



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXX—XXXX

眼镜镜片 折射率试验方法

Uncut finished spectacle lenses — Test methods of refractive index

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(工作组讨论稿)

本草案完成时间：2024.6.30

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	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 V 棱镜法	2
4.1 试验条件	2
4.2 原理	2
4.3 试剂	2
4.4 仪器设备	3
4.5 样品制备	3
4.6 试验步骤	4
4.7 试验报告	4
5 阿贝折射仪法	4
5.1 试验条件	4
5.2 原理	4
5.3 接触液	5
5.4 仪器设备	5
5.5 样品制备	6
5.6 试验步骤	6
5.7 试验报告	6
6 迈克尔逊干涉法	6
6.1 试验条件	6
6.2 原理	7
6.3 光源	8
6.4 仪器设备	8
6.5 样品制备	8
6.6 试验步骤	8
6.7 试验报告	8
7 介质浸入法	8
7.1 试验条件	8
7.2 原理	9
7.3 试剂	10
7.4 仪器设备	10
7.5 样品制备	10
7.6 试验步骤	10
7.7 试验报告	10

附录 A（规范性）	群折射率与相折射率的转换.....	12
附录 B（资料性）	折射率试验方法的不确定度.....	13

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：

本文件主要起草人：

眼镜镜片 折射率试验方法

1 范围

本文件描述了眼镜镜片折射率试验方法的测试原理，规定了相应的仪器设备、样品制备、试验步骤以及试验报告。

本文件适用于眼镜镜片折射率的测量。

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 17341 光学和光学仪器 焦度计

GB/T 26397 眼科光学 术语

3 术语和定义

GB/T 26397界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

V 棱镜 V-block prism

已加工成规定形状的用于测量折射率的棱镜。

3.2

折射液 refractive index matching liquid

折射率接近于被测样品折射率的透明液体，一般用于V棱镜法测量折射率。

3.3

接触液 contacting liquid

折射率大于被测样品折射率的透明液体，一般用于阿贝折射仪测量折射率。

3.4

相折射率 phase refractive index

光在介质中传播时，真空中光速与光在介质中的相速度的比值。

3.5

群折射率 group refractive index

光在介质中传播时，真空中光速与光在介质中的群速度的比值。

4 V 棱镜法

4.1 试验条件

环境温度应保持在 $23^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

环境相对湿度应小于85%。

4.2 原理

本方法采用比较测量法，当单色平行光束垂直入射到V棱镜后，经V棱镜和镜片的多次折射，出射光线发生偏折，见图1。根据折射定律，镜片的折射率按公式（1）计算。

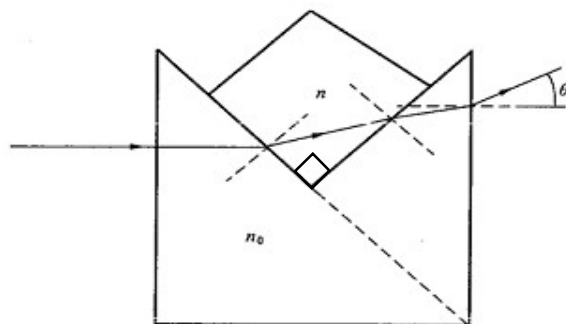


图1 V 棱镜测量原理图

$$n = \sqrt{n_0^2 + \sin^2 \theta} \sqrt{n_0^2 - \sin^2 \theta} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

n ——镜片的折射率；

n_0 ——V棱镜的折射率；

θ ——光束从V棱镜最后一面出射时的偏折角，单位为弧度或角度，rad或 $^{\circ}$ 。

4.3 试剂

折射液应根据镜片的折射率大小，选择表1所列液体进行配制。折射液与镜片间的折射率差值应 ≤ 0.1 。

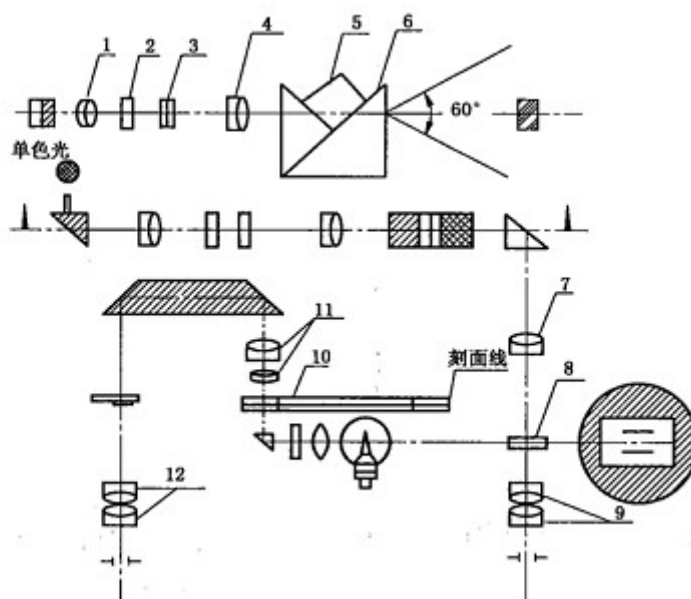
表1 常用液体的折射率

序号	液体名称	折射率 (n_0)
1	煤油	1.446
2	液体石蜡	1.480
3	α —溴代萘	1.656
4	α —碘代萘	1.705
5	二碘甲烷	1.741

序号	液体名称	折射率 (n_D)
6	二碘甲烷加硫磺的饱和溶液	1.787
7	二碘甲烷加硫磺及砷碘三的饱和溶液	1.801
8	AsBr ₃ 、硫磺As ₂ S ₂ 的混合液 (质量比1: 1: 3)	2.000

4.4 仪器设备

V棱镜折射仪。其光学系统见图2。



标引序号如下：

- 1——聚光镜；
- 2——滤光片；
- 3——分划板；
- 4——平行光管物镜；
- 5——被测镜片；
- 6——V棱镜基座；
- 7——望远镜物镜；
- 8——分划板；
- 9——目镜；
- 10——度盘；
- 11——显微物镜；
- 12——测微目镜。

图2 V棱镜折射仪光学系统示意图

4.5 样品制备

镜片应加工成具有一个 $90^\circ \pm 2'$ 直角的几何体，且直角的两个边长不小于15 mm，几何体厚度不应小于2 mm。镜片两通光面应平整，且抛光。

4.6 试验步骤

4.6.1 根据试验要求选择V棱镜基座、光谱灯和滤光片。

4.6.2 擦净V棱镜基座，在配对的标准块通光面涂上折射液，放入V形槽内，仔细贴置，排除其间的气泡，读取 θ_0 。

4.6.3 取下标准块，擦净V棱镜基座，在镜片的通光面涂上折射液，放入V形槽内，仔细贴置，排除其间的气泡，读取 θ_1 。

4.6.4 计算 θ ($\theta = \theta_1 - \theta_0$)，将 θ 代入公式(1)计算镜片对应谱线波长的折射率，结果保留四位有效数字。

4.7 试验报告

试验报告至少应包含如下内容：

- a) 样品名称；
- b) 执行标准；
- c) 试验方法；
- d) 试验温度和湿度；
- e) 试验日期；
- f) 测量结果。

5 阿贝折射仪法

5.1 试验条件

环境温度应保持在10°C~35°C。

环境相对湿度应保持在30%~85%。

5.2 原理

本方法基于光的全反射临界角原理，当特定波长的光束入射到阿贝折射仪后，经镜片和折射棱镜间的两次折射，出射光线发生偏折，见图3。根据折射定律和几何关系，镜片的折射率按公式(2)计算。

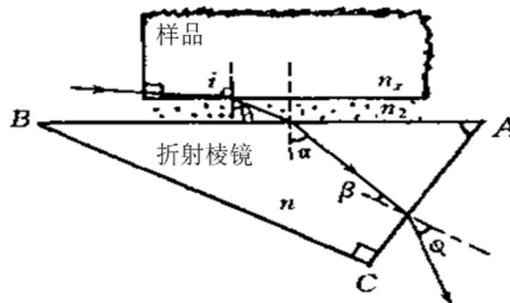


图3 阿贝折射仪测量原理图

$$n = \sin A \sqrt{n_p^2 - \sin^2 \varphi} \pm \cos A \sin \varphi \dots\dots\dots (2)$$

式中：

n ——镜片的折射率；

A ——折射棱镜的顶角，单位为弧度或角度，rad或°；

n_p ——折射棱镜的折射率；

φ ——光束从折射棱镜最后一面出射时的偏折角，单位为弧度或角度，rad或°。

当出射光线与顶角 A 分别位于折射棱镜出射面法线两侧时，公式取“—”号；若在同侧时，公式取“+”号。

5.3 接触液

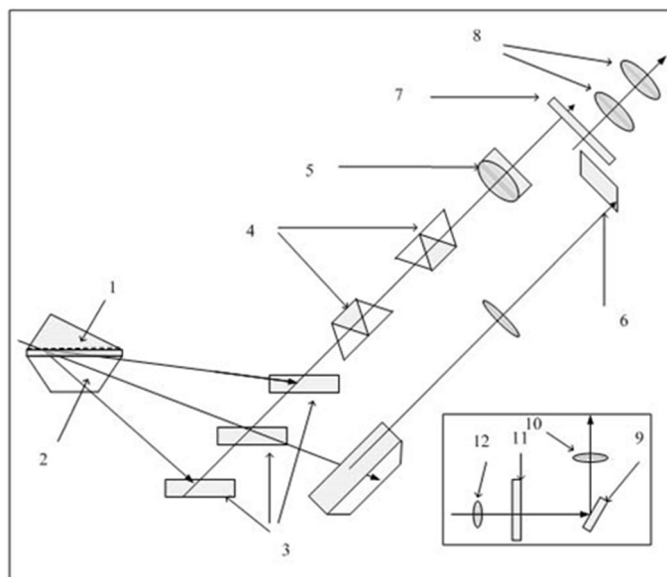
根据镜片的折射率，选择表2所列的与被测镜片匹配的接触液，要求所使用接触液的折射率大于被测镜片的折射率。

表2 常用接触液

序号	材料类型	常用接触液
1	含氟聚合物	1-溴萘
2	聚乙烯	1-溴萘
3	聚苯乙烯	饱和碘化汞钾溶液
4	α -碘代萘	碘甲烷
5	聚碳酸酯	碘甲烷
6	乙二醇双(烯丙基碳酸酯)(CR 39)	水杨酸甲酯、茴香油或 1-溴萘

5.4 仪器设备

阿贝折射仪。其光学系统见图4。



标引序号如下：

1——进光棱镜；

2——折射棱镜；

3——摆动反光镜；

4——消色散棱镜组；

- 5——望远物镜组；
- 6——平行棱镜；
- 7——分划板；
- 8——目镜；
- 9——读数物镜；
- 10——反光镜；
- 11——刻度盘；
- 12——聚光镜。

图4 阿贝折射仪

5.5 样品制备

- 5.5.1 镜片表面（与折射棱镜接触的测量面）尺寸要适应阿贝折射仪棱镜固定面的尺寸，镜片厚度一般为3 mm~4 mm。
- 5.5.2 测量面应平整光滑，且无附着的污染物。
- 5.5.3 镜片的边缘（垂直于第一个试样的边缘）应平整且抛光。
- 5.5.4 两个抛光表面应沿着一条直线相交，不应斜边或圆边。

5.6 试验步骤

- 5.6.1 将折射棱镜擦拭干净，干燥后待用。将少许接触液滴在折射棱镜的表面上，放入镜片，使镜片抛光面与接触液充分接触，排除其间的气泡，锁紧棱镜手轮。
- 5.6.2 打开进光棱镜上的遮光板，关闭折射棱镜上遮光板，用透射光测量，旋转折射率刻度调节手轮找到明暗分界线，使明暗分界线与十字线中心重合。此时，目镜视场中折射率刻度示值即为被测镜片的折射率。
- 5.6.3 读取数据时，首先沿顺时针方向旋转棱镜转动手轮，调节到位后，记录一个数据。然后继续沿顺时针方向旋转一小段后，再沿逆时针方向旋转棱镜转动手轮，调节到位后，再记录一个数据。取两个数据的平均值为一次测量值。

5.7 试验报告

试验报告至少应包含如下内容：

- a) 样品名称；
- b) 执行标准；
- c) 试验方法；
- d) 试验温度和湿度；
- e) 试验日期；
- f) 测量结果。

6 迈克尔逊干涉法

6.1 试验条件

环境温度应保持在10°C~35°C。
环境相对湿度应保持在30%~85%。

6.2 原理

本方法基于迈克尔逊干涉原理，通过低相干光干涉测量光程变化，计算镜片折射率，见图5。

具有一定带宽的平行光束分光后，分别入射到镜片通道和参考通道，当样品台上未放置镜片时，经样品台的反射光与参考通道的反射光发生干涉，按公式（3）计算；当样品台上放置镜片时，经镜片前表面、镜片后表面和样品台的反射光依次分别与参考通道的反射光发生干涉，按公式（4）计算；

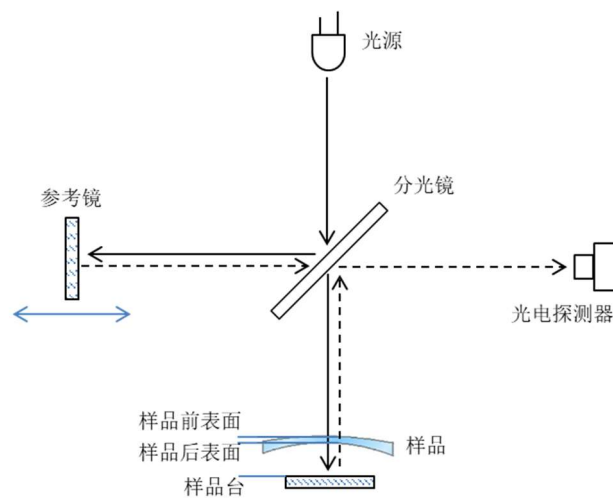


图5 干涉法测量折射率的测量系统

根据光程差关系建立公式：

$$L_1 - L_4 = (n - 1) \cdot t \dots\dots\dots (3)$$

$$L_3 - L_2 = n \cdot t \dots\dots\dots (4)$$

式中：

L_1 ——未放置镜片时，光源到样品台的光程，单位为毫米，mm；

L_2 ——放置镜片后，光源到镜片前表面的光程，单位为毫米，mm；

L_3 ——放置镜片后，光源到镜片后表面的光程，单位为毫米，mm；

L_4 ——放置镜片后，光源到样品台的光程，单位为毫米，mm；

t ——镜片的中心厚度，单位为毫米，mm；

n ——镜片的折射率；

以上两式联立，可得公式（5）和公式（6）：

$$n = \frac{L_3 - L_2}{L_1 - L_2 + L_3 - L_4} \dots\dots\dots (5)$$

$$t = L_1 - L_2 + L_3 - L_4 \dots\dots\dots (6)$$

由本方法测得的折射率为群折射率，需要将其转化为对应波长的相折射率。群折射率与相折射率的转换见附录 A。

6.3 光源

干涉法所用光源应具有一定宽度，其光谱宽度在10 nm~50 nm之间，且应具有中心波长为表3的对应谱线。

表3 常用几种光源的谱线灯与滤光片的搭配

序号	谱线灯	滤光片	谱线
1	钠灯	D滤光片	D
2	氢灯	d滤光片	d
3	氢灯	F滤光片	F
4	氢灯	C滤光片	C
5	汞灯	e滤光片	e

6.4 仪器设备

迈克尔逊干涉仪。

6.5 样品制备

在测量位置处镜片的棱镜度应为零

6.6 试验步骤

6.6.1 根据测试要求选择光谱灯、滤光片和迈克尔逊干涉仪中涉及的光电元件。

6.6.2 未放置镜片时，调节图5中参考镜，当其反射光与经样品台的反射光发生干涉，读取光程 L_1 。

6.6.3 放置镜片时，应确保在镜片的光学中心处测量，此时光轴与镜片两表面垂直，且光线入射点法线应与光轴重合。根据需要调节图5中的参考镜，当其反射光与镜片前表面、镜片后表面和样品台的反射光依次发生干涉，分别读取光程 L_2 、 L_3 和 L_4 。

6.6.4 按公式(5)计算镜片群折射率 n ，结果保留四位有效数字。如需要，还可按公式(6)计算镜片的中心厚度 t 。

6.7 试验报告

试验报告至少应包含如下内容：

- a) 样品名称；
- b) 执行标准；
- c) 试验方法；
- d) 试验温度和湿度；
- e) 试验日期；
- f) 测量结果。

7 介质浸入法

7.1 试验条件

环境温度应保持在 $23^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

环境相对湿度应保持在50%±5%。

7.2 原理

本方法根据镜片在不同介质（空气和已知折射率的浸没介质）中顶焦度发生变化的原理，计算镜片的折射率。

镜片面焦度按公式（7）计算，参考点的顶焦度按公式（8）计算。

$$F = \frac{n-n_{rel}}{r} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

F —— 镜片表面面焦度，单位为每米， m^{-1} ；

n —— 镜片的折射率；

n_{rel} —— 镜片所处介质的折射率；

r —— 镜片表面曲率半径，单位为米， m 。

注：眼镜行业也常用符号D或dpt表示， $1 D=1 m^{-1}$ 。

$$P = \frac{F_1}{1-(t/n)F_1} + F_2 \approx F_1 + \frac{t}{n}F_1^2 + F_2 \dots\dots\dots (8)$$

式中：

P —— 镜片后顶焦度，单位为每米， m^{-1} ；

F_1 —— 镜片前表面面焦度，单位为每米， m^{-1} ；

F_2 —— 镜片后表面面焦度，单位为每米， m^{-1} ；

t —— 镜片参考点厚度，单位为米， m ；

n —— 镜片的折射率。

当 $\frac{t}{n}$ 小于0.01时，，可忽略镜片参考点的厚度 t ，公式（8）可以简化为公式（9）。

$$P = \frac{n-n_{rel}}{r_1-r_2} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

P —— 镜片参考点顶焦度，单位为每米， m^{-1} ；

n —— 镜片的折射率；

n_{rel} —— 镜片所处介质的折射率；

r_1 —— 前表面曲率半径，单位为米， m ；

r_2 —— 后表面曲率半径，单位为米， m 。

注：当曲率中心相对于通过镜片光的行进方向位于表面之后，曲率半径视为正值。

将镜片空气中和浸没介质中的后顶焦度代入公式（9），设空气的折射率为1，得到公式（10）。

$$n = \frac{n_{rel}P_{air}-P_{rel}}{P_{air}-P_{rel}} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

P_{air} —— 镜片空气中的后顶焦度，单位为每米， m^{-1} ；

P_{rel} —— 镜片浸没介质中的后顶焦度，单位为每米， m^{-1} ；

n —— 镜片的折射率；

n_{rel} ——浸没介质的折射率。

7.3 试剂

折射率不小于1.47的流体，流体介质折射率保留五位有效数字，流体折射率与镜片折射率差值应大于0.1。

7.4 仪器设备

7.4.1 焦度计

应符合GB/T 17341。

7.4.2 浸没装置

应符合以下结构设计：

- a) 由一对透明平板组成，板上连接着具有柔性膜表面的圆柱形单元，单元内填充已知折射率的液体或凝胶状材料；
- b) 一个透明平底容器，可放入流体浸没镜片前表面和后表面。

7.5 样品制备

镜片顶焦度绝对值应大于 2.00 m^{-1} ，前后表面应保持洁净。

7.6 试验步骤

7.6.1 使用浸没装置 a)

7.6.1.1 测量镜片在空气中的后顶焦度，并记录读数。

7.6.1.2 去除浸没装置的保护膜，将镜片前后表面与装置贴合，保证参考点处贴合面之间无气泡。

7.6.1.3 重新测量，并记录镜片参考点顶焦度。

7.6.2 使用浸没装置 b)

7.6.2.1 测量镜片在空气中的后顶焦度，并记录读数。

7.6.2.2 先将适量流体倒入透明平底容器中，再将镜片凸表面朝向容器底放入，保证流体填充以镜片参考点为中心的直径至少 10 mm 的区域。

7.6.2.3 接着向镜片凹表面倒入更多流体，填充以镜片参考点为中心的直径至少 10 mm 的区域。

注：此时的流体上表面由于表面张力可能产生弯曲，如有必要，可以用小的圆形显微镜盖玻片来覆盖流体使其平坦。

7.6.2.4 重新测量，并记录镜片后顶焦度。

7.6.2.5 回收流体，清洁镜片。

7.6.3 数据处理

根据测量结果，将镜片后顶焦度值代入公式（10）计算镜片的折射率，结果保留三位有效数字。

注1：对于渐变焦镜片，在主基准点处测量。

注2：由于本方法忽略了镜片厚度，将镜片近似为薄透镜。测量时，将表面曲率半径绝对值较小的表面朝向焦度计支架，或装置底部，能有效减小结果的偏差。

7.7 试验报告

试验报告至少应包含如下内容：

- a) 样品名称；
- b) 执行标准；
- c) 试验方法；
- d) 试验温度和湿度；
- e) 试验日期；
- f) 测量结果。

附录 A

(规范性)

群折射率与相折射率的转换

A.1 群折射率

在使用迈克尔逊干涉仪测量折射率时，测量结果为群折射率。相位折射率和群折射率之间的关系按公式 (A.1) 计算：

$$n = n_G + \lambda \cdot \frac{dn}{d\lambda} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

n ——在给定波长下的相折射率；

n_G ——在给定波长下的群折射率；

λ ——给定波长，单位为米，m；

$dn/d\lambda$ ——该材料折射率的色散，单位为每米， m^{-1} 。

无机玻璃材料可以用来建立群折射率和相位折射率之间的统计相关性，并可进一步应用这种相关性来获得镜片的相位折射率。表A.1中列出了几种常用的无机玻璃材料及对应的折射率和色散。

表A.1 常用几种无机玻璃材料的标称值

序号	玻璃类型	相折射率标称值 n_s	色散标称值 V_s
1	N-SF10	1.73430	28.31
2	N-LAF7	1.75459	34.56
3	N-BK10	1.49960	66.78
4	N-BAF10	1.67341	46.83
5	N-KF9	1.52588	51.26
6	N-SK2	1.60994	56.37

附录 B

(资料性)

折射率试验方法的不确定度

B.1 V 棱镜法

V棱镜法可测量的折射率范围为1.3000~1.9500，测量玻璃材料时不确定度为0.0005。
当镜片测量过程中，采用多个折射率试验方法出现分歧，以V棱镜法为准。

B.2 阿贝折射仪法

阿贝折射仪法可测量的折射率范围为1.3000~1.8700，测量玻璃材料时不确定度为0.0005。

B.3 迈克尔逊干涉法

迈克尔逊干涉仪可测量的折射率范围为1.300~1.900，对各种类型的眼镜镜片进行测量结果比较，镜片单次测量结果的不确定度为0.001。同一镜片，分别为未镀膜、镀加硬膜、镀加硬和增透膜，所测得折射率数据的偏倚值小于0.0005。同一树脂材料、不同度数、不同中心厚度的镜片，所测得折射率数据的不确定度为0.001。

B.4 介质浸入法

介质浸入法可测量的折射率范围为1.30~1.95，对各种类型的眼镜镜片进行测量结果比较，镜片单次测量结果的不确定度为0.03。同一树脂材料、不同度数、不同中心厚度的镜片，所测得折射率数据的不确定度为0.04。
