

**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

（征求意见稿）

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 2

2 引用文件 2

3 概述 2

4 计量特性 2

4.1 声学特性 2

4.2 表面粗糙度 3

4.3 几何尺寸 3

4.4 形状和位置误差 3

5 校准条件 3

5.1 环境条件 3

5.2 测量标准及其他设备 3

6 校准方法 4

6.1 准备工作 4

6.2 声学特性 4

6.3 表面粗糙度 6

6.4 几何尺寸 6

6.5 形状和位置误差 7

7 校准结果表达 7

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 常见试块材料对应的纵波声速基准值 11

附录D 常见试块对应的标准 12

附录E 超声标准试块声速的测量不确定度评定示例 14

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 17

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：

GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测

JJF 1487 超声波探伤试块校准规范

GB/T 23905-2009 无损检测 超声检测用试块

GB/T 11259-2015 无损检测 超声检测用钢参考试块的制作与检验方法

GB/T 18852-2020 无损检测 超声检验 测量接触探头声速特性的参考试块和方法

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

JJG 746-2004 超声探伤仪

NB/T 47013.3-2015 承压设备无损检测 第3部分：超声检测

JB/T 10062-1999 超声探伤用探头性能测试方法

JG/T 203-2007 钢结构超声波探伤及质量分级法

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）用于评定和校准超声检测设备、验证设备性能、确保检测准确性。常见超声标准试块对应的标准见附录D。

4 计量特性

## 4.1 声学特性

4.1.1 底波监测

底波最高反射回波幅度和最低反射回波幅度之间的差值不应超过±2dB。

4.1.2 噪声水平

杂波信号的最高回波幅度不大于相同材料φ0.8mm平底孔的1/10。

4.1.3 均匀性

由材料组织引起的显示信号幅值差值不应超过±2dB。

4.1.4 声衰减

对于钢制标准试块的声衰减，采用5MHz时，室温下超声纵波在试块材料中的声衰减系数不应大于5dB/m；其他超声标准试块声衰减系数可参照执行。

4.1.5 声速

声速最大允许误差±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Ra不应大于。

## 4.3 几何尺寸

几何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。

注：以上计量特性在标准试块要求中有明确规定时，按规定执行。

5 校准条件

## 5.1 环境条件

5.1.1 温度条件：声速测试时环境温度范围17-23度。

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 | 示波器 | 幅度MPE：1%（1mV/div~10V/div）；时间MPE：0.2%（0.5ns/div~5s/div） | 声衰减，声速 |
| 2 | 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。 | 声衰减 |
| 3 | 超声探伤仪 | 垂直线性MPE：±6% | 底波监测，噪声水平，均匀性，声衰减，声速 |
| 4 | 纵波直探头 | 推荐使用标称频率2.5MHz-10MHz，晶片直径：10mm~20mm | 底波监测，噪声水平，均匀性，声衰减，声速 |
| 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 |
| 8 | 影像测量仪 | MPE：±（3+5×10-6L）μm | 几何尺寸 |
| 9 | 万能工具显微镜 | MPE：±（1+10-5L）μm | 几何尺寸 |
| 10 | 游标卡尺 | MPE：±（0.02~0.05）mm | 几何尺寸 |
| 11 | 千分尺 | MPE：±4μm | 几何尺寸 |
| 12 | 深度指示表 | MPE：±（4~50）μm | 几何尺寸 |
| 13 | 针规 | （尺寸间隔为0.01mm）MPE：±2μm | 形状和位置误差 |
| 14 | 塞尺 | （0.02~1.00）mmMPE：±（5~16）μm | 形状和位置误差 |
| 15 | 内径表 | MPEV：（7~20）μm | 几何尺寸 |
| 16 | 刀口形直尺 | MPEV：2μm | 形状和位置误差 |
| 17 | 直角尺 | 1级 | 形状和位置误差 |
| 18 | 平板 | 1级 | 形状和位置误差 |
| 19 | 万能角度尺 | MPE：±5’ | 几何尺寸 |
| 20 | 角度测量仪 | MPE：±1° | 几何尺寸 |
| 21 | 角度块 | 2级 | 几何尺寸 |

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底波监测

采用超声探头与超声探伤仪配合，对超声标准试块进行底波监测。声波垂直入射，观测底面反射回波幅值，记录最高反射回波幅度和最低反射回波幅度之间的差值，随机选取至少5个位置进行测量。推荐采用液浸法和使用固定支架来实施，基准波高在满屏幕80%。

6.2.2噪声水平

采用经校准的超声探伤仪，利用相同材料的φ0.8mm平底孔设置测试参数和测试灵敏度，随机选取至少5个位置进行测试，并记录由材料内部组织引起的信号幅值，用5个位置测试值的平均值与φ0.8mm平底孔最高回波幅度的1/10作差，确定噪声水平。

6.2.3均匀性

采用经校准的超声探伤仪，利用相同材料的φ0.8mm平底孔设置测试参数和测试灵敏度，随机选取试块上无平底孔处的5点进行测试，记录声程范围内由材料内部组织引起的信号幅值，计算同深度位置材料内部组织引起的信号幅值与同深度φ0.8mm平底孔的幅值差值。

6.2.4声衰减

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*。然后将超声探头与超声探伤仪、示波器、衰减器依次连接如图1所示。

发

超声波

探伤仪

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 校准装置示意图

将超声探头置于适当厚度的试块平面上，保持耦合良好。通过超声探伤仪激励产生超声波，调整示波器信号显示范围，并采集底面反射波、的信号。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，使达到基准高度（80%），记下此时衰减器的读数；则声衰减为：

dB/m

式中，

——声衰减，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。

常数6dB代表与信号波幅相差50%时的衰减值。

注：超声探伤仪仅作为激励输出，该功能不涉及超声探伤仪的性能要求。

6.2.5 声速

声速测试前，保证被测面平行度在0.2mm以内。依次连接超声探头、超声探伤仪或其他超声激励装置、示波器。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，通过超声探伤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回波信号和二次回波信号，通过光标标记得到两次回波信号最高幅值间的声波传播时间。通过厚度*H*除以声波传播时间的一半*t*，计算得到声速，即

式中，

——超声标准试块声速，单位m/s；

——被测试块厚度，单位m；

——声波在试块中传播时间的一半，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C。

## 6.3 表面粗糙度

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

采用通用角度尺、万能角度尺、角度测量仪、角度块等角度测量装置对试块夹角角度进行测量，重复测量3次取平均值。

6.4.2.1角度尺测量

清洁试块将角度尺或万能角度尺放在被测角度的两边，固定好后读取角度，可使用万能刻度尺等辅助工具进行读数。

6.4.2.2角度测量仪

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，得到测量结果并进行读数。

6.4.2.3角度块

选用合适的角度块规格和材质，将被测试块置于平面上，使其平稳固定。将角度块插入其中，并调整位置，确保得到精确测量的角度。

## 6.5 形状和位置误差

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 |
| 校准项目 | 测量值1 | 测量值2 | 测量值3 | 测量值4 | 测量值5 | 平均值 |
| 底波监测 |  |  |  |  |  |  |
| 噪声水平 |  |  |  |  |  |  |
| 均匀性 |  |  |  |  |  |  |
| 校准项目 | 测量值1 | 测量值2 | 测量值3 | 平均值 |
| 声衰减 |  |  |  |  |
| 声速|声波传播时间 |  |  |  |  |
| 声速值v= |
| 3 表面粗糙度（） |
| 表面粗糙度 | 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A |  |  |  |  |
| 位置B |  |  |  |  |
| 位置C |  |  |  |  |
| ... |  |  |  |  |
| 扩展不确定度： |
| **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 | 标称值 | 测得值 | 测量不确定度 |
| 1 | 外观检查 | / |  | / |
| 2 | 声学特性 | 底波监测 |  |  |  |
| 噪声水平 |  |  |  |
| 均匀性 |  |  |  |
| 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) | A |  |  |  |
| B |  |  |  |
| C |  |  |  |
| ... |  |  |  |
| 5 | 形状和位置误差(mm) | A |  |  |  |
| B |  |  |  |
| C |  |  |  |
| ... |  |  |  |
| 附图： |

附录C

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C.1。

表C.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D

常见试块对应的标准

常见试块对应的标准见表D.1。

表D.1 常见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 |
| CS-1;CS-2;CS-3;CS-4 |
| RB-1;RB-2;RB-3 |
| GB/T 11259-2015 | 无损检测 超声检测用钢参考试块的制作与检验方法 | 平底孔参考试块；D/A为工作尺寸；其中A为声程距离；D为平底孔直径 |
| GB/T 18852-2020 | 无损检测 超声检验 测量接触探头声速特性的参考试块和方法 | 半圆阶梯试块HS试块；横孔试块SDH |
| 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 |
| JJG 746-2004 | 超声探伤仪 | 标准试块DB-P Z20-2/Z20-4；CSK-1A |
| NB/T 47013.3-2015 | 承压设备无损检测 第3部分：超声检测 | 环向对接焊接接头试块：GS-1;GS-2;GS-3;GS-4 |
| 对比试块：T1；T2；T3 |
| 钢板用阶梯试块：CBⅠ；CBⅡ |
| 锻件用标准试块：CSⅠ-1~4；CSⅡ-1~4；CSⅢ |
| 焊接接头用标准试块：CSK-ⅠA、CSK-ⅡA、CSK-ⅢA、CSK-ⅣA No.1~No.6 |
| 铝合金对比试块：1号、2号 |
| JB/T10062-1999 | 超声探伤用探头性能测试方法 | 对比试块：DB-P、DB-H1、DB-H2、DB-D1、DB-R |
| JG/T 203-2007 | 钢结构超声波探伤及质量分级法 | CSK-ICj R=27；R=40；R=60、CSK-IDj；对比试块 RBJ-1 |

注：使用本表时注意标准更新情况。

附录E

超声标准试块声速的测量不确定度评定示例

E.1 校准任务

用示波器与超声探伤仪配合测量超声标准试块的声速。

E.2 原理、方法和条件

E.2.1 测量原理

测量原理：接触式，直接法，绝对测量。

E.2.2 测量方法

使用示波器与超声探伤仪配合进行测量。首先在超声标准试块上选择一个平行表面；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.2.3 测量条件

环境温度17-23，温度变化不应超过1℃/h，环境相对湿度≤65%。

E.3 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；

——声波在试块中传播时间的一半，单位s。

E.4 测量不确定度来源及说明见表E.1。

表E.1 测量不确定度来源及说明

| 序号 | 不确定度来源 | 说明 |
| --- | --- | --- |
| 1 | 万能工具显微镜示值误差 | 万能工具显微镜存在示值误差 |
| 2 | 测量重复性——传播时间 | A类不确定度分量 |
| 3 | 测量重复性——声程 | A类不确定度分量 |

E.5 标准不确定度评定

E.5.1 由万能工具显微镜的示值误差引入的标准不确定度分量

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

E.5.2 由传播时间的测量重复性引入的标准不确定度分量

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.5.3 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.6 合成标准不确定度

E.6.1 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.6.2 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.7 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波探伤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A1，则读数A1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分量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60n，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，（n）;

——弧度和秒的换算系数；

K——放大倍数。

该项瞄准误差主要以均匀分布的方式影响，所以其标准不确定度为

F.4.2读数误差的标准不确定度分量

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分量

由检定证书及相应的检定规程可知，在测量范围2mm内为1.02，为均匀分布，，则

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 |
|  | 读数误差的标准不确定度分量 | 0.06 | 1 | 0.06 |
|  | 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