

黑龙江省地方计量技术规范

JJF（黑）XX—2023

二氧化碳培养箱校准规范

Calibration Specification for Carbon

Dioxide Incubator

（公示稿）

2023-XX-XX发布 2023-XX-XX实施

黑龙江省市场监督管理局 发 布

二氧化碳培养箱

JJF（黑）XX—2023

JJF（黑）XXX—2022

校准规范

Calibration Specification for Carbon

Dioxide Incubator

归　口　单　位：黑龙江省市场监督管理局

主要起草单位：黑龙江省计量检定测试研究院

本规范委托黑龙江省计量检定测试研究院负责解释

本规范主要起草人：

张葳葳 （黑龙江省计量检定测试研究院）

丁海铭 （黑龙江省计量检定测试研究院）

单洪辉 （大庆市检验检测中心）

张永臣 （黑龙江省计量检定测试研究院）

张 蕊 （黑龙江省计量检定测试研究院）

 聂 爽 （黑龙江省计量检定测试研究院）

 王 麒 （伊春市检验检测中心）

参加起草人：

李 蕾 （黑龙江省计量检定测试研究院）

高 崴 （黑龙江省计量检定测试研究院）

陈宝亮 （黑龙江省市场监督管理审核查验中心）

目 录

[引言 （II）](#_Toc29398)

[1 范围 （1）](#_Toc16532)

[2 引用文件 （1）](#_Toc21705)

[3 术语和计量单位 （1）](#_Toc32527)

[3.1 术语 （1）](#_Toc32527)

3.2 计量单位 （2）

[4 概述 （2）](#_Toc32527)

[5 计量特性 （2）](#_Toc28156)

[6 校准条件 （2）](#_Toc12457)

[6.1 环境条件 （2）](#_Toc28726)

[6.2 测量标准及其他设备 （2）](#_Toc14601)

[7 校准项目和校准方法 （3）](#_Toc11663)

[7.1 校准项目 （3）](#_Toc28726)

[7.2 校准方法 （3）](#_Toc28726)

[7.3 数据处理 （4）](#_Toc12466)

[8 校准结果表达 （5）](#_Toc12466)

[9 复校时间间隔 （5）](#_Toc18362)

[附录A 二氧化碳培养箱校准记录（推荐）格式 （7）](#_Toc4491)

[附录B 校准证书内页（推荐）格式 （9）](#_Toc32392)

[附录C 测量不确定度评定示例 （10）](#_Toc32392)

# 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规范。

本规范为首次发布。

二氧化碳培养箱校准规范

# 1 范围

本规范适用于生物细胞、生物组织和细菌等生物样本培养的二氧化碳培养箱（以下简称“培养箱”）的校准。本规范适用的培养箱温度上限为55 ℃，温度下限为高于环境温度（3～5）℃，二氧化碳浓度控制范围为0%～20%，容积为（100～300）L。

# 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

YY 1621-2018 医用二氧化碳培养箱

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 术语和计量单位

## 3.1 术语

3.1.1 温度控制范围 temperature control range

培养箱在规定的环境条件下运行时，可有效控制的温度范围。

3.1.2 工作空间 working space

培养箱中能将规定的温度、二氧化碳浓度保持在规定偏差范围内的那部分空间。

3.1.3 稳定状态 steady state

培养箱工作空间内任意点的温度、二氧化碳浓度达到设备本身性能指标要求时的状态。

3.1.4 温度偏差 temperature deviation

培养箱稳定状态下，工作空间各测量点在规定时间内实测最高温度和最低温度与设定温度的上、下偏差。温度偏差包括温度上偏差和温度下偏差。

3.1.5 温度波动度 temperature fluctuation

培养箱稳定状态下，在规定的时间间隔内，工作空间任意一点温度随时间的变化量。

3.1.6 温度均匀度 temperature uniformity

培养箱稳定状态下，在规定的时间间隔内，工作空间在某一瞬时任意两点温度之间的最大差值。

3.1.7 二氧化碳浓度示值误差 carbon dioxide deviation

在稳定状态下，工作空间中心点(或采样口)在规定时间内培养箱二氧化碳浓度显示值的平均值与二氧化碳气体分析仪修正后实测浓度平均值之差。

## 3.2 计量单位

 温度单位的名称：摄氏度，符号℃。

# 4 概述

二氧化碳培养箱是通过在培养箱箱体内模拟形成一个类似细胞、组织在生物体内生长的环境，要求稳定的温度、二氧化碳浓度，对细胞、组织进行体外培养的一种装置。培养箱通常由温度控制系统、二氧化碳浓度控制系统、报警监控系统、循环风机、气源系统及箱体架构等组成。

# 5 计量特性

培养箱设备的计量性能，见表1。

表1 培养箱设备计量性能

|  |  |
| --- | --- |
| 参数名称 | 计量性能 |
| 温度偏差 | 测量范围：（15～55） ℃ MPE：±0.5 ℃  |
| 温度波动度 | 测量范围：（15～55） ℃ MPE：±0.5 ℃  |
| 温度均匀度 | 测量范围：（15～55） ℃ 1.0 ℃ |
| 二氧化碳浓度示值误差 | 测量范围：（0～20）% MPE：±1.0% |
| 注：以上指标不适用于合格性判别，仅供参考。 |

# 6 校准条件

## 6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：（15～35） ℃。

6.1.2 相对湿度：≤85%。

6.1.3 供电电源：电压（220±22） V；频率（50±1） Hz。

6.1.4 其他：培养箱附近应无强烈振动及腐蚀性气体存在，避免其他冷、热源影响。

## 6.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备，见表2。

表2 测量标准及其他设备

|  |  |
| --- | --- |
| 名称 | 技术要求 |
| 温度测量标准 | 测量范围：（15～55） ℃ MPE：±（0.15 ℃+0.002 |*t*|） |
| 二氧化碳气体分析仪 | 测量范围：（0～20）% MPE:±2.0% FS |
| 注1：温度测量标准一般应选用多通道温度显示仪表或多路温度测量装置,传感器宜选用四线制铂电阻温度计,通道传感器数量不少于9个,并能满足校准工作需求。注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。注3：标准器的溯源结果应含修正值。 |

# 7 校准项目和校准方法

## 7.1 校准项目

7.1.1 温度偏差

7.1.2 温度波动度

7.1.3 温度均匀度

7.1.4 二氧化碳浓度示值误差

7.2 校准方法

7.2.1 校准温度点、二氧化碳浓度点的选择

温度 37 ℃，二氧化碳浓度5%为必须校准点，也可根据用户实际需要选择常用的温度点、二氧化碳浓度点进行校准。

7.2.2 测量点位置

温度传感器布放位置为设备校准时的测量点，应布置在设备工作空间的3个不同层面上，称为上、中、下3层，中层为通过工作空间几何中心且平行于底面的校准工作面，各布点位置与设备内壁的距离为各边长的1/10，遇风道时，此距离可加大，但不应超过500 mm。如果设备带有样品架时，下层测量点可布放在样品架上方10 mm处。

温度传感器测量点布放位置也可根据用户实际工作需求进行布置。7.2.3 测量点数量

温度传感器测量点用1、2、3……数字表示，温度测量点为9个，温度点5位于设备工作空间中层几何中心处，如图1所示。二氧化碳校准点为1个（当设备预留采样口时用采样口为校准点，无采样口时用O点为校准点）。

传感器测量点布放位置也可根据用户实际工作需求进行布置。

上 层 中 层 下 层

1 2 6 7

 5,O

4 3 9 8

 门 门 门

图1 传感器数量及布放位置

7.2.4 温度、二氧化碳浓度的校准

培养箱显示温度达到设定温度、二氧化碳显示浓度达到设定浓度，稳定后可开始校准。分别记录稳定后的温度读数值和二氧化碳显示浓度读数值，温度读数值记录时间间隔为2 min，30 min内共记录16组数据，二氧化碳显示浓度每隔15 min记录1次，共记录10次。

7.3 数据处理

7.3.1 温度数据处理

7.3.1.1 温度偏差

温度上偏差和温度下偏差，计算如下：

 （1）

 （2）

式中:

 ——温度上偏差，℃；

 ——温度下偏差，℃；

 ——各测量点规定时间内测量的最高温度，℃；

——各测量点规定时间内测量的最低温度，℃；

——培养箱设定温度，℃。

7.3.1.2 温度波动度

培养箱在稳定状态下，工作空间各测量点30 min内（每2 min测试1次）实测最高温度与最低温度之差的一半，冠以“±”号，取全部测量点中变化量的最大值作为温度波动度校准结果。

 （3）

式中：

——温度波动度， ℃；

——测量点*j*在第*n*次测得的最高温度，℃；

——测量点*j*在第*n*次测得的最低温度，℃。

7.3.1.3 温度均匀度

培养箱在稳定状态下，在30 min内（每2 min测试1次）每次测试中实测最高温度与最低温度之差的算术平均值。

 （4）

式中：

——温度均匀度，℃；

——测量次数；

——各测量校准点在第*i*次测得的最高温度，℃；

——各测量校准点在第*i*次测得的最低温度，℃。

7.3.2 二氧化碳浓度示值误差

 （5）

式中：

——二氧化碳浓度示值误差，%；

——培养箱二氧化碳浓度显示值的平均值，%；

——二氧化碳气体分析仪 *n* 次测量的算术平均值，%；

——二氧化碳气体分析仪的修正值，%。

# 8 校准结果表达

经校准的培养箱出具校准证书，校准原始记录格式参照附录A，校准证书的结果内页信息和格式参照附录B。

# 9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由培养箱的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此使用单位可根据实际情况自主决定复校的时间间隔。培养箱建议最长复校时间间隔为1年。

附录A

二氧化碳培养箱校准记录（推荐）格式

委托单位 证书编号

仪器名称 型号/规格 出厂编号

测量范围 生产厂家 环境温度 ℃ 相对湿度 %

校准依据 校准地点

标准器名称 型号/规格 出厂编号

测量范围 最大允许误差 标准器证书编号

标准器有效期至

A.1 温度参数校准

温度设定值： ℃

单位：℃

|  |  |
| --- | --- |
| 次数 | 实测温度值 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 13 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 14 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 最大值 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 最小值 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 上偏差 |  | 下偏差 |  | 均匀度 |  | 波动度 |  |
| 温度偏差的扩展不确定度 | *U=* ℃，*k*=2 |

A.2 二氧化碳浓度校准

 二氧化碳浓度设定值： % 二氧化碳气体分析仪的修正值： %

单位：%

|  |  |
| --- | --- |
| 次数 | 二氧化碳浓度 |
| 显示值 | 校准点测量值 |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |
| 6 |  |  |
| 7 |  |  |
| 8 |  |  |
| 9 |  |  |
| 10 |  |  |
| 平均值 |  |  |
| 示值误差 |  |
| 二氧化碳浓度示值误差的扩展不确定度 | *U=* %，*k*=2 |

A.3传感器布点示意图

上 层 中 层 下 层

1 2 6 7

 5，O

4 3 9 8

 门 门 门

二氧化碳传感器布点为: 🞎 采样口 🞎 O点

校准员： 核验员： 校准日期：

# 附录B

# 校准证书内页（推荐）格式

B.1校准结果

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 校准参数 | 温度/℃ | 二氧化碳浓度/% |
| 设定值 |  |  |
| 上偏差 |  | / |
| 下偏差 |  | / |
| 波动度 |  | / |
| 均匀度 |  | / |
| 示值误差 | / |  |
| 温度偏差的扩展不确定度 | *U* = ℃，*k* =2 | / |
| 二氧化碳浓度示值误差的扩展不确定度 | / | *U* =%，*k* =2 |

B.2传感器布点示意图

上 层 中 层 下 层

1 2 6 7

 5，O

4 3 9 8

 门 门 门

图B.1 传感器布点示意图

# 二氧化碳传感器布点为: 🞎 采样口 🞎 O点附录C

测量不确定度评定示例

# C.1 二氧化碳培养箱温度偏差校准结果不确定度评定示例

C.1.1 校准对象

二氧化碳培养箱，温度指示分辨力：0.1 ℃，校准点：37 ℃。

C.1.2 测量标准

多点温度测量仪，温度指示分辨力：0.01 ℃，测量时带修正值使用，温度范围 （-30~300） ℃，扩展不确定度*U*=0.08 ℃，*k* =2。

C.1.3 校准方法

按照本规范对温度参数的校准要求，将多点温度测量仪的温度传感器按图 1测试点要求布置。待设备温度值稳定后，各温度测试点测量的最高温度与设定温度的差值，即为温度上偏差；各测试点测量的最低温度与设定温度的差值，即为温度下偏差。

C.1.4 测量模型

温度上偏差公式

 （C.1）

式中：

——温度上偏差，℃；

——各测试点规定时间内测量的最高温度，℃；

——培养箱设定温度，℃。

不确定度来源：被校对象测量重复性引入的标准不确定度分量，标准器分辨力引入的标准不确定度分量，标准器修正值引入的标准不确定度分量，标准器的稳定性引入的标准不确定度分量。

由于上偏差与下偏差不确定度来源和数值相同，因此本规范仅以温度上偏差为例进行不确定度评定。

C.1.5 标准不确定度分量

C.1.5.1 被校仪器测量重复性引入的标准不确定度分量

在37 ℃校准点重复测量16次，标准偏差*s*用下式计算：

 （C.2）

则，=0.016 ℃。

C.1.5.2 标准器分辨力引入的标准不确定度分量

标准器温度分辨力为0.01 ℃，不确定度区间半宽0.005 ℃，服从均匀分布, 则分辨力引入的标准不确定度分量：

C.1.5.3 标准器修正值引入的不确定度分量

标准器温度修正值的不确定度*U*=0.08 ℃，*k* =2，则标准器温度修正值引入的标准不确定度分量：

C.1.5.4 标准器温度稳定性引入的标准不确定度分量

本标准器相邻两次校准温度修正值最大变化0.08 ℃，按均匀分布，由此引入的标准不确定度分量：

C.1.6 温度上偏差标准不确定度分量汇总表

表C.1 温度上偏差标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度 |
|  | 温度测量重复性 | 0.016 ℃ |
|  | 标准器温度分辨力 | 0.003 ℃ |
|  | 标准器温度修正值 | 0.04 ℃ |
|  | 标准器稳定性 | 0.046 ℃ |

C.1.7 合成标准不确定度

由于、、、相互独立，则合成标准不确定度按下式计算：

 （C.3）

C.1.8 扩展不确定度

温度上偏差的扩展不确定度为 ，*k* =2。

C.2 二氧化碳浓度示值误差不确定度评定示例

C.2.1 校准方法

按照本规范对二氧化碳浓度参数的校准要求，将二氧化碳气体分析仪的传感器按规范要求布置。待培养箱二氧化碳浓度值稳定后，培养箱二氧化碳浓度显示值的平均值与二氧化碳气体分析仪修正后实测浓度平均值之差。

C.2.2 测量模型

 （C.4）

式中：

——二氧化碳浓度示值误差，%；

——培养箱二氧化碳浓度显示值的平均值，%；

——二氧化碳浓度测量仪*n*次测量的算数平均值，%；

——二氧化碳浓度测量仪的修正值，%。

C.2.3 测量不确定度分析

C.2.3.1 由引入的不确定度

设定二氧化碳培养箱二氧化碳浓度为5.0%，对二氧化碳培养箱作10次独立重复测量，数据为5.0%，5.0%，5.1%，5.0%，5.0%，5.1%，5.0%，5.0%，5.0%，5.0%。计算平均值 的实验标准差。则由10次独立重复测量引入的标准不确定度分量。

C.2.3.2 由引入的不确定度

设定二氧化碳培养箱的浓度为5.0%，对二氧化碳培养箱作10次独立重复测量，从二氧化碳气体分析仪上读取10次显示值，数据为5.1%，5.2%，5.1%，5.1%，5.1%，5.2%，5.1%，5.1%，5.1%，5.1%。计算得平均值的实验标准差为 ，则由 10 次独立重复测量引入的标准不确定度分量。

C.2.3.3 由引入的不确定度

由溯源证书可知，二氧化碳气体分析仪测量结果的扩展不确定度 ，*k* =2，则。

C.2.4 二氧化碳浓度示值误差标准不确定度分量汇总表

表 C.2 二氧化碳浓度示值误差标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度 |
|  | 被测设备读数重复性 | 0.013% |
|  | 二氧化碳气体分析仪读数重复性 | 0.013% |
|  | 二氧化碳浓度测量标准修正值 | 0.075% |

C.2.5 合成标准不确定度

 （C.5）

C.2.6 扩展不确定度

二氧化碳浓度示值误差测量结果扩展不确定度为：，*k* =2。

JJF（黑）XX-2023