



# 中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 863—2005

---

## V 棱镜折射仪

V - prism Refractometer

2005 - 03 - 03 发布

2005 - 09 - 03 实施

---

国家质量监督检验检疫总局 发布

# V 棱镜折射仪检定规程

Verification Regulation of

V - prism Refractometer

JJG 863—2005  
代替 JJG 863—1994

---

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2005 年 3 月 3 日批准，并自 2005 年 9 月 3 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：**

刘文丽 （中国计量科学研究院）

杨 磊 （中国计量科学研究院）

马振亚 （中国计量科学研究院）

## 目 录

1 范围	(1)
2 概述	(1)
3 计量性能要求	(3)
3.1 测微读数系统的行差	(3)
3.2 测微读数系统的空程	(3)
3.3 校正块的 90°角误差	(3)
3.4 V 棱镜两通光端面的平行差和 V 形槽 90°角误差	(3)
3.5 折射率测量误差	(3)
3.6 折射率测量重复性	(3)
4 通用技术要求	(3)
4.1 外观	(3)
4.2 仪器附件	(3)
4.3 光学系统成像质量	(3)
4.4 视差	(4)
4.5 平行差	(4)
5 计量器具控制	(4)
5.1 检定条件	(4)
5.2 检定项目	(4)
5.3 检定方法	(4)
5.4 检定结果的处理	(8)
5.5 检定周期	(8)
附录 A 常用折射液的折射率及配制方法	(9)
附录 B 测微读数系统行差检定记录和计算实例	(10)
附录 C 测微读数系统的空程检定记录和计算实例	(11)
附录 D V 棱镜折射仪检定记录格式	(12)
附录 E V 棱镜折射仪检定证书、检定结果通知书内页格式	(17)
附录 F 检定结果的测量不确定度评定实例	(18)

## V 棱镜折射仪检定规程

### 1 范围

本规程适用于 V 棱镜折射仪的首次检定、后续检定和使用中检验。V 棱镜折射仪的定型鉴定、样机试验中对有关计量性能的要求可参照本规程执行。

### 2 概述

V 棱镜折射仪（以下简称折射仪）是利用立式精密测角仪采用 V 棱镜法测量折射率的一种仪器。

V 棱镜法测量折射率的测量原理见图 1。

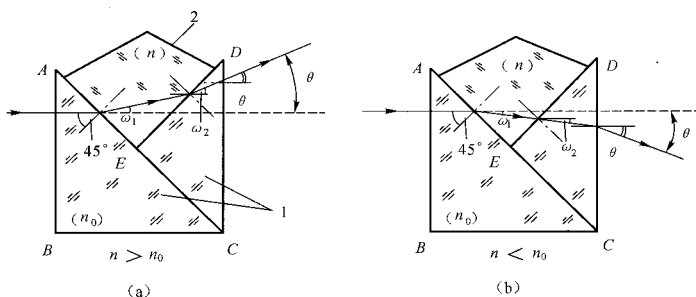


图 1 V 棱镜法测量折射率

1—V 形棱镜；2—被测样品

V 棱镜是一块带有“V”形缺口的长方形棱镜，由两块材料完全相同、折射率均为  $n_0$  的直角棱镜胶合而成，V 形缺口的张角为  $\angle AED = 90^\circ$ ，两个尖棱的角度为  $\angle BAE = \angle CDE = 45^\circ$ 。将被测样品磨出构成  $90^\circ$  的两个平面放在 V 形缺口内，由于样品角度加工的误差，被测样品的两个面和 V 形缺口的两个面之间会有空隙，需要在中间填充一些折射率和被测样品折射率接近的液体，成为折射液。折射液作用是即使样品加工  $90^\circ$  角不准确，加上折射液之后，近似于一个准确的  $90^\circ$  角，还可防止光线在界面上发生全反射。

以单色平行光垂直射入 V 棱镜的 AB 面，如果被测样品的折射率  $n$  和已知的 V 棱镜折射率  $n_0$  相同，则整个 V 棱镜加上被测样品就像一块平行平板玻璃一样，光线在两接触面上不发生偏折，最后的出射光线也将不发生任何偏折。如果两者折射率不相等，则光线在接触面上发生偏折，最后的出射光线相对于入射光线就要产生一偏折角  $\theta$ ，偏折角  $\theta$  的大小和被测样品的折射率  $n$  有关。V 棱镜法就是通过准确测量偏折角  $\theta$  的值，按

公式 (1) 计算出被测样品的折射率  $n$ ：

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

式中： $n_0$ ——V 棱镜的折射率；

$n$ ——被测样品的折射率；

$\theta$ ——出射光线的偏折角。当  $n > n_0$  时， $\theta$  为正值；当  $n < n_0$  时， $\theta$  为负值。

V 棱镜折射仪主要由平行光管、V 棱镜、对准望远镜、度盘和读数显微镜等组成。一台仪器一般配有三个 V 棱镜，各 V 棱镜配有一块从制造 V 棱镜的同一块玻璃上切割下来加工而成的校正块，用于调整零位。同时仪器附带有多种谱线灯、相应的灯源、滤光片，以及仪器说明书、折射率计算用表等技术资料。

以 JCZ-1 型 V 棱镜折射仪为例，其光学系统见图 2。

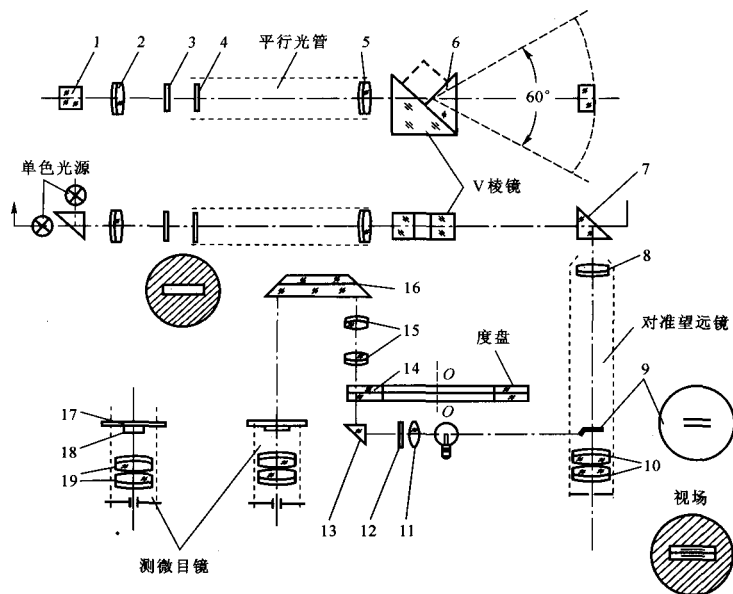


图 2 JCZ-1 型 V 棱镜折射仪光学系统图

- 1—光源透镜；2—聚光镜；3—滤光片；4—分化板；5—准直物镜；6—V 棱镜；7—直角棱镜；
- 8—望远物镜；9—分化板；10—目镜；11—聚光镜；12—毛玻璃；13—棱镜；14—度盘；
- 15—读数显微镜物镜；16—棱镜；17—螺旋线分化板；18—固定分化板；19—目镜

折射仪的平行光管给出与 V 棱镜入射面垂直的一束单色平行光，其分化板上刻有一条和 V 棱镜的 V 形缺口底棱相平行的细线作为目标线，对准望远镜用于对准平行光

管的目标线经过 V 棱镜和被测样品的像, 读数显微镜用来读出度盘转角的读数, 通过准确测量偏折角  $\theta$  的值, 按公式 (1) 计算出被测样品的折射率。

将一组经由法定计量技术机构检定合格的标准块作为被测样品, 用被检折射仪对其进行折射率测量, 各项指标必须满足规程要求。

### 3 计量性能要求

#### 3.1 测微读数系统的行差

度盘最小分度值的名义值  $S$  与测微读数系统相应测量范围  $S'$  之差, 称为测微读数系统的行差, 以符号  $\rho$  表示。

仪器测微读数系统的行差不得大于  $1.8''$ 。

#### 3.2 测微读数系统的空程

测微读数系统空程以对度盘同一刻线, 用测微手轮旋进与旋出方向对准读数的差值  $h$  来表示。

仪器测微读数系数的空程不得大于  $3''$ 。

#### 3.3 校正块的 $90^\circ$ 角误差

校正块的  $90^\circ$  角示值误差不得大于  $\pm 10''$ 。

#### 3.4 V 棱镜两通光端面的平行差和 V 形槽 $90^\circ$ 角误差

V 棱镜两通光端面的平行差不得大于  $30''$ ; V 型槽  $90^\circ$  角的示值误差不得大于  $\pm 10''$ 。

#### 3.5 折射率测量误差

各谱线的折射率测量误差不得大于  $\pm 5 \times 10^{-5}$ 。

#### 3.6 折射率测量重复性

折射率测量重复性不得大于  $1 \times 10^{-5}$ 。

### 4 通用技术要求

#### 4.1 外观

4.1.1 折射仪应标有仪器名称、型号、编号、生产日期、制造厂名, 应有安全性以及强制性标记等。

4.1.2 光学零件表面不应有霉斑、脱膜、脱胶、划痕等疵病。

4.1.3 折射仪及附件表面的涂镀层应平整、均匀, 不应有划痕、斑迹、脱漆或脱皮等缺陷。外部零件接合处应整齐, 无粗糙不平现象。

4.1.4 仪器各机械部分应平稳转动, 无卡滞或跳动现象, 锁紧部分应能有效自锁。

#### 4.2 仪器附件

4.2.1 仪器应配有厂家提供的配套的 V 棱镜及其校正块, 相应的谱线灯、灯源、滤光片。

4.2.2 仪器应配有仪器说明书、折射率计算用表等必要的技术资料。

#### 4.3 光学系统成像质量

所有光学系统成像应清晰, 视场内亮度均匀, 不应有由杂光引起的亮背景和明显的重影。

#### 4.4 视差

4.4.1 用观察望远镜观察平行光管不应有目视可见的视差。

4.4.2 在瞄准望远镜出瞳处观察平行光管分划板像时，瞄准望远镜不应有目视可见的视差。

4.4.3 通过测微读数系统目镜观察指标线像与分划板刻线像之间不应有目视可见的视差。

#### 4.5 平行差

4.5.1 在瞄准望远镜出瞳处观察平行光管分划板像时，指标线像与分划板上双刻线像之间不应有目视可见的平行差。

4.5.2 通过测微读数系统目镜观察，指标线像与分划板刻线像之间不应有目视可见的平行差。

### 5 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定以及使用中检验。

#### 5.1 检定条件

##### 5.1.1 检定设备

##### 5.1.1.1 玻璃材料折射率标准块（以下简称标准块）

标准块需经检定合格，其可见光谱区内至少五条常用谱线 D, d, F, C, e 的折射率值测量不确定度为  $5 \times 10^{-6}$  ( $k=3$ )，应有一个误差不大于  $\pm 10''$  的  $90^\circ$  角，折射率一般在 1.47~1.80 之间大致均匀分布，至少由五块优质光学玻璃制成，其材料一般为 QK1, K9, F2, ZF2, ZF6 等。

##### 5.1.1.2 折射液

与标准块及折射仪的 V 棱镜相应的不同折射率的折射液。各折射液与各标准块、各 V 棱镜的折射率之差不得大于  $\pm 0.01$ ，常用折射液的折射率和配制方法见附录 A。

##### 5.1.1.3 光源及滤光片

氦灯、氢灯、钠灯，相应的灯源，以及相应的 d, F, C, D 滤光片。

##### 5.1.1.4 5"级测角仪或自准直仪

##### 5.1.1.5 观察望远镜

放大率  $\Gamma \geq 20\times$ ，通光孔径  $D \geq 40$  mm。

#### 5.1.2 环境条件

##### 5.1.2.1 温度：(20±2)℃。

将检定设备和被检仪器置于恒温室 24 h 后方可进行检定。

##### 5.1.2.2 湿度：< 85% RH

#### 5.2 检定项目

见表 1。

#### 5.3 检定方法

##### 5.3.1 外观

目视观察和手动结合，应符合 4.1 规定。



表 1

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
外观	+	+	-
附件	+	+	+
光学系统成像质量	+	+	-
视差	+	+	-
平行差	+	+	-
测微读数系统的行差	+	-	-
测微读数系统的空程	+	-	-
校正块的 90°角误差	+	-	-
V 棱镜通光端面平行差 及 V 形槽的 90°角误差	+	-	-
折射率测量误差	+	+	+
折射率测量重复性	+	+	+
注：“+”表示需检项目，“-”表示不需检项目。			

### 5.3.2 附件

仪器应有 4.2 规定的附件。

### 5.3.3 光学系统成像质量

对于测微读数系统，在仪器内部光源照明下通过目镜观察。对于平行光管和瞄准望远镜，用 d 谱线光照射平行光管分划板，通过瞄准望远镜目镜在整个视场内观察。应符合 4.3 要求。

### 5.3.4 视差

5.3.4.1 用 d 谱线光照射平行光管分划板，将观察望远镜架设在平行光管物镜前，使两者光轴大致重合。观察望远镜的分划板和平行光管分划板像，应同样清晰，左右摆头检查，不应发现视差。

5.3.4.2 用 d 谱线光源照明，在瞄准望远镜出瞳处观察平行光管分划板像时，不应有目视可见的视差。

5.3.4.3 利用折射仪内部光源照明，通过测微读数系统目镜观察指标线像与分划板刻线像之间不应有目视可见的视差。

### 5.3.5 平行差

5.3.5.1 用 d 谱线光源照明，在瞄准望远镜出瞳处将平行光管分划板指标线像置于瞄准望远镜双刻线像之间，不应有目视可见的平行差。

5.3.5.2 利用折射仪内部光源照明，在测微读数系统出瞳处观测指标刻线像与分划板刻线像，不应有目视可见的平行差。

## 5.3.6 测微读数系统的行差

行差的计算公式为：

$$\rho = S - S' \quad (2)$$

在度盘上分别选取 335° (或 -25°), 340° (或 -20°), 345° (或 -15°), 350° (或 -10°), 355° (或 -5°), 0°, 5°, 10°, 15°, 20° 和 25° 共 11 条刻线, 通过测微读数系统对度盘最小分度值进行测量。

将测微读数系统的零位置于上述各度盘刻线位置上, 并取 3 次对准读数的算术平均值为  $\bar{a}_i$ , 然后移动测微读数系统至末端, 对准度盘的相邻刻线, 取 3 次对准读数的算术平均值为  $\bar{b}_i$ , 根据公式 (3) 求得  $S_i$ ; 计算各位置  $S_i$  测量值的算术平均值求得  $S'$ , 见公式 (4); 再根据公式 (2) 求得  $\rho$  值, 应符合 3.1 的要求。计算实例见附录 B。

$$S_i = \bar{b}_i - \bar{a}_i \quad (i = 1 \sim 11) \quad (3)$$

$$S' = \frac{1}{11} \sum_{i=1}^{11} S_i \quad (4)$$

## 5.3.7 测微读数系统的空程

首先选择一条质量较好的度盘刻线, 将测微器按旋进方向对准该刻线, 读取读数  $a_i$ , 然后将测微器按旋出方向对准该刻线, 读取读数  $a'_i$ , 按同样方法重复进行 6 次。测微器空程  $h$  按公式 (5) 计算, 应符合 3.2 的要求。计算实例见附录 C。

$$h = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 (a_i - a'_i) \quad (5)$$

## 5.3.8 校正块的 90°角误差

利用测角仪或自准直仪对各校正块的 90°角进行三次测量取平均, 其角误差应符合 3.3 的要求。

## 5.3.9 V 棱镜两通光端面的平行差和 V 形槽 90°角误差

利用测角仪或自准直仪分别对各 V 棱镜两通光端面的平行差及 V 形槽 90°角分别进行三次测量取平均, 应符合 3.4 的要求。

## 5.3.10 折射率测量误差

用折射仪分别测量各标准块的各谱线的折射率。

各折射率标准块与 V 棱镜及其校正块的选配方法见表 2。

表 2

折射率标准块	选用的 V 棱镜及其校正块
QK1 K9	K5
F2 ZF2	ZF1
ZF6	ZF6
注: V 棱镜选择原则是: 其折射率 $n_0$ 与被测样品折射率标称值之差不得大于 $\pm 0.2$ 。	

各谱线灯与滤光片的搭配方法见表 3。

表 3

谱线灯	滤光片	谱线
钠灯	D 滤光片	D
氢灯	d 滤光片 (D)	d
氢灯	F 滤光片	F
氢灯	C 滤光片	C

### 5.3.10.1 读取零位偏差 $\theta$ 。

5.3.10.1.1 在折射仪上选放一块 V 棱镜及其校正块,用脱脂棉蘸少许无水酒精与乙醚的混合液擦净 V 棱镜及校正块的通光面,将校正块通光面涂上少许相应的折射液,放入 V 棱镜的 V 形槽内,仔细贴置,排除其间气泡。

5.3.10.1.2 点亮钠灯 D 谱线照明,调节仪器的聚光镜位置,使光线均匀地充满狭缝。

5.3.10.1.3 调节仪器的望远系统目镜,直至视场中看清双分线及狭缝单丝像。转动望远镜管并利用微动手轮使狭缝单丝像精确地平分双分线。再用测微手轮使读数目镜视场内的单刻线平分双刻线,此时读数目镜视场中读数应为  $0^{\circ}0'0''$ ,否则应先调零。一般情况下零位如有微小偏差,可读出零位偏差,计算时进行修正。测量  $m$  次 ( $m \geq 4$ ),读取角度值,即为 D 谱线的  $m$  个  $\theta_{0D}$ 。

5.3.10.1.4 按照表 3 的规定,参照 5.3.10.1.2 和 5.3.10.1.3 的步骤,分别读出 F 谱线、C 谱线及 d 谱线的各  $m$  个  $\theta_{0F}$ ,  $\theta_{0C}$  及  $\theta_{0d}$ 。

5.3.10.1.5 取下校正块,用脱脂棉蘸酒精混合液擦净校正块和 V 形槽。

### 5.3.10.2 读取角 $\theta_1$

5.3.10.2.1 参照表 2 选取与 V 棱镜匹配的标准块,重复 5.3.10.1 的相关步骤,分别读取 D 谱线、F 谱线、C 谱线及 d 谱线的  $m$  个  $\theta_{1D}$ ,  $\theta_{1F}$ ,  $\theta_{1C}$ ,  $\theta_{1d}$ 。

### 5.3.10.3 计算偏折角 $\theta$

按公式 (6) 依次计算出相应谱线的偏折角  $\theta$

$$\theta = \theta_1 - \theta_0 \quad (6)$$

其中:

$$\theta_D = \theta_{1D} - \theta_{0D}$$

$$\theta_F = \theta_{1F} - \theta_{0F}$$

$$\theta_C = \theta_{1C} - \theta_{0C}$$

$$\theta_d = \theta_{1d} - \theta_{0d}$$

### 5.3.10.4 计算折射率 $n_D$ , $n_F$ , $n_C$ , $n_d$ 测量值

根据折射仪配备的折射率计算用表,查出相应的  $n_{0D}$ ,  $n_{0F}$ ,  $n_{0C}$ ,  $n_{0d}$ ,按公式 (1) 计算出相应谱线的折射率测量值,或根据  $\theta$  角用内插法在折射率计算用表上查得各折射率值,即为各谱线的折射率测量值。

### 5.3.10.5 计算折射仪的折射率测量误差

$m$  次测量的折射率平均值与标准块折射率标准值之差为折射率测量误差，应符合 3.5 的规定。

5.3.10.6 选用五块标准块，更换合适的 V 棱镜，重复折射率测量步骤，得到与其对应的折射率测量误差，应符合 3.5 的规定。

### 5.3.11 折射率测量重复性

任选一块折射率标准块，用 d 谱线重复折射率测量步骤，测量十次按公式 (7) 计算实验标准差  $s$ ，折射仪的折射率测量重复性用单次测量的实验标准差来表示，其值应符合 3.6 要求。

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^{10} (n_i - \bar{n})^2 / (10 - 1)} = \sqrt{\sum_{i=1}^{10} (n_i - \bar{n})^2 / 9} \quad (7)$$

式中： $n_i$ ——各 d 谱线折射率测量值 ( $i = 1 \sim 10$ )，

$\bar{n}$ ——10 个 d 谱线折射率测量值的平均值。

## 5.4 检定结果的处理

5.4.1 根据 5.2 “检定项目” 的规定逐条进行检定，把所得各项数据参照附录 D 中的表格记录下来，计算结果。各项均符合本规程要求的，判定为合格，否则为不合格。

合格的仪器发给检定证书，并给出检定结果的测量不确定度。

不合格的仪器发给检定结果通知书，并注明不合格项。

检定证书、检定结果通知书内页格式参照附录 E。

检定结果的测量不确定度实例分析见附录 F。

## 5.5 检定周期

仪器的检定周期一般不超过 2 年。

## 附录 A

## 常用折射液的折射率及配制方法

根据被测液体折射率的名义值，在常用折射液表中选择两种折射率的液体，用体积比法配制。

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_2 - n_0}{n_0 - n_1}$$

$$n_0 = \frac{V_2 n_2 + V_1 n_1}{V_1 + V_2} \quad (n_2 > n_0 > n_1)$$

式中： $n_0$ ——所需配制液体的折射率；

$n_1$ ——第一种液体的折射率；

$n_2$ ——第二种液体的折射率；

$V_1$ ——第一种液体的体积；

$V_2$ ——第二种液体的体积。

在体积比法的基础上，用阿贝折射仪测定所配液体的折射率  $n'_0$ ，根据差值  $n'_0 - n_0$  再进一步配制折射液，使所配制的各折射液的折射率与各折射率标准块、各 V 棱镜的折射率标称值之差符合规程要求。

常用折射液的折射率名义值见表 A.1。

表 A.1

折射液名称	折射率 ( $n_D$ ) 名义值
甘油	1.460
液体石蜡	1.480
水杨酸甲酯	1.537
$\alpha$ 溴代萘 ( $C_{10}H_7Br$ )	1.656
二碘甲烷 ( $CH_2I_2$ )	1.741
二碘甲烷加硫磺饱和液	1.787
溴化硒 ( $Se_2Br_2$ )	1.960

注： $\alpha$  溴代萘有腐蚀性，二碘甲烷有毒性。

## 附录 B

测微读数系统行差检定记录和计算实例

	$a_i$				$b_i$				$S_i$
	1	2	3	$\bar{a}_i$	1	2	3	$\bar{b}_i$	$\bar{b}_i - \bar{a}_i$
335°	0.01'	0.02'	0.01'	0.01'	9.99'	9.98'	9.98'	9.98'	9.97'
340°	0.00'	-0.01'	0.00'	0.00'	10.00'	9.99'	9.97'	9.99'	9.99'
345°	0.04'	0.05'	0.04'	0.04'	10.04'	10.03'	10.01'	10.03'	9.99'
350°	-0.02'	-0.03'	-0.02'	-0.02'	10.00'	10.00'	10.00'	10.00'	10.02'
355°	0.04'	0.04'	0.06'	0.05'	10.04'	10.02'	10.02'	10.03'	9.98'
0°	0.03'	0.03'	0.03'	0.03'	10.00'	10.00'	9.99'	10.00'	9.97'
5°	0.07'	0.05'	0.04'	0.05'	10.04'	10.04'	10.02'	10.03'	9.98'
10°	0.05'	0.05'	0.05'	0.05'	10.05'	10.04'	10.06'	10.05'	10.00'
15°	0.01'	0.02'	0.02'	0.02'	9.96'	9.98'	9.99'	9.98'	9.96'
20°	0.04'	0.04'	0.02'	0.03'	10.02'	10.02'	10.00'	10.01'	9.98'
25°	0.01'	0.00'	0.01'	0.01'	10.00'	9.99'	10.00'	10.00'	9.99'
$S' = \frac{1}{11} \sum_{i=1}^{11} S_i = 9.984'$									
已知度盘名义值									
$S = 10'$									
$\rho = S - S' = 10' - 9.984' = 0.96''$									

## 附录 C

## 测微读数系统的空程检定记录和计算实例

	1	2	3	4	5	6
$a_i$	354°20.09'	354°20.12'	354°20.08'	354°20.13'	354°20.11'	354°20.01'
$a'_i$	354°20.05'	354°20.05'	354°20.05'	354°20.05'	354°20.06'	354°20.03'
$a_i - a'_i$	0.04'	0.07'	0.03'	0.08'	0.05'	-0.02'
$h = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 (a_i - a'_i) = 0.042' = 2.5''$						

## 附录 D

## V 棱镜折射仪检定记录格式

V 棱镜折射仪检定记录 (1)

第 1 页 共 5 页

送检单位		记录编号		型号规格		温度					
生产单位		证书编号		仪器编号		相对湿度	%RH				
检定依据				使用的标准装置							
外观及附件		光学系统成像			视差及平行差						
V 棱镜透光端面平行差		V 形槽的 90°角误差			校正块 90°角误差						
测微读数系统的行差		测微读数系统的空程									
标准块	谱线	测量项目	测量次数						折射率值	测量误差	修正值
			1	2	3	4	5	6			
QK1	D	$\theta_{0D}$									
		$\theta_{1D}$									
		$\theta_D$									
		( $n_D$ ) 值									
	F	$\theta_{0F}$									
		$\theta_{1F}$									
		$\theta_F$									
		( $n_F$ ) 值									
	C	$\theta_{0C}$									
		$\theta_{1C}$									
		$\theta_C$									
		( $n_C$ ) 值									
d	$\theta_{0d}$										
	$\theta_{1d}$										
	$\theta_d$										
	( $n_d$ ) 值										



标准块	谱线	测量项目	测量次数						折射率值	测量误差	修正值
			1	2	3	4	5	6			
K9	D	$\theta_{0D}$									
		$\theta_{1D}$									
		$\theta_D$									
		( $n_D$ ) 值									
	F	$\theta_{0F}$									
		$\theta_{1F}$									
		$\theta_F$									
		( $n_F$ ) 值									
	C	$\theta_{0C}$									
		$\theta_{1C}$									
		$\theta_C$									
		( $n_C$ ) 值									
	d	$\theta_{0d}$									
		$\theta_{1d}$									
		$\theta_d$									
		( $n_d$ ) 值									
折射率测量重复性											
标准块	折射率测量值 (d 谱线)							测量重复性	s =		

标准块	谱线	测量项目	测量次数						折射率值	测量误差	修正值
			1	2	3	4	5	6			
F2	D	$\theta_{0D}$									
		$\theta_{1D}$									
		$\theta_D$									
		( $n_D$ ) 值									
	F	$\theta_{0F}$									
		$\theta_{1F}$									
		$\theta_F$									
		( $n_F$ ) 值									
	C	$\theta_{0C}$									
		$\theta_{1C}$									
		$\theta_C$									
		( $n_C$ ) 值									
	d	$\theta_{0d}$									
		$\theta_{1d}$									
		$\theta_d$									
		( $n_d$ ) 值									

V 棱镜折射仪检定记录 (4)

第 4 页 共 5 页

标准块	谱线	测量项目	测量次数						折射率值	测量误差	修正值
			1	2	3	4	5	6			
ZF2	D	$\theta_{OD}$									
		$\theta_{1D}$									
		$\theta_D$									
		( $n_D$ ) 值									
	F	$\theta_{OF}$									
		$\theta_{1F}$									
		$\theta_F$									
		( $n_F$ ) 值									
	C	$\theta_{OC}$									
		$\theta_{1C}$									
		$\theta_C$									
		( $n_C$ ) 值									
	d	$\theta_{Od}$									
		$\theta_{1d}$									
		$\theta_d$									
		( $n_d$ ) 值									

标准块	谱线	测量项目	测量次数						折射率值	测量误差	修正值
			1	2	3	4	5	6			
ZF6	D	$\theta_{0D}$									
		$\theta_{1D}$									
		$\theta_D$									
		( $n_D$ ) 值									
	F	$\theta_{0F}$									
		$\theta_{1F}$									
		$\theta_F$									
		( $n_F$ ) 值									
	C	$\theta_{0C}$									
		$\theta_{1C}$									
		$\theta_C$									
		( $n_C$ ) 值									
	d	$\theta_{0d}$									
		$\theta_{1d}$									
		$\theta_d$									
		( $n_d$ ) 值									
检定结果的不确定度											
结 论											
检定员		核验员						检定日期	___年___月___日		
								有效期至	___年___月___日		
备注											

## 附录 E

## V 棱镜折射仪检定证书、检定结果通知书内页格式

## E.1 V 棱镜折射仪检定证书内页格式

外观检查： \_\_\_\_\_  
附件： \_\_\_\_\_  
光学系统成像质量： \_\_\_\_\_  
视差： \_\_\_\_\_  
平行差： \_\_\_\_\_  
测微系统的行差： \_\_\_\_\_  
测微系统的空程： \_\_\_\_\_  
校正块的  $90^\circ$ 角误差： \_\_\_\_\_  
V 棱镜两通光端面的平行差： \_\_\_\_\_  
V 形槽  $90^\circ$ 角误差： \_\_\_\_\_  
仪器的折射率测量误差： \_\_\_\_\_  
折射率测量重复性： \_\_\_\_\_  
检定结果的测量不确定度： \_\_\_\_\_

## E.2 检定结果通知书内页格式

要求同上，注明不合格项目。

## 附录 F

## 检定结果的测量不确定度评定实例

按本规程规定的相关步骤,用玻璃材料折射率标准块对 V 棱镜折射仪进行各谱线折射率测量,并给出被检 V 棱镜折射仪的各谱线的折射率测量误差。

## F.1 建立数学模型

$$c = n - b$$

式中:  $c$ ——V 棱镜折射仪的折射率测量误差;  
 $n$ ——V 棱镜折射仪的折射率测量值;  
 $b$ ——玻璃材料折射率标准块折射率标准值。

灵敏系数:  $\frac{\partial c}{\partial n} = -\frac{\partial c}{\partial b} = 1$

分量标准不确定度为:

$$u_1(c) = u(b)$$

$$u_2(c) = u(n)$$

$u_1(c)$ 与 $u_2(c)$ 相互独立,则:

$$u_c(c) = \sqrt{u_1^2(c) + u_2^2(c)}$$

## F.2 分量标准不确定度分析

F.2.1 玻璃材料折射率标准块折射率标准值  $b$  的测量不确定度  $u_1(c)$ 

由玻璃材料折射率标准块引起的不确定度,按 B 类评定。

玻璃材料折射率标准块的测量不确定度为  $5 \times 10^{-6}$  ( $k=3$ ),则:玻璃材料折射率标准块的标准不确定度为  $(5 \times 10^{-6})/3 = 1.67 \times 10^{-6}$ 。则:

$$u(b) = 1.67 \times 10^{-6}$$

即:

$$u_1(c) = u(b) = 1.67 \times 10^{-6}$$

F.2.2 折射率测量值  $n$  的测量不确定度  $u_2(c)$ 

折射率测量值  $n$  的测量不确定度  $u(n)$  由测量偏折角度按公式计算折射率值引起的不确定度  $u_1(n)$  和仪器折射率测量重复性引起的不确定度  $u_2(n)$  以及由其他因素引起的测量标准不确定度  $u_3(n)$  三部分组成。

a) 由测量偏折角度,按公式计算折射率值引起的不确定度  $u_1(n)$

V 棱镜折射仪是通过测量平行光束的偏折角度,按公式 (1) 计算得出折射率值的。根据间接测量的标准不确定度传播律公式,折射率计算值的测量标准不确定度  $u_1(n)$  可以写为:

$$u_1(n) = \sqrt{\left(\frac{\partial n}{\partial n_0}\right)^2 u^2(n_0) + \left(\frac{\partial n}{\partial \theta}\right)^2 u^2(\theta)} \quad (\text{F.1})$$

式中:  $u(n_0)$ ——V 棱镜材料的折射率  $n_0$  的标准不确定度;

$u(\theta)$ ——偏折角  $\theta$  的测量标准不确定度;

$$\frac{\partial n}{\partial n_0} = \frac{n_0}{n} \left[ 1 + \frac{\sin^2 \theta}{2(n^2 - n_0^2)} \right] \quad (\text{F.2})$$

$$\frac{\partial n}{\partial \theta} = \frac{\sin 2\theta (n_0^2 - 2\sin^2 \theta)}{4n(n^2 - n_0^2)} \quad (\text{F.3})$$

1) V 棱镜折射仪在制造时, 其 V 棱镜的玻璃材料折射率  $n_0$  必须经过精密测量, 厂家给出的测量不确定度为  $5 \times 10^{-6}$  ( $k=3$ ), 则  $n_0$  的标准不确定度  $u(n_0)$  为:

$$u(n_0) = (5 \times 10^{-6})/3 = 1.67 \times 10^{-6}$$

2) 偏折角  $\theta$  的误差主要由度盘的刻线误差造成:

度盘刻线的分度误差一般为  $\pm 3''$ , 符合反正弦分布 (U 形分布), 则其标准不确定度  $u(\theta)$ :

$$u(\theta) = 3''/\sqrt{2} = 2.12'' = 1.03 \times 10^{-5} (\text{rad})$$

根据大量实例测量, 将数据代入公式 (F.2) 和公式 (F.3), 可近似计算出:

$$\frac{\partial n}{\partial n_0} = 1.000\ 65 \approx 1$$

$$\frac{\partial n}{\partial \theta} = 0.475\ 82 \approx 0.5$$

将数据代入公式 (F.1), 可得:

$$\begin{aligned} u_1(n) &= \sqrt{1^2 \times (1.67 \times 10^{-6})^2 + 0.5^2 \times (1.03 \times 10^{-5})^2} \\ &= 5.41 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

b) 仪器折射率测量重复性引起的不确定度  $u_2(n)$

仪器折射率测量重复性引起的不确定度  $u_2(n)$  主要分量有:

- 1) 对准望远镜的夹线对准误差;
- 2) 读数显微镜的对准误差和测微目镜的测量误差;
- 3) 测微读数系统的行差;
- 4) 测微读数系统的空程。

任选一块折射率标准块, 用 d 谱线重复测量, 得到十个折射率测量值, 计算实验标准差  $s$  (即检定规程中的折射率测量重复性  $s$  值), 其值不应超过  $1 \times 10^{-5}$ 。

如: 单次测量的实验标准差为  $s = 9.9 \times 10^{-6}$ , 实际折射率测量值是  $m$  次取平均, 则平均值的实验标准差为:

$$s/\sqrt{6} = 4.04 \times 10^{-6} \quad (\text{当实际折射率测量次数 } m = 6 \text{ 次时})$$

则

$$u_2(n) = 4.04 \times 10^{-6}$$

c) 由其他因素引起的测量标准不确定度  $u_3(n)$ :

其他因素包括: 由环境如温度、气压等条件影响的误差、V 棱镜的形状误差、折射率标准块的直角误差, 折射液的折射率误差、仪器的安装调整误差等引起的测量标准不确定度。

根据以往计算的经验, 大致有:

$$u_3(n) = 5 \times 10^{-6}$$

$u_1(n)$  与  $u_2(n)$ ,  $u_3(n)$  相互独立, 则

$$\begin{aligned} u(n) &= \sqrt{u_1^2(n) + u_2^2(n) + u_3^2(n)} \\ &= \sqrt{(5.41 \times 10^{-6})^2 + (4.04 \times 10^{-6})^2 + (5 \times 10^{-6})^2} \\ &= 8.4 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

即

$$u_2(c) = u(n) = 8.4 \times 10^{-6}$$

### F.3 合成标准不确定度

以上不确定度分量相互独立, 故合成标准不确定度  $u_c(c)$

$$\begin{aligned} u_c(c) &= \sqrt{u_1^2(c) + u_2^2(c)} \\ &= \sqrt{(1.67 \times 10^{-6})^2 + (8.4 \times 10^{-6})^2} \\ &= 8.56 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

### F.4 扩展不确定度

V 棱镜折射仪折射率示值误差的检定结果的测量不确定度  $U$  等于合成标准不确定度与包含因子  $k=2$  之积

$$\begin{aligned} U &= ku_c(c) \quad (k=2) \\ U &= 2 \times 8.56 \times 10^{-6} = 1.7 \times 10^{-5} \quad (k=2) \end{aligned}$$

结论:

V 棱镜折射仪折射率示值误差检定结果的测量不确定度  $U$  大约等于仪器折射率测量误差最大允许值的 1/3:

$$(1.7 \times 10^{-5}) / (5 \times 10^{-5}) \approx 1/3$$

证明检定可行。