



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX.1—XXXX

光学和光子学 望远镜系统试验方法 第 1 部分：基本特性

Optics and photonics—Test methods for telescopic systems—
Part 1: Basic characteristics

(ISO 14490-1: 2005, MOD)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 角放大倍率的试验方法	1
5 入瞳直径的试验方法	2
6 出瞳直径和眼睛间隙的试验方法	3
7 物方角视场的试验方法	5
8 像方角视场的试验方法	6
9 适合眼镜佩戴者的物方角视场的试验方法	7
10 目镜出射光线准直度的试验方法	9
11 像偏转的试验方法	10
12 最小观测距离的试验方法	11
13 总试验报告	12

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件为GB/T XXXX《光学和光子学 望远镜系统试验方法》的第1部分。GB/T XXXX分为以下三个部分：

- 第 1 部分：基本特性；
- 第 2 部分：双目系统；
- 第 3 部分：瞄准望远镜。

本文件修改采用ISO 14490-1: 2005《光学和光学仪器 望远镜系统试验方法 第1部分：基本特性试验方法》。

本文件与ISO 14490-1: 2005的技术差异及其原因如下：

- 更改了范围内容（见第1章），以符合我国标准使用习惯；
- 更改了引用文件（见第2章），并将正文中相应的国际标准用国家标准代替，以符合我国标准使用习惯；

- 更改了术语（见第3章），以符合我国标准使用习惯；

- 更改了试验装置中的试验工具描述方法和图1序号，并增加了“注”（见4.2），以符合我国标准使用习惯；

- 标引序号中增加了“注”（见5.2），便于标准的使用；

- 增加了标引序号10和“注”（见图3），便于标准的使用；

- 更改了公式3、公式 4、公式5和公式6中符号的描述，便于标准的使用；

- 增加了试验装置，更改了试验程序的描述（见第8章）；

- 删除了“这与欧洲类型人脸的角膜顶点距离约为14mm相匹配。”（见9.2）

- 更改了试验程序内容的描述（见11.3），便于标准的使用；

- 增加了图11，并更改了试验程序的描述（见第12章），便于标准的使用；

本文件做了下列编辑性改动：

- 将国际标准名称中“光学和光学仪器”改为“光学和光子学”，符合我国技术要求。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国光学和光子学标准化技术委员会（SAC/TC103）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

光学和光子学 望远镜系统试验方法

第 1 部分：基本特性

1 范围

本文件描述了望远镜系统角放大倍率、入瞳直径、出瞳直径和眼睛间隙（出瞳距离）、物方角视场、像方角视场、适合眼镜佩戴者的物方角视场、目镜出射光线准直度、像偏转和最小观测距离的试验方法。本文件适用于单筒望远镜、双筒望远镜、瞄准望远镜和观测镜的制造。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T XXXXX 光学和光子学 望远镜系统 通用术语和双筒望远镜、单筒望远镜、观测镜及瞄准望远镜术语（GB/T XXXXX—2024，ISO 14132-1：2015、ISO 14132-2：2015、ISO 14132-3：2021，MOD）

3 术语和定义

GB/T XXXXX 中界定的术语和定义适用于本文件。

4 角放大倍率的试验方法

4.1 总则

根据 GB/T XXXXX 的规定，望远镜系统的角放大倍率 Γ 按公式（1）计算：

$$\Gamma = \frac{\tan w'}{\tan w} \approx \frac{w'}{w} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

w 、 w' ——分别是共轭光束的主光线在物方和像方与光轴形成的夹角。

角放大倍率的试验方法是对放置在试样物方的物体大小和该物体在像方形成的图像大小所对应的视场角的测量。

4.2 试验装置

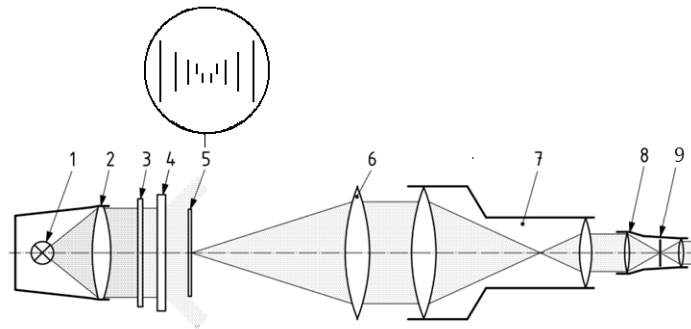
测量角放大倍率的试验装置如图1所示。

试验装置由一台带玻罗板的平行光管和一台具有刻度分划板或测微目镜的测量望远镜组成。也可以采用能确保所需测量精度的任何其他角度试验装置。

对于物点需要设置在有限远处的试样，试验时，应调整玻罗板的轴向位置，以便在试样的指定位置形成玻罗板的像。

平行光管应配备一块透过率峰值应在波长约 0.55 μm 处的绿色滤光片，以避免成像出现任何色差。

测量伽利略望远镜也应采用同样的试验装置。



标引序号说明：

- | | | |
|---------|----------|-----------|
| 1——光源； | 4——漫射板； | 7——试样； |
| 2——聚光镜； | 5——玻罗板； | 8——测量望远镜 |
| 3——滤光片； | 6——准直物镜； | 9——刻度分划板。 |

注：图1中序号1~序号6组成平行光管。

图1 测量角放大倍率的试验装置

4.3 试验程序

在将试样放入试验装置前，先将试样的目镜视度调整至 $0m^{-1}$ ，并使试样聚焦至无限远的物体上。

将试样放入试验装置，通过测量望远镜(图1中的序号8)观测，选取视场中玻罗板(图1中的序号5)最大一组线对上的分度数 m ，读取该线对的像所覆盖的测量望远镜刻度分划板上的分度数 n 。

如果使用带有测微目镜的望远镜，则可用其测量视场玻罗板上最大线对的分度数。

4.4 试验结果

按公式(2)计算角放大倍率 Γ 的试验结果：

$$\Gamma = \frac{n \cdot a_1}{m \cdot a_2} \dots \dots \dots (2)$$

式中：

n ——在测量望远镜刻度分划板上与 m 对应的分度数；

m ——视场中玻罗板(图1中的序号5)最大一组线对上的分度数；

a_1 ——测量望远镜刻度分划板的分度值，或测微目镜的分度值，单位为分(')；

a_2 ——玻罗板线对开档的实际角度值，单位为分(')。

角放大倍率的测量不确定度应小于相关规范中规定的标称值的最大公差的1/3。对于 $\Gamma \geq 6\times$ 的双筒望远镜，考虑到双筒之间的放大率差异，该公差应减少一半。

4.5 试验报告

试验报告应包括第13章中规定的一般信息和4.4中测定的试验结果。

5 入瞳直径的试验方法

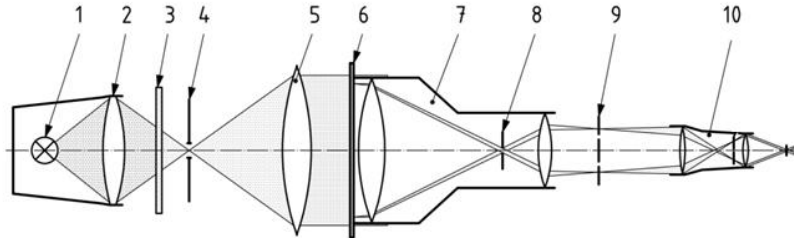
5.1 总则

测量入瞳直径 D 的方法是通过试样观察放置在入瞳附近的十字刻度尺，并在其上读取入瞳直径尺寸。

5.2 试验装置

测量入瞳直径的试验装置如图2所示。

平行光管应配备一个透过率峰值应在波长约 $0.55\mu\text{m}$ 处的绿色滤光片，以避免成像出现任何色差。测量伽利略望远镜也应采用同样的试验装置。



标引序号说明：

- | | | |
|----------|-----------|----------------|
| 1——光源； | 5——准直透镜； | 9——出瞳；或十字线承影屏； |
| 2——聚光镜； | 6——十字刻度尺； | 10——显微镜或放大镜。 |
| 3——滤光片； | 7——试样； | |
| 4——针孔光阑； | 8——中间图像； | |

注：序号1~序号5构成平行光管。

图2 测量入瞳直径的试验装置

5.3 试验程序

测量入瞳直径时，在试样物镜正前方设置一个十字刻度尺（或两个可调刀口）。

用平行光管照亮十字刻度尺（或刀口），在准直透镜的焦平面上放置一个针孔光阑，其尺寸不应超过 $3'$ 。

通过试样目镜后方的显微镜或放大镜（需在出瞳处安放十字线承影屏）进行观察，确定入瞳所包含十字刻度尺的分度数（或调整刀口使其与入瞳的边缘相切）。

与入瞳的边缘相切的十字刻度尺的分度数（或与入瞳边缘相切的刀口）之间的距离等于入瞳直径的测得值。

5.4 试验结果

读取十字线刻度尺（或刀口）之间的距离（mm）来确定试验结果。

试验所用的十字刻度尺，其刻度间距（或刀口间距）的准确度优于 0.1mm 。为确保试验的测量不确定度小于1%。试验所用的显微镜或放大镜，其放大率应高于被测试样的放大率，

5.5 试验报告

试验报告应包括第13章中规定的一般信息和5.4中给定的试验结果。

6 出瞳直径和眼睛间隙的试验方法

6.1 总则

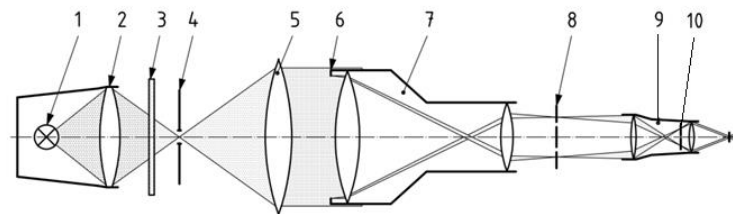
出瞳直径 D' 是试样产生的出瞳像大小。

眼睛间隙 l' 是出瞳到目镜最后一个光学表面顶点的距离。

6.2 试验装置

测量出瞳直径和眼睛间隙的试验装置如图3所示。

平行光管应配备一个透过率峰值应在波长约 $0.55\mu\text{m}$ 处的绿色滤光片，以避免成像出现任何色差。



标引序号说明：

1——光源；

4——针孔光阑；

7——试样；

10——十字刻度分划板

2——聚光镜；

5——准直镜；

8——出瞳；

3——滤光片；

6——入瞳；

9——测量显微镜。

注：序号1~序号5构成平行光管。

图3 测量出瞳直径和出瞳距离测量的试验装置

6.3 试验程序

在将试样放入试验装置前，先将试样的目镜视度调整至 0m^{-1} ，并使试样聚焦在无限远物体上，然后将试样放入试验装置。

在测量出瞳直径时，将测量显微镜聚焦到试样出瞳上，并使出瞳的像中心与测量显微镜十字刻度分划板中心基本对齐，然后读取出瞳像的直径覆盖的刻度数，取垂直和水平读数的平均值作为测得读数。

在测量出瞳距离时，首先将测量显微镜聚焦在试样出瞳上，然后聚焦在试样目镜最后一个光学表面的顶点上，并读取移动的距离。

6.4 试验结果

按公式(3)计算出瞳直径 D' 的试验结果：

$$D' = n \cdot K \dots\dots\dots (3)$$

式中：

D' ——出瞳直径，单位为毫米（mm）；

n ——读取的覆盖试样出瞳直径的刻度数；

K ——测量显微镜十字刻度分划板的刻度的度值，单位为毫米（mm）。

按公式(4)计算眼睛间隙（出瞳距离） l' 的试验结果：

$$l' = (a_1 - a_2)K_1 \dots\dots\dots (4)$$

式中：

l' ——眼睛间隙（出瞳距离），单位为毫米（mm）

a_1 和 a_2 ——测量显微镜分别聚焦于试样出瞳和聚焦于目镜最后光学表面的顶点时，导轨刻度尺的分度数；

K_1 ——测量显微镜导轨刻度尺的分度值，单位为毫米（mm）。

出瞳直径的测量不确定度应在标称值的 $\pm 1\%$ 以内。

眼睛间隙(出瞳距离)的测量不确定度应在标称值的±3%以内。

6.5 试验报告

试验报告应包括第13章中规定的一般信息和6.4给定的试验结果。

7 物方角视场的试验方法

7.1 总则

物方角视场 2ω 是通过试样测量的物方角度。

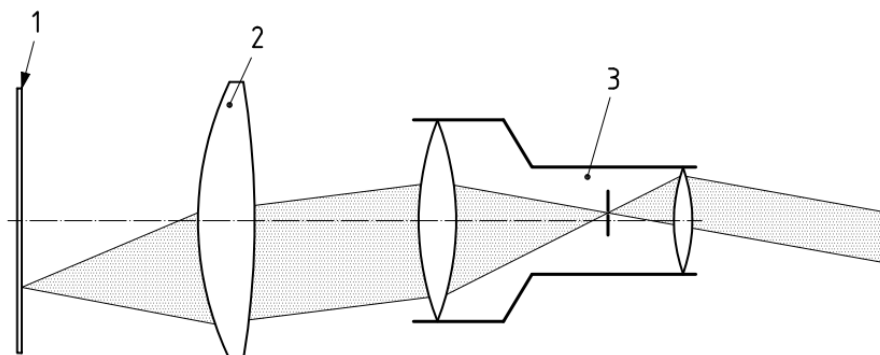
7.2 试验装置

7.2.1 试验装置1

测量物方角视场的试验装置1如图4所示

在广角准直透镜的焦平面上放置一个以角度为刻度单位的刻度尺。

对于焦点需要设置在非无穷远处的试样，试验时，应调整刻度尺的轴向位置，以便在距离试样的规定位置形成刻度尺的清晰像。



标引序号说明：

1——刻度尺；

2——广角准直透镜；

3——试样。

注：序号1~序号2构成广角准直仪。

图4 测量物方角视场的试验装置

7.3 试验程序

先将试样安装在广角准直透镜前方。

再将试样的目镜视度调整到 $0m^{-1}$ ，并聚焦试样，使其获得刻度尺刻度的清晰图像。

通过试样进行观察并读取覆盖试样视场的刻度数。

或者，用测角仪测量。试样应放置在准直透镜前面的旋转台（绕垂直轴旋转）。准直透镜焦平面上的垂直线应与试样视场左右边缘交替重合相切。两个位置上的读数差为物方角视场尺寸。

7.4 试验结果

按公式 (5) 计算物方角视场 2ω 的的试验结果:

$$2\omega = b \cdot m \dots\dots\dots (5)$$

式中:

2ω ——物方角视场, 以度、分为单位 ($^{\circ}$ 、 $'$);

m ——读取的覆盖试样视场的广角准直仪刻度数;

b ——广角准直仪刻度尺分度值, 以度、分为单位 ($^{\circ}$ 、 $'$)。

对于开普勒望远镜, 物方角视场的测量不确定度应小于 $5'$ 。应考虑试样的图像质量对测量不确定度的影响。

7.5 试验报告

试验报告应包括第13章中规定的一般信息和7.4测定的试验结果。

8 像方角视场的试验方法

8.1 总则

像方角视场 $2\omega'$ 的大小是通过试样测量的像方角度。

8.2 试验装置

8.2.1 对于具有真实出瞳的试样

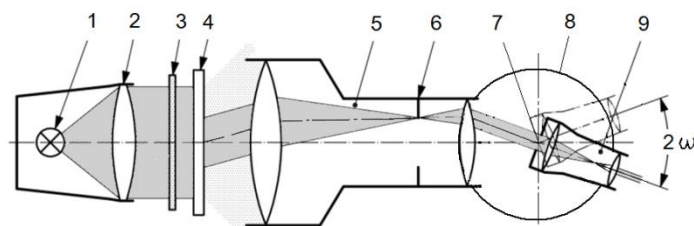
当试样具有真实出瞳时, 测量像方角视场的试验装置如图5a)所示。

——在试样的目镜侧, 安装测角仪转台, 并使转台的旋转轴与试样出瞳 (图5a中的序号7) 中心大致重合;

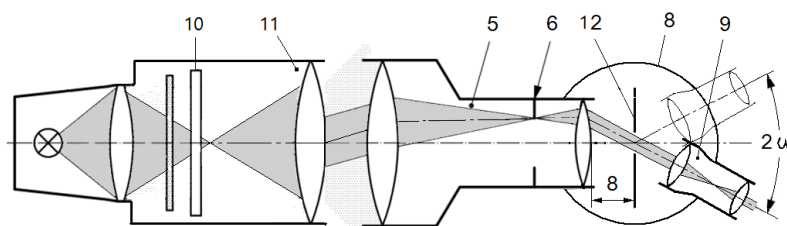
——将观察望远镜安装在测角仪的转台上, 使转台旋转轴线大致位于观察望远镜的入瞳平面内, 并与试样光轴和观察望远镜光轴成直角相交;

——观察望远镜的放大率约为 $3\times$ 、入瞳直径约为 3mm , 并具有方位标记 (例如十字线)。

试验装置中配备一个透过率峰值应在波长约 $0.55\mu\text{m}$ 处的绿色滤光片, 以避免图像出现任何色差。



a) 具有真实出瞳的试样的试验装置



b) 具有虚拟出瞳的试样的试验装置

标引序号说明:

1——光源;	5——试样;	9——观察望远镜;
2——聚光镜;	6——视场光阑;	10——带有标记的分划板;
3——滤光片;	7——试样出瞳位置;	11——辅助平行光管;
4——漫射板;	8——测角仪转台;	12——5mm视场光阑。

注: 序号1~序号4构成面光源。序号1~序号3和序10构成辅助平行光管。

图5 测量像方角视场的试验装置

8.2.2 具有虚拟出瞳的试样

当试样具有虚拟出瞳时, 测量像方角视场的试验装置, 如图5b)所示。

- 在试样的物镜端, 放置一个带有标记的辅助平行光管, 作为试样的测试目标;
- 在距离试样目镜最后一个光学表面8mm处, 放置一个直径为5mm的视场光阑;
- 在试样的目镜端, 安装测角仪转台, 使转台旋转中心位于试样目镜最后一个光学表面8mm处;
- 将观察望远镜安装在测角仪的转台上, 使其入瞳平面靠近转台旋转轴线, 并使试样光轴和观察望远镜光轴与转台旋转轴线成直角相交。

8.3 试验程序

8.3.1 具有真实出瞳的试样

将观察望远镜(图5a中的9)聚焦在试样(图5a中的5)的视场光阑(图5a中的序号6)上。顺时针或逆时针旋转测角仪转台, 使观察望远镜视场中的方位标记(例如十字线)分别与视场左右边缘相切, 读取测角仪在这两个位置上的角度差。

8.3.2 带有虚拟出瞳的试样

将观察望远镜(图5b中的9)聚焦于平行光管的带有标记的分划板上, 先后顺时针或逆时针旋转测角仪转台, 使观察望远镜视场中的方位标记(例如十字线)分别与视场左右边缘相切, 读取测角仪在这两个位置上的角度差。

8.4 试验结果

测角仪上读取的角度差, 就是像方角视场的试验结果。

像方角视场的测量不确定度应小于 $20'$, 考虑试样的图像质量对测量不确定度的影响。

8.5 试验报告

试验报告应包括第13章中规定的一般信息和8.4测定的试验结果。

9 适合眼镜佩戴者的物方角视场的试验方法

9.1 总则

由于眼镜佩戴者通过望远镜进行观察时, 眼睛的位置与裸眼观察的位置有显著差异, 因此需要单独规定适合眼镜佩戴者的物方角视场的试验方法。

9.2 试验装置

测量适合眼镜佩戴者的物方角视场的试验装置如图6所示。

装置中的适配器如图7所示，它由一个 0m^{-1} 的眼镜片和一个位于眼镜片后面直径为3mm的光阑组成，光阑代表正常日光条件下的瞳孔大小。

光阑与眼镜镜片前顶点之间的距离应为19mm。

应在广角准直透镜的焦平面上放置一个以角度为单位的刻度尺

对于需要眼镜佩戴者的物方角视场在有限远的焦点设置进行测量的系统，应调整刻度尺位置，以便在距离试样的规定位置形成刻度尺的像。

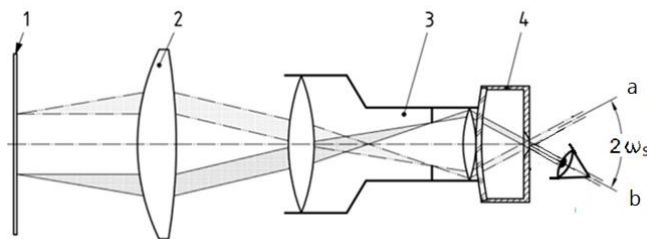
9.3 试验程序

将试样安装在广角准直透镜后，使其光轴与广角准直透镜光轴对齐。

将试样的目镜视度调整至 0m^{-1} ，然后聚焦试样，获得刻度尺的清晰图像。

将试样上的眼罩调整到制造商规定的位置，以便带眼镜进行观察。将适配器固定在垂直于光轴的试样目镜后面。通过这种安排，使眼睛尽可能靠近适配器的孔，并观察放置在准直器焦平面上的刻度。

通过试样在a和b方向（见图6）进行观察，并读取覆盖试样视场的刻度数。



标引序号说明：

1——刻度尺；

2——广角准直透镜；

3——试样；

4——适配器（详见图7）。

a——观察位置1；

b——观察位置2；

$2\omega_s$ ——适合眼镜佩戴者的物方角视场。

图6 测量适合眼镜佩戴者的物方角视场的试验装置

单位为毫米（mm）

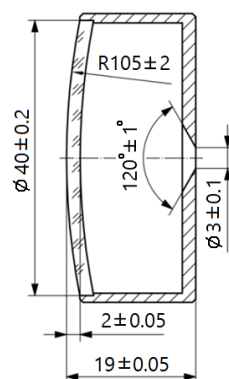


图7 测量物方角视场的适配器

或者，用测角仪测量。试样应放置在准直透镜前面的旋转台（绕垂直轴旋转）。准直透镜焦平面上的垂直线应与试样视场左右边缘交替重合相切。两个位置上的读数差为物方角视场尺寸。

9.4 试验结果

按公式（6）计算适合眼镜佩戴者的物方角视场 $2\omega_s$ ：

$$2\omega_s = b \cdot m \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$2\omega_s$ ——适合眼镜佩戴者的物方角视场，单位为度、分（°、′）；

m ——读取覆盖试样视场左右边缘相切的刻度尺的刻度数；

b ——刻度尺分度值，单位为度、分（°、′）。

对于开普勒望远镜，本项目的测量不确定度应小于 $10'$ 。试验时应考虑，试样的图像质量对不确定度有影响。

9.5 试验报告

试验报告应包括第13章中规定的一般信息和9.4测定的试验结果。

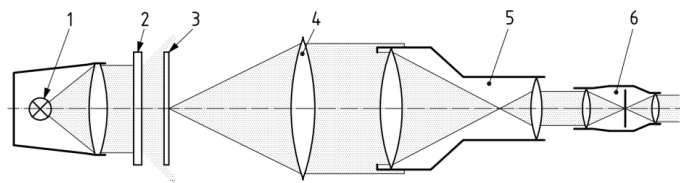
10 目镜出射光线准直度的试验方法

10.1 总则

在制造过程中，应测量从望远镜系统目镜射出的光线的准直度，以便正确组装屈光度标尺和确定系统的聚焦范围。

10.2 试验装置

测量目镜出射光线准直度的试验装置如图8所示



标引序号说明：

1——光源；

4——准直透镜；

2——漫散板；

5——试样；

3——测试目标；

6——视度计。

图8 测量目镜出射光线准直度的试验装置

光源由白炽灯、聚光镜和漫散板组成。应在准直透镜的焦平面上放置一个单刻线或十字线的测试目标。

对于焦点需要设置在非无穷远处的试样，试验时，应调整目标位置，以便在距离试样的规定位置形成目标的清晰像。

试验装置应配备一个透过率峰值应在约 $0.55\mu\text{m}$ 波长的绿色滤光片，以避免图像出现任何色差。

10.3 试验程序

调节视度计目镜，使其中的十字线的成像清晰；根据视度标尺的指示，将其物镜设置为零位置。

将试样安装在准直透镜后，视度计安装在试样目镜端。

通过旋转试样目镜的视度圈或借助其调焦机构，使其目镜出射光线达到规定的准直度，此时，通过视度计的目镜观察目标图像，获得清晰的目标图像，从视度计的标尺上读取所指示的准直度。

以上程序，至少重复测量三次。

10.4 试验结果

取视度计标尺三次读数的算术平均值作为试样目镜出射光线准直度的试验结果(以屈光度为单位)。准直度的测量不确定度不应超过 $\pm 0.3 \text{ m}^{-1}$ 。

10.5 试验报告

试验报告应包括第13章中规定的一般信息和10.4测定的试验结果。

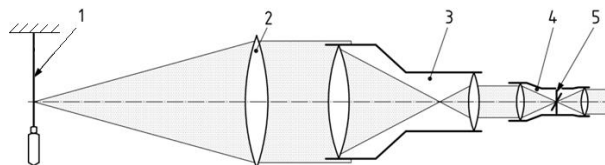
11 像偏转的试验方法

11.1 总则

根据GB/T XXXXX规定，像偏转是指通过一个包含棱镜或反射镜的单筒望远镜时，像相对于物体本身在垂直于光轴的平面上的角位移。

11.2 试验装置

测量像偏转的试验装置如图9所示。



标引序号说明：

- 1——铅垂线或水平线；
- 2——准直透镜；
- 3——试样；
- 4——测量望远镜；
- 5——十字线分划板。

图9 像偏转的试验装置

作为测量目标的铅垂线（或水平线）（1）应位于准直透镜的焦平面上。

测量望远镜（4）应配备带有十字线分划板（5）和度盘的测角目镜。

11.3 试验程序

11.4 在试验装置未安装试样时将测量望远镜上测角目镜调整至零度，通过测量望远镜观察铅垂线，同时将测量望远镜（图9中的4）整体绕光轴转动，使其十字线（图9中的5）的竖线与铅垂线（图9中的1）重合，如图10a所示；如果以水平线作为目标，则使十字线（图9中的5）的横线与目标的水平线重合，其余操作相同。

将试样安装到试验装置上。通过辅助望远镜观察铅垂线（见图10b），并旋转测角目镜度盘，使分划板十字线与铅垂线重合，在测角目镜读数窗中读取铅垂线图像的倾斜角度。如果以水平线作为目标，则测量在辅助望远镜内观察到的目标水平线图像的倾斜角度，其余操作程序相同。

以上测量，至少重复测量三次。

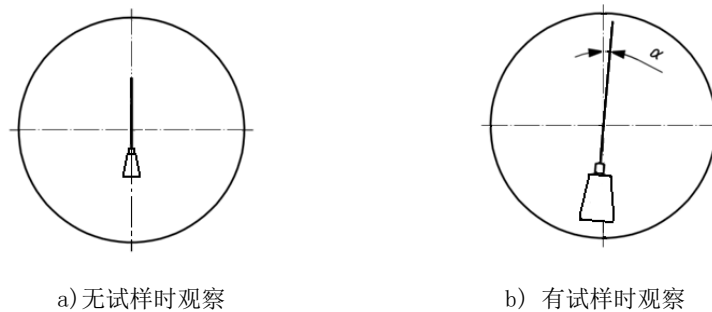


图10 通过测量望远镜观察的情况

11.5 试验结果

以对目标铅垂线或水平线倾斜角度三次测量的算术平均值作为像偏转试验结果（以分为单位）。测量不确定度应在 ± 5 分范围内。

11.6 试验报告

试验报告应包括第13章中规定的一般信息和11.4测定的试验结果。

12 最小观测距离的试验方法

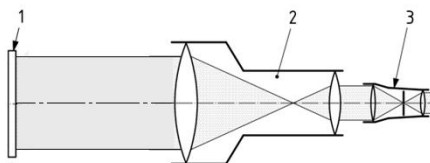
12.1 总则

根据GB/T XXXXX规定，最小观测距离是通过试样使平面测试目标聚焦的物镜第一光学表面顶点到平面测试目标的最短距离。

12.2 试验装置

测量最小观测距离的试验装置如图11所示。

观察望远镜置于试样目镜侧，作为物体的平面测试目标，置于试样物镜侧。



标引序号说明：

1——平面测试目标；

2——试样；

3——观察望远镜；

图11 测量最小观测距离的试验装置

12.3 试验程序

将试样的聚焦机构或目镜调整到与最小观测距离相对应的位置。

在试样和观察望远镜相对平面测试目标沿光轴相对移动期间，找到测试目标清晰图像的最小距离所在位置，测量试样物镜的第一光学表面到平面测试目标的距离。

以上程序，至少重复测量三次。

12.4 试验结果

以对三次测量试样物镜的第一光学表面到平面测试目标的距离的算术平均值作为测得值（单位为米）。

最小观测距离的测量不确定度应不超过10%。

12.5 试验报告

试验报告应包括第13章中规定的一般信息和12.4测定的试验结果。

13 总试验报告

除提供每项试验方法的试验结果外，如有必要，还应在每份试验报告中提供以下信息：

- a) 试验的实验室名称；
- b) 审查员姓名；
- c) 试验日期；
- d) 试样的标识；
- e) 如果试验方法与 GB/T XXXXX（所有部分）规定的内容有所不同，则给出有关试验装置或试验程序的详细信息；
- f) 参考 GB/T XXXXX（所有部分）用于测量望远镜系统的信息。

如果试验报告指在根据GB/T XXXXX（所有部分）给出了多项试验的结果，则上述a)至f)中规定的一般信息，通常只需给出一次。
