

黑龙江省地方计量技术规范

JJF（黑）XX—2025

点线规校准规范

Calibration Specification for Phelin Rule

（审定稿）

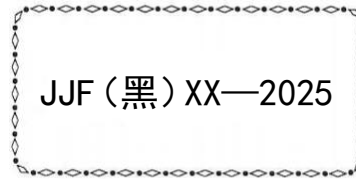
2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

黑龙江省市场监督管理局 发布

点线规校准规范

Calibration Specification
for Phelin Rule



归口单位：黑龙江省市场监督管理局

主要起草单位：牡丹江市检验检测中心

黑龙江省计量检定测试研究院

本规范委托牡丹江市检验检测中心负责解释

本规范主要起草人：

孙仁国（牡丹江市检验检测中心）
孙 鹏（牡丹江市检验检测中心）
李鹏远（黑龙江省计量检定测试研究院）
冯 岩（牡丹江市检验检测中心）
赵 萍（牡丹江市检验检测中心）
时婷婷（牡丹江市检验检测中心）
李 磊（牡丹江市检验检测中心）

参加起草人：

韩冰琦（牡丹江市检验检测中心）
迟嘉怡（牡丹江市检验检测中心）
乔 洋（牡丹江市检验检测中心）

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 线纹间距	(2)
4.2 线条宽度	(2)
4.3 圆直径	(2)
5 校准条件	(2)
5.1 环境条件	(2)
5.2 测量标准及其他设备	(2)
6 校准项目和校准方法	(2)
6.1 线纹间距	(2)
6.2 线条宽度	(3)
6.3 圆直径	(3)
7 校准结果表达	(4)
8 复校时间间隔	(5)
附录 A 点线规校准记录格式(推荐性)	(6)
附录 B 点线规校准证书内页格式(推荐性)	(7)
附录 C 点线规线纹间距的测量结果不确定度评定示例	(9)
附录 D 点线规线条宽度的测量结果不确定度评定示例	(12)
附录 E 点线规圆直径的测量结果不确定度评定示例	(15)

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》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

点线规校准规范

1 范围

本规范适用于由线纹、线条和圆组成的点线规的校准。其他形式的点线规可参照本规范操作。

2 引用文件

本规范引用下列文件:

JJF 1917—2021 显微标尺校准规范

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 概述

点线规又称菲林尺，是用于测量物体外观缺陷的计量器具，通常由透明材料 PET 制成，表面刻有线纹、线条和圆等几何图案及尺寸标注，外观结构如图 1 所示。可以用来测量产品表面的划痕、污点和裂纹等的长度、宽度和直径，广泛应用于机械、电子、建筑工程等行业。

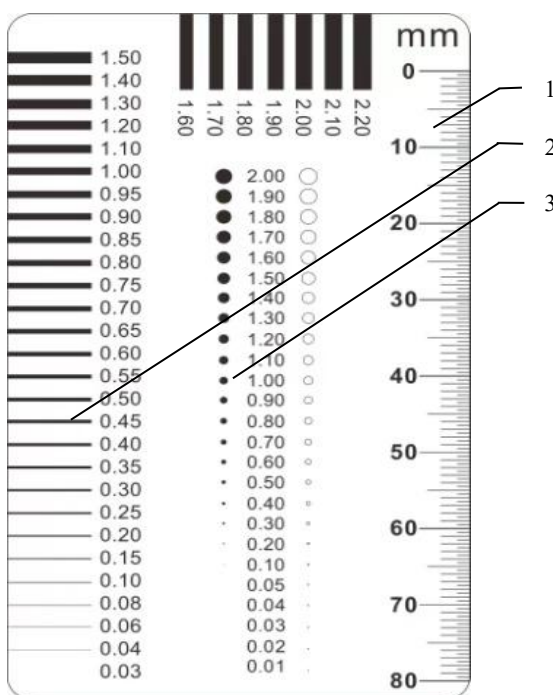


图 1 点线规结构示意图

1-线纹; 2-线条; 3-圆

4 计量特性

4.1 线纹间距

最大允许误差见表 1。

4.2 线条宽度

最大允许误差见表 1。

4.3 圆直径

最大允许误差见表 1。

表 1 计量特性指标

序号	校准项目	测量范围	最大允许误差
1	线纹间距	(0~200) mm	±0.10 mm
2	线条宽度	(0.01~1.00) mm	±0.01 mm
		>1.00 mm	±0.10 mm
3	圆直径	(0.01~1.00) mm	±0.01 mm
		>1.00 mm	±0.10 mm
注：以上指标不作为合格性判断标准，仅供参考。			

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：(20±2) °C。

5.1.2 相对湿度：≤80%。

5.1.3 被校点线规及所用标准器在校准实验室平衡稳定时间不少于 2h。

5.2 测量标准及其他设备

工具显微镜，最大允许误差： $\pm (3 \mu\text{m} + 1 \times 10^{-5} L)$ 。

注：测量标准也可采用满足技术要求的其他测量仪器。

6 校准项目和校准方法

将点线规放置在工具显微镜工作台面，刻线面朝上；调节照明方式，使视场明亮、均匀；选择适当的放大倍率物镜，正确聚焦使点线规线纹清晰，线宽利于瞄准或采集边界。调整点线规轴线方向与工具显微镜测量轴线尽可能一致。

6.1 线纹间距

以 0 线纹作为测量起始点，在线纹标尺量程范围内均匀选取 3 个测量点对线纹间距

进行测量，线纹间距示值误差按式（1）进行计算。

$$\Delta L = L - L_0 \quad (1)$$

式中：

ΔL ——线纹间距示值误差，mm；

L ——线纹间距标称值，mm；

L_0 ——工具显微镜的测得值，mm。

6.2 线条宽度

将被测线条宽度范围均匀分为三个部分，每个部分至少选取一个线条进行宽度测量。用工具显微镜分别测量线条左、中、右三个位置的宽度，如图 2 所示。记录 3 个位置线条宽度的测量数据，线条宽度示值误差按式（2）进行计算。取 3 个点中误差最大值为最终测量结果。

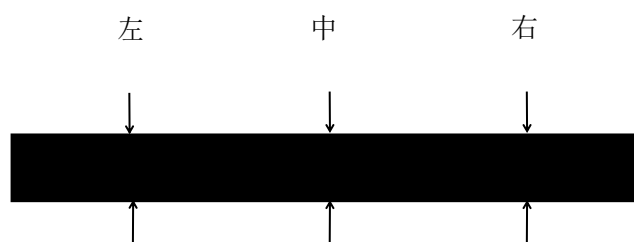


图 2 线条宽度测量位置示意图

$$\Delta L_a = L_a - L_b \quad (2)$$

式中：

ΔL_a ——线条宽度示值误差，mm；

L_a ——线条宽度标称值，mm；

L_b ——工具显微镜的测得值，mm。

6.3 圆直径

将被测圆按直径范围均匀分为三个部分，每个部分至少选取一个圆进行直径测量。用工具显微镜直接测量被测圆在相互垂直的两个方向上的直径。按式（3）计算圆直径示值误差，取 2 个直径中误差最大值为最终测量结果。

$$\Delta D = D - D_0 \quad (3)$$

式中:

ΔD ——圆直径示值误差, mm;

D ——圆直径标称值, mm;

D_0 ——工具显微镜的测得值, mm。

7 校准结果表达

7.1 校准记录

校准记录推荐格式参见附录 A。

7.2 校准结果的处理

校准证书由封面和校准数据组成。校准证书内页推荐格式见附录 B。证书上的信息至少包括以下内容:

- a) 标题: “校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点(如果与实验室地点不同);
- d) 证书的唯一性标识(如编号), 每页及总页数的标识;
- e) 客户的名称和地址;
- f) 被校仪器的描述和明确标识(如型号、产品编号等);
- g) 进行校准的日期;
- h) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称和代号;
- i) 校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- j) 校准环境的描述;
- k) 校准结果及其测量不确定度说明;
- l) 校准员及核验员的签名;
- m) 校准证书批准人的签名、职务或等效说明;
- 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;
- p) 对校准规范的偏离的说明。

8 复校时间间隔

复校时间间隔建议为 12 个月。

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。

附录 A

点线规校准记录格式（推荐性）

证书编号：

单位名称			型号/规格		
仪器名称			制 造 厂		
仪器编号			校准地点		
校准依据			温 度		
平衡恒温时间			湿 度		
主要计量标准器	名 称	测量范围	准确度等级/最大允许误差/不确定度	证书编号	有效期至

mm

1、线纹间距												
标称值												
测得值												
$U(k=2)$												
2、线条宽度												
标称值												
测得值												
	平均值：			平均值：			平均值：			平均值：		
$U(k=2)$												
3、圆直径												
标称值												
测得值												
$U(k=2)$												

校准员：_____ 核验员：_____ 校准日期：_____ 年 _____ 月 _____ 日

附录 B

点线规校准证书内页格式（推荐性）

证书编号 XXXXXXXXX-XXXXXXX

校准机构授权说明：				
校准环境条件及地点：				
地 点		温 度		
湿 度		平衡恒温时间		
校准所依据的技术文件（代号、名称）：				
校准所使用的主要计量标准器				
名 称	测量范围	不确定度/准确度等级 /最大允许误差	证书编号	有效期至

证书编号 XXXXXXXXX-XXXXXXX

校准项目和结果

mm

1、线纹间距				
标称值				
测得值				
$U(k=2)$				
2、线条宽度				
标称值				
测得值				
$U(k=2)$				
3、圆直径				
标称值				
测得值				
$U(k=2)$				

以下空白

附录 C

点线规线纹间距的测量结果不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 被测仪器：点线规。

C.1.2 测量标准：工具显微镜，最大允许误差： $\pm (3 \mu\text{m} + 1 \times 10^{-5}L)$ 。

C.1.3 环境条件：环境温度 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度： $\leq 80\%$ 。

C.1.4 测量方法：依据本规范中的规定。

C.2 测量模型

$$\Delta L = L - L_0 \quad (\text{C.1})$$

式中：

ΔL ——线纹间距示值误差，mm；

L ——线纹间距标称值，mm；

L_0 ——工具显微镜的测得值，mm。

C.3 方差和灵敏系数

不确定度传播律：

$$u_c^2(\Delta L) = c_1^2 u^2(L) + c_2^2 u^2(L_0) \quad (\text{C.2})$$

灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta L}{\partial L} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial \Delta L}{\partial L_0} = -1$$

C.4 标准不确定度分量评定

C.4.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(L_0)$

依据本规范的校准方法，在重复性条件下，以 0 线纹作为测量起始点，对 200 mm 线纹间距重复测量 10 次，测量结果见表 C.1。

表 C.1 测量数据

mm				
199.9885	199.9940	199.9945	199.9920	199.9930
199.9935	199.9960	199.9905	199.9960	199.9950

平均值 $\bar{L} = 199.993 \text{ mm}$

单次实验标准偏差为: $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}{n-1}} = 0.0024 \text{ mm}$

则由测量重复性引入的标准不确定度为:

$$u_1(L_0) = s = 0.0024 \text{ mm}$$

C.4.2 测量标准引入的标准不确定度 $u_2(L_0)$

校准使用的工具显微镜在测量 200 mm 时, 根据检定规程其最大允许误差为 $\pm 0.001 \text{ mm}$, 区间半宽为 0.001 mm, 按均匀分布, 则由测量标准引入的标准不确定度为:

$$u_2(L_0) = \frac{0.001}{\sqrt{3}} = 0.0006 \text{ mm}$$

C.4.3 热膨胀系数引入的标准不确定度 $u_3(L_0)$

校准前, 将被校点线规及所用标准器在实验室等温 2 h。点线规为透明 PET 材料, 其线膨胀系数为 $60 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, 工具显微镜的线膨胀系数为 $10.2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, 则:

$$\Delta\alpha = (60 - 10.2) \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$$

测量时实验室环境温度控制在 $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$, 估计其温度偏离标准温度 $\pm 2 ^\circ\text{C}$, 区间半宽 $t = 2 ^\circ\text{C}$, 按反正弦分布, 当被测量 $L = 200 \text{ mm}$ 时, 计算由热膨胀系数引入的标准不确定度为:

$$u_3(L_0) = \Delta\alpha \times \frac{t}{\sqrt{2}} \times L = (60 - 10.2) \times 10^{-6} \times \frac{2}{\sqrt{2}} \times 200 = 0.0141 \text{ mm}$$

C.5 合成标准不确定度

C.5.1 标准不确定度汇总

标准不确定度汇总见表 C.2。

表 C.2 标准不确定度汇总表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度 $u(L_i)$	灵敏系数 c_i	$ c_i u(L_i)$
$u_1(L_0)$	测量重复性	0.0024 mm	-1	0.0024 mm
$u_2(L_0)$	测量标准	0.0006 mm	-1	0.0006 mm

$u_3(L_0)$	热膨胀系数	0.0141 mm	-1	0.0141 mm
------------	-------	-----------	----	-----------

考虑到各分量互不相关，因此，合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2(L_0) + c_2^2 u_2^2(L_0) + c_3^2 u_3^2(L_0)} = 0.0143 \text{ mm}$$

C.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则测量结果的扩展不确定度为：

$$U = k \cdot u_c = 2 \times 0.0143 = 0.029 \text{ mm}$$

附录 D

点线规线条宽度的测量结果不确定度评定示例

D.1 概述

D.1.1 被测仪器：点线规。

D.1.2 测量标准：工具显微镜，最大允许误差： $\pm (3 \mu\text{m} + 1 \times 10^{-5}L)$ 。D.1.3 环境条件：环境温度 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度： $\leq 80\%$ 。

D.1.4 测量方法：依据本规范中的规定。

D.2 测量模型

$$\Delta L_a = L_a - L_b \quad (\text{D.1})$$

式中：

 ΔL_a ——线条宽度示值误差，mm； L_a ——线条宽度标称值，mm； L_b ——工具显微镜的测得值，mm。

D.3 方差和灵敏系数

不确定度传播律：

$$u_c^2(\Delta L_a) = c_1^2 u^2(L_a) + c_2^2 u^2(L_b) \quad (\text{D.2})$$

灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta L_a}{\partial L_a} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial \Delta L_a}{\partial L_b} = -1$$

D.4 标准不确定度分量评定

D.4.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(L_b)$

依据本规范的校准方法，在重复性条件下，对 1.50 mm 线条宽度重复测量 10 次，测量结果见表 D.1。

表 D.1 测量数据

										mm
序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值	1.5150	1.5165	1.5140	1.5135	1.5140	1.5155	1.5170	1.5160	1.5155	1.5140

平均值 $\bar{L} = 1.515 \text{ mm}$

单次实验标准偏差为: $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}{n-1}} = 0.0012 \text{ mm}$

$$u_1(L_b) = s = 0.0012 \text{ mm}$$

D.4.2 测量标准引入的标准不确定度 $u_2(L_b)$

校准使用的万能显微镜在测量 1.50 mm 时, 根据检定规程其最大允许误差为 $\pm 0.001 \text{ mm}$, 区间半宽为 0.001 mm , 按均匀分布, 则由测量标准引入的标准不确定度为:

$$u_2(L_b) = \frac{0.001}{\sqrt{3}} = 0.0006 \text{ mm}$$

D.4.3 热膨胀系数引入的标准不确定度 $u_3(L_b)$

校准前, 将被校点线规及所用标准器在实验室等温 2 h 。点线规为透明 PET 材料, 其线膨胀系数为 $60 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, 工具显微镜的线膨胀系数为 $10.2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, 则:

$$\Delta\alpha = (60 - 10.2) \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$$

测量时实验室环境温度控制在 $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$, 估计其温度偏离标准温度 $\pm 2 ^\circ\text{C}$, 区间半宽 $t = 2 ^\circ\text{C}$, 按反正弦分布, 当被测量 $L = 1.50 \text{ mm}$ 时, 计算由热膨胀系数引入的标准不确定度为:

$$u_3(L_b) = \Delta\alpha \times \frac{t}{\sqrt{2}} \times L = (60 - 10.2) \times 10^{-6} \times \frac{2}{\sqrt{2}} \times 1.5 = 0.0001 \text{ mm}$$

D.5 合成标准不确定度

D.5.1 标准不确定度汇总

标准不确定度汇总见表 D.2。

表 D.2 标准不确定度汇总表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度 $u(L_i)$	灵敏系数 c_i	$ c_i u(L_i)$
$u_1(L_b)$	测量重复性	0.0012 mm	-1	0.0012 mm
$u_2(L_b)$	测量标准	0.0006 mm	-1	0.0006 mm
$u_3(L_b)$	热膨胀系数	0.0001 mm	-1	0.0001 mm

考虑到各分量互不相关，因此，合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2(L_b) + c_2^2 u_2^2(L_b) + c_3^2 u_3^2(L_b)} = 0.0013 \text{ mm}$$

D.6 确定扩展不确定度 U

取包含因子 $k=2$ ，则测量结果的扩展不确定度为：

$$U = k \cdot u_c = 2 \times 0.0013 = 0.003 \text{ mm}$$

附录 E

点线规圆直径的测量结果不确定度评定示例

E.1 概述

E.1.1 被测仪器：点线规。

E.1.2 测量标准：工具显微镜，最大允许误差： $\pm (3\text{ }\mu\text{m}+1\times 10^{-5}L)$ 。

E.1.3 环境条件：环境温度 $(20\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度： $\leq 80\%$ 。

E.1.4 测量方法：依据本规范中的规定。

E.2 测量模型

$$\Delta D = D - D_0 \quad (\text{E.1})$$

式中：

ΔD ——圆直径示值误差，mm；

D ——圆直径标称值，mm；

D_0 ——工具显微镜的测得值，mm。

E.3 方差和灵敏系数

不确定度传播律：

$$u_c^2(\Delta D) = c_1^2 u^2(D) + c_2^2 u^2(D_0) \quad (\text{E.2})$$

灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta D}{\partial D} = 0 \quad c_2 = \frac{\partial \Delta D}{\partial D_0} = -1$$

E.4 标准不确定度分量评定

E.4.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(D_0)$

依据本规范的校准方法，在重复性条件下，对 2.00 mm 圆直径重复测量 10 次，测量结果为见表 1。

表 E.1 测量数据

										mm
序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值	2.0122	2.0132	2.0179	2.0172	2.0207	2.0176	2.0169	2.0153	2.0156	2.0145

平均值 $\bar{D} = 2.016 \text{ mm}$

单次实验标准偏差为: $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n-1}} = 0.0025 \text{ mm}$

则由测量重复性引入的标准不确定度为:

$$u_1(D_0) = s = 0.0025 \text{ mm}$$

E.4.2 测量标准引入的标准不确定度 $u_2(D_0)$

校准使用的工具显微镜在测量 2.00 mm 时, 根据检定规程其最大允许误差为 $\pm 0.001 \text{ mm}$, 区间半宽为 0.001 mm, 按均匀分布, 则由测量标准引入的标准不确定度为:

$$u_2(D_0) = \frac{0.001}{\sqrt{3}} = 0.0006 \text{ mm}$$

E.4.3 热膨胀系数引入的标准不确定度 $u_3(D_0)$

校准前, 将被校点线规及所用标准器在实验室等温 2 h。点线规为透明 PET 材料, 其线膨胀系数为 $60 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, 工具显微镜的线膨胀系数为 $10.2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, 则:

$$\Delta\alpha = (60 - 10.2) \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$$

测量时实验室环境温度控制在 $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$, 估计其温度偏离标准温度 $\pm 2 ^\circ\text{C}$, 区间半宽 $t = 2 ^\circ\text{C}$, 按反正弦分布, 当被测量 $D = 2.00 \text{ mm}$ 时, 计算由热膨胀系数引入的标准不确定度为:

$$u_3(D_0) = \Delta\alpha \times \frac{t}{\sqrt{2}} \times D = (60 - 10.2) \times 10^{-6} \times \frac{2}{\sqrt{2}} \times 2.00 = 0.00014 \text{ mm}$$

E.5 合成标准不确定度

E.5.1 标准不确定度汇总

标准不确定度汇总见表 E.2。

表 E.2 标准不确定度汇总表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度 $u(D_i)$	灵敏系数 c_i	$ c_i u(D_i)$
$u_1(D_0)$	测量重复性	0.0025 mm	-1	0.0025 mm
$u_2(D_0)$	测量标准	0.0006 mm	-1	0.0006 mm

$u_3(D_0)$	热膨胀系数	0.00014 mm	-1	0.00014 mm
------------	-------	------------	----	------------

考虑到各分量互不相关，因此，合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2(D_0) + c_2^2 u_2^2(D_0) + c_3^2 u_3^2(D_0)} = 0.003 \text{ mm}$$

E.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则测量结果的扩展不确定度为：

$$U = k \cdot u_c = 2 \times 0.003 = 0.006 \text{ mm}$$

