



中华人民共和国国家标准

GB/T 34184—2017

红外光学玻璃红外折射率 测试方法 偏折角法

Test method for infrared refractive index of infrared optical glass—
The deflection angle measurement

2017-09-07 发布

2018-08-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
红外光学玻璃红外折射率
测试方法 偏折角法
GB/T 34184—2017

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 26 千字
2017年9月第一版 2017年9月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-57804 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国工业玻璃和特种玻璃标准化技术委员会(SAC/TC 447)归口。

本标准起草单位：湖北新华光信息材料有限公司、中国建材检验认证集团股份有限公司、中国建筑材料科学研究总院、中国科学院上海光学精密机械研究所、东莞市华工节能减排环保科技开发有限公司、江苏铁锚玻璃股份有限公司。

本标准主要起草人：张庆、胡向平、徐光以、刘向东、唐雪琼、徐华峰、梁立新、荣幸、杨谧玲、李娜、王银茂、祖成奎、胡俊江、樊武坤、温汉平。

红外光学玻璃红外折射率 测试方法 偏折角法

1 范围

本标准规定了红外光学玻璃红外折射率的测试原理、测试仪器、试样、环境要求、测试步骤、数据处理、测量不确定度和测试报告等内容。

本标准适用于用偏折角法进行红外光学玻璃红外折射率的测试,其他红外光学材料的红外折射率测试可参照使用。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

红外折射率 infrared refractive index

光学材料在红外波段的折射率,用 n_λ 表示。

2.2

红外色散系数 infrared dispersion coefficient

不同红外波长范围内折射率的变化称为红外色散,用红外色散系数表示。三个大气窗口 $1\ \mu\text{m}\sim 3\ \mu\text{m}$ 、 $3\ \mu\text{m}\sim 5\ \mu\text{m}$ 和 $8\ \mu\text{m}\sim 12.5\ \mu\text{m}$ 的红外色散系数用 ν_2 、 ν_4 和 $\nu_{10.6}$ 来表示,表示如下:

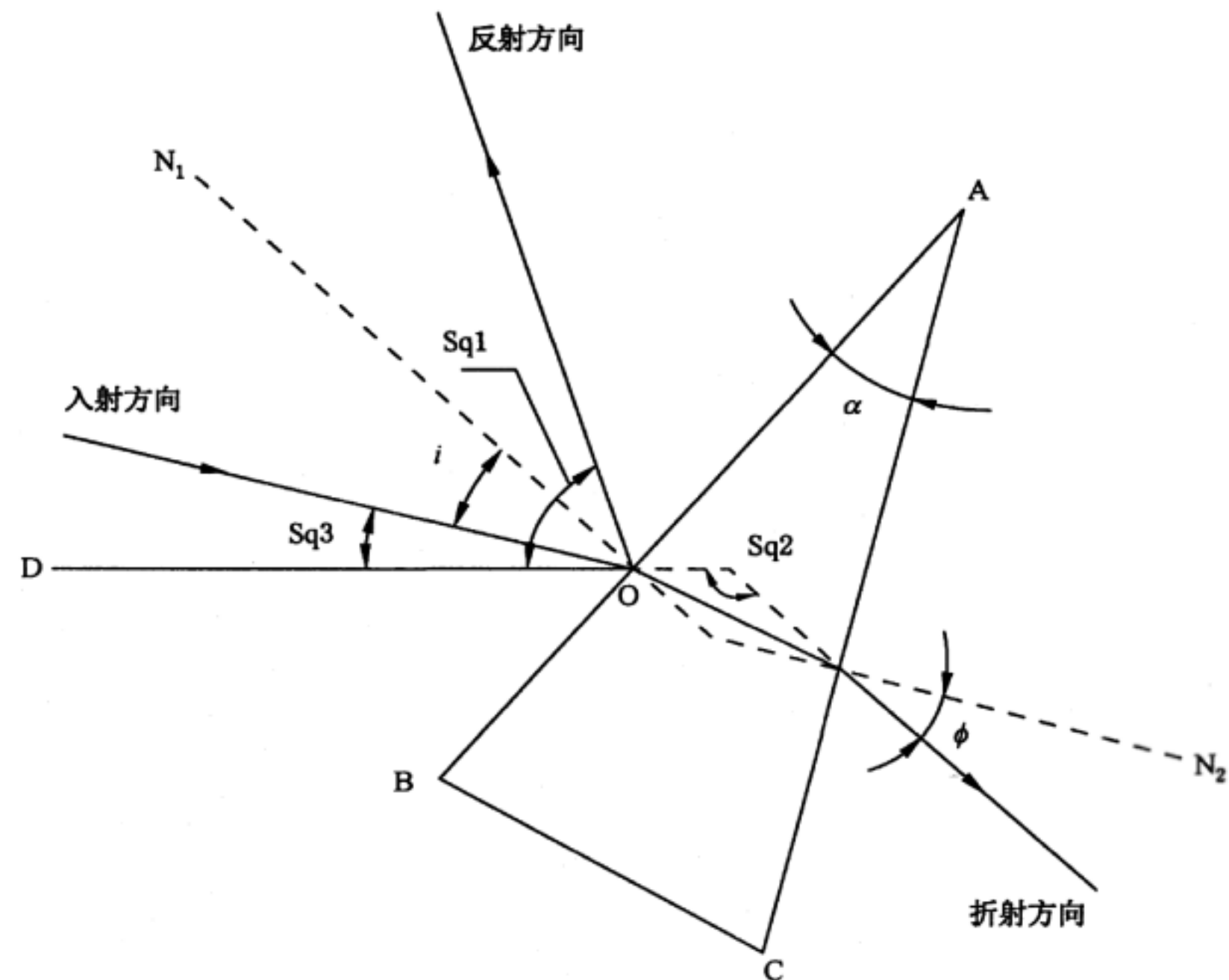
$$\nu_2 = (n_2 - 1) / (n_1 - n_3)$$

$$\nu_4 = (n_4 - 1) / (n_3 - n_5)$$

$$\nu_{10.6} = (n_{10.6} - 1) / (n_8 - n_{12.5})$$

3 测试原理

波长为 λ 的红外平行光束,入射到顶角为 α 的被测试样 AB 面,光线将发生偏折,从 AC 面射出,通过测出入射角 i 、折射角 φ ,计算出材料在该波长 λ 的折射率 n_λ 。偏折角法红外折射率测试原理见图 1。



说明：

α ——试样的顶角；

i ——光线的人射角；

ϕ ——折射角；

OD——零位；

N_1 ——入射面法线；

N_2 ——折射面法线；

Sq1——反射方向与零位之间的夹角；

Sq2——折射方向与零位之间的夹角；

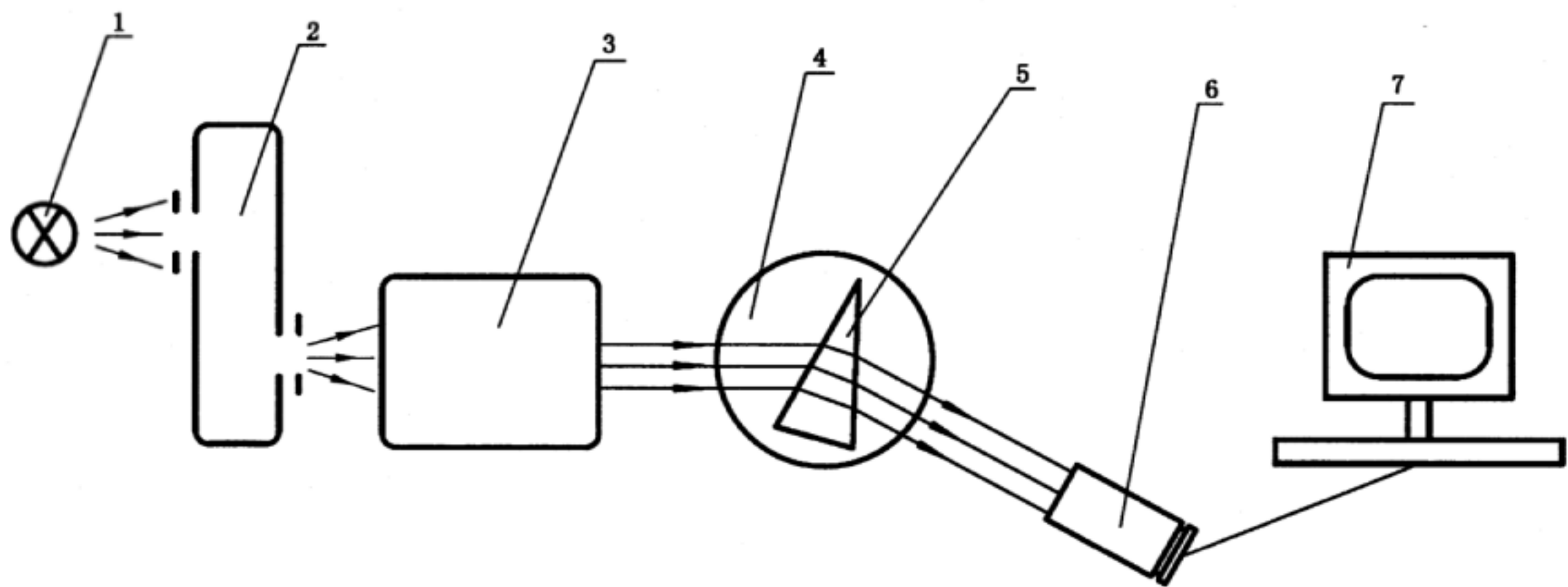
Sq3——入射方向与零位之间的夹角。

图 1 偏折角法红外折射率测试原理图

4 测试仪器

4.1 仪器结构

红外折射率测试仪主要由光源、单色仪、红外准直光学系统、红外瞄准接收系统、精密测角系统、计算机处理系统等组成。红外折射率测试仪结构见图 2。



- 说明：
- 1——光源；
 - 2——单色仪；
 - 3——红外准直光学系统；
 - 4——精密测角系统；
 - 5——试样；
 - 6——红外瞄准接收系统；
 - 7——计算机处理系统。

图 2 红外折射率测试仪结构图

4.2 仪器组成

4.2.1 光源

采用光谱范围满足测试波段、辐射强度稳定的非相干红外光源。

4.2.2 单色仪

能分辨出从可见光到红外光波段的连续单色光，其分辨力不应大于 1 nm。

4.2.3 红外准直光学系统

由平面镜和离轴抛物镜组成。平面镜和离轴抛物镜的面形精度应达到 $\lambda/10$ ($\lambda = 632.8 \text{ nm}$)。离轴抛物镜的通光口径不小于 50 mm。

4.2.4 精密测角系统

由 360°旋转工作台和旋转测角仪组成。测角仪的测角范围应为 0°~360°，最小读数应不低于 0.1″，仪器的最大测角误差为 ±0.3″。

4.2.5 红外瞄准接收系统

由反射镜、离轴抛物镜、振动狭缝、红外探测器及控制系统组成。用于测量入射、折射和反射光束与零位之间的角度。

4.2.6 计算机处理系统

具有对试样顶角、折射角、入射角及反射角的数据进行采集与处理的功能。

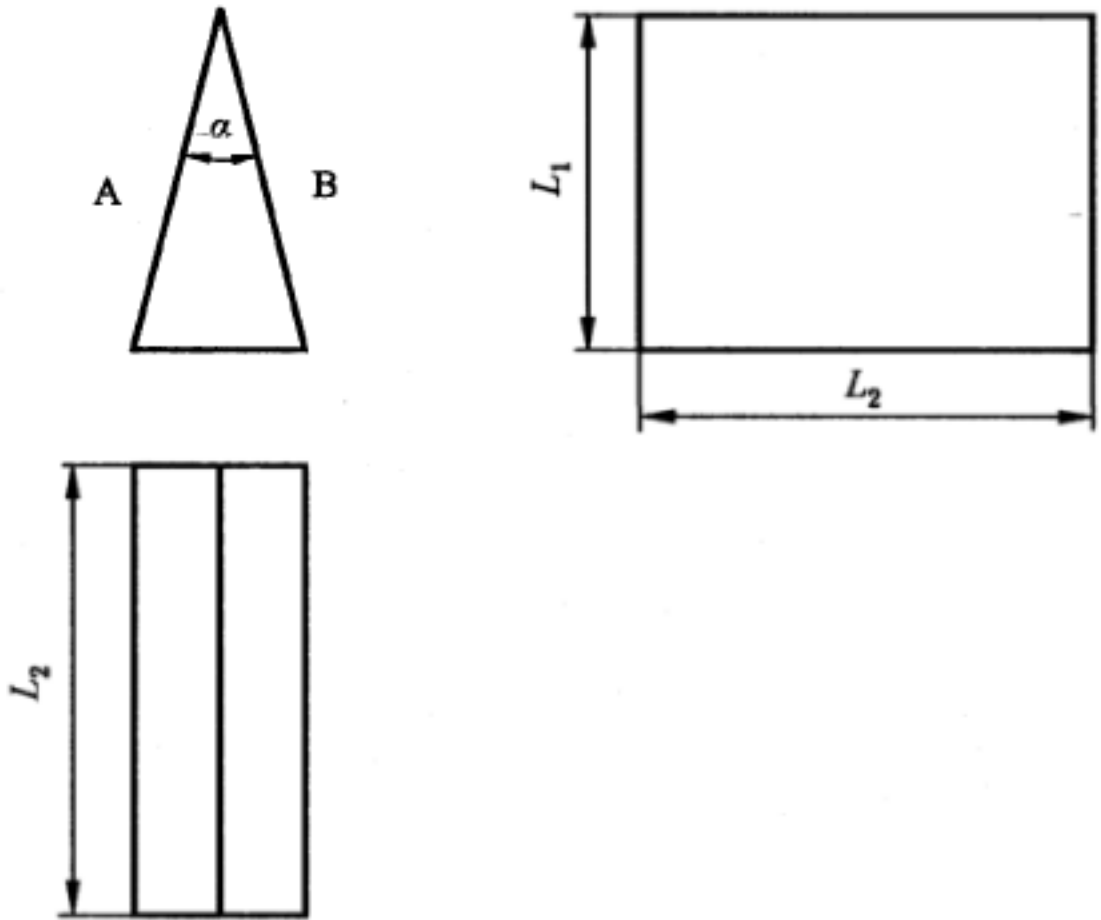
4.3 仪器安装要求

试验台隔振频率小于 3 Hz,隔振振幅小于 0.15 mm。

5 试样外观和精度要求

5.1 试样外观

红外光学玻璃的试样外观要求见图 3。



说明:

- α ——试样顶角;
- A、B ——试样通光面;
- L_1 ——试样高度, $L_1=30\text{ mm}$;
- L_2 ——试样宽度, $L_2=40\text{ mm}$ 。

图 3 红外光学玻璃试样

试样顶角 α 的大小,按式(1)计算。

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{0.5}{n - 0.866} \right)$$

.....(1)

式中:

n ——试样测试波段的平均折射率。

注 1: n 由材料方提供,精确到小数点后 1 位。

注 2: 试样顶角 α 值与试样折射率 n 的关系参考表 1。

表 1 试样顶角 α 值与试样折射率 n 的关系参考表

序号	试样折射率 n	试样顶角 α 建议值	备注
1	$n \geq 3$	13°	
2	$2.3 \leq n < 3$	16°	
3	$1.8 < n < 2.3$	20°	
4	$n \leq 1.8$	60°	相关样品外观和精度要求信息见附录 A

5.2 精度要求

试样的精度要求如下：

- a) 顶角 α 偏差为 $\pm 10'$ ，塔差应不超过 $10''$ ；
- b) 第二光学平行差应控制在 $3'$ 以内；
- c) A、B 面的面形偏差：光圈优于 2，局部光圈优于 0.5。

6 环境要求

6.1 环境温度

测试环境温度应在 $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围之内；温度变化稳定在 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内。

6.2 相对湿度

测试环境相对湿度应不大于 70%。

7 测试步骤

- 7.1 试样应在符合第 6 章要求下放置 24 h 以上。
- 7.2 将单色仪波长设置为 550 nm，测定零位。
- 7.3 不放置试样，测入射方向与零位之间的夹角 $Sq3$ 。
- 7.4 将被测试样放置于试样工作台上，测量试样顶角的角度值 α 。
- 7.5 将单色仪波长设置到所需测量的波长。
- 7.6 转动工作台，测试 $Sq1$ 和 $Sq2$ 。

8 数据处理

- 8.1 入射角 i 按式(2)计算。

$$i = 0.5 |Sq1 - Sq3| \quad \dots\dots\dots (2)$$

- 8.2 折射角 ϕ 按式(3)计算。

$$\phi = 180 + \alpha - \left(Sq2 + \frac{Sq1 + Sq3}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (3)$$

- 8.3 测试环境下波长 λ 的红外折射率 n_0 按式(4)计算。

$$n_0 = \sqrt{\sin^2 \phi + 2 \sin \phi \cos \alpha \sin i + \sin^2 i} / \sin \alpha \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

n_0 ——测试环境下波长 λ 的折射率。

- 8.4 将测试环境下波长 λ 的红外折射率修正到特定条件下的红外折射率，采用附录 B 中计算公式。

- 8.5 红外波段色散系数按式(5)、式(6)和式(7)计算。

$$\nu_2 = (n_2 - 1) / (n_1 - n_3) \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\nu_4 = (n_4 - 1) / (n_3 - n_5) \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$\nu_{10.6} = (n_{10.6} - 1) / (n_8 - n_{12.5}) \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

ν_2 —— $2\text{ }\mu\text{m}$ 波长的色散系数；

- n_2 ——2 μm 波长的折射率;
- n_1 ——1 μm 波长的折射率;
- n_3 ——3 μm 波长的折射率;
- ν_4 ——4 μm 波长的色散系数;
- n_4 ——4 μm 波长的折射率;
- n_3 ——3 μm 波长的折射率;
- n_5 ——5 μm 波长的折射率;
- $\nu_{10.6}$ ——10.6 μm 波长的色散系数;
- $n_{10.6}$ ——10.6 μm 波长的折射率;
- n_8 ——8 μm 波长的折射率;
- $n_{12.5}$ ——12.5 μm 波长的折射率。

9 测量不确定度

本方法的红外折射率测试不确定度计算见附录 C。

10 测试报告

红外光学玻璃红外折射率检测报告至少应包含以下内容(参见附录 D):

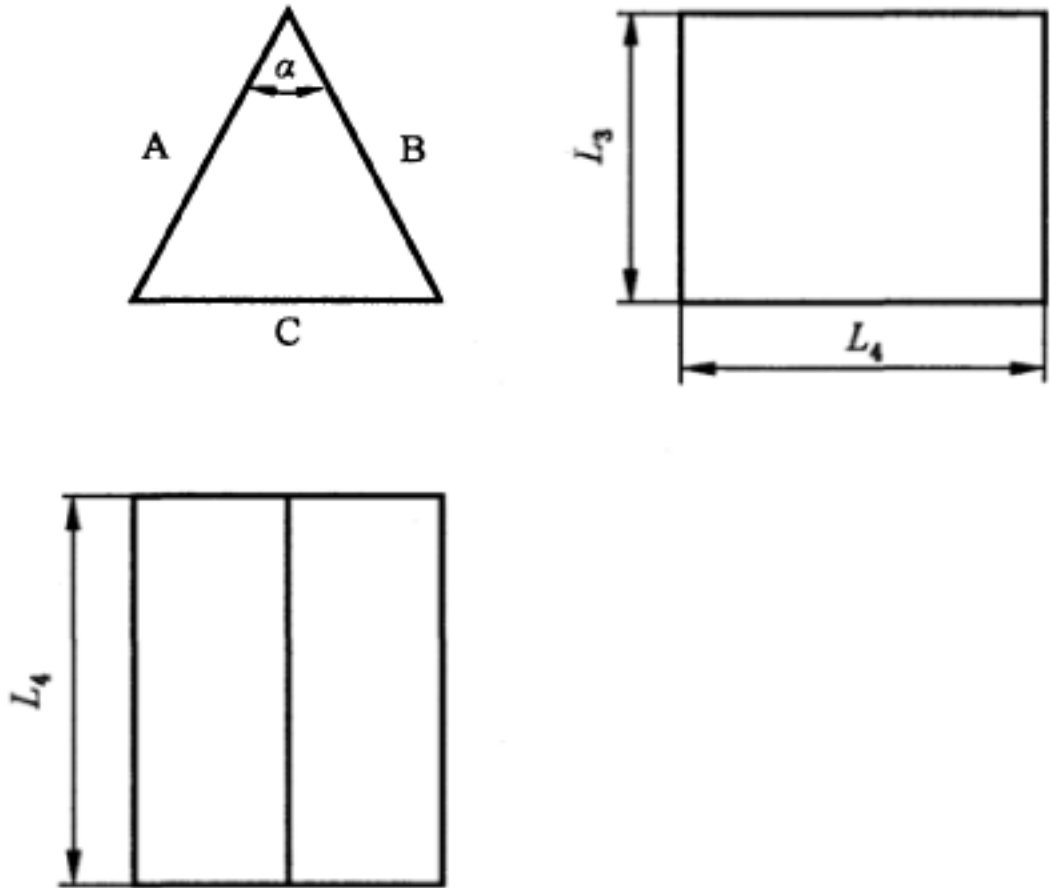
- a) 实验室名称、联系方式;
- b) 检测依据、测试设备;
- c) 委托单位;
- d) 测试日期;
- e) 试样名称及编号、规格;
- f) 环境温度、环境湿度、环境大气压;
- g) 测试波长 λ 及对应的折射率;
- h) 测试、复核、审定人员签字并盖公章。

附录 A
(规范性附录)

试样的折射率等于或低于 1.8 的外观与精度要求

A.1 试样外观

折射率等于或低于 1.8 的红外光学玻璃的试样外观要求见图 A.1。



说明：

- A、B 和 C —— 试样通光面；
 L_3 —— 试样高度， $L_3 = 30\text{ mm}$ ；
 L_4 —— 试样宽度， $L_4 = 40\text{ mm}$ 。

图 A.1 折射率等于或低于 1.8 的红外光学玻璃试样

A.2 精度要求

试样的精度要求如下：

- a) 顶角 α 以及两底角偏差为 $\pm 10'$ ，塔差应不超过 $10''$ ；
- b) 第二光学平行差应控制在 $3'$ 以内；
- c) A、B 和 C 面的面形偏差：光圈优于 2，局部光圈优于 0.5。

附 录 B
(规范性附录)
折射率修正值计算公式

B.1 气压对折射率的影响按式(B.1)进行修正。

$$\Delta n_p = n_0 \times 0.000\,293 \times \frac{p - p_0}{p_0} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

- Δn_p ——气压对折射率的修正值;
- p ——测试时的气压值,单位为帕(Pa);
- p_0 ——标准大气压值,单位为帕(Pa)。

B.2 温度对折射率的影响按式(B.2)进行修正。

$$\Delta n_t = \beta \times (t - 20) \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

- Δn_t ——温度对折射率的修正值;
- t ——测试时的温度值,单位为摄氏度(℃);
- β ——试样的折射率温度系数。

B.3 波长 λ 的折射率 n_λ 按式(B.3)计算。

$$n_\lambda = n_0 + \Delta n_p + \Delta n_t \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

- n_λ ——波长 λ 的红外折射率。

附录 C

(规范性附录)

红外折射率测试不确定度计算方法

C.1 数学模型

该方法是通过测量样块顶角 α , 光束入射角 i , 折射角 ϕ 计算出折射率值, 属间接测量, 按式(C.1)计算:

$$n = \sqrt{\sin^2 \phi + 2 \sin \phi \cos \alpha \sin i + \sin^2 i} / \sin \alpha \quad \text{.....(C.1)}$$

C.2 测量不确定度主要来源

C.2.1 样块顶角 α , 光束入射角 i , 折射角 ϕ , 3 个角测量引入不确定度用 $u_c(n)$ 表示。

C.2.2 样品温度测量误差引入的不确定度用 $u_c(t)$ 表示。

C.2.3 波长测量误差引入的不确定度用 $u_c(\lambda)$ 表示。

C.2.4 单次测量作为测量结果, 由测量重复性误差引入的不确定度用 u_A 表示。

C.3 测量不确定度分量的计算及其合成

C.3.1 不确定度 $u_c(n)$ 根据数学模型和不确定度传递定律, 按式(C.2)、式(C.3)、式(C.4)和式(C.5)计算:

$$u_c^2(n) = C_1^2 u_c^2(i) + C_2^2 u_c^2(\phi) + C_3^2 u_c^2(\alpha) \quad \text{.....(C.2)}$$

$$C_1 = \delta_n / \delta_i = -(\sin \phi \cos \alpha \cos i + \sin i \cos i) / (n \sin^2 \alpha) \quad \text{.....(C.3)}$$

$$C_2 = \delta_n / \delta_\phi = -(\cos \phi \cos \alpha \sin i + \sin \phi \cos \phi) / (n \sin^2 \alpha) \quad \text{.....(C.4)}$$

$$C_3 = \delta_n / \delta_\alpha = -(\sin \phi \sin i - n^2 \cos \alpha) / (n \sin^2 \alpha) \quad \text{.....(C.5)}$$

式中:

C_1 ——相对于入射角 i 的灵敏系数;

C_2 ——相对于折射角 ϕ 的灵敏系数;

C_3 ——相对于顶角 α 的灵敏系数。

C.3.2 不确定度 $u_c(t)$ 按式(C.6)计算:

$$u_c(t) = (\Delta t \times \beta) / k \quad \text{.....(C.6)}$$

式中:

Δt ——样品的温度测试误差;

k ——计算系数, 一般取 2。

C.3.3 不确定度 $u_c(\lambda)$ 按式(C.7)计算:

$$u_c(\lambda) = (\Delta n \times \Delta \lambda) / k \quad \text{.....(C.7)}$$

式中:

Δn ——样品单位波长的折射率变化值;

$\Delta \lambda$ ——单色仪的波长测量误差。

C.3.4 不确定度 u_A 按式(C.8)计算:

$$u_A = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2}{n-1}}$$

.....(C.8)

式中：
 x_k ——第 k 次测量的折射率；
 $\bar{x}$ —— n 次测量的折射率平均值。

C.3.5 合成不确定度 u_c 按式(C.9)计算：

$$u_c = [u_c^2(n) + u_c^2(t) + u_c^2(\lambda) + u_A^2]^{0.5}$$

..... (C.9)

C.3.6 扩展不确定度 U 按式(C.10)计算：

$$U = k \times u_c$$

.....(C.10)

附录 D
(资料性附录)

红外光学玻璃红外折射率检测报告

红外光学玻璃红外折射率检测报告的格式参见表 D.1

表 D.1 红外光学玻璃红外折射率检测报告

实验室名称			联系方式	
测试依据			测试设备	
委托单位			试样规格	
试样名称与编号			环境温度	
环境大气压			环境湿度	
测试波长 $\lambda/\mu\text{m}$	折射率 n_0	测试时样品温度		备注
红外色散系数				
备注				
测试日期	年 月 日	测试单位	单位名称 (公章)	
测试者：复核者：审定者：				

参 考 文 献

- [1] GB/T 903—1987 无色光学玻璃
 - [2] GB/T 7962.1—2010 无色光学玻璃测试方法 第1部分:折射率和色散系数
 - [3] GB/T 7962.11—2010 无色光学玻璃测试方法 第11部分:可见折射率精密测试方法
 - [4] GB/T 7962.17—2010 无色光学玻璃测试方法 第17部分:紫外、红外折射率
 - [5] JOGIS 01—2003 光学玻璃折射率测量方法
-



GB/T 34184-2017

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·1-57804

定价: 18.00 元