

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1175—2021

试验筛校准规范

Calibration Specification for Test Sieves

2021-12-08 发布

2022-06-08 实施

国家市场监督管理总局 发布

试验筛校准规范
Calibration Specification for Test Sieves

JJF 1175—2021
代替 JJF 1175—2007

归口单位：全国几何量工程参量计量技术委员会

主要起草单位：黑龙江省计量检定测试研究院

中机生产力促进中心

浙江省计量科学研究院

参加起草单位：新乡巴山航空材料有限公司

辽宁省计量科学研究院

福建省计量科学研究院

本规范委托全国几何量工程参量计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

张海波（黑龙江省计量检定测试研究院）

韩正阳（黑龙江省计量检定测试研究院）

侯长革（中机生产力促进中心）

叶 欣（浙江省计量科学研究院）

参加起草人：

白潜洋（新乡巴山航空材料有限公司）

刘 娜（辽宁省计量科学研究院）

王朝阳（福建省计量科学研究院）



目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(2)
4.1 金属丝编织网试验筛筛孔尺寸	(2)
4.2 金属穿孔板试验筛筛孔尺寸	(2)
5 校准用设备和环境条件	(2)
6 校准项目和校准方法	(3)
6.1 金属丝编织网试验筛筛孔尺寸	(3)
6.2 金属穿孔板试验筛筛孔尺寸	(3)
7 校准结果表达	(4)
8 复校时间间隔	(4)
附录 A 试验筛计量特性指标	(5)
附录 B 金属丝编织网试验筛筛孔尺寸测量结果的不确定度评定	(11)
附录 C 金属穿孔板试验筛筛孔尺寸测量结果的不确定度评定	(14)
附录 D 校准证书内容	(16)

引 言

本规范以 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》为基础和依据进行修订。

与 JJF 1175—2007《试验筛校准规范》相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 增加了引言；
- 删除了“筛孔尺寸在最大尺寸（ $w+X$ ）和中间尺寸（ $w+Z$ ）之间的筛孔数量”校准项目；
- 删除了“基本尺寸确定”校准项目；
- 修改了“筛孔最大尺寸”和“筛孔平均尺寸”的校准方法；
- 修改了“金属丝编织网试验筛筛孔尺寸测量结果的不确定度评定”；
- 将试验筛计量特性移至附录 A 中；
- 删除了“金属丝编织网试验筛筛孔尺寸偏差中的中间偏差”技术要求；
- 增加了“金属丝编织网试验筛筛孔尺寸最大标准偏差”技术要求。

本规范的历次版本发布情况为：

- JJF 1175—2007。

试验筛校准规范

1 范围

本规范适用于筛孔尺寸为（0.020~125）mm 的金属丝编织网试验筛和筛孔尺寸为（1~125）mm 的金属穿孔板试验筛的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 5329—2003 试验筛与筛分试验 术语

GB/T 6003.1—2012 试验筛 技术要求和检验 第1部分：金属丝编织网试验筛

GB/T 6003.2—2012 试验筛 技术要求和检验 第2部分：金属穿孔板试验筛

GB/T 6005—2008 试验筛 金属丝编织网、穿孔板和电成型薄板 筛孔的基本尺寸

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

试验筛主要用于对颗粒物料做粒度分析和筛分试验。金属丝编织网试验筛如图1所示、金属穿孔板试验筛如图2所示。试验筛筛孔的排列如图3、图4和图5所示。

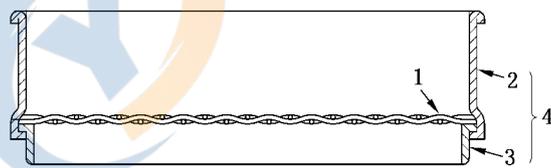


图1 金属丝编织网试验筛示意图

1—金属丝网；2—主体部分；3—基座；4—2和3组成筛框

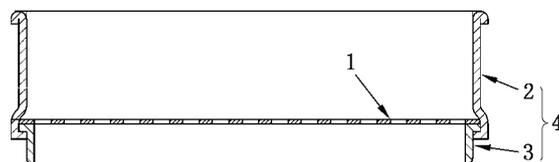


图2 金属穿孔板试验筛示意图

1—金属穿孔板；2—主体部分；3—基座；4—2和3组成筛框

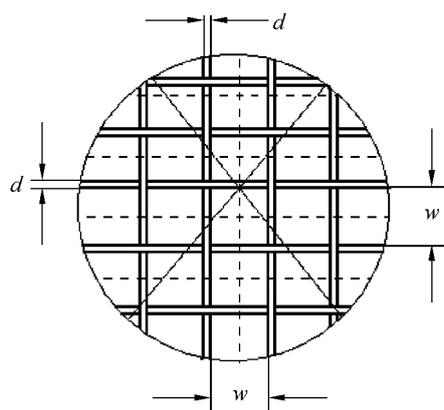
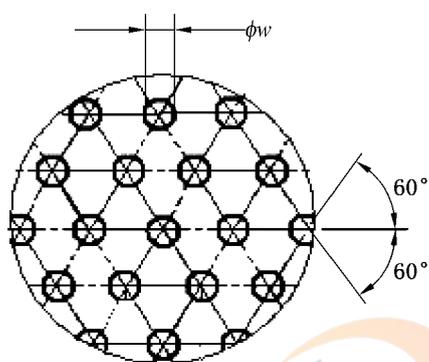
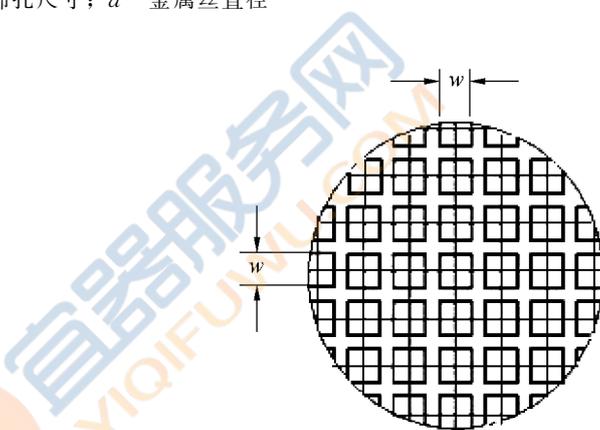


图3 金属丝编织网试验筛编织形式和筛孔尺寸示意图

w —筛孔尺寸； d —金属丝直径

图4 金属穿孔板试验筛示意图
圆孔排列形式和孔径尺寸

ϕw —孔径

图5 金属穿孔板试验筛示意图
方孔排列形式和筛孔尺寸

w —筛孔尺寸

4 计量特性

4.1 金属丝编织网试验筛筛孔尺寸

4.1.1 任意筛孔最大尺寸

4.1.2 筛孔平均尺寸

4.1.3 金属丝直径

4.2 金属穿孔板试验筛筛孔尺寸

5 校准用设备和环境条件

校准用设备和环境条件见表1。

表 1 校准用设备和环境条件

试验筛类型及规格		推荐使用设备	温度
金属丝 编织网 试验筛	$0.020\text{ mm} \leq w \leq 0.040\text{ mm}$	影像测量仪 MPE: $\pm 0.7\ \mu\text{m}$	$20\text{ }^\circ\text{C} \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$
	$0.040\text{ mm} < w \leq 0.25\text{ mm}$	万能工具显微镜 MPE: $\pm (1\ \mu\text{m} + 10^{-5}L)$	$20\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$
	$0.25\text{ mm} < w \leq 4\text{ mm}$	影像测量仪 MPE: $\pm 3\ \mu\text{m}$	$20\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$
	$4\text{ mm} < w \leq 125\text{ mm}$	游标、带表或数显卡尺 分度值(分辨力)不超过 0.02 mm	$20\text{ }^\circ\text{C} \pm 10\text{ }^\circ\text{C}$
金属穿 孔板试 验筛	$1\text{ mm} \leq w < 4\text{ mm}$	万能工具显微镜 MPE: $\pm (1\ \mu\text{m} + 10^{-5}L)$ 影像测量仪 MPE: $\pm 3\ \mu\text{m}$	$20\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$
	$4\text{ mm} \leq w \leq 125\text{ mm}$	游标、带表或数显卡尺 分度值(分辨力)不超过 0.02 mm	$20\text{ }^\circ\text{C} \pm 10\text{ }^\circ\text{C}$

注：也可采用满足测量不确定度要求的其他测量设备进行校准。

6 校准项目和校准方法

被校准的试验筛应有固定清晰的铭牌。金属丝编织网的丝网上不应有明显的编织缺陷、折痕、杂质、破损和松弛。金属穿孔板筛孔不得有明显影响计量特性的缺陷。

6.1 金属丝编织网试验筛筛孔尺寸

确保包括离筛框边缘最近的筛孔在内的所有筛孔都有相等的可能性获得测量。筛孔尺寸小于 4 mm 的用非接触测量法，筛孔尺寸不小于 4 mm 的可用接触测量法。测量时在筛孔经线或纬线方向上的筛孔边缘（即金属丝直径的边缘）中心部位（见图 3）取点。对不多于 20 个筛孔的试验筛，应测量所有的筛孔；对多于 20 个筛孔的试验筛，应按以下步骤进行。

6.1.1 筛孔最大尺寸

在整个筛面上，抽查 20 个尺寸明显偏大的筛孔进行测量，以测得的筛孔最大尺寸作为校准结果。

6.1.2 筛孔平均尺寸和金属丝直径

至少选择两个具有代表性的取样部位，每个部位分别在经线和纬线方向上选取 10 个连续筛孔，然后沿经线和纬线方向连续测量，同时测得 10 个筛孔尺寸和 10 个金属丝直径。分别计算出两个取样部位的所有经线方向筛孔的平均值和所有纬线方向筛孔的平均值，所得的这两个平均值即为筛孔平均尺寸校准结果，所有金属丝直径的平均值为金属丝直径校准结果。

6.2 金属穿孔板试验筛筛孔尺寸

在金属穿孔板上，沿不同的两条直线方向选定需要测量的筛孔，两条直线所呈角度规定如下：对于圆孔应为 90° 或 60° 、对于方孔应为 90° ，每个方向上至少测量 5 个筛孔，如果筛孔数量未到到此要求，则测量所有筛孔。

按图 4 或图 5 所示，测量所选圆孔的直径或方孔中间位置处的宽度尺寸，取所有测

得值中的最大值作为筛孔尺寸的校准结果。

7 校准结果表达

校准后的试验筛，出具校准证书。校准证书应给出校准结果及测量不确定度。

8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由试验筛的使用情况、使用者、试验筛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。建议一般为1年。



附录 A

试验筛计量特性指标

金属丝编织网试验筛筛孔尺寸要求和金属丝直径见表 A.1。

表 A.1 金属丝编织网试验筛筛孔尺寸及要求 and 金属丝直径 mm

筛孔基本尺寸 w	筛孔尺寸要求			金属丝直径		
	任意筛孔尺寸最大偏差 $+X$	尺寸平均偏差 $\pm Y$	最大标准偏差	d	d_{\max}	d_{\min}
125	4.51	3.66	这类筛孔的测量数量较少，最大标准偏差的计算无实际意义，不作要求	8.0	9.2	6.8
112	4.15	3.29				
106	3.99	3.12				
100	3.82	2.94		6.3	7.2	5.4
90	3.53	2.66				
80	3.24	2.37				
75	3.09	2.22				
71	2.97	2.10				
63	2.71	1.87				
56	2.49	1.67		5.6	6.4	4.8
53	2.39	1.58				
50	2.29	1.49				
45	2.12	1.35				
40	1.94	1.20	1.000	4.5	5.2	3.8
37.5	1.85	1.13	1.000			
35.5	1.78	1.07	1.000			
31.5	1.63	0.95	1.000	4.0	4.6	3.4
28	1.50	0.85	1.000			
26.5	1.44	0.80	1.000	3.55	4.10	3.00
25	1.38	0.76	1.000			
22.4	1.27	0.68	0.920			

表 A.1 金属丝编织网试验筛筛孔尺寸及要求 and 金属丝直径 (续) mm

筛孔基本尺寸 w	筛孔尺寸要求			金属丝直径		
	任意筛孔尺寸最大偏差 $+X$	尺寸平均偏差 $\pm Y$	最大标准偏差	d	d_{\max}	d_{\min}
20	1.17	0.61	0.780	3.15	3.60	2.70
19	1.13	0.58	0.729			
18	1.08	0.55	0.690			
16	0.99	0.49	0.610			
14	0.90	0.43	0.530	2.8	3.2	2.4
13.2	0.86	0.41	0.506			
12.5	0.83	0.39	0.480	2.5	2.9	2.1
11.2	0.77	0.35	0.430			
10	0.71	0.31	0.385			
9.5	0.68	0.30	0.372	2.24	2.60	1.90
9	0.65	0.28	0.350			
8	0.60	0.25	0.315	2.0	2.3	1.7
7.1	0.55	0.22	0.280	1.8	2.1	1.5
6.7	0.53	0.21	0.269			
6.3	0.51	0.20	0.255			
5.6	0.47	0.18	0.235	1.6	1.9	1.3
5.0	0.43	0.16	0.210			
4.75	0.41	0.15	0.199			
4.5	0.40	0.14	0.190	1.4	1.7	1.2
4	0.37	0.13	0.175			
3.55	0.34	0.11	0.155	1.25	1.50	1.06
3.35	0.32	0.11	0.151			
3.15	0.31	0.10	0.145			
2.8	0.29	0.09	0.130	1.12	1.30	0.95
2.5	0.26	0.08	0.117	1.00	1.15	0.85
2.36	0.25	0.08	0.114			
2.24	0.24	0.07	0.110	0.90	1.04	0.77
2	0.23	0.07	0.105			

表 A.1 金属丝编织网试验筛筛孔尺寸及要求 and 金属丝直径 (续) mm

筛孔基本尺寸 w	筛孔尺寸要求			金属丝直径		
	任意筛孔尺寸最大偏差 $+X$	尺寸平均偏差 $\pm Y$	最大标准偏差	d	d_{\max}	d_{\min}
1.8	0.21	0.06	0.092	0.80	0.92	0.68
1.7	0.20	0.06	0.087			
1.6	0.19	0.05	0.082			
1.4	0.18	0.05	0.076	0.71	0.82	0.60
1.25	0.16	0.04	0.069	0.63	0.72	0.54
1.18			0.067			
1.12	0.15	0.04	0.064	0.56	0.64	0.48
1	0.14	0.03	0.059			
0.9	0.131	0.031	0.054 2	0.50	0.58	0.43
0.85	0.127	0.029	0.052 2			
0.8	0.122	0.028	0.050 2	0.45	0.52	0.38
0.71	0.112	0.025	0.045 8			
0.63	0.104	0.022	0.042 0	0.40	0.46	0.34
0.6	0.101	0.021	0.040 5			
0.56	0.096	0.020	0.038 7	0.355	0.41	0.30
0.5	0.089	0.018	0.035 9	0.315	0.36	0.27
0.45	0.084	0.016	0.033 2	0.28	0.32	0.24
0.425	0.081	0.016	0.032 2			
0.4	0.078	0.015	0.030 9	0.25	0.29	0.21
0.355	0.072	0.013	0.028 2	0.224	0.26	0.19
0.315	0.067	0.012	0.026 1	0.20	0.23	0.17
0.3	0.065	0.012	0.025 4			
0.28	0.062	0.011	0.024 2	0.18	0.21	0.15
0.25	0.058	0.009 9	0.022 4	0.16	0.19	0.13
0.224	0.054	0.009	0.020 8			
0.212	0.052	0.008 7	0.020 0	0.14	0.17	0.12
0.2	0.050	0.008 3	0.019 4			
0.18	0.047	0.007 6	0.018 0	0.125	0.150	0.106

表 A.1 金属丝编织网试验筛筛孔尺寸及要求 and 金属丝直径 (续) mm

筛孔基本尺寸 w	筛孔尺寸要求			金属丝直径		
	任意筛孔尺寸最大偏差 $+X$	尺寸平均偏差 $\pm Y$	最大标准偏差	d	d_{\max}	d_{\min}
0.16	0.044	0.006 9	0.016 8	0.112	0.130	0.095
0.15	0.043	0.006 6	0.016 3	0.100	0.115	0.085
0.14	0.041	0.006 3	0.015 6			
0.125	0.038	0.005 8	0.014 4	0.090	0.104	0.077
0.112	0.036	0.005 4	0.013 6	0.080	0.092	0.068
0.106	0.035	0.005 2	0.013 2	0.071	0.082	0.060
0.1	0.034	0.005	0.012 8			
0.09	0.032	0.004 6	0.012 0	0.063	0.072	0.054
0.08	0.030	0.004 3	0.011 3	0.056	0.064	0.048
0.075	0.029	0.004 1	0.010 9	0.050	0.058	0.043
0.071	0.028	0.004	0.010 5			
0.063	0.026	0.003 7	0.009 9	0.045	0.052	0.038
0.056	0.025	0.003 5	0.009 3	0.040	0.046	0.034
0.053	0.024	0.003 4	0.009 0	0.036	0.041	0.031
0.05	0.023	0.003 3	0.008 7			
0.045	0.022	0.003 1	0.008 3	0.032	0.037	0.027
0.04	0.021	0.003	0.007 9			
0.038	0.020	0.002 9	0.007 7	0.030	0.035	0.024
0.036	0.020	0.002 8	0.007 5			
0.032	0.019	0.002 7	0.006 8	0.028	0.033	0.023
0.025	0.016	0.002 5	0.006 1	0.025	0.029	0.021
0.02	0.014	0.002 3	0.005 7	0.020	0.023	0.017

注：作为校准，不判断合格与否，上述计量特性的指标仅供参考。

金属穿孔板试验筛筛孔尺寸及要求见表 A.2。

表 A.2 金属穿孔板试验筛筛孔尺寸及要求

mm

筛孔基本尺寸 w	筛孔尺寸偏差 ±	筛孔基本尺寸 w	筛孔尺寸偏差 ±	筛孔基本尺寸 w	筛孔尺寸偏差 ±
125	1	25	0.35	4.75	0.14
112	0.95	22.4	0.3	4.5	0.14
106	0.9	20	0.3	4	0.13
100	0.85	19	0.29	3.55	0.12
90	0.8	18	0.28	3.35	0.11
80	0.7	16	0.27	3.15	0.11
75	0.7	14	0.26	2.8	0.11
71	0.65	13.2	0.25	2.5	0.11
63	0.6	12.5	0.24	2.36	0.11
56	0.55	11.2	0.23	2.24	0.10
53	0.55	10	0.21	2	0.09
50	0.55	9.5	0.21	1.8	0.08
45	0.5	9	0.2	1.7	0.08
40	0.45	8	0.19	1.6	0.08
37.5	0.45	7.1	0.18	1.4	0.08
35.5	0.4	6.7	0.17	1.25	0.08
31.5	0.4	6.3	0.17	1.18	0.07
28	0.35	5.6	0.15	1.12	0.07
26.5	0.35	5	0.14	1	0.07

注：作为校准，不判断合格与否，上述计量特性的指标仅供参考。

金属丝编织网试验筛筛孔尺寸的最大标准偏差的校准方法：

当客户提出需求时，按表 A.3 确定需要测量的筛孔数，采用 6.1.2 规定的方法沿经线方向和纬线方向测量每个所选的筛孔尺寸，并带入如下公式进行计算，所得到的预期标准偏差值为筛孔尺寸标准偏差的校准结果。

测量试验筛所有筛孔 N 时，按式 (A.1) 计算 σ ：

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\omega_i - \omega)^2} \quad (\text{A.1})$$

式中：

σ ——标准偏差；

N ——试验筛的所有筛孔数。

选定测量筛孔数 n 时，按式 (A.2) 计算 s ：

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\omega_i - \bar{\omega})^2} \quad (\text{A.2})$$

式中：

n ——测量的最小筛孔数，列于表 A.3。

将 s 放大 K 倍，按照式 (A.3) 计算，得到预期标准偏差值 σ_s ：

$$\sigma_s = K \times s \quad (\text{A.3})$$

系数 K 值可以通过表 A.3 查得，表 A.3 中未列出的 K 值可以按照式 (4) 计算：

$$K = 1.2 + \frac{3.0}{\sqrt{2n}} \quad (\text{A.4})$$

表 A.3 试验筛整个直径上按经向和纬向分别测量的最小筛孔数

筛孔基本尺寸	筛孔个数 n	系数 K
125 mm~25 mm	所有筛孔（直径超过 200 mm 的大试验筛中最多 50 个）	
22.4 mm~4 mm	2×30	1.59
3.55 mm~2.24 mm	2×40	1.54
2 mm~1.6 mm	2×50	1.50
1.4 mm~1 mm	2×80	1.44
900 μm~800 μm	2×80	1.44
710 μm~560 μm	2×100	1.41
500 μm~400 μm	2×120	1.39
355 μm~200 μm	2×160	1.37
180 μm~90 μm	2×200	1.35
80 μm~45 μm	2×250	1.33
40 μm~20 μm	2×300	1.32

附录 B

金属丝编织网试验筛筛孔尺寸测量结果的不确定度评定

B.1 使用影像测量仪测量试验筛的测量结果不确定度评定

B.1.1 测量方法

依据本规范的校准方法，利用影像测量仪直接对于筛孔尺寸进行测量。

B.1.2 测量模型

$$\delta = d \quad (\text{B.1})$$

式中：

δ ——被测筛孔尺寸的测量结果；

d ——标准器的测量值。

B.1.3 测量不确定度来源和标准不确定度评定

B.1.3.1 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(d)$

在重复性条件下，使用最大允许误差为 $\pm(0.5 + L/600) \mu\text{m}$ 影像测量仪分别对 0.02 mm 和 0.04 mm 试验筛的一个筛孔重复测量 10 次；使用最大允许误差为 $\pm 3 \mu\text{m}$ 的影像测量仪对 4 mm 试验筛的一个筛孔重复测量 10 次。测量结果见表 B.1。

表 B.1 重复性测量结果 mm

规格	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.02	0.019 3	0.019 4	0.019 0	0.019 3	0.019 3	0.018 7	0.019 4	0.019 2	0.019 1	0.018 9
0.04	0.040 5	0.039 9	0.040 1	0.039 9	0.040 3	0.040 4	0.040 4	0.040 2	0.040 4	0.040 2
4	4.336	4.334	4.335	4.335	4.334	4.335	4.336	4.335	4.336	4.335

用贝塞尔公式计算：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (d_k - \bar{d})^2}{n-1}} \quad (\text{B.2})$$

实际测量以单次测量值为测量结果，则可得到由测量重复性引入的标准不确定度，见表 B.2。

表 B.2 重复性引入的标准不确定度分量

规格	0.02 mm 试验筛	0.04 mm 试验筛	4 mm 试验筛
$u_1(d)$	0.23 μm	0.21 μm	0.74 μm

B.1.3.2 影像测量仪示值误差引入的标准不确定度分量 $u_2(d)$

使用最大允许误差为 $\pm(0.5 + L/600) \mu\text{m}$ 的影像测量仪对 0.02 mm 试验筛和 0.04 mm 试验筛进行测量，使用最大允许误差为 $\pm 3 \mu\text{m}$ 的影像测量仪对 4 mm 试验筛进行测量，均符合均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ 。影像测量仪示值误差引入的标准不确定度见表 B.3。

表 B.3 影像测量仪示值误差引入的标准不确定度分量

规格	0.02 mm 试验筛	0.04 mm 试验筛	4 mm 试验筛
$u_2(d)$	0.29 μm	0.29 μm	1.74 μm

B.1.4 标准不确定度汇总

标准不确定度汇总见表 B.4。

表 B.4 标准不确定度汇总

分量	不确定度来源	标准不确定度		
		0.02 mm 试验筛	0.04 mm 试验筛	4 mm 试验筛
$u_1(d)$	测量重复性	0.23 μm	0.21 μm	0.29 μm
$u_2(d)$	影像测量仪示值误差	0.29 μm	0.29 μm	1.74 μm
u_c	合成标准不确定度	0.37 μm	0.36 μm	1.90 μm

B.1.5 合成标准不确定度

灵敏系数, $c_i=1$, 两不确定度分量不相关, 合成标准不确定度为:

$$u_c^2 = u_1^2(d) + u_2^2(d) \quad (\text{B.3})$$

B.1.6 扩展不确定度

$U = u_c \times k$, 取 $k=2$ 得到的扩展不确定度, 见表 B.5。

表 B.5 扩展不确定度

规格	0.02 mm 试验筛	0.04 mm 试验筛	4 mm 试验筛
$U(k=2)$	0.8 μm	0.8 μm	3.8 μm

B.2 使用万能工具显微镜测量试验筛的测量结果不确定度评定

B.2.1 测量方法

依据本校准规范对于筛孔尺寸 0.045 mm 的试验筛在万能工具显微镜上 (以下简称万工显) 直接测量试验筛孔尺寸。

B.2.2 测量模型

$$\delta = d \quad (\text{B.4})$$

式中:

δ —— 被测筛孔尺寸的测量结果;

d —— 万工显的测量值。

测量不确定度的构成要素: 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(d)$; 万工显示值误差引入的标准不确定度分量 $u_2(d)$ 。

B.2.3 测量不确定度来源和标准不确定度评定

B.2.3.1 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(d)$

在重复性条件下, 使用最大允许误差为: $\pm(1 \mu\text{m} + 10^{-5}L)$ 的万工显对 0.045 mm 试验筛的一个筛孔重复测量 10 次, 得到测量列 0.047 6, 0.047 5, 0.047 5, 0.047 8,

0.047 1, 0.047 5, 0.047 6, 0.047 1, 0.047 4, 0.047 2。

用贝塞尔公式计算得：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (d_k - \bar{d})^2}{n-1}} = 0.27 \mu\text{m} \quad (\text{B. 5})$$

实际测量以单次测量值为测量结果，则可得到由测量重复性引起的标准不确定度为： $u_1(d) = 0.27 \mu\text{m}$ 。

B. 2. 3. 2 万工显示值误差引入的标准不确定度分量 $u_2(d)$

万工显最大允许误差为： $\pm(1 \mu\text{m} + 10^{-5}L)$ ，符合均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$

$$u_2(d) = \frac{1.0004 \mu\text{m}}{\sqrt{3}} = 0.58 \mu\text{m} \quad (\text{B. 6})$$

B. 2. 4 标准不确定度汇总

标准不确定度汇总见表 B. 6。

表 B. 6 标准不确定度汇总

分量	不确定度来源	标准不确定度
$u_1(d)$	测量重复性	$0.27 \mu\text{m}$
$u_2(d)$	万工显示值误差	$0.58 \mu\text{m}$
$u_c = 0.64 \mu\text{m}$		

B. 2. 5 合成标准不确定度

灵敏系数， $c_i = 1$

两不确定度分量不相关，合成标准不确定度为：

$$u_c^2 = u_1^2(d) + u_2^2(d) \quad (\text{B. 7})$$

$$u_c = 0.64 \mu\text{m}$$

B. 2. 6 扩展不确定度

$U = u_c \times k$ ，取 $k = 2$ ，则有：

$$U = u_c \times k = 0.64 \mu\text{m} \times 2 = 1.28 \mu\text{m}$$

附录 C

金属穿孔板试验筛筛孔尺寸测量结果的不确定度评定

C.1 概述

C.1.1 测量方法

依据本校准规范对于不小于 5 mm 的金属穿孔板试验筛，用分度值为 0.02 mm 的游标卡尺直接测量筛孔尺寸。

C.1.2 测量环境条件

温度 $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$ 。

C.2 测量模型

$$\delta = d \quad (\text{C.1})$$

式中：

δ —— 被测筛孔尺寸的测量结果；

d —— 在游标卡尺上的读数值。

测量不确定度的来源：测量重复性引起的标准不确定度 $u_1(d)$ ；游标卡尺的示值误差引起的标准不确定度 $u_2(d)$ ；游标卡尺的对线误差引起的标准不确定度 $u_3(d)$ ；被测件与游标卡尺线膨胀系数差引起的标准不确定度 $u_4(d)$ ；被测件与游标卡尺的温度差引起的标准不确定度 $u_5(d)$ 。

C.3 测量不确定度来源和标准不确定度评定

C.3.1 测量重复性引起的标准不确定度 $u_1(d)$

在重复性测量条件下，用游标卡尺对 5 mm 圆孔金属穿孔板试验筛的一个筛孔重复测量 10 次，得到测量列 5.00 mm，5.02 mm，5.00 mm，5.00 mm，5.00 mm，5.00 mm，5.02 mm，5.00 mm，5.02 mm，5.00 mm。

用贝塞尔公式计算得：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (d_k - \bar{d})^2}{n-1}} = 9.7 \mu\text{m} \quad (\text{C.2})$$

实际测量以单次测量值为测量结果，则可得到由测量重复性引起的标准不确定度为：

$$u_1(d) = 9.7 \mu\text{m}$$

C.3.2 游标卡尺的示值误差引起的标准不确定度 $u_2(d)$

游标卡尺最大允许误差为： $\pm 20 \mu\text{m}$ ，符合均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ ， $u_2(d) = 20 \mu\text{m} / \sqrt{3} = 11.5 \mu\text{m}$ 。

C.3.3 被测件与游标卡尺线膨胀系数差引起的标准不确定度 $u_3(d)$

被测件（钢质）的线膨胀系数为 $(11.5 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ，游标卡尺的线膨胀系数为 $(11.5 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ，最大差值为 $1 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ， $\Delta t = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ ， $L = 5 \text{ mm}$ ，服从均

匀分布, $u_3(d) = 0.02 \mu\text{m}$, 可忽略不计。

C.3.4 被测件与游标卡尺温度差引起的标准不确定度 $u_4(d)$

被测件与游标卡尺温度差为 $2 \text{ }^\circ\text{C}$, 线膨胀系数为 $(11.5 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, $L = 5 \text{ mm}$, 服从均匀分布, 则 $u_4(d) = 0.07 \mu\text{m}$, 可忽略不计。

C.4 标准不确定度汇总

标准不确定度汇总表见表 C.1。

表 C.1 标准不确定度汇总

符号	不确定度分量来源	标准不确定度
$u_1(d)$	测量重复性	$9.7 \mu\text{m}$
$u_2(d)$	游标卡尺示值误差	$11.5 \mu\text{m}$
$u_c = 15.0 \mu\text{m}$		

C.5 合成标准不确定度

传播系数 (灵敏系数), $c_i = 1$

两不确定度分量不相关, 合成标准不确定度为:

$$u_c^2 = u_1^2(d) + u_2^2(d) \quad (\text{C.3})$$

$$u_c = 15.0 \mu\text{m}$$

C.6 扩展不确定度

$U = u_c \times k$, 取 $k = 2$, 则有:

$$U = k u_c = 2 \times 15.0 \mu\text{m} = 30 \mu\text{m}$$

附录 D

校准证书内容

- 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) 送校单位的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，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；
- h) 如果与校准结果的有效性或应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- 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) 校准结果及测量不确定度的说明；
- 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) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。