
JJF

河北省地方计量技术规范

JJF (冀) 107-2012

热流计校准规范

Calibration Specification of

Heat flow meter

2012-03-31 发布

2012-06-01 实施

河北省质量技术监督局发布

JJF (冀) 107-2012

热流计校准规范

Calibration Specification of

Heat flow meter

JJF (冀) 107-2012

归口单位: 河北省质量技术监督局

起草单位: 河北省计量监督检测院

本规范委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

任彦丽 (河北省计量监督检测院)
郭 强 (河北省计量监督检测院)
陈世砚 (河北省计量监督检测院)
孙 鹏 (河北省计量监督检测院)
张景红 (河北省计量监督检测院)
邱东岳 (河北省计量监督检测院)
聂 琛 (河北省计量监督检测院)

目 录

引言

1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
4 概述	(2)
5 计量特性	(2)
6 校准条件	(2)
7 校准项目和校准方法	(3)
8 校准结果	(5)
9 复校时间间隔	(5)
附录 A 校准记录格式	(6)
附录 B 校准证书封面格式	(7)
附录 C 校准说明	(8)
附录 D 校准证书 (内页) 格式	(9)
附录 E 不确定度分析	(11)

引言

JJF1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001《通用计量术语及定义》、JJF1059《测量不确定度评定与表示》、JG/T3016《建筑用热流计》共同构成支撑校准规范制度工作的基础性系列规范。

热流计校准规范

1 范围

本规范适用于测定非透明平壁构件热流密度的热流计。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》；

JJF1059《测量不确定度评定与表示》

GB/T4132—1996《绝热材料及相关术语》

JG/T3016—94《建筑用热流计》

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）适用于本规范。

3 术语和计量单位

3.1 绝热材料 thermal insulating material

用于减少结构物与环境热交换的一种功能材料。

3.2 稳定状态 steady state

系统有关参数的值不随时间变化的状态。

3.3 传热 heat transfer

由热传导、热对流或热辐射，以及它们共同作用引起的能量传输过程。

3.4 热流；热流量 (Φ) heat flow rate

单位时间通过某一表面的热量，W。

3.5 热流密度 (q) areal density of heat flow rate

垂直于热流方向的单位面积热流量， W/m^2 。

3.6 热阻 (R) thermal resistance

在稳定状态下，与热流方向垂直的物体两表面温度差除以热流密度， $(\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$ 。

$$R = (T_1 - T_2) / q$$

3.7 测量仪器的（示值）误差 error (of indication) of a measuring instrument

测量仪器示值与对应输入量的真值之差。

3.8 （测量结果的）重复性 repeatability (of results of measurements)

在相同测量条件下，对同一被测量进行连续多次测量所得结果之间的一致性。

3.9 线性误差 linearity error

实测曲线与理想直线之间的偏差。

4 概述

热流计(以下简称仪器)是一种用于测定热流密度的仪器。主要部件是热流密度传感器—热流密度板。热流密度板主要有芯板、热电堆、骨架、表面板及引线柱组成。其输出的电信号是通过热流计热流密度的函数。 $q = f \cdot e$ 。式中 q 是热流密度， f 是标定系数， e 是热电势。将热流计置于具有一维恒定热流的两个相互平行且具有均匀温度的平板中，在稳态条件下，测量通过热流计的热流密度 q ，输出热电势 e 和表面平均温度 T ，就可计算任一平均温度下热流计的标定系数 f ， $f = q/e$ 。

仪器主要有热流传感器及电测量控制部分组成。

现在生产的大多数是温度与热流巡回检测仪。即多路温度与热流传感器。温度巡回检测仪已有规范可依，按其执行即可。本规范仅涉及热流部分。

5 计量特性

5.1 零点检查：热流计置于热均匀介质中，其输出应为零。若有输出，应检查热流计是否有损坏。

5.2 标定系数误差：优于 $\pm 5\%$

5.3 重复性：优于 2%

5.4 线性误差：优于 $\pm 5\%$

6 校准条件

6.1 校准环境条件

6.1.1 环境温度：(5~40)℃；

相对湿度：不大于 85%。

6.1.2 室内应避光、防热、无腐蚀性物品，通风良好。

6.2 校准设备

6.2.1 符合 GB10294-2008 要求的专用导热系数测定仪。

6.2.2 阻尼板：导热系数不大于 0.04 W/(m·K) 的绝热材料，其尺寸应与加热单元相同，厚度为(15~20)mm。

6.2.3 数字电压表

7 校准项目和校准方法

7.1 外观检查：

7.1.1 仪器外表应光滑平整，不应有影响工作性能的机械损伤；显示屏表面应平整洁净无划痕，读数清晰；各装置、调节器、开关及按键功能良好。

7.1.2 传感器的表面不得翘曲，凹凸不平，无缺口和裂纹；粘结部分应牢固，无气泡，表面无无痕；引线柱焊接牢固无松动，无锈斑，无粘结剂；

7.1.3 仪器应有下列标识：仪器名称、型号、编号、制造厂厂名和出厂日期。

7.2 零点检查：热流计置于热均匀介质中，其输出应为零。若有输出，应检查热流计是否有损坏。

7.3 标定系数误差与重复性：

7.3.1 校准

将热流传感器放置于导热系数测定仪中，并在其周围放置一个与传感器厚度相同，平均热阻相接近的保护环。两者的组合尺寸应与加热单元相同。传感器的一侧与加热单元紧密接触，另一侧与冷却单元之间加一个阻尼层紧密接触。

调节热板温度为 35℃，冷板温度为 15℃，按说明书，开始进行测量。

观察热流计平均温度和输出热电势、复合板的平均温度及温差。当热电势趋于稳定后，每隔 30min 记录一次热流计和阻尼层两侧的温差，热流计的输出热电势及热流量，直到用 4 次读数计算出的标定系数的差别不超过 ±1%。

按下面公式进行计算：

$$f = \frac{Q}{A \cdot e} \quad \text{W/ (m}^2 \cdot \text{mV)} \quad (1)$$

式中：f—标定系数，W/ (m² · mV)；

Q—加热单元计量部分的平均热流量，其值等于平均发热功率，W；

e—热流计输出热电势，mV；

A—加热单元计量部分的面积，m²；

连续测量 2 次，计算重复性，不超出 2%。

注：因时间关系，故重复性仅测量 2 次。

7.3.2 计算

示值误差按下式计算：

$$\Delta f = f - f_{\text{平}} \quad (2)$$

式中：Δf— 标定系数误差。

f—热流计的标定系数。

f_平— 本次校准计算出的标定系数。

重复性按下式计算：

$$\delta_f = \frac{f_1 - f_2}{2(f_1 + f_2)} \times 100\% \quad (3)$$

式中：δ_f— 重复性；

f₁— 第一次测量值。

f_2 —第二次测量值。

7.4 线性误差:

分别将热板温度设定为 30、40，冷板温度相应设定为 20、10，重新测量，按式 (1)

分别计算两次测量的结果，

此项指标对于新仪器应进行校准，对于使用中的，可根据用户要求，也可不校准。

8 校准结果

校准结果应在校准证书或校准报告上反应。热流计的校准结果包含零点检查、热流传感器系数标定误差、线性误差的测量结果。

校准结果应包含不确定度。

校准证书或校准报告应至少包含以下信息:

- a) 标题，如“校准证书”或“校准报告”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点;
- d) 证书或报告的唯一性标识(如编号)，每页及总页数的标识;
- e) 被校准单位的名称和地址;
- f) 被校准单位的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期;
- h) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号;
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- j) 校准环境的描述;
- k) 校准结果及其校准不确定度的说明;
- l) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期;
- m) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- n) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

校准证书或报告的具体要求见附录 A、B、C、D。

9 复校时间间隔

被校仪器的复校时间间隔一般由用户根据使用状况自行确定。建议最长复校时间间隔不超过一年。连续两次校准结果不超过 3%，可延长为两年。

附录 A

校准记录格式

送检单位		证书编号	
制造厂		仪器型号	
仪器编号		检定员	
室温		核验员	
相对湿度		日期	

1 通用技术要求:

2 零点检查:

3 热流传感器标定系数误差:

时间	热流量(W)	热电势(mV)	标定系数	之差(%)
				/
平均标定系数:		误差:		
热板温度:	℃	冷板温度:	℃	计量面积: m ²

4. 重复性:

5. 线性误差:

附录 B

校准证书封面格式

(校准机关名称)

校 准 证 书

Calibration Certificate

证书编号

Certificate No.

委托单位

Client _____

计量器具名称

Description _____

型号规格

Model/Type _____

制造厂

Manufacturer _____

编号

Serial No. _____

结论

Opinion _____

主 管

Approver _____

核验员

Inspector _____

校准员

Calibrated by _____

校准日期

年

月

日

Issued date

CCYY

MM

DD

附录 C

(校准机关名称)
校 准 说 明

Description of Calibration

第 页 共 页

1.	校准机关计量授权证书号:
2.	证书所出具数据的可溯源性:
3.	本次校准的技术依据:
4.	本次校准使用的主要计量器具:
5.	校准结果的扩展不确定度: 包含因子:
6.	校准地点, 环境条件:
地点	温度 相对湿度 大气压

校准试验室地址:

邮政编码:

电话:

传真:

E-mail:

附录 D

校准证书（内页）格式

第 页 共 页

证书编号	原始记录编号
一． 校准条件	
二． 校准结果	
三． 备注	

附录 E

热流计校准规范
不确定度分析

1 数学模型

$$f = \frac{Q}{A \cdot e} \quad (1)$$

式中： f —标定系数， $W/(m^2 \cdot mV)$ ；

Q —加热单元计量部分的平均热流量，其值等于平均发热功率， W ；

A —加热单元计量部分的面积， m^2 ；

e —热流计输出热电势， mV ；

2 输入量的标准不确定度评定

2.1 输入量 Q 的标准不确定度 $u(Q)$

标准规定，平均电功率的测量精确到 $\pm 0.2\%$ ，按均匀分布，

则为 $u(Q) = 0.2\% / \sqrt{3} = 0.12\%$

2.2 输入量 A 的标准不确定度 $u(A)$

面积测量的准确度不低于 1.0% ，按均匀分布，

则为 $u(A) = 1.0\% / \sqrt{3} = 0.58\%$

2.3 输入量 e 的标准不确定度 $u(e)$

标准规定温度测量的准确度不低于 0.6% ，按均匀分布，

则为 $u(e) = 0.6\% / \sqrt{3} = 0.35\%$

2.4 测量装置的标准不确定度 $u(Z)$

虽然以上对各项分量的不确定度进行了分析，但测量过程是复杂的，尤其是装置的设计、相关的热经历、热损失、热接触情况、传感器的不平衡、平均温度的改变等很多情况的影响是非常难确定的，其准确度在 $2\% \sim 5\%$ 之间。按均匀分布，则为 $u(Z) = (2.0\% \sim 5.0\%) / \sqrt{3} = 1.15\% \sim 2.89\%$

3 合成标准不确定度的评定

以上 4 个不确定度分量彼此独立不相关，所以合成标准不确定度可按式得到：

$$\begin{aligned}u_c^2(f) &= u^2(Q) + u^2(A) + u^2(e) + u^2(Z) \\&= 0.12\%^2 + 0.58\%^2 + 0.35\%^2 + (1.15\%^2 + 2.89\%^2) \\&= [0.0144 + 0.3364 + 0.1225 + (1.3225 + 8.3521)]\% ^2 \\&= (1.3401 + 8.8254)\% ^2\end{aligned}$$

$$u_c = 1.16\% \sim 2.97\%$$

4 扩展不确定度的评定

包含因子取 $k=2$ ，扩展不确定度 $U = k u_c = 2 \times (1.16\% \sim 2.97\%) = 2.3\% \sim 5.9\%$
