

**JJF**(有色金属) 0004─2020

铝合金阳极氧化膜及有机聚合物膜用

喷磨试验仪校准规范

Calibration Specification for

abrasive jet test apparatus for Anodic Oxidation and Organic Polymer Coatings of Aluminum Alloy

（报批稿）

2020-××-××发布 2020-××-××实施

发布

中华人民共和国工业和信息化部

铝合金阳极氧化膜及有机聚合物膜用喷磨试验仪校准规范

Calibration Specification for abrasive jet test apparatus for Anodic Oxidation and Organic Polymer Coatings of Aluminum Alloy



JJF（有色金属）0004—2020

归 口 单 位：中国有色金属工业协会

主要起草单位：国标（北京）检验认证有限公司、西安汉唐分析检测有限公司、广东省工业分析检测中心、广东坚美铝型材厂（集团）有限公司、广东兴发铝业有限公司、山东南山铝业股份有限公司、东北轻合金有限责任公司。

本规范委托有色金属行业计量技术委员会进行解释

**本规范主要起草人：**

樊志罡（国标（北京）检验认证有限公司）

房永强（西安汉唐分析检测有限公司）

伍超群（广东省工业分析检测中心）

李成（国标（北京）检验认证有限公司）

郝雪龙（国标（北京）检验认证有限公司）

徐世光（广东坚美铝型材厂（集团）有限公司）

梁金鹏（广东兴发铝业有限公司）

臧伟 （山东南山铝业股份有限公司）

马金萍（东北轻合金有限责任公司）

余泽利（西安汉唐分析检测有限公司）

目录

[1 范围 1](#_Toc9115)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc5605)

[3 术语和计量单位 1](#_Toc2956)

[4 概述 1](#_Toc11765)

[5 计量特性 4](#_Toc17989)

[6 通用技术要求 4](#_Toc4156)

[7 计量器具控制 5](#_Toc18792)

[8 校准项目和校准方法 5](#_Toc18106)

[9 校准结果表达 6](#_Toc30065)

[10 复校周期 6](#_Toc20918)

[附录A校准原始记录参考格式 7](#_Toc11863)

[附录B校准证书内页参考格式 9](#_Toc8339)

[附录 C喷磨试验仪尺寸测量结果的不确定度评定 10](#_Toc23832)

[附录 D喷磨试验仪压力表测量结果的不确定度评定 13](#_Toc31863)

[附录 E喷磨试验仪时间计时器测量结果的不确定度评定 15](#_Toc30352)

引 言

本规范依据国家计量技术规范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》编制。

本规范是首次制定。

铝合金阳极氧化膜及有机聚合物膜用喷磨试验仪校准规范

* 1. 范围

本规范适用于新生产、使用中、修理后的铝合金阳极氧化膜及有机聚合物膜用喷磨试验仪（以下简称喷磨仪）的校准。

* 1. 规范性引用文件

本规范引用了下列文件：  
JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

GB/T 4957 非磁性基体金属上非导电覆盖层覆盖层厚度测量涡流法

凡注日期的引用文件，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
     1. 供料漏斗

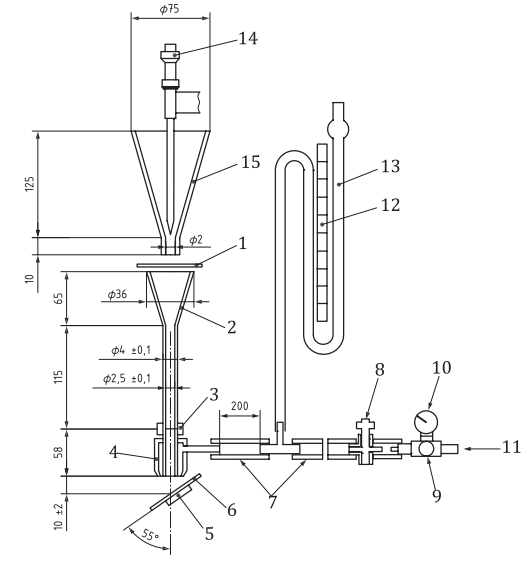
供料漏斗用于储存磨料，能以（20g/min~30g/min）±1g/min的速度供料。

* + 1. 计量单位

微米（μm），秒（s），毫米（mm），千帕（kPa）

* 1. 概述

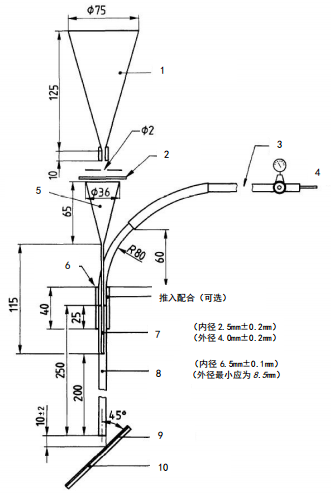
喷磨仪包括管路系统、控制系统、测量系统，用于铝合金阳极氧化膜和有机聚合物膜的耐磨性能试验，包括A型和B型两种。利用稳定的空气压力将磨料冲击到膜层表面，通过测量将膜层磨破或磨痕尺寸达到规定长度时所用的磨料质量或时间来表征膜层的耐磨性。图1给出了A型喷磨仪构造示意图，图2给出了B型喷磨仪构造示意图，图3给出了喷磨仪喷嘴的结构示意图，可以根据设备设计使用合理的结构尺寸。



说明：

|  |  |
| --- | --- |
| 1 ——阀门； | 9 ——控制阀； |
| 2 ——漏斗； | 10 ——压力表； |
| 3 ——接头； | 11 ——空气或惰性气体供应； |
| 4 ——喷嘴； | 12 ——刻度； |
| 5 ——支撑架； | 13 ——流量计； |
| 6 ——试样； | 14 ——磨料流量调节； |
| 7 ——导管； | 15 ——供料漏斗。 |
| 8 ——截止阀； |  |

图1 A型喷磨仪结构示意图



说明：

|  |  |
| --- | --- |
| 1 ——供料漏斗； | 6 ——金属套管； |
| 2 ——挡板； | 7 ——内管； |
| 3 ——压力计； | 8 ——外管； |
| 4 ——供气口； | 9 ——试样； |
| 5 ——漏斗； | 10 ——试样架。 |

图2 B型喷磨仪结构示意图

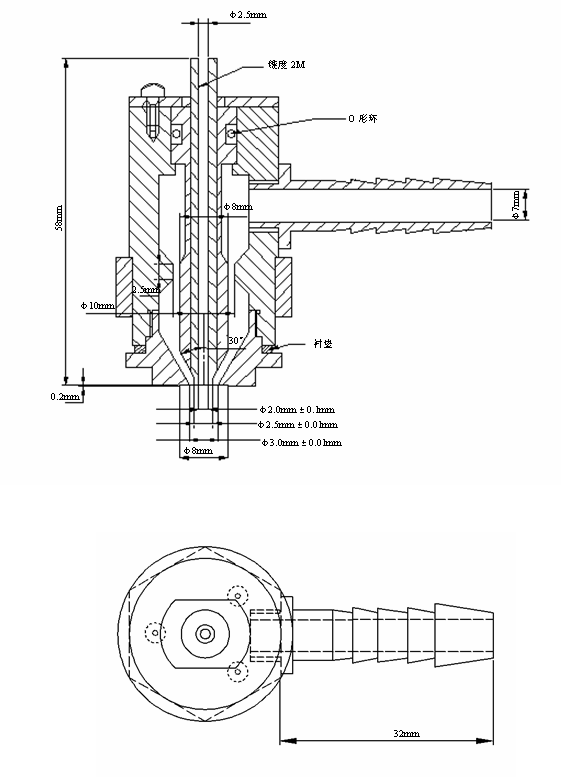


图3 喷磨仪喷嘴结构示意图

* 1. 计量特性
     1. 尺寸
        1. 供料漏斗直径75mm、高度125mm、出口内径2.0mm。
        2. 漏斗直径36mm、高度65mm、出口内径2.5mm。
        3. 外管长度250mm、外径不小于8.5mm。
        4. 喷嘴内径2.0mm。
        5. 尺寸最大允许误差为±1mm。
     2. 准确度等级及最大允许误差

喷磨仪的准确度等级及喷磨系数偏差应符合表1的要求。

表1 测量参数测量允差值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 准确度等级（级） | 1 | 2 |
| 喷磨系数偏差/% | ±3.0 | ±5.0 |

* 1. 通用技术要求
     1. 被校仪器应有完整的下列标识：仪器名称、型号、出厂编号、制造厂名、制造日期等。
     2. 被校仪器外形结构完好，所有紧固件均应安装牢固，无松动现象；各调节旋钮转动灵活，按键和开关均能正常工作，不应有影响仪器正常工作的机械损伤和缺陷。
     3. 被校仪器通电后各系统功能应正常，状态指示灯应指示正常。
  2. 计量器具控制
     1. 校准环境条件

喷磨仪应在温度23℃±3℃，相对湿度30%～80%的条件下进行校准。校准过程中温度波动不大于3℃。

* + 1. 校准用标准器
       1. 卡尺的分度值为0.02mm，测量范围上限200mm。
       2. 校准用阳极氧化膜标准样品应能溯源至国家基标准。
       3. 涡流测厚仪分度值为0.1μm，测量范围（0～1250）μm。
       4. 秒表分度值为0.1s，测量范围（0～9999.9）s。
  1. 校准项目和校准方法
     1. 尺寸

使用卡尺测量供料漏斗直径、供料漏斗高度、供料漏斗出口内径；漏斗直径、漏斗高度、漏斗出口内径；外管长度、外管外径；喷嘴内径。各尺寸重复测量三次，取测量三次平均值计算尺寸误差。

* + 1. 喷磨系数偏差
       1. 确定标准试样的磨损面。按GB/T 4957规定的方法，用涡流测厚仪测量磨损面的膜层厚度。将标准试样固定在试样支架上，其磨损面与喷嘴相对，试样支架为一个倾斜式平台，试样面与喷嘴的轴线成45°角。
       2. 在供料漏斗中加入磨料。
       3. 将试验气体的压强调整至选定值，一般情况下，试验气体压强为7.5kPa，磨料的流动和计时应同时进行，在整个校准周期内，应保证磨料喷射自如。
       4. 应密切注意标准试样，当磨损面中心出现一个小黑点，目视判断黑点的直径扩大至2mm时，应立即停止磨料喷射和计时器，结束试验。记录试验时间，用秒表示。
       5. 仪器的校正应使用同一标准试样测量6个位置，按照公式（1）计算喷磨系数K。

……………………………………………………（1）

式中：

*K*——喷磨系数，单位为微米每秒（μm/s）；

*d*s——标准试样上的磨损面膜层厚度，单位为微米（μm）；

*S*s——标准试样的耐磨性参数，单位为秒（s）。

* + - 1. 按照公式（2）计算喷磨系数偏差△K。

……………………………………（2）

式中：

——喷磨系数偏差，无量纲；

——标准试样的最大喷磨系数，单位为微米每秒（μm/s）；

——标准试样的最小喷磨系数，单位为微米每秒（μm/s）；

——标准试样的喷磨系数平均值，单位为微米每秒（μm/s）。

* 1. 校准结果表达

经校准的喷磨仪出具校准证书，校准结果应在校准证书上反应。校准证书应至少包括以下信息：

1. 标题：“校准证书”；
2. 实验室名称和地址；
3. 进行校准的地点（如与实验室的地址不同）；
4. 证书的唯一性标识，每页及总页数的标识；
5. 客户的名称和地址；
6. 被校对象的描述和明确标识；
7. 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受日期；
8. 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
9. 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
10. 校准环境的描述；
11. 校准结果及测量不确定度的说明；
12. 对校准规范的偏离的说明；
13. 校准证书签发人的签名或等效标识；
14. 校准结果仅对被校对象有效的声明；
15. 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。
    1. 复校周期

建议复校周期为1年。喷磨仪使用频繁时应适当缩短周期，在使用过程中喷磨仪经过修理、更换重要部件的需要重新校准。

**附录A**

校准原始记录参考格式

证书编号： 校准日期：

委托单位： 校准依据：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 被校设备信息 | | | | | | |
| 设备名称 |  | | 出厂编号 | |  | |
| 型号*/*规格 |  | | 设备编号 | |  | |
| 精度等级 |  | | 制造厂 | |  | |
| 校准地点 |  | | 环境条件 | | ℃ %RH | |
| 标准器信息 | | | | | | |
| 标准器名称 | 卡尺 | 阳极氧化膜标准样品 | | 涡流测厚仪 | | 秒表 |
| 标准器编号 |  |  | |  | |  |
| 证书编号 |  |  | |  | |  |
| 标准器型号 |  |  | |  | |  |
| 准确度等级 |  |  | |  | |  |
| 标准器有效期 |  |  | |  | |  |

校准结果：

一、外观：

二、尺寸

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 实测值/mm | | | 平均值/mm | 标准值/mm | 示值误差/mm |
| 1 | 供料漏斗直径 |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 供料漏斗高度 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 供料漏斗出口内径 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 漏斗直径 |  |  |  |  |  |  |
| 5 | 漏斗高度 |  |  |  |  |  |  |
| 6 | 漏斗出口内径 |  |  |  |  |  |  |
| 7 | 外管长度 |  |  |  |  |  |  |
| 8 | 外管外径 |  |  |  |  |  |  |
| 9 | 喷嘴内径 |  |  |  |  |  |  |

扩展不确定度：

三、喷磨系数偏差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 磨损时间/s | 膜厚/μm | 喷磨系数*K* | 喷磨系数偏差 |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
| 6 |  |  |  |

扩展不确定度：

校准人： 核验人：

**附录B**

**校准证书内页参考格式**

校准证书编号：

校准依据：

测量标准的名称、型号、编号、证书编号及有效期、准确度或不确定度及测量范围：

校准地点及环境条件：

校准结果：

1. 外观：
2. 尺寸：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 校准项目 | 校准结果 | 扩展不确定度 |
| 供料漏斗直径 |  |  |
| 供料漏斗高度 |  |  |
| 供料漏斗出口内径 |  |  |
| 漏斗直径 |  |  |
| 漏斗高度 |  |  |
| 漏斗出口内径 |  |  |
| 外管长度 |  |  |
| 外管外径 |  |  |
| 喷嘴内径 |  |  |

1. 喷磨系数偏差

以下空白

附录 C

喷磨试验仪尺寸测量结果的不确定度评定

**C.1 概述**

本次评定是对喷磨试验仪尺寸测量的示值误差校准结果的不确定度评定，本评定方法遵循JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》，评定所需条件如下：

C.1.1 测量依据：JJF(有色金属) XXXX─20XX；

C.1.2 环境条件：温度(20±5) ℃，相对湿度不超过80%RH；

C.1.3 测量标准：量程150mm，分辨力为0.01mm的数显卡尺；

C.1.4 被测对象：喷磨试验仪；

C.1.5 测量过程：使用数显卡尺对喷磨试验仪的供料漏斗进行测量。受测点不少于均匀分布的6点。

C.1.6 评定结果的使用：在符合上述条件下的测量结果，一般可直接使用本不确定度的评定结果，其他情况下可参考此方法。

**C.2 测量模型**

根据测量过程，其测量结果示值误差可从被校卡尺示值和量块尺寸之差得到，因此测量模型可写为： 

式中： —供料漏斗的最大允许示值误差，单位：mm

 —被校供料漏斗的示值，单位：mm

****—数显卡尺的显示值，单位：mm

实际测量中，以单次测量值作为测量结果。

**C.3 测量不确定度的来源分析**

根据测量模型，供料漏斗的示值误差测量结果的不确定度来源主要是：

C.3.1 测量重复性引入的不确定度分量；

此分量中包含： a、测试环境条件干扰 b、人员操作因素 c、周围震动干扰等。

C.3.2 数显卡尺分辨力引入的不确定度分量；

C.3.3 由上级单位给出的卡尺不确定度 **；**

**C.4 测量不确定度的分量评定**

C.4.1测量重复性引起的标准不确定度的评定

测量重复性带来的不确定度可以通过连续测量得到测量列，用A类方法进行评定。一把（0~150）mm/0.01mm的数显卡尺，在重复性条件下连续测量6次，得到一组测量列：75.32、75.33、75.32、75.32、75.31、75.31（mm）。

s==8.9μm

=8.9μm

C.4.2数显卡尺分辨力引入的不确定度分量的评定

已知卡尺分辨力为0.01mm，则



C.4.3由上级单位给出的卡尺不确定度的评定

根据校准证书中指出，数显卡尺的校准不确定度为20μm，则



C.4.4由于卡尺分辨和上级单位给出的不确定度两分量由直接关联，故只考虑大者，分辨力不做考虑。

**C.5 合成标准不确定度计算**

C.5.1 测量模型　　

灵敏系数　　 

C.5.2 合成标准不确定度的计算

以上两个分量和****相互独立，相关系数为1，所以：

=

C.5.3标准不确定度汇总表

输入量的标准不确定度汇总于下表：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度 | | 不确定度来源 | 标准不确定度值 |  | /µm |
| 供料漏斗 |  | 测量重复性 | 8.9 | 1 | 8.9 |
|  | 卡尺分辨力 | 2.9 | -1 | 2.9 |
|  | 由上级单位给出的卡尺不确定度 | 10 | -1 | 10 |
|  |  |  |  | 13.4 |

**C.6 扩展不确定度计算**

按惯例，取包含因子**，扩展不确定度的表达式为：

**C.7 测量不确定度报告**

根据上述测量方法对其余尺寸进行测量，并进行不确定评定，得出下表。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 范围 （mm） | 扩展不确定度 *U*(*k*=2) |
| 供料漏斗直径 | 75±1 | 26μm |
| 漏斗直径 | 36±1 | 25μm |
| 内管外径 | 4±1 | 25μm |

附录 D

喷磨试验仪压力表测量结果的不确定度评定

**D.1 概述**

本次评定是对喷磨试验仪尺寸测量的示值误差校准结果的不确定度评定，本评定方法遵循JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》，评定所需条件如下：

D.1.1 测量依据：JJF(有色金属) XXXX─20XX；JJG 52-2013 弹性元件式一般压力表、压力真空表和真空表

D.1.2 环境条件：温度(20±5) ℃，相对湿度不超过80%RH；

D.1.3 测量标准：精度等级0.02级，量程XXX，分辨力为0.01kPa的数字压力表；

D.1.4 被测对象：喷磨试验仪压力表；

D.1.5 测量过程：将压力表与标准器安装在同一气压源上，使两者的水平高度大致相当 。通过源加压或降压，让被校准仪表指针对校准点，稳定后读取标准仪表的示值，一个校准循环读取升降压值各一次，取2次测量结果分别作为升、降压测量结果。

D.1.6 评定结果的使用：在符合上述条件下的测量结果，一般可直接使用本不确定度的评定结果，其他情况下可参考此方法。

**D.2 测量模型**

根据测量过程，其测量结果示值误差可从被校卡尺示值和量块尺寸之差得到，因此测量模型可写为： 

式中： —压力表的示值误差，单位：kPa

 —被校压力表的示值，单位：kPa

****—数字压力表的示值，单位：kPa

实际测量中，以单次测量值作为测量结果。

**D.3 测量不确定度的来源分析**

根据测量模型，压力表的示值误差测量结果的不确定度来源主要是：

D.3.1 测量重复性引入的不确定度分量；

此分量中包含： a、测试环境条件干扰 b、人员操作因素 c、周围震动干扰等。

D.3.2 数字压力表精度引入的不确定度分量；

**D.4 测量不确定度的分量评定**

D.4.1测量重复性引起的标准不确定度的评定

测量重复性带来的不确定度可以通过连续测量得到测量列，用A类方法进行评定。选择10kPa作为典型点进行测量，在重复性条件下连续测量10次，得到一组测量列：10.02、10.02、10.01、10.03、10.01、10.02、10.02、10.03、10.02、10.03（kPa）。

s==0.007kPa

=0.007kPa

D.4.2 数字压力表精度引入的不确定度分量的评定

根据校准证书中指出，数字压力表的精度等级为0.02级，即0.02%，按均匀分布，则



**D.5 合成标准不确定度计算**

D.5.1 测量模型　　

灵敏系数　　 

D.5.2 合成标准不确定度的计算

以上两个分量和****相互独立，相关系数为1，所以：

=

D.5.3标准不确定度汇总表

输入量的标准不确定度汇总于下表：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度 | | 不确定度来源 | 标准不确定度值 |  | /kPa |
| 压力表 |  | 测量重复性 | 0.007 | 1 | 0.007 |
|  | 数字压力表精度 | 0.001 | -1 | 0.001 |
|  |  |  |  | 0.007 |

**D.6 扩展不确定度计算**

按惯例，取包含因子**，扩展不确定度的表达式为：

**D.7 测量不确定度报告**

根据上述测量方法对压力其他校准点进行测量，并进行不确定评定，得出下表。

|  |  |
| --- | --- |
| 校准点（kPa） | 扩展不确定度 *U*(*k*=2)/Pa |
| 0 | 13 |
| 10 | 14 |
| 20 | 14 |
| 30 | 14 |
| 40 | 15 |

附录 E

喷磨试验仪时间计时器测量结果的不确定度评定

**E.1 概述**

本次评定是对喷磨试验仪尺寸测量的示值误差校准结果的不确定度评定，本评定方法遵循JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》，评定所需条件如下：

E.1.1 测量依据：JJF(有色金属) XXXX─20XX；

E.1.2 环境条件：温度(20±5) ℃，相对湿度不超过80%RH；

E.1.3 测量标准：秒表，量程0~9h59min59s，分辨力为0.01s；

E.1.4 被测对象：喷磨试验仪计时器；

E.1.5 测量过程：用秒表测量喷磨试验仪计时器一次完整试验的时间，测量3次，取平均值计算出相对误差。

E.1.6 评定结果的使用：在符合上述条件下的测量结果，一般可直接使用本不确定度的评定结果，其他情况下可参考此方法。

**E.2 测量模型**

根据测量过程，其测量结果示值误差可从被校卡尺示值和量块尺寸之差得到，因此测量模型可写为： 

式中： —计时器测量时间的平均值，s；

一秒表测量时间的平均值，s；

一时间得相对误差，％

实际测量中，以单次测量值作为测量结果。

**E.3 测量不确定度的来源分析**

E.3.1秒表的分辨力引入的不确定度

秒表的分辨力为0.01s，取其半宽区间，假设其均匀分布，则：

s。

E.3.2秒表的示值误差引入的不确定度

标准器的准确度±0.02s，取其半宽区间，假设其均匀分布，则：

s。

E.3.3 秒表测量的重复性引入的不确定度

完整试验一次所需的时间测量10次，测量结果如下表所示：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 读数(s) | 60.10 | 60.13 | 60.12 | 60.22 | 60.15 | 60.23 | 60.25 | 60.22 | 60.24 | 60.25 |

计算出单次测量结果实验标准差 s，

则由3次独立重复测量引入的标准不确定度分量

s。

E.3.4合成不确定度



E.3.4计时器的测量重复性引入的不确定度

定时器选一个校准点(不小于5min)，选300s，测量10次，测量结果如表3所示。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 读数(s) | 62 | 61 | 61 | 62 | 61 | 62 | 61 | 63 | 62 | 63 |

计算出单次测量结果实验标准差s，

则由3次独立重复测量引入的标准不确定度分量

s。

**E.5 合成标准不确定度计算**

E.5.1 测量模型　　

灵敏系数　　 

E.5.2 合成标准不确定度的计算

以上两个分量和相互独立，相关系数为1，所以：

=

E.5.3标准不确定度汇总表

输入量的标准不确定度汇总于下表：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度 | | 不确定度来源 | 标准不确定度值 |  | /s |
| 计时器 |  | 由计时器引入的不确定度 | 0.035 | 1 | 0.035 |
|  | 由秒表引入的不确定度 | 0.45 | -1 | 0.45 |
|  |  |  |  | 0.45 |

**E.6 扩展不确定度计算**

按惯例，取包含因子**，扩展不确定度的表达式为：