



中华人民共和国工业和信息化部
兵工民品计量技术规范

JJF（兵工民品） 0025—2023

万能比较测量仪校准规范

Calibration Specification for Universal Comparison Measuring Instrument

（报批稿）

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

万能比较测量仪校准规范

Calibration Specification for Universal
Comparison Measuring Instrument

JJF（兵工民品） 0025—2023

归 口 单 位：中国兵器工业标准化研究所

主要起草单位：国营第六一七厂

本规范技术条文委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

张译仁（国营第六一七厂）

刘 薇（国营第六一七厂）

赵文睿（国营第六一七厂）

参加起草人：

张继腾（国营第六一七厂）

李胜军（国营第六一七厂）

何 英（国营第六一七厂）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(1)
4.1 测头测量面表面粗糙度	(1)
4.2 指示表	(1)
4.3 测量力	(1)
4.4 示值误差	(1)
4.5 重复性	(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 校准项目	(2)
6.2 校准方法	(3)
7 校准结果表达	(4)
8 复校时间间隔	(4)
附录 A 原始记录格式	(6)
附录 B 校准证书内页格式	(8)
附录 C 万能比较测量仪示值误差测量不确定度评定示例	(9)

引 言

本规范依据 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》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编写。

本规范为首次发布。

万能比较测量仪校准规范

1 范围

本规范适用于分辨力为 0.001 mm，外尺寸测量范围为（0~215）mm，内尺寸测量范围（30~250）mm，测微量程为 4 mm 的万能比较测量仪的校准。其他规格的万能比较测量仪也可参考此规范进行校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

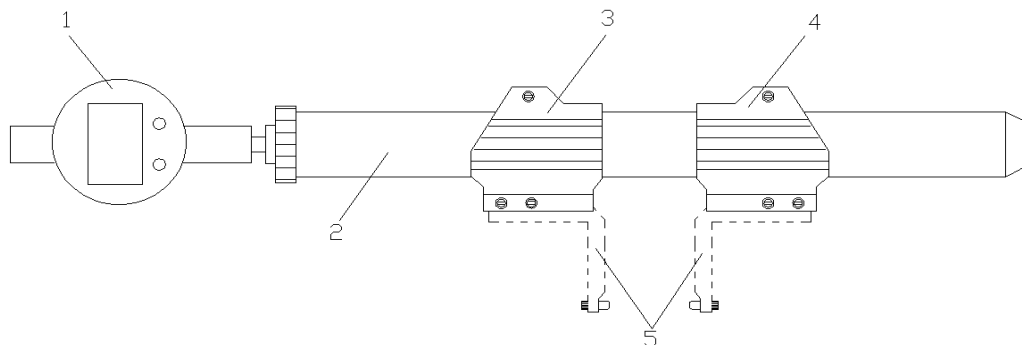
JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJG 34-2022 指示表检定规程

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

万能比较测量仪是利用比较测量法的原理，实现尺寸参数测量的一种计量器具，主要由指示表、尺身主体、活动测爪、可移动测爪以及其他配件组成。万能比较测量仪外形结构如图 1 所示。



1—指示表；2—尺身主体；3—活动测爪；4—可移动测爪；5—可更换量爪及测头

图 1 万能比较测量仪外形结构图

4 计量特性

4.1 测头测量面表面粗糙度

测头测量面表面粗糙度不大于 $R_a 0.4\mu\text{m}$ 。

4.2 指示表

应符合 JJG 34-2022 中的要求。

4.3 测量力

测量力应在（5~9）N 范围内。

4.4 示值误差

最大允许误差不大于±5 μm。

4.5 重复性

重复性不大于 2 μm。

注：当需要对其他规格的万能比较测量仪进行符合性判定时，由生产商或用户规定最大允许误差，各计量特性应不大于生产商或用户规定的最大允许误差。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：20℃ ±2℃。

5.1.2 相对湿度不大于 80%。

5.1.3 被校量具及量块等校准用设备平衡温度时间不小于 4 h。

5.2 测量标准及其他设备

推荐使用表 1 所列的标准器，允许使用满足不确定度要求的其他测量标准及其他设备进行校准。

表 1 校准项目及标准器

序号	校准项目	标准器及其他设备	
		名称	计量特性
1	外观	——	——
2	各部分相互作用	——	——
3	测头测量面表面粗糙度	表面粗糙度比较样块	MPE: -17% ~ +12%
4	测量力	测力计或其他测力装置	分度值不大于 0.1N
5	指示表	符合 JJG 34-2022 中 6.2 的要求	
6	示值误差	量块及量块附件	(0.5~100)mm 的 4 等量块
7	重复性	量块	(0.5~100)mm 的 4 等量块

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校准项目见表 2。

表 2 校准项目

序号	校准项目	校准方法条款
1	外观	6.2.1
2	各部分相互作用	6.2.2

表 2 (续)

序号	校准项目	校准方法条款
3	测头测量表面粗糙度	6.2.3
4	测量力	6.2.4
5	指示表	6.2.5
6	示值误差	6.2.6
7	重复性	6.2.7

6.2 校准方法

6.2.1 外观

目力观察。

6.2.2 各部分相互作用

活动测爪沿尺身运动平稳，无明显的卡滞现象，各部分作用可靠，工作时稳定。

6.2.3 测头测量面表面粗糙度

使用表面粗糙度比较样块比较测量。

6.2.4 测量力

使用分度值不大于 0.1 N 的测力计，在活动测爪有效测微量程的始、中、末三个位置进行校准。

6.2.5 指示表

按 JJG 34-2022 中 6.3 进行校准。

6.2.6 示值误差

6.2.6.1 外尺寸测量示值误差

先调整至外尺寸测量模式，安装量爪及测头。使用测量范围内任意尺寸 A 的对零量块，将活动量爪压至行程的中心位置，将指示表读数清零。再依次使用量块每间隔 0.5 mm 进行正反向校准（例如 A+0.5 mm，A-0.5 mm），直至覆盖测微量程全长。测量示意图如图 2 所示，每个校准点测量三次并计算其算术平均值作为该校准点的读数值 l_k ，示值误差按公式 (1) 计算。

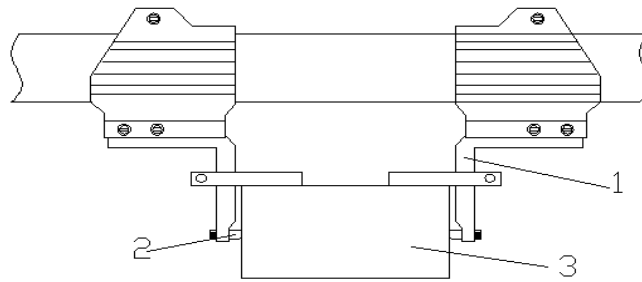
$$e_i = l_k - (l_i - l_0) \quad (1)$$

式中：

l_k ——校准点的读数值，mm；

l_i ——校准量块的实际尺寸，mm；

l_0 ——对零量块的实际尺寸，mm。



1—量爪；2—测头；3—量块

图2 测量示意图

6.2.6.2 内尺寸测量示值误差

使用4等量块和量块附件进行校准，将活动量爪压至行程的中心位置，将指示表读数清零。再依次使用量块每间隔0.5 mm进行正反向校准（例如A+0.5 mm，A-0.5 mm），直至覆盖测微量程全长。每个校准点测量三次并计算其算术平均值作为该校准点的读数 l_k ，示值误差按公式（1）计算。

6.2.7 重复性

在测微量程的始、中、末附近位置进行校准，分别对相应尺寸的量块进行5次重复测量，按公式（2）计算重复性，取其中最大值作为重复性的校准结果。

$$s = \frac{l_{\max} - l_{\min}}{2.33} \quad (2)$$

式中：

l_{\max} ——重复测量五次中的最大值，mm；

l_{\min} ——重复测量五次中的最小值，mm。

7 校准结果表达

校准结束后出具校准证书，校准证书应准确、客观的报告校准结果，校准证书内页格式见附录A；校准证书格式见附录B；校准结果用校准数据的形式给出，测量不确定度的评定应符合JJF 1059.1的要求，不确定度评定示例见附录C。校准证书内容应排列有序，格式清晰，至少应包括以下内容：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 校准地点（如果与实验室的地址不同）；
- 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) 被校对象的名称、制造厂、型号及编号；
- g) 校准日期，若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) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次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的说明；
- l) 对校准规范的偏离的说明；
- m) 校准人的签名、核验人的签名、批准人的签名；
- n) 校准证书的签发日期；
- o) 复校时间间隔建议；
- p) 校准结果仅对被校对象有效的说明；
- q) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素所决定，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，建议不超过一年。

附录 A

原始记录格式

仪器名称: _____ 规格/型号: _____ 制造厂: _____ 准确度等级/分度值 _____

出厂编号: _____ 本厂编号: _____ 平衡温度时间: _____ 接收日期: _____

客户名称: _____ 客户地址: _____ 校准时温度: _____ 校准时湿度: _____

校准地点: _____ 校准日期: _____ 校准者: _____ 审核者: _____

校准依据技术文件: _____

校准使用测量设备名称	测量范围	不确定度/准确度等级 /最大允许误差	溯源机构/证书编号	有效日期

A.1 外观

A.2 各部分相互作用

A.3 测头测量表面粗糙度

A.4 测量力

表 A.1 测量力

测量位置	有效量程起始位置	有效量程中间位置	有效量程末端位置
测量结果			

A.5 指示表

A.6 示值误差

表 A.2 示值误差

校准点	l_0	l_i	测量结果			l_k	示值误差
			1	2	3		

A.7 重复性

表 A.3 重复性

测量位置	测量结果				
	1	2	3	4	5
有效量程起始位置					
有效量程中间位置					
有效量程末端位置					
重复性					

附录 B

校准证书内页格式

序号	校准项目	校准结果
1	外观	
2	各部分相互作用	
3	测头测量面表面粗糙度	
4	测量力	
5	指示表	
6	示值误差	
7	重复性	

附录 C

万能比较测量仪示值误差测量不确定度评定示例

C.1 测量模型

对分度值为 0.001 mm 的万能比较测量仪的示值误差校准结果测量不确定度进行分析, 按式 (C.1) 建立数学模型。

$$e_i = l_k - (l_i - l_0) \quad (\text{C.1})$$

式中:

l_k ——校准点的读数, mm;

l_i ——校准量块的实际尺寸, mm;

l_0 ——对零量块的实际尺寸, mm。

C.2 方差和灵敏系数

标准不确定度按公式 (C.2) 计算。

$$u_c^2 = c_1^2 u^2(l_k) + c_2^2 u^2(l_i) + c_3^2 u^2(l_0) \quad (\text{C.2})$$

式中:

c_1 、 c_2 、 c_3 ——灵敏系数, 其中 $c_1 = \frac{\partial e_i}{\partial l_k} = 1$, $c_2 = \frac{\partial e_i}{\partial l_i} = -1$, $c_3 = \frac{\partial e_i}{\partial l_0} = 1$;

$u(l_k)$ ——输入量 l_k 引入的标准不确定度;

$u(l_0)$ ——输入量 l_0 引入的标准不确定度;

$u(l_i)$ ——输入量 l 引入的标准不确定度。

C.3 标准不确定度评定

按照 JJF 1059.1-2012 分析不确定度来源。万能比较测量仪示值误差的主要不确定度来源有输入量引入的标准不确定度、输入量引入的标准不确定度、输入量引入的标准不确定度。

C.3.1 输入量 l_k 引入的标准不确定度 $u(l_k)$

使用标称值为 100 mm 的 4 等量块将万能比较测量仪对零, 对标称值为 100 mm 和 1 mm 的四等量块组合进行十次重复性测量, 利用贝塞尔公式计算测量标准差 $s = 0.88 \mu\text{m}$, 校准时以三次测量结果的平均值计算, 则输入量 l_k 引入的标准不确定度为:

$$u(l_k) = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.51 \mu\text{m}$$

C.3.2 输入量 l_0 引入的标准不确定度 $u(l_0)$

以100 mm的4等量块对零，其不确定度为 $U_1 = 0.43\mu\text{m}$ ， $k = 2.7$ ，则输入量 l_0 引入的标准不确定度为：

$$u(l_0) = \frac{0.43\mu\text{m}}{2.7} = 0.16\mu\text{m}$$

C.3.3 输入量 l 引入的标准不确定度 $u(l_i)$

输入量 l_i 的不确定度来源主要是校准量块引入的标准不确定度 $u(l_{i1})$ ，万能比较测量仪与量块膨胀系数差引入不确定度分量 $u(l_{i2})$ 以及万能比较测量仪与量块温度差引入不确定度分量 $u(l_{i3})$ 。

a) 校准量块引入的标准不确定度 $u(l_{i1})$

以100 mm、1 mm量块组合作为校准用量块，其不确定度分别为 $U_1 = 0.43\mu\text{m}$ 和 $U_2 = 0.20\mu\text{m}$ ， $k = 2.7$ ，则校准量块引入的标准不确定度为：

$$u(l_{i1}) = \sqrt{\left(\frac{0.43}{2.7}\right)^2 + \left(\frac{0.20}{2.7}\right)^2} = 0.17\mu\text{m}$$

b) 万能比较测量仪与量块膨胀系数差引入不确定度分量 $u(l_{i2})$

两者膨胀系数相同，均为 $\alpha = (11.5 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ，区间半宽为 $1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ，服从三角分布， $\Delta t = 2^\circ\text{C}$ ， $L = 101\text{mm}$ ，则万能比较测量仪与量块膨胀系数差引入不确定度分量为：

$$u(l_{i2}) = \frac{1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}{\sqrt{6}} \times \Delta t \times L = 0.41 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 2^\circ\text{C} \times 101\text{mm} = 0.08\mu\text{m}$$

c) 万能比较测量仪与量块温度差引入不确定度分量 $u(l_{i3})$

万能比较测量仪与量块温度差以等概率落入 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 内， $k = \sqrt{3}$ ， $\alpha = (11.5 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ， $L = 101\text{mm}$ ，则万能比较测量仪与量块温度差引入不确定度分量为：

$$u(l_{i3}) = \frac{0.5^\circ\text{C}}{\sqrt{6}} \times \alpha \times L = 0.29^\circ\text{C} \times 11.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 101\text{mm} = 0.34\mu\text{m}$$

$$u(l_i)^2 = \sqrt{u(l_{i1})^2 + u(l_{i2})^2 + u^2(l_{i3})} = 0.38\mu\text{m}$$

C.4 合成标准不确定度

标准不确定度分量一览表见表C.1。

表 C.1 标准不确定度分量一览表

序号	不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值	c_i	$ c_i u(x_i)$
1	$u(l_k)$	测量重复性	0.51 μm	1	0.51 μm
2	$u(l_0)$	对零量块	0.16 μm	1	0.16 μm
3	$u(l_i)$	a) 量块引入的标准不确定度 $u(l_{i1})$; b) 万能比较测量仪与量块膨胀系数差引入不确定度分量 $u(l_{i2})$; c 万能比较测量仪与量块温度差引入不确定度分量 $u(l_{i3})$	0.38 μm	-1	0.38 μm

C.5 标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u(l_k)^2 + u(l_i)^2 + u^2(l_0)} = \sqrt{0.43} \mu\text{m} = 0.65 \mu\text{m}$$

C.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = k \cdot u_c = 1.3 \mu\text{m}$$

中华人民共和国工业和信息化部

兵工民品计量技术规范

万能比较测量仪校准规范

JJF（兵工民品）0025—2023

版权所有 不得翻印