

××××－××－××实施

旋转蒸发器校准规范

Calibration Specification for Rotary evaporators

（报批稿）

××××－××－××发布

中华人民共和国工业和信息化部

兵工民品计量技术规范

**JJF**（兵工民品） 0010－2021

布

发

中华人民共和国工业和信息化部

旋转蒸发器校准规范

**Calibration Specification for Rotary evaporators**

**JJF**（兵工民品）0010－2021

归 口 单 位：中国兵器工业标准化研究所

主要起草单位：辽沈工业集团有限公司

参加起草单位：郑州长城科工贸集团有限公司

国防科技工业2111二级计量站

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：

于良宝（辽沈工业集团有限公司）

王 巍（辽沈工业集团有限公司）

姜春红（辽沈工业集团有限公司）

参加起草人：

何洪泽（郑州长城科工贸集团有限公司）

涂 威（国防科技工业2111二级计量站）

刘 超（国防科技工业2111二级计量站）

齐 迹（国防科技工业2111二级计量站）

郑 值（国防科技工业2111二级计量站）

任建荣（国防科技工业2111二级计量站）

目 录

引言 [（I）](#_Toc39757274)

[1 范围 （1](#_Toc75180046)）

[2 引用文件 （1](#_Toc75180048)）

[3 术语和计量单位 （1](#_Toc75180052)）

[3.1 旋转蒸发器 （1](#_Toc75180054)）

[4 概述 （1](#_Toc75180055)）

[5 计量特性 （2](#_Toc75180056)）

[5.1　外观 （2](#_Toc75180057)）

[5.2 计量性能 （2](#_Toc75180058)）

[6 校准条件 （2](#_Toc75180061)）

[6.1 环境条件 （2](#_Toc75180062)）

[6.2 校准用设备 （2](#_Toc75180063)）

[7 校准项目和校准方法 （2](#_Toc75180064)）

[7.1 校准项目 （2](#_Toc75180065)）

[7.2 校准方法 （2](#_Toc75180066)）

[8 校准结果表达 （5](#_Toc75180067)）

[9 复校时间间隔 （5](#_Toc75180068)）

[附录A 原始记录格式 （6](#_Toc75180069)）

[附录B 校准证书内页格式 （8](#_Toc75180071)）

[附录C 转速误差测量不确定度评定示例 （9](#_Toc75180072)）

[附录D 温度偏差测量不确定度评定示例 （12](#_Toc75180073)）

[附录E 温度均匀性测量不确定度评定示例 （16](#_Toc75180074)）

引 言

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

本规范为首次发布。

旋转蒸发器校准规范

* 1. 范围

本规范适用于旋转蒸发器的校准。

* 1. 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF1001－2011 通用计量术语及定义

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。

* 1. 术语和计量单位

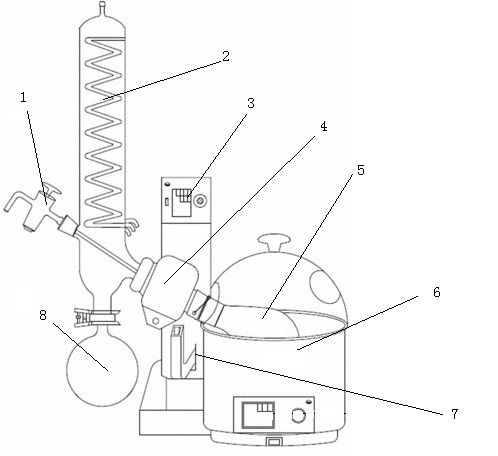
JJF1001－2011界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1 旋转蒸发器 rotary evaporator

用于常压或减压条件下连续或非连续蒸馏易挥发性溶剂的一种蒸发仪器。

* 1. 概述

旋转蒸发器原理为在常压或减压条件下，恒温加热，使蒸发烧瓶恒速旋转，物料在瓶壁形成大面积薄膜，高效蒸发，溶媒蒸气经冷凝器冷却，回收于收集瓶中。旋转蒸发器主要用于化学、化工和生物制药等行业的浓缩、结晶、提纯、分离及溶媒回收。旋转蒸发器结构主要由旋转马达、恒温浴锅、冷凝管、冷凝样品收集瓶、蒸发烧瓶升降装置等组成，结构见图1。



1—加料阀；2—冷凝管；3—控制面板；4—旋转马达；5—蒸发烧瓶；

6—恒温浴锅；7—蒸发烧瓶升降装置；8—收集瓶

图1 旋转蒸发器结构图

* 1. 计量特性

5.1　外观

旋转蒸发器不应有影响正常工作的机械损伤，玻璃组件不应有裂缝，碎裂，损坏的现象。各控制开关工作正常，旋蒸蒸发器运转应无异常振动和噪声。

5.2 计量性能

5.2.1　转速误差：通常不超过±3r/min。

5.2.2　计时误差：通常不超过±5s/10min。

5.2.3 温度偏差：通常不应超过±1℃。

5.2.4 温度均匀性：通常不应超过2℃。

5.2.5 温度波动性：通常不应超过±2℃。

* 1. 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：（10～30）℃。

6.1.2 环境湿度：不大于85% RH。

6.1.3 周围应无强烈振动及腐蚀性气体存在，应避免其他冷热源的影响。

6.2 校准用设备

6.2.1 非接触式转速表：准确度等级0.1级。

6.2.2 电子秒表：最大允许误差±0.07s/10min。

6.2.3 多路测温装置：

a） 温度传感器5只（防水四线制铂电阻）：准确度等级不低于A级；

b） 温度显示/记录仪应满足以下要求：

1） 通道数满足实际布点要求；

2） 分辨力不低于0.01℃；

3） 准确度等级：0.02级。

* 1. 校准项目和校准方法

# 校准项目

旋转蒸发器校准项目为外观检查、转速误差、计时误差、温度偏差、温度均匀性、温度波动性。

# 校准方法

7.2.1 外观检查

采用目视方法检查，应符合5.1规定。

7.2.2 转速误差

在蒸发瓶和恒温浴锅中装入适当量的水和恒温介质，将转速表反光膜贴于蒸发瓶外侧，且在蒸发瓶旋转过程中反光膜不得浸入液体。开启蒸发瓶旋转马达，调节旋钮转速，分别选择测量范围内高、中、低3个转速点，设置蒸发瓶相应转速为*n*o。开启转速表，将转速表对准蒸发瓶上的反光膜，稳定后，每隔1min读取一次转速表示值，共读取3次，计算3次的平均值*n̅* ，转速误差计算公式见公式（1）。

*W*=*n*o-*n̅* （1）

式中：

*W* ——转速误差，r/min；

*n*o ——转速设定值，r/min；

*n̅* ——转速表的转速测量平均值，r/min。

取3个转速点测量误差的最大值作为旋转蒸发器的转速误差。

7.2.3 计时误差

将旋转蒸发器运行时间*T*0设定10min或客户要求的时间，同时开启旋转蒸发器及电子秒表的计时功能，达到设定时间的同时，读取电子秒表的示值，重复3次测量，计算3次测量结果的平均值*T̅*，计时误差∆*T*计算见公式（2）。

∆*T*=*T*0-*T̅* （2）

式中：

∆*T* ——计时误差，s；

*T*0 ——设定时间，s；

*T̅* ——3次电子秒表读数平均值，s。

7.2.4 温度偏差

恒温浴锅在空载状态下，使用温度传感器和温度显示记录仪组成多路测温装置为测量标准。温度传感器布置如图2所示，连接温度显示记录仪。О点位于恒温浴锅工作区的几何中心，其余各测温点到恒温浴锅内壁的距离为恒温浴锅内壁直径（或恒温浴锅内壁各自边长）的1/10，最小距离不小于20mm，位于恒温浴锅液位中层工作区域位置。将恒温浴锅温度分别设定在温度范围高、中、低的不同温度点或客户要求的温度点上进行温度测量。在每个温度测量点上，恒温浴锅升到设定温度并稳定10min后，开始测量。在30min内每隔3min钟测量1次，共测量11次，将各测温点的温度值记录在原始记录中。

在上述的实验数据测量中，恒温浴锅工作区几何中心点温度最大值、最小值与恒温浴锅温度设定值之差，按公式（3）、公式（4）分别计算温度上、下偏差。

 （3）

 （4）

式中：

∆*t*pmax——温度上偏差，℃；

∆*t*pmin——温度下偏差，℃；

 ——恒温浴锅工作区几何中心点（О点）11次测量的最大值，℃；

 ——恒温浴锅工作区几何中心点（О点）11次测量的最小值，℃；

 ——恒温浴锅工作区几何中心点（О点）温度修正值，℃；

 ——恒温浴锅温度设定值，℃。

A •

•B О •C •

D•

图2

7.2.5 温度均匀性

在7.2.4的实验数据测量中，各个测温点测得的温度平均值的最大值与最小值之差，按公式（4）计算温度均匀性。

 （4）

式中：

——温度均匀性，℃；

——各测温点11次测量平均值中的最大值，℃；

——各测温点11次测量平均值中的最小值，℃。

7.2.6 温度波动性

在7.2.4的实验数据测量中，在恒温浴锅工作区几何中心О点测得的最高温度与最低温度之差的一半做为温度波动中心点，在“±”区间内为温度波动性，按公式（5）计算温度波动性。

 （5）

式中：

——恒温浴锅温度波动性，℃；

——О点11次测量的最高温度值，℃；

——О点11次测量的最低温度值，℃。

* 1. 校准结果表达

1. 8.1 校准记录
2. 校准记录应尽可能详尽记录测量数据和测量结果，记录格式见附录A。
3. 8.2 校准证书
4. 校准结束后应出具校准证书，推荐校准证书内页格式见附录B。校准证书应准确、客观的报告校准结果。校准结果用校准数据的形式给出，并给出有关校准结果的测量不确定度，不确定度评定实例见附录C、附录D、附录E。校准证书至少包含以下信息：
5. a） 标题：“校准证书”；
6. b） 实验室名称和地址；
7. c） 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
8. d） 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
9. e） 客户的名称和地址；
10. f） 被校对象的描述和明确标识；
11. 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；
12. 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；
13. i） 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
14. j） 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
15. k） 校准环境的描述；
16. l） 校准结果及其测量不确定度的说明；
17. m） 对校准规范的偏离的说明；
18. n） 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；
19. o） 校准结果仅对被校对象有效的说明；
20. p） 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。
    1. 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。

附录**A**

原始记录格式

第 页 共 页

委托单位： 地址：

仪器名称： 仪器型号： 仪器编号：

制造厂商： 证书号：

校准环境温度： ℃ 相对湿度： % 校准地点：

校准用主要设备：

依据技术文件：

校准员： 核验员： 校准日期：

1.　外观检查

2.　转速示值误差

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 仪器设定值/（r/min） | 转速表示值/（r/min） | | | 平均值/（r/min） | 示值误差（r/min） |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 转速示值误差测量不确定度： | | | | | |

3.　计时误差

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 仪器时间设定值/S | 电子秒表读数/S | | | 平均值/S | 示值误差/S |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

附录**A**（续）

原始记录格式

第 页 共 页

4.　恒温浴锅温度

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 时间/min | 温度设定值： | | | | |
| 温度测量值/℃ | | | | |
| О | A | B | C | D |
| 1 | 0 |  |  |  |  |  |
| 2 | 3 |  |  |  |  |  |
| . | . |  |  |  |  |  |
| . | . |  |  |  |  |  |
| 11 | 30 |  |  |  |  |  |
| 平均值 | |  |  |  |  |  |
| 温度上偏差： 温度下偏差： 扩展不确定度（*U*，*k*=2）： | | | | | | |
| 温度均匀性： 扩展不确定度（*U*，*k* =2）： | | | | | | |
| 温度波动性： 扩展不确定度（*U*，*k* =2）： | | | | | | |
| 恒温浴锅温度测试点  布置图 | |  | | | | |

附录**B**

校准证书内页格式

证书编号：

Certificate No.

校准结果

Results of Calibration

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 校准结果 | 测量不确定度*U* （*k*=2） |
| 1 | 蒸发烧瓶转速示值误差 |  |  |
| 2 | 计时误差 |  | / |
| 3 | 温度偏差 | 上偏差： 下偏差： |  |
| 4 | 温度均匀性 |  |  |
| 5 | 温度波动性 |  |  |

说明：

1. 温度偏差：稳定状态下，工作区域几何中心点温度测量值的最大值、最小值与恒温浴锅温度设定值的差，称为温度上偏差和温度下偏差；

2. 温度均匀性：稳定状态下，工作区域内任意两点温度测量平均值的最大值与最小值的差；

3. 温度波动性：稳定状态下，工作区域规定时间间隔内几何中心点温度随时间的变化量。

校准员： 核验员：

Operator Inspector

附录**C**

转速误差测量不确定度评定示例

**C**.1 概述

以一台5L的旋转蒸发器作为被测量仪器为例，依据JJF1059.1－2012测量不确定度评定与表示对转速误差的测量不确定进行评定。

测量标准：非接触式转速表，分辨力0.1r/min。

**C**.2 转速误差测量数学模型

数学模型见公式（C.1）

*W*=*n*o-*n̅* （C.1）

式中：

*W*——转速误差；

*no*——转速设定值，r/min；

*n̅* ——转速测量平均值，r/min。

**C**.3 不确定度来源

影响转速误差测量不确定度因素：非接触式转速表准确度、转速测量重复性、非接触式转速表分辨力、转速设定分辨力。

**C**.4 标准不确定度分量评定

C.4.1 非接触式转速表准确度引入的标准不确定度

根据参考非接触式转速表的检定证书，转速表的准确度等级为0.1级，按均匀分布，按B类方法评定，所以非接触式转速表准确度引入的相对标准不确定度为：

=0.1%/=0.058%

C.4.2 转速测量重复引入的标准不确定度

在设定的50r/min的转速下，用非接触式转速表测量蒸发瓶转速，每隔1min测量一次，共测量10次，得到测量列如下（单位：r/min）：50.0、50.0、50.0、50.1、50.1、50.1、50.2、50.2、50.2、50.3。平均值为50.120r/min，利用贝塞尔公式计算实验标准偏差：

**×100%

=0.21%

实际测量时以3次测量的平均值作为测得值，则标准不确定度为：

==0.12 %

=0.14%

C.4.3 非接触式转速表分辨力引入的标准不确定度

非接触式转速表分辨力为0.1r/min，取区间半宽度为0.05r/min，按均匀分布处理，则标准不确定度为：

=×100%=0.058%

C.4.4 转速设定值分辨力引入的标准不确定度

非接触式转速表分辨力为0.1r/min，取区间半宽度为0.05r/min，按均匀分布处理，则标准不确定度为：

=×100%=0.058%

各标准不确定度分量汇总见表C.1中

**C**.1 标准不确定度分量一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 不确定度来源 | 不确定度 | 不确定度值/% |
| 1 | 转速表准确度 |  | 0.058 |
| 2 | 测量重复性 |  | 0.12 |
| 3 | 非接触式转速表分辨力 |  | 0.058 |
| 4 | 转速设定值分辨力 |  | 0.058 |

**C**.5 合成标准不确定度

由于各分量独立不相关，故蒸发瓶转速误差合成标准不确定度为：



**C**.6 扩展不确定度

取包含因子*k* =2，则蒸发瓶转速误差扩展不确定度为：

在转速为50r/min测量点：*U*=2×≈0.3%

附录**D**

温度偏差测量不确定度评定示例

**D**.1 概述

以一台5L的旋转蒸发器作为被测量仪器为例，按照图2布设温度点，进行温度测量。评定依据JJF1059.1－2012《测量不确定度评定与表示》。

测量标准：温度测量装置（由5只A级铂电阻温度传感器和温度显示记录仪组成）温度指示分辨力为0.01℃，测量时带修正值使用，温度修正值扩展不确定度为*U*=0.1℃ *k*=2。

**D**.2 温度偏差测量数学模型

数学模型见公式（D.1）和公式（D.2）

 （D.1）

 （D.2）

式中：

∆*t*pmax ——温度上偏差，℃；

∆*t*pmin ——温度下偏差，℃；

 ——恒温浴锅工作区几何中心点（О点）11次测量的最大值，℃；

 ——恒温浴锅工作区几何中心点（О点）11次测量的最小值，℃；

 ——恒温浴锅工作区几何中心点（О点）温度修正值，℃；

 ——恒温浴锅温度设定值，℃。

由于公式（D.1）、公式（D.2）含义相相似，现仅以温度上偏差为例进行不确定度评定。

**D**.3 不确定度来源

影响恒温浴锅温度上偏差测量不确定度因素有：测量重复性、温度测量装置分辨力、温度测量装置修正值、温度传感器短期稳定性、温度显示记录仪短期稳定性、温度设定分辨力。

**D**.4 输入量标准不确定度评定

D.4.1 测量重复性引入的标准不确定度分量的评定

恒温浴锅温度设定为60℃，进行重复性测量，共计10组，记录工作区域几何中心点每组测量的最大值，*t*1、*t*2、*t*3…*t*10，测量结果如表D.1表示。

表**D**.1 测量结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *k*（次数） | *tk*/℃ | *k*（次数） | *tk*/℃ |
| 1 | 60.90 | 6 | 60.90 |
| 2 | 60.85 | 7 | 60.91 |
| 3 | 60.72 | 8 | 60.86 |
| 4 | 60.78 | 9 | 60.84 |
| 5 | 60.82 | 10 | 60.70 |

根据公式（D.2）计算重复性引入的不确定度

** （D.3）

式中：

——测量重复性引入的标准不确定度，℃

*tk*——测量点（О点）第*k*次温度测量值，℃

 ——测量点（О点）10组温度测量平均值，℃

测量重复性引入的标准不确定度：

=0.074℃

D.4.2 温度测量装置分辨力引入的标准不确定度分量的评定

温度测量装置分辨力为0.01℃，取区间半宽度为0.005℃，按均匀分布处理，则标准不确定度为：

==0.003℃

D.4.3 温度测量装置修正值引入的标准不确定度分量的评定

根据证书，60℃时温度测量装置修正值的扩展不确定度为=0.1℃ *k*=2

则其引入的标准不确定度为：

==0.05℃

D.4.4 温度传感器短期稳定性引入的不确定度

根据经验，A级铂电阻在温度（0～100）℃的短期稳定性优于5mK（0.005℃），不确定度区间半宽0.0025℃，按均匀分布处理，则温度传感器短期稳定性引入的不确定度：

==0.0014℃

D.4.5 温度显示记录仪短期稳定性引入的不确定度

温度显示记录仪30min内的稳定性优于0.02℃，不确定度区间半宽0.01℃，按均匀分布处理，温度显示记录仪短期稳定性引入的不确定度：

==0.0058℃

D.4.6 温度设定值分辨力引入的不确定度

对于数字设定的温度控制器，设定值偏差来源于设定值的分辨力，被测恒温浴锅的温度设定值分辨力为0.1℃，不确定度区间为0.05℃，按均匀分布处理，温度设定值分辨力引入的不确定度：

==0.029℃

当测量重复性引入的不确定度大于被校准仪器分辨力引入的不确定度时，不再考虑分辨力引入的不确定度。

标准不确定度分量汇总表见表D.2

表**D**.2 标准不确定度分量一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 不确定度来源 | 符号 | ℃ |
| 1 | 测量重复性 |  | 0.074 |
| 2 | 温度测量装置分辨力 |  | 0.003 |
| 3 | 温度测量装置修正值 |  | 0.05 |
| 4 | 温度传感器短期稳定性 |  | 0.0014 |
| 5 | 温度显示记录仪短期稳定性 |  | 0.0058 |
| 6 | 温度设定值分辨力 |  | —— |

**D**.5 合成标准不确定度

由于各分量独立不相关，故温度上偏差合成标准不确定度为：

=0.09℃

**D**.6 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则温度上偏差测量扩展不确定度为：

*U* =2×=0.2℃

**D**.7 结果及不确定度报告

旋转蒸发器恒温浴锅温度上偏差：=0.9℃，温度上偏差测量的扩展不确定度：*U*=0.2℃，*k*=2。

附录**E**

温度均匀性测量不确定度评定示例

**E**.1 概述

以一台5L的旋转蒸发器作为被测量仪器为例，按照图2布设测温点，进行温度测量。评定依据JJF1059.1－2012《测量不确定度评定与表示》。

测量标准：温度测量装置（由5只A级铂电阻温度传感器和温度显示记录仪组成）温度指示分辨力为0.01℃，测量时带修正值使用，温度修正值扩展不确定度为*U*=0.1℃ *k*=2。

**E**.2 温度均匀性测量数学模型

数学模型见公式（E.1）

 （E.1）

公式（E.1）中：

——温度均匀性，℃；

 ——各测温点11次测量平均值中的最大值，℃；

——各测温点11次测量平均值中的最小值，℃。

**E**.3 不确定度来源

恒温浴锅温度均匀性不确定度主要来源于输入量和引入的不确定度分量。

影响与不确定度因素有：测量重复性、温度测量装置修正值、温度测量装置分辨力。

**E**.4 输入量标准不确定度评定

E.4.1 输入量**引入的标准不确定度的评定

E.4.1.1 测量重复性引入的标准不确定度分量的评定

恒温浴锅温度设定为85℃，进行重复性测量，共测量11次，用贝塞尔公式计算各测温点平均值实验标准偏差见公式（E.2），测量及计算结果见表E.1表示。

** （E.2）

式中：

*si* ——第*i*个测温点温度测量平均值实验标准偏差，℃

*tj* ——测量点第*j*次温度测量值，℃

 ——测量点11次温度测量平均值，℃

采用合并样本标准偏差来表示测量重复性，合并样本标准偏差按公式（E.3）计算：

** （E.3）

*sp*=0.046℃

式中：

*sp* ——合并样本标准偏差，℃

m ——测温点数目

表**E**.1 测量结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 设定温度：85℃ | | 温度测量值/℃ | | | | |
| 序号 | 时间/min | A | B | C | D | О |
| 1 | 0 | 85.2 | 85.5 | 85.1 | 85.0 | 85.0 |
| 2 | 3 | 85.2 | 85.5 | 85.1 | 85.1 | 84.8 |
| 3 | 6 | 85.2 | 85.6 | 85.1 | 85.2 | 84.8 |
| 4 | 9 | 85.3 | 85.6 | 85.3 | 85.2 | 84.9 |
| 5 | 12 | 85.3 | 85.6 | 85.3 | 85.3 | 84.9 |
| 6 | 15 | 85.4 | 85.6 | 85.3 | 85.3 | 85.1 |
| 7 | 18 | 85.4 | 85.7 | 85.4 | 85.5 | 85.2 |
| 8 | 21 | 85.5 | 85.7 | 85.5 | 85.5 | 85.3 |
| 9 | 24 | 85.5 | 85.8 | 85.5 | 85.6 | 85.2 |
| 10 | 27 | 85.4 | 85.8 | 85.4 | 85.6 | 85.2 |
| 11 | 30 | 85.3 | 85.7 | 85.3 | 85.4 | 85.1 |
| 平均值 | | 85.336 | 85.645 | 85.300 | 85.336 | 85.045 |
| 实验标准偏差*S* | | 0.112 | 0.104 | 0.148 | 0.201 | 0.175 |
| 平均值实验标准偏差 | | 0.034 | 0.031 | 0.045 | 0.061 | 0.053 |
| 温度均匀性 | | 0.6 | | | | |

E.4.1.2 温度测量装置修正值引入的标准不确定度分量的评定

根据证书，85℃时温度测量装置修正值的扩展不确定度为=0.1℃ *k*=2

则其引入的标准不确定度为：

==0.05℃

E.4.1.3 温度测量装置分辨力引入的标准不确定度分量的评定

温度测量装置分辨力为0.01℃，取区间半宽度为0.005℃，按均匀分布处理，则标准不确定度为

==0.003℃

E.4.1.4 由于测量重复性、测温装置修正值、分辨力引入的不确定度相互独立，所以：



=0.068℃

E.4.2 输入量**引入的标准不确定度评定

**引入的标准不确定度与**引入的标准不确定度相同。

=0.068℃

各标准不确定度分量汇总见表E.2。

表**E**.2 标准不确定度分量一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 不确定度来源 | 符号 | ℃ |
| 1 | 输入量 |  | 0.068 |
| 1.1 | 测量重复性 |  | 0.046 |
| 1.2 | 温度计修正值 |  | 0.05 |
| 1.3 | 温度计读数分辨力 |  | 0.003 |
| 2 | 输入量 |  | 0.068 |

**E**.5 合成标准不确定度

由于各分量独立不相关，故温度均匀性合成标准不确定度为：



==0.096℃

**E**.6 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则温度均匀性测量结果扩展不确定度为：

*U* =2×=2×0.096℃≈0.2℃

**E**.7 结果及不确定度报告

旋转蒸发器恒温浴锅温度85℃测温点均匀性：=0.6℃，温度均匀性测量不确定度：*U*=0.2℃，*k*=2。

**JJF （**兵工民品**） 0010**－**2021**

中华人民共和国工业和信息化部

兵工民品计量技术规范

旋转蒸发器校准规范

**JJF（兵工民品）0010－2021**

版权所有 不得翻印