

中 华 人 民 共 和 国

国家计量检定规程

孔 径 测 量 仪

JJG 467—86

(试 行)

目 录

一	概述.....	(1)
二	检定项目和检定条件.....	(2)
三	检定要求和检定方法.....	(2)
四	检定结果的处理和检定周期.....	(9)

孔径测量仪试行检定规程

Verification Regulation of
Precision Bore Diameter
Measuring Instrument



JJG 467—86

本检定规程经国家计量局于 1986 年 11 月 15 日批准，并自 1987 年 10 月 1 日起施行。

归口单位： 中国计量科学研究院

起草单位： 国家计量局北京计量仪器厂

本规程技术条文由起草单位负责解释。

本规程主要起草人:

朱云龙 (国家计量局北京计量仪器厂)
杜贤和 (中国计量科学研究院)

孔径测量仪试行检定规程

本规程适用于新制的、使用中和修理后的 701 型孔径测量仪的检定。

一 概 述

701 型孔径测量仪是应用光波干涉原理以比较法测量孔径尺寸的仪器。

701 型孔径测量仪的测量范围为 $\phi 1 \sim 50$ mm，标称分度值为 $0.1 \mu\text{m}$ 。仪器的外形见图 1。光学系统见图 2。

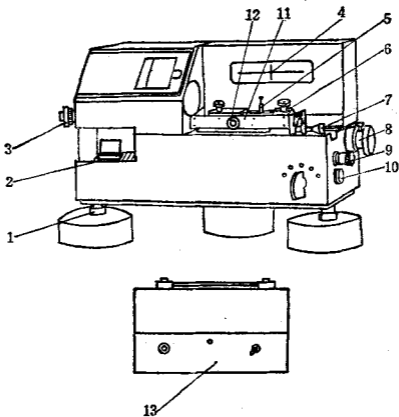


图 1

- 1—底脚； 2—筒形工作台； 3—测微读数鼓轮； 4—十字瞄准线；
 5—测头； 6—压板； 7—纵向手轮； 8—升降手轮； 9—定位鼓轮；
 10—点动开关； 11—载物台； 12—横向手轮； 13—电器箱

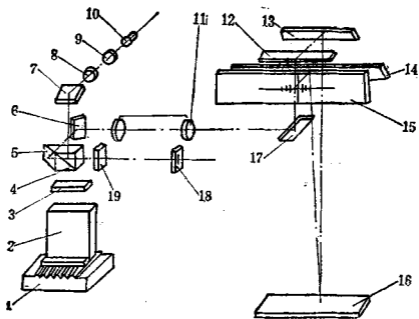


图 2

- 1—筋形工作台； 2—量块； 3—动光楔； 4—分光镜；
 5、6、7、12、13、14、16、17—反射镜； 8—滤光片； 9—聚光镜；
 10—光源； 11—物镜； 15—投影屏； 18—参考镜（可动）；
 19—定光楔

二 检定项目和检定条件

1 孔径测量仪的受检项目和主要检定工具列于表 1。

2 仪器室温度和平衡温度的时间

仪器室温度为 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ，每小时变化不大于 0.5°C ，被检孔径测量仪在仪器室内平衡温度的时间不少于 24 h，检定孔径测量仪用的量块和环规之间的温度差不大于 0.2°C 。

仪器要放在隔振垫上。

三 检定要求和检定方法

3 外观

表 1

序号	检 定 项 目	主要 检 定 工 具	检定类别		
			新制的	使用中	修理后
1	外观	——	+	+	+
2	各部分相互作用	——	+	+	+
3	筋形工作台的平面度	平晶(开槽)	+	+	+
4	筋形工作台中间筋的高出度	量块(开槽)	+	+	+
6	十字瞄准线与筋形工作台中间筋的叠合性	毫米刻线尺	+	-	+
6	载物台横向移动方向与测量轴线的垂直度	量块、环规	+	+	+
7	定位鼓轮与起始量块的一致性	量块	+	+	+
8	干涉图象质量	三等量块	+	+	+
9	点动开关的可靠性	量块	+	+	+
10	测微器的示值误差	干涉滤光片、量块	+	+	+
11	示值变动性	量块、环规	+	+	+
12	平行片簧在停车时向前冲的过量	量块、环规	+	+	+
13	测头直径	干涉装置、二等量块、平晶	+	+	+
14	综合误差	三等量块、环规	+	+	+

注：表中“+”表示应检定，“-”表示可不检定。

3.1 要求：

3.1.1 仪器的电镀表面不应脱皮，漆面不应有脱落现象以及明显的颜色不均匀。

3.1.2 仪器的工作表面不应有锈蚀、划痕裂纹等缺陷，所有读数机构上的刻字、刻线应当清晰。

3.1.3 仪器视场亮度应均匀，十字瞄准线与起始量块的象应同时清晰。视场内不应有霉雾和灰尘等疵病。

3.1.4 仪器应标有制造厂名(或商标)和出厂编号。

使用中和修理后的仪器允许有不影响使用准确度的上述缺陷。

3.2 检定方法：目力观察。

4 各部分相互作用

4.1 要求：

4.1.1 仪器各可动部分工作时应灵活、平稳，不应有卡住和突跳现象，制动螺钉的作用应切实有效。

4.1.2 改变干涉条纹宽度和方向的机构应能在任一位置对视场中

干涉条纹的宽度和倾斜方向进行调整, 并稳定可靠。

4.1.3 载物台升降量应大于 30 mm, 其纵向移动量应大于 6 mm, 横向移动量应大于 8 mm。载物台的水平调整旋钮应能将载物台的纵向与筋形工作台调成平行。

4.1.4 测量头在测量方向上的运动距离应大于 46 mm。

4.1.5 电器部件应运转正常, 驱动机构的起动和停止都应安全可靠。

4.2 检定方法: 观察和试验。

5 筋形工作台的平面度

5.1 要求: 平面度误差不应超过 $0.5 \mu\text{m}$ (不允许凹)。中间筋的平面度用平晶检定时, 不允许出现干涉色彩 (在边缘 1 mm 范围内允许塌边)。

5.2 检定方法: 用直径为 $\phi 60 \text{ mm}$ 的开槽 2 级平晶以技术光波干涉法进行检定; 中间筋的平面度用直径为 $\phi 60 \text{ mm}$ 的 1 级平晶检定。

6 筋形工作台中间筋的高出度

6.1 要求: 中间筋应比其他筋高出 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 。

6.2 检定方法: 中间筋的高出度可用开槽量块检定。在本仪器上按图 3 所示的 1、2 两个位置上进行检定, 两次示值之差即为其高出度。

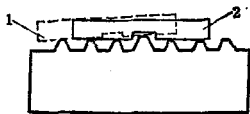


图 3

7 十字瞄准线与筋形工作台中间筋的重合性

7.1 要求: 相互间偏离不大于 1 mm。

7.2 检定方法: 用毫米刻线尺放置在筋形工作台上, 使它与筋形

工作台的中间筋和十字瞄准线同时成象在仪器视场的屏幕上进行检查。

8 载物台横向移动方向与测量轴线的垂直度

8.1 要求：在 50 mm 长度上不大于 0.03 mm。

8.2 检定方法：

8.2.1 在仪器的载物台上安装上一个 $\phi 50$ mm 直径的环规，其圆度小于 $1\ \mu\text{m}$ ，在仪器的筋形工作台上放置一块 5 mm 和一块 50 mm 的量块，并安装好 $\phi 5$ mm 测头，用载物台的横向读数鼓轮，分别测出该环规左右两边转折点的示值，其差值的二分之一应小于 0.03 mm。

8.2.2 在仪器的载物台上安装上一个 $\phi 3$ mm 直径的环规，其圆度小于 $1\ \mu\text{m}$ ，在仪器的筋形工作台上放置二组量块，形成阶梯状，其尺寸差为环规直径与测头直径尺寸之差。安装好 $\phi 0.8$ mm 测头，用载物台的横向读数鼓轮分别测出该环规在左右两边转折点的示值，其差值的二分之一应小于 0.004 mm。

9 定位鼓轮与起始量块的一致性

9.1 要求：当定位鼓轮的示值与起始量块的尺寸相一致时，在光路中插入专用滤光片，视场中应能见到干涉条纹。

9.2 检定方法：在筋形工作台上，放置一块 4 mm 的起始量块，并把专用滤光片插入光路中，然后旋转定位鼓轮到 4 mm 处，视场中应能见到干涉条纹。

10 干涉图象的质量

10.1 要求：

10.1.1 干涉图象应清晰

10.1.2 干涉条纹应平直，其弯曲量不应大于干涉条纹间隔的 $1/5$ 。

10.1.3 视场中应出现一条明显的黑色零级干涉条纹，它在测微读数鼓的全量程 ($12\ \mu\text{m}$) 范围内不变级。

10.1.4 干涉条纹在全量程范围内的方向变化不大于条纹间隔的 $1/3$ ，宽窄变化不大于条纹间隔的 $1/2$ 。

10.2 检定方法：

10.2.1 筋形工作台上放置一块三等 4 mm 量块，调整仪器，使视场中出现干涉条纹，即可观察干涉条纹图象的清晰度和干涉条纹的形状。

10.2.2 调整仪器和测微读数鼓轮，使测微读数鼓轮在全量程移动过程中，观察视场中零级干涉条纹的变化。

10.2.3 仪器安装上 $\phi 50$ mm 环规和 $\phi 5$ mm 测头，在筋形工作台上放置一块 5 mm 和一块 50 mm 的三等量块，在测量的全量程范围内观察干涉条纹宽窄和方向的变化。

11 点动开关的可靠性

11.1 要求：测量小孔时，使用点动开关能实现测头慢速往左运动时自动停车，往右运动时，能顺利起动。

11.2 检定方法：在载物台上，横向放置一块 4 mm 量块，使它与仪器测头之间的间隙为 0.2 mm 左右，当仪器测量机构由右边定位处向左慢速靠近量块时，利用点动开关，使仪器测头一碰上量块，立即会发出停机信号，使测量机构停止移动；当测量机构用慢速往右运动时，利用点动开关能使测量机构顺利地起动。

12 测微器的示值误差

12.1 要求：示值误差不超过 0.15 μm 。

12.2 检定方法：筋形工作台上放置一块 4 mm 量块，调整仪器使视场中出现干涉条纹，然后在仪器的光路系统中的滤光片位置上（见图 2）安置检定准确度为 2 nm 的干涉滤光片，在旋转鼓轮的同时，读取扫过视场标志线的干涉条纹数 K_i 。

受检点的选择见表 2。

表 2

测微器鼓轮格数	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120

各点相对于零点的误差按 (1) 式计算求得：

$$\delta_i = a_i - K_i \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

式中: a_i ——测微器示值(鼓轮格数 \times 分度值)(μm);

K_i ——干涉条纹的间隔数;

λ ——干涉滤光波长(μm)。

测微器的示值误差是以各点误差中的最大值与最小值之差确定。

13 示值变动性

13.1 要求: 示值变动性不大于 $0.15 \mu\text{m}$ 。

13.2 检定方法:

13.2.1 在载物台上装上 $\phi 14 \text{ mm}$ 环规, 装好 $\phi 2 \text{ mm}$ 测头, 筋形工作台上放置好与环规和测头的尺寸相匹配的阶梯量块, 然后调整仪器, 使视场中出现干涉条纹, 用快、慢速驱动测量机构, 使测头与环规重复接触, 由测微器的读数鼓进行六次读数, 其最大值与最小值之差即是示值变动性。此检定应在环规的左右两边分别进行。

13.2.2 在载物台上装上 $\phi 3 \text{ mm}$ 环规, 装好 $\phi 0.8 \text{ mm}$ 测头, 筋形工作台上放置好与环规和测头的尺寸相匹配的阶梯量块, 用慢速驱动机构重复上述检定。其示值变动性亦应符合要求。

14 平行片簧在停车时向前冲的过量

14.1 要求: 测头和环规接触或脱开时, 视场中干涉条纹的出现和脱离应在同一位置, 其变化应小于 $1/5$ 干涉条纹间隔。

14.2 检定方法: 用慢速驱动测头, 使测头和环规相接触, 把零次干涉条纹调整在视场中十字瞄准线的相交点上, 然后再用慢速驱动测头, 使测头和环规脱开, 仔细观察零级干涉条纹在视场中出现和脱离时的位置变化。

15 测头直径

15.1 要求:

15.1.1 在测量方向上, 测头直径 d 的检定极限误差 $\Delta d \leq \pm 0.15 \mu\text{m}$ 。

15.1.2 测头在测量方向上 $\pm 10^\circ$ 范围内的直径差不大于 $0.1 \mu\text{m}$ 。

15.2 检定方法:

15.2.1 测头在测量方向上的直径尺寸用图 4 专用的非接触式比

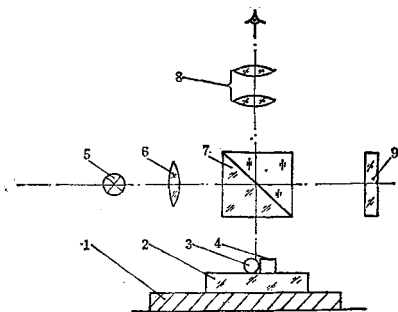


图 4

- 1—工作台； 2—1 级平晶； 3—测头； 4—二等量块； 5—光源；
6—聚光镜； 7—分光镜； 8—物镜组； 9—参考反射镜

对干涉装置进行检定。

二等量块 4 研合在 1 级平晶 2 的工作面上，量块的标称尺寸与测头的标称尺寸应一致，测头 3 自由搁在平晶的工作面上，并靠近量块，调整物镜 8 和参考镜 9，使视场中能同时观察到量块和测头所呈现的干涉图象，并使量块和测头表面都产生零级干涉条纹，读出量块上的零级条纹与测头上零级条纹间相差的条纹间隔数，判断正、负后，便测得测头直径 d 的实际尺寸。

此处用白光干涉，波长 λ 以 $0.6 \mu\text{m}$ 进行计算。

测头直径尺寸也可以用检定极限误差不超过 $\pm 0.15 \mu\text{m}$ 的其他方法进行，如使用标准环规进行校验。

15.2.2 测头在测量方向上 $\pm 10^\circ$ 范围内的直径差用圆度仪进行检定。

16 综合误差

16.1 要求：不超过 $\pm 0.4 \mu\text{m}$ 。

16.2 检定方法：

16.2.1 用三等量块, $\phi 50$ mm 标准环规 (测量极限误差为 $\pm 0.2 \mu\text{m}$) 和仪器上所附的 $\phi 5$ mm 测头进行检定。

16.2.2 用三等量块, $\phi 14$ mm 标准环规 (测量极限误差为 $\pm 0.2 \mu\text{m}$) 和仪器上所附的 $\phi 2$ mm 测头进行检定。

16.2.3 用三等量块, $\phi 3$ mm 标准环规 (测量极限误差为 $\pm 0.2 \mu\text{m}$) 和仪器上所附的 $\phi 0.8$ mm 测头进行检定。

检定时, 把仪器水平调整好, 装好测头和标准环规, 在筋形工作台放置好与环规、测头尺寸相匹配的阶梯量块。综合误差按 (2) 式计算:

$$\delta = D - [L_2 - L_1 + d + (a_2 - a_1)] \leq \pm 0.4 (\mu\text{m}) \quad (2)$$

式中: D ——标准环规;

L_1 ——量块尺寸;

L_2 ——量块尺寸;

d ——测头直径;

a_1 ——对准 L_1 时测微器示值;

a_2 ——对准 L_2 时测微器示值;

δ ——综合误差。

在计算中, 对 D 、 L_1 、 L_2 、 d 须用实际尺寸。

上述三次检定, 按 (2) 式分别计算后, 取其最大值作为检定结果。

四 检定结果的处理和检定周期

17 经检定符合本规程要求的 701 型孔径测量仪应填发检定证书, 并注明测头的实际尺寸; 不符合本规程要求的应发给检定结果通知书。

18 检定周期应根据实际使用情况确定, 一般为一年。

附加说明:

此检定规程经国家计量检定规程审定委员会长度专业委员会审定。