

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 56—2000

工 具 显 微 镜

Toolmaker's Microscope

2000—05—08 发布

2000—10—01 实施

国家质量技术监督局 发布

工具显微镜检定规程

Verification Regulation of

Toolmaker's Microscope

JJG 56—2000
代替 JJG 56—1984

本规程经国家质量技术监督局于 2000 年 05 月 08 日批准，并自 2000 年 10 月 01 日起施行。

归口单位：全国几何量长度计量技术委员会

起草单位：航空工业第三〇四研究所

中国计量科学研究院

本规程委托全国几何量长度计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

张玉文 （航空工业第三〇四研究所）

张 恒 （中国计量科学研究院）

参加起草人：

李景芳 （航空工业第三〇四研究所）

目 录

1 范围	(1)
2 概述	(1)
3 计量性能要求	(1)
3.1 金属工作台面与纵横向滑板移动方向的平行度	(1)
3.2 玻璃工作台面与纵横向滑板移动的平行度	(1)
3.3 纵横向滑板移动的直线度和角摆	(1)
3.4 纵横向滑板移动的垂直度	(2)
3.5 立柱位于零位时, 光轴对工作台面的垂直度	(2)
3.6 立柱位于零位时, 主显微镜臂架沿立柱导轨移动方向与 工作台面的垂直度	(2)
3.7 读数装置放大倍数的正确性	(2)
3.8 主显微镜放大倍数的正确性	(2)
3.9 测角显微镜处于零位时, 测角目镜的十字线与滑板移动方向的平行度	(2)
3.10 测角显微镜的示值误差	(2)
3.11 读数装置的示值误差	(2)
3.12 读数装置的回程误差	(2)
3.13 仪器的示值误差	(2)
3.14 顶针连同顶针杆的径向跳动	(3)
3.15 两顶针轴线与纵向滑板移动方向的平行度	(3)
3.16 两顶针的重合性	(3)
3.17 测量刀垫板的上表面与顶针轴线的高度差	(3)
3.18 主显微镜光轴、立柱回转轴线与顶针轴线的相对位置	(3)
3.19 投影装置放大倍数的正确性	(3)
3.20 轮廓目镜零位的正确性	(3)
3.21 光学定位器	(3)
3.22 光学分度头	(3)
3.23 光学分度台	(4)
4 通用技术要求	(4)
5 计量器具控制	(4)
5.1 检定条件	(4)
5.2 检定项目	(5)
5.3 检定方法	(8)
5.4 检定结果的处理	(16)
附录 A 检定证书的内页格式	(17)

工具显微镜检定规程

1 范围

本规程适用于万能工具显微镜和大、小型工具显微镜的首次检定、后续检定和使用中的检验。

2 概述

工具显微镜是一种多用途的光学机械式两坐标测量仪器。通常用影像法和轴切法测量精密机械零件的长度和角度；以直角坐标或极坐标方法测量机械零件的形状。

3 计量性能要求

3.1 金属工作台面与纵横向滑板移动方向的平行度 不大于表 1 的规定。

表 1

万能工具显微镜	大型工具显微镜	小型工具显微镜
纵向：0.01 mm 横向：0.005 mm	在 100 mm 长度上不大于 0.02 mm	在 75mm 长度上不大于 0.02 mm

3.2 玻璃工作台面与纵横向滑板移动的平行度

万能工具显微镜不大于 0.02 mm；大小型工具显微镜不大于 0.03 mm。

3.3 纵横向滑板移动的直线度和角摆

不大于表 2 的规定。

表 2

型式		万能工具显微镜	大型工具显微镜	小型工具显微镜
角摆	"	5	10	20
直线度	垂直方向	mm	0.005	0.01
	水平方向		0.002	0.004

3.4 纵横向滑板移动的垂直度

万能工具显微镜不大于 0.003 mm/100 mm。

大型工具显微镜不大于 0.005 mm/50 mm。

小型工具显微镜不大于 0.004 mm/25 mm。

3.5 立柱位于零位时，光轴对工作台面的垂直度

用量块检定时，量块两工作面的影像应同等清晰。

3.6 立柱位于零位时，主显微镜臂架沿立柱导轨移动方向与工作台面的垂直度

万能工具显微镜不大于 0.06 mm/100 mm；大小型工具显微镜不大于 0.09 mm/100 mm。

3.7 读数装置放大倍数的正确性

不大于 0.5 μm。

3.8 主显微镜放大倍数的正确性

不大于表 3 的规定。

表 3

目镜类型	测角目镜		轮廓目镜
物镜倍数	1×, 1.5×, 3×	5×	1×, 1.5×, 3×
正确性	0.1%	0.15%	0.15%

3.9 测角显微镜处于零位时，测角目镜的十字线与滑板移动方向的平行度

不大于 1'。

3.10 测角显微镜的示值误差

不大于 1'。

3.11 读数装置的示值误差

不大于 0.6 μm。

3.12 读数装置的回程误差

万能工具显微镜：不大于 0.3 μm。

大、小型工具显微镜：不大于 0.002 mm。

3.13 仪器的示值误差

万能工具显微镜应不大于 $(1 + L/100) \mu\text{m}$ ； L 为被检刻度尺长度 (mm)。

大、小型工具显微镜的微分筒，其任意两点间的示值误差不大于 0.003 mm。

使用量块时的示值误差不大于表 4 的规定。

表 4

测量范围 mm	25	50	75	100	125
示值误差 mm	0.002	0.002	0.003	0.004	0.005

3.14 顶针连同顶针杆的径向跳动

外顶针不大于 0.005 mm；内顶针不大于 0.007 mm。

3.15 两顶针轴线与纵向滑板移动方向的平行度

万能工具显微镜在垂直和水平方向上均不大于 0.015 mm；

大小型工具显微镜在垂直方向上不大于 0.04 mm。

3.16 两顶针的重合性

两顶针在水平方向上的重合性，对于万能工具显微镜，当两顶针相距 20 mm 时不大于 0.01 mm；相距 200 mm 时不大于 0.02 mm。对于大、小型工具显微镜，当两顶针在量程内相距任意尺寸时不大于 0.02 mm。

3.17 测量刀垫板的上表面与顶针轴线的高度差

不大于 0.015 mm。

3.18 主显微镜光轴、立柱回转轴线与顶针轴线的相对位置

当立柱自零位向左右各侧转 12° 时，引起瞄准点的位移，在左右方向上不大于 0.01 mm。在前后方向上不大于 0.002 mm（万能工具显微镜），0.003 mm（大、小型工具显微镜）。

3.19 投影装置放大倍数的正确性

放大倍数误差不大于 0.6%。

3.20 轮廓目镜零位的正确性

不大于 $3'$ 。

3.21 光学定位器

3.21.1 测量杆与工作台面的垂直度

当测量杆与工作台面相垂直时，定位器的三段双线影像应处于测角目镜视场中间距最大的两虚线之间。

3.21.2 定位的变动性

不大于 0.001 mm。

3.22 光学分度头

3.22.1 度刻度和分刻度的相对位置和相符性

度、分刻线应平行且无目力可见的视差。度刻线应对称于分刻线。分刻线与度刻度的相符性应不大于 $12''$ 。

3.22.2 顶针连同主轴的径向跳动

不大于 0.007 mm。

3.22.3 顶针轴线与纵向滑板移动方向的平行度

不大于 0.015 mm。

3.22.4 示值误差应不大于 30″。

3.23 光学分度台

3.23.1 度刻度和分刻度刻线相对位置和相符性

分、度刻线应平行且无目力可见的视差，分刻线应对称于度刻线。度刻度和分刻度的相符性应不大于 12″。

3.23.2 玻璃工作台面与纵横向滑板移动方向的平行度

不大于 0.03 mm。

3.23.3 工作台定中心器中心与回转中心的重合性

不大于 0.005 mm。

3.23.4 示值误差

分度值为 30″的，不大于 30″；分度值为 10″的，不大于 20″。

4 通用技术要求

外观和各部分的相互作用：

- a) 在仪器上应注有制造厂名或厂标、出厂编号以及 **MC** 标志。
- b) 在各工作面上，应无锈蚀、碰伤、明显划痕及影响使用准确度的缺陷。
- c) 光学系统的成像应清晰。视场内应无显著的和影响测量的灰尘、水渍、油迹，亮度要均匀。
- d) 附件的安装应可靠。
- e) 各活动部分的作用应平稳，无松动和卡住现象；制动螺钉的作用应切实可靠。
- f) 当测角目镜的十字线交点与顶针轴线重合时，横向读数装置的示值为 (50 ± 0.5) mm。
- g) 毫米刻线尺在全长上均应清晰，应无目力可见的倾斜。
- h) 读数装置的指标线与微米刻线、0.1 毫米刻线和螺旋线应无倾斜和视差。
- i) 使用中和修理后的仪器，应无影响使用准确度的缺陷。
- j) 数显式计数器和微机数显式计数器应具有清零功能，其最小分辨力应不大于 $0.5 \mu\text{m}$ 。
- k) 数显式计数器，在移动中不丢数，其示值稳定性 4 h 内，变化量应不大于 $0.5 \mu\text{m}$ 。

5 计量器具控制

包括：首次检定、后续检定和使用中的检验。

5.1 检定条件

5.1.1 环境条件见表 5。

表 5

条 件 \ 型 式	万能工具显微镜	大、小型工具显微镜
仪器室的温度 ℃	20 ± 1	20 ± 3
室温每小时变化 ℃	≤ 0.5	≤ 1
仪器与标准器具的温度差 ℃	≤ 0.5	≤ 1
仪器在室内平衡温度的时间 h	24	24
标准器具在室内平衡温度的时间 h	4	4

5.1.2 检定用设备

- a) 自准直仪 分度值 $\leq 1''$
- b) 测微表 分度值 ≤ 0.001 mm
- c) 专用平尺 平行度 ≤ 0.002 mm, 平面度 ≤ 0.5 μm
- d) 二等玻璃刻度尺 ± 0.5 μm
- e) 刀口直角尺 100×63 (200×100) mm $90^\circ \pm 3''$
- f) 宽座角尺 100×60 一级
- g) 三等量块、二级量块
- h) 12 面棱体 $\pm 1''$
- i) 专用心轴、刻线心轴
- j) 电感测微仪 分辨力 0.1 μm

5.2 检定项目

工具显微镜检定项目列于表 6。

表 6

序号	检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
1	外观及各部分相互作用	+	+	+
2	金属工作台面与纵横向滑板移动方向的平行度	+	-	-
3	玻璃工作台面与纵横向滑板的移动方向的平行度	+	+	-

表 6 (续)

序号	检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
4	纵横向滑板移动的直线度	+	+	-
5	纵、横向滑板的垂直度	+	+	-
6	立柱位于零位时光轴对工作台面的垂直度	+	+	+
7	立柱位于零位时, 主显微镜臂架沿立柱导轨移动方向与工作台面的垂直度	+	-	-
8	读数装置放大倍数的正确性	+	+	-
9	主显微镜放大倍数的正确性	+	+	-
10	测角目镜处于零位时, 其十字线与滑板移动方向的平行度	+	+	+
11	测角目镜的示值误差	+	-	-
12	读数装置的示值误差	+	-	-
13	读数装置的回程误差	+	-	-
14	仪器的示值误差	+	+	+
15	顶针连同顶针杆的径向跳动	+	+	+
16	两顶针轴线与纵向滑板移动方向的平行度	+	+	-
17	两顶尖的重合性	+	+	-
18	测量刀垫板的上表面与顶针轴线的高度差	+	-	-
19	主显微镜光轴, 立柱回转轴线与顶针轴线的相对位置	+	+	-

表 6 (续)

序号	检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
20	投影装置放大倍数的正确性	+	-	-
21	轮廓目镜零位的正确性	+	+	+
22	光学定位器			
(1)	测量杆与工作台的垂直度	+	+	-
(2)	定位的变动性	+	+	+
23	光学分度头			
(1)	分刻度与度刻度的相对位置和相符性	+	+	+
(2)	顶针连同主轴的径向跳动	+	+	-
(3)	顶针轴线与纵向滑板移动方向的平行度	+	+	-
(4)	示值误差	+	+	+
24	光学分度台			
(1)	分刻度与度刻度的相对位置和相符性	+	+	+
(2)	玻璃工作台面与纵横向滑板移动方向的平行度	+	+	-
(3)	工作台定中心器中心与回转中心的重合性	+	-	-
(4)	示值误差	+	+	+
注：表中“+”表示应检定；“-”表示可不检定				

5.3 检定方法

5.3.1 外观及各部件相互作用

以观察和试验的方法检定。

5.3.2 金属工作台面与纵横向滑板移动方向的平行度

用表架将测微表固定在仪器的主显微镜上。调整测微表，使其测量轴线垂直于工作台面。升降主显微镜臂架，使测微表的测量头与放置在工作台面上的专用平尺测量面相接触，并使表的示值于零位或邻近的某一值。移动纵向或横向滑板，观看测微表的示值变化。

检定万能工具显微镜时，专用平尺放置的位置：检纵向时，将平尺按纵向行程放置在工作台的前后二个位置；检横向时，将平尺按横向行程放置在工作台左中右三个位置。所有位置上测得的示值变化均不大于要求。

检定大、小型工具显微镜时，在工作台的前后和左右四个方位上进行。对于大型工具显微镜，还应将回转工作台每转 90° 方位时按上述方法检定。上述检定结果应不大于3.1的要求。

5.3.3 玻璃工作台面与纵横向滑板移动的平行度

检定时，先将测微表用表架固定在主显微镜上，并调整其测量轴线垂直于工作台面。升降主显微镜臂架，使表的测量头与工作台面相接触，并使表的示值于零位或邻近的某一值。然后移动纵向或横向滑板，观看测微表的示值变化。

检定万能工具显微镜时，当测微表测量头分别与工作台面的前后和中间三个纵向方位以及左中右三个横向方位接触情况下进行。

检定大、小型工具显微镜时，是在测微表测量头分别与工作台面的平行于纵横向的直径位置上接触时进行。对于大型工具显微镜，还应在回转工作台每转 90° 方位时进行检定，上述检定结果应不大于3.2的要求。

5.3.4 纵横向滑板移动的直线度

用自准直仪检定角摆时：将平面反射镜安置在仪器的滑板或工作台面上，自准直仪安装在仪器的基座上。检大、小型工具显微镜时，应将仪器和自准直仪安装在同一基体（如平板）上。调整自准直仪和反射镜，使其平行于滑板行程方向。将滑板以正向和反向移动全行程，按自准直仪读数。最大与最小读数的差值即为滑板移动的直线度。纵向和横向滑板移动的角摆，在水平和垂直两个方向上应不大于3.3的要求。

用测微表和平尺检定直线度时：将测微表用表架固定在仪器的主显微镜上。平尺安装在仪器的工作台上，并调整至与滑板移动方向平行。调整测微表，使其测量轴线垂直于平尺测量面。升降主显微镜臂架或移动滑板，使测微表的测量头与平尺测量面接触，同时使表的示值于零位或其邻近的某一值。以正向和反向移动滑板全行程，观看测微表上示值的变化。用测微表和平尺检定纵横向滑板移动的直线度，也应在水平和垂直两个方向上进行，应不大于3.3的要求。

5.3.5 纵横向滑板移动的垂直度

检定时，将 $200\text{ mm}\times 100\text{ mm}$ 宽面直角尺安装在仪器的工作台上。测微表借助表

架安装在主显微镜上，并调整表的测量轴线使其处于水平状态，且与横向滑板移动方向平行。移动横向滑板，使测微表的测量头与直角尺工作面接触。调整直角尺使其长工作面平行于纵向滑板移动方向。然后改变测微表的测量方向，使表的测量轴线垂直于直角尺的短工作面。移动纵向滑板，使测微表的测量头与直角尺的短工作面接触，并使表的示值于零位或邻近的某一值。移动横向滑板，观看测微表上的示值变化。对所用直角尺的直角偏差加以修正后，即为纵横向滑板移动的垂直度的测得值。

使用中和修理后的大、小型工具显微镜纵横向滑板移动的垂直度可以用尺寸为 100 mm×63 mm 或 200 mm×100 mm 的刀口直角尺检定。均应不大于 3.4 的要求。

检定时，将刀口直角尺固定在工作台上，升降主显微镜臂架，直至看到清晰的直角尺的刀口影像。借助工作台，使直角尺的长边平行于纵向滑板移动方向。移动纵向滑板，使直角尺的短边离端部 5 mm 处刀口影像与测角目镜中的十字线交点对准，记下纵向读数装置的示值 a_1 。移动横向滑板全行程后，移动纵向滑板，使直角尺刀口影像再次与测角目镜中的十字线交点对准，同样记下纵向读数装置的示值 a_2 。将刀口直角尺翻转 180°，按上述方法再次检定，得纵向读数装置的示值 b_1 和 b_2 。纵横向滑板移动的垂直度 Δ 按 (1) 式求得：

$$\Delta = \frac{1}{2}[(a_2 - a_1) + (b_2 - b_1)] \text{ (mm)} \quad (1)$$

5.3.6 立柱位于零位时，光轴对工作台面的垂直度

将尺寸为 (2~3) mm 的量块研合在尺寸为 (20~50) mm 的量块上，如图 1 所示。然后把研合量块平放在仪器的工作台上，调节可变光阑至最小孔径。升降主显微镜臂架，直至在主显微镜中见到量块的影像为止，这时观察量块两工作面的影像是否同等清晰。再将量块调转 180°，观察量块两工作面的影像是否也同等清晰。

这一检定应在仪器的纵向和横向两个方位上进行且应符合 3.5 的要求。

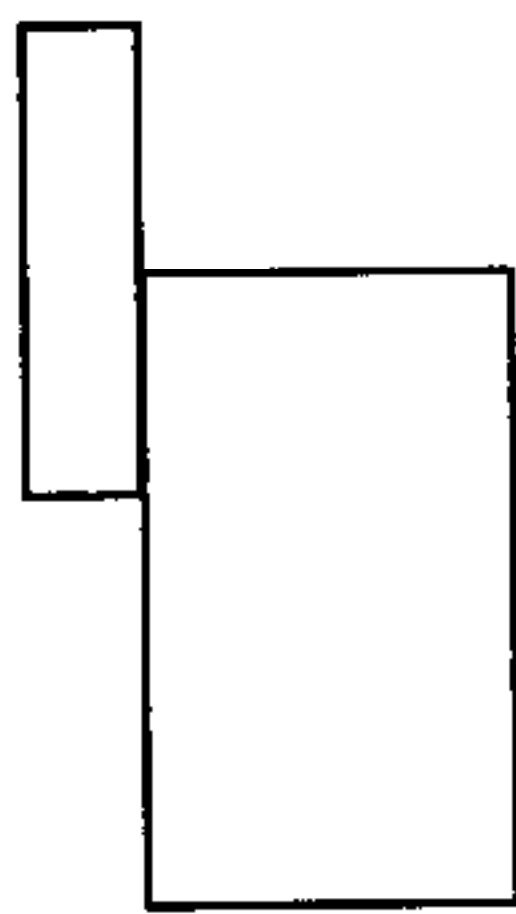


图 1

5.3.7 立柱位于零位时，主显微镜臂架沿立柱导轨移动方向与工作台面的垂直度

万能工具显微镜和大型工具显微镜用尺寸为 160 mm×100 mm 的 1 级宽座直角尺和分度值为 0.001 mm 的千分表检定。

检定时，将千分表用表架固定在主显微镜上。直角尺分别按仪器的纵向和横向行程

安装在工作台上。调整千分表，使其测量轴线处于水平状态，且垂直于直角尺工作面，并使表的测量头与直角尺工作面接触。升降主显微镜臂架 100 mm，记下千分表示值的变化量 x 和 y 。主显微镜臂架沿立柱导轨移动方向与工作台的垂直度 Δ 按 (2) 式求得：

$$\Delta = \sqrt{x^2 + y^2} \text{ (}\mu\text{m)} \quad (2)$$

小型工具显微镜的主显微镜臂架沿立柱导轨移动方向与工作台面的垂直度，用平行平晶和十字线分划板检定。上述检定结果应不大于 3.6 的要求。

5.3.8 读数装置放大倍数的正确性

读数装置与毫米刻线尺的相符性检定，应先使微米刻度示值于零位，移动滑板，使毫米刻度尺的任一毫米线与 0.1 mm 刻度尺零线位置的螺旋线对准，然后观看相邻的一条毫米刻线是否与螺旋线也对准时，转动螺旋线使其对准，并按微米刻度读出其差值 r_i 。这一检定应至少分布于毫米刻度尺 5 个不同位置上进行。放大倍数误差按下式求得，应不大于 3.7 的要求。

$$\delta = \sum r_i / 5 \quad (3)$$

5.3.9 主显微镜放大倍数的正确性

在主显微镜上安装测角目镜检定时，分别装上各倍物镜。专用刻度尺放置在玻璃工作台上。升降主显微镜臂架，使在主显微镜视场内见到清晰的刻度尺刻线影像。调整工作台，使刻度尺平行于纵向滑板的移动方向，转动测角度盘，使测角目镜的示值于零位。移动纵向滑板，使刻度尺的零线与测角目镜中相距最远的两条刻线中的一条刻线对准，然后观察另一条刻线与刻度尺上相应的刻线是否重合，若不重合时，则从纵向读数装置中读出其偏差 Δ (μm)。主显微镜放大倍数误差 $\Delta\beta$ 按 (4) 式计算求得，应不大于 3.8 的要求。

$$\Delta\beta = \frac{\Delta}{1\,000\,L} \times 100\% \quad (4)$$

式中： L ——检定时所用刻度尺上两条刻线的间距 (mm)。

在显微镜上安装轮廓目镜检定时，其方法与上述相同。

5.3.10 测角显微镜处于零位时，测角目镜的十字线与滑板移动方向的平行度

检定时，将刀口直角尺放置于仪器的工作台上，升降主显微镜臂架，在主显微镜中见到清晰的直角尺的刀口影像。调整工作台，使直角尺的长边刀口影像平行于纵向滑板的移动方向。转动测角目镜的十字线分划板，使其水平线与直角尺的长边刀口影像平行。观察测角显微镜的示值是否为零，若不是零，则读出其偏差，应不大于 3.9 的要求。

5.3.11 测角显微镜的示值误差

检定时，转动测角显微镜的度盘，使其示值于零位。将直角尺平放在玻璃工作台上。升降主显微镜臂架，使在主显微镜中见到清晰的直角尺的长边刀口影像，调整工作

台使刀口影像平行于测角目镜十字线的水平线。依次转动测角显微镜的度盘和移动纵向滑板，使十字线的水平线与直角尺的短边和长边刀口影像交替地平行，并按测角显微镜读出受检点的示值误差，示值误差中的最大值与最小值之差即为测得的显微镜的示值误差。

再转动测角显微镜的度盘，使其示值为 45° 。转动直角尺并调整工作台，使直角尺的长边刀口影像平行于原测角目镜的十字线的水平线，然后按上述方法检定测角显微镜的示值误差。

上述两起始部位检得的示值误差应不大于 3.10 的要求。

5.3.12 读数装置的示值误差

检定纵向读数装置示值误差时，将分度值为 $0.1\ \mu\text{m}$ 电感式测微仪用表架安装在主显微镜上，将三珠定位块安装在顶针座上（检定横向时三珠定位块安装在金属工作台上）。

转动微米刻度，使其零线与指标线对准。移动滑板，使毫米刻度尺的任一毫米刻线处于 $0.1\ \text{mm}$ 刻度尺的零线，并与螺旋线（或双线）对准。将尺寸为 $1\ \text{mm}$ 的量块放入电感式测微仪的测量头与三珠定位块之间，并调整电感式比较仪或光学计的示值于零位或邻近的某一值，然后依次将尺寸为 $1.02, 1.04, 1.06, 1.08, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9$ 和 $2\ \text{mm}$ 的量块放入电感式比较仪或光学计的测量头与三珠定位块之间，并依次将读数装置的示值处于受检位置，移动滑板，使毫米刻度尺的刻线与相应的螺旋线（或双线）对准，以及按电感式测微仪读数，取其平均值作为该点上测得的读数。各受检点上的误差 δ_i 按（5）式计算：

$$\delta_i = (a_i - a_0) - (\Delta L_i - \Delta L_0) (\mu\text{m}) \quad (5)$$

式中： $\Delta L_i, \Delta L_0$ ——分别为受检点和对零时所用量块的偏差， μm ；

a_i, a_0 ——分别为受检定和对零位时电感式比较仪或光学计上的读数， μm 。

读数装置的示值误差，以各点示值误差中最大值与最小值之差确定，应不大于 3.11 的要求。

5.3.13 读数装置的回程误差

检定万能工具显微镜读数装置的回程误差时，移动滑板，使毫米刻度尺的任一毫米刻线位于任一 $0.1\ \text{mm}$ 双线（螺旋线）处，以正向和反向转动微米刻度，使 $0.1\ \text{mm}$ 双线（螺旋线）对准毫米刻线，并按微米刻度进行读数。以正向和反向各自 4 次对准和读数的平均值之差作为该位置上的测得值。读数装置的回程误差检定，至少在均匀分布于微米刻度的 5 个不同的位置上进行。

大、小型工具显微镜微分筒的回程误差，根据示值误差检定所得的数据，分别在受检点上以正反两方向行程时的误差的差值确定，应不大于 3.12 的要求。

5.3.14 仪器的示值误差

检定万能工具显微镜时，移动滑板使毫米刻度尺处于零位。将玻璃刻度尺放置在仪器工作台的中间位置上，它的刻线面背着物镜。在主显微镜上安装轮廓目镜。调整玻璃

刻度尺，使其零线处于轮廓目镜视场中的双线附近。调整工作台，使玻璃刻度尺平行于滑板移动方向，微动滑板，使玻璃刻度尺的零线影像与轮廓目镜视场中的双线对准，并按读数装置进行读数。然后依次每移动滑板 25 mm，使玻璃刻度尺的相应刻线影像与轮廓目镜中的双线对准，并依次按读数装置进行读数。每点均应进行 4 次对准和读数，取其平均值作为该点上的读数。各点上的误差 δ_i 按 (6) 式计算：

$$\delta_i = (a_i - a_0) - L_i(\text{mm}) \quad (6)$$

式中： a_i, a_0 ——分别为各受检点和起始点上仪器的读数，mm；

L_i ——玻璃刻度尺所用的一段实际尺寸，mm。

万能工具显微镜示值误差的检定，在工作台正向和反向行程上进行检定，并分别不大于 3.13 的要求。

检定大、小型工具显微镜时，在主显微镜上安装轮廓目镜。在检定纵向示值误差时，使纵向微分筒的示值处于零位，将横向滑板处在工作行程的中间位置上（借助相应尺寸的量块放入滑板与测微螺杆之间或转动微分筒取得）。在检定横向示值误差时，使横向微分筒的示值处于零位，将纵向滑板处在工作行程的中间位置上（借助相应尺寸的量块和转动微分筒取得）。将玻璃刻度尺放置在工作台的中间位置上，其刻度线面背着物镜。调整玻璃刻度尺，使其零线影像处于轮廓目镜的双线中大致对准。调整工作台，使玻璃刻度尺平行于受检方向的行程。转动微分筒，使玻璃刻度尺的零线与轮廓目镜的双线对准，并记下微分筒的起始读数，然后依次每隔 5 mm 检定。各点均以 4 次对准和读数取其平均值作为该点上的读数。当正向行程检定至微分筒终点后，再反向行程检定至微分筒起始点。各受检点上的误差 δ_i 按 (6) 式计算求得。

微分筒的示值是以各点在正向行程或反向行程时测得的误差最大值与最小值之差确定的。如果每间隔 5 mm 检定所得的示值误差，达到或接近允许值的极限值，应考虑每间隔 1 mm 检定，应不大于 3.13 要求。

在微分筒的示值误差检定之后，转动微分筒，使玻璃刻度尺的零线影像与轮廓目镜的双线对准，按微分筒读数 a_0 (μm)，在滑板和测微螺杆之间，依次地放入尺寸间隔为 25 mm 的 2 级量块，并转动微分筒，使玻璃刻度尺的相应刻线影像与轮廓目镜的双线对准，并读取微分筒读数 a_i (μm)。用量块时，在各位置上的误差按 (7) 式计算：

$$\delta_i = (a_i - a_0) - \Delta L_i(\mu\text{m}) \quad (7)$$

式中： ΔL_i ——玻璃刻度尺所用段的偏差， μm 。

任意两位置上误差的差值，即为用量块时的示值误差，且应不大于表 4 的规定。

5.3.15 顶针连同顶针杆的综合跳动

检定时，测微表用表架固定在主显微镜上，在两顶尖之间安装专用心轴。当测微表的测量头与心轴一端最高点接触，并使表的示值处于零位或邻近的某一值后，使顶针与顶针杆一起转动一周，观察测微表上的示值变化。将顶针在顶针孔内每转动 90° ，重复上述的检定。再移动滑板，使测微表的测量头与心轴另一端接触，用以上述方法检定另

一顶针连同顶针杆的综合跳动应不大于 3.14 的要求。

5.3.16 两顶针轴线与纵向滑板移动方向的平行度

万能工具显微镜用分度值为 0.001 mm 的测微表和心轴检定；大、小型工具显微镜用分度值为 0.001 mm 的千分表和心轴检定。

检定时测微表或千分表和心轴的安装和调整与本规程 5.3.15 所述方法相同。当测微表或千分表的测量轴线处于垂直状态下，它的测量头与心轴一端最高点接触，并使测微表的示值处于零位或邻近的某一值。移动纵向滑板，使表的测量头与心轴另一端接触，并观察表上的示值变化。

对于万能工具显微镜，还应将测微表处于水平状态，其测量轴线垂直于纵向滑板移动方向时，用以上述方法再检定。不论在垂直方向还是在水平方向上检定时，均应使顶针座和顶针杆处于内外两位置上进行，应不大于 3.15 的要求。

5.3.17 两顶针的重合性

检定万能工具显微镜时，先使测角显微镜的示值位于 90° 。移动两顶针座，使其在相距最近位置上固定。调整两顶针，使其相距 20 mm。升降主显微镜臂架和移动纵横向滑板，使在主显微镜中见到清晰的顶针轮廓影像，并使其与测角目镜中相交 60° 的刻线对准，然后按横向读数装置读数。再移动纵横向滑板，使另一顶针轮廓影像与测角目镜中相交 60° 的刻线对准，按横向读数装置再读数。两次读数的差值即为测得值。再调整两顶针尖，使其相距 200 mm，按上述方法再检定。

将两顶针座向外侧各移动 100 mm，当顶针座固定后调整两顶针使其相距为 200 mm，按上述方法检定其重合性。

检定大、小型工具显微镜时，在两顶针间安装专用心轴，借助测微表或用主显微镜以影像法调整工作台，使其轴线与纵向滑板移动方向相平行。将工作台固定之后，取下专用心轴，调整两顶针，使其处在相距不同长度上，用上述检定万能工具显微镜的方法进行两顶针重合性的检定，应不大于 3.16 的要求。

5.3.18 测量刀垫板的上表面与顶针轴线的高度差

检定时，将测微表用表架固定在主显微镜上，测微表的测量轴线处于垂直状态。将测量刀垫板安装在金属台面的中间位置上，在测量刀垫板的上表面上放置尺寸为 $(5 + d/2)$ mm 的量块。在两顶针间安装直径为 d 的专用心轴。升降主显微镜臂架和移动纵横向滑板，使测微表的测量头与量块工作面接触，并使表的示值处于零位或邻近的某一值。移动横向滑板，使表的测量头与心轴接触，同时找到心轴的最高点后记下测微表的示值。两示值之差即为测得值。

每块测量刀垫板，分别安装在金属台的前后面的中间位置上检定，应不大于 3.17 的要求。

5.3.19 主显微镜光轴、立柱回转轴线与顶针轴线的相对位置

检定时，将刻线心轴安装在两顶针之间。当立柱处于零位时，升降主显微镜臂架，直至在主显微镜中见到清晰的刻线心轴的十字线影像为止。移动纵横向滑板，使刻线心轴的十字影像与测角目镜中的十字线相对准之后，按纵横向读数装置读数。将立柱分别

向左右侧转 12° ，移动纵横向滑板，使刻线心轴的十字影像重新与测角目镜中的十字线对准，并按纵横向读数装置读数。立柱处于零位和侧转 12° 时的读数差即为测得值。测得值应不大于 3.18 要求。

立柱处于零位和侧转 12° 时，在主显微镜中见到的刻线心轴十字线影像应同样清晰，无明显的视差。

5.3.20 投影装置放大倍数的正确性

检定时，取下测角目镜的接目透镜、调整目镜，使其视度处于标记位置（或规定的视度）。将投影装置安装在主显微镜上。移动纵横向滑板，使滑板处于工作行程的中间位置，将玻璃刻度尺分别沿纵横向滑板移动方向放置在仪器的玻璃工作台上，升降主显微镜臂架，直至在投影屏上见到清晰的玻璃刻度尺的刻线影像为止。用普通玻璃刻度尺测量玻璃刻度尺相应两刻线影像的间距，在 180 mm 长度上不大于 1 mm。在投影屏的相互垂直的两方位上的放大倍数误差，应不大于 3.19 要求。

将各倍的物镜，依次装在主显微镜上，对投影装置放大倍数进行检定。

5.3.21 轮廓目镜零位的正确性

检定时，将螺纹轮廓目镜安装在主显微镜上。刀口直角尺或刀口尺放置在工作台上，调整工作台，使刀口影像平行于纵向滑板移动方向，转动螺纹轮廓目镜的分划板，使其十字线的水平线和任一螺纹牙形两定位线，分别与刀口影像相平行，从轮廓目镜中观察其零位是否正确。若零位不对，可读出其偏差，偏差应不大于 3.20 的要求。

轮廓目镜中各刻线之间应无明显的视差。

5.3.22 光学定位器

5.3.22.1 测量杆与工作台面的垂直度

在主显微镜上安装 $3\times$ 物镜，光学定位器安装在主显微镜的物镜上。取下球端测量杆，换上一根长度为 75 mm，直径为 7 mm 的圆柱形轴。在工作台上安装一块四方体。调整主显微镜的高度，移动纵横向滑板，使圆柱形轴的素线与立放于工作台上的四方体的工作面相接触，从测角目镜中观察定位器的双线影像应符合 3.21.1 的要求。

5.3.22.2 定位的变动性

将一块尺寸为 (20~50) mm 的量块沿仪器的纵向（或横向）固定在工作台上，升降主显微镜和移动纵横向滑板，使定位器的球形测头与量块工作面接触，并使双线影像与测角目镜中的十字线的垂直线（或水平线）对准，按纵向（或横向）读数装置读数，在同一位置上进行 10 次对准和读数。读数中的最大值与最小值之差即为测得值。

定位的变动性在两个测量方向上检定，应不大于 3.21.2 的要求。

5.3.23 光学分度头

5.3.23.1 度刻度和分刻度的相对位置和相符性

转动度盘，使任一度刻线与分刻度线相靠近，观察度刻度线、分刻度线是否平行和同样清晰无视差，度刻度线是否对称于分刻度线。

微动度盘，使任一度刻线与分刻度的零线相对准，观察分刻度的尾线是否与相应的度刻度线也对准，若不对准，则读出它的差值。度刻度线、分刻度的相符性检定，应在均

匀分布于度盘的4个位置上进行,应不大于3.22.1的要求。

5.3.23.2 顶针连同主轴的综合跳动

测微表和心轴的安装和调整用本规程5.3.15所述方法。检定时,使测微表的测量头与靠近分度头的心轴一端接触,并使表的示值处于零位或邻近的某一值,转动主轴一周,观察测微表上的示值变化。将顶针相对于主轴每转90°方位后,用上述方法检定。每次检定时测微表上的示值变化应不大于3.22.2要求。

5.3.23.3 顶针轴线与纵向滑板移动方向的平行度

按本规程5.3.16所述方法检定,且不大于3.22.3的要求。

5.3.23.4 示值误差

检定时,将四方体借助专用锥体心轴固定在主轴上。自准仪安装在仪器的基座上,转动分度头的主轴,使其示值处于零位。调整四方体和自准直仪,使由四方体工作面反射回来的十字线影像处于自准直仪的视场中央位置。转动自准直仪的测微鼓轮,使指标线与十字线影像对准,并读取自准直仪的读数,按90°依次地转动分度头的主轴,使分度头的示值处于90°、180°和270°,将依次使指标线与十字线影像对准,读取自准直仪的读数,读数中最大值与最小值之差即为测得值。再转动主轴使分度头的示值处于45°,调整四方体,使其由工作面反射回来的十字线影像处于自准仪视场中央位置,用上述方法检定。

由起始位置0°和45°测得的示值误差应不大于3.22.4要求。

分度头示值误差,可以用正八面棱体和分度值为1"的自准直仪检定。

5.3.24 光学分度台

5.3.24.1 分刻度和度刻度的相对位置和相符性

按本规程5.3.23.1所述方法检定,应不大于3.23.1的要求。

5.3.24.2 玻璃工作台面与纵横向滑板移动的平行度

按本规程5.3.3中检定大型工具显微镜的方法检定,应不大于3.23.2的要求。

5.3.24.3 工作台定中心器中心与回转中心的重合性

将定中心器装入工作台的定位孔中。升降主显微镜,在测角目镜中见到定中心器的十字线影像,移动纵横向滑板,使十字线影像与测角镜中的十字线对准,按纵横向读数装置读取 x_1 和 y_1 。转动工作台180°,移动纵横向滑板,再使十字线影像与测角目镜中的十字线对准,按纵、横向读数装置读取 x_2 和 y_2 。定中心器中心与回转中心的重合性 Δ 按(8)式计算,且应不大于3.23.3的要求。

$$\Delta = 1/2 \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (8)$$

5.3.24.4 示值误差

用四等正12面棱体和分度值为1"的自准直仪检定。

检定时,转动工作台和度盘,使其示值处于零位。将棱体固定在工作台的中央位置,自准直仪安装在仪器的基座上,并使其光轴通过工作台中心。调整多面棱体,使其0°面(第一面)朝向自准直仪物镜。根据棱体工作面反射回来的十字线影像进行对准,

并按自准直仪读取 a_0 ，再依次地转动工作台 30° ，使分度台的示值依次地递增 30° ，并使反射回来的十字线影像进行对准后读取自准直仪读数 a_i 。这一检定应在正反方向进行。任一受检点相对于起始点的误差 δ_i 按 (9) 式计算：

$$\delta_i = (a_i - a_0) + \Delta_i(") \quad (9)$$

式中： Δ_i ——棱体的偏差，”。

分度台的示值误差，以各受检点在正反方向上测得的误差中最大值与最小值之差确定，应不大于 3.23.4 的要求。

5.4 检定结果的处理

5.4.1 经检定符合本规程要求的工具显微镜，应填发检定证书；不符合本规程要求的应发给检定结果通知书，并进行修理或作其它处理。

5.4.2 检定周期应根据实际使用情况确定，一般不超过 1 年。

附录 A

检定证书的内页格式

检定依据文件
 测量标准名称
 编 号

温度 ℃, 相对湿度 %
 标准有效期

制造商
 第 页共 页

检 定 结 果

一 仪器示值误差

- 1 微分筒
- 2 使用量块

测量范围 mm	25	50	75	100	125
示值误差 μm					

3 万能工具显微镜示值误差

受检定点 mm	25	50	75	100	125	150	175	200
示值误差 μm								

- 二 光学分度头示值误差
- 三 光学分度台示值误差

说明：证书只对此被测件有效。未经检定单位批准，不得部分复印。

检定单位地址：

联系电话：

通讯地址：

传 真：

中华人民共和国
国家计量检定规程

工具显微镜

JJG 56—2000

国家质量技术监督局颁布

*

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

邮政编码 100013

电话 (010)64275360

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

880 mm × 1230 mm 16开本 印张 1.5 字数 25千字

2000年7月第1版 2000年7月第1次印刷

印数 1—2 000