



# 吉林省地方计量技术规范

JJF (吉) 146—2025

## 超声波测厚仪厚度标准器校准规范

Calibration Specification for Thickness standards of Ultrasonic

Thickness Instrument

2025-11-06发布

2026-01-01实施

吉林省市场监督管理厅 发布

超声波测厚仪厚度标准器  
校准规范

JJF (吉) 146-2025

Calibration Specification for Thickness

standards of Ultrasonic Thickness Instrument

归口单位：吉林省市场监督管理厅

主要起草单位：吉林省计量科学研究院

松原市产品质量计量检验检测所

吉林省特种设备检验研究院

辽源市计量检定测试所

本规范委托吉林省计量科学研究院负责解释

**本规范主要起草人：**

窦艳红 (吉林省计量科学研究院)

姜秀英 (松原市产品质量计量检验检测所)

陈 龙 (吉林省特种设备检验研究院)

赵梓朝 (吉林省计量科学研究院)

穆丽红 (吉林省计量科学研究院)

赵 丹 (辽源市计量检定测试所)

# 目 录

引言 .....	( II )
1 范围 .....	( 1 )
2 引用文件 .....	( 1 )
3 术语 .....	( 1 )
3.1 厚度变动量 .....	( 1 )
4 概述 .....	( 1 )
5 计量特性 .....	( 2 )
5.1 标准厚度块厚度 .....	( 2 )
5.2 标准厚度块厚度变动量 .....	( 2 )
5.3 标准圆管的壁厚 .....	( 2 )
6 校准条件 .....	( 2 )
6.1 环境条件 .....	( 2 )
6.2 测量标准及其他设备 .....	( 2 )
7 校准项目和校准方法 .....	( 3 )
7.1 标准厚度块厚度 .....	( 3 )
7.2 标准厚度块厚度变动量 .....	( 3 )
7.3 标准圆管的壁厚 .....	( 3 )
8 校准结果的表达 .....	( 4 )
9 复校时间间隔 .....	( 4 )
附录 A 标准厚度块组及标准圆管几何形状及尺寸要求 .....	( 5 )
附录 B 校准证书内容 .....	( 6 )
附录 C 校准证书内页格式 .....	( 7 )
附录 D 标准厚度块厚度测量结果的不确定度评定 .....	( 8 )

# 引 言

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》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本校准规范的基础性系列技术文件。

本规范为首次发布。

# 超声波测厚仪厚度标准器校准规范

## 1 范围

本规范适用于校准超声波测厚仪的厚度标准，即标称厚度从 0.5mm 至 200mm 的标准厚度块及  $\Phi 30\text{mm}$ 、 $\Phi 40\text{mm}$  标准圆管的校准。其它原理的厚度标准可参照本规范进行校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 146 量块检定规程

JJF 1126 超声波测厚仪校准规范

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。

## 3 术语

### 3.1 厚度变动量 variation in thickness of a standard thickness block

标准厚度块工作面上任意点的最大厚度与最小厚度之差。

## 4 概述

超声波测厚仪厚度标准器是利用厚度值对超声波测厚仪进行校准的专用计量器具，由标准厚度块组及标准圆管组成。标准厚度块组用于对超声波测厚仪厚度示值误差进行校准，结构示意图如图 1 所示。标准圆管是一种曲面厚度标准，用于对超声波测厚仪曲面壁厚示值误差进行校准，结构示意图如图 2 所示。



图 1 标准厚度块结构示意图

1、2-工作面

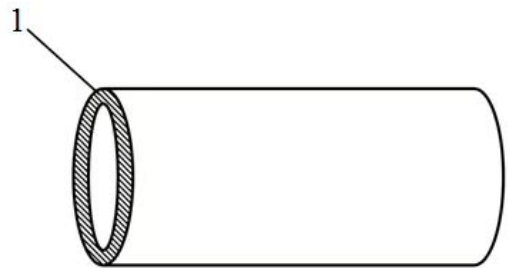


图 2 标准圆管结构示意图

1-工作面

## 5 计量特性

### 5.1 标准厚度块厚度

标准厚度块厚度偏差一般不超过见表 1。

### 5.2 标准厚度块厚度变动量

标准厚度块的厚度变动量一般不超过表 1 规定。

表 1 标准厚度块厚度的允许偏差及厚度变动量

mm		
标称厚度 H	厚度偏差	厚度变动量
0.5、1.0、1.2、1.5、2.0、 3.3、5.5、7.7、10	$\pm 0.01$	0.005
15、20、25、50、75	$\pm 0.02$	
100、150、200	$\pm 0.05$	

### 5.3 标准圆管的壁厚

标准圆管的壁厚的允许偏差一般不超过  $\pm 0.02\text{mm}$ 。

注：校准工作不判断合格与否，上述计量特性要求仅供参考。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

校准时室内温度为  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；

相对湿度不大于 65%；

超声波测厚仪厚度标准放置在测量室与测量标准等温至少 1 小时。

### 6.2 测量标准及其他设备

校准用标准器及技术要求见表 2

表 2 校准用标准器及技术要求

序号	校准项目	校准设备及技术要求
1	标准厚度块厚度	四等量块、立式光学计MPE: $\pm 0.25\mu\text{m}$ 、 测长仪MPE: $\pm(1\mu\text{m}+1 \times 10^{-5}L)$ 或测长机MPE: $\pm(0.5\mu\text{m}+1 \times 10^{-5}L)$
2	标准厚度块厚度变动量	
3	标准圆管的壁厚	壁厚千分尺 MPE: $\pm 4\mu\text{m}$

注：可采用满足不确定度要求的其它标准器进行校准。

## 7 校准项目和校准方法

检查外观，确定没有影响校准计量特性的因素后再进行校准。

### 7.1 标准厚度块厚度

7.1.1 对于厚度标称尺寸不大于 100mm 的标准厚度块，使用立式光学计，采用比较方法测量，也可以采用满足测量不确定度要求的其它仪器如测长机或测长仪进行测量，下面以立式光学计为例进行表述。

将中心长度为  $l_s$  的量块放置在立式光学计的工作台上，测头对准量块中心，拨动拨叉数次，读数稳定后调零，再将标准厚度块放在工作台上，测头对准标准厚度块中心点，拨动拨叉数次，读数稳定后读取长度差值  $d$ ，按公式 (1) 计算标准厚度块的中心厚度。

$$h=l_s+d \quad (1)$$

式中：

$h$ —标准厚度块的中心厚度；

$l_s$ —量块的中心长度；

$d$ —从仪器上读出的差值。

7.1.2 对于厚度标称尺寸大于 100mm 的标准厚度块，使用测长机，采用比较方法测量，测量时先在测长机的测杆上安装球形测帽，并将两测帽调整平行。将标称尺寸相同的量块与被校厚度块借助支撑架沿水平方向安装在测长机工作台上，支撑点选择离厚度块工作面距离为厚度块标称值的 2/9 处，数据处理过程参照 7.2.1。

### 7.2 标准厚度块厚度变动量

校准时，在 2 个垂直的直径方向距边缘 3mm 的 4 个点及中心点进行测量(如图 3)，在 5 个测得值中，取最大、最小值的差值作为厚度变动量。对于厚度标称尺寸不大于 100mm 的标准厚度块，使用立式光学计；对于厚度标称尺寸大于 100mm 的标准厚度块，使用测长机或测长仪。

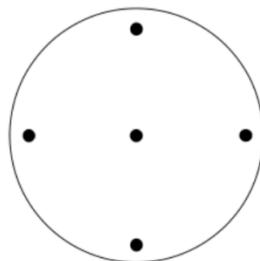


图 3 标准厚度块厚度校准示意图

### 7.3 标准圆管的壁厚

标准圆管的壁厚用壁厚千分尺进行测量。在标准圆管全长范围内，中间截面及分别距上下端面  $1/5$  处，测量其三个截面处的壁厚，每个截面大致均匀测量 3 个位置，取平均值作为测量结果。

## 8 校准结果的表达

经校准的标准厚度标准器出具校准证书。校准证书内容及内页格式见附录 B 及附录 C。

## 9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由测量仪的使用状况、使用者、设备本身质量等诸因素所决定的，因此送校单位可根据仪器实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校时间间隔一般为 1 年。

## 附录 A

## 标准厚度块组及标准圆管几何形状及尺寸要求

A.1 标准厚度块的几何形状及尺寸要求见图 A.1 (单位为 mm)

标准厚度块为圆柱形。

A.1.1 材料: 45#钢

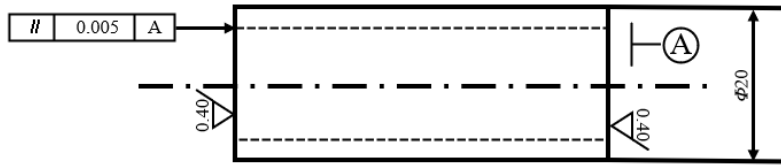


图 A.1

A.2 标准圆管的几何形状及尺寸要求图 A.2 (单位为 mm)

A.2.1 材料: 45#钢

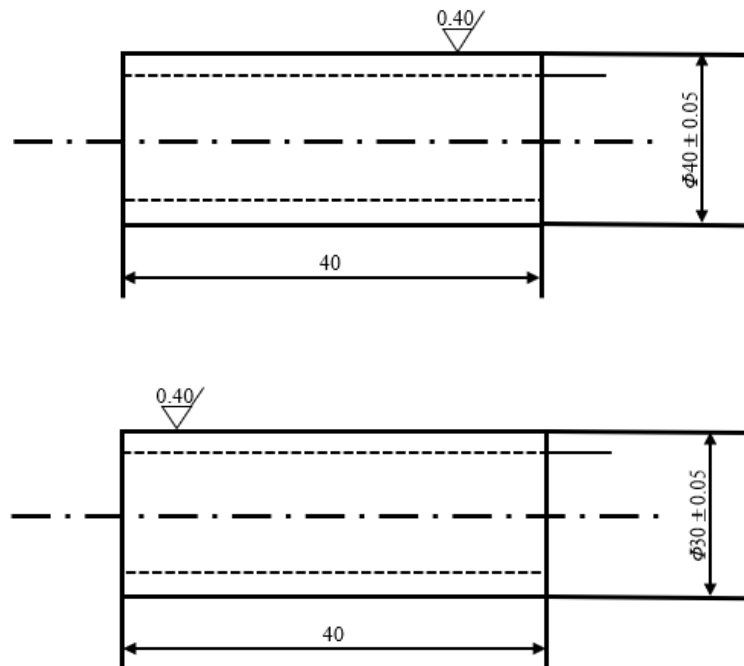


图 A.2

## 附录 B

### 校准证书内容

校准证书的内容应排列有序、清晰，并包括下列内容：

- 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) 送检单位的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 校准日期，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；
- 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) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及不确定度的说明；
- m) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- o) 复校时间间隔的建议；
- p) 未经实验室书面许可，不得部分复制校准证书。

## 附录 C

## 校准证书内页格式

校准依据及代号:

校准标准名称:

校准标准有效期:

校准地点:

校准环境温度:

℃; 相对湿度: %

序号	校准项目			
1	标准厚度块组厚度及厚度变动量			
	标称厚度/mm	标准厚度块厚度/mm	厚度变动量/mm	标准厚度块厚度 测量不确定度 $U(k=2)$
2	标准圆管的壁厚			
	标称值/mm	测量值/mm	测量不确定度 $U/mm (k=2)$	

## 附录 D

## 标准厚度块厚度测量结果的不确定度评定

## D.1 测量方法

采用比较方法测量，用立式光学计、测长机、4等量块测量标准厚度块厚度。

## D.2 测量模型

标准厚度块厚度的计算公式为：

$$h=l_s+d \quad (D.1)$$

式中：

$h$ —标准厚度块的中心厚度实测值；

$l_s$ —量块的中心长度；

$d$ —从仪器上读出的差值。

## D.3 方差和灵敏系数

$$c_1 = \left| \frac{\partial h}{\partial l_s} \right| = 1 \quad c_2 = \left| \frac{\partial h}{\partial d} \right| = 1$$

因此被测标准厚度块厚度  $h$  的合成标准不确定度  $u_D(h)$  可表示为：

$$u_c^2(h) = c_1^2 u^2(l_s) + c_2^2 u^2(d) \quad (D.2)$$

## D.4 不确定度的来源

不确定度的来源主要有：量块中心长度  $l_s$  引入的不确定度  $u(l_s)$ ，立式光学计或测长机示值误差引入的不确定度  $u_1(d)$ 、测量重复性引入的不确定度  $u_2(d)$ 、量块与被测标准厚度块的温度差引入的不确定度  $u_3(d)$ 、量块与被测标准厚度块的线膨胀系数差引入的不确定度  $u_4(d)$ 、被测标准厚度块测点位置引入的不确定度  $u_5(d)$ 。

## D.5 不确定度分量表

由于不确定度与标准厚度块的厚度有关，以 0.5mm 和 200mm 标准厚度块为例进行评定。不确定度的各分量汇总见表 4：

表 4 不确定度分量汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	不确定度值	灵敏系数	$c_i \times u_i$ $\mu\text{m}$
$u(l_s)$	量块中心长度	0.15 $\mu\text{m}$	1	0.15 $\mu\text{m}$
$u(d)$	立式光学计或测长机示值误差引入的不确定度	$H=0.5\text{mm}$ 时：0.14 $\mu\text{m}$	1	$H=0.5\text{mm}$ 时： 0.87 $\mu\text{m}$

	$u_1(d)$	$H=200\text{mm}$ 时: $0.29\mu\text{m}$		
	测量重复性引入的不确定度 $u_2(d)$	$H=0.5\text{mm}$ 时: $0.25\mu\text{m}$		
		$H=200\text{mm}$ 时: $0.26\mu\text{m}$		
	量块与被测标准厚度块的温度差引入的不确定度 $u_3(d)$	$H=0.5\text{mm}$ 时: $0.01\mu\text{m}$		
		$H=200\text{mm}$ 时: $0.66\mu\text{m}$		
	量块与被测标准厚度块的线膨胀系数差引入的不确定度 $u_4(d)$	$H=0.5\text{mm}$ 时: $0.01\mu\text{m}$		
		$H=200\text{mm}$ 时: $0.82\mu\text{m}$		
	被测标准厚度块测点位置引入的不确定度 $u_5(d)$	$0.82\mu\text{m}$		$H=200\text{mm}$ 时: $1.39\mu\text{m}$

## D.6 不确定度分量

### D.6.1 量块中心长度 $l_s$ 引入的不确定度 $u(l_s)$

4 等量块的测量不确定度  $U_{99}=0.4\mu\text{m}$ , 包含因子按  $k=2.7$  计算, 则标准不确定度

$$u(l_s) = \frac{0.4\mu\text{m}}{2.7} = 0.15\mu\text{m}$$

### D.6.2 立式光学计或测长机示值误差引入的不确定度 $u_1(d)$

标准厚度块厚度不大于  $100\text{mm}$  时, 使用立式光学计作标准器, 根据证书可知, 立式光学计的 MPE 为  $\pm 0.25\mu\text{m}$ , 按均匀分布,

$$u_1(d) = \frac{0.25}{\sqrt{3}} = 0.14\mu\text{m}$$

标准厚度块厚度大于  $100\text{mm}$  时, 使用测长机作标准器, 根据证书可知, 测长机的 MPE 为  $\pm(0.5\mu\text{m} + 1 \times 10^{-5}L)$ , 按均匀分布,

$$u_1(d) = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29\mu\text{m}$$

### D.6.3 测量重复性引入的不确定度 $u_2(d)$

将  $0.5\text{mm}$  的被测标准厚度块置于立式光学计上进行 10 次独立的重复测量, 测得值( $\mu\text{m}$ )为:  $-0.3$ 、 $-0.5$ 、 $-0.6$ 、 $-0.3$ 、 $-0.1$ 、 $-0.5$ 、 $0.2$ 、 $-0.1$ 、 $-0.1$ 、 $-0.4$ , 根据贝塞尔公式计算可得:

$$u_2(d) = s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.25\mu\text{m}$$

将  $200\text{mm}$  的被测标准厚度块置于测长机上进行 10 次独立的重复测量, 测得值( $\mu\text{m}$ )为:  $+3.2$ 、 $+3.6$ 、 $+3.1$ 、 $+3.7$ 、 $+3.3$ 、 $+3.5$ 、 $+3.2$ 、 $+3.7$ 、 $+3.9$ 、 $+3.5$ , 根据贝塞尔公式计算可得:

$$u_2(d) = s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.26 \mu\text{m}$$

#### D. 6. 4 量块与被测标准厚度块的温度差引入的不确定度 $u_3(d)$

校准标准厚度块时量块与被测标准厚度块的温度最大差  $\Delta t$  以在  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  范围内估计。假定其在该范围内均匀分布,

则  $H=0.5\text{mm}$  时对应的不确定度分量:

$$u_3(d) = \frac{0.5\text{mm} \times 11.5 \times 10^{-6} \text{C}^{-1} \times 0.5^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \approx 0.01 \mu\text{m}$$

则  $H=200\text{mm}$  时对应的不确定度分量:

$$u_3(d) = \frac{200\text{mm} \times 11.5 \times 10^{-6} \text{C}^{-1} \times 0.5^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \approx 0.66 \mu\text{m}$$

#### D. 6. 5 量块与被测标准厚度块的线膨胀系数差引入的不确定度 $u_4(d)$

鉴于标准厚度块与量块线膨胀系数略有差异,估计其在  $(11.5 \pm 1) \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ , 假定量块与被测标准厚度块的线膨胀系数均在  $\pm 1 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$  范围内, 则两者的线膨胀系数差  $\Delta\alpha$  应在  $\pm 2 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ , 并服从三角分布。测量时被测量标准厚度块对标准温度  $20^\circ\text{C}$  的偏差不超过  $5^\circ\text{C}$ 。

则  $H=0.5\text{mm}$  时对应的不确定度分量:

$$u_4(d) = \frac{0.5\text{mm} \times 5^\circ\text{C} \times 2 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}}{\sqrt{6}} \approx 0.01 \mu\text{m}$$

则  $H=200\text{mm}$  时对应的不确定度分量:

$$u_4(d) = \frac{200\text{mm} \times 5^\circ\text{C} \times 2 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}}{\sqrt{6}} \approx 0.82 \mu\text{m}$$

#### D. 6. 6 被测标准厚度块测点位置引入的不确定度 $u_5(d)$

估计测点位置在被测标准厚度块中心附近  $2\text{mm}$  区域内, 按均匀分布估计, 被测标准厚度块的厚度变动量取其最大允许值  $5\mu\text{m}$ , 则被测标准厚度块测点位置引入的不确定度  $u_5(d)$  为:

$$u_5(d) = \frac{2\text{mm}}{7\text{mm}} \times \frac{5\mu\text{m}}{\sqrt{3}} = 0.82 \mu\text{m}$$

故  $H=0.5\text{mm}$  时:

$$u(d) = \sqrt{u_1^2(d) + u_2^2(d) + u_3^2(d) + u_4^2(d) + u_5^2(d)} = 0.87 \mu\text{m}$$

故  $H=200\text{mm}$  时:

$$u(d) = \sqrt{u_1^2(d) + u_2^2(d) + u_3^2(d) + u_4^2(d) + u_5^2(d)} = 1.39 \mu\text{m}$$

D.7 合成标准不确定度  $u_c(h)$ 

$$u_c(h) = \sqrt{c_1^2 u^2(l_s) + c_2^2 u^2(d)}$$

故  $H=0.5\text{mm}$  时:  $u_c(h) = 0.88\mu\text{m}$

故  $H=200\text{mm}$  时:  $u_c(h) = 1.40\mu\text{m}$

D.8 扩展不确定度  $U$ 

$H=0.5\text{mm}$  时:  $U = 2 \times u_c(h) = 1.8\mu\text{m} \approx 2\mu\text{m} \quad k=2$

$H=200\text{mm}$  时:  $U = 2 \times u_c(h) = 2.8\mu\text{m} \approx 3\mu\text{m} \quad k=2$

# 吉林省地方计量技术规范

## 超声波测厚仪厚度标准器校准规范

JJF(吉) 146—2025

吉林省市场监督管理厅发布

\*

版权所有 不得翻印

297 mm×210 mm D4 纸

2025年11月第1版 2025年11月第1次印刷