



中华人民共和国工业和信息化部  
建材计量技术规范

JJF（建材） \*\*\*-\*\*\*\*

供暖散热器散热量测试装置校准规  
范

Calibration Specification for Heat Dissipation Test Equipment of  
Heating Radiators

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

# 供暖散热器散热量测试装置 校准规范

JJF ( 建材 ) \*\*\*-\*\*\*\*

## Calibration Specification for Heat Dissipation Test Equipment of Heating Radiators

---

归 口 单 位：中国建筑材料联合会

主要起草单位：中国国检测试控股集团陕西有限公司

参加起草单位：

本规范委托全国建材工业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

## 目 录

引 言	I
1 范围	1
2 引用文件	1
3 概述	1
4 计量特性	1
5 校准条件	2
6 校准项目和校准方法	2
7 校准结果的表达	5
8 复校时间间隔	5
附录 A 校准证书内页格式	6
附录 B 校准数据原始记录	7
附录 C 流量示值相对误差校准不确定度评定实例	10
附录 D 压力示值相对误差校准不确定度评定实例	13

## 引 言

本规范是以 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范进行起草的。

本规范为首次发布。

# 供暖散热器散热量测试装置校准规范

## 1 范围

本规范适用于供暖散热器散热量测试装置（以下简称测试装置）的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T13754-2017 供暖散热器散热量测定方法

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 概述

供暖散热器散热量测试装置用于 GB/T13754-2017 中供暖散热器散热量检测项目的测试。通过设定流经阀门的流量，测定阀门流量管段压差及阀门净压差来计算流量系数和流阻系数。

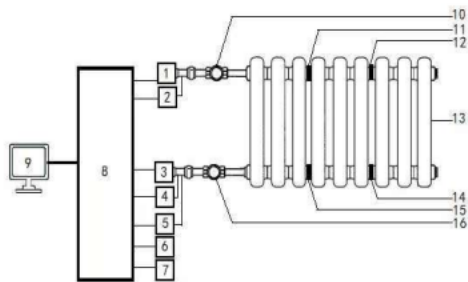


图 1 供暖散热器散热量测试装置结构示意图

1.进口温度传感器，2.进口压力传感器，3.出口温度传感器，4.出口压力传感器，5. 出口流量传感器，6.参考点温度传感器，7.大气压传感器，8.信号采集控制器，9.控制计算机，10.进口连接件，11.进口增量控制阀，12.进口增量控制阀，13.标准散热器，14.出口增量控制阀，15.出口增量控制阀，16.出口连接件

测试装置结构示意图见图 1，采用稳定材质设计制造的标准散热器，安装在被校准检测设备的测试小室内，同时启动被校准设备和计量装置，当被校准设备采样时，同时触发本计量装置进行数据记录，被检设备完成试验后，本计量装置同时输出测量结果，录入被校准设备的检测数据，输出偏差计算结果。

## 4 计量特性

测试仪计量特性及技术要求见表 1。

表 1 计量特性及技术要求

序号	项目	技术要求
1	温度示值相对误差	-0.5℃~0.5℃
2	温度示值重复性	≤0.5℃

3	流量示值相对误差	$\pm 1.0\%$
4	流量示值重复性	$\leq 0.5\%$
5	压力示值相对误差	$\pm 0.5\%$
6	压力示值重复性	$\leq 0.2\%$
注：以上所有指标不用于合格判别，仅供参考。		

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

5.1.1 环境温度:  $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ;

5.1.2 相对湿度: 不大于 80%;

### 5.2 校准用标准计量器具

校准使用的标准计量器具和校准项目见表 2。

表 2 标准计量器具和校准项目

序号	标准计量器具	测量范围	最大允许误差或准确度等级	校准项目
1	干式温度炉	0~100℃	温度最大允许误差: $\pm 0.1^\circ\text{C}$	系统温度示值误差 系统温度重复性
2	智能数字压力校验仪	(0~2.5) MPa	0.05 级	压力示值相对误差 压力示值相对误差重复性
3	数字指示称	(0~100) kg	Ⅲ级, 分度值不大于 0.01kg	流量示值相对误差 流量示值相对误差重复性
4	秒表	(0~300) s	$\pm 0.4\text{s}$	

## 6 校准项目和校准方法

### 6.1 校准项目

试验机的校准项目包括：温度示值相对误差、温度示值重复性、压力示值相对误差、压力示值重复性、流量示值相对误差、流量示值重复性、散热量示值相对误差、散热量示值重复性。

### 6.2 校准方法

#### 6.2.1 校准前准备

a) 检查外观，确定试验机连接无松动、数据显示清楚且符合 GB/T13754-2017 要求后再

进行校准。

b) 现场需准备满足校准需求合适的盛水容器。

c) 将 5.2 中数字指示称可靠放置在工作现场, 调整水平, 再把容器置于数字指示称之上去皮。

d) 通过三通装置, 将智能数字压力校验仪与试验机测试压力表同时连接在管路上, 并将智能数字压力校验仪示值归零。

### 6.2.2 系统温度示值误差

将干式温度炉的温度分别设置为 25℃、35℃、45℃、50℃, 每次温度变化需干式温度炉温度稳定后, 再记录干式温度炉的温度值 ( $T$ )。

测试装置每个测温传感器在对应温度下连续测试 3 次, 每次温度变化测试装置的测温传感器应在 2s 后开始测试, 并记录每次测试的温度值 ( $T'$ ), 每次温度值记录的间隔为 5s。

按照公式 (9) 计算每个测温传感器在对应温度下的温度平均值 ( $\overline{T'}$ ), 干式温度炉的温度值 ( $T$ ) 与每个测温传感器在对应温度下的温度平均值 ( $\overline{T'}$ ) 的差值按公式 (10) 计算。并按公式 (11) 将测试装置  $m$  组传感器温度的平均值与干式温度炉的温度值最大差值作为系统温度测试示值误差  $\Delta S$ 。

$$\overline{T'} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T'_i \dots\dots\dots (9)$$

$$\Delta T = \overline{T'} - T \dots\dots\dots (10)$$

$$\Delta S = \max\{\Delta T_1, \Delta T_2, \Delta T_3 \dots \Delta T_m\} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

$T'_i$  ——  $i$  次测温传感器温度值; °C;

$\overline{T'}$  ——  $n$  次测温传感器温度值的平均值 ( $n=3$ ); °C;

$T$  ——干式温度炉的温度值; °C;

$\Delta T$  ——  $n$  次测温传感器温度值的平均值 ( $n=3$ ) 与干式温度炉的温度值的差值; °C;

$\Delta S$  ——  $n$  次测温传感器温度值的平均值 ( $n=3$ ) 与干式温度炉的温度值的差值的最大值; °C;

$m$  ——测试装置测温传感器数量。

### 6.2.3 系统温度测试重复性

将干式温度炉的温度设定为 35℃, 待干式温度炉稳定后, 测试装置上每个测温传感器在 35℃ 下连续测试 6 次并记录每次测试的温度值 ( $t$ ), 每次温度值记录的间隔为 5s。取  $m$  组测温传感器 6 次测量值, 并按公式 (12) 计算合并样本标准差作为测试装置的系统温度测试重复性 ( $s_2$ )。



$$s_2 = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (t_{ij} - \bar{t}_j)^2}{m(n-1)}} \dots\dots\dots (12)$$

式中:

$t_{ij}$ ——第  $j$  组测温传感器第  $i$  次测量的温度值;  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\bar{t}_j$ ——第  $j$  组测温传感器温度值的平均值;  $^{\circ}\text{C}$ ;

$m$ ——测试装置测温传感器数量;

$n$ ——每个传感器的测量次数,  $n=6$ ;

$s$ ——合并样本标准差;  $^{\circ}\text{C}$ 。

#### 6.2.4 流量示值相对误差

流量示值相对误差校准点分别为试验机标称流量测量范围的最小值、最大值和中间值, 校准程序按下述步骤进行:

a) 调节系统流量示值至校准点, 关闭预留接口截止阀。

b) 打开试验机预留接口截止阀, 待试验机压力稳定后, 往容器中进水, 同时开始计时, 经过 30s, 停止计时, 关闭试验机预留接口截止阀, 记录检测时间为  $t$ , 读取试验机流量示值  $Q$ 。

c) 使用数字指示秤称取容器中水的质量, 数字指示秤示值  $M$ 。

d) 将容器中的水清理赶紧, 并再次在数字指示秤上去皮。

按上述步骤 a) ~d) 完成 1 次校准。将数字指示秤称取的水的质量按式 (1) 转换成标准流量值  $Q'$ , 水的密度  $\rho = 1\text{g/cm}^3$ 。单次流量示值相对误差按式 (2) 计算。

$$Q'_j = \frac{M_j / \rho}{t_j} \dots\dots\dots (1)$$

$$E_j = \frac{Q_j - Q'_j}{Q'_j} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$Q'_j$ ——标准流量值,  $\text{L/min}$ ;

$Q_j$ ——试验机流量示值,  $\text{L/min}$ ;

$t_j$ ——校准时间,  $\text{s}$ ;

$M_j$ ——数字指示秤示值,  $\text{kg}$ ;

$\rho$ ——水的密度,  $\text{g/cm}^3$ ;

$E_j$ ——单次流量示值相对误差, %。

e) 每个校准点测量 6 次。第 i 校准点流量示值相对误差平均值按式 (3) 计算。

$$\bar{E}_i = \frac{\sum_{j=1}^n E_{ij}}{n} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$E_{ij}$ ——i 校准点第 j 次流量示值相对误差; %;

$\bar{E}_i$ ——i 校准点流量示值相对误差平均值; %;

n——校准次数, n=6。

f) 其它校准点按照 a) ~ e) 步进行, 直到完成全部校准。

### 6.2.5 流量示值相对误差重复性

按 6.2.2 第 i 校准点流量示值相对误差重复性  $s_i$  按式 (4) 计算。

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (E_{ij} - \bar{E}_i)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (4)$$

n——第 i 校准点的校准次数, n = 6 ;

$s_i$ ——第 i 校准点流量示值相对误差重复性。

### 6.2.6 压力示值相对误差

压力示值相对误差校准点分别为压力试验机全量程的 20%、40%、50%、60%、80%,

校准程序按下述步骤进行:

a) 设定试验机管路供水压力至对应的校准点, 并保持稳定。

b) 观察并记录智能数字压力校验仪示值  $P$  与试验机测试压力示值  $P_1$ 。校准点单次压

力示值相对误差按式 (5) 计算。

$$E'_j = \frac{P_{1j} - P_j}{P_j} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$E'_j$ ——i 校准点第 j 次压力示值相对误差; %;

$P_j$ ——智能数字压力校验仪示值; MPa;

$P_{1j}$ ——试验机测试压力表示值; MPa;

c) 完成一次校准后试验机泄压并重新加压。

d) 重复步骤 a) 和 c)，每个校准点共进行 6 次校准。第 i 校准点压力示值相对误差平均值按式 (6) 计算。

$$\overline{E'_i} = \frac{\sum_{j=1}^n E'_{ij}}{n} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$E'_{ij}$ ——i 校准点第 j 次压力示值相对误差；%；

$\overline{E'_i}$ ——i 校准点压力示值相对误差平均值；%；

n——每个校准点的测量次数，n = 6。

e) 其它校准点按照 a) ~ d) 步进行，直到完成全部校准。

### 6.2.7 压力示值相对误差重复性

按 6.2.2 第 i 校准点压力示值相对误差重复性  $s'_i$  按式 (7) 计算。

$$s'_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (E'_{ij} - \overline{E'_i})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

n——第 i 校准点的校准次数，n = 6；

$s'_i$ ——第 i 校准点压力示值相对误差重复性。

## 7 校准结果的表达

校准后，出具校准证书。校准证书至少应包含以下信息：

- a) 标题，“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 证书或报告的唯一性标识(如编号)，每页及总页数的标识；
- d) 送校单位的名称和地址；
- e) 被校对象的描述和明确标识；
- f) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- g) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- h) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- i) 校准环境的描述；
- j) 校准结果及其测量不确定度；
- k) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期。

## 8 复校时间间隔

校准时间间隔由用户根据使用情况自行确定，建议复校时间为 1 年。

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

## 附录 A

## 校准证书内页格式

设备名称		设备编号	
使用地点		校准日期	
校准依据的技术文件	供暖散热器散热量测试装置校准规范		
环境条件	温度（℃）	湿度（%）	
校准地点			
校准所用计量器具			
名称/型号	准确度等级	证书编号	证书有效期
外观、功能检查结果			
校准点	温度示值相对误差	温度示值相对误差测量 不确定度	温度示值相对误差重复 性
25℃		$U = \quad, k=2$	
35℃		$U = \quad, k=2$	
45℃		$U = \quad, k=2$	
50℃		$U = \quad, k=2$	
校准点	流量示值相对误差	流量示值相对误差测量 不确定度	流量示值相对误差重复 性
最小值		$U = \quad, k=2$	
中间值		$U = \quad, k=2$	
最大值		$U = \quad, k=2$	
校准点	压力示值相对误差	压力示值相对误差测量 不确定度	压力示值相对误差重复 性
20%		$U = \quad, k=2$	
40%		$U = \quad, k=2$	
50%		$U = \quad, k=2$	
60%		$U = \quad, k=2$	
80%		$U = \quad, k=2$	

## 附录 B

## 校准数据原始记录

记录编号：

设备名称													设备编号													
生产厂家													规格型号													
使用地点																										
校准依据													校准间隔													
温度	℃												湿度	%												
标准器参数																										
标准器名称	规格型号	准确度等级				测试范围或标称值				分度值				溯源单位及证书号				有效期								
数字指示秤																										
电子秒表																										
智能数字压力校验仪																										
流量示值相对误差																										
校准点	试验机流量示值 $Q$ L/min						校准时间 $t$ s						数字指示秤示值 $M_s$ kg						水的密度 $\rho$ kg/L	i 校准点第 j 次 流量示值相对 误差 $E_{ij}$ %						i 校准点 流量示值 相对误差 平均值 $\overline{E_i}$ %
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6	
最小值																										
中间值																										
最大值																										

流量示值相对误差重复性																			
校准点	i 校准点第 j 次流量示值相对误差 $E_{ij}$ %						i 校准点流量示值相对误差平均值 $\overline{E_i}$ (%)	第 i 校准点流量示值相对误差重复性 $s_i$ (%)											
	1	2	3	4	5	6													
最小值																			
中间值																			
最大值																			
压力示值相对误差重复性																			
校准点	$P_1$ 试验机测试压力表示值; MPa						$P$ 智能数字压力校验仪示值; MPa						i 校准点第 j 次压力示值相对误差 $E'_{ij}$ %						i 校准点系统压力示值误差平均值 $\overline{E'_i}$ %
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
20%																			
40%																			
50%																			
60%																			
80%																			
压力示值相对误差重复性																			
校准点	i 校准点第 j 次压力示值相对误差 $E'_{ij}$ %						i 校准点系统流量示值相对误差平均值 $\overline{E'_i}$ (%)	第 i 校准点系统流量示值相对误差重复性 $s'_i$ (%)											
	1	2	3	4	5	6													
20%																			

JJF（建材） \*\*\*-\*\*\*\*

40%								
50%								
60%								
80%								
校准人					审核人			
校准日期								



## 附录 C

## 流量示值相对误差校准不确定度评定实例

## C.1 概述

C.1.1 校准方法：按照 6.2.2 流量示值相对误差校准方法

C.1.2 环境条件：温度:25℃，相对湿度:40%。

C.1.3 被校准设备：S2-055 供暖散热器散热量测试装置。

C.1.4 不确定评定校准点：235L/min。

C.1.5 标准计量器具：

序号	标准计量器具	测量范围	最大允许误差或准确度等级
1	数字指示秤	(0~100) kg	Ⅲ级，分度值不大于 0.01kg
2	秒表	(0~300) s	±0.4s

C.1.6 校准时长：检测时间约为 120s。

## C.2 数学模型

$$Q' = \frac{M/\rho}{t} \dots\dots\dots (C.1)$$

$$E = \frac{Q - Q'}{Q'} \times 100\% \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

$Q'$ ——标准流量值，L/min；

$Q$ ——试验机流量示值，L/min；

$t$ ——校准时间，s；

$M$ ——数字指示秤示值，kg；

$\rho$ ——水的密度，g/cm<sup>3</sup>；

$E$ ——单次流量示值相对误差，%。

## C.3 不确定度来源分析

不确定度来源主要包括试验机流量示值相对误差测量重复性引入的标准不确定度分量以及秒表启停时间不同步引入的标准不确定度分量，为 A 类评定；由数字指示秤引入的标准不确定度分量，为 B 类评定。其他影响因素可忽略不计。

## C.4 在 235L/min 下，不确定度分量评定

C.4.1 由测量重复性引入的不确定度分量  $u_{1rel}$ 

在 235L/min 校准点下，连续重复测量 6 次，得到试验机流量示值  $Q$  数据列为 235.12L/min、235.06L/min、235.08L/min、235.13L/min、235.23L/min、235.25L/min，采用 A 类方法评定：

$$\text{示值平均误差: } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 235.14 \text{ L/min}$$

$$\text{单次试验标准差: } s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.078 \text{ L/min}$$

$$\text{相对标准差: } CV = \frac{s(x)}{\bar{x}} * 100\% = 0.033\%$$

$$\text{标准不确定度: } u_{1rel} = \frac{CV}{\sqrt{n}} = 0.014\% :$$

C.4.2 测量时间不同步引起的不确定度分量  $u_{2rel}$ 

估计此值在  $\pm 0.2\text{s}$ ，检测时间约为 120s，服从均匀分布，引起的不确定度为：

$$u_{2rel} = \frac{0.2}{\sqrt{3} * 120} * 100\% = 0.096\%$$

C.4.3 标准器引入的标准不确定度分量  $u_{3rel}$ 

数字指示秤的最大允许误差为  $\pm 0.01\text{kg}$ ，测量值为 21kg，服从均匀分布， $k = \sqrt{3}$ 。

$$u_{3rel} = \frac{0.01}{\sqrt{3} * 21} * 100\% = 0.030\%$$

## C.4.4 合成标准不确定度汇总

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度分量值
$u_{1rel}$	测量重复性引入的不确定度分量 $u_{1rel}$	0.014%
$u_{2rel}$	测量时间不同步引起的不确定度分量 $u_{2rel}$	0.096%

$u_{3rel}$	标准器引入的标准不确定度分量 $u_{2rel}$	0.030%
------------	------------------------------	--------

## C.4.5 合成标准不确定度

$$u_{rel} = \sqrt{u_{1rel}^2 + u_{2rel}^2 + u_{3rel}^2} = 0.102\%$$

C.4.7 扩展不确定度  $U$ 

$$\text{取 } k=2, \quad \text{则 } U = 2u_{rel} = 0.2\%$$

## 附录 D

### 压力示值相对误差校准不确定度评定实例

#### D.1 概述

D.1.1 校准方法：按照 6.2.4 压力示值相对误差校准方法

D.1.2 环境条件：温度:25℃，相对湿度:40%。

D.1.3 被校准设备：S2-055 供暖散热器散热量测试装置。

D.1.4 不确定评定校准点：0.5MPa。

D.1.5 标准计量器具：智能数字压力校验仪，（0~2.5）MPa，0.05 级。

#### D.2 数学模型

$$E = \frac{P_1 - P}{P} \times 100\% \dots\dots\dots (D.1)$$

$$\overline{E}_i = \frac{\sum_{j=1}^n E_{ij}}{n} \dots\dots\dots (D.2)$$

式中：

$E_{ij}$ ——i 校准点第 j 次流量示值相对误差；%

$P$ ——智能数字压力校验仪示值；MPa；

$P_1$ ——试验机测试压力表示值；MPa；

$\overline{E}_i$ ——i 校准点系统流量示值相对误差平均值；%

$n$ ——每个校准点的测量次数， $n = 6$ 。

#### D.3 不确定度来源分析

不确定度来源主要包括试验机压力示值相对误差测量重复性引入的标准不确定度分量，为 A 类评定；由智能数字压力校验仪引入的标准不确定度分量，为 B 类评定。其他影响因素可忽略不计。

#### D.4 在 0.5MPa 下，不确定度分量评定

##### D.4.1 由测量重复性引入的不确定度分量 $u'_{rel}$

在 0.5MPa 校准点下，连续重复测量 6 次，得到试验机测试压力表示值  $P_1$  数据列为 0.524MPa、0.526MPa、0.524MPa、0.519MPa、0.522MPa、0.523MPa，采用 A 类方法评定：

$$\text{示值平均误差: } \bar{x}' = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x'_i = 0.523 \text{ MPa}$$

$$\text{单次试验标准差: } s(x') = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x'_i - \bar{x}')^2}{n-1}} = 0.0023 \text{ MPa}$$

$$\text{相对标准差: } CV' = \frac{s(x')}{\bar{x}'} * 100\% = 0.45\%$$

$$\text{标准不确定度: } u'_{1rel} = \frac{CV'}{\sqrt{n}} = 0.18\% :$$

#### D.4.3 标准器引入的标准不确定度分量 $u'_{2rel}$

智能数字压力校验仪的准确度：0.05 级，服从均匀分布， $k = \sqrt{3}$

$$u'_{2rel} = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029\%$$

#### D.4.4 合成标准不确定度汇总

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度分量值
$u'_{1rel}$	测量重复性引入的不确定度分量 $u'_{1rel}$	0.18%
$u'_{2rel}$	标准器的最大允许误差引入的不确定度 $u'_{2rel}$	0.029%

#### D.4.5 合成标准不确定度

$$u'_{rel} = \sqrt{u'^2_{1rel} + u'^2_{2rel}} = 0.19\%$$

#### D.4.6 扩展不确定度 $U'$

$$\text{取 } k = 2, \quad \text{则 } U' = 2u'_{rel} = 0.37\%$$