



北京市地方计量技术规范

JJF (京) XXXX-XXXX

干式恒温器校准规范

Calibration Specification for Dry thermostats

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

北京市市场监督管理局 发布

干式恒温器校准规范

Calibration Specification for

Dry thermostats

JJF(京) XXXX-XXXX

归口单位：北京市市场监督管理局

主要起草单位：北京市计量检测科学研究院

本规范委托 xxxx 负责解释

目 录

| | |
|-------------------------------|------|
| 引言 | (II) |
| 1 范围 | (1) |
| 2 引用文件 | (1) |
| 3 名词术语 | (1) |
| 4 概述 | (1) |
| 5 计量特性 | (2) |
| 5.1 温度偏差 | (2) |
| 5.2 温度波动度 | (2) |
| 6 校准条件 | (2) |
| 6.1 环境条件 | (2) |
| 6.3 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 | (4) |
| 8 校准结果的表达 | (5) |
| 9 复校时间间隔 | (6) |
| 附录 A 干式恒温器校准原始记录格式..... | (7) |
| 附录 B 校准证书内页格式..... | (9) |
| 附录 C 干式恒温器温度偏差校准不确定度评定实例..... | (10) |

引 言

本规范以 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》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF 1030-2010《恒温槽技术性能测试规范》、JJF 1257-2010《干体式温度校准器校准方法》和 JJF 1527-2015《聚合酶链反应分析仪校准规范》为基础性系列规范进行编写。

本规范为首次发布。

干式恒温器校准规范

1 范围

本规范适用于(-30~180)℃干式恒温器的校准。

2 引用文件

JJF 1101- 2019 环境试验设备温度、湿度参数校准规范

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 名词术语

3.1 温度偏差 temperature deviation

干式恒温器在温度稳定状态下，所有测量点实测温度平均值与显示温度平均值之差值。

3.2 温度波动度 temperature fluctuation

干式恒温器在温度稳定状态下，在规定的时间内，任一测量点温度随时间的变化量。[JJF1101-2019，术语 3.6 修]

3.3 温度均匀度 temperature uniformity

干式恒温器稳定状态下，在规定时间内，每次测试中实测最高温度与最低温度之差的算术平均值。[JJF1101-2019，术语 3.8 修]

4 概述

4.1 原理

干式恒温器通过加热/制冷模块提供热量/冷量，由温度控制装置自动控制温度，通过高纯度金属材料快速传热，使各样品孔内的温度达到设定值，并保持均匀、稳定。

4.2 组成及分类

一般由加热/制冷模块、温度控制装置、散热器以及样品孔等组成，分为加热型和加热制冷型两种，其样品孔及组成部分的结构示意图如图 1 所示。

4.3 用途

干式恒温器取代了水浴锅，广泛应用于实验室研究、工业加热与热处理、体外诊断、药物研发和生物科技中。

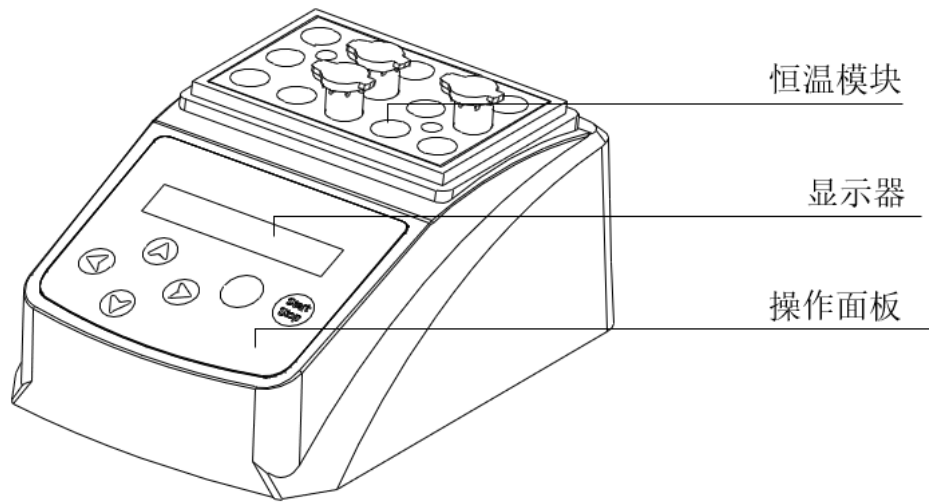


图1 干式恒温器结构示意图

5 计量特性

5.1 温度偏差

干式恒温器温度偏差应不超过 $\pm 2.0^{\circ}\text{C}$ 。

5.2 温度波动度

温度波动度应小于 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}/10\text{min}$ 。

5.3 温度均匀度

温度均匀度应小于 2.0°C 。

注：以上指标不作为合格性判定。

6 校准条件

6.1 环境条件

环境温度： $(10\sim 35)^{\circ}\text{C}$ ；环境湿度：不大于 85%RH

干式恒温器周围应无强烈振动及腐蚀性气体存在，应避免其它冷、热源影响。

实际工作中，环境条件还应满足测量标准正常使用要求。

6.2 负载条件

按照设定试验程序，在空载条件下进行校准。

6.3 测量标准

通常采用干式恒温器温度校准装置（或满足要求的其他标准器）作为测量标准；温度传感器测量范围应满足 $(-30^{\circ}\text{C}\sim 170^{\circ}\text{C})$ ，分辨力不低于 0.1°C ，最大允

许误差 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

温度测量标准的传感器应满足测量端可与恒温模块底部形状贴合并可提供支撑以保证传感器位置，测量端直径不大于样品孔的孔径且长度小于 1/2 孔深。支撑部分应采用非金属且传热慢的材质制作，避免支撑结构部分的漏热。

温度测量标准应配有硅胶等类柔性材质密封装置（密封适配器），可适配固定在样品孔顶端，避免散热。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目包括温度偏差、温度波动度和温度均匀度。

7.2 校准方法

7.2.1 外观及解调器检查

干式恒温器外观无破损、控制面板按键清晰灵敏。

7.2.2 校准温度点的选择

根据用户需求选择校准温度点，或选择被校设备温度范围的上限、下限及中间点。

7.2.3 传感器布点

传感器布点数量为6~20个，根据干式恒温器的样品孔数确定

6孔及以内的干式恒温器每个样品孔均应布置测量点，6孔以上的原则上均匀布置测量点，测量点应包含中间和四角位置。

由多个模块组成的干式恒温器，每个模块应至少包含一个测量点。

干式恒温器布点数见表 1。温度传感器测量端应紧贴样品孔底部并密封，避免其与外部环境热交换。常见的 24 孔长方形恒温模块及 36 孔圆形恒温模块布点图如图 2 所示。

表 3 测量布点数

| 序号 | 干式恒温器样品孔数 | 最少布点数 |
|----|-----------|-------|
| 1 | ≤ 30 | 6 |
| 2 | 31~36 | 9 |
| 3 | 37~48 | 12 |

| | | |
|---|-------|----|
| 4 | 49~96 | 15 |
| 5 | >96 | 20 |

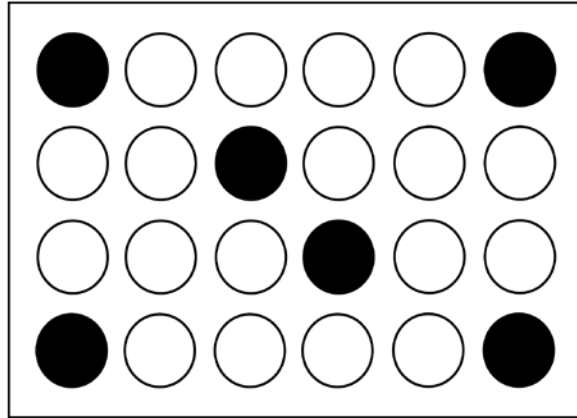


图 2(a) 24 孔长方形恒温模块布点示意图

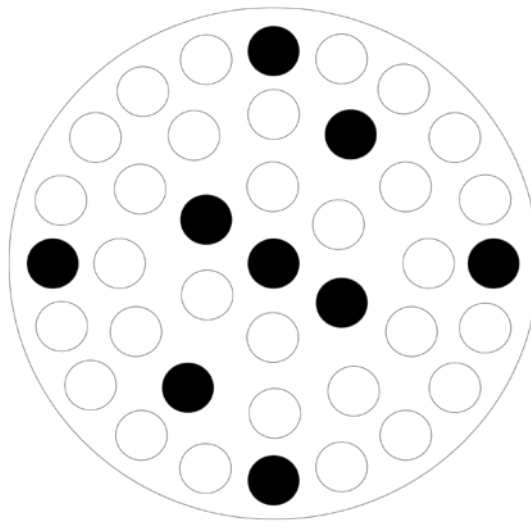


图2(b) 36孔圆形恒温模块布点示意图

图 2 布点示意图

7.2.4 校准过程

设定干式恒温器温度校准点，开启运行，当温度达到设定值并稳定后（温度稳定时间按照产品说明书规定，说明书中未规定的，一般按照达到设定温度值后 10min），在随后 10min 内（每 1min 测量一次）分别测量并记录干式恒温器温度显示值和各样品孔的温度值一次，共计 11 次。

7.3 数据处理

7.3.1 温度偏差

$$\Delta t = \bar{t}_1 + \Delta t_0 - \bar{t}_2 \quad (1)$$

式中： Δt —温度偏差， $^{\circ}\text{C}$ ；

\bar{t}_1 —所有测量点实测温度的平均值， $^{\circ}\text{C}$ ；

\bar{t}_2 —干式恒温器显示温度的平均值， $^{\circ}\text{C}$ ；

Δt_0 —温度修正值， $^{\circ}\text{C}$ 。

7.3.2 温度波动度

干式恒温器在稳定状态下，各测量点 10min 内实测最高温度与最低温度之差的一半，冠以“ \pm ”号，取全部测量点中变化量的最大值作为干式恒温器的温度波动度。

$$\Delta t_f = \pm \max [(t_{j\max} - t_{j\min}) / 2] \quad (2)$$

式中： Δt_f —温度波动度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$t_{j\max}$ —测量点 j 在 n 次测量中的最高温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$t_{j\min}$ —测量点 j 在 n 次测量中的最低温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

7.3.3 温度均匀度

干式恒温器在稳定状态下，各测量点 10min 内每次测量中实测最高温度与最低温度之差的算术平均值

$$\Delta t_u = \sum_{i=1}^n (t_{i\max} - t_{i\min}) / n \quad (3)$$

式中： Δt_u —温度均匀度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$t_{i\max}$ —各校准点在第 i 次测得的最高温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$t_{i\min}$ —各校准点在第 i 次测得的最低温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

n —测量次数；

8 校准结果的表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- 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) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 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；
- h) 如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 各校准项目检查结果的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

复校时间的间隔是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，用户可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

建议复校时间间隔最长不超过一年，使用特别频繁时应适当缩短。

附录 A

干式恒温器校准原始记录格式

记录编号:

| | |
|------------------------------|-------|
| 委托单位: | 样品名称: |
| 制造厂: | 型号规格: |
| 环境 温度 °C 湿度 %RH | 出厂编号: |
| 校准地点: | 外观检查: |

主要计量标准器

| 名称 | 型号规格 | 最大允许误差/准确度等级/不确定度 | 仪器编号 | 证书编号及溯源单位 | 有效期 |
|----|------|-------------------|------|-----------|-----|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

温度设定值: °C

| 次数 | 示值 /°C | 实测温度/°C | | | | | | 差值/°C |
|----|-----------|---------|---|---|---|---|---|-------|
| | | A | B | C | D | E | F | |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 平均值 /°C | | | | | | | | |
| 最大值 /°C | | | | | | | | |
| 最小值 /°C | | | | | | | | |
| 温度偏差/°C | | | | | | | | |
| 温度波动度/°C | | | | | | | | |
| 温度均匀度/°C | | | | | | | | |

测量不确定度： °C ($k=2$)

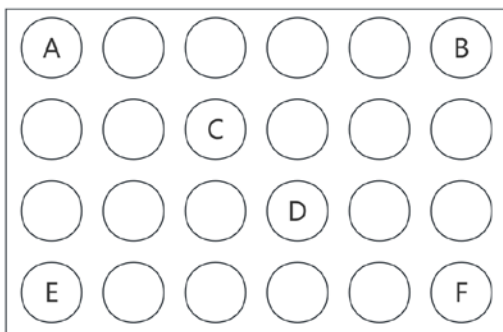
校准员： _____ 核验员： _____

校准日期： _____ 签发日期： _____

附录 B

校准证书内页格式

1. 1. 布点示意图如B.1所示（以24孔为例，按实际给出布点分布图）



图B.1 布点示意图

2. 校准结果（单位：℃）

| 设定温度 | 温度偏差 | 温度波动度 | 温度均匀度 | 测量不确定度 $U(k=2)$ |
|------|------|-------|-------|-----------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

复校时间间隔建议： 年

——（以下空白）——

附录 C

干式恒温器温度偏差校准不确定度评定实例

C.1 概述

C.1.1 测量方法：按照本规范对温度偏差的校准要求，将干式恒温器温度设定在校准温度点上，开启运行，当温度达到设定值并充分稳定后，在 10min 内（每 1min 测量一次）分别测量并记录干式恒温器示值和各测量孔的温度值一次，共计 11 次。

计算中心点温度 10min 内测量值的平均值与显示值之间的差值，即为温度偏差。

C.1.2 主要标准器：干式恒温器温度校准装置，最大允许误差： $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，温度显示分辨力： 0.1°C 。

C.1.3 被校对象：干式恒温器，温度设定分辨力： 0.1°C 。

C.2 数学模型

$$\Delta t = \bar{t}_1 + \Delta t_o - \bar{t}_2 \quad (\text{C.1})$$

式中： Δt ——温度偏差， $^{\circ}\text{C}$

\bar{t}_1 ——干式恒温器中心点实测温度的平均值， $^{\circ}\text{C}$

Δt_o ——温度修正值， $^{\circ}\text{C}$

\bar{t}_2 ——干式恒温器温度仪表显示温度的平均值， $^{\circ}\text{C}$

C.3 标准不确定度分量

C.3.1 温度测量重复性引入的标准不确定度 u_1

由温度测量重复性引入的标准不确定度，使用 A 类方法评定，按本规范 7.2.1 的方法对干式恒温器在各测量点（ 0°C ， 40°C ， 60°C ， 80°C ， 100°C ）处进行 10 次重复测量，重复性试验数据见表 C.1。

| | | | | | | | | | | |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 测 量 点 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| /°C | | | | | | | | | | |
| 0 | -0.1 | -0.1 | -0.2 | -0.2 | -0.1 | -0.2 | -0.1 | -0.2 | -0.1 | -0.2 |
| 40 | 39.8 | 39.9 | 39.8 | 39.9 | 39.8 | 39.8 | 39.9 | 39.8 | 39.9 | 39.9 |
| 60 | 59.7 | 59.8 | 59.8 | 59.8 | 59.7 | 59.7 | 59.8 | 59.8 | 59.8 | 59.7 |
| 80 | 79.6 | 79.6 | 79.7 | 79.6 | 79.7 | 79.7 | 79.6 | 79.7 | 79.7 | 79.6 |
| 100 | 99.6 | 99.5 | 99.5 | 99.5 | 99.6 | 99.6 | 99.5 | 99.6 | 99.6 | 99.6 |

单次实验标准偏差为:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (\text{C.2})$$

则 $u_1 = s / \sqrt{n}$

按公式 (C.2) 计算各测量点算术平均值的实验标准偏差。重复性实验数据的标准偏差见表 C.2

表 C.2 重复性实验数据的标准偏差

| 测量点/°C | 温度测量重复性引入的标准不确定度 $u_1/°C$ |
|--------|---------------------------|
| 0 | 0.01 |
| 40 | 0.01 |
| 60 | 0.01 |
| 80 | 0.01 |
| 100 | 0.01 |

C.3.2 标准器分辨力引入的标准不确定度分量 u_2

标准器分辨力为 0.1°C，不确定度区间半宽 0.05°C，服从均匀分布，则分辨力引入的标准不确定度分量:

$$u_2 = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029°C$$

C.3.3 标准器温度稳定性引入的标准不确定度分量 u_4

本标准器相邻两次校准温度修正值最大变化 0.10°C，按均匀分布，由此引入的标准不确定度分量:

$$u_4 = \frac{0.10}{\sqrt{3}} = 0.06^\circ\text{C}$$

C.3.5 干式恒温器显示分辨力引入的标准不确定度分量 u_5

干式恒温器显示分辨力为 0.1°C ，不确定度区间半宽 0.05°C ，服从均匀分布，则分辨力引入的标准不确定度分量：

$$u_5 = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.03^\circ\text{C}$$

该分量与测量重复性分量两者取大

即 $u_1 = u_5 = s = 0.03^\circ\text{C}$

C.4 合成不确定度计算

各校准点标准不确定度分量一览表见表 C.3

表 C.3 各校准点标准不确定度分量一览表

| 标准不确定度 | | 测量点/ $^\circ\text{C}$ | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| 不 确 定 度 来 源 | 温度测量重复性 $u_1/^\circ\text{C}$ | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| | 标准器分辨力 $u_2/^\circ\text{C}$ | 0.029 | 0.029 | 0.029 | 0.029 | 0.029 |
| | 标准器 $u_3/^\circ\text{C}$ | 0.29 | 0.29 | 0.29 | 0.29 | 0.29 |
| | 标准器温度稳定性 $u_4/^\circ\text{C}$ | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 |
| | 干式恒温器显示分辨力 $u_5/^\circ\text{C}$ | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |

C.5 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k = 2$ ，按公式 (C.4) 计算各测量点扩展不确定度 U ，结果见表 C.4

$$U = k \times u_c \quad (\text{C.4})$$

表 C.4 各测量点扩展不确定度

| | | | | | |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 测量点/°C | 0 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| $U(k=2)/^{\circ}\text{C}$ | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
