

# JJF(浙)

## 浙江省地方计量技术规范

JJF(浙) 1199-2023

### 标准厚度块（片）校准规范

Calibration Specification for Standard Thickness Block(Sheets)

2023-08-08 发布

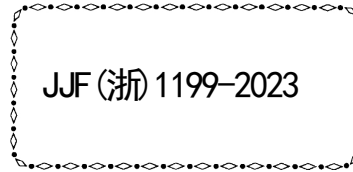
2023-11-08 实施

浙江省市场监督管理局 发布

# 标准厚度块(片)校准规范

Calibration Specification for Standard

Thickness Block(Sheets)



归口单位：浙江省市场监督管理局

主要起草单位：浙江省计量科学研究院

宁波市计量测试研究院

参与起草单位：上海市计量测试技术研究院

江苏省计量科学研究院

杭州智谷精工有限公司

本规范技术条文由起草单位负责解释

**本规范主要起草人：**

陈 欢（浙江省计量科学研究院）

潘 璐（浙江省计量科学研究院）

夏天豪（宁波市计量测试研究院）

**参与起草人：**

张 晓（浙江省计量科学研究院）

曾燕华（上海市计量测试技术研究院）

朱绯红（江苏省计量科学研究院）

张万辉（杭州智谷精工有限公司）

# 目录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文献.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量特性.....	(2)
4.1 表面粗糙度.....	(2)
4.2 平面度.....	(2)
4.3 标准厚度值.....	(2)
4.4 平行度.....	(2)
4.5 标准圆管.....	(2)
5 校准条件.....	(3)
5.1 环境条件.....	(3)
5.2 校准项目和主要校准器具.....	(3)
6 校准方法.....	(3)
6.1 表面粗糙度.....	(4)
6.2 平面度.....	(4)
6.3 标准厚度值.....	(4)
6.4 平行度.....	(5)
6.5 标准圆管.....	(5)
7 校准结果的表达.....	(6)
8 复校时间间隔.....	(6)
附录 A 标准厚度块示值误差测量结果的不确定度评定示例.....	(7)
附录 B 标准厚度片示值误差测量结果的不确定度评定示例.....	(10)
附录 C 校准证书或校准报告内容.....	(13)

# 引言

JF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF1094-2002《测量仪器特性评定》共同构成本规范制定的基础性系列规范。在编写时参考了JJF1126-2004《超声波测厚仪》、JJG818-2018《磁性、电涡流式覆层厚度测量仪》关于标准厚度块（片）、标准圆管的技术要求。

本规范为首次发布。

# 标准厚度块（片）校准规范

## 1 范围

本规范主要适用于校准标称厚度值为(0.01~200)mm 标准厚度块（片）、标准圆管。

注：标准厚度块（片）、标准圆管用于超声波测厚仪和覆层测厚仪的校准。

## 2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

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 概述

标准厚度块（片）是一种端面厚度标准。通过对超声波测厚仪和覆层测厚仪等仪器的示值误差检定或校准方式，使测量尺寸溯源到长度基准。标准厚度块（片）用耐磨材料制造，并具有一对矩形或圆形且相互平行测量面的实物量具。标准厚度块（片）由于用途的不同，如图 1 所示分为金属圆柱形厚度块（a）和非金属矩形厚度片（b）。

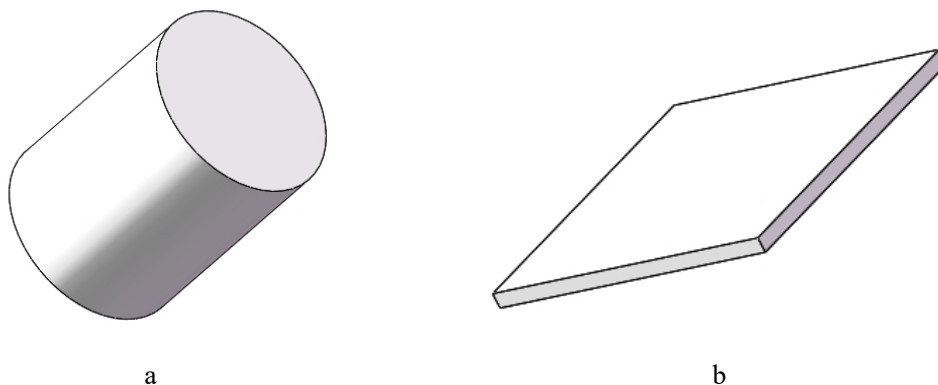


图 1 标准厚度块（片）示意图

标准圆管是一种曲面厚度标准。通过对超声波测厚仪等仪器的示值误差校准方式，使测量尺寸溯源到长度基准。标准圆管用特殊合金钢材料制造，并具有内、外圆柱体同轴线特征的实物量具，如图 2 所示。



图 2 标准圆管示意图

#### 4 计量特性

##### 4.1 表面粗糙度

测量面的表面粗糙度  $R_a$  应不大于  $0.4\mu\text{m}$ 。

##### 4.2 平面度

测量面的平面度要求见表 1。

##### 4.3 标准厚度值

最大允许误差要求见表 1。

##### 4.4 平行度

两测量面之间的平行度要求见表 1。

##### 4.5 标准圆管

$\Phi(20\sim 50)\text{mm}$  标准圆管的壁厚误差应不大于  $20\mu\text{m}$ ，壁厚变动量应不大于  $5\mu\text{m}$ 。

表 1 标准厚度块（片）的技术要求

计量器具	标称厚度 $H$ (mm)	测量面的平面度 ( $\mu\text{m}$ )	两测量面之间的 平行度 ( $\mu\text{m}$ )	标准厚度值最大 允许误差 ( $\mu\text{m}$ )
标准厚度块	$0.5 \leq H \leq 15$	3	3	$\pm 10$
	$15 < H < 100$	3	5	$\pm 20$
	$100 \leq H \leq 200$	3	10	$\pm 50$

标准厚度片	$0.01 < H \leq 0.05$	/	0.2	$\pm (0.5 + 1\%H)$
	$0.05 < H \leq 20$		$0.4\%H$	

注：1、标准厚度片厚度值小于  $200\mu\text{m}$  时，水平放置容易产生翘曲，故测量面的平面度指标不做推荐。

2、校准工作不判断合格与否，上述计量特性的指标仅供参考。

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

校准环境条件见表 2。

表 2 校准环境条件

序号	环境项目	条件要求
1	实验室温度/ $^{\circ}\text{C}$	$20 \pm 1$
2	室温变化/ $(^{\circ}\text{C}/\text{h})$	$\leq 1$
3	实验室湿度/ $\%RH$	$25 \sim 75$
4	恒温时间/h	$\geq 12$

### 5.2 校准项目和主要校准器具

推荐使用表 3 所列仪器，允许使用其他满足不确定要求的标准器进行校准。

表 3 校准项目和校准设备

序号	校准项目	主要校准设备
1	表面粗糙度	表面粗糙度测量仪
2	平面度	坐标测量机，平面干涉仪
3	标准厚度值	高精度测长仪，2 等、3 等量块及测长机
4	平行度	
5	标准圆管的壁厚	坐标测量机

## 6 校准方法

校准前，首先对仪器进行功能检查，在确定没有影响测量准确度的缺陷后再开始校准。



## 6.1 表面粗糙度

用表面粗糙度测量仪对相应的测量面进行测量。

## 6.2 平面度

### 6.2.1 标准厚度块的平面度

用坐标测量机对标准厚度块两测量面分别进行平面度测量。每个测量面上的测量点应均匀分布，总数不少于 25 个点，采用最小二乘法拟合各点数据，所得到的结果作为该测量面的平面度，取测量结果较大值作为标准厚度块的平面度。

### 6.2.2 标准厚度片的平面度

用平面干涉仪以光波干涉法对标准厚度片两测量面分别进行平面度测量，取测量结果较大值作为标准厚度片的平面度。

## 6.3 标准厚度值

采用直接或比较测量的方法校准厚度值，选用测量方法时，应考虑测量结果的不确定度。

### 6.3.1 用测长仪直接校准

当采用测长仪直接校准标准厚度块（片）的厚度时，首先在测长仪的两测量杆上安装球形测头。测量时，先将测长仪两测头接触并调同轴，将测长仪的读数置零。然后分开两测头，将标准厚度块（片）置于两测头之间，使球形测头与标准厚度块（片）测量面中心点接触。

标准厚度块，需反复使工作台绕其垂直轴和水平轴转动，找到测长仪读数最小值，作为测量值。

标准厚度片直接取测长仪读数值为测量值。

每块标准厚度块（片）测量 3 次，取 3 次测量值的平均值为该标准厚度块（片）的厚度值，见式（1）。

$$\Delta = \frac{(H_1 + H_2 + H_3)}{3} \quad (1)$$

$H_1$ 、 $H_2$ 、 $H_3$ ——分别是标准厚度块（片）的单次测量值。

### 6.3.2 用量块和测长机校准

当采用量块和测长机校准标准厚度块（片）的厚度时，首先在测长机的两测量杆上安装球形测头。测量时，先将测长机两测头接触并调同轴，再选取适

当尺寸的量块,将量块放置在测长机测头之间(量块长边与测头长边方向一致),调整零位。然后分开两测头,将标准厚度块(片)置于两测头之间,使球形测头与标准厚度块(片)测量面中心点接触。

标准厚度块,需反复使工作台绕其垂直轴和水平轴转动,找到测长机读数最小值,作为测量值。

标准厚度片直接取测长机读数值为测量值。

每块标准厚度块(片)测量3次,取3次测量值的平均值与量块的实际值之差为该标准厚度块(片)的厚度值,见式(2)。

$$\Delta = \frac{(H_1 + H_2 + H_3)}{3} - L_s \quad (2)$$

$H_1$ 、 $H_2$ 、 $H_3$ ——分别是标准厚度块(片)的单次测量值;

$L_s$ ——量块的实际值。

#### 6.4 平行度

按图3所示,测量标准厚度块(片)中心和四角位置的厚度值,测得的最大和最小厚度之差为标准厚度块(片)的平行度。

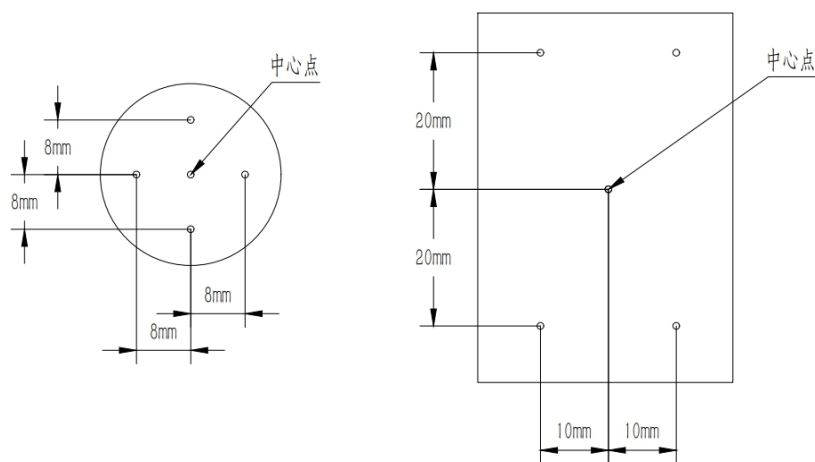


图3 平行度测量点位置

#### 6.5 标准圆管

##### 6.5.1 标准圆管的壁厚误差

将标准圆管放置于坐标测量机工作台面,应在标准圆管全长范围内选取大致均匀分布的3个位置。先在内圆上的均匀分布测量,测量点不少于16个点,

采用最小二乘法拟合圆为基准圆；再在外圆上的均匀分布测量，测量点不少于 16 个点，采用最小二乘法拟合圆为测量圆；计算 3 个位置测量圆半径的平均值为  $D$ ，计算 3 个位置基准圆半径的平均值为  $d$ ， $D$  和  $d$  差值为标准圆管的壁厚误差。

### 6.5.2 标准圆管的壁厚变动量

同 6.5.1 方法测量，壁厚变动量评价方法如图 4 所示，计算测量圆相对基准圆的位置度。取 3 个位置度最大值的 1/2 作为标准圆管的壁厚变动量。

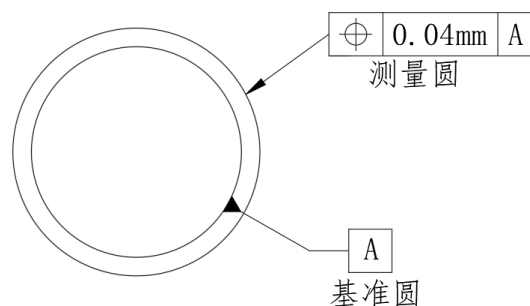


图 4 测量圆相对基准圆的位置度评价方法

校准过程中允许采用满足准确度要求的其他方法测量。

## 7 校准结果的表达

校准后的标准厚度块（片），应填发校准证书或报告，校准结果应在校准证书上反映，校准证书至少应包括 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》5.12 条款中的信息。校准结果内页格式可参见附录 C。

## 8 复校时间间隔

标准厚度块（片）的校准时间间隔根据实际使用情况确定，一般不超过 1 年。

## 附录 A

### 标准厚度块示值误差测量结果的不确定度评定

#### A.1 概述

A.1.1 测量依据：依据 JJF (浙) ××××-202× 《标准厚度块 (片) 校准规范》。

A.1.2 环境条件：温度(20±1)°C。

A.1.3 测量对象：标准厚度块，测量范围为(0.5~200)mm。

A.1.4 测量标准：测长仪

A.1.5 测量方法：在规定的条件下，在测长仪的两测量杆上安装球形测帽。测量时，先将测长仪两测帽接触并调同轴，将测长仪的读数值置零。然后分开两测帽，将标准厚度块置于两测帽之间，使球形测帽与标准厚度块测量面中心点接触。标准厚度块，需反复使工作台绕其垂直轴和水平轴转动，找到测长仪读数最小值，作为测量值。标准厚度片直接取测长仪读数值为测量值。每块标准厚度块测量 3 次，取 3 次测量值的平均值为该标准厚度块的厚度值。

#### A.2 测量模型

标准厚度块厚度值的计算公式为：

$$H = H_i$$

式中： $H$ —标准厚度块的厚度值。

$H_i$ —测长仪测得的厚度值

#### A.3 方差和灵敏度系

灵敏系数

$$\text{依： } u_c^2(y) = \sum \left[ \frac{\partial f}{\partial x_i} \right]^2 u^2(x_i)$$

故：

$$u_c^2(Y) = c_i^2 u_i^2$$

$$c_i = 1$$

#### A.4 不确定度来源分析

A.4.1 标准厚度块测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1$  (A 类评定)；

A.4.2 标准厚度块测量点偏离中心点引入的不确定度分量  $u_2$  (B 类评定)；

A.4.3 测长仪的最大允许误差引入的标准不确定度分量  $u_3$  (B 类评定);

A.4.4 标准厚度块的温度偏离标准温度 20°C 时, 引入的标准不确定度分量  $u_4$  (B 类评定)。

## A 5 标准不确定度计算

A.5.1 测长仪测量标准厚度块的测量重复性引入的不确定度分量  $u_1$

以 200mm 示值为例, 重复测量 10 次(单位 mm), 199.992, 199.991, 199.992, 199.992, 199.991, 199.992, 199.992, 199.991, 199.992, 199.992。

根据公式  $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - \bar{H})^2}{n-1}}$  可得:  $s = 1.5$

因为测得值为三次测量值的平均值, 所以

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.9 \mu\text{m}$$

A.5.2 标准厚度块测量点偏离中心点引入的不确定度分量  $u_2$

当标准厚度块的厚度为 200mm 时, 要求其测量面的平行度最大允许误差 10 $\mu\text{m}$ , 规范规定平行度的测量点距离中心点为 8mm, 估计测量点位置在厚度块中心附近 2mm 区域内均匀分布, 则标准厚度块测量点偏离中心点引入的不确定度为:

$$u_2 = \frac{10}{2\sqrt{3}} \times \frac{2}{8} = 0.7 \mu\text{m}$$

A.5.3 测长仪的最大允许误差引入的标准不确定度分量  $u_3$

测长仪的最大允许误差为  $\pm(0.1+L/1000)\mu\text{m}$ , 当厚度块为 200mm 时, 认为其在区间半宽  $\pm(0.1+200/1000)\mu\text{m}$  内服从均匀分布, 则由测长仪的最大允许误差引入的不确定度为:

$$u_3 = \frac{0.3}{\sqrt{3}} = 0.2 \mu\text{m}$$

A.5.4 标准厚度块的温度偏离标准温度 20°C 时, 引入的标准不确定度分量  $u_4$

假定钢质厚度块的线膨胀系数为  $11.5 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ , 环境温度  $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ , 认为偏离温度在半宽 1°C 内服从均匀分布, 对于厚度为 200mm 的标准厚度块, 则其温度偏离标准温度 20°C 时引入的标准不确定度为:

$$u_4 = \frac{H_n \times \alpha_n \times \Delta t}{k} = \frac{200 \times 10^3 \times 11.5 \times 10^{-6} \times 1}{\sqrt{3}} = 1.4 \mu\text{m}$$

## A.6 合成标准不确定度评定

### A.6.1 标准不确定度一览表

不确定度概算汇总表  $H=200\text{mm}$

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度 ( $\mu\text{m}$ )	$c_i$	$ c_i  \times u(x_i)$ ( $\mu\text{m}$ )
$u_1$	标准厚度块测量重复性引入的标准不确定度分量	0.9	1	0.9
$u_2$	标准厚度块测量点偏离中心点引入的不确定度分量	0.7	1	0.7
$u_3$	测长仪的最大允许误差引入的标准不确定度分量	0.2	1	0.2
$u_4$	标准厚度块的温度偏离标准温度 $20^\circ\text{C}$ 时引入的标准不确定度分量	1.4	1	1.4

### A.6.2 合成标准不确定度 $u_c$ ( $H=200\text{mm}$ 时)

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = 1.8 \mu\text{m}$$

## A.7 扩展不确定度 $U$

### A.7.1 规格为 $200\text{mm}$ 的标准厚度块的测量不确定度为:

取  $k=2$

$$U = k \times u_c = 2 \times 1.8 = 4 \mu\text{m}$$

### A.7.2 其它规格的标准厚度块的测量扩展不确定度如下表表示:

被测标准厚度块规格 (mm)	不确定度分量 ( $\mu\text{m}$ )				$u_c$ ( $\mu\text{m}$ )	$U$ ( $\mu\text{m}$ )
	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$u_4$		
$0.5 \leq H \leq 15$	0.6	0.2	0.1	0.1	0.6	2
$15 < H < 100$	0.8	0.4	0.1	0.6	1.1	3
$100 \leq H \leq 200$	0.9	0.7	0.2	1.4	1.8	4

## 附录 B

### 标准厚度片示值误差测量结果的不确定度评定

#### B.1 概述

B.1.1 测量依据：依据 JJF (浙) ××××-202×《标准厚度块（片）校准规范》。

B.1.2 环境条件：温度(20±1)°C。

B.1.3 测量对象：标准厚度片，测量范围为(0.01~20)mm

B.1.4 测量标准：测长仪

B.1.5 测量方法：在规定的条件下，在规定的条件下，在测长仪的两测量杆上安装球形测帽。测量时，先将测长仪两测帽接触并调同轴，将测长仪的读数置零。然后分开两测帽，将标准厚度片置于两测帽之间，使球形测帽与标准厚度片测量面中心点接触。标准厚度片直接取测长仪读数值为测量值。每块标准厚度片测量 3 次，取 3 次测量值的平均值为该标准厚度片的厚度值。

#### B.2 测量模型

标准厚度块厚度值的计算公式为：

$$H = H_i$$

式中： $H$ —标准厚度块的厚度值。

$H_i$ —测长仪测得的厚度值

#### B.3 方差和灵敏度系

灵敏系数

$$\text{依： } u_c^2(y) = \sum \left[ \frac{\partial f}{\partial x_i} \right]^2 u^2(x_i)$$

故：

$$u_c^2(Y) = c_i^2 u_i^2$$

$$c_i = 1$$

#### B.4 不确定度来源分析

B.4.1 标准厚度片测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1$  (A 类评定)；

B.4.2 标准厚度片测量点偏离中心点引入的不确定度分量  $u_2$  (B 类评定)；

B.4.3 测长仪的最大允许误差引入的标准不确定度分量  $u_3$  (B 类评定)；

B.4.4 标准厚度片的温度偏离标准温度 20°C 时引入的标准不确定度分量  $u_4$

(B类评定)。

## B5 标准不确定度计算

### B.5.1 测长仪测量标准厚度片的测量重复性引入的不确定度分量 $u_1$

以 1mm 示值为例, 重复测量 10 次 (单位 mm), 0.9992, 0.9991, 0.9992, 0.9992, 0.9993, 0.9992, 0.9992, 0.9991, 0.9992, 0.9991。

根据公式  $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - \bar{H})^2}{n-1}}$  可得:  $s = 0.06 \mu\text{m}$

因为测得值为三次测量值的平均值, 所以

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.04 \mu\text{m}$$

### B.5.2 标准厚度片测量点偏离中心点引入的不确定度分量 $u_2$

当标准厚度片的厚度为  $H$  时, 要求其测量面的平行度最大允许误差为  $0.4\%H$ , 规范规定标准厚度片短边的测量点距离中心点为 10mm, 估计测量点位置在厚度片中心附近 2mm 区域内均匀分布, 则标准厚度片测量点偏离中心点引入的不确定度为:

$$u_2 = \frac{0.4\%H}{2\sqrt{3}} \times \frac{2}{10} = 0.002H$$

### B.5.3 测长仪的最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_3$

测长仪的最大允许误差为  $\pm(0.1+L/1000)\mu\text{m}$ , 当厚度片不超过 20mm 时, 认为其在区间半宽  $\pm(0.1+20/1000)$  内服从均匀分布, 则由测长仪的最大允许误差引入的不确定度为:

$$u_3 = \frac{0.12}{\sqrt{3}} = 0.07 \mu\text{m}$$

### B.5.4 标准厚度片的温度偏离标准温度 20°C 时引入的标准不确定度分量 $u_4$

假定钢质厚度片的线膨胀系数为  $11.5 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ , 环境温度  $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ , 认为偏离温度在半宽  $1^\circ\text{C}$  内服从均匀分布, 对于厚度为  $H$  的标准厚度片, 则其温度偏离标准温度  $20^\circ\text{C}$  时引入的标准不确定度为:

$$u_4 = \frac{H_n \times \alpha_n \times \Delta t}{k} = \frac{H \times 10^3 \times 11.5 \times 10^{-6} \times 1}{\sqrt{3}} = 0.01H$$



## B.6 合成标准不确定度评定

## B.6.1 标准不确定度一览表

不确定度概算汇总表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度 ( $\mu\text{m}$ )	$c_i$	$ c_i  \times u(x_i)$ ( $\mu\text{m}$ )
$u_1$	标准厚度片测量重复性引入的标准不确定度分量	0.04	1	0.04
$u_2$	标准厚度片测量点偏离中心点引入的不确定度分量	$0.002H$	1	$0.002H$
$u_3$	测长仪的最大允许误差引入的标准不确定度分量	0.07	1	0.07
$u_4$	标准厚度片的温度偏离标准温度 $20^\circ\text{C}$ 时引入的标准不确定度分量	$0.01H$	1	$0.01H$

B.6.2 合成标准不确定度  $u_c$ 

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = 0.08 \mu\text{m} + 0.01H$$

B.7 扩展不确定度  $U$ 

$$\text{取 } k=2, U = k \times u_c = 0.16 \mu\text{m} + 0.02H$$

## 附录 C

### 校准证书或校准报告内容

#### C.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；
- 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。

#### C.2 推荐的校准证书内页格式见表 C.1 。

表 C.1 校准证书内页格式

序号	校准项目		校准结果
1	表面粗糙度		
2	平面度		
3	标准厚度值		
4	平行度		
5	标准圆管	壁厚误差	
		壁厚变动量	
测量不确定度:			