

JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF xxxx-xxxx

试验筛校准规范

Calibration Specification for Test Sieves

xxxx-xx-xx 发布

xxxx-xx-xx 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

试验筛校准规范

Calibration Specification for Test Sieves

JJF xxxx—xxxx

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

参与起草单位：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）

参与起草人：

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 术语和定义	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(3)
5.1 金属丝编织网试验筛	(3)
5.2 金属穿孔板试验筛	(7)
6 校准条件	(10)
6.1 环境条件	(10)
6.2 被校试验筛应具备的条件	(10)
6.3 校准用设备	(10)
7 校准项目和校准方法	(10)
7.1 金属丝编织网试验筛网孔尺寸	(10)
7.2 金属丝穿孔板试验筛网孔尺寸	(11)
8 校准结果表达	(11)
9 复校时间间隔	(11)
附录 A 金属丝编织网实验筛筛孔尺寸测量结果的不确定度评定	(12)
附录 B 金属穿孔板实验筛筛孔尺寸测量结果的不确定度评定	(16)
附录 C 校准证书内容	(18)

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》共同构成支撑校准规范制修订工作的基础性系列规范。

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；

——去掉金属丝编织网试验筛网孔尺寸偏差中的中间偏差；

——将金属丝编织网试验筛网孔尺寸及偏差要求中的 4.75mm 网孔的平均尺寸偏差修改为 0.15mm；0.63mm 网孔的平均尺寸偏差修改为 0.104mm；0.224mm 网孔的平均尺寸偏差修改为 0.009mm；

——校准用设备中增加了影像测量仪及校准设备的最佳放大倍数要求；

——删除了“网孔尺寸在最大尺寸（ $\omega+X$ ）和中间尺寸（ $\omega+Z$ ）之间的网孔数量”这一校准项目；

——修改了“金属丝编织网试验筛筛孔尺寸测量结果不确定度评定”。

本规范的历次版本发布情况：

JJF 1175-2007

试验筛校准规范

1 范围

本规范适用于尺寸为(0.020~125)mm的金属丝编织网、(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 试验筛与筛分试验 术语

GB/T 6003.1 金属丝编织网试验筛

GB/T 6003.2 金属穿孔板试验筛

GB/T 6005 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（包括所有修订单）适用于本规范。

3 术语和定义

3.1 筛分 (Sieving)

用一个或一个以上的筛子将粒度不同的离散颗粒物料按尺寸大小进行分离的过程。

3.2 筛分粒度分析 (Size analysis by sieving)

通过筛分将样品分成不同粒度级并报出结果。

4 概述

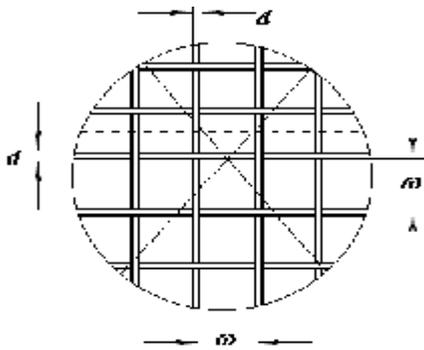
试验筛是符合某项标准规范的用于对颗粒物料作筛分粒度分析的筛具。它广泛应用于地质勘探、冶金、化工、医药、建材、磨料等行业以及科研院所进行粒度分析和筛分试验。

成套的试验筛由若干个不同筛孔尺寸的筛子与盖、接料盘组成（见图1）。金属丝编织网试验筛、金属穿孔板试验筛筛面网孔或筛孔的排列如图2、图3和图4所示。



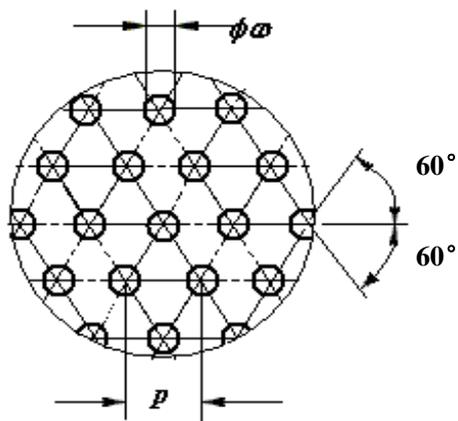
1—盖 2—试验筛 3—接料盘

图 1 套筛的组成



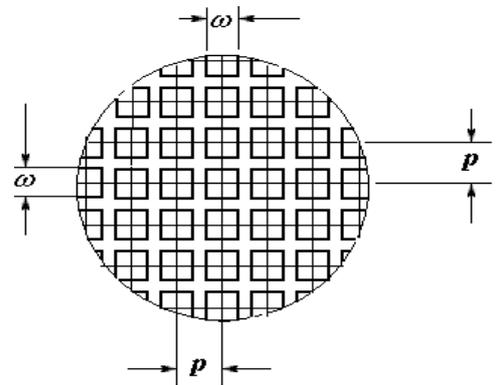
ω —网孔尺寸 d —丝径

图 2 网筛编织形式和网孔尺寸的测量



P —节距 $\phi \omega$ —孔径

图 3 板筛圆孔排列形式和筛孔尺寸测量



P —节距 ω —方孔尺寸

图 4 板筛方孔排列形式和筛孔尺寸测量

5 计量特性

5.1 金属丝编织网试验筛

5.1.1 网孔最大尺寸 ($\omega+X$)

网孔的最大尺寸偏差（见表1）。

5.1.2 网孔平均尺寸 ($\omega \pm Y$)

网孔平均尺寸偏差（见表1）。

5.1.3 金属丝直径尺寸 (d)

金属丝直径尺寸（见表1）。

表1 网孔尺寸及偏差和金属丝直径

mm

网孔基本尺寸	网孔尺寸偏差		金属丝直径		
	任意网孔最大尺寸偏差 $+X$	平均尺寸偏差 $\pm Y$	d	d_{max}	d_{min}
ω					
125	4.51	3.66	8.0	9.2	6.8
112	4.15	3.29			
106	3.99	3.12	6.3	7.2	5.4
100	3.82	2.94			
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	5.6	6.4	4.8
56	2.49	1.67	5.0	5.8	4.3
53	2.39	1.58			
50	2.29	1.49			
45	2.12	1.35			
40	1.94	1.20	4.5	5.2	3.8
37.5	1.85	1.13			

表 1 (续) 网孔尺寸及偏差和金属丝直径

mm

网孔基本尺寸	网孔尺寸偏差		金属丝直径		
	任意网孔最大尺寸偏差 +X	平均尺寸偏差 $\pm Y$	d	dmax	dmin
35.5	1.78	1.07	4.0	4.6	3.4
31.5	1.63	0.95			
28	1.50	0.85	3.55	4.10	3.00
26.5	1.44	0.80			
25	1.38	0.76			
22.4	1.27	0.68			
20	1.17	0.61	3.15	3.60	2.70
19	1.13	0.58			
18	1.08	0.55			
16	0.99	0.49			
14	0.90	0.43	2.8	3.2	2.4
13.2	0.86	0.41			
12.5	0.83	0.39	2.5	2.9	2.1
11.2	0.77	0.35			
10	0.71	0.31			
9.5	0.68	0.30	2.24	2.60	1.90
9	0.65	0.28			
8	0.60	0.25	2.0	2.3	1.7
7.1	0.55	0.22	1.8	2.1	1.5
6.7	0.53	0.21			
6.3	0.51	0.20			
5.6	0.47	0.18	1.6	1.9	1.3
5.0	0.43	0.16			
4.75	0.41	0.15			

表 1 (续) 网孔尺寸及偏差和金属丝直径

mm

网孔基本尺寸	网孔尺寸偏差		金属丝直径		
	任意网孔最大尺寸偏差 +X	平均尺寸偏差 $\pm Y$	d	dmax	dmin
4.50	0.40	0.14	1.4	1.7	1.2
4.0	0.37	0.13			
3.55	0.34	0.11	1.25	1.50	1.06
3.35	0.32	0.11			
3.15	0.31	0.10			
2.8	0.29	0.09	1.12	1.30	0.95
2.5	0.26	0.08	1.00	1.15	0.85
2.36	0.25	0.08			
2.24	0.24	0.07	0.90	1.04	0.77
2.0	0.23	0.07			
1.8	0.21	0.06	0.80	0.92	0.68
1.7	0.20	0.06			
1.6	0.19	0.05			
1.4	0.18	0.05	0.71	0.82	0.60
1.25	0.16	0.04	0.63	0.72	0.54
1.18					
1.12	0.15	0.04	0.56	0.64	0.48
1.0	0.14	0.03			
0.900	0.131	0.031	0.50	0.58	0.43
0.850	0.127	0.029			
0.800	0.122	0.028	0.45	0.52	0.38
0.71	0.112	0.025			
0.63	0.104	0.022	0.40	0.46	0.34
0.600	0.101	0.021			

表 1 (续) 网孔尺寸及偏差和金属丝直径

mm

网孔基本尺寸	网孔尺寸偏差		金属丝直径		
	任意网孔最大尺寸偏差 +X	平均尺寸偏差 $\pm Y$	d	dmax	dmin
0.56	0.096	0.020	0.355	0.41	0.30
0.5	0.089	0.018	0.315	0.36	0.27
0.450	0.084	0.016	0.28	0.32	0.24
0.425	0.081	0.016			
0.400	0.078	0.015	0.25	0.29	0.21
0.355	0.072	0.013	0.224	0.26	0.19
0.315	0.067	0.012	0.20	0.23	0.17
0.300	0.065	0.012			
0.280	0.062	0.011	0.18	0.21	0.17
0.250	0.058	0.0099	0.16	0.19	0.13
0.224	0.054	0.009			
0.212	0.052	0.0087	0.14	0.17	0.12
0.200	0.050	0.0083			
0.180	0.047	0.0076	0.125	0.150	0.106
0.160	0.044	0.0069	0.112	0.130	0.095
0.150	0.043	0.0066	0.100	0.115	0.085
0.140	0.041	0.0063			
0.125	0.038	0.0058	0.090	0.104	0.077
0.112	0.036	0.0054	0.080	0.092	0.068
0.106	0.035	0.0052	0.071	0.082	0.060
0.100	0.034	0.005			
0.09	0.032	0.0046	0.63	0.72	0.54
0.08	0.030	0.0043	0.56	0.64	0.48
0.075	0.029	0.0041	0.050	0.058	0.043
0.071	0.028	0.004			

表 1 (续) 网孔尺寸及偏差和金属丝直径 mm

网孔基本尺寸 ω	网孔尺寸偏差		金属丝直径		
	任意网孔最大尺寸偏差 $+X$	平均尺寸偏差 $\pm Y$	d	dmax	dmin
0.063	0.026	0.0037	0.045	0.052	0.038
0.056	0.025	0.0035	0.040	0.046	0.034
0.053	0.024	0.0034	0.036	0.041	0.031
0.050	0.023	0.0033			
0.045	0.022	0.0031	0.032	0.037	0.027
0.040	0.021	0.003			
0.038	0.020	0.0029	0.030	0.035	0.024
0.036	0.020	0.0028			
0.032	0.019	0.0027	0.028	0.033	0.023
0.025	0.016	0.0025	0.025	0.029	0.021
0.020	0.014	0.0023	0.020	0.028	0.017

5.2 金属穿孔板试验筛

5.2.1 筛孔尺寸

筛孔尺寸偏差（见表 2）。

表 2 筛孔尺寸、偏差 mm

筛孔的基本尺寸 ω	筛孔尺寸偏差 \pm
125	1
112	0.95
106	0.9
100	0.85
90	0.8
80	0.7
75	0.7
71	0.65

表 2 (续) 筛孔尺寸、偏差

mm

筛孔的基本尺寸 ω	筛孔尺寸偏差 \pm
63	0.6
56	0.55
53	0.55
50	0.55
45	0.5
40	0.45
37.5	0.45
35.5	0.4
31.5	0.4
28	0.35
26.5	0.35
25	0.35
22.4	0.3
20	0.3
19	0.29
18	0.28
16	0.27
14	0.26
13.2	0.25
12.5	0.24
11.2	0.23
10	0.21
9.5	0.21
9	0.2
8	0.19

表 2 (续) 筛孔尺寸、偏差

mm

筛孔的基本尺寸 ω	筛孔尺寸偏差 ±
7.1	0.18
6.7	0.17
6.3	0.17
5.6	0.15
5	0.14
4.75	0.14
4.5	0.14
4	0.13
3.55	0.12
3.35	0.11
3.15	0.11
2.8	0.11
2.5	0.11
2.36	0.11
2.24	0.10
2	0.09
1.8	0.08
1.7	0.08
1.6	0.08
1.4	0.08
1.25	0.08
1.18	0.07
1.12	0.07
1	0.07

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

校准室温度： $(20 \pm 10) ^\circ\text{C}$ 。

6.2 被校试验筛应具备的条件

金属丝编织网的丝网上不应有明显的编织缺陷、折痕、杂质、破损和筛网松弛。金属穿孔板的筛孔不得有明显的缺陷。

6.3 校准用设备

校准用设备（见表3）。

表3 校准用设备

试验筛类型及规格		使用设备
金属丝 编织网	$0.020 \text{ mm} \leq \omega < 0.1 \text{ mm}$	最大允许误差不大于 $\pm 0.7 \mu\text{m}$ ， 放大倍率（50~200）倍的影像测量仪
	$0.1 \text{ mm} \leq \omega < 5 \text{ mm}$	MPE: $\pm (1+100/L) \mu\text{m}$ 的工具显微镜
	$5 \text{ mm} \leq \omega \leq 125 \text{ mm}$	MPE: $\pm 0.05 \text{ mm}$ 的通用卡尺
穿孔板	$1 \text{ mm} \leq \omega < 5 \text{ mm}$	MPE: $\pm (1+100/L) \mu\text{m}$ 的工具显微镜
	$5 \text{ mm} \leq \omega \leq 125 \text{ m}$	MPE: $\pm 0.05 \text{ mm}$ 的通用卡尺

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。

7 校准项目和校准方法

7.1 金属丝编织网试验筛网孔尺寸

要求在经线和纬线方向上的网孔中心线上对网孔进行测量。

网孔尺寸小于 5 mm 的用非接触测量法，网孔尺寸不小于 5 mm 的可用接触测量法。如用工具显微镜测量应将米字线中心压在被测网孔经线或纬线方向上的网孔边缘中心部位（见图2）进行测量。用影像测量仪评价筛孔尺寸时使用点到线的方式。

对筛网上的任意网孔都应能接受测量，包括离筛面边缘最近网孔。对不多于 20 个网孔的筛网，应检查所有的网孔；对超过 20 个网孔的试验筛，应按以下步骤进行：

7.1.1 网孔最大尺寸偏差

在整个筛面上，严格观查所有单个网孔，对过大尺寸的网孔进行测量。以测得的网孔最大尺寸 $(\omega + X)$ 与基本尺寸 (ω) 之差作为校准结果。

7.1.2 网孔平均尺寸偏差和金属丝直径偏差

至少选择两个取样部位，每个部位分别在经向和纬向上选取 10 个连续网孔，然后沿经向和纬向方向连续测量，同时测得丝径和网孔尺寸，并分别计算出每个取样部位的经向和纬向上的网孔平均尺寸 ($\omega \pm Y$) 和平均丝径 (\bar{d})。网孔平均尺寸与基本尺寸之差即为平均尺寸偏差，以平均尺寸偏差和平均丝径作为校准结果。

7.1.3 基本尺寸的确定

对于未知基本尺寸的试验筛，首先要确定基本尺寸 (ω)。其方法按 7.1.2 进行，得到网孔平均尺寸 ($\omega \pm Y$) 和平均丝径 (\bar{d}) 之后与表 1 筛孔的基本尺寸 (ω) 对照，与之最接近的尺寸即可定为该试验筛的基本尺寸。

7.2 金属穿孔板试验筛筛孔尺寸

在板上选定的任一区域内测量其尺寸 ω (应为方孔中间截面宽度处或圆孔直径处测得的数值，包括测量离筛面边缘最近的筛孔)，沿不同方向的两条直线进行测量。两条直线所呈角度：对于圆孔应为 90° 或 60° (见图 3)；对于方孔应为 90° (见图 4)，每个方向上至少测量 5 个筛孔。取最大筛孔尺寸作为校准结果。如果在穿孔板上的筛孔数目未达到两个方向上检查时所要求的筛孔的最小数目，则应检测试验筛上所有的筛孔。

8 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。

9 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

金属丝编织网实验筛筛孔尺寸测量结果的不确定度评定

A.1 筛孔尺寸为 ($0.020\text{mm} \leq \omega < 0.1\text{mm}$) 范围的测量结果不确定度评定

A.1.1 概述

A.1.1.1 测量方法：依据本校准规范对于 ($0.020\text{mm} \leq \omega < 0.1\text{mm}$) 在影像测量仪（以下简称影像仪）上测量实验筛孔尺寸。

A.1.1.2 测量环境条件：温度 (20 ± 0.5) °C

A.1.2 数学模型

测量的数学模型

$$d = d$$

式中： d ——被测筛孔尺寸的测量结果；

d ——影像仪的测量值。

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 $u(d_1)$ ；影像仪示值误差引入的标准不确定度分量 $u(d_2)$ ；被测件与影像仪线胀系数差引入的标准不确定度分量 $u(d_3)$ ；被测件与影像仪温度差引入的标准不确定度分量 $u(d_4)$ 。

A.1.3 标准不确定度分量评定

A.1.3.1 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(d_1)$

通过用影像测量仪对 0.02mm 试验筛的一个筛孔测量 10 次，得到测量列 0.0193、0.0194、0.019、0.0193、0.0193、0.0187、0.0194、0.0192、0.0191、0.0189。用 Bessel 公式计算得：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (q_k - \bar{q})^2}{n-1}} = 0.23 \mu\text{m}$$

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：

$$u(d_1) = 0.23 \mu\text{m}$$

A.1.3.2 影像仪示值误差引入的标准不确定度分量 $u(d_2)$

影像仪 MPE: $\pm (0.5 + L/600) \mu\text{m}$, 符合矩形分布, 取 $k = \sqrt{3}$

$$u(d_2) = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29 \mu\text{m}$$

A.1.3.3 被测件与影像仪线胀系数差引入的标准不确定度分量 $u(d_3)$

被测件与影像仪的线胀系数差是随着尺寸及温度变化的, 实验筛的平均尺寸偏差随着尺寸的增大也会增大, 经计算在 $\Delta t = 10^\circ\text{C}$, 对应筛孔尺寸的线胀系数差引入的标准不确定度均可忽略不计。

A.1.3.4 被测件与影像仪温度差引入的标准不确定度分量 $u(d_4)$

被测件与影像仪的温度差是随着尺寸及温度变化的, 实验筛的平均尺寸偏差随着尺寸的增大也会增大, 经计算在 $\Delta t = 2^\circ\text{C}$, 对应筛孔尺寸的温度差差引入的标准不确定度均可忽略不计。

A.1.4 标准不确定度汇总

附表 A.1: 标准不确定度汇总

 μm

分量	不确定度来源	标准不确定度
$u(d_1)$	测量重复性	0.23
$u(d_2)$	影像仪示值误差	0.29
$u_c = 0.37$		

A.1.5 合成标准不确定度

灵敏系数, $C_i = 1$

各影响量相互独立, 合成标准不确定度为:

$$u_c^2 = u^2(d_1) + u^2(d_2)$$

$$u_c = 0.37 \mu\text{m}$$

A.1.6 扩展不确定度

服从正态分布, 取 $k = 2$

$$U = u_c \times k = 0.37 \times 2 = 0.74 \mu\text{m}$$

A.2 筛孔尺寸为 $(0.1\text{mm} \leq \omega < 5\text{mm})$ 范围的测量结果不确定度评定

A.2.1 概述

A.2.1.1 测量方法：依据本校准规范对于 $(0.1\text{mm} \leq \omega < 5\text{mm})$ 在万能工具显微镜上直接测量实验筛孔尺寸。

A.2.1.2 测量环境条件：温度 $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$

A.2.2 数学模型

测量的数学模型

$$d = d$$

式中： d ——被测筛孔尺寸的测量结果；

d ——在万能工具显微镜的读数值。

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 $u(d_1)$ ；万能工具显微镜示值误差引入的标准不确定度分量 $u(d_2)$ ；被测件与万能工具显微镜线胀系数差引入的标准不确定度分量 $u(d_3)$ ；被测件与万能工具显微镜温度差引入的标准不确定度分量 $u(d_4)$ 。

A.2.3 标准不确定度分量评定

A.2.3.1 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(d_1)$

通过用万能工具显微镜对 0.5mm 试验筛的一个筛孔测量 10 次，得到测量列 0.508、0.508、0.508、0.508、0.509、0.509、0.508、0.509、0.509、0.509。

用 Bessel 公式计算得：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (q_k - \bar{q})^2}{n-1}} = 0.53 \mu\text{m}$$

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：

$$u(d_1) = 0.53 \mu\text{m}$$

A.2.3.2 万能工具显微镜示值误差引入的标准不确定度分量 $u(d_2)$

万能工具显微镜 MPE: $\pm (1 + L/100) \mu\text{m}$ ，符合矩形分布，取 $k = \sqrt{3}$

$$u(d_2) = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.58 \mu\text{m}$$

A.2.3.3 被测件与万能工具显微镜线胀系数差引入的标准不确定度分量 $u(d_3)$

被测件与万能工具显微镜的线胀系数差是随着尺寸及温度变化的，实验筛的平均尺寸偏差随着尺寸的增大也会增大，经计算在 $\Delta t = 10^\circ\text{C}$ ，对应筛孔尺寸的线胀系数差引入的标准不确定度均可忽略不计。

A.2.3.4 被测件与万能工具显微镜温度差引入的标准不确定度分量 $u(d_4)$

被测件与万能工具显微镜的温度差是随着尺寸及温度变化的，实验筛的平均尺寸偏差随着尺寸的增大也会增大，经计算在 $\Delta t = 2^\circ\text{C}$ ，对应筛孔尺寸的温度差差引入的标准不确定度均可忽略不计。

A.2.4 标准不确定度汇总

附表 A.1: 标准不确定度汇总

 μm

分量	不确定度来源	标准不确定度
$u(d_1)$	测量重复性	0.53
$u(d_2)$	万能工具显微镜示值误差	0.58
$u_c = 0.79$		

A.2.5 合成标准不确定度

灵敏系数， $C_i = 1$

各影响量相互独立，合成标准不确定度为：

$$u_c^2 = u^2(d_1) + u^2(d_2)$$

$$u_c = 0.79 \mu\text{m}$$

A.2.6 扩展不确定度

服从正态分布，取 $k=2$

$$U = u_c \times k = 0.79 \times 2 = 1.6 \mu\text{m}$$

附录 B

金属穿孔板试验筛筛孔尺寸测量结果的不确定度分析

B.1 概述

B.1.1 测量方法: 依据本校准规范对于大于等于 5mm 的金属板厚试验筛用分度值为 0.02mm 的游标卡尺直接测量筛孔尺寸。

B.1.2 测量环境条件: 温度 $(20 \pm 10) ^\circ\text{C}$ 。

B.2 数学模型

测量的数学模型: $\delta = d$

δ —— 被测筛孔尺寸的测量结果;

d —— 在游标卡尺上的读数值。

测量不确定度的构成要素: 测量重复性引起的标准不确定度 $u(d_1)$; 游标卡尺的示值误差引起的标准不确定度 $u(d_2)$; 游标卡尺的对线误差引起的标准不确定度 $u(d_3)$; 被测件与游标卡尺线胀系数差引起的标准不确定度 $u(d_4)$; 被测件与游标卡尺的温度差引起的标准不确定度 $u(d_5)$ 。

B.3 标准不确定度分量评定

B.3.1 测量重复性引起的标准不确定度 $u(d_1)$

用游标卡尺对 5mm 圆孔金属板厚试验筛的一个筛孔测量 10 次, 得到测量列 5.0 mm, 5.02 mm, 5.0 mm, 5.0 mm, 5.0 mm, 5.02 mm, 5.0 mm, 5.02 mm, 5.0 mm。

用 Bessel 公式计算得:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (q_k - \bar{q})^2}{n-1}} = 9.7 \mu\text{m}$$

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:

$$u(d_1) = 9.7 \mu\text{m}$$

B.3.2 游标卡尺的示值误差引起的标准不确定度 $u(d_2)$

游标卡尺示值误差为 $\pm 20 \mu\text{m}$, 认为符合正态分布, 取 $k=3$, $u(d_2) = 20/3 = 6.7 \mu\text{m}$

B.3.3 游标卡尺的对线误差引起的标准不确定度 $u(d_3)$

游标卡尺的对线误差取分度值的 1/2，为 $\pm 10 \mu\text{m}$ ，服从均匀分布 $k=\sqrt{3}$ ，则 $u(d_3)=10/\sqrt{3}=5.8 \mu\text{m}$

B.3.4 被测件与游标卡尺线胀系数差引起的标准不确定度 $u(d_4)$

被测件（钢质）的线胀系数为 $(11.5 \pm 0.5) \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ，游标卡尺的线胀系数为 $(11.5 \pm 0.5) \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ，最大差值为 $1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ， $\Delta t=10^\circ\text{C}$ ， $L=5\text{mm}$ ，取三角分布， $u(d_4)=0.02 \mu\text{m}$

B.3.5 被测件与游标卡尺温度差引起的标准不确定度 $u(d_5)$

被测件与游标卡尺温度差为 2°C ，线胀系数为 $11.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ，

$L=5\text{mm}$ ，服从反正弦分布 $k=\sqrt{2}$ ，则 $u(d_5)=0.08 \mu\text{m}$

B.4 标准不确定度汇总

附表 B.1 标准不确定度汇总

符号	来源	标准不确定度 (μm)
$u(d_1)$	测量重复性	9.7
$u(d_2)$	游标卡尺示值误差	6.7
$u(d_3)$	游标卡尺对线误差	5.8
$u(d_4)$	被测件与游标卡尺线胀系数差	0.02
$u(d_5)$	被测件与游标卡尺温度差	0.08
$u_c=13.1 \mu\text{m}$		

B.5 合成标准不确定度

传播系数（灵敏系数）， $c_i=1$

各影响量相互独立，合成标准不确定度为：

$$u_c^2 = u^2(d_1) + u^2(d_2) + u^2(d_3) + u^2(d_4) + u^2(d_5)$$

$$u_c = 13.1 \mu\text{m}$$

B.6 扩展不确定度

服从正态分布 $k=2$

$$U = k \cdot u_c = 2 \times 13.1 = 26 \mu\text{m}$$

附录 C

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。
-