

JJF (沪苏浙皖)

沪苏浙皖地方计量校准规范

JJF (沪苏浙皖) 4016—2025

低温保存箱校准规范

Calibration Specification for Low Temperature Freezer

2025-08-15 发布

2026-02-15 实施

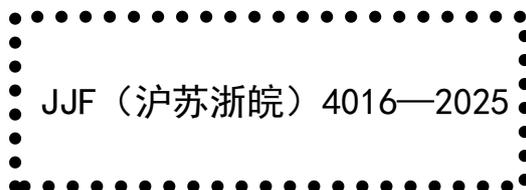
上海市市场监督管理局
江苏省市场监督管理局
浙江省市场监督管理局
安徽省市场监督管理局

发布

低温保存箱校准规范

Calibration Specification

for Low Temperature Freezer



归口单位：上海市市场监督管理局

江苏省市场监督管理局

浙江省市场监督管理局

安徽省市场监督管理局

主要起草单位：丽水市质量检验检测研究院

参加起草单位：浙江省质量科学研究院

宁波市计量测试研究院

镇江市计量检定测试中心

北京林电伟业电子科技有限公司

青田县计量检定测试所

本规范委托丽水市质量检验检测研究院负责解释

本规范主要起草人：

丁文强（丽水市质量检验检测研究院）

蓝 卉（丽水市质量检验检测研究院）

张维波（丽水市质量检验检测研究院）

陈 翔（丽水市质量检验检测研究院）

参加起草人：

成英淑（浙江省质量科学研究院）

纪洪芝（宁波市计量测试研究院）

史凌云（镇江市计量检定测试中心）

薛 诚（北京林电伟业电子有限公司）

吕淑波（青田县计量检定测试所）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(2)
5 计量特性	(3)
6 校准条件	(3)
6.1 环境条件	(3)
6.2 负载条件	(4)
6.3 测量标准及配套设备	(4)
7 校准项目和校准方法	(4)
7.1 校准项目	(4)
7.2 校准方法	(4)
7.3 数据处理	(7)
8 校准结果的表达	(8)
9 复校时间间隔	(9)
附录 A 校准原始记录参考格式	(10)
附录 B 校准证书内页参考格式	(11)
附录 C 低温箱显示温度偏差测量结果的不确定度评定示例	(12)

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》和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。

本规范为首次发布。

低温保存箱校准规范

1 范围

本规范适用于温度范围为 $(-164\sim-25)$ ℃，采用封闭式电动机驱动压缩式低温保存箱（以下简称低温箱）计量性能的校准，其它类似低温箱的校准也可参照本规范。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1101-2019 环境试验设备温度、湿度参数校准规范

GB/T 20154-2014 低温保存箱

YY/T 1757-2021 医用冷冻保存箱

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 低温保存箱 low temperature freezer

一个具有适当容积和装置的绝热箱，箱内温度可控制在 $(-164\sim-25)$ ℃温度区间内，用消耗电能的手段来制冷、具有一个或多个间室。

[来源：GB/T 20154-2014 3.2]

3.2 特性点 character point

低温箱内一个有代表性特征的位置点。

注：对于直立式（立式）低温箱：当箱内隔板分割空间是奇数时，为箱内中间抽屉（搁架）空间几何中心点；当箱内隔板分隔空间是偶数时，为自上而下 $[(\text{偶数}/2)+1]$ 层抽屉（搁架）空间几何中心点。对于顶开式（卧式）低温箱为箱内空间几何中心点。

[来源：GB/T 20154-2014 3.7]

3.3 特性点温度 character point temperature

低温箱在空载的稳定状态下特性点可达到的最低温度。

[来源：GB/T 20154-2014 3.8]

3.4 温度控制周期 temperature control cycle

由温度控制装置的运行（开、停或其他状态）产生的重复的温度波动。

注:一个温度控制周期为一个控制事件到该控制事件在下一个周期的重复时的时间间隔。若控制瞬间不容易辨别,则温度控制周期为两个连续的温度最高点或两个连续的温度最低点的间隔。

[来源: YY/T 1757-2021 3.15]

3.5 稳定运行状态 stable operating condition

低温箱在温度控制装置周期运行情况,相邻温度控制周期箱内各测量点自身最高温度(或最低温度)变化不超过 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的状态。

[来源: YY/T 1757-2021 3.16, 有修改]

3.6 温度波动度 temperature fluctuation

低温箱内特性点在测试时间段内的温度最大值与最小值之差。

[来源: YY/T 1757-2021 3.11, 有修改]

3.7 温度均匀度 temperature uniformity

在稳定运行状态下,规定时间内低温箱设定温度与每个测量点温度的算术平均值之差的绝对值。

[来源: GB/T 20154-2014 5.3.2, 有修改]

3.8 显示温度偏差 temperature indication error

在稳定运行状态下,规定时间内低温箱显示最高温度与最低温度的平均值与箱内所有测量点温度算术平均值的差值。

[来源: YY/T 1757-2021 6.4.7.1, 有修改]

4 概述

低温箱是对箱内温度可控制在 $(-164\sim-25)^{\circ}\text{C}$ 温度区间内,用消耗电能的手段来制冷,具有适当容积和装置的绝热箱的总称。低温箱一般由保温绝热箱体、温控系统、温度显示设置系统和压缩机制冷系统等组成。在规定的条件下,当箱内温度达到规定温度后,放入适量物品,这些物品经一段时间达到规定温度,并在要求温度波动范围内可靠储藏。低温箱按门或盖的打开方式可分为直立式(立式)和顶开式(卧式)。低温箱广泛应用于医疗卫生、生物制药、食品饮料、农业畜牧、化工、军工、科学研究等领域。结构示意图如图1所示。

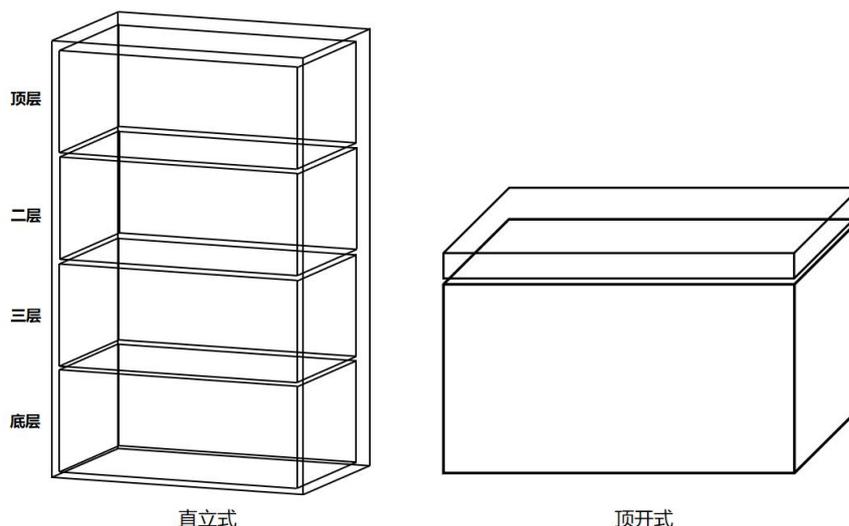


图1 低温保存箱结构示意图

5 计量特性

低温箱温度波动度、温度均匀度、显示温度偏差技术要求见表1。

表1 低温箱技术要求

序号	低温箱特性点 温度类型	设定温度 /°C	温度波动度/°C		温度均匀度/°C		显示温度 偏差/°C
			立式	卧式	立式	卧式	
1	-25°C	-25	≤4	≤6	≤4	≤3	±3
2	-30°C	-30	≤5	≤6	≤4	≤3	
3	-40°C	-40	≤5	≤6	≤6	≤3	
4	-50°C	-45	≤6	≤6	≤6	≤3	
5	-60°C	-55	≤6	≤6	≤6	≤4	
6	-86°C	-81	≤6	≤6	≤6	≤5	
7	-140°C	-135	≤7		≤7		
8	-150°C	-145	≤8		≤7		
9	-164°C	-159	≤8		≤8		

注：1) 如制造商自行规定低温箱特性点温度类型：特性点温度不高于-40°C，设定温度为特性点温度；特性点温度高于-40°C，设定温度为特性点温度+5°C。
 2) 如制造商自行规定低温箱特性点温度类型，则温度波动度、温度均匀度应小于或等于本表相近低温箱特性点温度类型相应技术要求之间的值，其值可自行规定，但不应超过相近技术要求的最大值。
 3) 温度波动度的测试时间段为2个温度控制周期或30min。

6 校准条件

6.1 环境条件

温度：(10~32) °C；

湿度：不大于 80%RH；

低温箱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。实际工作中，环境条件还应满足测量标准器正常使用的要求。

6.2 负载条件

一般在空载条件下进行校准；根据实际情况也可以在负载条件下进行，但应在证书中说明负载的情况。

6.3 测量标准及配套设备

一般宜选用无线温度记录仪、多通道温度显示仪表等温度测量装置，也可选用符合技术要求的其他温度测量装置，温度传感器数量不少于 9 个，并能满足不同结构低温箱的校准布点数量要求。

表 2 测量标准技术指标

名称	测量范围	技术要求
温度测量标准	(-170~0) °C	分辨力：不低于 0.01°C 最大允许误差：± (0.15°C+0.002 t) 扩展不确定度 (k=2) 应不大于被测设备最大允许误差绝对值的 1/3
注：1) 测量标准的测量范围为一般要求，使用中以能覆盖被校设备实际校准范围为准。 2) 测量标准技术指标为包含传感器和采集设备的整体指标。 3) 各通道的测量结果应含修正值。 4) t 为温度的绝对值，单位为°C。		

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

温度波动度、温度均匀度和显示温度偏差。

7.2 校准方法

7.2.1 外观检查

低温箱应有显示箱内温度的装置，显示及设置功能应正常，箱体门封密封性应良好，无其它影响低温箱正常使用的缺陷；当箱内温度超出设定温度上下限值时应具有报警显示功能。

7.2.2 校准点的选择

对于使用中的低温箱，校准点一般根据用户要求选择使用的温度点，对于空载的

低温箱，一般选择特性点温度作为校准点，也可根据客户要求选择校准点。

7.2.3 测量点的布置

7.2.3.1 立式分层低温箱（以四层为例）测量点的布置如图 2 所示。

a) 在各独立间室内选择一个平面，处于最顶部的间室选择距离最顶部 10cm 左右的平面，处于最底部的间室选择距离最底部 10cm 左右的平面，其余间室选择中心平面。

b) 每个平面对角线方向布置 3 个测量点，一个为每层平面的几何中心点，另外两个为在同一对角线以中心点为基准对称分布，距两端 10cm 左右。

c) 相邻两个平面中的三点连线不能平行且最顶面按图 2 俯视图布置。

d) 如几何中心与特性点位置不重合，则需要在特性点位置单独布点。

e) 如果因为有阻碍物导致温度传感器无法放到要求的位置，则所在平面要求向上平移到距离阻碍物表面 5cm 处。

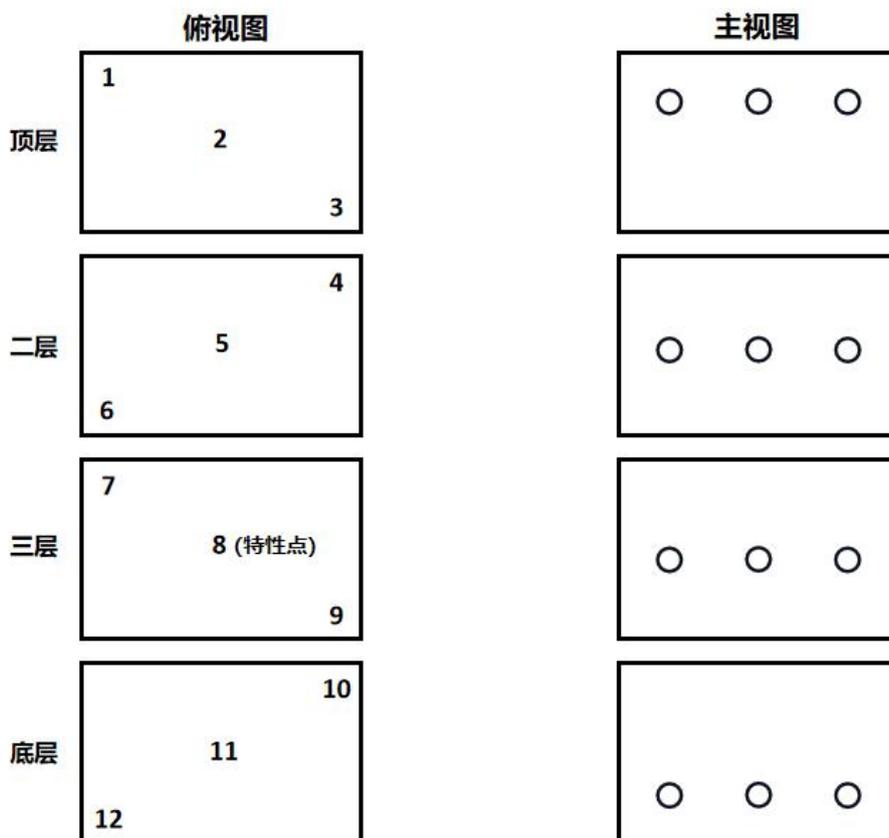


图 2 立式分层低温箱（四层）测量点示意图

注：不分层立式低温箱测量点布置与卧式低温箱测量点的布置相同。

7.2.3.2 卧式低温箱测量点的布置

在箱内空间用9个温度传感器进行测量点的布置如图3所示。

- a) 测量空间分为3个平面：距离左侧面10cm的左平面；中心平面；距离右侧面10cm的右平面。
- b) 每个平面对角线方向布置3个测量点，一个为每层平面的几何中心点，另外两个为在同一对角线以中心点为基点对称分布，距两端10cm。
- c) 相邻两个面的三点连线不能平行且最左侧面按照图3左视图布置。
- d) 如几何中心与特性点位置不重合，则需要在特性点位置单独布点。
- e) 如果因为有障碍物导致温度传感器无法放到要求的位置，则所在测试平面要求向左或向右平移到距离障碍物表面 5cm 处。

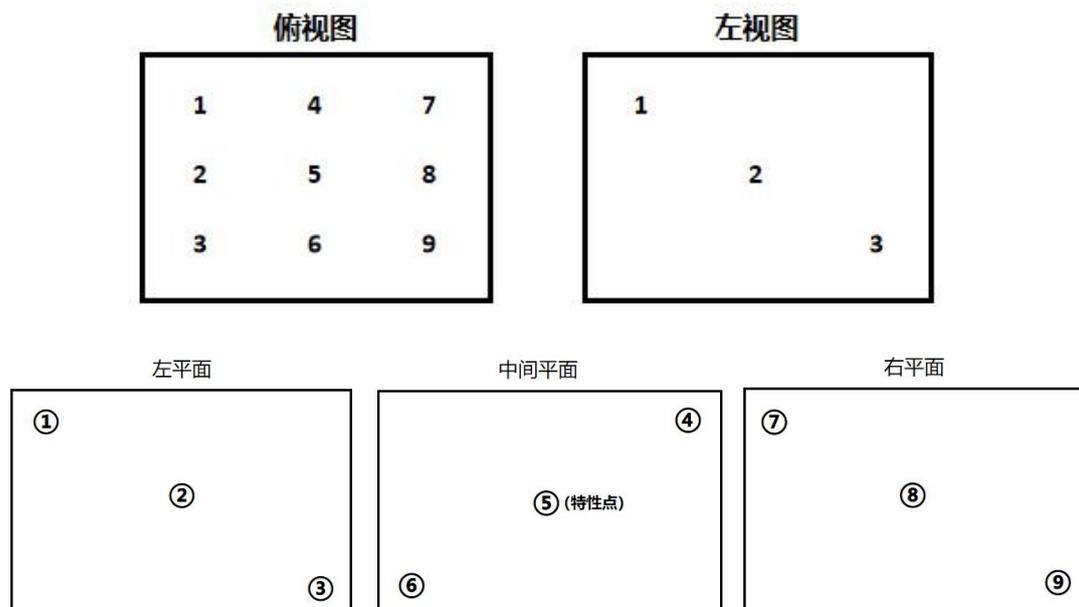


图3 卧式低温箱测量点示意图

7.2.3.3 传感器布放数量和位置也可根据低温箱容积、负载情况和用户实际使用需求进行相应调整，但应保证在低温箱特性点处放置传感器。

7.2.4 校准过程

按照7.2.3规定布置温度传感器，根据校准点的选择，按说明书调节温控器，如低温箱装有防凝露加热器，应接通并调至最大加热处。低温箱到达稳定状态后开始记录各测量点数据，记录时间间隔为2min，记录持续时间为2个温度控制周期或30min（如果没有控制周期），这段时间不能包括化霜控制周期，在此期间同步记录低温箱温度显示值。

7.3 数据处理

7.3.1 温度波动度

温度波动度按式 (1) 计算:

$$\Delta t_f = t_{c\max} - t_{c\min} \quad (1)$$

式中:

Δt_f — 温度波动度, °C;

$t_{c\max}$ — 特性点处温度传感器测得的最高温度, °C;

$t_{c\min}$ — 特性点处温度传感器测得的最低温度, °C。

7.3.2 温度均匀度

温度均匀度按式 (2) ~ (3) 计算:

$$\bar{t}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{ij} \quad (2)$$

$$\Delta t_u = \max (|\bar{t}_j - t_s|) \quad (3)$$

式中:

\bar{t}_j — 第 j 个温度传感器测得的平均值, °C;

t_{ij} — 第 j 个传感器第 i 次的读数, °C;

Δt_u — 温度均匀度, °C;

t_s — 低温箱设定温度, °C。

7.3.3 显示温度偏差

显示温度偏差按式 (4) ~ (6) 计算:

$$\Delta t = t_d - t_n \quad (4)$$

$$t_d = \frac{t_{d\max} + t_{d\min}}{2} \quad (5)$$

$$t_n = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n t_{ij}}{mn} \quad (6)$$

式中：

Δt —显示温度偏差，℃；

t_d —显示温度平均值，℃；

t_n —箱内温度值，℃；

t_{dmax} —显示温度最高值，℃；

t_{dmin} —显示温度最低值，℃；

t_{ij} —第 j 个传感器第 i 次的读数，℃；

m —传感器个数；

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；
- 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) 各校准项目校准结果及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

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。

建议复校时间间隔为一年，使用频繁时应适当缩短。

附录 A

校准原始记录参考格式 (卧式)

委托方				被校设备名称		
型号规格		出厂编号		制造厂		
环境温度				相对湿度		
依据的技术文件:				校准地点		
标准器名称	设备编号	测量范围	准确度等级	证书编号	有效期至	

1、外观检查:

2、负载情况:

3、测试时间:

4、校准结果

设定温度:

单位(°C)

通道 次数	实测温度值									
	显示 温度值	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1										
2										
.....										
n										
平均值										
计算结果	温度波动度			温度均匀度			显示温度偏差			
不确定度 $U(k=2)$										

俯视图

1	4	7
2	5	8
3	6	9

左视图

1
2
3

图 A.1 低温箱测量点示意图

校准员:

核验员:

校准日期:

附录 B

校准证书内页参考格式

一、外观检查：

二、负载情况：

三、测试时间：

四、校准结果

设定温度：

单位(°C)

校准项目	校准结果	不确定度 $U(k=2)$
温度波动度		
温度均匀度		
显示温度偏差		

附录 C

低温箱显示温度偏差测量结果的不确定度评定示例

C.1 被测对象

卧式低温箱，校准温度点 -45°C ，分辨力 0.1°C 。

C.2 测量标准

无线温度记录仪，分辨力为 0.01°C ，扩展不确定度为 $U=0.10^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)。

C.3 测量方法和模型

将 9 支传感器依次放置在低温箱中图 3 所示的位置，其中 5 号传感器位于特性点位置。待低温箱达到稳定状态后开始记录标准器读数，间隔 2min 记录一次，共记录 16 次数据。

测量模型： $\Delta t = t_d - t_n$

C.4 标准不确定度分量

C.4.1 测量标准引入的不确定度 u_1

测量标准的扩展不确定度为 $U=0.10^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)，则 $u_1 = 0.10/2 = 0.05^{\circ}\text{C}$ 。

C.4.2 测量标准显示分辨力引入的不确定度 u_2

测量标准的分辨力为 0.01°C ， $u_2 = 0.01/2\sqrt{3} = 0.0029^{\circ}\text{C}$ 。

C.4.3 测量标准稳定性引入的不确定度 u_3

根据经验，标准器的年稳定性不大于 0.08°C ，按均匀分布考虑，则标准器稳定性引入的标准不确定度分量 $u_3 = 0.08/\sqrt{3} = 0.05^{\circ}\text{C}$ 。

C.4.4 低温箱校准结果的重复性引入的不确定度 u_4

在 -45°C 校准点重复测量 16 次，每支传感器测量数据的实验标准偏差 s_i ($i=1\sim 9$) 如表 C.1:

表 C.1 测量数据的实验标准偏差

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$s_i / ^\circ\text{C}$	0.43	0.33	0.37	0.42	0.34	0.34	0.42	0.37	0.36

$$\text{合并样本偏差可得 } s_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^9 s_i^2}{9}} = 0.61 ^\circ\text{C}$$

计算显示温度偏差时低温箱显示最高温度与最低温度的平均值与箱内各测量点温度算术平均值的差值, 则 $u_4 = s_p / \sqrt{16} = 0.15 ^\circ\text{C}$

低温箱分辨力引入的不确定度为 $0.1/2\sqrt{3} = 0.03 ^\circ\text{C}$, 小于重复性引入的不确定度, 故忽略不计。

C.5 合成标准不确定度

标准不确定度汇总见表 C.2。

表 C.2 标准不确定度汇总表

不确定度符号	不确定度来源	不确定度值/ $^\circ\text{C}$	灵敏系数
u_1	标准器修正值	0.05	-1
u_2	标准器显示分辨力	0.0029	+1
u_3	标准器稳定性	0.05	-1
u_4	低温箱重复性	0.15	-1

显示温度偏差合成标准不确定度 u_c

由于 u_1 、 u_2 、 u_3 、 u_4 相互独立, 则合成标准不确定度为

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = 0.17 ^\circ\text{C}$$

C.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 显示温度偏差测量结果的扩展不确定度为:

$$U = k \times u_c = 0.4 ^\circ\text{C}$$

C.7 不确定度报告

显示温度偏差测量结果的扩展不确定度为： $U=0.4^{\circ}\text{C}$ ； $k=2$ 。

沪苏浙皖地方校准规范

低温保存箱校准规范

JJF (沪苏浙皖) 4016-2025