



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 981—2003

阿贝折射仪标准块

Standard Blocks for Abbe Refractometers

2003-09-23 发布

2003-12-23 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

阿贝折射仪标准块检定规程

Verification Regulation of Standard

Blocks for Abbe Refractometers



JJG 981—2003

本规程经国家质量监督检验检疫总局 2003 年 09 月 23 日批准，并自 2003 年 12 月 23 日起施行。

归口单位： 全国光学计量技术委员会

主要起草单位： 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）

马振亚 （中国计量科学研究院）

杨 磊 （中国计量科学研究院）

姜石锋 （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	(1)
4 通用技术要求	(1)
4.1 外观	(1)
4.2 维护保养	(2)
4.3 几何参数	(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 常用折射液的折射率及配制方法	(6)
附录 B 折射率 (n_D) 值的测量不确定度评定方法	(7)
附录 C 平均色散 ($n_F - n_C$) 值的测量不确定度评定方法	(10)
附录 D 阿贝折射仪标准块检定记录	(12)
附录 E 阿贝折射仪标准块检定证书、检定结果通知书 (内页) 格式	(14)

阿贝折射仪标准块检定规程

1 范围

本规程适用于阿贝折射仪标准块的首次检定、后续检定和使用中检验。阿贝折射仪配备的工作样块的折射率检定依照本规程执行。

2 概述

阿贝折射仪标准块（以下简称标准块）是用来检定阿贝折射仪及其他利用阿贝折射原理的计量仪器的标准计量器具（块）。阿贝折射仪工作样块（以下简称工作样块）是阿贝折射仪配备的，用于调整、检查阿贝折射仪。

标准块组由轻冕玻璃 QK1，冕玻璃 K9，火石玻璃 F2，重火石玻璃 ZF2 四种优质光学玻璃材料加工制成的长方形块组成。

光学玻璃材料折射率的测量主要有精密测角法、V 棱镜折射法、阿贝折射法及浸液法。本规程采用 V 棱镜折射法。

利用 V 棱镜折射仪，采用比较测量法，对标准块组的各三条谱线的折射率进行测量。用 D 谱线测得折射率 n_D 值，用 F 谱线与 C 谱线测得的 n_F 与 n_C 值之差即为平均色散 ($n_F - n_C$) 值。如需测量其他谱线的折射率（如 n_e ）值，则应采用相应的谱线（如汞灯中的 e 线）。

V 棱镜折射法测量原理如下：

如图 1 所示，当单色平行光束垂直入射到 V 棱镜后，经 V 棱镜和样品的多次折射，出射光线发生偏折。根据折射定律，按公式 (1) 计算样品的折射率 n

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

式中： n_0 ——V 棱镜光学玻璃的折射率；

θ ——光束从 V 棱镜最后一面出射的偏折角。

当 $n = n_0$ 时， $\theta = 0$ ；

当 n 大于 n_0 时， θ 为正值；

当 n 小于 n_0 时， θ 为负值。

3 计量性能要求

3.1 标准块折射率 (n_D) 值的测量不确定度不应超过 5×10^{-5} ($k=3$)。

3.2 标准块平均色散 ($n_F - n_C$) 值的测量不确定度不应超过 7×10^{-5} ($k=3$)。

3.3 工作样块折射率 (n_D) 值的测量不确定度应满足 1×10^{-4} ($k=3$) 的要求。

4 通用技术要求

4.1 外观

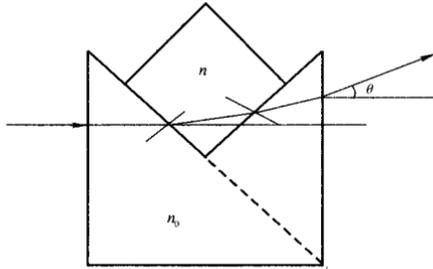


图1 测量原理图

标准块材料牌号分别为 QK1, K9, F2, ZF2, 块体上应清晰标注牌号, 无目视可见的条纹、麻点、开口气泡、破点及破边、霉斑、明显影响测量精度的划痕等缺陷。

4.2 维护保养

不得用手接触标准块抛光面, 使用完毕后应立即用脱脂棉或脱脂纱布蘸少许无水酒精与乙醚的混合液擦拭干净, 存放在干燥器皿中。

4.3 几何参数

标准块几何形状见图 2, 其中 a 、 h 边长应不小于 11mm, L 边长应不小于 15mm。标准块建议两面抛光 (至少一面抛光一面细磨), 两抛光面夹角 α 为直角, 误差应小于 $\pm 1'$ 。

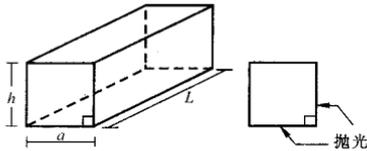


图2 折射率标准块简图

5 计量器具控制

计量器具控制包括: 首次检定、后续检定和使用中检验。

5.1 检定条件

5.1.1 检定设备

5.1.1.1 V 棱镜折射仪

折射率示值的最小分辨力为 1×10^{-5} 。

5.1.1.2 光源

钠灯、氪灯光源, 60W 普通白炽灯, D 谱线、F 谱线、C 谱线滤光片。

5.1.1.3 折射液

各种折射液的折射率与各 V 棱镜光学玻璃的折射率 n_0 之差不大于 ± 0.01 ，与各被
测标准块的折射率之差不大于 ± 0.015 ，常用折射液的折射率及配制方法见附录 A。

5.1.1.4 蒸馏水

5.1.2 配套设备

5.1.2.1 不小于 4 倍的放大镜。

5.1.2.2 比较测角仪，分划最小格值不得大于 $1'$ ，仪器示值误差不超过 $\pm 6''$ 。

5.1.2.3 毫米分度直尺。

5.1.3 环境条件

5.1.3.1 温度： $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$

将检定设备和被检的标准块置于恒温室 4h 后方可进行检定。

5.1.3.2 相对湿度： $< 85\% \text{RH}$

5.2 检定项目

检定项目见表 1。

表 1

检 定 项 目	首次检定	后续检定	使用中检验
外 观	+	+	+
几何参数	+	-	-
标准块折射率 (n_D) 值	+	+	+
标准块平均色散 ($n_F - n_C$) 值	+	+	-
工作样块折射率 (n_D) 值	+	-	-
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

以黑色屏幕为背景，光源为 60W 普通白炽灯泡，用放大镜目测观察标准块，按照
4.1 条所列情况进行检定。

5.3.2 几何参数检查

按照 4.3 条要求，用比较测角仪测量各标准块的直角角误差，用直尺测量其几何尺
寸。

5.3.3 标准块折射率 (n) 值的测量

用 V 棱镜折射仪测量标准块的各谱线的折射率。

5.3.3.1 读取 θ_0

a) 在 V 棱镜折射仪上选放一块适合的 V 棱镜及其校正用的配对直角块 (适合的 V
棱镜即 V 棱镜光学玻璃的折射率 n_0 与被测的标准块折射率 n 之差不大于 ± 0.2 ，如测
QK1、K9 块时选用 K5 V 棱镜，测 F2、ZF2 块时选用 ZF1 V 棱镜)，用脱脂棉或脱脂纱布

蘸少许无水酒精与乙醚的混合液擦净 V 棱镜及直角块的通光面，将直角块通光面涂上少许折射液，此折射液的折射率与 V 棱镜光学玻璃的折射率 n_0 之差不大于 ± 0.01 ，放入 V 棱镜的 V 槽内，仔细贴置，排除其间气泡。

b) 接通钠灯光源及读数系统照明光源，选配 D 滤光片，稍隔几分钟，待亮度保持稳定，开始工作。

c) 调节仪器的聚光镜位置，使光线均匀地充满狭缝。

d) 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象。转动望远镜管并利用微动手轮使狭缝单丝象精确地平分双分线。再用测微手轮使读数目镜视场内的单刻线平分双刻线，读取角度值，测量三次，即为 D 谱线的三个 θ_{0D} 。

e) 接通氢灯光源，分别选配 F、C 滤光片，重复 c) 和 d) 的步骤，各测量三次，读出 F 谱线、C 谱线的各三个 θ_{0F} 、 θ_{0C} 。

f) 取下直角块，用脱脂棉蘸酒精乙醚混合液擦净直角块和 V 槽。

5.3.3.2 读取 θ_1

a) 将标准块的两抛光面用脱脂棉蘸酒精乙醚混合液擦拭干净，涂上少许折射液（此折射液与标准块的折射率差不应大于 ± 0.015 ），放入 V 棱镜的 V 槽内，仔细贴置，排除其间气泡。

b) 用钠灯光源加 D 滤光片照明，重复 5.3.3.1 中 c) 和 d) 的步骤，读取角度值，测量三次，即为 D 谱线的三个 θ_{1D} 。

c) 接通氢灯光源，分别选配 F、C 滤光片，重复 5.3.3.1 中 c) 和 d) 的步骤，各测量三次，读出 F 谱线、C 谱线的各三个 θ_{1F} 、 θ_{1C} 。

5.3.3.3 计算偏折角 θ

按公式 (2) 依次计算出相应谱线的各三个偏折角 θ

$$\theta = \theta_1 - \theta_0 \quad (2)$$

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

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

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

5.3.3.4 计算标准块折射率 n_D 、 n_F 、 n_C 值

根据 V 棱镜折射仪使用说明书，查出相应的 n_{0D} 、 n_{0F} 、 n_{0C} ，按公式 (1) 计算出相应谱线的各三个折射率测量值；各自取平均值，再加上 V 棱镜折射仪在各标准块的各谱线检定点处的修正值，即得出 n_D 、 n_F 、 n_C 的实际值。

折射率 (n_D) 值的测量不确定度评定方法参见附录 B，应符合 3.1 条的规定。

5.3.4 计算标准块平均色散 ($n_F - n_C$) 值

n_F 的实际值与 n_C 的实际值之差，即为平均色散 ($n_F - n_C$)。

标准块平均色散 ($n_F - n_C$) 值的测量不确定度评定方法参见附录 C，应符合 3.2 条的规定。

5.3.5 工作样块折射率 (n_D) 值的测量

依照 5.3.3 条有关步骤，测量工作样块折射率 (n_D) 的实际值。

工作样块折射率 (n_D) 值的测量不确定度评定方法参见附录 B，应符合 3.3 条的规定。

5.4 检定结果的处理

5.4.1 根据 5.2 条“检定项目”的规定进行检定，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。

合格的标准块发给检定证书（检定证书内页格式见附录 E）；不合格的发给检定结果通知书，并注明不合格项（检定结果通知书内页格式见附录 E）。

5.4.2 给出标准块折射率 (n_D) 值的测量不确定度、平均色散 ($n_F - n_C$) 值的测量不确定度。

5.5 检定周期

检定周期一般不超过 1 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概略值，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。

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

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

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，使之所配制的折射液的折射率与光学玻璃标准块的折射率标准值之差符合规程要求。

常用折射液的折射率概略值见表 2。

表 2

折 射 液 名 称	折 射 率 (n_D) 概 略 值
甘 油	1.460
液 体 石 蜡	1.480
水 杨 酸 甲 酯	1.537
α - 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： α -溴代萘有腐蚀性，二碘甲烷有毒性。

附录 B

折射率 (n_D) 值的测量不确定度评定方法

按本规程规定的相关步骤,用 V 棱镜折射仪测得 QK1, K9, F2, ZF2 等四种标准块的折射率 (n_D) 实际值。一般来说由于 ZF2 标准块的折射率 (n_D) 值的测量不确定度最大,所以,标准块的折射率 (n_D) 值的测量不确定度以 ZF2 标准块的折射率 (n_D) 值的测量不确定度为代表加以评定即可。

B.1 测量过程

按本规程规定的相关步骤,用 V 棱镜折射仪测得 ZF2 标准块的三个折射率 (n_D) 测量值,取平均后加上 V 棱镜折射仪在此检定点的修正值,获得 ZF2 标准块的折射率 (n_D) 实际值。

B.2 数学模型

建立数学模型:

$$b = a + d + \delta$$

其中: b ——标准块折射率实际值;

a ——V 棱镜折射仪测得的标准块折射率测量值;

d ——V 棱镜折射仪修正值;

δ ——温度变化造成的折射率变化量。

$$\text{灵敏系数: } \frac{\partial b}{\partial a} = \frac{\partial b}{\partial d} = \frac{\partial b}{\partial \delta} = 1$$

分量标准不确定度

$$u_1 = u(a)$$

$$u_2 = u(d)$$

$$u_3 = u(\delta)$$

a 、 d 、 δ 相互独立,则: $u_c = (u_1^2 + u_2^2 + u_3^2)^{1/2}$

B.3 分量标准不确定度分析

B.3.1 a 的测量标准不确定度

B.3.1.1 由 V 棱镜折射仪的测量重复性带来的测量不确定度 (A 类评定)

预先选用一套稳定的阿贝折射仪标准块,依照规程规定的方法步骤,用 V 棱镜折射仪对 ZF2 标准块折射率 (n_D) 值进行 11 次重复测量。例如 11 次测量值为: 1.672 490, 1.672 480, 1.672 484, 1.672 489, 1.672 479, 1.672 504, 1.672 484, 1.672 489, 1.672 503, 1.672 486, 1.672 491。

利用贝塞尔公式计算样本的单次测量实验标准差 ($n = 11$):

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 8.2 \times 10^{-6}$$

在实际检定工作中,要求每个点检定三次,得到测量三次平均值的实验标准差为:

$$s/\sqrt{3} = 4.7 \times 10^{-6}$$

则:

$$u(a_1) = 4.7 \times 10^{-6}$$

B.3.1.2 由 V 棱镜折射仪的折射率估读精度带来的测量不确定度 (B 类评定)

V 棱镜折射仪其折射率的估读精度为 $\pm 1 \times 10^{-5}$, 其均匀分布的区间为:

$[-1 \times 10^{-5}, 1 \times 10^{-5}]$, 由此可得到由 V 棱镜折射仪其折射率的估读精度引起的标准不确定度为: $1 \times 10^{-5}/\sqrt{3} = 5.77 \times 10^{-6}$, 则:

$$u(a_2) = 5.77 \times 10^{-6}$$

B.3.1.3 a 的测量标准不确定度

$$u(a) = [u(a_1)^2 + u(a_2)^2]^{1/2} = [(4.7 \times 10^{-6})^2 + (5.77 \times 10^{-6})^2]^{1/2} = 7.5 \times 10^{-6}$$

即:

$$u_1 = u(a) = 7.5 \times 10^{-6}$$

B.3.2 d 的测量标准不确定度

由 V 棱镜折射仪的修正值带来的测量不确定度 (B 类评定)。

如 V 棱镜折射仪经检定合格, 给出折射率修正值, 其测量不确定度为 $U = 3 \times 10^{-5}$ ($k = 3$)。

则由 V 棱镜折射仪的折射率修正值带来的测量标准不确定度为 $(3 \times 10^{-5})/3 = 1.00 \times 10^{-5}$, 则:

$$u(d) = 1.00 \times 10^{-5}$$

即:

$$u_2 = u(d) = 1.00 \times 10^{-5}$$

B.3.3 δ 的测量标准不确定度

由于温度变化对标准块折射率造成影响。在四种标准块中, 折射率 (n_D) 温度系数最大的是 ZF2, 其数值为 61×10^{-7} 。

由于检定环境温度控制为 $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$, 所以温度变化引起的折射率测量变化量最大值为 $61 \times 10^{-7} \times 1 = 6.1 \times 10^{-6}$ 。

此项服从三角分布, 取其 $k = \sqrt{6}$, 则由于温度变化引入的标准不确定度

$$u(\delta) = 6.1 \times 10^{-6}/\sqrt{6} = 2.49 \times 10^{-6}$$

即:

$$u_3 = u(\delta) = 2.49 \times 10^{-6}$$

B.4 折射率 (n_D) 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 。

$$u_c = (u_1^2 + u_2^2 + u_3^2)^{1/2} = 1.27 \times 10^{-5}$$

B.5 折射率 (n_D) 扩展不确定度

标准块的折射率 (n_D) 实际值的测量不确定度 U 等于合成标准不确定度与包含因

子 $k=3$ 之积

$$U = ku_c \quad (k=3)$$

$$U = 3 \times 1.27 \times 10^{-5} = 3.8 \times 10^{-5} \quad (k=3)$$

即：标准块的折射率 (n_D) 实际值的测量不确定度 $U = 3.8 \times 10^{-5}$ ($k=3$)

该项扩展不确定度 $U = 3.8 \times 10^{-5}$ ($k=3$)，符合本检定规程对标准块的折射率 (n_D) 实际值的测量不确定度要求小于 5×10^{-5} ($k=3$) 的规定。

附录 C

平均色散 $(n_F - n_C)$ 值的测量不确定度评定方法

按本规程规定的相关步骤,用 V 棱镜折射仪测得 QK1, K9, F2, ZF2 等四种标准块的折射率 (n_F) 、 (n_C) 实际值。平均色散 $(n_F - n_C)$ 为折射率 (n_F) 实际值与折射率 (n_C) 实际值之差。一般来说由于 ZF2 标准块的平均色散 $(n_F - n_C)$ 实际值的测量不确定度最大,所以,标准块的平均色散 $(n_F - n_C)$ 值的测量不确定度以 ZF2 标准块的平均色散 $(n_F - n_C)$ 值的测量不确定度为代表加以评定即可。

C.1 测量过程

按本规程规定的相关步骤,用 V 棱镜折射仪测得 ZF2 标准块的三个折射率 (n_F) 测量值、三个折射率 (n_C) 测量值,各自取平均后加上 V 棱镜折射仪在各检定点的修正值,获得 ZF2 标准块的折射率 (n_F) 实际值、折射率 (n_C) 实际值。折射率 (n_F) 实际值与折射率 (n_C) 实际值之差即为平均色散。

C.2 数学模型

建立数学模型:

$$(n_F - n_C) = n_F - n_C$$

其中: $(n_F - n_C)$ ——标准块平均色散值;

n_F ——V 棱镜折射仪测得的标准块折射率 (n_F) 实际值;

n_C ——V 棱镜折射仪测得的标准块折射率 (n_C) 实际值。

灵敏系数:
$$\frac{\partial(n_F - n_C)}{\partial n_F} = 1, \quad \frac{\partial(n_F - n_C)}{\partial n_C} = -1$$

分量标准不确定度为 $u(n_F)$ 与 $u(n_C)$, n_F 、 n_C 相互独立,则:

$$u_c(n_F - n_C) = [u(n_F)^2 + u(n_C)^2]^{1/2}$$

C.3 分量标准不确定度分析

C.3.1 标准块折射率 (n_F) 实际值的标准不确定度分析

依照附录 B 中 B.2 至 B.4 条折射率 (n_0) 的标准不确定度评定方法的步骤,评定出折射率 (n_F) 的 $u(a)$ 、 $u(d)$ 、 $u(\delta)$,合成标准不确定度 $u(n_F)$ 。

注意:此时附录 B 中 B.3.3 条关于 δ 的测量标准不确定度中,ZF2 标准块的折射率 (n_F) 温度系数最大,其数值为 78×10^{-7} 。

则由于温度变化引入的标准不确定度为

$$u(\delta) = 7.8 \times 10^{-6} / \sqrt{6} = 3.18 \times 10^{-6}$$

C.3.2 标准块折射率 (n_C) 实际值的标准不确定度分析

依照附录 B 中 B.2 至 B.4 条折射率(n_0)的标准不确定度评定方法的步骤, 评定出折射率(n_c)的 $u(a)$ 、 $u(d)$ 、 $u(\delta)$, 合成标准不确定度 $u(n_c)$ 。

注意: 此时附录 B 中 B.3.3 条关于 δ 的测量标准不确定度中, ZF2 标准块的折射率(n_c)温度系数最大, 其数值为 54×10^{-7} 。

则由于温度变化引入的标准不确定度为

$$u(\delta) = 5.4 \times 10^{-6} / \sqrt{6} = 2.2 \times 10^{-6}$$

C.4 平均色散的合成标准不确定度

$$u_c(n_F - n_C) = [u(n_F)^2 + u(n_C)^2]^{1/2}$$

C.5 平均色散的扩展不确定度

平均色散的扩展不确定度 U 等于合成标准不确定度与包含因子 $k=3$ 之积

$$U = k u_c \quad (k=3)$$

$$U = 3 \times [u(n_F)^2 + u(n_C)^2]^{1/2} \quad (k=3)$$

平均色散的扩展不确定度应符合本检定规程对标准块的平均色散实际值的测量不确定度要求小于 7×10^{-5} ($k=3$) 的规定。

附录 D

阿贝折射仪标准块检定记录

送检单位		记录编号		证书编号		温度	℃	
生产单位		型号规格		标准块编号		相对湿度	%	
检定依据	使用的标准装置							
外观检查	几何参数检查							
标准块	谱线	测量项目	测量次数				实际值 (n)	平均色散 ($n_F - n_C$)
			1	2	3	平均值		
QK1	D	θ_{0D}						
		θ_{1D}						
		(n_D) 测量值						
	F	θ_{0F}						
		θ_{1F}						
		(n_F) 测量值						
	C	θ_{0C}						
		θ_{1C}						
		(n_C) 测量值						
K9	D	θ_{0D}						
		θ_{1D}						
		(n_D) 测量值						
	F	θ_{0F}						
		θ_{1F}						
		(n_F) 测量值						
	C	θ_{0C}						
		θ_{1C}						
		(n_C) 测量值						
F2	D	θ_{0D}						
		θ_{1D}						
		(n_D) 测量值						
	F	θ_{0F}						
		θ_{1F}						
		(n_F) 测量值						
	C	θ_{0C}						
		θ_{1C}						
		(n_C) 测量值						

阿贝折射仪标准块检定记录 (续)

标准块	谱线	测量项目	测量次数				实际值 (n)	平均色散 ($n_F - n_C$)
			1	2	3	平均值		
ZF2	D	θ_{0D}						
		θ_{1D}						
		(n_D) 测量值						
	F	θ_{0F}						
		θ_{1F}						
		(n_F) 测量值						
	C	θ_{0C}						
		θ_{1C}						
		(n_C) 测量值						
检定结论	准予该计量器具作 _____ 使用 折射率 (n_D) 的测量不确定度为 _____ ; 平均色散 ($n_F - n_C$) 的测量不确定度为 _____							
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

阿贝折射仪标准块检定证书、检定结果通知书（内页）格式

E.1 检定证书（内页）格式

材料	折射率 (n_D)	折射率 (n_F)	折射率 (n_C)	平均色散 ($n_F - n_C$)
QK1				
K9				
F2				
ZF2				

外观：_____

几何参数：_____

折射率 (n_D) 的测量不确定度：_____平均色散 ($n_F - n_C$) 的测量不确定度：_____

E.2 检定结果通知书（内页）格式

要求同上，指出不合格项目。