



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 311—1996

焦 距 仪

Focometer

1996-04-10 发布

1996-10-01 实施

国家技术监督局 发布

焦距仪检定规程

Verification Regulation of Focometer

JJG 311—1996

本检定规程经国家技术监督局于 1996 年 04 月 10 日批准，并自 1996 年 10 月 01 日起施行。

归口单位：中国计量科学研究院

起草单位：中国计量科学研究院

北京理工大学

本规程技术条文由起草单位负责解释

本规程主要起草人：

马振亚 （中国计量科学研究院）

王莉茹 （中国计量科学研究院）

参加起草人：

赵立平 （北京理工大学）

目 录

一 概述	(1)
二 技术要求	(2)
三 检定项目和检定条件	(3)
四 检定方法	(4)
五 检定结果的处理和检定周期	(7)

焦距仪检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的焦距仪的检定。

一 概 述

焦距仪主要用于测量光学透镜或光学透镜组的焦距。

焦距仪由平行光管、透镜夹持器、测量显微镜（带有螺杆式测微目镜）和导轨等部分组成。

采用的测量方法为放大率法，其原理如图 1 所示。

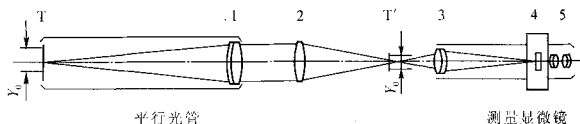


图 1 焦距仪光学原理图

T—平行光管分划板；T'—平行光管分划板的像；

1—平行光管物镜；2—被测透镜；

3—测量显微镜物镜；4—目镜分划板；5—目镜

平行光管物镜焦面上分划板（又称玻罗板）的某一对刻线间距为 Y_0 ，成像在被测透镜的焦面上，该对刻线像的间距为 Y'_0 ，两焦面上的物像有如下关系：

$$f' = \frac{f'_c}{Y'_0} Y_0 \quad (1)$$

式中： f' ——被测透镜焦距，mm；

f'_c ——平行光管物镜焦距，mm；

Y_0 ——玻罗板某一对刻线间距，mm；

Y'_0 ——玻罗板的上述一对刻线在被测透镜焦面上所成像的间距，mm。

用焦距仪测量时， Y'_0 由测量显微镜测出。

最后，得被测透镜焦距的计算公式：

$$f' = \frac{f'_c}{K Y_0 \beta} H \quad (2)$$

式中： β ——测量显微镜物镜的垂轴放大率；

K ——螺杆式测微目镜螺距倒数， mm^{-1} ；

H ——为测量玻罗板某对刻线在测微目镜分划板上所成像的间距，读得的测微手轮所旋转的圈数。

二 技 术 要 求

1 外观

1.1 焦距仪上应标有制造厂名称、产品型号及出厂编号。

焦距仪外表应平整光洁；保护层无脱落、划痕、锈迹等。所有刻线、刻字应清晰完整，不应有断线、脱色等缺陷。

1.2 焦距仪各活动部分的配合应松紧适度；各锁紧手柄的功能应切实有效；测微目镜手轮的转动应平稳、均匀；分划板上刻线清晰，移动过程中无卡滞、跳动和起伏差。

1.3 在焦距仪测量视场范围内，成像清晰，亮度均匀，不应有可见的油迹、灰尘、水迹和霉点；各分划板上的刻线、刻字应完整、清晰。

2 平行光管物镜的星点检验：星点像应圆整，无断裂、毛疵、畸角、扁圆等现象。

3 平行光管物镜的实际分辨力 α 应优于下式计算值：

$$\alpha = 140''/D \quad (3)$$

式中： D ——平行光管物镜的有效孔径。对于通常所用的焦距仪， $D = 50 \text{ mm}$ ； $\alpha = 2.8''$ 。

4 平行光管的视差用自准法测量。通过自准目镜观察，应能同时清晰看到分划线和反射回来的分划线像，且摆头时二分划线之间的相对错动量，不应超过分划线宽的 $1/2$ 。

5 玻罗板每对刻线间距的允差应符合表 1 的规定。

6 平行光管物镜焦距的允许相对误差为 $\pm 0.1\%$ 。

7 测量显微镜物镜垂轴放大率的允许相对误差为 $\pm 0.1\%$ 。

表 1

mm

刻 线 间 距	允 差
1~4	± 0.001
>4~10	± 0.002
>10~20	± 0.004
>20~30	± 0.005

8 夹持器定位面对平行光管光轴的垂直度允差为 $10'$ 。

9 导轨对平行光管光轴的平行度允差为 $10'$ 。

10 焦距仪的焦距测量范围在 $\pm 10 \sim \pm 1\,200 \text{ mm}$ 时，其综合相对误差允差为 $\pm 0.3\%$ 。

三 检定项目和检定条件

11 焦距仪的检定项目和主要检定工具见表 2。

表 2

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	目测	+	+	+
2	平行光管物镜星点检验	光具座	+	- **	+
3	平行光管物镜分辨力	光具座	+	-	+
4	平行光管视差	自准目镜和平面反射镜	+	+	+
5	玻璃板每对刻线间距	激光干涉比长仪和线纹比较仪	+	-	-
6	平行光管物镜焦距	经纬仪	+	-	+
7	显微物镜垂轴放大率	玻璃线纹尺	+	+	+
8	支持器定位面对平行光管光轴垂直度	激光器	+	+	+
9	导轨对平行光管光轴平行度	激光器	+	+	+
10	仪器综合相对误差	焦距标准透镜	+	+	+
* 表中“+”号表示该项应检定；					
** 表中“-”号表示该项可不检定。					

12 检定环境

检定室内环境温度 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ ，检定工具和被检焦距仪在检定室内平衡温度的时间不得少于 4 h。检定室内相对湿度不应大于 85%。

13 对主要检定工具的技术要求

13.1 经纬仪：经纬仪水平度盘一测回标准差为 2"。

13.2 光具座：光具座平行光管物镜焦距应为焦距仪平行光管物镜焦距的 2~5 倍。

13.3 平面反射镜：工作面光圈 $N \leq 0.5$ ，局部光圈 $\Delta N \leq 0.1$ 。

13.4 激光干涉比长仪和线纹比较仪

激光干涉比长仪（或光电比较仪）的综合极限误差不超过 $\pm(0.2 + 0.15L)\mu\text{m}$ 。其中 L 为测量长度，单位为 m。

线纹比较仪的示值误差应不超过 $\pm(1 + L/300)\mu\text{m}$ （对仪器刻度尺修正后）。其中 L 为测量长度，单位为 mm。

13.5 玻璃线纹尺

二等标准玻璃线纹尺综合极限误差不超过 $\pm (0.2 + 1.5L)\mu\text{m}$ 。其中 L 为测量长度，单位为 m 。

13.6 激光器

氦氖激光器波长为 632.8 nm ，单模，激光功率 $\geq 0.8\text{ mW}$ 。

13.7 焦距标准透镜

焦距标准透镜，其焦距值的总不确定度 ($k=2.5$) 小于 0.1% 。焦距标准透镜的种类如表 3 所示。

表 3

mm

透 镜 型 式	平 凸 (凹) 透 镜				双 胶 合 透 镜		
焦距 f'	$\pm 1\ 200$	± 800	± 500	± 200	80	30	10
孔径 D	80	60	40	24	20	10	5

四 检 定 方 法

14 外观

目视观察焦距仪外表面，实际操作各手轮及活动部分，通过焦距仪的测量显微镜目镜观察视场，应符合本规程第 1 条要求。

15 平行光管物镜的星点检验

用光具座进行测量。将星点板置于光具座的平行光管的焦面上，把被测焦距仪平行光管物镜置于光具座的夹持器上。通过显微镜观察，星点像应圆整无毛疵，符合本规程第 2 条规定。

16 平行光管物镜的分辨力

用光具座进行测量。选择合适板号的 A 型分辨力板置于光具座的焦面上，把被测焦距仪平行光管物镜置于光具座的夹持器上。分辨力板在被测物镜后焦面上成像，用光具座上倍率合适的测量显微镜观察物镜视场的中心部分，记下 4 个方向刚好能分辨的分辨力板的单元号，根据 A 型分辨力板的板号与单元号，查出其线条中心距为 $2b$ ，被测物镜分辨力 α (") 用下式计算：

$$\alpha = 2b \times 206\ 265 / f_g' \quad (4)$$

式中： f_g' ——光具座平行光管物镜焦距， mm ；

b ——线条中心距的一半， mm 。

其值应符合本规程第 3 条规定。

17 平行光管的视差

用自准目镜与可调节平面反射镜进行测量。在焦距仪平行光管分划板后加上自准直目镜,构成自准直望远镜,并在物镜前放上可调节平面反射镜。通过自准目镜观察,应能同时清晰看到分划线和反射回来的分划线像,而且摆头时二分划线之间不互相错动,符合本规程第4条规定。

18 玻罗板每对刻线间距

用激光干涉比长仪(或光电比较仪)对1~4 mm的每对刻线间距进行测量。用线纹比较仪对大于4 mm的每对刻线间距进行测量。

将玻罗板依次置于上述仪器工作台上,分别测量玻罗板每对刻线的间距,连续测量3次,取平均值,得玻罗板每对刻线间距的实测值。其值与每对刻线间距出厂给定值的差值,应符合本规程第5条中表1的规定。

19 平行光管物镜焦距

用经纬仪测量。在焦距仪平行光管物镜前,经纬仪的望远镜与被测物镜基本共轴,二者尽量靠近。用经纬仪分别对准平行光管焦面上玻罗板的某一对刻线,读出相应的角度值。连续测量3次,取平均值,按以下公式计算焦距实测值:

$$f_{cs}' = \frac{Y_0}{2 \tan \omega} \quad (5)$$

式中: f_{cs}' ——焦距仪平行光管物镜焦距实测值;

Y_0 ——所测定的焦距仪玻罗板上某一对刻线间距的实测值(取 $Y_0 > 10$ mm);

ω ——上述一对刻线对平行光管物镜张角的一半。

其相对误差 δ_1 为

$$\delta_1 = \frac{f_{c0}' - f_{cs}'}{f_{cs}'} \times 100\% \quad (6)$$

式中: f_{c0}' ——焦距仪平行光管物镜焦距生产厂家给定值。

δ_1 的值应符合本规程第6条规定。

20 测量显微镜物镜垂轴放大率

用玻璃线纹尺进行测量。将玻璃线纹尺放在被测焦距仪测量显微镜所用物镜的工作距离上,并进行显微镜调焦,直至通过测微目镜清晰无视差看清玻璃线纹尺上刻线,用测微目镜测出玻璃线纹尺像的大小,连续测量3次,取平均值,按下式计算出显微物镜垂轴放大率的实测值:

$$\beta_s = \frac{H}{KA} \quad (7)$$

式中: A ——玻璃线纹尺上所取的长度, mm;

H ——玻璃线纹尺上所取的长度在测微目镜分划板上所成像的间距,读得的测微手轮所旋转的圈数;

K ——螺杆式测微目镜螺距倒数, mm^{-1} 。

其相对误差 δ_2 为

$$\delta_2 = \frac{\beta_0 - \beta_s}{\beta_s} \times 100\% \quad (8)$$

式中： β_0 ——被测显微镜物镜垂轴放大率出厂给定值。

焦距仪上任一显微物镜垂轴放大率的相对误差都应符合本规程第 7 条规定。

21 夹持器定位面对平行光管光轴不垂直度

采用激光干涉法测量，调整装置如图 2 所示。

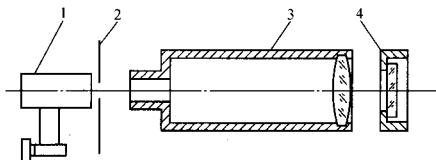


图 2 夹持器的定位面对平行光管光轴不垂直度调整装置图

1—氦氖激光器；2—观察屏；3—平行光管；4—夹持器

将激光器与观察屏放在距平行光管物镜为 1 m 的距离上，首先调节激光器支承台的俯仰与左右，使焦距仪平行光管物镜的各球面顶点的反射光斑中心重合，并在观察屏（屏上有直径不大于 2 mm 的中心孔）上看到清晰的干涉环，继续调节激光器，使干涉环的中心与从观察屏中心射出的激光光束相重合，此时说明激光束已与平行光管光轴一致。将夹持器移至平行光管物镜前，夹持器上夹一平板玻璃（光圈小于 0.5，局部光圈小于 0.1），从平板玻璃上反射回来的光斑应与观察屏中心出射的激光光孔重合，不重合性不大于 5.8 mm

22 导轨对平行光管光轴的不平行度

在第 21 条检定步骤完成后，取下观察屏与平行光管，此时激光光束已与平行光管光轴一致，将夹持器上平板玻璃取下，换上观察屏，前后移动夹持器，在 1.1 m 的距离上，观察屏上的激光光斑中心位置的移动量不得大于 3 mm。

23 焦距仪综合相对误差

将焦距标准透镜装在焦距仪透镜夹持器上，标准透镜镜框上标有数字的一方对向平行光管物镜，选择合适倍率的显微物镜。轴向移动透镜夹持器，使通过显微镜能看到清晰无视差的玻罗板刻线像。用测微目镜读出某对刻线在目镜分划板上所成像间距的圈数。连续测量 5 次，取平均值，即为玻罗板上某对刻线在目镜分划板上所成像读得的圈数的实测值 H ，代入被测标准透镜焦距实测值的计算公式：

$$f'_s = \frac{f'_{cs}}{K Y_0 \beta_s} H \quad (9)$$

式中： f'_s ——被测标准透镜焦距实测值，mm；

f_{CS}' ——平行光管物镜焦距实测值, mm;

Y_0 ——玻罗板某一对刻线间距实测值, mm;

β_s ——测量显微镜物镜的垂轴放大率实测值;

K ——螺杆式测微目镜螺距倒数, mm^{-1} ;

H ——玻罗板的上述一对刻线在测微目镜分划板上所成像的间距, 读得的测微手轮所旋转的圈数。

仪器综合相对误差:

$$\delta = \frac{f_s' - f_a'}{f_a'} \times 100\% \quad (10)$$

式中: f_a' ——焦距标准透镜的焦距给定值。

仪器综合相对误差 δ 应符合本规程第 10 条规定。

五 检定结果的处理和检定周期

24 经检定, 符合本规程要求的焦距仪发给检定证书, 不符合本规程要求的焦距仪发给检定结果通知书。

25 焦距仪的检定周期为 3 年。