动度
4℃~150℃	优于 0.01℃	优于 0.01℃	$\pm 0.005\ ^\circ\text{C}/15\ \text{min}$
注:按检定装置检定不同热量表的需求,确定标准工作温度范围;温度下限 t_{\min} ~温度上限 t_{\max} ; 对普通热量表设计的工作温度 $\leq 95\ ^\circ\text{C}$,温度上限 t_{\max} 取 $95\ ^\circ\text{C}$,可采用恒温水槽; 对高温热量表设计的工作温度 $> 95\ ^\circ\text{C}$,温度上限 t_{\max} 取 $150\ ^\circ\text{C}$,可采用恒温油槽。			

5.4 计算器检测系统

5.4.1 标准热量积分计算的数学模型与算法

计算器检测系统完成标准热量的积分计算,应采用高准确度的数学模型与算法。在全温度使用范围应通过拟合公式或查表插值修正计算水的热焓值 h 、密度 ρ 或 k 系数,与 CJ 128—2007 中附录 A 或 JJG 225—2001 中附录 B、附录 C 中相应表值的最大相对误差不应大于 0.05%。

5.4.2 计算机自动数据检测和控制

5.4.2.1 采用计算机自动数据检测 and 控制的计算器检测系统,可采用由管理计算机(PC)和工控机及电气控制设备组成的集中或集散控制系统对数据进行检测和处理。该系统应能按实际需求通过软件设置命令,既可对被检热量表进行总量检定,也可进行分量检定或分量组合检定。

5.4.2.2 计算机自动数据检测 and 控制的计时器计时、检测点的设定、检测参数的采集、换向器的换向、开关阀的开关、工作量器液位的控制、标准流量计及衡器的信号检测应正确可靠。

5.4.2.3 管理计算机(PC)主要负责全系统的数据处理、监督控制与集中管理运行,应具有命令控制、参数设置、数据处理记录、历史资料查询、统计及显示、打印等功能,可根据实时检测到的标准流量与标准温差精确计算出标准热量值,再与采集得到的每只被测热量表的实测热量、流量和温差值进行比较,给出每只被检热量表的检定结果及合格判定。

5.4.2.4 工控机及电气控制设备主要负责检定现场的数据采集、数据处理、数据通信、过程控制、安全运行显示、电气控制保护、断电数据保护、紧急情况报警和故障处理,系统应具有良好的可操作性和完备的安全监控保护功能。

5.4.2.5 采用计算机自动数据检测 and 控制的计算器检测系统,应有与热量表或主标准器等相连接的检测接口、控制或数据通信接口和数据通信协议,并应符合 CJ 128—2007 中 4.2 及国家相关标准的规定,且所有接口均不得改变其计量特性,不得影响检定装置的标准不确定度。否则,系统的合成标准不确定度应考虑计算机数据采集、信号处理、数据处理及通信不确定度所引起的对测量不确定度的影响。

6 技术要求

6.1 工作环境条件

6.1.1 温度:15℃~35℃。

6.1.2 相对湿度:15%~85%。

6.1.3 大气压力:86 kPa~106 kPa。

6.1.4 供电电源:三相交流电源,电压为 342 V~418 V,电源频率为 50±1 Hz;

单相交流电源,电压为 198 V~242 V,电源频率为 50±1 Hz。

6.1.5 振动适应性符合 GB/T 9813—2000 中表 3 的规定。

6.1.6 外界磁场干扰符合 GB/T 17618 的规定。

6.2 外观

6.2.1 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。

6.2.2 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、焊瘤、弧坑、飞溅等缺陷。

6.2.3 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。

6.2.4 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;铭牌上的内容齐全、完整,标注清晰。

6.3 显示

6.3.1 显示内容、单位及分辨率

6.3.1.1 检定装置各检测系统和其他计量显示仪表,能显示试验管路各测温点的热水温度、瞬时流量、管路压力、压力损失 ΔP 、标准温度和温差,标准累积流量、标准累积热量、标准累计工作时间等,并能记录 and 显示每块被检热量表的检测结果。

6.3.1.2 显示的单位与分辨率应符合表 3 的规定。

表 3 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
标准累积流量	m ³	0.000 01
	L	0.01
温度及温差	℃	0.01
标准累积热量	MJ	0.001
	kW·h	0.001

6.3.2 显示的一致性

计算机自动数据检测和控制,在工控机或管理计算机(PC)的显示屏上集中显示的内容和显示值,应与 6.3.1 检定装置显示的内容和显示值完全一致。

6.4 耐压及密封性

检定装置的试验管路系统,在热水温度为 $50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$,压力为检定装置最大允许工作压力的 1.5 倍时,不得损坏和渗漏。

6.5 载热流体

6.5.1 流体状况

试验管路中的水流应连续充满管道,不应有气泡。

6.5.2 水温范围及稳定性

6.5.2.1 检定装置的热水温度可调范围应与所标定的一致,并应符合第 7 章各项试验的规定。

6.5.2.2 在试验规定的温度范围内,试验管路的每个测温点在一次检定过程中测量水温的波动范围应为 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,各点之间的最大温度差不应大于 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.5.3 流量范围及稳定性

6.5.3.1 检定装置的可调流量范围应与所标定的一致,并应符合 CJ 128—2007 中表 1 的规定。

6.5.3.2 检定过程中载热流体流量的波动范围应符合表 4 的规定。

表 4 载热流体流量的波动范围

检定热量表级别	1 级表	2 级表	3 级表
流量波动范围/%	± 0.5	± 1.0	± 1.5

6.6 扩展不确定度

6.6.1 累积流量测量的扩展不确定度

热水流量检测系统累积流量测量的扩展不确定度($k=2$),应小于或等于热量表流量传感器最大允许误差值的 $1/5$ 。

6.6.2 温差测量的扩展不确定度

温差检测系统温差测量的扩展不确定度($k=2$),应在最小温差下进行评定,并应小于或等于热量表配对温度传感器最大允许误差值的 $1/3$ 。

6.6.3 热量计算的扩展不确定度

计算器检测系统热量计算的扩展不确定度($k=2$),应在最小温差下进行评定,并应小于或等于热量表计算器最大允许误差值的 $1/5$ 。

6.6.4 带配对温度传感器热量计算的扩展不确定度

带配对温度传感器的计算器检测系统热量计算的扩展不确定度($k=2$),应在最小温差下进行评定,并应小于或等于热量表配对温度传感器最大允许误差值的 $1/3$ 与计算器最大允许误差值的 $1/5$ 的算术和。

6.6.5 检定装置热量测量的扩展不确定度

检定装置热量测量的扩展不确定度($k=2$),应在各检测系统的扩展不确定度符合 6.6.1 至 6.6.4 的规定下进行合成评定。

6.7 最小温差

检定装置的最小温差 Δt_{\min} 不应大于 $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.8 安全要求

6.8.1 绝缘电阻

检定装置电气设备的绝缘电阻应符合 GB/T 15479—1995 中表 1 的规定。

6.8.2 绝缘强度

检定装置电气设备的绝缘强度应符合 GB/T 15479—1995 中表 3 的规定。

6.8.3 保护接地

检定装置电气设备的保护接地应符合 GBJ 65 对低压设备接地的规定。

6.8.4 外壳防护等级

检定装置电气设备的外壳防护等级应符合 GB 4208 中 IP52 防护等级的规定。

6.8.5 安全防护罩

被检热量表装拆工作区域应配有安全防护罩。防护罩应采用一定强度的透明材料制成,外形美观、操作方便、安全可靠,在压力试验和高温热水试验过程中,应能有效保护操作者。

6.9 可靠性要求

检定装置连续正常工作时间大于 24 h,应符合可靠性的试验考核。

7 试验方法

7.1 试验条件

试验环境温度可为室温,湿度 $15\%\sim 85\%$,大气压力 $86\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$ 。

7.2 外观检查

目测检定装置的外观,应符合 6.2 的规定。

7.3 显示

7.3.1 显示内容、单位及分辨率

启动检定装置各检测系统并检测热量表,采用目测方法和计算,查看检定装置的显示器和记录,其显示内容和显示值,显示单位与分辨率应符合 6.3.1 的规定。

7.3.2 显示的一致性

启动检定装置的计算机自动数据采集、控制及各检测系统并检测热量表,采用目测方法和参数设定试验,查看检定装置的显示器和显示值,并与工控机或管理计算机(PC)显示屏上集中显示的内容和显示值对比,其结果应符合 6.3.2 的规定。

7.4 耐压及密封性

分别对每条试验管路加载温度为 $50\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$,压力为检定装置最大允许工作压力的 1.5 倍的清洁水,稳定 10 min,观察、检查各试验管路,应符合 6.4 的规定。

7.5 载热流体

7.5.1 流体状况

启动检定装置,使流体在每条试验管路中循环运行,用目测方法通过视窗观测,其结果应符合 6.5.1 的规定。

7.5.2 水温范围及稳定性

7.5.2.1 出厂检验时,试验热水的温度应为 $50\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;型式试验时,试验热水的温度应为 $50\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $85\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

7.5.2.2 启动检定装置,使流体在每条试验管路中循环运行,检测每条管路中主标准器与被检热量表测温点处的热水流平均温度变化,其结果应符合 6.5.2 的规定。

7.5.3 流量范围及稳定性

7.5.3.1 试验热水的温度应为 $50\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

7.5.3.2 流量稳定性试验按照 JJG 643—2003 中的 6.2.8 或 JJG 164—2000 中的 5.2.11 的有关规定执行,根据主标准器,可选择累积时间内流量稳定性检定或各累积时间之间流量稳定性检定的方法。

7.5.3.3 启动检定装置,分别对每条试验管路在其标定的最大流量和最小流量的条件下进行试验,其结果应符合 6.5.3 的规定。

7.6 扩展不确定度

7.6.1 累积流量测量的扩展不确定度

热水流量检测系统累积流量测量的扩展不确定度的试验和评定,应按本标准附录 A 的规定执行,其结果应符合 6.6.1 的规定。

7.6.2 温差测量的扩展不确定度

温差检测系统温差测量的扩展不确定度的试验和评定,应按本标准附录 B 的规定执行,其结果应符合 6.6.2 的规定。

7.6.3 热量计算的扩展不确定度

计算器检测系统热量计算的扩展不确定度的试验和评定,应按附录 C 的规定执行,其结果应符合 6.6.3 的规定。

7.6.4 带配对温度传感器热量计算的扩展不确定度

带配对温度传感器计算器检测系统热量计算的扩展不确定度的试验和评定,应按附录 B 和附录 C

的规定执行,其结果应符合 6.6.4 的规定。

7.6.5 检定装置热量测量的扩展不确定度

检定装置热量测量的扩展不确定度,应按附录 D 的规定进行合成评定,其结果应符合 6.6.5 的规定。

7.7 最小温差

按 5.3.4 中表 2 规定的标准工作温度范围试验,在满足不同温度检定点的条件下,采用目测和人工检查方法,用检定装置的两只二等铂电阻温度计,在两台精密恒温槽的恒定温度场中所检测出的最小温差,应符合 6.7 的规定。

7.8 安全要求

7.8.1 绝缘电阻

按 GB/T 15479 规定的试验方法进行,其结果应符合 6.8.1 的规定。

7.8.2 绝缘强度

按 GB/T 15479 规定的试验方法进行,其结果应符合 6.8.2 的规定。

7.8.3 保护接地

按 GBJ 65 规定的试验方法进行,其结果应符合 6.8.3 的规定。

7.8.4 外壳防护等级

按 GB 4208 规定的试验方法进行,其结果应符合 6.8.4 的规定。

7.8.5 安全防护罩

采用目测和人工检查安全防护罩,应符合 6.8.5 的规定。

7.9 可靠性试验

- a) 在试验热水的温度应为 $50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $85\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,将检定装置的每条试验管路中的流体流量从最大流量 q_{\max} 下降到最小流量 q_{\min} ,如此反复连续循环运行 24 h 后,热水流量检测系统累积流量测量的扩展不确定度应符合 6.6.1 的规定。
- b) 将检定装置的两台精密恒温槽的恒定温度场加热到产品标定的使用温度的上限 t_{\max} ,然后将温度场下降到产品标定的使用温度的下限 t_{\min} ,升降温连续重复 5 次后,温差检测系统温差测量的扩展不确定度应符合 6.6.2 的规定。

8 检验规则

8.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式试验。

8.2 出厂检验

8.2.1 检定装置出厂时应按表 5 中所列项目逐条检验,试验按本标准第 7 章的规定进行。

8.2.2 检定装置必须经制造厂质检部门按表5中所列项目检验合格,并附有产品合格证书方可出厂。

表5 检验项目表

检验项目		出厂检验	型式试验	技术要求	试验方法
外观		✓	✓	6.2	7.2
显示	显示内容、单位及分辨率	✓	✓	6.3.1	7.3.1
	显示的一致性	✓	✓	6.3.2	7.3.2
耐压及密封性		✓	✓	6.4	7.4
载热流体	流体状况	✓	✓	6.5.1	7.5.1
	水温范围及稳定性	✓	✓	6.5.2	7.5.2
	流量范围及稳定性	✓	✓	6.5.3	7.5.3
扩展 不确定度	累积流量测量的扩展不确定度	✓	✓	6.6.1	7.6.1
	温差测量的扩展不确定度	✓	✓	6.6.2	7.6.2
	热量计算的扩展不确定度	✓	✓	6.6.3	7.6.3
	带配对温度传感器热量计算的扩展不确定度	✓	✓	6.6.4	7.6.4
	检定装置热量测量的扩展不确定度	✓	✓	6.6.5	7.6.5
最小温差		✓	✓	6.7	7.7
安全要求	绝缘电阻	✓	✓	6.8.1	7.8.1
	绝缘强度	✓	✓	6.8.2	7.8.2
	保护接地	✓	✓	6.8.3	7.8.3
	外壳防护等级	×	✓	6.8.4	7.8.4
	安全防护罩	✓	✓	6.8.5	7.8.5
可靠性		×	✓	6.9	7.9
注:打✓的为必检项目,打×的为不要求检测项目。					

8.3 型式试验

8.3.1 有下列情况之一时,检定装置应进行型式试验。

- 新产品定型检定时;
- 设计工艺或使用材料有重大改变可能影响性能时;
- 正常情况下,每三年应进行一次型式检验;
- 成批生产质量明显下降时;
- 国家质检部门提出型式检验。

8.3.2 型式试验应按表5中所列项目逐条检验,试验按第7章的规定进行。

9 标志、包装、运输、贮存

9.1 标志

9.1.1 应在检定装置显著位置固定产品标牌,标牌的型式、规格尺寸应符合 GB/T 13306 的规定。产

品标牌应具有下列内容：

- 产品名称及型号；
- 制造日期；
- 制造厂名称、商标、出厂编号；
- 最大允许工作压力；
- 最小流量；
- 最大流量；
- 温度上限；
- 温度下限；
- 最小温差；
- 最大温差；
- 各系统的测量不确定度；
- CMC 标志及计量器具生产许可证号。

9.1.2 检定装置出厂时，必须在试验管路上用箭头标出水流方向。

9.1.3 包装箱上或简易包装物上拧扎标签，应注明收货单位名称和地址、产品型号和名称、第×箱、共×箱、净重、毛重、包装箱外形尺寸及制造厂名称，并应符合 GB/T 191 的规定。

9.2 使用说明书

检定装置使用说明书编写应符合 GB 9969 的规定，并应具有下列内容：

- 工作原理和结构；
- 设备性能和特点；
- 操作方法；
- 故障原因及排除方法。

9.3 包装

9.3.1 产品包装应符合 GB/T 13384 的规定。

9.3.2 产品箱的包装储运指示标志应符合 GB/T 191 的规定。

9.3.3 箱内随机文件有：

- 产品出厂检验合格证书；
- 产品使用说明书；
- 安装布置图；
- 随机备件工具清单；
- 装箱单。

9.4 运输

9.4.1 运输条件应符合 JB/T 9329 的规定。

9.4.2 检定装置按规定装入运输箱后，宜使用无强烈震动的交通工具运输。运输途中不应受雨、雪直接影响，按标志向上放置并不受挤压、撞击等损伤。

9.5 贮存

9.5.1 储存环境温度宜为 5℃～40℃；

9.5.2 储存地点应保持干燥、防雨、防晒，不存在腐蚀、易燃、易爆等物品。

附录 A

(规范性附录)

热水流量检测系统累积流量测量的扩展不确定度的试验和评定

A.1 标准试验设备和仪器

A.1.1 静态质量法(含启停质量法)热水流量检测系统的标准不确定度试验设备和仪器及辅助设备和仪器的计量特性,应符合 JJG 164—2000 的规定。

A.1.2 标准表法热水流量检测系统的标准不确定度试验设备和仪器及辅助设备和仪器的计量特性,应符合 JJG 643—2003 的规定。

A.2 试验方法

A.2.1 质量法热水流量检测系统的标准不确定度试验

A.2.1.1 室温下的标准不确定度 u_1

对静态质量法(或启停质量法)热水流量检测系统,应在水温为室温的条件下,按照 JJG 164—2000 中 5.2.4~5.2.10 对每一个台位分别进行试验和标准不确定度的合成评定,包括电子秤称量(含称量读数值浮力修正)的标准不确定度试验、换向器引起的质量流量的标准不确定度试验等。取各台位中最大的合成标准不确定度为静态质量法(或启停质量法)热水流量检测系统的标准不确定度 u_1 。

A.2.1.2 称量容器中热水蒸气化引入的标准不确定度 u_2

当采用静态质量法(或启停质量法)热水流量检测系统时,需对称量容器中热水蒸气化引入的标准不确定度 u_2 进行评定。试验方法是当水温达到设定的温度范围内时开始试验,打开流量截止阀,并在最大流量下将热水注入衡器上的称量容器中。待水量达到一次测量所需量时,关闭进水阀门,记录下起始称量值;等待相当于一次测量所需时间后,记录结束时的称量值;两次记录称量的差值,即为热水蒸气化所造成的质量损失 m_{ver} (单位:kg)。试验应在设定最高工作温度下的最大累积流量和最小累积流量下分别进行。按均匀分布计算,取其结果最大者为 u_2 ,由热水蒸气化引入的标准不确定度,应按式(A.1)计算:

$$u_2 = \frac{m_{\text{ver}}}{\sqrt{3} \times M_w} \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

u_2 ——热水蒸气化对累积流量引入的标准不确定度;

m_{ver} ——热水蒸气化所造成的质量损失,单位为 kg;

M_w ——为一次测量热水的质量,单位为 kg。

A.2.1.3 主标准器和被检热量表之间管道中水容量变化引入的标准不确定度 u_3

当采用静态质量法(含启停质量法、标准表法)热水流量检测系统时,需要对主标准器和被检热量表之间的管路水温引起水容量变化的标准不确定度 u_3 进行评定。试验方法采用几何测量法测量主标准器与被检热量表之间的管道容积 V_p ,并在各设定温度的条件下,分别在最大流量和最小流量下进行检测,由测量通过被检热量表热水的累积体积流量,测量在一次试验中开始和结束时从主标准器到被检热

量表管段的测温点处的平均温度,计算主标准器和被检热量表之间的管道中水容量变化对累积流量引入的标准不确定度 u_3 ,应按式(A.2)计算:

$$u_3 = \frac{V_p}{\sqrt{3} \cdot V_w} \times (\gamma_w - \gamma_p) \times |t_{w1} - t_{w2}| \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

u_3 ——水容量变化对累积流量引入的标准不确定度;

V_p ——主标准器与被检热量表之间的管道容积,单位为 m^3 ;

V_w ——1次测量水的体积,单位为 m^3 ;

t_{w1} ——1次试验开始时水的平均温度,单位为 $^{\circ}\text{C}$;

t_{w2} ——1次试验结束时水的平均温度,单位为 $^{\circ}\text{C}$;

γ_p ——在设定温度下管道的体膨胀系数,单位为 $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

γ_w ——在设定温度下水的体膨胀系数,单位为 $^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。

公式(A.2)中 γ_w 的值,若通过查水密度的表值计算,应按式(A.3)确定:

$$\gamma_w = \frac{1}{2 \times \rho_{w(t_w)}} \times (\rho_{w(t_w+1)} - \rho_{w(t_w-1)}) \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

$\rho_{w(t_w)}$ ——水在整温度 t_w 下的密度,单位为 kg/m^3 ;

$\rho_{w(t_w+1)}$ ——水在温度 $(t_w+1)^{\circ}\text{C}$ 下的密度,单位为 kg/m^3 ;

$\rho_{w(t_w-1)}$ ——水在温度 $(t_w-1)^{\circ}\text{C}$ 下的密度,单位为 kg/m^3 。

A.2.2 标准表法热水流量检测系统的标准不确定度试验

A.2.2.1 标准表法热水流量检测系统的标准不确定度 u_1

对标准表法热水流量检测系统,应在水温为室温 $50^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、 $85^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的条件下,按照 JJG 643—2003 中 6.2.3~6.2.7 对每一个台位分别进行试验和标准不确定度的合成评定,包括(定点使用或非定点使用的)标准流量计检定、计时器检定等。取台位中最大的合成标准不确定度为标准表法热水流量检测系统的标准不确定度 u_1 。

A.2.2.2 标准表和被检热量表之间管道中水容量变化引入的标准不确定度 u_3 ,其试验方法见附录 A 中 A.2.1.3。

A.3 管路中水温 t_w 测量仪表误差及测量误差带来的累积流量的标准不确定度

A.3.1 试验管路中水温测量仪表的测量误差引入的水密度值的标准不确定度 u_4

当静态质量法(含启停质量法、标准表法)热水流量检测系统需要进行累积流量的温度修正时(见附录 E),需评定由管路水温带来水密度值的标准不确定度引起的累积流量的标准不确定度分量。如果水密度值是通过温度测量确定,在对管路被检热量表与主标准器处的测温点仪表进行校准下,应在各设定的温度下进行试验,取各测温点的水温测量仪表最大的测量温度误差为最终结果。由试验管路水温测量仪表误差引入的水密度值的标准不确定度 u_4 ,应按式(A.4)计算:

$$u_4 = \frac{\gamma_w \times U_{t_w}}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

u_4 ——试验管路水温测量仪表误差引入的水密度值的标准不确定度;

γ_w ——在设定温度下的水的体积膨胀系数(可通过查表或水密度表值计算得到),单位为 $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

U_{tw} ——热水在 t_w 温度下,各测温点的水温仪表的最大温度测量误差,单位为℃。

A.3.2 水密度变化引入的标准不确定度 u_5

当采用静态质量法(含启停质量法、含标准表法)需要进行温度修正的情况下,应评定水密度变化引入的标准不确定度 u_5 ,并按式(A.5)计算:

$$u_5 = \frac{\Delta\rho_t}{\sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

式中:

u_5 ——水密度变化引入的标准不确定度;

$\Delta\rho_t$ ——当需要进行温度修正的情况下引入的水密度变化。

在按照国家计量检定规程 JJG 86—2001 对配备的二级标准密度计进行检定并合格的情况下, $u_5 = \frac{0.1}{\sqrt{3}} \times 100\% = 0.058\%$ 。

A.4 热水流量检测系统累积流量测量的扩展不确定度评定

热水流量检测系统累积流量测量的合成标准不确定度由各个标准不确定度分量组成。应按 JJF 1059—1999 中第 6 章、第 7 章的规定,根据附录 A 中 A.2 和 A.3 得出的各分量标准不确定度,按式(A.6)、式(A.7)和式(A.8)计算热水流量检测系统累积流量测量的合成标准不确定度 u_q 和扩展不确定度 U_q ,其结果应符合 6.6.1 的规定。

A.4.1 质量法热水流量检测系统累积流量测量的合成标准不确定度 u_q ,应按式(A.6)计算:

$$u_q = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2} \quad \dots\dots\dots (A.6)$$

式中:

u_q ——质量法热水流量检测系统累积流量测量的合成标准不确定度;

u_1 ——质量法热水流量检测系统引入的标准不确定度;

u_2 ——称量容器中热水蒸气化引入的标准不确定度;

u_3 ——主标准器和被检热量表之间试验管路中水容量变化引入的标准不确定度;

u_4 ——试验管路水温测量仪表的测量误差引入的水密度值的标准不确定度;

u_5 ——水密度变化引入的标准不确定度。

A.4.2 标准表法热水流量检测系统累积流量测量的合成标准不确定度 u_q ,应按式(A.7)计算:

$$u_q = \sqrt{u_1^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2} \quad \dots\dots\dots (A.7)$$

式中:

u_q ——标准表法热水流量检测系统累积流量测量的合成标准不确定度;

u_1 ——标准表法热水流量检测系统引入的标准不确定度;

u_3 ——标准表和被检热量表之间试验管路中水容量变化引入的标准不确定度;

u_4 、 u_5 ——同式(A.6),如果标准流量计给出的是累积质量流量,则 $u_4 = 0$, $u_5 = 0$ 。

A.4.3 热水流量检测系统累积流量测量的扩展不确定度,应按式(A.8)计算:

$$U_q = k u_q \quad \dots\dots\dots (A.8)$$

式中:

U_q ——热水流量检测系统累积流量测量的扩展不确定度;

k ——覆盖因子, $k=2$ 。

附 录 B (规范性附录)

温差检测系统温差测量的扩展不确定度的试验和评定

B.1 试验条件

B.1.1 标准试验设备和仪器

B.1.1.1 用来检定标准铂电阻温度计的电测设备为测温电桥及检定配套用其他仪器设备的计量特性,应符合 JJG 160 的规定。

B.1.1.2 用来检定标准铂电阻温度计的配套电阻测量设备——数字式多用表标准检定装置的计量特性,应符合 JJG 724 的规定。

B.1.1.3 用来测试恒温槽技术性能的方法,一般应采用标准铂电阻温度计法,可采用检定装置自带的二等标准铂电阻温度计(两只),并再配上其他测试用标准仪器设备的计量特性,应符合 JJF 1030—1998 的规定。

B.1.2 标准温度

B.1.2.1 标准温度范围上限 t_{\max} 和下限 t_{\min} 应符合 5.3.4 的规定(见表 2)。

B.1.2.2 恒温槽的性能——温度波动度和温度场温度均匀度的测试工作,应在 t_{\max} 和 t_{\min} 两个温度点进行。也可以根据需要,抽测标准温度范围内的任意温度点。

B.1.2.3 标准温度点

- a) $t_{\min} \sim (t_{\min} + 10\text{ }^{\circ}\text{C})$ (对低温端温度)
- b) $(45 \sim 55)\text{ }^{\circ}\text{C}$ (对 t_{\max} 不大于 $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的热量表)
- 或 $(75 \sim 85)\text{ }^{\circ}\text{C}$ (对 t_{\max} 大于 $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的热量表)
- c) $(t_{\max} - 5\text{ }^{\circ}\text{C}) \sim t_{\max}$ (对高温端温度)

B.2 试验方法

B.2.1 标准铂电阻温度计的检定,应按照 JJG 160 的规定进行检定,得到二等标准铂电阻温度计的标准不确定度 u_{11} ,其结果应符合 5.3.2 的规定。 u_{11} 应从相应的检定证书上获得,对于采用其他类型的标准热电阻,应通过校准提供标准不确定度 u_{11} 。

B.2.2 标准铂电阻温度计配用的电测设备——数字多用表的检定,应按照 JJG 724 的规定进行试验,得到由配用的电测设备引入的标准不确定度 u_{12} (该电测设备的准确度检测数据,应从相应的检定证书上获得,并按标准铂电阻温度计的电阻/温度关系折合成温度单位计算),其结果应符合 5.3.3 的规定。

B.2.3 恒温槽的性能测试

恒温槽的性能测试,应按照 JJF 1030—1998 第五章的规定进行温度波动度和试验,得到恒温槽的温度波动度 β_t ;应按 JJF 1030—1998 第 6 章的规定进行温度场温度均匀度试验,得到恒温槽的温度场温度均匀度 β_k 。其结果应符合 5.3.4 的规定。

由恒温槽的温度波动度 β_t ,取均匀分布,引入的标准不确定度 u_{13} ,应按式(B.1)计算:

$$u_{13} = \frac{\beta_t}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots (\text{B.1})$$

式中：

u_{i3} ——恒温槽的温度波动度 β_i 引入的标准不确定度；

β_i ——恒温槽的温度波动度 β_i 。

由恒温槽的温度场温度均匀度 β_k ，取均匀分布，引入的标准不确定度 u_{i4} ，应按式(B.2)计算：

$$u_{i4} = \frac{\beta_k}{2 \times \sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots (\text{B.2})$$

式中：

u_{i4} ——恒温槽的温度场温度均匀度 β_k 引入的标准不确定度；

β_k ——恒温槽的温度场温度均匀度 β_k 。

B.3 温差检测系统温差测量的扩展不确定度评定

B.3.1 温差检测系统温差测量的合成标准不确定度由各个标准不确定度分量组成。应按 JJF 1059—1999 中第 6 章、第 7 章的要求，根据附录 B 的 B.2.1~B.2.3 得出的各分量标准不确定度，按下述式(B.3)、式(B.4)和式(B.5)计算温差检测系统温差测量的合成标准不确定度 u_t 与扩展不确定度 U_t ，其结果应符合 6.6.2 的规定。

B.3.2 温差检测系统温差测量的合成标准不确定度，应按式(B.3)计算：

$$u_{i0} = \sqrt{u_{i1}^2 + u_{i2}^2 + u_{i3}^2 + u_{i4}^2} \quad \dots\dots\dots (\text{B.3})$$

式中：

u_{i0} ——温差检测系统温差测量的合成标准不确定度；

u_{i1} 、 u_{i2} 、 u_{i3} 和 u_{i4} ——同附录 B 中 B.2 的定义。

B.3.3 温差检测系统温差测量的合成标准不确定度应在最小温差 Δt_{\min} 下评定，则温差测量的相对合成标准不确定度，应按式(B.4)计算：

$$u_t = \frac{u_{i0}}{\Delta t_{\min}} = \frac{\sqrt{2(u_{i1}^2 + u_{i2}^2 + u_{i3}^2 + u_{i4}^2)}}{\Delta t_{\min}} \quad \dots\dots\dots (\text{B.4})$$

式中：

u_t ——温差检测系统温差测量的相对合成标准不确定度；

Δt_{\min} ——最小温差；

u_{i1} 、 u_{i2} 、 u_{i3} 、 u_{i4} 和 u_{i0} ——同附录 B 中 B.2、B.3.2 的定义。

B.3.4 温差检测系统温差测量的扩展不确定度，应按式(B.5)计算：

$$U_t = k u_t \quad \dots\dots\dots (\text{B.5})$$

式中：

U_t ——温差检测系统温差测量的扩展不确定度；

k ——覆盖因子， $k=2$ 。

附 录 C (规范性附录)

计算器检测系统热量计算的扩展不确定度的试验和评定

C.1 试验条件

C.1.1 标准试验设备和仪器

应采用标准电阻器或数字欧姆表提供模拟标准温度装置检定信号,也可采用计量部门认定的标准试验装置。标准电阻器或数字欧姆表的准确度等级要求,不应低于 0.01 级。

C.1.2 标准试验温度,应在全温度使用的范围内完成。

C.2 计算器检测系统热量计算的标准不确定度

C.2.1 数学模型算法计算引入的热量计算的标准不确定度

C.2.1.1 为确定数学模型算法引入的热量计算的标准不确定度分量,应在全温度定点使用范围试验检查由数值计算水的热焓值 h 、密度值 ρ 或 k 系数值,并与相对应的标准表值进行比较,可得到不同温度条件下的相对误差数据(%),其结果应符合 5.4.1 的规定。按均匀分布考虑,取其最大的相对误差记为: Δf_{cp} 、 Δf_{ch} 、 Δf_{ck} 。

a) 采用比焓差法时,数学模型算法计算引入的热量计算的标准不确定度,应按式(C.1)、式(C.2)计算:

$$u_{c1} = \frac{\sqrt{2} \Delta f_{ch}}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots (C.1)$$

$$u_{c2} = \frac{\Delta f_{cp}}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

u_{c1} ——采用比焓差法时,由数值计算热焓值 h 的数学模型算法引入的热量计算的标准不确定度;

u_{c2} ——采用比焓差法时,由数值计算密度值 ρ 的数学模型算法引入的热量计算的标准不确定度;

b) 采用 k 系数法时,数学模型算法计算引入的热量计算的标准不确定度分量,应按式(C.3)计算:

$$u_{c1} = \frac{\Delta f_{ck}}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

u_{c1} ——采用 k 系数法时,由数值计算 k 系数值的数学模型算法引入的热量计算的标准不确定度。

C.2.1.2 由热焓值 h 、密度值 ρ 或 k 系数值查表计算引入的标准不确定度

a) 采用比焓差法时,由热焓值 h 、密度值 ρ 查表计算引入的热量计算的标准不确定度分量 u_{c3} 不应大于 0.01%,此项影响可忽略不计。

b) 采用 k 系数法时,当由标准温度、标准温差计算确定 k 系数值,查 k 系数表计算引入的热量计算的标准不确定度 u_{c3} 优于 0.05%。

C.2.2 标准电阻校准装置测量不确定度引起的热量计算的标准不确定度

由标准电阻校准装置的温差测量不确定度引起的热量计算的标准不确定度 u_{c4} , 应在最小温差评定, 按式(C.4)计算:

$$u_{c4} = \frac{\sqrt{2} u_{tR}}{\Delta t_{\min}} \quad \text{..... (C.4)}$$

式中:

u_{c4} ——在最小温差评定的由标准电阻校准装置温度测量的标准不确定度引起的热量计算的标准不确定度;

u_{tR} ——电阻校准装置校正各标准电阻时测量的最大误差引起的温度测量的标准不确定度(应按标准铂电阻温度计的电阻/温度关系折合成温度单位)。

C.2.3 数据采集、信号处理、数据处理及通信不确定度所引起的标准不确定度记为 u_{c5} , 应符合 5.4.2.5 的规定, 若计算器检测系统设计好, 无差错, 则 $u_{c5} = 0$ 。

C.3 计算器检测系统热量计算的扩展不确定度评定

C.3.1 计算器检测系统热量计算的合成标准不确定度由各个标准不确定度分量组成。应按 JJF 1059—1999 中第 6 章、第 7 章的要求, 根据附录 C 中 C.2.1~C.2.3 得出的各标准不确定度分量, 按下述式(C.5)、式(C.6)和式(C.7)确定计算器检测系统热量计算的合成标准不确定度 u_c 及扩展不确定度 U_c , 其结果应符合 6.6.3 的规定。

C.3.2 计算器检测系统热量计算的合成标准不确定度

C.3.2.1 采用比焓差法时, 计算器检测系统热量计算的合成标准不确定度, 应按式(C.5)计算:

$$u_c = \sqrt{u_{c1}^2 + u_{c2}^2 + u_{c4}^2 + u_{c5}^2} \quad \text{..... (C.5)}$$

式中:

u_c ——采用比焓差法时计算器检测系统热量计算的合成标准不确定度;

u_{c1} 、 u_{c2} 、 u_{c4} 和 u_{c5} ——同附录 C 中 C.2 的定义。

C.3.2.2 采用 k 系数法时, 计算器检测系统热量计算的合成标准不确定度, 应按式(C.6)计算:

$$u_c = \sqrt{u_{c1}^2 + u_{c3}^2 + u_{c4}^2 + u_{c5}^2} \quad \text{..... (C.6)}$$

式中:

u_c ——采用 k 系数法时计算器检测系统热量计算的合成标准不确定度;

u_{c1} 、 u_{c3} 、 u_{c4} 和 u_{c5} ——同附录 C 中 C.2 的定义。

C.3.3 计算器检测系统热量计算的扩展不确定度, 应按式(C.7)计算:

$$U_c = k u_c \quad \text{..... (C.7)}$$

式中:

u_c ——计算器检测系统热量计算的合成标准不确定度;

U_c ——计算器检测系统热量计算的扩展不确定度;

k ——覆盖因子, $k=2$ 。

C.4 带配对温度传感器计算器检测系统热量计算的扩展不确定度评定

C.4.1 当被检热量表按分量组合检定时, 带配对温度传感器计算器检测系统热量计算的合成标准不确定度 u_{ct} 和扩展不确定度 U_{ct} , 由各个合成标准不确定度分量组成。应按 JJF 1059—1999 中第 6 章、第 7 章的要求, 根据附录 B 中 B.3 相同方法评定得出的合成标准不确定度分量 u_i 和附录 C 中 C.3 相

同方法评定得出的合成标准不确定度分量 u_c ，按下述式(C.8)、式(C.9)计算确定的 u_{ct} 和 U_{ct} ，其结果应符合 6.6.4 的规定。

C.4.2 带配对温度传感器计算器检测系统热量计算的合成标准不确定度，应按式(C.8)计算：

$$u_{ct} = \sqrt{u_c^2 + u_t^2} \quad \text{.....(C.8)}$$

式中：

u_{ct} ——带配对温度传感器计算器检测系统热量计算的合成标准不确定度；

u_c ——计算器检测系统热量计算的合成标准不确定度；

u_t ——温差检测系统温差测量的相对合成标准不确定度。

C.4.3 带配对温度传感器计算器检测系统热量计算的扩展不确定度，应按式(C.9)计算：

$$U_{ct} = k u_{ct} \quad \text{.....(C.9)}$$

式中：

U_{ct} ——带配对温度传感器计算器检测系统热量计算的扩展不确定度；

k ——覆盖因子， $k=2$ 。

附录 D

(规范性附录)

检定装置热量测量的扩展不确定度的合成评定

D.1 检定装置热量测量的扩展不确定度的合成评定,应综合分析热水流量检测系统累积流量测量的合成标准不确定度、温差检测系统温差测量的合成标准不确定度、计算器检测系统热量计算的合成标准不确定度等三方面因素的影响,并在各检测系统应符合 6.6.1~6.6.4 的规定下进行。

D.2 应按 JJF 1059—1999 中第 6 章、第 7 章的要求,根据附录 A、附录 B 和附录 C 对各检测系统试验得出的合成标准不确定度分量,应按下述式(D.1)、式(D.2)确定检定装置热量测量的合成标准不确定度和扩展不确定度:

$$u_Q = \sqrt{u_q^2 + u_t^2 + u_c^2} \quad \text{.....(D.1)}$$

$$U_Q = k u_Q \quad \text{.....(D.2)}$$

式中:

u_Q 、 U_Q ——分别表示检定装置热量测量的合成标准不确定度和扩展不确定度;

u_q ——热水流量检测系统累积流量测量的合成标准不确定度;

u_t ——温差检测系统温差测量的合成标准不确定度;

u_c ——计算器检测系统热量计算的合成标准不确定度;

k ——覆盖因子, $k=2$ 。

附 录 E

(规范性附录)

质量法与标准表法的累积流量计算

E.1 质量法热水流量检测系统

E.1.1 质量法热水流量检测系统是通过电子衡器(秤)称出循环热水的累计质量流量 M_w , 其累积流量 V , 应按式(E.1)计算:

$$V = \frac{M_w}{\rho_{w(t_w)}} \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:

M_w ——电子衡器(秤)一次试验中称出的热水累计质量流量, 单位为 kg;

$\rho_{w(t_w)}$ ——热水在 t_w 温度下的密度, 单位为 kg/m^3 。

E.1.2 电子衡器(秤)称出循环热水的累计质量流量 M_w , 应按式(E.2)计算:

$$M_w = m + m_{\text{ver}} \quad \dots\dots\dots (E.2)$$

式中:

m ——电子衡器(秤)进行了称重浮力修正后的热水质量, 单位为 kg;

m_{ver} ——称量容器中热水蒸气化所造成的质量损失, 单位为 kg。

E.1.3 电子衡器(秤)的读数示值 R_m 应进行浮力修正, 应按式(E.3)计算:

$$m = R_m \frac{1 - \frac{\rho_a}{\rho_m}}{1 - \frac{\rho_a}{\rho_{w(t_w)}}} \quad \dots\dots\dots (E.3)$$

式中:

ρ_a ——空气密度, 单位为 kg/m^3 ;

$\rho_{w(t_w)}$ ——热水密度, 可以通过水温 t_w 查水密度表得到, 单位为 kg/m^3 ;

ρ_m ——检定衡器时使用的标准砝码的密度, 单位为 kg/m^3 。

E.2 标准表法热水流量检测系统

标准表法是通过标准流量计测量出热水的累积流量 V , 应按式(E.4)计算:

$$V = V_{w(t_w)} \times (1 + K_{t_w}) \quad \dots\dots\dots (E.4)$$

式中:

$V_{w(t_w)}$ ——热水在 t_w 温度下由标准流量计一次试验中的计量示值;

K_{t_w} ——温度修正系数。

中华人民共和国城镇建设
行 业 标 准
热 量 表 检 定 装 置
CJ/T 357—2010

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 2 字数 46 千字
2011年4月第一版 2011年4月第一次印刷

*

书号: 155066·2-21701 定价 30.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



CJ/T 357—2010