



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 866—2008

顶焦度标准镜片

Standard Lenses of Vertex Power

2008-09-27 发布

2009-01-01 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

顶焦度标准镜片检定规程

Verification Regulation of Standard

Lenses of Vertex Power

JJG 866—2008
代替 JJG 866—1994

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2008 年 9 月 27 日批准，并自 2009 年 1 月 1 日起施行。

归口单位：全国光学计量技术委员会

起草单位：中国计量科学研究院

本规程委托全国光学计量技术委员会负责解释

本规程起草人：

张吉焱（中国计量科学研究院）

刘文丽（中国计量科学研究院）

朱建平（中国计量科学研究院）

高明亮（中国计量科学研究院）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(2)
4.1 分类	(2)
4.2 组成和用途	(2)
5 计量性能要求	(2)
5.1 眼镜片用顶焦度标准镜片	(2)
5.2 接触镜专用顶焦度标准镜片	(3)
6 通用技术要求	(3)
7 计量器具控制	(3)
7.1 检定环境	(3)
7.2 检定项目和测量设备	(4)
7.3 检定方法	(5)
7.4 检定结果的处理	(8)
7.5 检定周期	(8)
附录 A 眼镜片用顶焦度标准镜片原始记录推荐格式	(9)
附录 B 接触镜专用顶焦度标准镜片原始记录推荐格式	(11)
附录 C 眼镜片用顶焦度标准镜片检定证书内页推荐格式	(12)
附录 D 接触镜专用顶焦度标准镜片检定证书内页推荐格式	(13)
附录 E 顶焦度标准镜片测量结果的不确定度评定示例	(14)

顶焦度标准镜片检定规程

1 范围

本规程适用于顶焦度标准镜片（包括眼镜片用顶焦度标准镜片和接触镜专用顶焦度标准镜片）的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 引用文献

ISO 9342-1: 2005 《光学和光学仪器—焦度计用校验镜片—第一部分：测量眼镜镜片用焦度计的校验镜片》（Optics and optical instruments-Test lenses for calibration of focimeters-Part 1: Test lenses for focimeters used for measuring spectacle lenses）

ISO 9342-2: 2005 《光学和光学仪器—焦度计用校验镜片—第二部分：测量接触镜用焦度计的校验镜片》（Optics and optical instruments-Test lenses for calibration of focimeters-Part 2: Test lenses for focimeters used for measuring contact lenses）

JJG 580—2005 《焦度计检定规程》

JJF 1059—1999 《测量不确定度评定与表示》

使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语

下列术语适用于本规程。

3.1 眼镜片用顶焦度标准镜片 standard test lenses for calibration of focimeters used for measuring spectacle lenses

专门用于检定测量眼镜镜片的焦度计的标准镜片。

3.2 接触镜专用顶焦度标准镜片 standard test lenses for calibration of focimeters used for measuring contact lenses

专门用于检定测量接触镜片的焦度计的标准镜片。

3.3 后顶焦度 back vertex power

以米为单位测得的镜片近轴后顶焦距的倒数。镜片后顶点到近轴后焦点的距离称为近轴后顶焦距（见图1），以符号 l_f' 表示，它的倒数称为后顶焦度，即 $\frac{1}{l_f'}$ 。后顶焦度的单位是米的倒数（ m^{-1} ）。

注：一个镜片含有前、后两个顶焦度。如不做特别说明，镜片的顶焦度均指其后顶焦度。

3.4 球镜标准镜片 standard spherical test lens

将近轴平行光束会聚到一个焦点上的标准镜片。

3.5 柱镜标准镜片 standard cylindrical test lens

将近轴平行光束会聚到两个分离的、相互正交的焦线上，与球镜标准镜片不同，具有两个主顶焦度的标准镜片。其中一个主顶焦度可能为零，其对应的焦线位于无穷远。

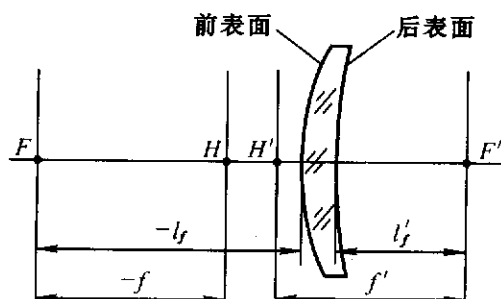


图1 镜片后顶焦距示意图

F —物方焦点； F' —像方焦点； H —物方主点； H' —像方主点； f —物方焦距； f' —像方焦距； l_f —前顶焦距； l'_f —后顶焦距

3.6 棱镜度 prismatic power

光线通过镜片上的规定点（通常是镜片中心）后所产生偏离的度量。棱镜度的单位是厘米每米（cm/m），单位名称为棱镜度。

4 概述

4.1 分类

顶焦度标准镜片按其用途可分为两类：眼镜片用顶焦度标准镜片和接触镜专用顶焦度标准镜片。眼镜片用顶焦度标准镜片专门用于检定测量眼镜片用的焦度计，接触镜专用顶焦度标准镜片则是专门用于检定测量接触镜用的焦度计。

4.2 组成和用途

4.2.1 眼镜片用顶焦度标准镜片

由球镜标准镜片、柱镜标准镜片和棱镜标准镜片三种组成。其中球镜标准镜片由 ± 2.5 ， ± 5 ， ± 10 ， ± 15 ， ± 20 和 $\pm 25 \text{ m}^{-1}$ 共 12 片组成，主要用于检定眼镜片用焦度计的顶焦度示值误差，其中 $+15 \text{ m}^{-1}$ 球镜标准镜片还可用于检定眼镜片用焦度计的透镜光学中心标记偏差。柱镜标准镜片由 $\pm 1.5 \text{ m}^{-1}$ 和 $+5 \text{ m}^{-1}$ 共 3 片组成，其中 $\pm 1.5 \text{ m}^{-1}$ 柱镜标准镜片主要用于检定眼镜片用焦度计的柱镜度示值误差和非线性误差； $+5 \text{ m}^{-1}$ 柱镜标准镜片仅用于检定眼镜片用焦度计的轴位标记偏差和可调挡板平行度偏差，不用于检定柱镜度示值误差；棱镜标准镜片由 2，5，10，15 和 20 cm/m 共 5 片组成，主要用于检定眼镜片用焦度计的棱镜度示值误差。

4.2.2 接触镜专用顶焦度标准镜片

由 8 片接触镜专用球镜标准镜片组成，顶焦度分别为 ± 5 ， ± 10 ， ± 15 和 $\pm 20 \text{ m}^{-1}$ ，用于检定接触镜用焦度计的顶焦度示值误差。

5 计量性能要求

5.1 眼镜片用顶焦度标准镜片

5.1.1 球镜标准镜片

5.1.1.1 球镜度的实际值与标称值之差不得超过 $\pm 0.05 \text{ m}^{-1}$ ，球镜度实际值的扩展不确定度为 $(0.02 \sim 0.03) \text{ m}^{-1}$ ($k=3$)。

5.1.1.2 球镜度量值的年变化量不得超过 $\pm 0.02 \text{ m}^{-1}$ 。

5.1.1.3 球镜标准镜片所携带的柱镜度不得超过 $\pm 0.03 \text{ m}^{-1}$ 。

5.1.2 柱镜标准镜片

5.1.2.1 $\pm 1.5 \text{ m}^{-1}$ 柱镜标准镜片

a) 柱镜度的实际值与标称值之差不得超过 $\pm 0.05 \text{ m}^{-1}$ ，柱镜度实际值的扩展不确定度为 0.015 m^{-1} ($k=2$)。

b) 柱镜标准镜片所携带的球镜度不得超过 $\pm 0.03 \text{ m}^{-1}$ 。

5.1.2.2 $+5 \text{ m}^{-1}$ 柱镜标准镜片

a) 轴线与中心标记线之间的角度不得超过 $\pm 10'$ 。

b) 轴线与中心标记线之间的偏离不得超过 $\pm 0.1 \text{ mm}$ 。

c) 中心标记线与参考面（非刻字面）之间的角度不得超过 $\pm 14'$ 。

5.1.3 棱镜标准镜片

棱镜度的实际值与标称值之差应符合表1的规定。棱镜度实际值的扩展不确定度为 0.01 cm/m ($k=3$)。

表1 棱镜标准镜片的棱镜度偏差

cm/m

棱镜度标称值	偏差	棱镜度标称值	偏差
2	± 0.02	15	± 0.10
5	± 0.03	20	± 0.15
10	± 0.05		

5.2 接触镜专用顶焦度标准镜片

5.2.1 球镜度的实际值与标称值之差不得超过 $\pm 0.05 \text{ m}^{-1}$ ，球镜度实际值的扩展不确定度为 0.04 m^{-1} ($k=3$)。

5.2.2 球镜度量值的年变化量不得超过 $\pm 0.03 \text{ m}^{-1}$ 。

6 通用技术要求

a) 顶焦度标准镜片组的片数应齐全。

b) 顶焦度标准镜片与镜片框的安装应牢固，不得松动、脱落。

c) 顶焦度标准镜片不得有霉斑、划痕、麻点、气泡、磨损和破损等缺陷。

d) 顶焦度标准镜片的镜片框上应分别标明球镜度、柱镜度和棱镜度的标称值。

7 计量器具控制

包括首次检定、后续检定和使用中检验。

7.1 检定环境

温度： $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ ；相对湿度： $< 85\%$ 。

顶焦度标准镜片在上述检定环境下平衡温度时间不得少于2h，测量设备的平衡温度时间不得少于24h。

7.2 检定项目和测量设备

7.2.1 眼镜片用顶焦度标准镜片

检定项目和测量设备见表 2。

表 2 检定项目和测量设备

序号	检定项目	主要检定工具	首次检定	后续检定	使用中检验
1	通用技术要求	6 倍放大镜	+	+	—
2	球镜标准镜片的球镜度	眼镜片顶焦度测量装置 $U=(0.01\sim0.02)\text{m}^{-1}(k=3)$	+	+	+
3	球镜标准镜片球镜度量值的年变化量	同上	—	+	—
4	球镜标准镜片所携带的柱镜度	同上	+	+	—
5	$\pm 1.5\text{m}^{-1}$ 柱镜标准镜片的柱镜度	同上	+	+	+
6	$\pm 1.5\text{m}^{-1}$ 柱镜标准镜片所携带的球镜度	同上	+	+	—
7	$+5\text{m}^{-1}$ 柱镜标准镜片轴线与中心标记线之间的角度	平行光管焦距不小于 1 m 的光具座	+	+	—
8	$+5\text{m}^{-1}$ 柱镜标准镜片轴线与中心标记线之间的偏离	平行光管焦距不小于 1 m 的光具座	+	+	—
9	$+5\text{m}^{-1}$ 柱镜标准镜片中心标记线与参考面（非刻字面）之间的角度	示值误差不超过 $\pm 0.005\text{mm}$ 的投影仪或工具显微镜	+	+	—
10	棱镜标准镜片的棱镜度	(1) 干涉滤光片 (2) $5''$ 测角仪	+	+	+
注：“+”表示需检项目，“—”表示不需检项目。					

7.2.2 接触镜专用顶焦度标准镜片

检定项目和测量设备见表 3。

表3 检定项目和测量设备

序号	检定项目	主要检定工具	首次检定	后续检定	使用中检验
1	通用技术要求	6倍放大镜	+	+	—
2	接触镜专用球镜标准镜片的球镜度	接触镜顶焦度测量装置 $U=(0.02\sim0.03)\text{m}^{-1}(k=3)$	+	+	+
3	接触镜专用球镜标准镜片球镜度量值的年变化量	同上	—	+	—
注：“+”表示需检项目，“—”表示不需检项目。					

7.3 检定方法

7.3.1 通用技术要求

用6倍放大镜目测观察被检顶焦度标准镜片，对第6条规定的内容进行逐项检查，发现有不符该条款规定的情况时，终止检定，按不合格处理，并在原始记录中填写检查结果。

7.3.2 眼镜片用顶焦度标准镜片

7.3.2.1 球镜标准镜片

使用不确定度满足 $U=(0.01\sim0.02)\text{m}^{-1}(k=3)$ 的眼镜片顶焦度测量装置对球镜标准镜片进行检定。

a) 球镜度

将被检球镜标准镜片依次放在眼镜片顶焦度测量装置的眼镜镜片支座上，移动被检球镜标准镜片，使标准镜片的光学中心与眼镜片顶焦度测量装置的光轴对中，并使棱镜度的读数为最小，此时读取球镜标准镜片球镜度的数值。每片标准镜片至少重复测量3次，并分别记录读数 x_{s1} 、 x_{s2} 和 x_{s3} ，平均值 $\bar{x}=(x_{s1}+x_{s2}+x_{s3})/3$ ，再加上眼镜片顶焦度测量装置在该点的修正值 x_s ，即得到该球镜标准镜片的球镜度实际值 $x=\bar{x}+x_s$ 。该实际值与被检球镜标准镜片的球镜度标称值之差应符合 5.1.1.1 的规定。

b) 球镜度量值的年变化量

在上述检定过程中，被检球镜标准镜片的实际值与上次检定值之差应符合 5.1.1.2 的规定。对于检定周期不足1年的情况，其年变化量亦按本次的实际值与上次检定值之差计算，应符合 5.1.1.2 的规定。

c) 球镜标准镜片所携带的柱镜度

在眼镜片顶焦度测量装置上读取球镜标准镜片球镜度的同时，读取柱镜度，其柱镜度数值应符合 5.1.1.3 的规定。

7.3.2.2 柱镜标准镜片

a) $\pm 1.5\text{m}^{-1}$ 柱镜标准镜片

使用不确定度满足 $U=(0.01\sim0.02)\text{m}^{-1}(k=3)$ 的眼镜片顶焦度测量装置对柱镜标准镜片进行检定。

1) 柱镜度

将被检柱镜标准镜片依次放在眼镜片顶焦度测量装置的眼镜镜片支座上, 移动被检柱镜标准镜片, 使柱镜标准镜片的光标像与十字标线相重合, 并使垂直方向的棱镜度为最小, 调整轴位位于 0° 或 180° 方向, 此时读取被检柱镜标准镜片的柱镜度数值。每片柱镜标准镜片至少重复测量 3 次, 并分别记录读数 y_{c1} , y_{c2} 和 y_{c3} , 平均值 $\bar{y} = (y_{c1} + y_{c2} + y_{c3})/3$, 再加上眼镜片顶焦度测量装置在该点的修正值 y_c , 即得到该柱镜标准镜片的柱镜度实际值 $y = \bar{y} + y_c$ 。该实际值与被检柱镜标准镜片的柱镜度标称值之差应符合 5.1.2.1 中 a) 的规定。

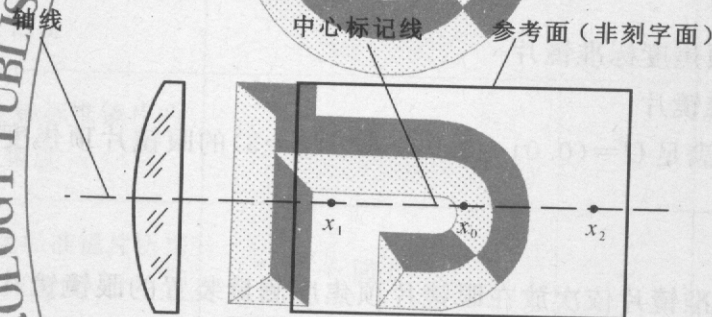
2) 柱镜标准镜片所携带的球镜度

在眼镜片顶焦度测量装置上读取柱镜标准镜片柱镜度的同时, 读取球镜度, 其球镜度数值应符合 5.1.2.1 中 b) 的规定。

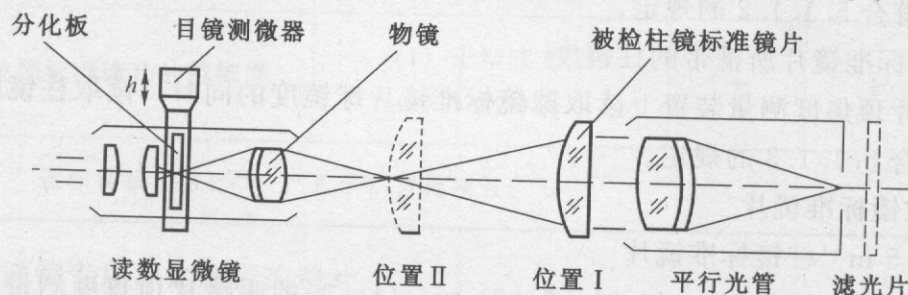
b) $+5 \text{ m}^{-1}$ 柱镜标准镜片

1) 轴线与中心标记线之间的角度

使用光具座和中心波长为 $(546 \pm 12) \text{ nm}$ 、半宽度不超过 12 nm 的干涉滤光片进行检定。测量原理见图 2 和图 3。

图 2 $+5 \text{ m}^{-1}$ 柱镜标准镜片示意图

将被检 $+5 \text{ m}^{-1}$ 柱镜标准镜片置于光具座的可调平台上, 使其参考面 (非刻字面) 与平台平面相接触。照明光束经过滤光片、平行光管成平行光束, 经位置 I 处的被检柱镜标准镜片后形成焦线。此时通过读数显微镜物镜调焦, 使之清晰地成像于目镜分划板上。调整可调平台使焦线呈水平, 且左右两端粗细一致, 由目镜测微器读取焦线的高度, 记为 h 。然后移动可调平台, 让柱镜标准镜片从位置 I 移至位置 II, 使柱镜标准镜片的中心标记线清晰地成像于读数显微镜的目镜分划板上, 并用目镜测微器读取相应柱镜标准镜片在 x_1 , x_0 和 x_2 位置处的中心标记线高度, 分别记为 h_1 , h_0 和 h_2 。

图 3 $+5 \text{ m}^{-1}$ 柱镜标准镜片轴线与中心标记线之间角度的测量原理示意图

设被检柱镜标准镜片轴线与中心标记线之间的角度为 A ，则

$$A = \arctan \left[\frac{h_2 - h_1}{(x_2 - x_1) V} \right] \quad (1)$$

式中： V ——读数显微镜物镜放大率。

以上测量至少应重复 3 次，取平均值，该值应符合 5.1.2.2 中 a) 的规定。

2) 轴线与中心标记线之间的偏离

在进行上述 1) 检定的同时，得到 h 和 h_0 两读数。设被检柱镜标准镜片轴线与中心标记线之间的偏离为 c ，则

$$(2)$$

式中： V ——读数显微镜物镜放大率。

以上测量至少应重复 3 次，取平均值，该值应符合 5.1.2.2 中 b) 的规定。

3) 中心标记线与参考面（非刻字面）之间的角度

采用示值误差不超过 $\pm 0.005 \text{ mm}$ 的投影仪或工具显微镜进行检定。

将被检柱镜标准镜片置于上述投影仪或工具显微镜的工作台上，读得中心标记线上 x_1 和 x_2 两位置相对参考面（非刻字面）的距离 y_1 和 y_2 ，设被检柱镜标准镜片中心标记线与参考面（非刻字面）之间的角度为 B ，则

$$B = \arctan \left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right) \quad (3)$$

以上测量至少应重复 3 次，取平均值，该值应符合 5.1.2.2 中 c) 的规定。

7.3.2.3 棱镜标准镜片的棱镜度

使用 5° 测角仪和中心波长为 $(546 \pm 12) \text{ nm}$ 、半宽度不超过 12 nm 的干涉滤光片进行检定。

采用自准直法测偏向角的原理进行测量，见图 4。



图 4 棱镜标准镜片棱镜度的测量原理示意图

检定时，把棱镜标准镜片放在 V 形座上，并连同 V 形座一起放到测角仪的工作台上，平行光管上装有干涉滤光片。

在未放被检棱镜标准镜片之前，先用瞄准镜管对准位置 I，得到角度读数 α_1 ，然后放上被检棱镜标准镜片，再用瞄准镜管对准位置 II，得到角度读数 α_2 。设被检棱镜标准镜片的偏向角为 δ ，则

$$\delta = |\alpha_2 - \alpha_1| \quad (4)$$

测量时,要求对被检棱镜标准镜片的位置进行调整,以使瞄准镜在位置Ⅱ处与被检棱镜标准镜片的AC面对准,并获得自准直像。棱镜度 $P = 100 \tan \delta$ (cm/m)。每个镜片至少应重复测量3次,取平均值,该值与被检棱镜标准镜片的棱镜度标称值之差应符合5.1.3中表1的规定。

7.3.3 接触镜专用顶焦度标准镜片

使用不确定度满足 $U = (0.02 \sim 0.03) \text{ m}^{-1}$ ($k=3$)的接触镜顶焦度测量装置(以下简称接触镜测量装置)对接触镜专用顶焦度标准镜片进行检定。

7.3.3.1 球镜度

将被检接触镜专用球镜标准镜片放在接触镜测量装置的接触镜专用支座上,移动被检标准镜片,使标准镜片光学中心与接触镜测量装置的光轴对中,再转动被检标准镜片,使其柱镜度显示为零或最小,此时读取被检标准镜片的球镜度数值。每片标准镜片至少重复测量5次,并分别记录读数 d_{s1} , d_{s2} , d_{s3} , d_{s4} 和 d_{s5} ,取平均值 $\bar{d} = (d_{s1} + d_{s2} + d_{s3} + d_{s4} + d_{s5})/5$,再加上接触镜测量装置在该点的修正值 d_s ,即得到该被检接触镜专用球镜标准镜片的球镜度实际值 $d = \bar{d} + d_s$ 。该实际值与被检标准镜片的球镜度标称值之差应符合5.2.1的规定。

7.3.3.2 球镜度量值的年变化量

在上述检定过程中,被检接触镜专用球镜标准镜片的实际值与上次检定值之差应符合5.2.2的规定。对于检定周期不足1年的情况,其年变化量亦按本次的实际值与上次检定值之差计算,应符合5.2.2的规定。

7.4 检定结果的处理

7.4.1 将检定中所测得的数据参照附录A和附录B中的表格记录下来,测量结果的不确定度评定参见附录E。

7.4.2 在顶焦度标准镜片的上述计量性能和通用技术要求的检定结果中,有一项不合格,则判定该套顶焦度标准镜片为不合格。

7.4.3 检定合格的顶焦度标准镜片发给检定证书,格式参见附录C和附录D;检定不合格的顶焦度标准镜片发给检定结果通知书,并注明不合格项。

7.4.4 检定证书中应分别给出球镜标准镜片、柱镜标准镜片和棱镜标准镜片的球镜度、柱镜度和棱镜度的实际值。

7.5 检定周期

顶焦度标准镜片的检定周期不超过1年。

附录 A

眼镜片用顶焦度标准镜片原始记录推荐格式

记录编号	证书编号	型号规格	温度	℃
检定依据	标准器编号	湿度	%RH	
送检单位	使用的基/标准装置			
通用技术要求				
检定项目	标称值	测量值	平均值	实际值
球镜 标准镜片/m ⁻¹	+2.50			
	+5.00			
	+10.00			
	+15.00			
	+20.00			
	+25.00			
球镜标准镜片所携带的柱镜度最大为 _____ m ⁻¹ 。				
球镜标准镜片球镜度量值的年变化量最大为 _____ m ⁻¹ 。				

续表

标称值	测量值		平均值	实际值	标称值	测量值		平均值	实际值
$\pm 1.5\text{m}^{-1}$ 柱镜标准镜片 片/ m^{-1}	+1.50				-1.50				
柱镜标准镜片所携带的球镜度最大为									
	测量值	x_1	h_1	h_2	h_0	h	y_2	实际值	
$+5\text{m}^{-1}$ 柱镜标准镜片	1							$A=$	
	2							$c=$	
	3							$B=$	
	平均值							说明: $V=$	
棱镜标准镜片	棱镜度/ (cm/m)					棱镜度/ (cm/m)			P /(cm/m)
		α_2	2	3	平均值		1	2	3
	2.00					15.00			
	5.00					20.00			
	10.00								
说明:									
检定结论	准予该计量器具作使用								
检定员	核 验 员		检 定 日 期		年 月 日				
备 注	记录中所用字母和符号的含义均与本规程一一对应。有效期至 年 月 日								

附录B

接触镜专用顶焦度标准镜片原始记录推荐格式

记录编号	证书编号	型号规格	温度	℃
检定依据		标准器编号	湿度	%RH
送检单位		使用的基/标准装置		
通用技术要求				
检定项目	标称值	测量值	平均值	实际值
球镜 标准镜片 /m ⁻¹	+5.00			
	+10.00			
	+15.00			
	+20.00			
球镜度量值的年变化量最大为 _____ m ⁻¹ 。				
检定结论	准予该计量器具作 _____ 使用。			
检定员		检定日期	_____ 年 _____ 月 _____ 日	
核验员		有效期至	_____ 年 _____ 月 _____ 日	
备注				

附录 C

眼镜片用顶焦度标准镜片检定证书内页推荐格式

1 通用技术要求:

2 球镜标准镜片:

m^{-1}						
标称值	+2.50	+5.00	+10.00	+15.00	+20.00	+25.00
实际值						
标称值	-2.50	-5.00	-10.00	-15.00	-20.00	-25.00
实际值						

3 $\pm 1.5 m^{-1}$ 柱镜标准镜片:

m^{-1}		
标称值	+1.5	-1.5
实际值		

4 棱镜标准镜片:

cm/m					
标称值	2.00	5.00	10.00	15.00	20.00
实际值					

5 $\pm 5 m^{-1}$ 柱镜标准镜片:

附录 D

接触镜专用顶焦度标准镜片检定证书内页推荐格式

- 1 通用技术要求：
- 2 接触镜专用球镜标准镜片：

 m^{-1}

标称值	+5.00	+10.00	+15.00	+20.00
实际值				
标称值	-5.00	-10.00	-15.00	-20.00
实际值				

附录 E

顶焦度标准镜片测量结果的不确定度评定示例

根据 JJF 1059—1999《测量不确定度评定与表示》的要求,以一套眼镜片用顶焦度标准镜片为例,用一台不确定度满足 $U=(0.01\sim0.02)\text{m}^{-1}(k=3)$ 的眼镜片顶焦度测量装置在眼镜镜片测量支座上对其球镜标准镜片的球镜度进行检定,来分析该套顶焦度标准镜片中球镜标准镜片测量结果的不确定度。其中评定内容包括不确定度来源、分类以及不确定度合成等。

E.1 建立数学模型

用一台不确定度满足 $U=(0.01\sim0.02)\text{m}^{-1}(k=3)$ 的眼镜片顶焦度测量装置在眼镜镜片测量支座上对其球镜标准镜片的球镜度进行检定时,可建立如下数学模型:

$$x=\bar{x}+x_s$$

式中: x ——球镜标准镜片的球镜度实际值;

$\bar{x}$ ——球镜标准镜片的球镜度测量平均值;

x_s ——眼镜片顶焦度测量装置在该点的修正值。

E.2 不确定度来源

根据上述数学模型,可知其不确定度来源主要包括以下几个方面:

E.2.1 测量重复性引入的标准不确定度 u_1

用眼镜片顶焦度测量装置对球镜标准镜片的球镜度进行检定时,每片镜片都要进行多次重复测量,利用统计学方法,通过多次重复测量的结果可以计算出平均值的标准不确定度,该项属于 A 类不确定度。

E.2.2 由眼镜片顶焦度测量装置的修正值引入的标准不确定度 u_2

该项不确定度主要来自眼镜片顶焦度测量装置本身和校准该测量装置时所使用的顶焦度基准镜片组,一般可从上一级的检定证书中得到。该项一般属于 B 类不确定度。

E.2.3 由眼镜片顶焦度测量装置的分辨力引入的标准不确定度 u_3

E.2.4 环境温湿度的影响:在规程规定的正常检定环境条件下,由环境温湿度的微小变化给顶焦度的测量带来的影响很小,可以忽略不计。

E.3 不确定度评定

E.3.1 A 类不确定度评定

u_1 是测量重复性引入的标准不确定度,以标称值为 $+20.00\text{m}^{-1}$ 的球镜标准镜片为例,重复测量 10 次,测量数据如表 E.1 所示。

表 E.1 测量数据

项目	1	2	3	4	5
球镜度/ m^{-1}	19.99	20.00	19.99	19.99	20.00
项目	6	7	8	9	10
球镜度/ m^{-1}	20.00	20.00	19.99	20.00	20.00

可得球镜度的测量平均值：

$$\bar{x} = 19.996 \text{ m}^{-1}$$

根据贝塞尔公式可得单次测量的实验标准差：

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.005\ 16 \text{ m}^{-1}$$

式中， $n=10$ 。

实际检定过程中规定至少测量 3 次，则平均值的标准不确定度为：

$$u_1 = \frac{s(x)}{\sqrt{3}} = 0.002\ 98 \text{ m}^{-1}$$

所以，多次重复测量得到的球镜度测量平均值的标准不确定度 $u_1 = 0.002\ 98 \text{ m}^{-1}$ 。

E.3.2 B类不确定度评定

E.3.2.1 由眼镜片顶焦度测量装置的修正值引入的标准不确定度 u_2

u_2 是由修正值引入的标准不确定度，该项可从眼镜片顶焦度测量装置的检定证书中得到。已知该测量装置在 $+20.00 \text{ m}^{-1}$ 的修正值 $x_s = 0.018 \text{ m}^{-1}$ ，扩展不确定度 $U = (0.01 \sim 0.02) \text{ m}^{-1}$ ， $k=3$ ，可得：

$$u_2 = \frac{U}{k} = (0.003\ 33 \sim 0.006\ 67) \text{ m}^{-1}$$

E.3.2.2 由眼镜片顶焦度测量装置的分辨力引入的标准不确定度 u_3

该眼镜片顶焦度测量装置的分辨力为 0.01 m^{-1} ，按均匀分布计算可得由该测量装置的分辨力引入的标准不确定度 u_3 ：

$$u_3 = \frac{0.01/2}{\sqrt{3}} = 0.002\ 89 \text{ m}^{-1}$$

E.3.3 合成标准不确定度

假设以上各分量无关，并取 u_2 的最大值进行计算，可得该球镜标准镜片的球镜度实际值的合成标准不确定度 u_c ：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = \sqrt{0.002\ 98^2 + 0.006\ 67^2 + 0.002\ 89^2} = 0.007\ 9 \text{ m}^{-1}$$

E.3.4 扩展不确定度

扩展不确定度 U 等于包含因子 k 与合成标准不确定度 u_c 之积，在此取 $k=3$ 。

$$U = k u_c = 3 \times 0.007\ 9 = 0.024 \text{ m}^{-1} \quad (k=3)$$

E.4 报告结果

由上述测量结果的计算和分析可得该球镜标准镜片的球镜度检定结果如下：

实际值： $x = \bar{x} + x_s = 19.996 + 0.018 = 20.014 \text{ m}^{-1}$

扩展不确定度： $U = 0.024 \text{ m}^{-1} \quad (k=3)$

该检定结果符合 5.1.1.1 对球镜标准镜片球镜度的要求。

其他检定项目的不确定度分析可以参照上述方法进行，在此不作叙述。