



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 625—2001

阿 贝 折 射 仪

Abbe Refractometer

2001-06-05 发布

2001-10-01 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

阿贝折射仪检定规程

Verification Regulation

of Abbe Refractometer

JJG 625—2001
代替 JJG 625—1989

本规程经国家质量监督检验检疫总局 2001 年 06 月 05 日批准，并自 2001 年 10 月 01 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

本规程主要起草人：

刘文丽 （中国计量科学研究院）

姜石锋 （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	(2)
3.1 工作样块	(2)
3.2 阿米西棱镜引起的折射率测量变动量	(2)
3.3 折射率测量示值误差	(2)
3.4 折射率测量重复性	(2)
3.5 平均色散测量示值误差	(2)
4 通用技术要求	(2)
4.1 外观	(2)
4.2 光学系统	(2)
5 计量器具控制	(2)
5.1 检定条件	(2)
5.2 检定项目	(3)
5.3 检定方法	(3)
5.4 检定结果的处理	(5)
5.5 检定周期	(5)
附录 A 工作样块检定方法	(6)
附录 B 阿贝折射仪检定记录格式	(7)
附录 C 阿贝折射仪检定证书(背面)格式	(9)
附录 D 阿贝折射仪检定不确定度分析	(10)

阿贝折射仪检定规程

1 范围

本规程适用于阿贝折射仪的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 概述

阿贝折射仪是利用全反射临界角的原理，测定透明、半透明液体或固体的折射率（ n_D ）和平均色散（ $n_F - n_C$ ）的仪器。

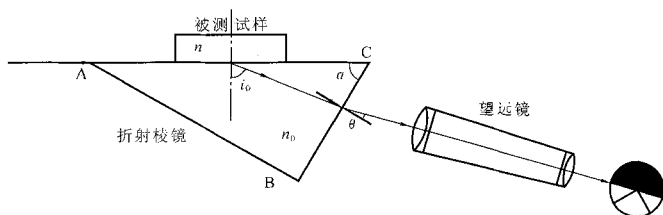


图1 阿贝折射仪测量原理图

如图1所示，被测试样置于折射棱镜上，两者之间有很薄一层折射液。折射棱镜的折射率 n_0 大于被测试样折射率 n ，折射液的折射率应大于 n 而小于 n_0 。当光线沿分界面AC入射时，将以全反射临界角 i_0 进入折射棱镜，然后以折射角 θ 从折射棱镜射出。被测试样折射率 n 与 θ 角有下列关系式：

$$n = \sin \alpha (n_0^2 - \sin^2 \theta)^{1/2} - \cos \alpha \sin \theta \quad (1)$$

式中： α ——折射棱镜顶角。

阿贝折射仪的特点是采用一对直视色散棱镜（又称阿米西棱镜），在白光照明下，通过旋转色散棱镜抵消被测试样和折射棱镜产生的色散，使在消色散位置处的明暗分界线清晰可见。此时可测得D谱线的折射率 n_D ，根据明暗分界线消色散时，色散刻度圈上的读数Z值和测得的折射率 n_D 值，在仪器所配说明书后的色散表中，查出相应的参数值A、B和 σ ，计算出被测试样的平均色散（ $n_F - n_C$ ）。

$$n_F - n_C = A + B\sigma \quad (2)$$

阿贝折射仪（以下简称仪器）根据读数方式的不同分为目视式和数显式。

3 计量性能要求

3.1 工作样块

仪器应配备工作样块,该样块须经计量检定,其折射率(n_D)的测量扩展不确定度不应超过 1×10^{-4} ($k=3$)。

3.2 阿米西棱镜引起的折射率测量变动量

由阿米西棱镜引起的,在不同消色散位置上测得的同一被测物质的折射率差值叫做折射率测量变动量。

折射率测量变动量的最大值不应超过 2×10^{-4} 。

3.3 折射率测量示值误差

折射率(n_D)测量示值误差不应超过 $\pm 3 \times 10^{-4}$ 。

3.4 折射率测量重复性

折射率测量重复性用实验标准差表征,其值不应超过 1.5×10^{-4} 。

3.5 平均色散测量示值误差

平均色散($n_F - n_C$)测量示值误差不应超过 $\pm 5 \times 10^{-4}$ 。

4 通用技术要求

4.1 外观

4.1.1 仪器不应有镀层脱落和显著的颜色不均匀。

4.1.2 仪器的传动部分应灵活稳定,无卡滞和松动现象。

4.1.3 光学零件应清洁,胶合良好;读数部分的数字、刻线应清晰完整。

4.1.4 仪器应有铭牌,清楚地标明名称、型号、规格、编号、标志、出厂日期和制造厂名。

4.1.5 仪器必须带有工作样块、色散表。

4.2 光学系统

4.2.1 进光棱镜与折射棱镜之间间隙,应能保证被测液体有适当的厚度。

4.2.2 光学系统应成像清晰、视场内亮度均匀无色差;明暗分界线应清晰与十字叉线间无明显的视差,十字叉线分划板不应有明显偏斜;读数系统分划线与指标线的视差不应超过刻线宽度的 $1/2$ 。

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 检定用设备

5.1.1.1 阿贝折射仪标准块(以下简称标准块)

标准块由一组四块组成,牌号为 QK1, K9, F2, ZF2。标准块的折射率(n_D)测量扩展不确定度为 5×10^{-5} ($k=3$),平均色散($n_F - n_C$)测量扩展不确定度为

7×10^{-5} ($k=3$)。

5.1.1.2 蒸馏水

5.1.1.3 钠光灯, 40 W 白炽灯。

5.1.1.4 折射液

三种常用折射液, 其折射率 (n_D) 及其他事项见表 1。

表 1

折射液名称	折射率 (n_D)	适用标准块
水杨酸甲酯	1.537	QK1, K9
α -溴代萘	1.656	F2
二碘甲烷	1.741	ZF2

注: α -溴代萘有腐蚀性, 二碘甲烷有毒性, 应尽量避免长时间使用。

5.1.2 环境

5.1.2.1 温度: $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$

将检定设备和被检仪器置于恒温室 2 h 后方可进行检定。

5.1.2.2 相对湿度: $< 85\%$

5.2 检定项目

检定项目见表 2。

表 2

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
外 观	+	+	+
光学系统检查	+	+	+
工作样块	+	-	-
阿米西棱镜引起的折射率测量变动量	+	+	+
折射率测量示值误差	+	+	+
折射率测量重复性	+	+	+
平均色散测量示值误差	+	+	+

注: 凡需检定的项目用“+”表示, 不需检定的项目用“-”表示。

5.3 检定方法

5.3.1 外观检查

目视观察和手动结合, 按 4.1.1~4.1.5 规定的各项内容进行检查。

5.3.2 光学系统的检查

将蒸馏水滴入进光棱镜和折射棱镜之间, 白光照明, 旋转色散棱镜手轮, 使视场内的分界线的明显程度达到最佳时, 按 4.2.1 和 4.2.2 目视观察。

5.3.3 工作样块

工作样块的检定方法参见附录 A, 应符合 3.1 条的要求。

5.3.4 仪器的调整

白光照明, 将仪器所配的工作样块和折射棱镜表面用无水酒精和乙醚混合液擦洗干净, 在折射棱镜抛光面上加入折射率为 1.537 的水杨酸甲酯。将工作样块贴在折射棱镜抛光面上, 旋转读数手轮, 在目镜中观察明暗分界线上下移动, 同时旋转色散棱镜手轮, 消除视场色散。当读数视场指示于工作样块的折射率实际值时, 视场内明暗分界线应落在十字线交点。若有偏差则用工具微量调整示值螺钉, 使分界线像移在十字线交点, 然后再进行测量, 重复调整直到测量值符合工作样块的实际值为止。

5.3.5 阿米西棱镜引起的折射率测量变动量

钠光照明, 用蒸馏水为试样, 旋转色散棱镜手轮一圈, 当转动色散棱镜手轮时, 视场中的明暗分界线会上下移动, 测出明暗分界线最低点和最高点折射率 (n_D) 值之差, 重复测量至少 3 次取平均, 即为阿米西棱镜引起的折射率测量变动量的最大值, 应符合第 3.2 条要求。

5.3.6 折射率 (n_D) 测量示值误差

白光照明, 用四种标准块和相应的折射液, 分别进行测量。每种标准块在两个消色散位置上, 各取一次折射率读数, 重复测量 4 次, 得 8 个折射率测得值, 再取平均值, 即得该标准块的折射率测量值 (n_D), 该测量值与标准块的折射率标准值之差, 即为对该标准块折射率测量的示值误差, 对四种标准块的折射率测量的示值误差均应符合第 3.3 条要求。

5.3.7 折射率测量重复性

利用 5.3.6 中所得数据, 分别按式 (3) 计算 4 种标准块的实验标准差 s , 其值均应符合第 3.4 条要求。

$$s_j(n) = \sqrt{\frac{\sum (n_i - \bar{n})^2}{8 - 1}} \quad (i = 1 \sim 8, j = 1 \sim 4) \quad (3)$$

式中: n_i ——各折射率测得值 ($i = 1 \sim 8$);

$\bar{n}$ ——8 个折射率测得值的平均值。

5.3.8 平均色散 ($n_F - n_C$) 测量示值误差

白光照明, 用 4 种标准块和相应的折射液, 分别进行测量。每种标准块在两个消色散位置上各测量一次, 重复测量 4 次, 得 8 个色散刻度圈读数 Z 测得值, 再取平均值, 即得 Z 测量值。根据该标准块的折射率测量值 (n_D) 和 Z 测量值, 用附在仪器使用说明书后的色散表, 查出相应的参数值 A 、 B 和 σ , 计算出该标准块的平均色散 ($n_F - n_C$) 的测量值, 该测量值与标准块平均色散的标准值之差, 即为对该标准块平均色散

测量的示值误差，对 4 种标准块的平均色散测量的示值误差均应符合第 3.5 条要求。

5.4 检定结果的处理

按本规程检定合格的仪器发给检定证书，给出检定结果的扩展不确定度（可按照附录 D 给出的不确定度分析方法进行分析）。不合格的发给检定结果通知书，并注明不合格项。

5.5 检定周期

仪器的检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

工作样块检定方法

A.1 检定用设备

A.1.1 V 棱镜折射仪

折射率 (n_D) 测量扩展不确定度优于 5×10^{-5} ($k=3$)。

A.1.2 光源

钠光灯和 D 谱线滤光片。

A.1.3 折射液

水杨酸甲酯。

A.2 检定环境

A.2.1 温度: $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$

将检定设备和被检工作样块置于恒温室 4 h 后方可进行检定。

A.2.2 相对湿度: $<85\%$

A.3 检定方法

A.3.1 选用牌号为 K5 (或类似 K5) 的 V 形棱镜及其底座, 调整 V 棱镜折射仪至使用状态, 测得零点修正值。

A.3.2 将 V 形棱镜底座的玻璃表面和工作样块的测量表面用无水酒精和乙醚混合液擦洗干净, 将工作样块放在 V 形棱镜底座上, 滴入适量水杨酸甲酯折射液。

A.3.3 用钠光灯和 D 谱线滤光片照明, 测量 3 次取平均值, 加上零点修正值, 计算得出工作样块的折射率 n_D 。

附录 B

阿贝折射仪检定记录格式

表 B.1

送检单位					记录编号			证书编号		
生产厂家					型号规格			仪器编号		
标准块编号					温 度			相对湿度		
外观检查					光学系统检查					
仪器配工作样块折射率(n_D)										
阿米西棱镜引起的折射率测量变动量										
蒸馏水折射率(n_D)的测量值										
项目	1	2	3	4	5	平均值				
位置										
最高位置										
最低位置										
差 值										
折射率(n_D)测量示值误差和测量重复性										
材料	位置	1	2	3	4	平均值	标准值	示值误差	测量重复性	
QK1	位置 1									
	位置 2									
K9	位置 1									
	位置 2									
F2	位置 1									
	位置 2									
ZF2	位置 1									
	位置 2									
折射率测量示值误差 检定结果的不确定度										

表 B.2

平均色散($n_F - n_C$)测量示值误差									
项目 材料	位 置	Z 值				平均值	测量值 ($n_F - n_C$)	标准值	示值误差
		1	2	3	4				
QK1	位置 1								
	位置 2								
K9	位置 1								
	位置 2								
F2	位置 1								
	位置 2								
ZF2	位置 1								
	位置 2								
平均色散测量示值误差 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 C

阿贝折射仪检定证书（背面）格式

- 1 阿米西棱镜引起的折射率测量变动量：_____
- 2 折射率（ n_D ）测量示值误差：_____
- 3 折射率测量重复性：_____
- 4 平均色散（ $n_F - n_C$ ）测量示值误差：_____
- 5 折射率测量示值误差检定的扩展不确定度：_____
- 6 平均色散测量示值误差检定的扩展不确定度：_____

附录 D

阿贝折射仪检定不确定度分析

根据所测得的数据, 对各项检定结果的测量不确定度分析如下:

D.1 折射率测量示值误差检定的不确定度分析

D.1.1 测量重复性引起的标准不确定度 u_1 (A类评定)

对 4 种阿贝折射仪标准块, 分别计算出其 8 个折射率测量值的实验标准差

$$s_j(n) = \sqrt{\frac{\sum (n_i - \bar{n})^2}{8-1}} \quad (i = 1 \sim 8, j = 1 \sim 4)$$

则各阿贝折射仪标准块 8 个折射率测量值的平均值之实验标准差

$$s_j(\bar{n}) = s_j(n) / \sqrt{8} \quad (j = 1 \sim 4)$$

取最大值 $s_m(\bar{n})$ 作为测量重复性引起的标准不确定度, 即

$$u_1 = s_m(\bar{n})$$

D.1.2 阿贝折射仪标准块折射率标准值引入的标准不确定度 u_2 (B类评定)

阿贝折射仪标准块的折射率标准值是由上级标准给出的约定真值, 属 B 类不确定度分量。

已知阿贝折射仪标准块折射率不确定度为 5×10^{-5} ($k=3$), 则由阿贝折射仪标准块折射率标准值引入的标准不确定度 u_2

$$u_2 = 5 \times 10^{-5} / 3 = 1.7 \times 10^{-5}$$

D.1.3 环境温度引入的标准不确定度 u_3 (B类评定)

阿贝折射仪标准块的折射率受温度变化影响的分析如下:

在四种标准块中, 折射率 (n_D) 温度系数最大的是 ZF2, 其值为 61×10^{-7} 。由于检定环境温度控制为 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$, 所以温度变化引起的折射率测量变化量最大值

$$\Delta n = 61 \times 10^{-7} \times 3 = 1.8 \times 10^{-5}$$

此项服从三角分布, 则由于温度变化引入的标准不确定度 u_3

$$u_3 = \Delta n / \sqrt{6} = 1.8 \times 10^{-5} / \sqrt{6} = 0.73 \times 10^{-5}$$

D.1.4 合成标准不确定度

以上分量相互独立, 故合成标准不确定度 u_c

$$\begin{aligned} u_c &= (u_1^2 + u_2^2 + u_3^2)^{1/2} \\ &= [s_m(\bar{n})^2 + (1.7 \times 10^{-5})^2 + (0.73 \times 10^{-5})^2]^{1/2} \end{aligned}$$

D.1.5 扩展不确定度

折射率测量示值误差检定的扩展不确定度 U 等于合成标准不确定度与包含因子

$k=2$ 之积

$$U = k u_c \quad (k = 2)$$

D.2 平均色散测量示值误差检定的不确定度分析

D.2.1 测量重复性引起的标准不确定度 u_1 (A类评定)

对4种阿贝折射仪标准块,分别计算出其8个 Z 值的实验标准差

$$s_j(Z) = \sqrt{\frac{\sum (Z_i - \bar{Z})^2}{8-1}} \quad (i = 1 \sim 8, j = 1 \sim 4)$$

其平均值的实验标准差

$$s_j(\bar{Z}) = s_j(Z) / \sqrt{8} \quad (j = 1 \sim 4)$$

由于

$$n_F - n_C = A + B\sigma$$

用测得的折射率 n_D 值和 Z 值,在仪器所配说明书后的色散表中(注:不同仪器所配的色散表不同),查出相应的参数值 A 、 B 和 σ

$$\sigma = C + k_{FC} Z \quad (\sigma \text{ 与 } Z \text{ 呈局部线形关系})$$

式中: C ——常数(由色散表查出);

k_{FC} ——斜率; $k_{FC} = \Delta\sigma / \Delta Z$ (由色散表算出)。

有

$$u(n_F - n_C) = B u(\sigma) = B k_{FC} u(Z)$$

其中:

$$u(Z) = s_j(\bar{Z})$$

取4种阿贝折射仪标准块中 $s_j(\bar{Z})$ 的最大值 $s_m(\bar{Z})$,来计算测量重复性引起的平均色散的标准不确定度 u_1 ,即

$$u_1 = B k_{FC} s_m(\bar{Z})$$

D.2.2 阿贝折射仪标准块平均色散标准值引入的标准不确定度 u_2 (B类评定)

阿贝折射仪标准块的平均色散标准值是由上级标准给出的约定真值,属B类不确定度分量。

已知阿贝折射仪标准块平均色散不确定度为 7×10^{-5} ($k=3$),则由阿贝折射仪标准块折射率标准值引入的标准不确定度确定度 u_2

$$u_2 = 7 \times 10^{-5} / 3 = 2.3 \times 10^{-5}$$

D.2.3 环境温度引入的标准不确定度 u_3 (B类评定)

阿贝折射仪标准块的平均色散受温度变化影响的分析如下:

在四种标准块中,平均色散($n_F - n_C$)温度系数最大的是ZF2,其值为 24×10^{-7} 。由于检定环境温度控制为 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$,所以温度变化引起的平均色散测量变化量最大值

$$\Delta(n_F - n_C) = 24 \times 10^{-7} \times 3 = 0.72 \times 10^{-5}$$

此项服从三角分布，则由于温度变化引入的标准不确定度 u_3

$$u_3 = \Delta(n_F - n_C) / \sqrt{6} = 0.72 \times 10^{-5} / \sqrt{6} = 0.3 \times 10^{-5}$$

D.2.4 合成标准不确定度

以上分量相互独立，故合成标准不确定度 u_c

$$\begin{aligned} u_c &= (u_1^2 + u_2^2 + u_3^2)^{1/2} \\ &= \{ [B k_{FC} s_m(\bar{Z})]^2 + (2.3 \times 10^{-5})^2 + (0.3 \times 10^{-5})^2 \}^{1/2} \end{aligned}$$

D.2.5 扩展不确定度

平均色散测量示值误差检定的扩展不确定度 U 等于合成标准不确定度与包含因子 $k=2$ 之积

$$U = k u_c \quad (k = 2)$$