

中华人民共和国工业和信息化部

电子计量技术规范

**JJF**(电子)0070─2021

表面离子污染度测试仪校准规范

Calibration Specification Of Surfaceion contamination tester

(报批稿)

2021-××-××发布 2021-××-××实施

**中华人民共和国工业和信息化部**发布

表面离子污染度测试仪

校准规范

Calibration Specification OfSurface ion contamination tester

For The ALSE Equivalent Field Strength Measurements

**JJF(电子)0070**─**2021**

归口单位：中国电子技术标准化研究院

主要起草单位：工业和信息化部电子第五研究所

参加起草单位：广州赛宝计量检测中心服务有限公司

本规范技术条文委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

张贝贝(工业和信息化部电子第五研究所)

谭艳清(工业和信息化部电子第五研究所)

易 伟(工业和信息化部电子第五研究所)

参加起草人：

申 策(广州赛宝计量检测中心服务有限公司)

陈 诚(广州赛宝计量检测中心服务有限公司)

目 录

[引言 II](#_Toc73974656)

[1范围 1](#_Toc73974657)

[2引用文件 1](#_Toc73974658)

[3术语和计量单位 1](#_Toc73974659)

[3.1表面离子污染 1](#_Toc73974660)

[3.2表面离子污染度 1](#_Toc73974661)

[4概述 1](#_Toc73974662)

[5计量特性 1](#_Toc73974663)

[5.1表面离子污染度示值误差 1](#_Toc73974664)

[5.2 电导率示值误差 1](#_Toc73974665)

[5.3 温度示值误差 1](#_Toc73974666)

[6 校准条件 2](#_Toc73974667)

[6.1环境条件 2](#_Toc73974668)

[6.2测量标准及其它设备 2](#_Toc73974669)

[7 校准项目和校准方法 2](#_Toc73974670)

[7.1校准前准备 2](#_Toc73974671)

[7.2外观检查 2](#_Toc73974672)

[7.3表面离子污染度示值误差 2](#_Toc73974673)

[7.4电导率示值误差 3](#_Toc73974674)

[7.5温度示值误差 3](#_Toc73974675)

[8校准结果表达 3](#_Toc73974676)

[9复校时间间隔 4](#_Toc73974677)

[附录A 原始记录格式 5](#_Toc73974678)

[附录B 校准证书内页格式 6](#_Toc73974680)

[附录C 萃取液的制备 7](#_Toc73974682)

[附录D 氯化钠标准溶液配制 8](#_Toc73974684)

[附录E 不确定度评定示例 9](#_Toc73974686)

# 引言

本规范依据JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》和JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编写。

本规范为首次发布。

表面离子污染度测试仪校准规范

# 1范围

本校准规范适用于表面离子污染度测试仪的校准。

# 2引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 4677-2002 印制板测试方法(Test methods of printed boards)。

注：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表面离子污染Surface ion contamination

表面离子污染是指印制电路板表面堆积了以离子形式出现的残留物。这些残留在印制电路板表面的离子，通常是有极性的，可能在[线路板](https://baike.baidu.com/item/%E7%BA%BF%E8%B7%AF%E6%9D%BF/3832594" \t "_blank)上引起电气化学效应。

## 3.2表面离子污染度Ion contamination index

表面离子污染度测试仪通常以μg EqNaCl/表示表面离子污染度，等同于每平方厘米电路板上残留氯化钠的质量，在校准过程中表面离子污染度单位以μg/表示。

# 4概述

表面离子污染度测试仪主要应用于印制电路板表面离子浓度测量，其测量原理是将印制电路板浸入异丙醇/去离子水混合的测试溶液，萃取其表面的离子至溶液中，通过电阻率或电导率传感器测量萃取液中的电导率值，将电导率转化为对应单位面积上氯化钠质量(μgEqNaCl/)，测试仪显示电导率-时间和表面离子污染度-时间的实时曲线。测量时仪器的试样槽选用异丙醇/去离子水为萃取液，通过温度控制系统和搅拌系统使萃取液达到设定温度(一般为20℃)，待温度稳定后开始测量。

# 5计量特性

## 5.1表面离子污染度示值误差

测量范围：(0.1~20) μg/，最大允许误差：±10%。

## 5.2 电导率示值误差

测量范围：(0.1~1000)μS/cm，最大允许误差：±2.5%。

## 5.3 温度示值误差

测量范围：(5~50)℃，温度最大允许误差：±0.5℃。

注：(1) 5.1~5.3中的指标范围要求仅供参考，不作为合格与否的判据。

(2) 对于电导率传感器不能取出的仪器，5.2项不作为校准项目。

# 6 校准条件

## 6.1环境条件

6.1.1 环境温度：(20±5)℃，校准期间温度波动度2h内不超过±2℃。

6.1.2 环境相对湿度：不大于85%RH。

6.1.3 周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动，不存放与实验不相关的易燃易爆和腐蚀性气体或试剂。

## 6.2测量标准及其它设备

6.2.1 国家有证标准物质：氯化钠纯度标准物质，其扩展不确定度优于0.1%；氯化钾溶液标准物质，其扩展不确定度优于2%。

6.2.2 电子天平：测量范围：(0~200)g, 分度值0.1mg，符合Ⅰ级要求；

6.2.3 容量瓶：100mL, 符合A级要求；

6.2.4 单标线吸量管： 1mL，符合A级要求；

6.2.5 精密温度计：分辨率不大于0.1℃，最大允许误差：±0.1℃；

# 校准项目和校准方法

## 7.1校准前准备

配制高、中、低三种不同质量浓度(推荐为1.6g/L，4.0g/L和16.0g/L)的氯化钠水溶液待用。在校准过程中，可根据实际使用情况，配置其它浓度溶液进行校准。按照仪器操作要求预热仪器，加入萃取液，萃取液制备可以参考附录C中的步骤，待仪器稳定后，按照说明书操作过程对仪器进行标定，再进行以下项目校准。

## 7.2外观检查

仪器应有名称、型号、仪器编号、制造厂名、出厂日期等内容，无影响校准结果准确度的因素和缺陷。

## 7.3表面离子污染度示值误差

取按7.1项目配置的三个不同浓度的标准溶液，用移液管量取1mL溶液，加入试验槽中，设定测试面积为400cm2，仪器稳定后，每个浓度重复测量三次，记录仪器测量值，取平均值。按照式(1)和(2)计算表面离子污染度测试仪示值误差。

(1)

(2)

式中：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | — | 示值误差； |
|  | — | 测量平均值，μg/cm2； |
|  | — | 标准值，μg/cm2； |
|  | — | 氯化钠溶液浓度，μg/mL； |
|  | — | 取样体积，mL。 |

## 7.4电导率示值误差

选取符合量程要求的两种氯化钾标准物质(标准值建议为84.0μS/cm和147.6μS/cm)，放置25℃恒温水浴中半小时，将电导率传感器放至溶液中，稳定后记录测量结果分别为和, 重复操作测量三次，取平均值和，按公式(3)计算测量两种标准溶液的示值误差。

(3)

式中：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | — | 电导率示值误差； |
|  | — | 测量平均值，μS/cm； |
|  | — | 标准值，μS/cm。 |

## 7.5温度示值误差

选取10℃、20℃和30℃三个温度点进行测量。设定测量温度点，将精密温度计放入样品槽中心位置，待示值稳定后记录精密温度计示值，同时记录仪器显示值，每个温度重复测量三次，取仪器示值与标准值的平均值之差。按(4)式计算温度测量示值误差：

(4)

式中：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | — | 示值误差，℃； |
|  | — | 仪器示值，℃； |
|  | — | 测量平均值，℃。 |

# 8校准结果表达

校准后，出具校准证书。校准证书应至少包含以下信息：

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)证书或报告的唯一性标识(如编号)，每页及总页数的标识；

e)客户的名称和地址；

f)被校准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)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

复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定，一般建议为1年。

# 附录A

# 原始记录格式

送校单位： 原始记录编号：

仪器名称： 仪器型号：

仪器编号： 制造厂商：

环境温度： ℃ 环境湿度： %RH

使用标准器信息：

A.1外观检查：

A.2 工作正常性检查：

A.3表面离子污染度示值误差

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 溶液浓度/(μg/mL) | 进样体积/(mL) | 面积/(cm2) | 标准值/(μg/cm2) | 测量值/(μg/cm2) | | | 平均值/(μg/cm2) | 示值误差/(%) |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

A.4电导率示值误差

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准值/(μS/cm) | 测量值/(μS/cm) | | | 平均值/(μS/cm) | 示值误差/(%) |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

A.5温度示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设定值/(℃) | 测量值/(℃) | 仪器示值/(℃) | 示值误差/(℃) |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

# 附录B

# 校准证书内页格式

B.1 外观及工作正常性检查

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 检查结果 |
| 外观检查 |  |
| 工作正常性检查 |  |

B.2表面离子污染度示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 标准值/(μg/cm2) | 实测值/(μg/cm2) | 误差/(%) | 不确定度/(%) (*k*=2) |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.3 电导率示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 标准值/(μS/cm) | 实测值/(μS/cm) | 误差/(%) | 不确定度/(%) (*k*=2) |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

B.4 温度示值误差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 设定值/(℃) | 测量值/(℃) | 仪器示值/(℃) | 误差/(℃) | 不确定度/(℃)  (*k*=2) |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

# 附录C

# 萃取液的制备

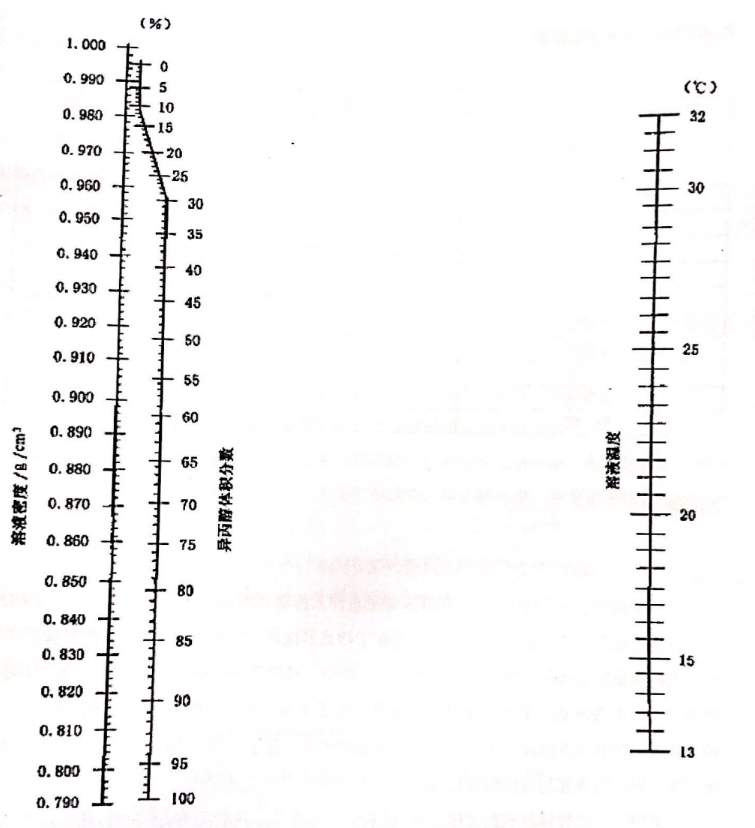
C.1配萃取液

萃取液一般需要加到仪器的0水位(在仪器预热温度下)，液位板一般在水箱侧壁，可通过水位观察口看到。要求工作时液位处于上水位和下水位之间。

萃取液由3：1的异丙醇和去离子水组成，在初次配取萃取液时，按这个比例配好的萃取液直接注入到水箱中即可。在使用一段时间后，液位会下降，这主要是异丙醇和水的挥发造成的。异丙醇溶液挥发，液位下降对测量准确度有影响，因此需要按照组成比例补充异丙醇和水至最低液位刻度。

C.2异丙醇与水的比例计算

参考GB/T 4677-2002中10.2.6.3条要求，将比重计(量程：0.8～1.0)轻轻放入萃取液中，读取萃取液面与比重计交接处的读数，该读数即为当前温度下的萃取液比重。参考图C.1异丙醇溶液质量浓度计算图解进行计算。该图最右边的刻度线为当前萃取液温度，最边的刻度线是读取的比重计读数。在温度和比重计读数两点间比划一条直线，与中间的折线的交叉点即为异丙醇在溶液中所占的百分比。该百分比允许有±2%的误差，即异丙醇的体积比例在(73～77)%之间。



图C.1 异丙醇溶液质量浓度计算图解

# 附录D

# 氯化钠标准溶液配制

使用电子天平称取一定量的氯化钠固体标准物质，转移至玻璃烧杯中，随后加入20mL去离子水，使用玻璃棒不断搅拌至氯化钠完全溶解，将溶液完全转移至100mL容量瓶中，加入去离子水定容。校准中推荐使用1.6g/L，4.0g/L和16g/L三种浓度的标准溶液，也可以根据实际情况选择配制其他浓度。下表是三种浓度对应的表面离子污染度值。

表D.1 氯化钠标准物质浓度对应表面离子污染度值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 质量浓度/(g/L) | 表面离子污染度/(μg/cm2) |
| 1 | 1.6 | 0.4 |
| 2 | 4.0 | 1.0 |
| 3 | 16 | 1.6 |

# 附录E 不确定度评定示例

表面离子污染度测试仪示值误差测量结果的不确定度评定

1. 概述

1.1测量依据： JJF1059.1-2012《测量结果不确定度评定与表示》

1.2 被测对象：表面离子污染度测试仪

1.3 测量方法：仪器依据规程进行示值误差的校准，依次加入高、中、低不同浓度氯化钠标准溶液。记录仪器稳定后的示值，每个浓度依次测量三次，计算仪器各浓度点的示值误差。

2. 不确定度来源

不确定度来源主要是环境条件、人员操作和被校仪器等各种随机因素，标准物质引入的标准不确定度，电子天平称量、稀释溶液和移取溶液引入的不确定度。

3. 测量模型

式中：

—示值误差；

—三次测量结果平均值, μg/cm2；

—标准浓度值, μg/cm2。

4. 不确定度传播率与灵敏系数

输入量测量结果平均值与标准值相互独立，所以不确定度传播律为：

其中：，。

5. 标准不确定度评定

5.1标准不确定度的评定

输出量的不确定度来源主要是环境条件、人员操作和被校仪器等各种随机因素，可以通过连续测量得到测量列，采用A类评定方法进行评定。

选用一台离子污染度测试仪进行实验，选用浓度为1.6g/L、4 g/L和6.4g/L的氯化钠标准溶液(配制100mL)，取样体积均为1mL，测试面积设定为400cm2,对应标准值分别为在相同条件下对仪器进行重复测量，测得数据如下表1所示。

表1重复测量结果数据表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 氯化钠含量/(μg/cm2) | 示值(μg/cm2) | | | | | |
| 4 | 4.1 | 4.0 | 3.8 | 3.8 | 3.9 | 4.0 |
| 10 | 9.9 | 9.8 | 9.7 | 10.1 | 9.8 | 9.8 |
| 16 | 16.1 | 16.0 | 15.9 | 15.6 | 15.8 | 15.7 |

由表1，根据公式和计算各点算术平均值和标准偏差。按规程要求，每个校准点重复测量三次，取算术平均值作为仪器示值，因此n=3，, 计算结果如表2所示。

表2重复性引入不确定度明细表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 氯化钠含量/(μg/cm2) | /(μg/cm2) | *s*/(μg/cm2) | /(μg/cm2) |
| 4 | 3.9 | 0.12 | 0.07 |
| 10 | 9.9 | 0.14 | 0.08 |
| 16 | 15.9 | 0.19 | 0.11 |

5.2 标准不确定度*u*()的评定

输入量的不确定度主要来源于氯化钠标准物质的不确定度，称量过程中天平引入的不确定度，溶液稀释过程中引入的不确定度和取样过程中移液器引入的不确定度。

5.2.1氯化钠标准物质的不确定度

上述实验中所采用的氯化钠标准物质的相对扩展不确定度为，包含因子*k*=2。当称量量为m/(g)时，则可得

5.2.2 称量过程中天平引入的标准不确定度

样品称量过程中使用的天平检定分度值为0.0001g，量程为(0~120)g，查阅电子天平证书

可知，在0.1g检定点，天平最大允许误差为0.00005g，按照均匀分布，包含因子*k*=，则：

5.2.3 稀释过程中容量瓶引入的标准不确定度

对于100mL A级容量瓶，其允差为±0.1mL，按照均匀分布，包含因子*k*=，当称量量为m/(g)时，则：

5.2.4 取样过程中单标线吸量管引入的标准不确定度

对于1mL单标线吸量管，其允差为±0.007mL，即0.7%，按照均匀分布，包含因子*k*=，当称量量为m/(g)时，则：

由于上述分量相互独立，故输入量的不确定度为：

三个测量点的不确定度分量结果见表3

表3 不同浓度点的标准不确定度

|  |  |
| --- | --- |
| 标准值/(μg/cm2) | /(μg/cm2) |
| 4 | 0.07 |
| 10 | 0.08 |
| 16 | 0.1 |

5.3 合成标准不确定度的评定

5.3.1 标准不确定度分量汇总表

输入标准量的标准不确定度分量汇总于表4。

表4标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度 | 不确定度来源 | 标准不确定度值/(μg/cm2) | 灵敏系数 | /(μg/cm2) |
| *u*() | 环境条件、人员操作和被校仪器等各种随机因素 | 4μg/cm2: 0.07  10μg/cm2: 0.08  16μg/cm2: 0.11 |  | 4μg/cm2: 0.018  10μg/cm2: 0.008  16μg/cm2: 0.007 |
| *u*() | 标准物质的不确定度，溶液配置和移取因素 | 4μg/cm2: 0.07  10μg/cm2:0.08  16μg/cm2: 0.1 |  | 4μg/cm2: 0.017  10μg/cm2: 0.008  16μg/cm2: 0.006 |

5.3.2 合成标准不确定度

输入量和彼此独立不相关，因此：

合成标准不确定度见表5

表5 合成标准不确定度

|  |  |
| --- | --- |
| 标准值/(μg/cm2) |  |
| 4 | 0.024 |
| 10 | 0.011 |
| 16 | 0.009 |

6. 扩展不确定度的评定

取*k*=2 , 测量结果的扩展不确定度按下式计算：

扩展不确定度见表6：

表6 扩展标准不确定度

|  |  |
| --- | --- |
| 标准值/(μg/cm2) | (*k*=2) |
| 4 | 4.8% |
| 10 | 2.2% |
| 16 | 1.8% |

电导率示值误差测量结果不确定度评定

1. 概述

1.1测量依据： JJF1059.1-2012《测量结果不确定度评定与表示》

1.2 被测对象：表面离子污染度测试仪

1.3 测量方法：仪器依据规程进行示值误差的校准，分被测量两种不同标准值的氯化钾标准溶液。记录仪器稳定后的示值，每个浓度依次测量三次，计算仪器各浓度点的示值误差。

1. 不确定度来源

不确定度来源主要是环境条件、人员操作和被校仪器等各种随机因素，标准物质引入的标准不确定度，电子天平称量、稀释溶液和移取溶液引入的不确定度。

1. 测量模型

式中：

—示值误差；

—三次测量结果平均值, μS/cm；

—标准溶液的浓度值, μS/cm。

1. 不确定度传播率与灵敏系数

输入量测量结果平均值与标准值相互独立，所以不确定度传播律为：

其中：，。

1. 标准不确定度评定

5.1 输入量引入的标准不确定度

引入的标准不确定度由两部分组成：重复性测量引入不确定度 和分辨率引入的不确定度。

5.1.1重复性测量引入不确定度

选用标准值为84μS/cm的标准物质，用电导率传感器重复测量6次，计算单次测量的标准偏差即为，具体结果见表7

表7 重复性测量引入的不确定度结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准值/(μS/cm) | 测量值/(μS/cm) | | | 平均值/(μS/cm) | 标准偏差/(μS/cm) | /(μS/cm) |
| 84 | 82.5 | 82.6 | 83.5 | 83.1 | 0.92 | 0.53 |
| 83.7 | 81.8 | 84.3 |

5.1.2 分辨率引入的不确定度

仪器分辨率为0.1μS/cm，考虑为均匀分布，其引入的不确定度为：

由于大于，故

5.2输入量引入的标准不确定度

输入量是标准物质定值引入的不确定度，可以有标准物质证书信息得到，(*k*=2),则

1. 合成标准不确定度

灵敏系数，

由于输入量互不相关，合成标准不确定度为

1. 扩展不确定度

取*k*=2, 扩展不确定度计算如下：

温度示值误差测量结果不确定度评定

1.概述

1.1测量依据： JJF1059.1-2012《测量结果不确定度评定与表示》

1.2 被测对象：表面离子污染度测试仪

1.3 测量方法：仪器依据校准规程进行示值误差的校准，测量温度范围(10~30)℃，记录仪器稳定后的示值，每个温度点依次测量三次，计算仪器各浓度点的示值误差。

2.测量模型

式中：

—温度测量结果示值误差，℃；

—仪器显示值，℃；

—三次测量结果平均值，℃。

3.不确定度传播律和与灵敏系数

各输入量相互独立，所以不确定度传播律为：

其中：=1，=-1

4.标准不确定度评定

4.1标准不确定度的评定

输出量的不确定度来源主要是环境条件、人员操作和被校仪器等各种随机因素，包括测量重复性与仪器分辨力两部分。

4.1.1 测量重复性引入的不确定度

选用一台离子污染度测试仪进行实验。测量温度点为10℃，20℃，30℃，在相同条件下对仪器进行重复测量，测得数据如下表1所示。

表1重复性测量结果数据表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 设定值(℃) | 测量值1/(℃) | 测量值2/(℃) | 测量值3/(℃) | 测量值4/(℃) | 测量值5/(℃) | 测量值6/(℃) |
| 10.0 | 10.1 | 10.2 | 10.1 | 10.1 | 10.2 | 10.2 |
| 20.0 | 20.2 | 20.2 | 20.3 | 20.3 | 20.2 | 20.2 |
| 30.0 | 30.2 | 30.2 | 30.1 | 30.2 | 30.2 | 30.1 |

由表1，根据公式和计算各点算术平均值和相对标准偏差。按规程要求，每个校准点重复测量三次，取算术平均值作为仪器示值，因此n=3，计算结果如表2所示。

表2重复性引入不确定度分量明细表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设定值/(℃) | *T*/ (℃) | *s*/(℃) | /(℃) |
| 10 | 10.2 | 0.055 | 0.032 |
| 20 | 20.2 | 0.052 | 0.030 |
| 30 | 30.2 | 0.052 | 0.030 |

4.1.2 仪器分辨率引入的不确定度分量

被校准仪器的分辨率为0.1℃，考虑为均匀分布，包含因子，分辨率引入的不确定度为：

由于大于，故

不同温度点的见表3

表3不同温度的标准不确定度

|  |  |
| --- | --- |
| 设定值/(℃) | / (℃) |
| 10 | 0.032 |
| 20 | 0.030 |
| 30 | 0.030 |

4.2 标准不确定度()的评定

输入量的不确定度主要来源于标准温度计引入的不确定度。上述实验中所采用的标准温度计的扩展不确定度为，包含因子*k*=2。则可得

。

4.3 标准不确定度分量汇总表

输入标准量的标准不确定度分量汇总于表4。

表4标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度*u*(xi) | 不确定度来源 | 标准不确定度值 | 灵敏系数 |  |
| *u*() | 环境条件、人员操作和被校仪器等各种随机因素 | 10℃：0.032℃  20℃：0.030℃  30℃：0.030℃ | =1 | 10℃：0.032℃  20℃：0.030℃  30℃：0.030℃ |
| *u*() | 标准温度计的不确定度 | 0.0015℃ | =-1 | 0.0015℃ |

5.合成标准不确定度

输入量和彼此独立不相关

因此：

合成不确定度见表5。

表5不同温度的合成不确定度

|  |  |
| --- | --- |
| 设定值/(℃) | / (℃) |
| 10 | 0.032 |
| 20 | 0.030 |
| 30 | 0.030 |

6.扩展不确定度

取*k*=2, 测量结果的扩展不确定度有计算，扩展不确定度计算结果见表6。

表6不同温度的合成不确定度

|  |  |
| --- | --- |
| 设定值/(℃) | / (℃) |
| 10 | 0.1 |
| 20 | 0.1 |
| 30 | 0.1 |