

(轻工)



中华人民共和国工业和信息化部
轻工计量技术规范

JJFZ (轻工) XXX-2023

低温保存箱热学性能校准规范

Calibration Specification for Low Temperature Freezer

(报批稿)

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部发布

低温保存箱热学 性能校准规范

Calibration Specification for
Low Temperature Freezer

JJFZ（轻工）XXX—2023

归口单位：中国轻工业联合会

主要起草单位：中国家用电器研究院

青岛联测检测技术服务有限公司

青岛海尔生物医疗股份有限公司

参加起草单位：安徽中家智锐科技有限公司

本规范由主要起草单位负责解释

本规范主要起草人：

李 伟（中国家用电器研究院）

龚靖雅（青岛联测检测技术服务有限公司）

崔节慧（青岛海尔生物医疗股份有限公司）

参加起草人：

张旭勤（中国家用电器研究院）

赵玉军（安徽中家智锐科技有限公司）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
3.1 低温保存箱	(1)
3.2 直立式低温保存箱	(1)
3.3 卧式低温保存箱	(1)
3.4 特性点温度	(1)
3.5 温度偏差	(1)
3.6 温度均匀度	(2)
3.7 降温速度	(2)
4 概述	(2)
5 计量特性	(2)
6 校准条件	(3)
6.1 环境条件	(3)
6.2 测量标准器及其他设备	(3)
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)
8 校准结果表达	(5)
9 复校时间间隔	(6)
附录 A 校准结果不确定度评定示例 (参考件)	(7)
附录 B 校准原始记录格式 (参考件)	(9)
附录 C 校准证书内页格式 (参考件)	(11)

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》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范的附录 A “校准结果不确定度评定示例（参考件）”、附录 B “校准原始记录格式（参考件）”、附录 C “校准证书内页格式（参考件）”均为资料性附录。

本规范为首次制定。

低温保存箱热学性能校准规范

1 范围

本规范规定了低温保存箱热学性能的计量特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果等内容。

本规范适用于低温保存箱热学性能的校准，具有相同工作原理的其他装置也可参考使用。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1101 环境试验设备温度、湿度参数校准规范

GB/T20154-2014 低温保存箱

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

3.1 特性点 character point

低温箱内一个有代表性特征的位置点。

[来源：GB/T 20154-2014，3.7]

3.2 特性点温度 character point temperature

低温箱在空载状态下特性点可达到的最低温度。

[来源：GB/T 20154-2014，3.8]

3.3 温度偏差 temperature deviation

低温箱稳定工作状态下，在规定时间内，箱内各测量点平均温度与设定温度的偏差。

3.4 温度均匀度 temperature uniformity

低温箱稳定工作状态下，在规定时间内，箱内各测量点积分平均温度的偏差绝对值。

3.5 降温速度 cooling speed

在规定的试验条件下，低温箱内特性点的初始温度与规定温度间的温度差值，与达到规定温度所需的时间的比值。

4 概述

低温保存箱是一种提供低温环境条件的试验装置，通过制冷系统保证箱内温度可控制在（-164~-25）℃温度区间。当箱内温度达到设定温度后，可放入适量物品，并在规定的温度指标下对物品进行可靠储存。

5 计量特性

低温保存箱热学性能的温度偏差、温度均匀性、降温速度的测量范围和技术要求见表 1 所示。

表 1 校准项目技术要求

项目	测量范围	技术要求
温度偏差	$(-164\sim-25)^{\circ}\text{C}$	$\pm 2.0\text{K}$
温度均匀性（立式）	-25°C	$\leq 4.0\text{K}$
	-30°C	$\leq 4.0\text{K}$
	-40°C	$\leq 6.0\text{K}$
	-50°C	$\leq 6.0\text{K}$
	-60°C	$\leq 6.0\text{K}$
	-86°C	$\leq 6.0\text{K}$
	-140°C	$\leq 7.0\text{K}$
	-150°C	$\leq 7.0\text{K}$
温度均匀性（卧式）	-25°C	$\leq 3.0\text{K}$
	-30°C	$\leq 3.0\text{K}$
	-40°C	$\leq 3.0\text{K}$
	-50°C	$\leq 3.0\text{K}$
	-60°C	$\leq 4.0\text{K}$
	-86°C	$\leq 5.0\text{K}$
	-140°C	$\leq 7.0\text{K}$
	-150°C	$\leq 7.0\text{K}$
降温速度（立式）	-25°C	$\geq 16.7\text{K/h}$
	-30°C	$\geq 13.8\text{K/h}$
	-40°C	$\geq 13.0\text{K/h}$
	-50°C	$\geq 13.7\text{K/h}$
	-60°C	$\geq 14.2\text{K/h}$
	-86°C	$\geq 13.9\text{K/h}$
	-140°C	$\geq 20.7\text{K/h}$
	-150°C	$\geq 21.9\text{K/h}$
降温速度（卧式）	-25°C	$\geq 16.7\text{K/h}$
	-30°C	$\geq 18.4\text{K/h}$
	-40°C	$\geq 16.3\text{K/h}$
	-50°C	$\geq 15.0\text{K/h}$
	-60°C	$\geq 15.5\text{K/h}$
	-86°C	$\geq 15.9\text{K/h}$
	-140°C	$\geq 20.7\text{K/h}$
	-150°C	$\geq 21.9\text{K/h}$

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(10\sim 32)^{\circ}\text{C}$ 。

6.1.2 环境湿度： $\leq 75\%RH$ 。

6.1.3 供电电源：电压 $(220 \pm 22) V$ 、 $(380 \pm 38) V$ ，频率 $(50 \pm 0.5) Hz$ 。

6.1.4 工作区域无明显空气对流、机械振动和电磁干扰。

6.1.5 当校准用设备对环境条件另有要求时，应满足其规定要求。

6.2 测量标准器及其他设备

6.2.1 主要设备：温度测量系统：测量范围 $(-160 \sim 30) ^\circ C$ ，最大允许误差为 $\pm 0.50 ^\circ C$ 。

6.2.2 辅助设备：电子秒表：测量范围 $(0 \sim 24) h$ ，最大允许误差为 $\pm 0.5s/d$ 。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

低温保存箱热学性能校准项目包括：温度偏差、温度均匀性、降温速度。

7.2 校准方法

7.2.1 温度校准点的选择

温度校准点应根据所测低温保存箱特性点温度来选择，典型特性温度点包括： $-25 ^\circ C$ 、 $-30 ^\circ C$ 、 $-40 ^\circ C$ 、 $-50 ^\circ C$ 、 $-60 ^\circ C$ 、 $-86 ^\circ C$ 、 $-140 ^\circ C$ 、 $-150 ^\circ C$ 等。

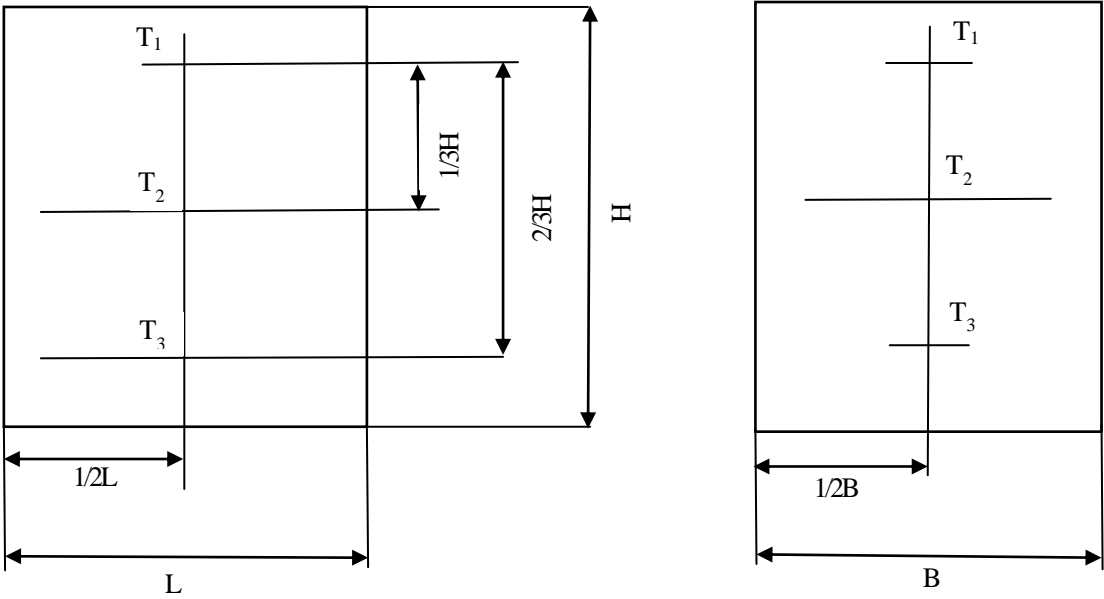
7.2.2 测量点的布置

温度传感器应根据不同类型低温保存箱的结构、容积进行布置。

7.2.2.1 直立式低温保存箱：测温点应布置在每层搁架的几何中心。

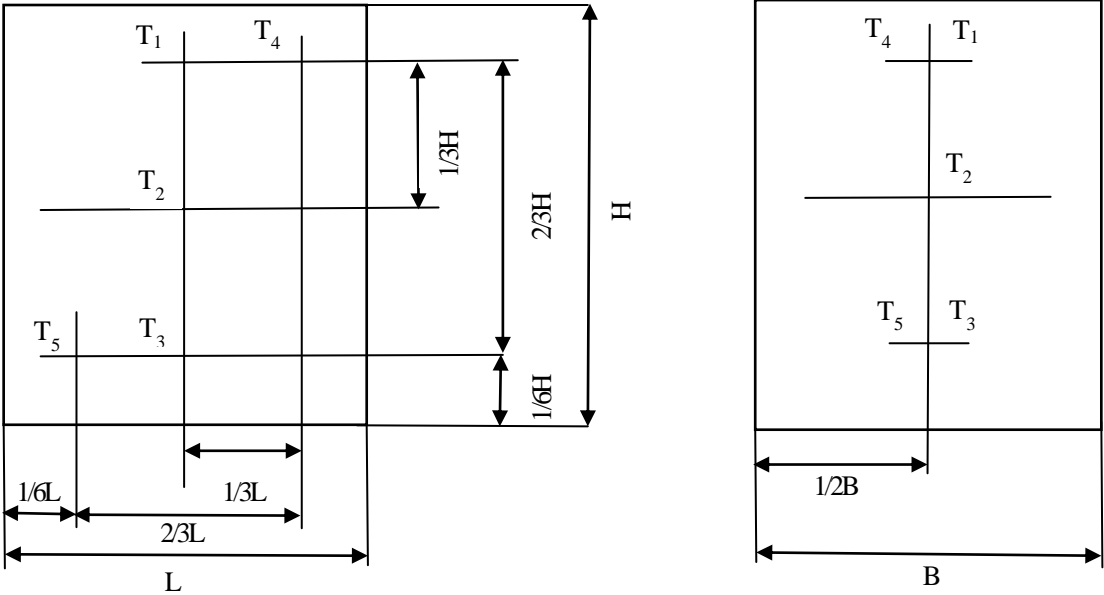
7.2.2.2 卧式低温保存箱

a) 箱内长度小于 $0.7m$ 时，布置 3 个温度测量点，如图 1 所示。



注 1: T_1 、 T_2 、 T_3 代表测温点；
注 2: L 、 H 、 B 分别代表低温箱内长、高、深。

图 1 小容积卧式低温保存箱温度传感器布点图



b) 箱内长度不小于 0.7m 时，布置 5 个温度测量点，如图 2 所示。

注 1: T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 、 T_5 代表测温点；
注 2: L 、 H 、 B 分别代表低温箱内长、高、深。

图 2 大容积卧式低温保存箱温度传感器布点图

7.2.3 校准步骤

被测低温保存箱停机且空载状态下，打开箱门，按照 7.2.2.1、7.2.2.2 的规定布置温度传感器，并等待箱体内部与测试环境温度达到平衡后，将被测低温保存箱设定到校准温度，开启运行；同时使用电子秒表开始计时，并启动温度测量系统开始记录各测量点温度。待被测低温保存箱达到预设校准温度 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 以内时，停止电子秒表记录时间；再持续记录测量点温度不低于 60min；之后停止记录温度并关闭低温保存箱运行。

温度测量系统记录时间间隔应设定为 2min。

7.3 数据处理

7.3.1 温度偏差

以温度测量系统所记录的最后 30min，共 16 组数据为依据，参考 JJF 1101 相关规定，采用式（1）计算低温保存箱的温度偏差。

$$\Delta t = \bar{t} - t_s \quad (1)$$

式中：

Δt ——低温保存箱温度偏差， $^{\circ}\text{C}$ ；

\bar{t} ——低温保存箱各测量点平均温度值， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_s ——低温保存箱预设校准温度值， $^{\circ}\text{C}$ 。

7.3.2 温度均匀度

以温度测量系统所记录的最后 30min，共 16 组数据为依据，参考 JJF 1101 相关规定，采用式（2）计算低温保存箱的温度均匀度。

$$\Delta t_u = \overline{t_{i\max}} - \overline{t_{i\min}} \quad (2)$$

式中：

Δt_u ——低温保存箱温度均匀度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$\overline{t_{i\max}}$ ——低温保存箱各测量点积分平均温度的最大值， $^{\circ}\text{C}$ ；

$\overline{t_{i\min}}$ ——低温保存箱各测量点积分平均温度的最小值， $^{\circ}\text{C}$ 。

7.3.3 降温速度

以温度测量系统所记录的全部数据为依据，采用式（3）计算低温保存箱的降温速度。

$$u = t_{c0} - t_s / T \quad (3)$$

式中：

u ——低温保存箱降温速度, $^{\circ}\text{C}/\text{h}$;

t_{c0} ——低温保存箱体积中心测量点初始温度, $^{\circ}\text{C}$;

t_s ——低温保存箱设定校准温度, $^{\circ}\text{C}$;

T ——低自开始记录至停止记录所经过时间, h 。

8 校准结果表达

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和应用有关时, 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) 校准结果及其测量不确定度的说明;

m) 对校准规范的偏离的说明;

n) 校准证书或校准报告签发人的签名、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

建议复校时间间隔为 1 年。由于复校时间间隔的长短是由装置的使用情况、使用者、装置本身质量等诸多因素所决定的, 因此, 使用单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

校准结果不确定度评定示例（参考件）

A.1 低温保存箱温度偏差测量不确定度评定

A.1.1 测量模型：

$$\delta_t = t_x - t \quad (\text{A.1})$$

式中：

δ_t ——温度偏差，℃；

t_x ——低温保存箱实测温度，℃；

t ——低温保存箱预设温度，℃。

A.1.2 被测量重复性测量引入的不确定度分量：（单位：℃）

选择一台大容量直立式低温保存箱作为测量对象，布置 5 个测量点，预设-30℃作为校准温度。

测量点	测量点温度 t_i							
1	-30.13	-30.08	-29.97	-30.06	-29.82	-30.20	-29.79	-30.28
	-30.14	-30.05	-29.98	-30.29	-29.83	-30.20	-30.10	-30.23
2	-30.11	-29.99	-29.96	-30.20	-29.90	-30.18	-29.98	-29.86
	-30.12	-30.07	-30.03	-29.86	-30.08	-30.06	-30.18	-30.06
3	-30.11	-29.99	-29.99	-30.00	-29.77	-30.25	-30.07	-29.81
	-30.13	-30.03	-30.10	-30.22	-30.25	-29.87	-30.14	-30.11
4	-30.04	-30.12	-30.11	-29.84	-29.89	-29.90	-29.75	-30.10
	-30.12	-30.10	-30.11	-29.75	-29.83	-30.00	-29.91	-30.08
5	-30.09	-30.05	-30.09	-30.03	-30.22	-30.04	-30.10	-30.18
	-30.10	-30.11	-30.13	-30.19	-29.83	-29.98	-29.76	-29.93

根据公式 $S(\bar{t}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n(n-1)}}$ 计算平均值标准偏差 $u_1 = 0.015^\circ\text{C}$

A.1.3 温度标准器误差引入的不确定度分量：

根据试验用温度标准器计量证书，可知温度标准器在-30℃时的误差，以均匀分布估计，则

$k=\sqrt{3}$ ，其不确定度分量为 $u_2 = 0.086^\circ\text{C}$

A.1.4 标准不确定度一览表:

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值	$c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$	$ c_i \times u(x_i)$
u_1	测量重复性	0.015	1	0.015
u_2	标准器误差	0.086	1	0.086

A.1.5 合成标准不确定度:

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^2 c_i^2 \cdot u_i^2} = 0.087^\circ\text{C}$$

A.1.6 扩展不确定度: 取 $k=2$ 。

扩展不确定度为: $U = k \cdot u_c = 0.17^\circ\text{C}$ ($k=2$)。

附录 B

低温保存箱热学性能校准记录格式(参考件)

委托单位名称			
委托单位地址			
设备名称			
制造单位			
规格型号		仪器编号	

标准器名称	规格型号	设备编号	不确定度/准确度等级 /最大允许误差	证书编号	有效期

校准依据: _____

环境条件 温度: _____相对湿度: _____

校准地点: _____

备注: _____

校准日期: _____

校准人员: _____核验人员: _____

特性点设定温度 (℃):				
特性点实测温度 (℃):				
测温点 T ₁	测温点 T ₂	测温点 T ₃	测温点 T ₄	测温点 T ₅
平均值 (℃):				
降温时间 (h):				
温度偏差 (K):				
温度均匀度 (K):				
降温速度 (K/h):				
不确定度:				

附录 C

低温保存箱热学性能校准证书内页格式(参考件)

特性点设定温度（℃）：				
特性点实测温度（℃）：				
测温点 T ₁	测温点 T ₂	测温点 T ₃	测温点 T ₄	测温点 T ₅
平均值（℃）：				
降温时间（h）：				
温度偏差（K）：				
温度均匀度（K）：				
降温速度（K/h）：				
不确定度：				