|  |  |
| --- | --- |
| ICS  | 点击此处添加ICS号 |
| CCS  | 点击此处添加CCS号 |

|  |
| --- |
|  43 |

湖南省地方标准

DB XX/T XXXX—XXXX

低温保存箱检测技术规范

Technical specification for low temperature storage box testing

（本草案完成时间：2024.8.1）

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

湖南省市场监督管理局  发布

目次

[前言 II](#_Toc180075198)

[1 范围 3](#_Toc180075199)

[2 规范性引用文件 3](#_Toc180075200)

[3 术语和定义 3](#_Toc180075201)

[4 概述 4](#_Toc180075202)

[5 计量特性 4](#_Toc180075203)

[6 检测条件 5](#_Toc180075204)

[7 检测项目和检测方法 5](#_Toc180075205)

[8 检测结果的表达 9](#_Toc180075206)

[9 检测周期 9](#_Toc180075207)

[附录A（资料性） 检测原始记录参考格式 1](#_Toc180075208)0

[附录B（资料性） 检测证书内页参考格式 1](#_Toc180075209)2

[附录C（资料性） 特性点温度不确定评定示例 1](#_Toc180075210)3

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件参照了国家计量技术规范JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1071—2010《国家计量检测规范编写规则》中规定的相关术语定义和编写规则。

本文件由湖南省工业和信息化厅提出并归口。

本文件起草单位：邵阳市计量测试检定所、海尔生物医疗股份有限公司。

本文件主要起草人：李安喜、易超波、刘成林、樊玲、罗路明、何喜爱、刘洁、石鹏杰、李辉。

低温保存箱检测技术规范

* 1. 范围

本文件规定了采用封闭式电动机驱动压缩式的低温保存箱(以下简称低温箱)的术语和定义、分类、技术要求、检验条件、检验方法。

本文件适用于温度范围为（-164～-25）℃，采用封闭式电动机驱动压缩式的低温保存箱温度参数性能的校准，其它低温设备的校准可参照本规范。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 20154-2014 低温保存箱

JJF 1101-2019 环境试验设备温度、湿度参数检测规范

YY/T 1757-2021 医用冷冻保存箱。

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

低温保存箱 low temperature storage box

一个具有适当容积和装置的绝热箱，箱内温度可控制在（-164～-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。

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 ]

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 ]

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）产生的重复温度波动的时间间隔。

[来源 YY/T 1757-2021，3.15]

温度波动度 temperature fluctuation

在有效的数据采集样本中，低温箱内特性点在测试时间段内的温度最大值与最小值的差。

[来源YY/T 1757-2021，3.11 ]

显示温度偏差 temperature display deviation

测试时间段内显示温度平均值与箱内温度值差值的绝对值。

* 1. 概述

低温保存箱是对箱内温度可控制在（-164～-25）℃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。低温箱按门或盖的打开方式可分为顶开式（卧式）和直立式（立式）；按特性点温度可分为－25℃、－30℃、－40℃、－50℃、－60℃、－86℃、－140℃、－150℃、－160℃等类型。

* 1. 计量特性
		1. 特性点温度及温度波动度应符合表1的要求。
1. 特性点温度及波动度要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. 序号
 | 1. 低温箱特性点温度类型
 | 1. 特性点温度/℃
 | 1. 设定温度/℃
 | 1. 特性点温度波动度/℃
 |
| 1. 直立式
 | 1. 卧式
 |
| 1. 1
 | 1. -25℃低温箱
 | 1. ≤-25
 | 1. -25
 | ≤4 | ≤3 |
| 1. 2
 | 1. -30℃低温箱
 | 1. ≤-30
 | 1. -30
 | ≤4 | ≤3 |
| 1. 3
 | 1. -40℃低温箱
 | 1. ≤-40
 | 1. -40
 | ≤6 | ≤3 |
| 1. 4
 | 1. -50℃低温箱
 | 1. ≤-50
 | 1. -45
 | ≤6 | ≤3 |
| 1. 5
 | 1. -60℃低温箱
 | 1. ≤-60
 | 1. -55
 | ≤6 | ≤4 |
| 1. 6
 | 1. -86℃低温箱
 | 1. ≤-86
 | 1. -81
 | ≤6 | ≤5 |
| 1. 7
 | 1. -140℃低温箱
 | 1. ≤-140
 | 1. -135
 | 1. ≤7
 |
| 1. 8
 | 1. -150℃低温箱
 | 1. ≤-150
 | 1. -145
 | 1. ≤7
 |
| 注1：生产商也可自行定义低温箱类型，但限值均不应高于特性点温度，以上指标要求不用于合格性判断，仅供参考。注2：如制造商自行规定低温箱特性点类型：特性点温度不低于-40℃，设定温度为特性点温度；特性点温度低于-40℃，设定温度为特性点温度+5℃。1. 注3：如制造商自行规定低温箱特性点温度类型，则温度波动度应小于或等于本表相近低温箱特性点温度类型温度波动度之间的值，其值可自行规定，但不应超过相近温度波动度的最大值。
2. 注4：以上指标要求不用于合格性判断，仅供参考。
 |

* + 1. 低温箱温度均匀度应符合表2的要求。
1. 低温箱温度均匀度要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1. 序号
 | 1. 低温箱特性点温度类型
 | 1. 设定温度/℃
 | 1. 特性点温度波动度/℃
 |
| 1. 直立式
 | 1. 卧式
 |
| 1. 1
 | 1. -25℃低温箱
 | 1. -25
 | ≤4 | ≤3 |
| 1. 2
 | 1. -30℃低温箱
 | 1. -30
 | ≤4 | ≤3 |
| 1. 3
 | 1. -40℃低温箱
 | 1. -40
 | ≤6 | ≤3 |
| 1. 4
 | 1. -50℃低温箱
 | 1. -45
 | ≤6 | ≤3 |
| 1. 5
 | 1. -60℃低温箱
 | 1. -55
 | ≤6 | ≤4 |
| 1. 6
 | 1. -86℃低温箱
 | 1. -81
 | ≤6 | ≤5 |
| 1. 7
 | 1. -140℃低温箱
 | 1. -135
 | ≤7 |
| 1. 8
 | 1. -150℃低温箱
 | 1. -145
 | ≤7 |
| 注1：如制造商自行规定低温箱特性点类型：特性点温度不低于-40℃，设定温度为特性点温度；特性点温度低于-40℃，设定温度为特性点温度+5℃。注2：如制造商自行规定低温箱特性点温度类型，则温度波动度应小于或等于本表相近低温箱特性点温度类型温度波动度之间的值，其值可自行规定，但不应超过相近温度波动度的最大值。1. 注3：以上指标要求不用于合格性判断，仅供参考。
 |

5.3 显示温度偏差

显示温度平均值与箱内温度之差不应大于3℃。

* 1. 检测条件
		1. 环境条件

环境温度：（10～32）℃；环境湿度：不大于85 %RH；电源电压:单相电压(220士22)V、三相电压(380士38)V；电源频率:(50±1)Hz。

* + 1. 负载条件

低温箱的检测根据用户实际使用情况一般在带负载条件下进行；若用户需要也可在空载条件下进行检测。

* + 1. 检测前低温箱应在稳定状态下运行时间不少于24h。
		2. 检测标准及配套设备

检测标准的测量范围为（-200～+500）℃、精度等级不低于A级、最大允许误差为±(0.15℃+0.002∣t∣)，一般应选用多通道温度显示仪表或多路温度测量装置，配套使用的传感器宜选用四线制铂电阻温度计或T型热电耦合，数量一般不少于9个。

* 1. 检测项目和检测方法
		1. 检测项目

特性点温度、特性点温度波动度、显示温度偏差和温度均匀度。

* + 1. 检测方法
			1. 检测点的选择

对于使用中的低温箱，检测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检测点，也可根据客户要求选择检测点。

* + - 1. 测量点的布置

7.2.2.1 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）几何中心点；当箱内隔板分隔空间是偶数时，为自上而下[（偶数/2）+1]层抽屉（搁架）空间几何中心点。立式分层低温箱（以四层为例）测量点的布置如图1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（75±25）mm的平面，处于最底部的间室选择距离最底部（75±25）mm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（75±25）mm。

c）相邻两个平面中的三点连线不能平行且最顶面按图1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上，则所在平面要求向上平移到距离阻碍物表面50mm处。

俯视图 主视图



1. 立式分层低温箱（四层）测量点的布置

7.2.2.2 不分层立式低温箱测量点的布置

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。

7.2.2.3 卧式低温箱测量点的布置

对于顶开式（卧式）低温箱为箱内几何中心点。在箱内空间用9个温度传感器进行测量点的布置如图2所示。

a）测量空间分为3个平面：距离左侧面（75±25）mm的左平面；中心平面；距离右侧面（75±25）mm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（75±25）mm。

c）相邻两个面的三点连线不能平行且最左侧面按照图2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）如果因为有阻碍物导致温度传感器无法放到要求的位置上，则所在测试平面要求向上平移到距离阻碍物表面50mm处。



1. 卧式低温箱测量点位置
	* + 1. 特性点温度的检测

检测前低温箱应在稳定状态下运行。在低温箱特性点处放置温度传感器，待低温箱运行达到稳定状态时，开始读取温度传感器的示值，读数间隔为2 min，持续时间不少于30 min，按式（1）计算：

  ……………………… (1)

式中：

——特性点温度，℃；

——特性点处温度传感器测得的最小值，℃。

* + - 1. 特性点温度波动度的检测

特性点温度波动度的检测与特性点温度的检测同时进行，按式（2）计算：

 ……………………… (2)

式中：

——特性点温度波动度，℃；

——特性点处温度传感器的最高测量值，℃；

——特性点处温度传感器的最低测量值，℃。

* + - 1. 显示温度偏差的检测

按照7.2规定布置温度传感器，根据检测点的选择，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；布置温度传感器应准确快速，保证低温箱开门时间不大于2 min，如需要开门时间较长，应将温度传感器分次布放，每次开门时间间隔20min以上。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2 min，记录持续时间为2个温度控制周期或30 min。

显示温度偏差按式（3）计算：

 (3)

（4）

（5）

式中：

——显示温度偏差，℃；

**——显示温度平均值，℃；

——标准器的温度平均值，℃；

——传感器第i次的读数，℃；

——显示温度最高值，℃；

——显示温度最低值，℃；

——第j个传感器第i次的读数，℃；

——传感器个数；

*n* ——测量次数。

* + - 1. 温度均匀度的检测

温度均匀度的检测与显示温度偏差的检测可同时进行，按式（4）计算，取误差最大值

  ……………………… (6)

式中：

——温度均匀度，℃；

——设定温度，℃；

——每个测点温度，℃；

* 1. 检测结果的表达

检测结果应在检测证书上反映，检测证书应至少包括以下信息：

a) 标题：“检测证书”；

b) 实验室名称和地址；

c) 进行检测的地点（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（包括制造单位、名称、型号及编号）；

g) 进行检测的日期；

h) 检测所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

i) 本次检测所用测量标准的溯源性及有效性说明；

j) 检测环境的描述；

k) 各检测项目、检测结果及测量不确定度的说明；

l) 对检测规范的偏离的说明；

m) 检测证书或检测报告签发人的签名、职务或等效标识；

n) 检测人和核验人签名；

o）检测结果仅对被校对象有效性的声明；

P) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

* 1. 检测周期

检测时间的间隔由仪器使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定，因此，用户可根据实际使用情况决定检测时间间隔。

建议检测周期最长不超过为1年，使用特别频繁时应适当缩短。

1.

**附录A**
（资料性）
检测原始记录参考格式

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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 |  |
| 检测员 |  | 核验员 |  |
| 依据的技术文件： | 检测地点 |  |
| 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.检测结果

设定温度： 单位(℃)

|  |  |
| --- | --- |
|  通道次数 | 实测温度值 |
| 显示温度 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| …… |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| n |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 平均值 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 计算结果 | 特性点温度 | 温度波动度 | 显示温度偏差 | 温度均匀度 |
|  |  |  |  |
| 不确定度*U*(*k*=2) |  |  |  |  |

1. 传感器布点示意图

俯视图 主视图



立式分层低温箱测量点布点示意图



卧式低温箱测量点布点示意图

检测员： 核验员

附录B

（资料性）

检测证书内页参考格式

检测结果

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 检测项目 | 检测结果 | 不确定度*U*(*k*=2) |
| 特性点温度/℃ |  |  |
| 特性点温度波动度/℃ |  |  |
| 显示温度偏差/℃ |  |  |
| 温度均匀度/℃ |  |  |

附录C

（资料性）
特性点温度不确定评定示例

1.被校对象

卧式低温箱,分辨力0.1℃。

2.测量标准

四线制A级铂热电阻；多通道温度显示仪。

3.测量方法和模型

在空载条件下，根据本规范7.2.4对温度波动度进行校准。特性点位置为低温箱的几何中心。待低温箱达到稳定运行状态后开始记录标准器读数，间隔2min记录一次，共记录15次数据。

测量模型为公式：



式中：

——特性点温度波动度，℃；

——特性点处温度传感器的最高测量值，℃；

——特性点处温度传感器的最低测量值，℃。

4.标准不确定度分量

4.1 标准器A级铂热电阻引入的不确定度

在温度-150℃时，A级铂热电阻的允许误差为0.45℃。按均匀分布考虑，则铂热电阻引入的标准不确定度分量℃。

4.2多通道温度显示仪引入的不确定度

多通道温度显示仪允许误差为0.5℃，按均匀分布考虑，则多通道温度显示仪引入的标准不确定度分量℃。

4.3测量重复性引入的不确定度

15组测量数据如下表所示

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 测量值/℃ | -150.9 | -151.3 | -151.8 | -151.7 | -151.5 | -151.4 | -151.2 | -150.9 |
| 测量次数 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | / |
| 测量值/℃ | -151.3 | -151.0 | -151.6 | -151.7 | -152.1 | -151.8 | -151.5 | / |

对测量数据进行处理，得出15次测量结果的实验标准偏差s=0.35℃。

温度波动度取15次测量数据中最大值与最小值的差值，则=s=0.35℃。

标准器分辨力引入的不确定度为℃，小于重复性引入的不确定度，故忽略不计。

4.4标准器稳定性引入的不确定度

根据经验，标准器的年稳定性不大于0.08℃，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℃。

4.5标准不确定度分量汇总表

温度波动度不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度符号 | 不确定度来源 | 标准不确定度 |
|  | A级铂热电阻引入 | 0.26℃ |
|  | 多通道温度显示仪引入 | 0.29℃ |
|  | 测量重复性 | 0.35℃ |
|  | 标准器稳定性 | 0.05℃ |

5.合成标准不确定度

温度波动度合成标准不确定度

由于、、、相互独立，则合成标准不确定度为

==0.53℃

6.扩展不确定度

取包含因子*k*=2，温度波动度扩展不确定度为：℃

显示温度偏差不确定度评定示例

1.被校对象

卧式低温箱，分辨力0.1℃。

1. 测量标准

四线制A级铂热电阻；多通道温度显示仪。

3.测量方法和模型

卧式低温箱，校准点温度设定为-145℃，将9支传感器依次放置在低温箱中图1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15次数据。

测量模型为：

式中：

——显示温度偏差，℃；

——显示温度平均值，℃；

——标准器的温度平均值，℃；

4.标准不确定度分量

4.1 标准器A级铂热电阻引入的不确定度

在温度-145℃时，A级铂热电阻的允许误差为0.44℃。按均匀分布考虑，则铂热电阻引入的标准不确定度分量℃。

4.2多通道温度显示仪引入的不确定度

多通道温度显示仪允许误差为0.5℃，按均匀分布考虑，则多通道温度显示仪引入的标准不确定度分量℃。

4.3测量重复性引入的不确定度

9支传感器测量得到9组数据，每支传感器测量数据的实验标准偏差si（i=1～9）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 |
| si /℃ | 0.43 | 0.33 | 0.37 | 0.42 | 0.34 | 0.34 | 0.42 | 0.37 | 0.36 |

合并样本偏差可得℃

计算温度显示偏差时标准器测量值取显示温度的平均值与标准器的温度平均值之差的绝对值，则= =0.10℃

测量标准分辨力引入的不确定度为℃，小于重复性引入的不确定度，故忽略不计。

4.4测量标准稳定性引入的不确定度

根据经验，标准器的年稳定性不大于0.08℃，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℃。

4.5被测低温箱引入的不确定度

被测低温箱的显示值记录如表C.2：

表C.2 显示值记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 显示值/℃ | -145.0 | -145.3 | -145.3 | -145.5 | -145.7 | -145.5 | -145.3 | -145.2 |
| 测量次数 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | / |
| 显示值/℃ | -145.0 | -144.8 | -144.7 | -144.5 | -144.1 | -144.5 | -144.4 | / |

对测量数据进行处理，得出15次测量结果的实验标准偏差s=0.54℃，计算温度偏差时取15次测量的平均值，则=s/=0.14℃。

4.6标准不确定度分量汇总表

显示温度偏差不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度符号 | 不确定度来源 | 标准不确定度 |
|  | A级铂热电阻引入 | 0.25℃ |
|  | 多通道温度显示仪引入 | 0.29℃ |
|  | 测量重复性 | 0.10℃ |
|  | 标准器稳定性 | 0.05℃ |
|  | 被测低温箱 | 0.14℃ |

5.合成标准不确定度

显示温度偏差合成标准不确定度

由于、、、、相互独立，则合成标准不确定度为

==0.42℃

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：=0.9℃

温度均匀度测量结果不确定度评定示例

1.被校对象

卧式低温箱，分辨力0.1℃。

2.测量标准

四线制A级铂热电阻；多通道温度显示仪。

3.测量方法和模型

卧式低温箱，校准点温度设定为-145℃，将9支传感器依次放置在低温箱中图1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15次数据。

测量模型为：



式中：

——温度均匀度，℃；

——设定温度，℃；

——每个测点温度，℃；

4.标准不确定度分量

4.1 标准器A级铂热电阻引入的不确定度

在温度-145℃时，A级铂热电阻的允许误差为0.44℃。按均匀分布考虑，则铂热电阻引入的标准不确定度分量℃。

4.2多通道温度显示仪引入的不确定度

多通道温度显示仪允许误差为0.5℃，按均匀分布考虑，则多通道温度显示仪引入的标准不确定度分量℃。

4.3 测量重复性引入的不确定度

9支传感器测量得到9组数据，每支传感器测量数据的实验标准偏差si（i=1～9）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 |
| si /℃ | 0.43 | 0.33 | 0.37 | 0.42 | 0.34 | 0.34 | 0.42 | 0.37 | 0.36 |

合并样本偏差可得℃

计算温度均匀度时标准器测量值为设定温度与每个测点温度之差的绝对值，则==0.10℃

测量标准分辨力引入的不确定度为℃，小于重复性引入的不确定度，故忽略不计。

4.4测量标准稳定性引入的不确定度

根据经验，标准器的年稳定性不大于0.08℃，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℃。

4.5被测低温箱引入的不确定度

被测低温箱分辨力为0.1℃，则分辨力引入的不确定度为℃，温度均匀度计算时仅与低温箱设定值有关，与重复性无关，故= 0.03℃。

4.6标准不确定度分量汇总表

温度均匀度不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度符号 | 不确定度来源 | 标准不确定度 |
|  | A级铂热电阻引入 | 0.25℃ |
|  | 多通道温度显示仪引入 | 0.29℃ |
|  | 测量重复性 | 0.10℃ |
|  | 标准器稳定性 | 0.05℃ |
|  | 被测低温箱 | 0.03℃ |

5.合成标准不确定度

温度均匀度合成标准不确定度

由于、、、、相互独立，则合成标准不确定度为

==0.4℃

6.扩展不确定度

取包含因子*k*=2，温度均匀度测量结果的扩展不确定度为：

=0.8℃