



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXX—XXXX

眼镜镜片 衍射光波导镜片技术要求及试验方法

Uncut finished Spectacle lenses—Technical requirements and test method of
diffractive waveguide lens

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

征求意见稿

本草案完成时间：2025.12.1

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 缩略语 3

5 要求 3

 5.1 材料和表面质量 3

 5.2 球镜度、散光度和棱镜度 3

 5.3 表面耐磨性能 3

 5.4 阻燃性 3

 5.5 抗冲击性能 3

 5.6 机械强度 3

 5.7 镜片厚度 3

 5.8 光学性能 4

 5.9 环境适应性 4

 5.10 试验样品的准备 5

6 试验方法 6

 6.1 试验环境条件 6

 6.2 材料和表面质量 6

 6.3 球镜度、散光度和棱镜度 6

 6.4 表面耐磨性能 6

 6.5 阻燃性 6

 6.6 抗冲击性能 6

 6.7 机械强度 6

 6.8 镜片厚度 6

 6.9 光学性能 6

 6.10 环境适应性 17

7 标志、包装、运输及贮存 17

 7.1 标志 17

 7.2 包装 18

 7.3 运输及贮存 18

附录 A（资料性） 眼点的确定方法 19

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。

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。

本文件由中国轻工业联合会提出。

本文件由全国眼视光标准化委员会归口。

本文件起草单位： 东华大学、杭州光粒科技有限公司、光粒（松阳）科技有限公司、浙江省质量科学研究院等

本文件主要起草人：

眼镜镜片 衍射光波导镜片技术要求及试验方法

1 范围

本文件规定了衍射光波导镜片（以下简称“镜片”）的要求，描述了相应的试验方法。
本文件适用于应用于增强现实领域的头戴式、佩戴式近眼显示设备的镜片。

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 2410 透明塑料透光率和雾度的测定
GB/T 2421 环境试验 概述和指南
GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法 试验A：低温
GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法 试验B：高温
GB/T 2423.3 环境试验第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
GB/T 4856.5 包装 运输包装件 跌落试验方法
GB/T 10810.1 眼镜镜片 第1部分：单焦和多焦
GB/T 10810.3 眼镜镜片 第3部分：透射比试验方法
GB/T 10810.5 眼镜镜片 第5部分：表面耐磨试验方法
GB/T 38247 信息技术 增强现实 术语
GB/T 38259 信息技术 虚拟现实头戴式显示设备通用规范
GB/T 39552.2 太阳镜和太阳镜片 第2部分：试验方法
GB 45184 眼视光产品 元件安全技术规范
IEC TR 63145-1-1 Eyewear display-Part 1-1: Generic introduction
IEC 63145-20-10 Eyewear display-Part 20-10: Fundamental measurement methods-Optical properties
IEC 63145-22-10 Eyewear display-Part 22-10: Specific measurement methods for AR type -Optical properties

3 术语和定义

GB/T 38259、GB/T 38247和IEC 63145-20-10等标准界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光波导镜片 optical waveguide lens

基于光线全反射传输虚拟图像，具有图像光线耦入、耦出等功能区域的镜片。镜片配合微投影光机系统能够呈现高清晰的虚拟图像，使人眼无失真地看到真实世界，实现虚实融合的AR显示效果。

3.2

衍射光波导镜片 diffractive waveguide lens

通过表面或内部的纳米级周期性微结构功能区域，利用衍射效应改变光的传播方向的光波导镜片。

3.3

眼点 eye point

获得最理想显示效果时，人眼的入瞳所在的位置。

注1：眼点通常作为光学测量的原点位置，除特殊指定外，眼点的位置位于镜片出瞳的中心。

注2：一般情况下，眼点位置由镜片制造商或者供应商指定；如果制造商或供应商未指定眼点位置，按照附录A中A.1的方法确定眼点位置。

3.4

视场角 field of view

镜片所形成的虚拟图像中，人眼可观察到图像的边缘与观察点（人眼瞳孔中心）连线的夹角。

注1：包括水平视场角、垂直视场角和对角线视场角。

注2：默认视场角为对角线视场角。

注3：默认视场角为眼点处的测量值，若未给定眼点位置，默认视场角为镜片出瞳距离15 mm处中心位置的测量值。

3.5

适眼距 eye relief

眼睛角膜到镜片靠近人眼一侧的表面之间的距离。

注：一般情况下，适眼距由制造商或销售商提供，若未给定适眼距，默认适眼距为15 mm。

3.6

眼盒 eye-box

佩戴者无需做头部调整且能够看到镜片所显示全部画面时，人眼与镜片之间的三维空间。

注1：默认眼盒为适眼距处的测量值，若未给定适眼距，默认眼盒为适眼距15 mm处的测量值。

注2：采用眼盒宽度 W_{BOX} 、眼盒高度 H_{BOX} 评价眼盒大小。

3.7

光透射比 luminous transmittance

镜片的透射光通量与入射光通量之比。

3.8

调制传递函数 modulation transfer function (MTF)

用于描述光学系统成像能力，评估光学系统的分辨率和对比度等性能的函数。

注：本文件中以线对/度 (lp/deg) 为单位表示镜片的调制传递函数。调制传递函数数值越高，图像越清晰。

4 缩略语

- 下列缩略语适用于本文件：
- AR：增强现实（Augmented Reality）
 - FOV：视场角（Field of View）
 - MTF：调制传递函数（Modulation Transfer Function）

5 要求

5.1 材料和表面质量

镜片耦出功能区域光学中心40 mm直径范围内镜片的表面和内部都不应出现可能有损视觉的各类疵病，如凹痕、划伤、裂缝、变形等。

5.2 球镜度、散光度和棱镜度

5.2.1 镜片的球镜度和散光度偏差应符合表 1 的要求。

表1 镜片的球镜度和散光度允差

单位为每米

球镜度 两主子午面顶焦度的平均值 $(D_1+D_2)/2$	散光度 两主子午面顶焦度差值的绝对值 $ D_1-D_2 $
± 0.12	≤ 0.12

5.2.2 镜片的棱镜度应不大于 0.25 cm/m。

5.3 表面耐磨性能

按照6.4描述的方法进行试验后，镜片摩擦范围内不应有肉眼可见的划痕磨损和磨损面。若镜片明示加强型耐磨性能，镜片雾度值不应大于0.8%。

5.4 阻燃性

按照6.5描述的方法进行试验，镜片不应继续燃烧。

5.5 抗冲击性能

若镜片明示具有抗冲击性能，按照 6.6 描述的方法进行试验后，应至少满足抗冲击强度 1 级。

5.6 机械强度

按照6.7描述的方法进行试验后，不应出现明显的镜片碎裂和变形。

5.7 镜片厚度

按照6.8描述的方法进行试验，厚度测量值与标称值的允差为±0.05 mm。

5.8 光学性能

5.8.1 视场角

按照6.9.4.1描述的方法进行试验，视场角实测值与标称值的允差为±1°。

5.8.2 眼盒

按照 6.9.4.2 描述的方法进行试验，镜片眼盒实测值（含高度和宽度）应不小于标称值的 95%。

5.8.3 光透射比

按照6.9.4.3描述的方法进行试验，镜片透射比分类按照GB 45184要求。

注：光透射比在耦出功能区域内试验。在非耦出功能区域试验，需要在报告中说明。

5.8.4 雾度

按照6.9.4.4描述的方法进行试验，雾度应不大于2%。

5.8.5 亮度均匀性

按照6.9.4.5描述的方法进行试验，亮度均匀性应在50%最大显示亮度下评价，亮度均匀性应不小于20%。

5.8.6 调制传递函数

按照6.9.4.6描述的方法进行试验，镜片调制传递函数实测值应不小于标称值的95%。

5.9 环境适应性

5.9.1 气候环境适应性

气候环境条件应符合下列要求：

- 工作温度：-20℃~55℃；
- 贮存/运输温度：-20℃~60℃；
- 贮存/运输的相对湿度：25%~85%。

按照 6.10 描述的试验方法进行试验后，应符合 5.1~5.7 描述的要求。

5.9.2 振动环境适应性

按照6.10.3描述的方法进行试验，镜片的材料和表面质量应符合5.1的要求。镜片振动环境适应性要求见表2。

表2 振动试验要求

项目	指标	
初始和最后振动响应试验	频率范围 Hz	10~55
	扫频速度 oct/min	≤1

	驱动振幅 mm		0.15
定频耐久性试验	驱动振幅 mm	10 Hz~25 Hz	75
		25 Hz~58 Hz	0.15
	持续时间 min		30±1
扫频耐久性试验	频率范围 Hz		10~55
	驱动振幅 mm		0.15
	扫频速度 oct/min		≤1
	循环次数		5

注：表中驱动振幅为峰值。

5.9.3 最小运输包装件跌落适应性

按照6.10.4描述的方法进行试验，最小运输包装件的自由跌落高度应不小于760 mm，试验后镜片的材料和表面质量应符合5.1的要求。

5.10 试验样品的准备

5.10.1 一般情况

最少随机选择4个样品。在试验前按6.10.2进行前处理，试验按照表3顺序进行。

5.10.2 样品的制备和处理

样品应以供应商提供的原始状态进行试验。试验前，将样品在环境温度23±5℃下至少放置1h。

5.10.3 试验步骤

按表3规定的试验顺序进行试验。

表3 试验顺序

试验项目	要求	样品编号			
		1	2	3	4
材料和表面质量	6.1	+			
球镜度、散光度和棱镜度	6.2	+			
表面耐磨性能	6.3	+			
阻燃性	6.4	+			
抗冲击性能	6.5	+			
机械强度	6.6	+			
镜片厚度	6.7	+			

光学性能	6.8		+		
贮存运输温度下限试验	6.9.1			+	
贮存运输温度上限试验	6.9.1			+	
恒温恒湿试验	6.9.1			+	
振动环境适应性	6.9.2				+
最小运输包装件跌落适应性	6.9.3				+
注：“+”表示检验所选样品。					

6 试验方法

6.1 试验环境条件

除有规定外，试验均在下述条件下进行：

- 温度:23±5℃；
- 相对湿度:25%～85%；
- 大气压:86 kPa～106 kPa；

6.2 材料和表面质量

按照GB/T 10810.1中描述的方法进行试验后，镜片的材料和表面质量应符合5.1的要求。

6.3 球镜度、散光度和棱镜度

按照GB/T 10810.1中描述的方法进行测量。

6.4 表面耐磨性能

镜片的表面耐磨性能按照GB/T 10810.5中描述的方法进行试验。

6.5 阻燃性

镜片的阻燃性按照GB/T 39552.2中描述的方法进行试验。

注：阻燃性试验仅针对树脂基底的衍射光波导镜片试验。

6.6 抗冲击性能

镜片的抗冲击性能按照GB/T 39552.2中描述的方法进行试验。

6.7 机械强度

镜片的机械强度按照GB 45184中描述的方法进行试验。

6.8 镜片厚度

采用最小分度值不大于0.05 mm的测量器具进行试验。

6.9 光学性能

除特殊说明外，本文件所有光学性能在测量前应将待测设备中的微投影光机系统亮度调节到最大亮度的50%。

待测设备是指由衍射光波导镜片与微投影光机系统组成的集成单元，该单元具备图像光线耦合入、全反射传输、耦出成像的功能。

除特殊说明外，本文件中所有光学性能在测量前应满足6.9.2的安装要求。

6.9.1 光学测试平台

光学测试平台如图1所示。

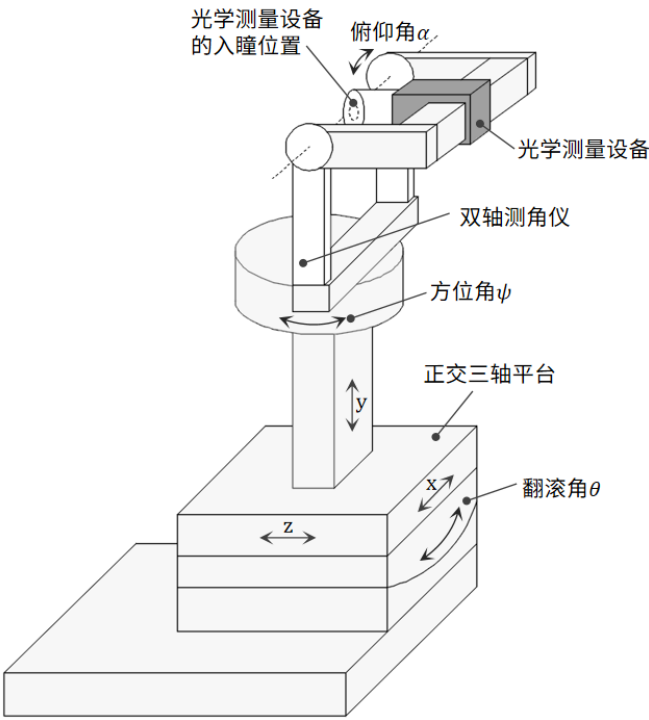


图1 光学测试平台

6.9.1.1 六轴运动平台

六轴运动平台，用于实现光学测量设备在X、Y、Z方向的平移，以及控制光学测量设备以眼点为旋转中心绕X、Y、Z的旋转；如按眼球中心作为旋转中心，需要在报告中说明。六轴运动平台平移距离偏差应不大于0.02 mm，旋转角度偏差应不大于0.1°。

6.9.1.2 光学测量设备

光学测量设备应具备色度测量功能、亮度测量功能和图像测量功能，并应满足以下要求：

- 1) 波长应覆盖 380 nm~780 nm 波段；
- 2) 最小可测亮度应不大于 0.05 cd/m²；
- 3) 入瞳大小应在 2 mm~5 mm 内；
- 4) 像素角密度应不小于待测设备像素角密度的 4 倍；
- 5) 最近对焦距离应不大于 250 mm。

6.9.2 测试前安装

应满足以下要求：

- 1) 待测设备应当安装在稳定的平台上以确保显示图像稳定性。光学测量设备与待测设备之间的相对位置通过六轴运动平台进行调节。测试前，应调节光学测量设备的位置，确保光学测量设备的入瞳中心位于镜片的眼点位置，光学测量设备的光轴平行于微投影光机系统的光轴，如图 2 所示；
- 2) 测试前光学测量设备需要进行内参标定，并校正图像畸变。

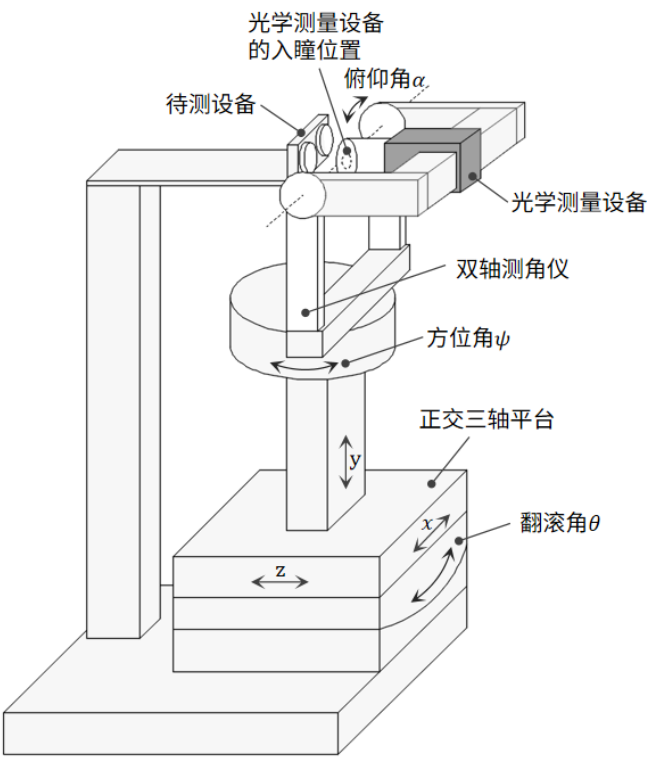


图2 测试前安装示意图

6.9.3 测试点

在对镜片的光学性能进行测量时，通常要对虚像图像进行中心点单点测量，或者多点测量（如：5点测量法、9点测量法）。本文件中对镜片显示虚拟图像的各个测量点进行统一编号，如图3所示。

注：如果涉及到图3之外的测量点，需要在报告中说明。

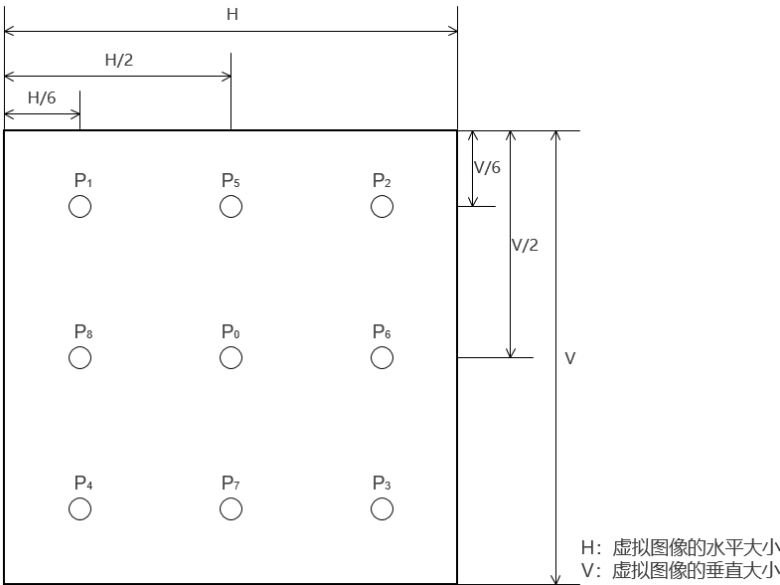


图3 虚拟图像测量点

6.9.4 性能试验

除特殊说明外，本文件中所有光学性能试验均采用6.9.1的光学测试平台。

6.9.4.1 视场角

FOV测量时应在暗室中进行,环境光照度应 $\leq 0.1\text{ lux}$ 。FOV测量方法有两种，分别为基于亮度的测量方法和基于图像增强的快速测量方法。针对具体的FOV测试，需要在报告中说明当前测试所采用的测试方法。

注1：本文件中FOV边界判定中所采用的亮度阈值为建议值，如果实际测量中采用其他阈值作为边界条件，需要在报告中说明。

注2：本文件中基于图像增强的快速测量方法要求光学测量设备的视场角不小于镜片标称视场角的120%。

6.9.4.1.1 基于亮度的测量方法

试验步骤如下：

- a) 通过六轴运动平台将光学测量设备的入瞳中心移动至镜片的眼点位置；
- b) 待测设备输入全白场测试图，如图4所示；

注：图4中的图案实际为白色边框，黑色边框仅作为边界标识作用



图4 全白场测试图

- a) 将光学测量设备的测量方向对准虚拟图像的中心点 P_0 ，并测量中心点 P_0 的亮度；
- b) 寻找角点，具体地，用六轴运动平台寻找角点的方法如下：
 - 1) 保持光学测量设备在垂直方向上的俯仰角为 0° ，分别在水平方向上向左、向右转动光学测量设备，直至光学测量设备测得的亮度降至中心点亮度的 50% 以下时，记录水平方向向左、向右的转动角度 ψ_L 和 ψ_R ；
 - 2) 保持光学测量设备在水平方向的方位角为 0° ，分别在垂直方向上向上、向下转动光学测量设备，直至光学测量设备测得的亮度降至中心点亮度的 50% 以下时，记录垂直方向向上、向下的转动角度 α_T 和 α_B ；
 - 3) 在水平和垂直方向同时转动光学测量设备(例如，采取 45° 倾斜角，如果不合适则通过虚拟图像的实际长宽比之间的关系计算倾斜角)，直至光学测量设备测得的亮度降至中心点亮度的 50% 以下时，记录左上、右下、右上、左下的角度位置 (ψ_{TL}, α_{TL}) 、 (ψ_{BR}, α_{BR}) 、 (ψ_{TR}, α_{TR}) 、 (ψ_{BL}, α_{BL}) ；

FOV边界示例，见下图5：

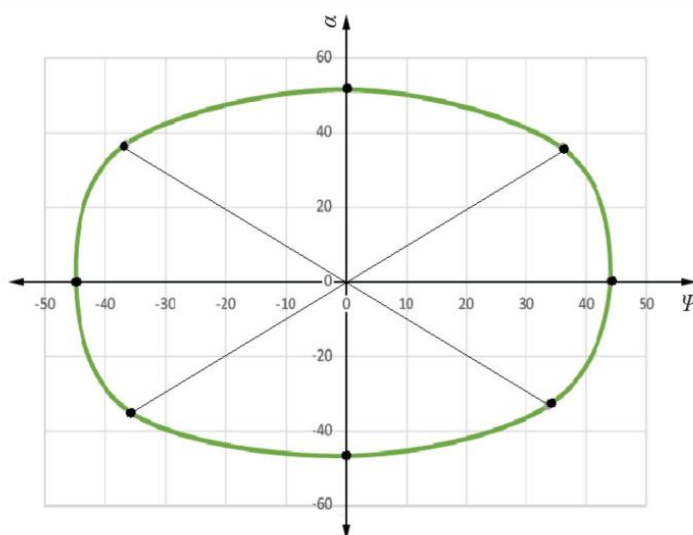


图5 FOV 边界示例图

- c) 按照下面公式计算视场角；

1) 采用公式 (1) 计算水平视场角 A_h :

$$A_h = \psi_L + \psi_R \quad (1)$$

式中:

A_h —水平FOV;

ψ_L —左边缘角点的方位角;

ψ_R —右边缘角点的方位角。

2) 采用公式 (2) 计算垂直视场角 A_v :

$$A_v = \alpha_T + \alpha_B \quad (2)$$

式中:

A_v —垂直FOV;

α_T —上边缘角点的俯仰角;

α_B —下边缘角点的俯仰角。

3) 采用公式 (3) 计算对角线视场角 A_d :

$$A_d = \frac{A_{d1} + A_{d2}}{2} \quad (3)$$

式中:

A_{d1} 为左上到右下的对角线视场角, 采用公式 (4) 计算:

$$A_{d1} = \arctan\sqrt{\tan^2(\psi_{TL}) + \tan^2(\alpha_{TL})} + \arctan\sqrt{\tan^2(\psi_{BR}) + \tan^2(\alpha_{BR})} \quad (4)$$

式中:

ψ_{TL} —左上角点的方位角;

α_{TL} —左上角点的俯仰角;

ψ_{BR} —右下角点的方位角;

α_{BR} —右下角点的俯仰角。

A_{d2} 为右上到左下的对角线视场角, 采用公式 (5) 计算:

$$A_{d2} = \arctan\sqrt{\tan^2(\psi_{TR}) + \tan^2(\alpha_{TR})} + \arctan\sqrt{\tan^2(\psi_{BL}) + \tan^2(\alpha_{BL})} \quad (5)$$

式中:

ψ_{TR} —右上角点的方位角;

α_{TR} —右上角点的俯仰角;

ψ_{BL} —左下角点的方位角;

α_{BL} —左下角点的俯仰角。

6.9.4.1.2 基于图像增强的快速测量方法

6.9.4.1.2.1 测试原理

视场角的测试原理如下图6所示, 在眼点位置放置光学测量设备, 镜片不同视场角的平行光会聚在光学测量设备的成像面上不同的点, 通过测量在成像面上所成像的大小即可计算得到镜片的视场角大小。

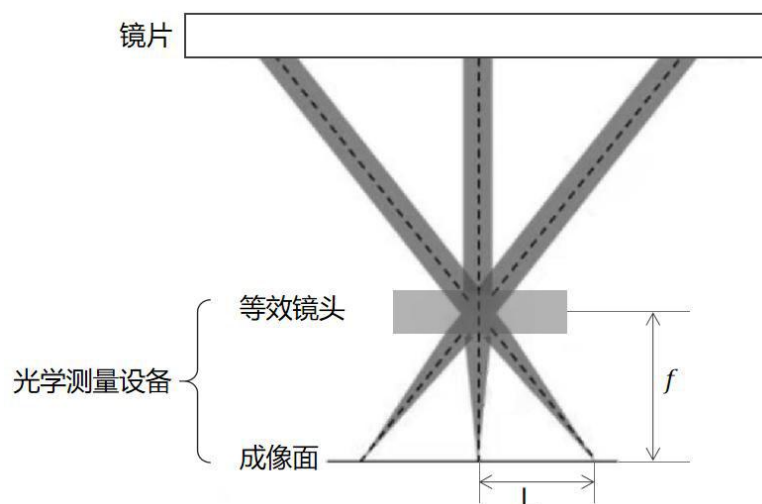


图6 测试原理图

6.9.4.1.2.2 测试步骤

试验步骤如下：

- 通过六轴运动平台将光学测量设备的入瞳中心移动至镜片的眼点位置；
- 待测设备输入全白场测试图；
- 使用光学测量设备记录镜片显示的虚拟图像；
- 识别所记录图像的边缘位置，如图7所示记录图像沿水平方向的像素数量 L_x 、沿竖直方向的像素数量 L_y ；
- 根据公式（6）～（8）计算镜片的视场角大小：

$$H = 2\arctan\left(\frac{P_x L_x}{2f}\right) \quad (6)$$

$$V = 2\arctan\left(\frac{P_y L_y}{2f}\right) \quad (7)$$

$$D = 2\arctan\sqrt{\left(\tan\frac{H}{2}\right)^2 + \left(\tan\frac{V}{2}\right)^2} \quad (8)$$

式中：

H —水平视场角；

V —垂直视场角；

D —对角线视场角；

P_x —沿 x 方向的像素尺寸；

P_y —沿 y 方向的像素尺寸；

f —光学测量设备的焦距，可根据光学测量设备标定获得。

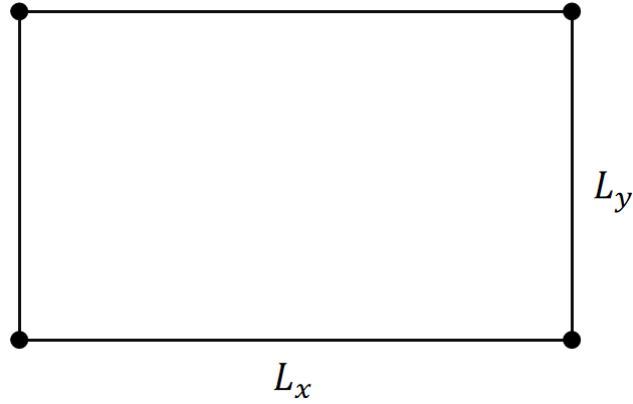


图7 FOV 测试结果示意图

6.9.4.2 眼盒

眼盒测量应当在镜片的FOV已知或已经测得的前提下进行。测量时应在暗室中进行,环境光照度应 ≤ 0.1 lux。

眼盒测量方法有两种,分别为基于亮度的测量方法和基于图像增强的快速测量方法。针对具体的眼盒测试,需要在报告中说明当前测试所采用的测试方法。

注1:本文件中眼盒边界判定中所采用的亮度阈值为建议值,如果实际测量中采用其他阈值作为边界条件,需要在报告中说明。

注2:本文件中基于图像增强的快速测量方法要求光学测量设备的视场角不小于镜片标称视场角的120%。

6.9.4.2.1 基于亮度的测量方法

试验步骤如下:

- 通过六轴运动平台将光学测量设备的入瞳中心移动至镜片的眼点位置;
- 待测设备输入全白场测试图;
- 根据FOV大小,旋转光学测量设备使得光学测量设备的光轴方向指向虚拟图像的中心 P_0 点;
- 测量虚拟图像中心 P_0 点的亮度值;
- 根据FOV大小,旋转光学测量设备使得光学测量设备的光轴方向指向虚拟图像的上边缘点 P_5 ;
- 在通过眼点、垂直于待测设备光轴的平面内,以适当的步进间隔向顶端移动光学测量设备,同时保持光学测量设备的光轴方向对齐虚拟图像的上边缘点。测量亮度值,直至测得的亮度值降至虚拟图像中心亮度的50%以下;
- 记录光学测量设备向顶端的移动距离 Δy_{51} ;
- 重复步骤f)~g),分别向底端、左侧、右侧移动光学测量设备,并记录光学测量设备的相应的移动距离 Δy_{52} , Δx_{51} , Δx_{52} ;
- 旋转光学测量设备的方向指向虚拟图像的其他边缘点 P_i ($i=1, 2, 3, 4, 6, 7, 8$);
- 重复步骤f)~h),并记录光学测量设备的移动距离 Δy_{i1} , Δy_{i2} , Δx_{i1} , Δx_{i2} ;
- 采用公式(9)和公式(10)计算眼盒大小:

$$W_{BOX} = \min(\Delta x_{i1}) + \min(\Delta x_{i2}) (i = 1 \sim 8) \quad (9)$$

$$H_{BOX} = \min(\Delta y_{i1}) + \min(\Delta y_{i2}) (i = 1 \sim 8) \quad (10)$$

式中：

W_{BOX} —眼盒宽度；

H_{BOX} —眼盒高度；

Δx_{i1} —光学测量设备的方向指向边缘点 P_i 时，眼点到眼盒左边缘的移动距离；

Δx_{i2} —光学测量设备的方向指向边缘点 P_i 时，眼点到眼盒右边缘的移动距离；

Δy_{i1} —光学测量设备的方向指向边缘点 P_i 时，眼点到眼盒上边缘的移动距离；

Δy_{i2} —光学测量设备的方向指向边缘点 P_i 时，眼点到眼盒下边缘的移动距离。

6.9.4.2.2 基于图像增强的快速测量方法

试验步骤如下：

- 通过六轴运动平台将光学测量设备的入瞳中心移动至镜片的眼点位置，将光学测量设备的光轴调至平行于微投影光机系统的光轴；
- 待测设备输入全白场测试图，光学测量设备拍摄镜片显示的虚拟图像，并测量虚拟图像的平均亮度 L_{avg} ；
- 在通过眼点、垂直于镜片光轴的平面内，向上边缘方向移动光学测量设备，直至虚拟图像的平均亮度降至 L_{avg} 的50%以下；
- 记录光学测量设备向上边缘的移动距离绝对值 Y_T ；
- 重复步骤c)~d)依次将光学测量设备向下边缘、左侧边缘、右侧边缘移动，并记录光学测量设备拍摄图像的平均亮度满足阈值条件时光学测量设备移动的距离绝对值 Y_B 、 X_L 、 X_R ；
- 采用公式（11）和公式（12）计算眼盒大小：

$$W_{BOX} = X_L + X_R \quad (11)$$

$$H_{BOX} = Y_T + Y_B \quad (12)$$

式中：

W_{BOX} —眼盒宽度；

H_{BOX} —眼盒高度；

Y_T —光学测量设备向上边缘的移动距离绝对值；

Y_B —光学测量设备向下边缘的移动距离绝对值；

X_L —光学测量设备向左侧边缘的移动距离绝对值；

X_R —光学测量设备向右侧边缘的移动距离绝对值。

6.9.4.3 光透射比

镜片的光透射比按照GB 45184中描述的方法进行试验。

6.9.4.4 雾度

镜片的雾度按照GB/T 2410中描述的方法进行试验。

6.9.4.4.1 测试设备

采用雾度仪或分光光度计作为测试设备。

6.9.4.4.2 试验步骤

若测试设备可以自动计算出雾度，则按照以下步骤进行：

- a) 预热测试设备，直至输出稳定；
 - b) 将镜片置于测试设备中，用夹具固定镜片；
 - c) 按测试按钮，读取显示屏中的雾度值；
 - d) 待指示灯转为绿灯后，移动夹具位置对镜片不同区域进行测量；
 - e) 取至少三次测量的算术平均值作为试验结果。
- 若测试设备不能自动计算出雾度，则按GB/T 2410中描述的方法进行试验。

6.9.4.5 亮度均匀性

亮度均匀性试验采用ANSI九点测量法，见图3。测量时应在暗室中进行,环境光照度应≤0.1 lux。
试验步骤如下：

- a) 待测设备输入全白场测试图；
- b) 光学测量设备拍摄镜片显示的虚拟图像，按照上图 3 所示的测试点，获取 9 个测试点的亮度数据，采用公式（13）进行亮度均匀性计算：

$$U = \frac{L_{min}}{L_{max}} \times 100\% \tag{13}$$

式中：
 U —亮度均匀性；
 L_{max} —亮度最大值；
 L_{min} —亮度最小值。

6.9.4.6 调制传递函数（MTF）

调制传递函数试验测试点采用ANSI九点，见图3。测量时应在暗室中进行,环境光照度应≤0.1 lux。
测试采用黑白间隔条纹，见图8；调制对比度测试图对应黑白条纹间隔为两像素大小，该黑白条纹间隔为建议值，如果实际测量中采用其他像素宽度的黑白条纹间隔测试，需要在报告中说明。
注：光学测量设备拍摄的虚拟图像与镜片显示的虚拟图像需大小一致，如不一致，需要在报告中说明。

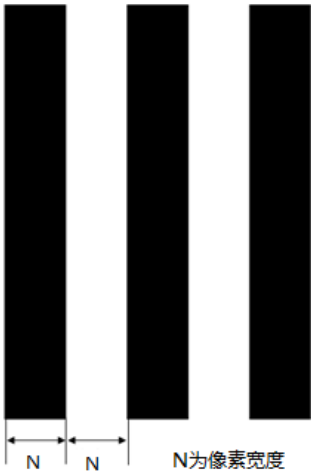


图8 黑白条纹间隔示意图

试验步骤如下：

- a) 通过六轴运动平台将光学测量设备的入瞳中心移动至镜片的眼点位置，将光学测量设备的光轴调至平行于微投影光机系统的光轴；
- b) 待测设备输入垂直线对调制对比度测试图，如下图9所示；

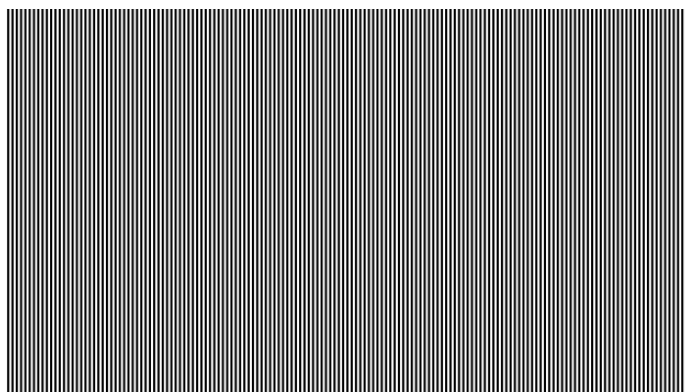


图9 垂直线对调制对比度测试图

- c) 调节光学测量设备的对焦装置使得虚拟图像中暗条纹和亮条纹亮度差最大，拍摄镜片显示的虚拟图像；
- d) 获取待测设备的虚拟图像在 P_0 点的最大亮度值 $L_{vM,0}$ 和最小亮度值 $L_{vm,0}$ ；
- e) 重复步骤d)对其他测试点进行测试；
- f) 更换水平线对调制对比度测试图，如下图10所示，重复步骤a)~e)的操作，并根据公式（14）和公式（15）计算MTF；

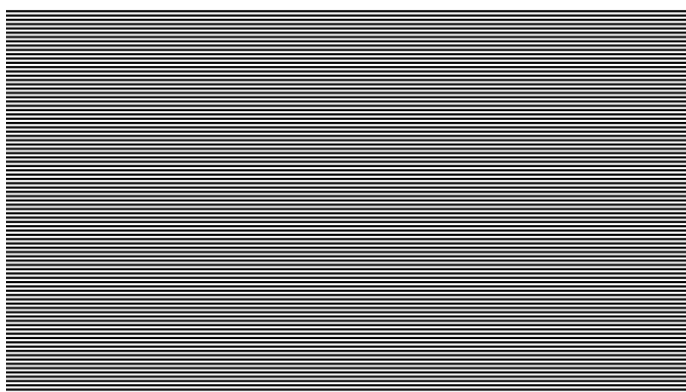


图10 水平线对调制对比度测试图

$$MTF_{v,j} = \frac{L_{vM,i} - L_{vm,i}}{L_{vM,i} + L_{vm,i}} \quad (14)$$

$$MTF_{h,j} = \frac{L_{hM,i} - L_{hm,i}}{L_{hM,i} + L_{hm,i}} \quad (15)$$

式中：

$MTF_{v,j}$ — P_i 点的垂直线对调制对比度；

$MTF_{h,j}$ — P_i 点的水平线对调制对比度；

$L_{vM,i}$ —测试点 P_i 点处垂直线对测量场的最大亮度;

$L_{vm,i}$ —测试点 P_i 点处垂直线对测量场的最小亮度;

$L_{hM,i}$ —测试点 P_i 点处水平线对测量场的最大亮度;

$L_{hm,i}$ —测试点 P_i 点处水平线对测量场的最小亮度

g) 取至少三次测量的算术平均值作为试验结果, 并将试验结果以线对/度 (lp/deg) 表示。

6.10 环境适应性

6.10.1 试验方法

环境试验方法应符合GB/T 2421的有关规定。

6.10.2 气候环境适应性

6.10.2.1 贮存运输温度下限试验

按照GB/T 2423.1中“试验Ab”进行试验。严酷程度取6.2.1规定的贮存运输温度下限值, 将受试样品存放16h。常温静置2h后, 进行6.1~6.8试验, 试验后, 应符合5.1~5.7的要求。

6.10.2.2 贮存运输温度上限试验

按照GB/T 2423.2中“试验Bd”进行试验。严酷程度取6.2.1规定的贮存运输温度上限值, 将受试样品存放16h。常温静置2h后, 进行6.1~6.8的检查。

6.10.2.3 恒温恒湿试验

按照GB/T 2423.3中“试验Cab”进行试验。受试样品应进行初始检查, 将受试样品存放16h。常温下静置2 h下, 进行6.1~6.8的检查。

6.10.3 振动环境适应性

按照GB/T 38259中6.6.5的规定进行试验。试验结束后, 受试样品应进行6.2的试验, 应符合5.1的要求。

6.10.4 最小运输包装件跌落适应性

将运输包装件按照GB/T 4856.5和本文件中6.8.3要求的規定值进行跌落, 底面及其余任意三面都需跌落一次。试验后检查包装件的损坏情况, 并对受试样品进行6.2的试验, 应符合5.1的要求。

7 标志、包装、运输及贮存

7.1 标志

包装上至少应标注以下内容:

- a) 产品名称及型号;
- b) 生产者或经销商的名称和地址;
- c) 产品编号及生产日期;
- d) 厚度;

- e) FOV;
- f) 眼盒;
- g) 适眼距;
- h) MTF;
- i) 执行标准号;
- j) 明示指标（表面耐磨性能、抗冲击性能）。

7.2 包装

在产品包装箱内，应装有下列文件：

- a) 装箱单;
- b) 产品合格证;
- c) 附件及其它相关文件。

7.3 运输及贮存

7.3.1 运输

运输、搬运时应轻装、轻放，严禁碰撞、雨淋、受潮。

若温度过高或过低，应采取适当的防护措施。

7.3.2 贮存

镜片不可重压，且应无强烈的机械振动和冲击作用。

包装后应贮存在通风、干燥的仓库内，仓库内不应有各种有害气体和易燃易爆物品及有腐蚀性的化学物质。

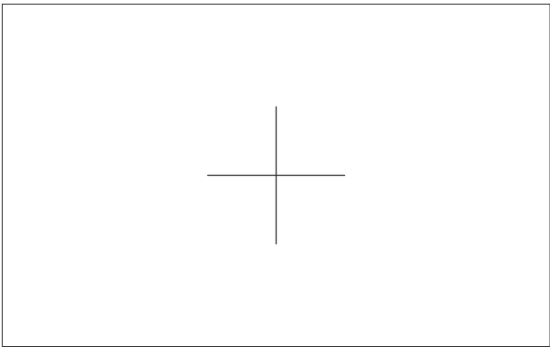
附录 A
(资料性)
眼点的确定方法

A.1 眼点确定

眼点位置确定的前提是镜片的适眼距已经确定。
眼点的确定有两种方法，分别为基于调制对比度的测量方法和基于亮度的测量方法。

A.1.1 基于调制对比度的测量方法

测量步骤如下：
a) 镜片显示十字光标测试图像，见图A.1。调节光学测量设备使得十字对焦清晰，并且光学测量设备光轴平行于镜片的光轴；



说明：该图案实际为白色边框，上图黑色边框仅为边界标识作用。

图A.1 十字光标测试图像

- b) 镜片显示两像素垂直线对调制对比度测试图像，计算中心点 P_0 的调制对比度 M_0 ；
- c) 沿X轴正负方向分别平移光学测量设备，并记录调制对比度下降至中心点 P_0 对比度的50%的位置，是X轴正负方向的边界位置，分别为 $+x$ ， $-x$ ；
- d) 将光学测量设备放置在步骤c)中记录的X轴正负方向(即 $+x$ ， $-x$)的边界位置的中点；
- e) 沿Y轴正负方向分别平移光学测量设备，并记录调制对比度下降至中心对比度的50%的位置，是X轴正负方向的边界位置，分别为 $+y$ 和 $-y$ ；
- f) 将光学测量设备放置在步骤e)中记录的Y轴正负方向的边界位置(即 $+y$ ， $-y$)的中点；重复步骤c)~f)，直至中心位置不再发生变化，此位置记为眼点位置。

A.1.2 基于亮度的测量方法

测量步骤如下：
a) 镜片显示十字光标测试图像，见图A.1。调节光学测量设备使得十字对焦清晰，并且光学测量设备光轴平行于镜片的光轴；

- b) 镜片显示全白场测试图像，光学测量设备获取虚拟图像，以获取到的图像峰值亮度的50%为阈值，得到满足阈值条件大小的亮度图像面积，记为 S_1 ；
 - c) 沿X轴正负方向分别平移光学测量设备，并记录亮度图像面积减小为 S_1 的95%时为X轴正负方向的边界位置，分别为 $+x$ ， $-x$ ；
 - d) 将光学测量设备放置在步骤e)中记录的X轴正负方向(即 $+x$ ， $-x$)的边界位置的中点；
 - e) 沿Y轴正负方向分别平移光学测量设备，并记录亮度图像面积减小为 S_1 的95%时为Y轴正负方向的边界位置，分别为 $+y$ 和 $-y$ ；
 - f) 将光学测量设备放置在步骤g)中记录的Y轴正负方向的边界位置(即 $+y$ ， $-y$)的中点；
 - g) 重复步骤c)~f)，直至中心位置不再发生变化，此位置记为眼点位置。
-

