

JJF (皖)

# 安徽省地方计量技术规范

JJF (皖) 139—2022

## 超声波测厚仪标准块校准规范

Calibration Specification For Standard Block of Ultrasonic  
Thickness Instruments

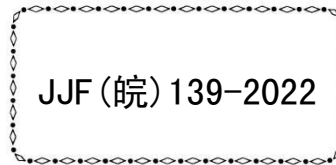
2022-08-22 发布

2022-09-30 实施

安徽省市场监督管理局 发布

# 超声波测厚仪标准块 校准规范

Calibration Specification For  
Standard Block of Ultrasonic  
Thickness Instruments



归口单位：安徽省几何量技术委员会

主要起草单位：安徽省计量科学研究院

安徽省建筑工程质量第二监督检测站

本规范委托安徽省几何量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

孙 若（安徽省计量科学研究院）

李祥瑞（安徽省计量科学研究院）

马 琳（安徽省计量科学研究院）

王美婷（安徽省计量科学研究院）

杨 昊（安徽省建筑工程质量第二监督检测站）

# 目 录

引言 .....	(II)
1 范围 .....	(1)
2 引用文件 .....	(1)
3 概述 .....	(1)
4 计量特性 .....	(1)
4.1 测量面表面粗糙度 .....	(1)
4.2 标准厚度块的直径和尺寸偏差 .....	(2)
4.3 标准圆管的外径与壁厚尺寸偏差 .....	(2)
5 校准条件 .....	(2)
5.1 环境条件 .....	(2)
5.2 校准用设备 .....	(2)
6 校准项目和校准方法 .....	(2)
6.1 测量面表面粗糙度 .....	(3)
6.2 标准厚度块的直径和尺寸误差 .....	(3)
6.3 标准圆管的外径与壁厚尺寸偏差 .....	(4)
7 校准结果表达 .....	(5)
8 复校时间间隔 .....	(5)
附录 A 超声波测厚仪标准块尺寸偏差测量结果不确定度评定 .....	(6)
附录 B 校准证书内容及内页格式 .....	(9)

# 引 言

JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1094-2002《测量仪器特性评定》共同构成支撑本校准规范制定的基础性系列规范。

本规范同时充分考虑了 JJF1126-2004《超声波测厚仪校准规范》、JJG818-2018《磁性、电涡流式覆层厚度测量仪检定规程》等规程和规范的要求。

本规范为首次制定。

# 超声波测厚仪标准块校准规范

## 1 范围

本规范适用于厚度为(0.5~200) mm的超声波测厚仪标准厚度块与壁厚为2mm、3mm的超声波测厚仪标准圆管的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1126 - 2004 超声波测厚仪校准规范

JJG 818 - 2018 磁性、电涡流式覆层厚度测量仪检定规程

凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡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

超声波测厚仪标准块由标准厚度块和标准圆管组成，是用于校准超声波测厚仪示值误差的专用计量器具。其材料使用45#钢，几何形状分别见图1、图2所示。（尺寸单位为mm，粗糙度单位为 $\mu\text{m}$ ）。

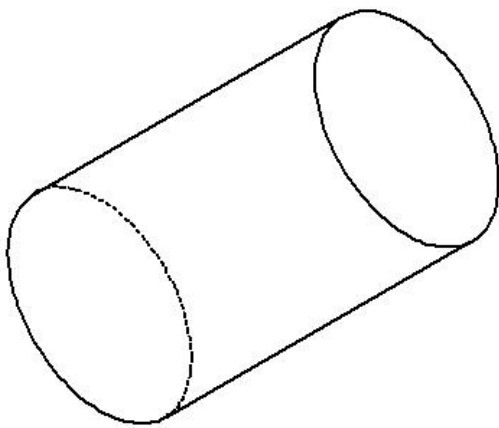


图1 标准厚度块形状示意图

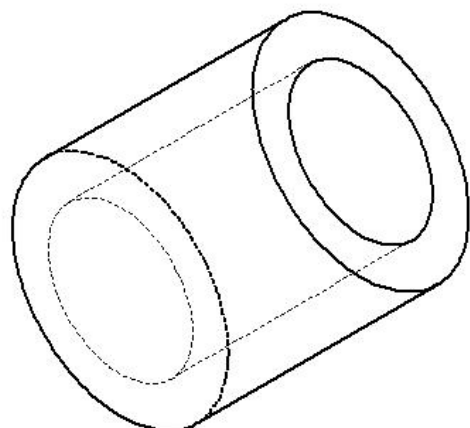


图2 标准圆管形状示意图

## 4 计量特性

### 4.1 测量面表面粗糙度

标准块测量面的表面粗糙度  $Ra$  应不超过  $0.4\mu\text{m}$ 。

#### 4.2 标准厚度块的直径和尺寸偏差

标准厚度块直径不小于 20mm。

标准厚度块尺寸偏差不超过表 1 规定。厚度变动量不大于 0.005mm。

表1 标准厚度块厚度尺寸偏差与厚度变动量 (mm)

标称厚度 H	厚度尺寸偏差	厚度变动量
0.5<H≤10	±0.01	0.005
10<H≤75	±0.02	
75<H≤200	±0.05	

#### 4.3 标准圆管的外径与壁厚尺寸偏差

标准圆管长度不小于 40mm。

标准圆管外径、曲面壁厚尺寸偏差均不超过表 2 规定。壁厚变动量不大于 0.005mm。

表2 标准圆管尺寸偏差 (mm)

曲面壁厚	外径尺寸	曲面壁厚极限尺寸偏差	曲面壁厚变动量
2	30±0.05	±0.02	0.005
3	40±0.05		

注：校准工作不判断合格与否，上述计量特性要求仅供参考。

### 5 校准条件

#### 5.1 环境条件

校准室温度：推荐的校准温度为  $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 。校准室相对湿度：不大于 65%。

校准前，标准块和校准用设备平衡温度时间不少于 1 h。

#### 5.2 测量标准及其他设备

测量标准及设备见表 3。

表3 测量标准及其他设备

序号	校准项目	设备名称及计量性能
1	工作面表面粗糙度	表面粗糙度比较样块：MPE：+12%~-17%
2	标准厚度块直径	游标卡尺：MPE：±0.03mm
3	标准厚度块厚度尺寸偏差	量块：5 等
4	标准厚度块厚度变动量	测长仪 MPE：±(1+L/200) μm
5	标准圆管外径	游标卡尺：MPE：±0.03mm
6	标准圆管长度	游标卡尺：MPE：±0.03mm
7	标准圆管曲面壁厚尺寸偏差与曲面壁厚变动量	测长仪 MPE：±(1+L/200) μm

注：允许采用其他满足测量不确定度的设备及方法检测。

## 6 校准项目和校准方法

目力观察。新制造的标准块测量面与侧面应整洁,无明显锈迹,测量面不应有明显划痕或损伤。使用中和修理后的标准块测量面和侧面上,允许有不妨碍正常使用的上述缺陷。

### 6.1 测量面表面粗糙度

用表面粗糙度比较样块进行比较测量。进行比较时,所用的表面粗糙度样块和被校测量面的加工方法应相同,表面粗糙度样块的材料、形状、表面色泽等也应尽可能与被校测量面一致。当被校测量面的加工痕迹深浅不超过表面粗糙度比较样块工作面加工痕迹深度时,则被校测量面的表面粗糙度一般不超过表面粗糙度比较样块的标称值,以相应表面粗糙度比较样块的标称值作为校准值。

### 6.2 标准厚度块的直径和尺寸误差

#### 6.2.1 标准厚度块直径

用游标卡尺测量标准厚度块外径尺寸,在中间截面圆周上均匀分布三个位置测量,取3次测量结果的平均值作为标准厚度块直径测量结果。

注:首次送校时进行此项校准。

#### 6.2.2 标准厚度块尺寸偏差

##### 6.2.2.1 对于厚度标称尺寸不大于 100mm 的标准厚度块,使用测长仪直接测量。

将球面测帽安装在测长仪上,使两测帽测量面相接触,调整零位并记录测长仪示值 $L_0$ 。将厚度块装夹至工作台上。测量时,将测长仪测帽对准厚度块中心点,调整工作台拐点至读数最小值位置,记录测长仪当前位置读数 $L_i$ 。测量3次,取3次测量值的平均值作为测量结果。厚度块尺寸偏差 $\delta$ 按公式(1)计算:

$$\delta = (L_i - L_0) - L \quad (1)$$

式中: $\delta$ ——厚度块尺寸偏差, mm;

$L_i$ ——测长仪测量读数值, mm;

$L_0$ ——测长仪零位示值, mm;

$L$ ——厚度块标称尺寸, mm。

##### 6.2.2.2 对于厚度标称尺寸在 100mm 以上的标准厚度块,使用量块和测长仪比较测量。

检测前将 100mm 量块(或对应尺寸量块),装夹在工作台上,测长仪选用球面测帽,调整工作台拐点,取当前位置为测量零位并记录测长仪示值 $L_0$ 。将相应厚度块经过充分



等温，将标准块装夹在工作台面上，调整工作台拐点，记录测长仪当前位置读数 $L_i$ ，测量3次，取3次测量值的平均值作为测量结果，厚度块尺寸偏差 $\delta$ 按公式(2)计算：

$$\delta = (L_i - L_0 + L_s) - L \quad (2)$$

式中： $\delta$ ——厚度块尺寸偏差，mm；

$L_i$ ——测长仪测量读数值，mm；

$L_0$ ——测长仪零位示值，mm；

$L_s$ ——量块实际尺寸，mm；

$L$ ——厚度块标称尺寸，mm。

### 6.2.3 标准厚度块厚度变动量

在标准厚度块距中心8mm的测量区域内两个垂直方向共4个测量位置（如图3所示）按6.3.2所述方法进行测量，4个测量值与中心点位置测量结果中，取最大值与最小值的差值为标准厚度块厚度变动量。

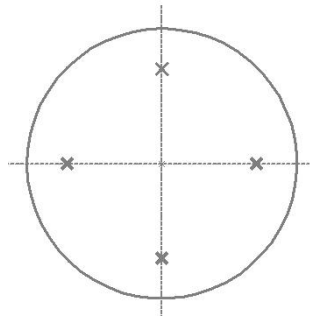


图3 标准厚度块厚度变动量测量点示意图

## 6.3 标准圆管的外径与壁厚尺寸偏差

### 6.3.1 标准圆管外径

用游标卡尺测量标准厚度块外径，在中间截面圆周上均匀分布三个位置测量，取3次测量结果的平均值作为标准厚度块直径测量结果。

注：首次送校时进行此项校准。

### 6.3.2 标准圆管长度

用游标卡尺测量标准圆管长度尺寸，在两端端面圆圆环上均匀分布三个位置测量，取3次测量结果的平均值作为标准圆管长度尺寸测量结果。

注：首次送校时进行此项校准。

### 6.3.3 标准圆管曲面壁厚尺寸偏差与曲面壁厚变动量

在标准圆管中间位置截面均匀分布三个位置进行测量。

如图4所示，将标准圆管竖直固定在测长仪工作台面上，测长仪一端选用12mm平

面测帽，另一端安装支撑臂附件并装夹球形测帽，移动测量座和尾座，使球形测帽与平面测帽接触，调整零位并记录测长仪示值 $L_0$ 。升降工作台到合适位置，使平面测帽与圆管外壁中间位置贴合、球形测帽与圆管内壁中间位置接触，调整工作台前后位置与水平方向拐点，使测长仪示值最小，记录当前位置读数。厚度块尺寸偏差 $\delta$ 按公式(3)计算：

$$\delta = (L_i - L_0) - L \quad (3)$$

式中： $\delta$ ——厚度块尺寸偏差，mm；

$L_i$ ——测长仪测量读数值，mm；

$L_0$ ——测长仪零位示值，mm；

$L$ ——厚度块标称尺寸，mm。

取三个位置测量结果中最大值与最小值之差为标准圆管曲面壁厚变动量。

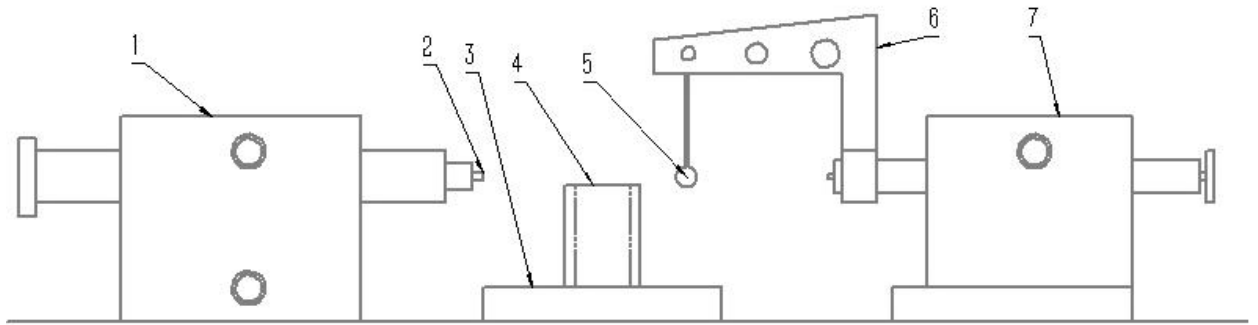


图4 标准圆管壁厚测量示意图

1-测量座；2-平面测帽；3-工作台；4-标准圆管；5-球形测帽；6-支撑臂附件；7-尾座

## 7 校准结果表达

校准后的标准块，出具校准证书。校准证书应给出校准值及测量不确定度。

## 8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，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1年。

## 附录 A

## 超声波测厚仪标准块尺寸偏差测量结果不确定度评定

## A.1 标准厚度块尺寸偏差

## A.1.1 测量方法

对于厚度标称尺寸不大于 100mm 的标准厚度块, 使用测长仪直接测量。对于厚度标称尺寸在 100mm 以上的标准厚度块, 使用 100mm 量块 (或对应尺寸量块)、测长仪, 采用比较方法测量。标准圆管曲面壁厚使用测长仪直接测量。

## A.1.2 测量模型

$$\delta = L_1 - L_0 + L_s - L \quad (\text{A.1})$$

式中:  $\delta$ ——厚度块尺寸偏差;

$L_1$ ——测长仪测量示值;

$L_0$ ——测长仪零位示值;

$L_s$ ——量块实际尺寸 (直接测量时此项为 0);

$L$ ——厚度块标称尺寸。

## A.2 不确定度传播率

$$u_c^2 = u_\delta^2 = c_1^2 u_{L_1}^2 + c_2^2 u_{L_0}^2 + c_3^2 u_{L_s}^2 + c_4^2 u_L^2 \quad (\text{A.2})$$

式中, 灵敏系数:

$$c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial L_1} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial \delta}{\partial L_0} = 1 \quad c_3 = \frac{\partial \delta}{\partial L_s} = 1 \quad c_4 = \frac{\partial \delta}{\partial L} = 1$$

## A.3 测量不确定度来源

A.3.1 测长仪读数引入的不确定度  $u_1$ ;

A.3.2 测长仪示值误差引入的不确定度  $u_2$ ;

A.3.3 量块引入的不确定度  $u_3$ ;

A.3.3.1 量块的长度偏差引入的不确定度  $u_{31}$ ;

A.3.3.2 测长仪和对零量块的温度差引入的不确定度  $u_{32}$ 。

A.3.4 测长仪和标准块的温度差引入的不确定度  $u_4$ 。

## A.4 标准不确定度评定

A.4.1 测长仪读数引入的不确定度  $u_1$

标准块尺寸偏差由 3 次测量结果的平均值得出，由实验得出，3 次测量结果的极差分别如表 A.1 所示： $n=3$  时，极差系数  $d=1.69$ ，测长仪零位读数与测量读数均引入此项误差，则测长仪读数重复性引入的不确定度： $u_1 = \sqrt{2} \times \frac{R}{d}$ ，结果如表 A.1 所示。

表A.1 测长仪读数极差与重复性引入的不确定度

尺寸范围	极差 R	$u_1$	标称厚度	极差 R	$u_1$
10mm	1 $\mu\text{m}$	0.84 $\mu\text{m}$	(2~3) mm	2 $\mu\text{m}$	1.68 $\mu\text{m}$
75mm	1 $\mu\text{m}$	0.84 $\mu\text{m}$			
100mm	1 $\mu\text{m}$	0.84 $\mu\text{m}$			
200mm	1 $\mu\text{m}$	0.84 $\mu\text{m}$			

#### A.4.2 测长仪示值误差引入的不确定度 $u_2$

测长仪最大允许误差为： $\pm (1+L/200) \mu\text{m}$ ，其测量力引入的误差可忽略不计，测长仪零位读数与测量读数均引入此项误差，则测长仪示值误差引入的不确定度  $u_2 = \sqrt{2} \times \frac{1+L/200}{\sqrt{3}}$ ，100mm 以内（含）进行直接测量，100mm 以上使用 100mm 量块对零进行比较测量，结果如表 A.2 所示：

表A.2 测长仪示值误差引入的不确定度

尺寸范围	测量方式	$u_2$	标称厚度	$u_2$
10mm	直接测量	0.86 $\mu\text{m}$	(2~3) mm	0.83 $\mu\text{m}$
75mm		1.12 $\mu\text{m}$		
100mm	比较测量	0.82 $\mu\text{m}$		
200mm		1.22 $\mu\text{m}$		

#### A.4.3 量块引入的不确定度 $u_3$

##### A.4.3.1 量块的长度偏差引入的不确定度 $u_{31}$

100mm 以上标准厚度块使用 100mm 量块对零进行比较测量，5 等量块中心长度偏差的不确定度为  $U = (0.5\mu\text{m} + 5 \times 10^{-6}L)$ ， $k = 2.58$ ，则 100mm~200mm 标准厚度块检测量块长度偏差引入的不确定度：

$$u_{31} = \frac{(0.5\mu\text{m} + 5 \times 10^{-6} \times 100\text{mm})}{2.58} = 0.39\mu\text{m}$$

##### A.4.3.2 测长仪和对零量块的温度差引入的不确定度 $u_{32}$

测长仪与标准块之间存在温度差，以等概率落于区间  $\pm 1^\circ\text{C}$  内任何处，其区间半宽为  $1^\circ\text{C}$ ，均匀分布，测长仪与标准块线膨胀系数均为  $11.5 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$ ，则：

$$u_{32} = \frac{1^{\circ}\text{C}}{\sqrt{3}} \times 11.5 \times 10^{-6}\text{C}^{-1} \times L = 0.66\mu\text{m}$$

$$u_3 = \sqrt{u_{31}^2 + u_{32}^2} = 0.77\mu\text{m}$$

#### A.4.4 测长仪和标准块的温度差引入的不确定度 $u_4$

测长仪与标准块之间存在温度差，以等概率落于区间 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 内任何处，其区间半宽为 $1^{\circ}\text{C}$ ，均匀分布，测长仪与标准块线膨胀系数均为 $11.5 \times 10^{-6}\text{C}^{-1}$ ，结果如表 A.3 所示：

$$u_4 = \frac{1^{\circ}\text{C}}{\sqrt{3}} \times 11.5 \times 10^{-6}\text{C}^{-1} \times L$$

表A.3 测长仪示值误差引入的不确定度

尺寸范围	$u_4$	标称厚度	$u_4$
10mm	0.07 $\mu\text{m}$	(2~3) mm	0.02 $\mu\text{m}$
75mm	0.50 $\mu\text{m}$		
100mm	0.00 $\mu\text{m}$		
200mm	0.66 $\mu\text{m}$		

#### A.5 合成标准不确定度计算

##### A.5.1 主要标准不确定度汇总表

测量不确定度分量及计算结果见表 A.4

表 A.4 主要标准不确定度汇总表

标准块	$u_1$ ( $\mu\text{m}$ )	$u_2$ ( $\mu\text{m}$ )	$u_3$ ( $\mu\text{m}$ )	$u_4$ ( $\mu\text{m}$ )	$u_c$	$U$ ( $k=2$ ) ( $\mu\text{m}$ )
	测长仪读数引入	测长仪示值误差引入	量块的长度偏差引入	测长仪和标准块的温度差引入	合成标准不确定度	扩展不确定度
10mm	0.84	0.86	/	0.07	1.20	3
75mm	0.84	1.12	/	0.50	1.49	3
100mm	0.84	0.82	0.77	0.00	1.40	3
200mm	0.84	1.22	0.77	0.66	1.79	4
(2~3) mm	1.68	0.83	/	0.02	1.87	4

##### A.5.2 合成标准不确定度计算

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2 + c_4^2 u_4^2}$$

合成标准不确定度如表 A.4 所示。

##### A.6 扩展不确定度计算

取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度如表 A.4 所示。

## 附录 B

### 校准证书内容及内页格式

#### B.1 校准证书至少包括以下信息：

- a) 标题“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准日期，如果与校准结果的有效性应用有关时，应说明被校对象的接受日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
- i) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用计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。

#### B.2 校准证书内页格式见表 B.1

表B.1 校准证书内页格式

证书编号：

校准环境条件	温 度：_____ °C					地 点：_____				
	相对湿度：_____ %					其 他：_____				
序号	校准项目					校准值				
1	工作面表面粗糙度									
2	标准厚度块直径									
3	标准厚度块厚度尺寸偏差									
标称值 (mm)	0.5	1	1.2	1.5	2	3.3	5.5	7.7	10	
厚度尺寸偏差 (mm)										
标称值 (mm)	15	20	25	50	75	100	150	200	/	
厚度尺寸偏差 (mm)									/	
4	标准厚度块厚度变动量									
5	标准圆管外径									
6	标准圆管长度									
7	标准圆管曲面壁厚尺寸偏差		2mm							
			3mm							
8	标准圆管曲面壁厚变动量									
测量不确定度：										

校准员：

核验员：

注：校准证书的内容应符合 JJF1071《国家计量校准规范编写规则》的要求。由于各实验室对校准证书有自己的设计，本附录仅建议与校准内结果相关部分的内页格式。其中的部分内容可以由于实验室的证书格式不同而在其他部分表述。

