



# 黑龙江省地方计量技术规范

JJF (黑) 01-2019

---

## 实验室用电热恒温水浴锅校准规范

Laboratory Calibration Specification for Electrically-heated  
Thermostatic Water Bath

2019-08-29 发布

2019-08-30 实施

---

黑龙江省市场监督管理局 发布



# 实验室用电热恒温水浴锅 校准规范

Laboratory Calibration Specification for  
Electrically-heated Thermostatic Water Bath

JJF (黑) 01—2019

归 口 单 位：黑龙江省市场监督管理局

主要起草单位：齐齐哈尔市质量技术监督检验检测中心

本规范由齐齐哈尔市质量技术监督检验检测中心负责解释

**本规范主要起草人：**

张华玉（齐齐哈尔市质量技术监督检验检测中心）

张 涛（齐齐哈尔市质量技术监督检验检测中心）

何 昊（齐齐哈尔市质量技术监督检验检测中心）

申万友（齐齐哈尔市质量技术监督检验检测中心）

吴晓莹（海林市质量技术监督检验检测中心）

于文丽（黑龙江省质量认证中心）

崔秀艳（佳木斯市质量技术监督检验检测中心）

**参加起草人：**

张天雪（齐齐哈尔市质量技术监督检验检测中心）

纪 媛（齐齐哈尔市质量技术监督检验检测中心）

苏 萌（黑龙江省计量协会）

卢惠元（黑龙江省龙技检验校准认证中心）

# 目 录

引 言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语.....	(1)
4 概述.....	(1)
5 计量特性.....	(1)
5.1 外观.....	(1)
5.2 温度均匀性.....	(2)
5.3 温度波动度.....	(2)
5.4 温度偏差.....	(2)
6 校准条件.....	(2)
6.1 环境条件.....	(2)
6.2 测量标准.....	(2)
7 校准项目和校准方法.....	(3)
7.1 校准项目.....	(3)
7.2 校准方法.....	(3)
7.3 数据处理.....	(3)
8 校准结果表达.....	(4)
9 复校时间间隔.....	(5)
附录 A 实验室用电热恒温水浴锅温度均匀性测量结果的不确定度评定示例 ....	(6)
附录 B 实验室用电热恒温水浴锅校准记录参考格式 .....	(9)
附录 C 实验室用电热恒温水浴锅校准证书内页参考格式 .....	(10)

# 引 言

JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成本规范制定工作的基础性系列计量技术规范。

本规范为首次制定。

# 实验室用电热恒温水浴锅校准规范

## 1 范围

本规范适用于温度范围(0~100)℃实验室用电热恒温水浴锅(以下简称水浴锅)计量性能的校准,其他类似设备也可参照本规范进行校准。

## 2 引用文件

JJF 1101-2003 环境试验设备温度、湿度校准规范

JJF1030-2010 恒温槽技术性能测试规范

GB/T 5170.1-2016 电工电子产品环境试验设备检验方法

GB/T 5170.2 电工电子产品环境试验设备检验方法温度试验设备

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(包括所有修改单)适用于本规范。

## 3 术语

### 3.1 水浴锅有效工作区 water bath working space

在稳定状态下,符合水浴锅温度均匀性和温度波动度的区域。

### 3.2 水浴锅温度均匀性 water bath temperature uniformity

在稳定状态下,工作空间在某一瞬时任意两点温度之间的最大差值。

### 3.3 水浴锅温度波动度 water bath temperature volatility

在稳定状态下,规定的时间间隔内,工作空间任意一点温度随时间的变化量。

### 3.4 水浴锅温度偏差 water bath temperature deviation

在稳定状态下,水浴锅显示温度与有效工作区中心点上实际温度的差值。

## 4 概述

水浴锅通常由水槽、管状加热器、托架、电器箱、放水管等组成,根据试验需要设定温度,通过电器箱内的温度控制器控制温度,主要用于干燥、浓缩、蒸馏、浸渍化学试剂,也可用于水浴恒温加热和其他温度试验。水浴锅的种类有单排列式、双排列式等多种型式。

## 5 计量特性

### 5.1 外观

#### 5.1.1 铭牌上应有产品名称、规格型号、出厂编号、制造厂、供电电源、额定功率、

控温范围、控温准确度等。

5.1.2 外观应完好，结构应完整，附件、备件应齐全。

5.1.3 内胆注水后无漏水现象，出口不应有堵塞及渗水现象。

5.1.4 水浴锅控温系统显示正常。

5.2 温度均匀性

应满足实际使用要求或不超过  $1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.3 温度波动度

应满足实际使用要求或不超过  $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.4 温度偏差

应满足实际使用要求或不超过  $\pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

## 6 校准条件

6.1 环境条件

环境温度： $(15\sim 35)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

相对湿度： $\leq 85\%$ ；

其他条件：水浴锅周围应无强烈振动及腐蚀性气体存在，应避免其他冷、热源影响，还应满足测量标准正常使用的其他条件。

6.2 测量标准

温度测量标准：

测量范围： $(0\sim 100)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

分度值或分辨力不大于  $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

温度测量标准一般由温度传感器和温度显示/记录仪构成。设备见表 1。

表 标准器及配套设备

序号	标准器	标准器准确度等级或最大允许误差
1	铂热电阻温度计	A 级及以上等级
2	电阻测温仪	0.02 级
3	低电势转换开关	寄生电势 $\leq 0.4\text{ }\mu\text{V}$
4	钢直尺	MPE: $\pm 0.15\text{ mm}$ 测量范围: $(0\sim 500)\text{ mm}$
5	秒表	1.0 级

注:也可以使用满足要求的其它测量设备,其中温度测量设备的扩展不确定度  $U(k=2)$  应不大于水浴锅温度均匀性和温度波动度绝对值的  $1/3$ 。



## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 校准项目

水浴锅的外观、温度均匀性、温度波动度及温度偏差。

### 7.2 校准方法

#### 7.2.1 外观

用目测的方法进行检查，其结果应符合 5.1 的规定。

#### 7.2.2 温度参数的校准

将水浴锅加热温度设定在被校温度点。测温点的布置如图 1 所示。0 点位于有效工作区的几何中心，其余各测温点到水浴锅内壁的距离为各自边长的 1/10。温度传感器离搁板 20 mm。水浴锅升到设定温度并稳定后，开始测量。每隔 3 min 测量 1 次，连续测量 10 次，记录各测温点和水浴锅显示的温度值。实际工作中也可根据不同型式的设备进行测温点布置，测温点不得少于 5 点。

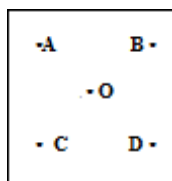


图 1 测温点布置图

### 7.3 数据处理

#### 7.3.1 温度均匀性

水浴锅在稳定状态下，每 3 min 测量 1 次，每次测量中实测最高温度与最低温度之差的算术平均值，即：

$$\Delta t_u = \frac{\sum_{i=1}^n (t_{i\max} - t_{i\min})}{n} \quad (1)$$

式 (1) 中：

$\Delta t_u$  —— 温度均匀性，℃；

$t_{i\max}$  —— 各测试点在第  $i$  次测得的最高温度，℃；

$t_{i\min}$  —— 各测试点在第  $i$  次测得的最低温度，℃；

$n$  —— 测量次数。

#### 7.3.2 温度波动度

水浴锅在稳定状态下,有效工作区(见图1)几何中心O点实测最高温度与最低温度之差的一半,冠以“±”号,即:

$$\Delta t_f = \pm \frac{t_{oh} - t_{ol}}{2} \quad (2)$$

式(2)中:

$\Delta t_f$ ——温度波动度, °C;

$t_{oh}$ ——O点的最高温度值, °C;

$t_{ol}$ ——O点的最低温度值, °C。

### 7.3.3 温度偏差

水浴锅有效工作区(见图1)几何中心O点n次测量的平均值和水浴锅显示平均值之差,即:

$$\Delta t_d = t - t_0 \quad (3)$$

式(3)中:

$\Delta t_d$ ——温度偏差, °C;

$t$ ——O点n次测量的平均值, °C;

$t_0$ ——水浴锅显示温度平均值, °C。

## 8 校准结果表达

水浴锅经校准后出具校准证书。校准证书应至少包含以下信息:

- a) 标题,如“校准证书”;
- b) 实验室的名称和地址;
- c) 进行校准的地点(如果与实验室的地址不同);
- d) 证书的唯一性标识(如编号),每页及总页数的标识;
- e) 客户的名称和地址;
- f) 被校准对象的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期;
- h) 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) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- l) 对校准规范的偏离的说明;
- m) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识;
- n) 校准人和核验人的签名;
- o) 校准结果仅对被校对象有效性的声明;
- p) 未经实验室书面批准, 不得部分复制校准证书的声明。

## 9 复校时间间隔

水浴锅复校时间间隔可根据实际使用情况自主决定, 建议间隔不超过 1 年。

## 附录 A

## 实验室用电热恒温水浴锅温度均匀性测量结果的不确定度评定示例

## A.1 测量方法

测量标准采用数字温度计, 测量范围: (0~100) °C; 分辨力为 0.1 °C; 60 °C 时, 测量结果不确定度为 0.09 °C。

将水浴锅加热温度设定在 60 °C, 待升到设定温度稳定 15 min 后, 开始测量。每隔 3 min 测量 1 次, 连续测量 10 次, 记录各测温点和水浴锅显示的温度值。

## A.2 数学模型

$$\Delta t_{\text{均}} = t_{i\text{max}} - t_{i\text{min}} \quad (1)$$

$\Delta t_{\text{均}}$  —— 温度均匀性, °C;

$t_{i\text{max}}$  —— 各测温点实际温度的最大值, °C;

$t_{i\text{min}}$  —— 各测温点实际温度的最小值, °C。

## A.3 合成方差和灵敏系数

在 (1) 式中  $t_{i\text{max}}$ ,  $t_{i\text{min}}$  互为独立, 因而得:

$$c_1 = \frac{\partial \Delta t_{\text{均}}}{\partial t_{i\text{max}}} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta t_{\text{均}}}{\partial t_{i\text{min}}} = -1 \quad (2)$$

故:  $u_c^2 = c_1^2 u^2(t_{i\text{max}}) + c_2^2 u^2(t_{i\text{min}})$

$$u_c = \sqrt{u^2(t_{i\text{max}}) + u^2(t_{i\text{min}})} \quad (3)$$

## A.4 不确定度的来源

- a) 测量重复性引入的不确定度。
- b) 测量标准的修正值引入的不确定度。
- c) 测量标准的分辨力引入的不确定度。

## A.5 输入量的标准不确定度

A.5.1 输入量  $t_{i\text{max}}$  引入的标准不确定度  $u(t_{i\text{max}})$ A.5.1.1 测量重复性引入的标准不确定度分量  $u(t_{i\text{max}1})$ 

在水浴锅恒定温度为 60 °C 时, 在温度平均值最高的测温点上读取 10 次温度值, 得

到如下测量列 (°C): 60.9、60.5、61.3、61.1、60.8、60.3、61.2、60.9、60.4、61.1。

按 A 类方法评定, 服从正态分布, 得到  $s = 0.35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 则:

$$u(t_{i\max 1}) = 0.11\text{ }^{\circ}\text{C}$$

#### A. 5. 1. 2 测量标准修正值引入的标准不确定度分量 $u(t_{i\max 2})$

60 °C 时, 数字温度计修正值的扩展不确定度为 0.09 °C,  $k=2$ , 则:

$$u(t_{i\max 2}) = 0.045\text{ }^{\circ}\text{C}$$

#### A. 5. 1. 3 测量标准的分辨力引入的标准不确定度 $u(t_{i\max 3})$

数字温度计的分辨力为 0.1 °C, 取半宽为 0.05 °C, 按均匀分布处理, 则:

$$u(t_{i\max 3}) = 0.05^{\circ}\text{C}/\sqrt{3} = 0.03\text{ }^{\circ}\text{C}$$

#### A. 5. 1. 4 输入量 $t_{i\max}$ 的合成标准不确定度 $u(t_{i\max})$ 计算

依据 JJF1059.1-2012, 当重复性引入的不确定度分量大于被测仪器的分辨力引入的不确定度分量时, 应该用重复性分量代替由仪器分辨力引入的标准不确定度分量。

由于  $u(t_{i\max 1})$ 、 $u(t_{i\max 2})$  彼此相互独立, 因此

$$u(t_{i\max}) = \sqrt{u^2(t_{i\max 1}) + u^2(t_{i\max 2})} = 0.12\text{ }^{\circ}\text{C}$$

#### A. 5. 2 输入量 $t_{i\min}$ 引入的标准不确定度 $u(t_{i\min})$

##### A. 5. 2. 1 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(t_{i\min 1})$

在水浴锅恒定温度为 60 °C 时, 在温度平均值最低的测温点上读取 10 次温度值, 得到如下测量列 (°C): 59.8、59.5、59.9、59.8、59.8、59.5、59.9、59.8、59.5、59.7。  
按 A 类方法评定, 服从正态分布, 得到  $s = 0.16\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 则:

$$u(t_{i\min 1}) = 0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$$

##### A. 5. 2. 2 测量标准修正值引入的标准不确定度分量 $u(t_{i\min 2})$

60 °C 时, 数字温度计修正值的扩展不确定度为 0.09 °C,  $k=2$ , 则:

$$u(t_{i\min 2}) = 0.045\text{ }^{\circ}\text{C}$$

##### A. 5. 2. 3 测量标准的分辨力引入的标准不确定度 $u(t_{i\min 3})$

数字温度计的分辨力为  $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 取半宽为  $0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 按均匀分布处理, 则:

$$u(t_{i\min 3}) = 0.05^{\circ}\text{C} / \sqrt{3} = 0.03^{\circ}\text{C}$$

#### A. 5. 2. 4 输入量 $t_{i\min}$ 的标准不确定度 $u(t_{i\min})$ 计算

依据 JJF1059. 1-2012, 当重复性引入的不确定度分量大于被测仪器的分辨力引入的不确定度分量时, 应该用重复性分量代替由仪器分辨力引入的标准不确定度分量。

由于  $u(t_{i\min 1})$ 、 $u(t_{i\min 2})$  彼此相互独立, 因此

$$u(t_{i\min}) = \sqrt{u^2(t_{i\min 1}) + u^2(t_{i\min 2})} = 0.07^{\circ}\text{C}$$

#### A. 6 合成标准不确定度

$$\begin{aligned} u_c &= \sqrt{u^2(t_{i\max}) + u^2(t_{i\min})} \\ &= \sqrt{0.07^2 + 0.12^2} \\ &\approx 0.14^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

#### A. 7 扩展不确定度

取  $k = 2$ , 则:  $U = k \times u_c = 2 \times 0.14 = 0.28^{\circ}\text{C}$

$$U = 0.3^{\circ}\text{C}, \quad k = 2$$

## 附录 B

## 实验室用电热恒温水浴锅校准记录参考格式

委托单位				记录编号	
设备名称		型号/规格		证书编号	
制造厂				出厂编号	
标准器名称	型号	编号	准确度/不准确度		有效期
校准依据				环境温度:	℃
校准地点				相对湿度:	%

一、外观:

二、温度均匀性、温度波动度、温度偏差的校准数据:

设定温度:          °C

测温点 测量次数	测 量 值 (°C)					显示温度值 (°C)
	O	A	B	C	D	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

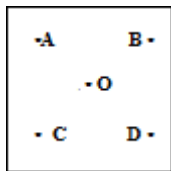
温度均匀性: \_\_\_\_\_ °C 温度波动度: \_\_\_\_\_ °C 温度偏差: \_\_\_\_\_ °C

温度均匀性的扩展不确定度: \_\_\_\_\_

校准人员: \_\_\_\_\_ 核验人员: \_\_\_\_\_ 校准日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

## 附录 C

## 实验室用电热恒温水浴锅校准证书内页参考格式

校准证书编号:
校准依据:
测量标准的名称、型号、编号、证书编号及有效期、准确度或不确定度及测量范围:
校准地点及环境条件:
校准结果:  1、外观: 2、温度均匀性: 3、温度波动度: 4、温度偏差:  <div data-bbox="368 1355 539 1525" data-label="Diagram"></div> <p>测温点布置图</p>
温度均匀性的扩展不确定度:
备注:



