

**中国人民共和国工业和信息化部 发布**

20xx-xx-xx实施

20xx-xx-xx发布

超声标准试块校准规范

（审定稿）

Calibration Specification for

 Blocks used in Ultrasonic Testing Standard

 JJF（有色金属）XXXX—20XX

中华人民共和国工业和信息化部

有色金属计量技术规范

超声标准试块校准规范

Calibration Specification for

Blocks used in Ultrasonic Testing Standard



**JJF（有色金属）XXXX—20xx**

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

参加起草单位：

本规范委托有色金属行业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

 参加起草人：

目录

引 言 I

1 范围 1

2 引用文件 1

3 概述 1

4 计量特性 1

4.1 声学特性 1

4.2 表面粗糙度 2

4.3 几何尺寸 2

4.4 形状和位置误差 2

5 校准条件 2

5.1 环境条件 2

5.2 测量标准及其他设备 2

6 校准方法 3

6.1 准备工作 3

6.2 声学特性 3

6.3 表面粗糙度 6

6.4 几何尺寸 6

6.5 形状和位置误差 6

7 校准结果表达 6

8 复校时间间隔 7

附录A 超声标准试块原始记录参考格式 8

附录B 超声标准试块校准证书内页参考格式 10

附录C 常见试块对应的标准 11

附录D 常见试块材料对应的纵波声速基准值 12

附录E 超声标准试块声速的测量不确定度评定示例 13

附录F 用工具显微镜测量超声波探伤试块槽宽尺寸的测量不确定度评定 16

引 言

JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》和JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑校准规范制修订工作的基础性系列规范。

本规范的制定参考了JJF 1487超声波探伤试块校准规范。

本规范为首次发布。

超声标准试块校准规范

1 范围

本规范适用于超声标准试块的校准，其他超声检测试块也可参照使用。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJF 1487 超声波探伤试块校准规范

GB/T 19799.1-2015 无损检测 超声检测 1号校准试块

GB/T 19799.2-2012 无损检测 超声检测 2号校准试块

GB/T 23905-2009 无损检测 超声检测用试块

NB/T 47013.3-2023 承压设备无损检测 第3部分：超声检测

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（包括所有的修订单）适用于本规范。

3 概述

超声标准试块是指按一定用途设计制作的具有规定的声学特性、表面粗糙度、几何尺寸、形状和位置误差的块状几何体，其几何形状和参考反射体尺寸（孔、槽或圆弧等）用于校准超声检测设备、验证设备性能、确保检测准确性。常见标准试块依据的标准见附录C。

4 计量特性

## 4.1 声学特性

4.1.1 底波幅度差值

底波最高反射幅度和最低反射幅度之间的差值不应超过2dB。

4.1.2 噪声水平

采用5MHz探头进行接触法测试时，信噪比应不小于30dB。

4.1.3 声衰减系数

对于钢制标准试块，采用5MHz探头测试时，室温下超声纵波的声衰减系数应不大于5dB/m；其他材料超声标准试块的声衰减系数可参照执行。

4.1.4 声速

声速最大允许误差为±2%。

## 4.2 表面粗糙度

表面粗糙度不应大于，非检测面的表面粗糙度不应大于。

## 4.3 几何尺寸

外形尺寸、孔和槽尺寸、刻线尺寸最大允许误差不超过±0.1mm；试块夹角角度最大允许误差不超过±1°。

## 4.4 形状和位置误差

平面度最大允许误差一般不超过0.03mm；

平行度和垂直度最大允许误差一般不超过0.2mm。

5 校准条件

## 5.1 环境条件

5.1.1 温度：声速校准时环境温度范围17℃~23℃，其他项目校准时环境温度范围15℃~35℃。

5.1.2 相对湿度：≤65%。

5.1.3 实验室内应无灰尘、振动和磁场等影响测量的因素。

## 5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表1。

表1 测量标准

| 序号 | 仪器设备名称 | 技术要求 | 校准项目 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 脉冲发射/接收仪a | 频率范围：0.5kHz~35MHz；上升时间：不大于10ns | 声学特性 |
| 2 | 示波器 | 幅度MPE：1%（1mV/div~10V/div）；时间MPE：0.2%（0.5ns/div~5s/div） | 声学特性 |
| 3 | 标准衰减器 | 衰减范围（0-80）dB；频率范围（0-15）MHz；衰减误差(0.5%A士0.02)dB，式中A为衰减量。 | 声学特性 |
| 4 | 超声探头 | 推荐使用标称频率2.5MHz-10MHz纵波直探头，晶片直径：10mm~20mm | 声学特性 |
| 5 | 表面粗糙度比较样块 | MPE：+12%~-17% | 表面粗糙度 |
| 6 | 粗糙度测量仪 | MPE：±7% | 表面粗糙度 |
| 7 | 坐标测量机 | MPE：±（2+3×10-6*L*）μm | 几何尺寸、声学特性 |
| 8 | 影像测量仪 | MPE：±（3+5×10-6L）μm | 几何尺寸、声学特性 |
| 9 | 万能工具显微镜 | MPE：±（1+10-5L）μm | 几何尺寸、声学特性 |
| 10 | 游标卡尺 | MPE：±（0.02~0.05）mm | 几何尺寸、声学特性 |
| 11 | 千分尺 | MPE：±4μm | 几何尺寸、声学特性 |
| 12 | 深度指示表 | MPE：±（4~50）μm | 几何尺寸 |
| 13 | 内径表 | MPEV：（7~20）μm | 几何尺寸 |
| 14 | 角度测量仪 | MPE：±1° | 几何尺寸 |
| 15 | 针规 | （尺寸间隔为0.01mm）MPE：±2μm | 形状和位置误差 |
| 16 | 塞尺 | （0.02~1.00）mmMPE：±（5~16）μm | 形状和位置误差 |
| 17 | 刀口形直尺 | MPEV：2μm | 形状和位置误差 |
| 18 | 直角尺 | 1级 | 形状和位置误差 |
| 19 | 平板 | 1级 | 形状和位置误差 |
| 注：a）声学特性校准也可采用同等技术要求的其他超声激励装置。 |

6 校准方法

## 6.1 准备工作

校准前应清洗试块，并确认无影响校准结果的因素。检查超声标准试块外观，是否存在影响正常工作及未来可靠性的外部损伤。

## 6.2 声学特性

6.2.1底波幅度差值

6.2.1.1液浸法测量底波幅度差值

a)将脉冲发射/接收仪或其他超声激励装置、示波器、标准衰减器、超声探头依次连接，如图1，调整探头工作距离；

b)调整探头入射角度，使界面波反射信号最高，以保证超声波垂直入射；

c)根据试块厚度调整信号显示范围，确保一次底波完全出现在屏幕显示范围内；

d)保证其他设置参数（包括发射电压、阻尼、水距等仪器设置参数）不变。调节标准衰减器的衰减旋钮，使得所监测位置的底波幅值达到显示屏满刻度的80%，记录此时底波的增益值；

e)随机选取至少3个位置，重复操作步骤e进行测量，记录每个位置底波的增益值；

f)选取3个测量值中的最高反射回波幅值和最低反射回波幅值，计算其差值。

发

脉冲

发射/接收仪

收

输入

示波器

输出

输入

标准衰减器

输出

超声标准试块

超声

探头

图1 校准装置连接示意图

6.2.1.1.2接触法测量底波幅度差值

a)将脉冲发射/接收仪或其他超声激励装置、示波器、标准衰减器、超声探头依次连接，如图1；

b)根据试块厚度调整信号显示范围，确保一次底波完全出现在屏幕显示范围内；

c)保证其他设置参数（包括发射电压、阻尼、水距等仪器设置参数）不变。调节标准衰减器的衰减旋钮，使得所监测位置的底波幅值达到显示屏满刻度的80%，记录此时底波的增益值；

d)随机选取至少3个位置，重复操作步骤c进行测量，记录每个位置底波的增益值；

e)选取3个测量值中的最高反射回波幅值和最低反射回波幅值，计算其差值。

6.2.2噪声水平

6.2.1.2.1液浸法测量噪声水平

a)按照6.2.1.1.1的步骤a~d进行仪器参数调节；

b)保证其他设置参数（包括发射电压、阻尼、水距等仪器设置参数）不变，只调节标准衰减器的衰减旋钮，使得噪声信号的最高幅值达到显示屏满刻度的80%，记录此时增益值；

c)随机选取至少3个位置进行测量，记录每个位置噪声信号最高幅值的增益值，*x*1，*x*2，*x*3；

d)计算步骤c中3个位置增益值的平均值；

e)用噪声信号最高幅值增益值的平均值与底波幅值达到显示屏满刻度的80%时的增益值作差，确定信噪比，即噪声水平。

6.2.1.2.2接触法测量噪声水平

a)按照6.2.1.1.2的步骤a~c进行仪器参数调节；

b)保证其他设置参数（包括发射电压、阻尼、水距等仪器设置参数）不变，只调节标准衰减器的衰减旋钮，使得噪声信号的最高幅值达到显示屏满刻度的80%，记录此时增益值；

c)随机选取至少3个位置进行测量，记录每个位置噪声信号最高幅值的增益值，*x*1，*x*2，*x*3；

d)计算步骤c中3个位置增益值的平均值；

e)用噪声信号最高幅值增益值的平均值与底波幅值达到显示屏满刻度的80%时的增益值作差，确定信噪比，即噪声水平。

6.2.2声衰减系数

利用游标卡尺（或者其他尺寸测量标准器）测量试块平行面之间的厚度*H*。然后将脉冲发射/接收仪或其他超声激励装置、示波器、标准衰减器、超声探头依次连接，如图1。

将超声探头置于适当厚度的试块平面上，保持耦合良好。通过脉冲发射/接收仪或其他超声激励装置激励产生超声波，调整示波器信号显示范围，并采集底面第m次反射回波信号、第n次反射回波信号，其中n>m。调解衰减器旋钮，使达到基准高度（如80%），记下此时衰减器的读数；调解衰减器旋钮，使达到基准高度（如80%），记下此时衰减器的读数；则声衰减系数为：

 （1）

式中，

——声衰减系数，单位dB/m；

——达到基准高度时的衰减器的读数，单位dB；

——达到基准高度时的衰减器的读数，单位dB；

*H*——被测试块厚度，单位m。

6.2.3 声速

声速测试前，保证被测面平行度在0.2mm以内。依次连接脉冲发射/接收仪或其他超声激励装置、示波器、超声探头。首先利用游标卡尺（或者其他尺寸测量标准器）测量试块平行面之间的厚度*H*。保持超声探头与试块表面耦合良好，通过脉冲发射/接收仪或其他超声激励装置激励产生超声波，调整示波器显示平行底面的一次反射回波信号和二次反射回波信号，通过光标分别标记两次回波信号最高幅值，记录两光标对应的横坐标*t*1、*t*2，*t*2与*t*1的差值记为声波传播时间。通过厚度*H*除以声波传播时间的一半*t*，计算得到声速，即

 （2）

 （3）

式中，

——超声标准试块声速，单位m/s；

——被测试块厚度，单位m；

——声波传播时间，单位s。

——二次反射回波对应时间，单位s；

——一次反射回波对应时间，单位s。

计算得到的声速应在声速基准值的±2%以内，常见试块材料对应的纵波声速基准值见附录D。

## 6.3 表面粗糙度

表面粗糙度的测量参照JJF 1487执行。

## 6.4 几何尺寸

6.4.1外形尺寸、孔和槽尺寸、刻线尺寸

外形尺寸、孔和槽尺寸、刻线尺寸的测量参照JJF 1487执行。

6.4.2试块夹角角度误差

将试块表面清洁干净，去除油污、灰尘等杂质，以保证测量准确。将试块置于平面上，使其平稳固定。调整角度测量装置的水平仪，保证被测试块水平放置。通过传感器与被测面接触，或通过机械零件旋转测量的方式，得到试块夹角角度误差的测量结果并进行读数，重复测量3次取平均值。

## 6.5 形状和位置误差

形状和位置误差的测量参照JJF 1487执行。

7 校准结果表达

经过校准的超声波探伤试块出具校准证书，校准证书至少包括以下信息：

1. 标题：“校准证书”；
2. 实验室的名称和地址；
3. 实施校准活动的地点，包括客户设施、实验室固定设施以外的地点；
4. 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
5. 客户的名称和联络信息；
6. 被校对象的描述和明确标识；
7. 进行校准活动的日期，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和证书发布日期；
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和溯源性及有效性说明；
10. 校准环境的描述；
11. 校准结果及其测量不确定度的说明（给出整个测量范围校准结果测量不确定度的最大值）；
12. 附超声标准试块校准位置示意图；
13. 校准证书签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
14. 校准人和核验人签名；
15. 校准结果仅对被校对象有效的声明；
16. 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

校准证书内页参考格式见附录F。

8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由试块的使用保养情况、使用者、试块本身质量等因素所决定，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议不超过4年。

附录A

超声标准试块原始记录参考格式

|  |
| --- |
| 证书编号： 接收日期： 校准日期： 发布日期：  |
| 委托单位： 校准依据：  |
| 被校设备信息 |
| 器具名称 |  | 出厂编号 |  |
| 型号*/*规格 |  | 设备编号 |  |
| 制造厂 |  | 环境条件 |  ℃；相对湿度 % |
| 校准地点 |  |
| 测量标准信息 |
| 名称 | 型号 | 证书编号 | 编号 | 准确度等级/最大允许误差/不确定度 | 有效期 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 校准结果 |
| 1 外观检查 |
| 检查项目 | 要求 | 是 | 否 |
| 外观 | 外观完好，无影响校准结果的因素 |  |  |
| 名牌、标志、制造商名称、产品型号和出厂编号 | 标志清晰 |  |  |
| 2 声学特性 |
| 底波监测（dB） | 测量值1 | 测量值2 | 测量值3 | 平均值 |
|  |  |  |  |
| 噪声水平（dB） | 测量值1 | 测量值2 | 测量值3 | 平均值 |
|  |  |  |  |
| 信噪比= |
| 声衰减（dB/m） | 被测面厚度(mm) | （dB） | （dB） | 衰减值（dB/m） |
|  |  |  |  |
| 声速（m/s） | 被测面厚度H(mm) | 声波传播时间(μs) |
| 测量值1 | 测量值2 | 测量值3 |
|  |  |  |  |
| 声速值v=2H/= |
| 3 表面粗糙度（） |
| 校准项目 | 测量值1 | 测量值2 | 测量值3 | 平均值 |
| 工作面 |  |  |  |  |
| 非工作面 |  |  |  |  |
| 4 几何尺寸（mm） |
| 校准项目 | 测量值1 | 测量值2 | 测量值3 | 平均值 |
| 位置A |  |  |  |  |
| 位置B |  |  |  |  |
| 位置C |  |  |  |  |
| ... |  |  |  |  |
| 5 形状和位置误差（mm） |
| 校准项目 | 测量值1 | 测量值2 | 测量值3 | 平均值 |
| 位置D |  |  |  |  |
| 位置E |  |  |  |  |
| 位置F |  |  |  |  |
| ... |  |  |  |  |
| 扩展不确定度： |
| 附图： |
| **校准人： 核验人：** |

附录B

超声标准试块校准证书内页参考格式

|  |
| --- |
| 证书编号： |
| 校准结果 |
|  |
| 序号 | 校准项目 | 校准结果 | 测量不确定度 |
| 1 | 外观检查 |  | / |
| 2 | 声学特性 | 均匀性 | 底波监测 |  |  |
| 噪声水平 |  |  |
| 声衰减 |  |  |
| 声速 |  |  |
| 3 | 表面粗糙度(μm) | 工作面 |  |  |
| 非工作面 |  |  |
| 4 | 几何尺寸(mm) | 位置A |  |  |
| 位置B |  |  |
| 位置C |  |  |
| ... |  |  |
| 5 | 形状和位置误差(mm) | 位置D |  |  |
| 位置E |  |  |
| 位置F |  |  |
| ... |  |  |
| 附图： |

附录C

常见超声标准试块对应的标准

常见超声标准试块对应的标准见表C.1。

表C.1 常见超声标准试块标准与型号对照表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准编号 | 标准名称 | 试块型号 |
| GB/T 23905-2009 | 无损检测 超声检测用试块 | CSK-IA；CSK-IB |
| GB/T 19799.1-2015 | 无损检测 超声检测 1号校准试块 | 1号校准试块 |
| GB/T 19799.2-2012 | 无损检测 超声检测 2号校准试块 | 2号校准试块 |
| NB/T 47013.3-2023 | 承压设备无损检测 第3部分：超声检测 | CSK-ⅠA |

注：使用本表时注意标准更新情况。

附录D

常见试块材料对应的纵波声速基准值

常见试块材料对应的纵波声速基准值见表D.1。

表D.1 常见试块材料对应的纵波声速基准值

|  |  |
| --- | --- |
| **材料** | **纵波声速值** |
| 钛 | 6100m/s |
| 铝 | 6300m/s |
| 氧化铝 | 9900m/s |
| 钢 | 5920m/s |
| 不锈钢 | 5800m/s |
| 铜 | 4700m/s |
| 铁 | 5900m/s |
| 铸铁 | 4650m/s |
| 铅 | 2200m/s |
| 钨 | 5200m/s |
| 锆 | 4650m/s |
| 黄铜 | 4300m/s |
| 镁 | 5800m/s |
| 锰 | 4660m/s |
| 钼 | 6300m/s |
| 镍 | 5600m/s |
| 黄金 | 3240m/s |
| 银 | 3600m/s |

附录E

超声标准试块声速的测量不确定度评定示例

E.1 概述

E.1.1 评定依据

本规范。

E.1.2 测量标准

脉冲发射/接收仪：频率范围0.5kHz~35MHz，上升时间不大于10ns；

示波器：幅度MPE为1%（1mV/div~10V/div），时间MPE为0.2%（0.5ns/div~5s/div）；

标准衰减器：衰减范围（0-80）dB，频率范围（0-15）MHz，衰减误差(0.5%A士0.02)dB，式中A为衰减量；

超声探头：标称频率2.5MHz纵波直探头，晶片直径10mm~20mm。

E.1.3 被测对象

超声标准试块CSK-1A，钢材。

E.1.4 测量方法

使用脉冲发射/接收仪、示波器、标准衰减器、超声探头依次连接进行测量。首先在超声标准试块上选择一个平行表面，测量得到该测量面厚度；利用示波器及标准衰减器在该平面处测得该声程下的超声传播时间，即可计算超声标准试块的声速值。

E.2 测量模型

由测量原理和方法，得到测量模型：

=/ （E.1）

式中：

——超声标准试块声速，单位m/s；

——被测试块厚度，单位m；

——声波传播时间，单位s。

E.3 测量不确定度的来源

根据测量模型，超声标准试块声速测量结果的不确定度来源主要是：

1）万能工具显微镜示值误差引入的不确定度

2）传播时间测量重复性引入的不确定度

3）声程测量重复性引入的不确定度

E.4 测量不确定评定

E.4.1 万能工具显微镜示值误差引入的不确定度

万能工具显微镜MPE：±（1+10-5L）μm，假设为均匀分布，，被校试块的尺寸按25mm计算，则：

E.4.2 由传播时间的测量重复性引入的标准不确定度

采用示波器与超声探伤仪配合对超声标准试块所选择的25mm平行平面进行测量，在示波器上读取时间。在各种条件均不改变的情况下，在短时间内对标称值为25mm尺寸处的声波传播时间进行重复性实验，共测量10次（即n=10）。实验数据见表E.2。

表E.2 时间重复性实验数据（单位：μs）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测试数据 | 8.474 | 8.475 | 8.475 | 8.474 | 8.475 | 8.474 | 8.475 | 8.475 | 8.475 | 8.474 |
| 换算对应25mm厚度的时间数据 | 4.2370 | 4.2375 | 4.2375 | 4.2370 | 4.2375 | 4.2370 | 4.2375 | 4.2375 | 4.2375 | 4.2370 |

由贝塞尔公式计算得到，则重复性引入的不确定度分量为：

E.4.3 由声程的测量重复性引入的标准不确定度分量

采用万能工具显微镜对超声标准试块所选择的25mm平行平面进行尺寸测量并读取距离参数。在各种条件均不改变的情况下，在短时间内对标称值为25mm的尺寸值进行重复性实验，共测量10次（即n=10）。实验数据见表E.3。

表E.3 声程重复性实验数据（单位：mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 数据 | 25.0086 | 25.0099 | 25.0101 | 25.0045 | 25.0063 | 25.0102 | 25.0027 | 25.0033 | 25.0068 | 25.0077 |

由贝塞尔公式计算得到，则重复性引入的不确定度分量为：

E.5 合成标准不确定度

E.5.1 不确定度分量汇总

通过25mm厚度平行面测量超声标准试块声速的测量不确定度分量及计算结果见表E.4。

表E.4 标准不确定度一览表

| 序号 | 影响测量不确定的来源 | 标准不确定度分量代号 | 评定类型 | 分布类型 | 影响量 | 对测量结果影响的变化限 | 包含因子 | 标准不确定度分量 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 万能工具显微镜示值误差 |  | B | 均匀 |  | 1.00025 |  |  |
| 2 | 测量重复性——时间 |  | A | —— |  | —— |  |  |
| 3 | 测量重复性——声程 |  | A | —— |  | —— | —— |  |

E.5.2 合成标准不确定度计算

由于参与计算的各项标准不确定度分量之间不相关，则合成标准不确定度为：

0.36

E.6 扩展不确定度计算

取包含因子，扩展不确定度为

附录F

用工具显微镜测量超声标准试块槽宽尺寸的测量不确定度评定

F.1校准任务

用工具显微镜测量超声标准试块（2±0.02）mm的槽宽尺寸。

F.2原理、方法和条件

F.2.1测量原理

测量原理：非接触式，直接法，绝对测量。

F.2.2测量方法

在工具显微镜直接测量试块槽宽尺寸，将试块槽口朝上放置在仪器工作台上，选取3×物镜，使槽的一边与目镜十字线对齐，读数A0，移动工作台，使目镜的该十字线与槽的另一边对齐，读数A，则读数A与A0的差值即槽宽L的测量结果。

F.2.3测量条件

环境温度（20±2）℃，温度变化不应超过1℃/h，环境相对湿度≤65%；

工具显微镜常年安置在实验室内，被校试块在实验室内的平衡时间4h以上。

工具显微镜光栅尺制造材料为光学玻璃；被校试块材料为钢制。

F.3测量模型

L=A-A0 （F.1）

式中：

L——试块被测尺寸，mm；

A——第二个位置（终点）读数，mm；

A0——第一个位置（起点）读数，mm。

F.4计算分量的标准不确定度

F.4.1工具显微镜测量瞄准的标准不确定度u11

实际测量时，采用3×物镜测量（使用12×目镜时，系统放大倍数36×），其瞄准不可靠性60′′，整个测量要进行两次瞄准，其瞄准误差为

µm=2.95µm

式中：

——瞄准精度，（′′）；

——弧度和秒的换算系数；

K——放大倍数。

该项瞄准误差假设为均匀分布，则

F.4.2读数误差的标准不确定度

所用万能工具显微镜的分辨力为0.2，其量化误差的标准不确定度为

F.4.3工具显微镜示值误差估算的标准不确定度

由相应的检定规程可知，在测量范围2mm内示值误差为1.02，假设为均匀分布，，则

由于远远大于，所以忽略不计。

考虑在2mm测量范围内，工具显微镜刻度尺和被测件线膨胀系数差的标准不确定度，以及工具显微镜刻度尺和被测件温度差的标准不确定度，其影响相比于其他影响量，可以忽略不计。

F.4.4标准不确定度

标准不确定度一览表见表F.1。

表F.1 标准不确定度一览表

| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度值 |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 瞄准误差的标准不确定度分量 | 1.70 | 1 | 1.70 |
|  | 工具显微镜示值误差估算的标准不确定度分量 | 0.59 | 1 | 0.59 |

F.5合成标准不确定度

F.6扩展不确定度

取包含因子，扩展不确定度为