



# 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF ××××-20××

## 玻璃珠折射率测量仪校准规范

Calibration Specification for Glass Beads Refractometers

(征求意见稿)

20××-××-××发布

20××-××-××实施

国家市场监督管理总局 发布



# 玻璃珠折射率测量仪 校准规范

JJF ××××-20××

Calibration Specification for  
Glass Beads Refractometers

归口单位：全国公路专用计量器具计量技术委员会

主要起草单位：交通运输部公路科学研究所

参加起草单位：

本规范委托全国公路专用计量器具计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

# 目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语.....	1
4 概述.....	1
5 计量特性.....	2
5.1 折射率测量示值误差.....	2
5.2 折射率测量重复性.....	2
6 校准条件.....	2
6.1 环境条件.....	2
6.2 测量标准及其他设备.....	2
7 校准项目和校准方法.....	3
7.1 折射率测量示值误差.....	3
7.2 折射率测量重复性.....	4
8 校准结果.....	4
8.1 校准记录.....	4
8.2 校准证书.....	4
8.3 校准结果不确定度评定.....	4
9 复校时间间隔.....	5
附录 A 玻璃珠折射率测量仪校准记录表式样.....	6
附录 B 玻璃珠折射率测量仪校准证书信息及内页式样.....	8
附录 C 玻璃珠折射率测量仪校准不确定度评定示例.....	10

# 引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次制定。

# 玻璃珠折射率测量仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于玻璃珠折射率测量仪的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 24722 路面标线用玻璃珠

凡是注日期的引用文件，仅注日期版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

## 3 术语

下列术语和定义适用于本规范。

### 3.1 玻璃珠折射率测量仪 glass beads refractometer

基于一次彩虹法/二次彩虹法测量原理设计、制造，用来自动测量玻璃珠折射率的仪器。

### 3.2 折射率标准溶液 refractive index standard solution

折射率已知的有证标准溶液。。

## 4 概述

玻璃珠折射率测量仪是用于直接测量交通安全设施用玻璃珠折射率的设备。

玻璃珠折射率测量仪主要由激光光源、透镜、光阑、光屏、载玻台等组成，基本结构如图 1 和图 2 所示。

玻璃珠折射率测量仪的测量原理为一次彩虹法/二次彩虹法。一次彩虹法光学原理为，激光器发出的光束通过透镜聚焦，并经光阑滤除杂散光后，透过载玻台照射到玻璃珠上，入射光线在玻璃珠中经过一次反射后，反射光线照射到光屏上形成彩虹光斑，测量彩虹光斑的亮环半径  $R$  和玻璃珠到光屏的距离  $L$ ，计算得到玻璃珠的折射率。二次彩虹法光学原理为：激光器发出的光束通过透镜聚焦，并经光阑滤除杂散光后，透过载玻台照射到玻璃珠上，入射光线在玻璃珠中经过二次反射后，反射光线照射到光屏上形成彩虹光斑，测量彩虹光斑的亮环半径  $R$  和玻璃珠到光屏的距离  $L$ ，计算得到玻璃珠的折射率。

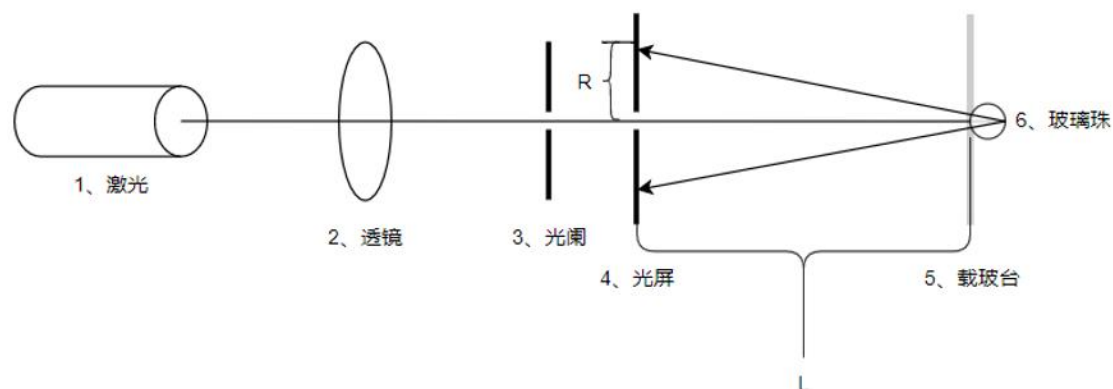


图 1 基于一次彩虹法的结构示意图

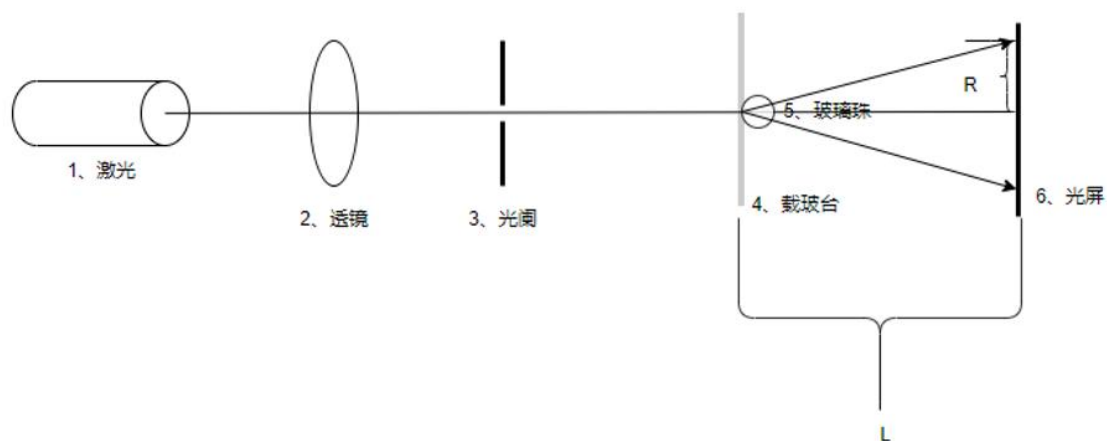


图 2 基于二次彩虹法的结构示意图

## 5 计量特性

### 5.1 折射率测量示值误差

折射率测量示值误差不应超过 $\pm 0.02$ 。

### 5.2 折射率测量重复性

折射率测量重复性不应超过 0.006。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

6.1.1 环境温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $(50 \pm 5)\%$ ，大气压力 $(96 \pm 10)$  kPa。

6.1.2 校准时应无振动冲击等干扰。

6.1.3 将玻璃珠折射率测量仪和测量标准、其他设备置于恒温环境下两小时后方可进行校准。

### 6.2 测量标准及其他设备

#### 6.2.1 折射率标准溶液

与辅助用玻璃微珠折射率相近折射率溶液标准物质，其折射率为 1.3330、1.3995、1.5011、1.5602、1.6580 等的一种或几种，标准不确定度应不大于 0.0002。

### 6.2.2 显微镜

显微镜的放大倍数不小于 100 倍。

### 6.2.3 辅助用玻璃微珠

成圆率 $\geq 90\%$ 、外观无气泡，粒径大小均匀，折射率和折射率溶液标准物质相匹配的玻璃微珠。

### 6.2.4 黑板

黑板尺寸为 100mm $\times$ 100mm。

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 折射率测量示值误差

校准折射率测量示值误差的步骤如下：

a) 取少许同批次辅助用玻璃微珠放入凹槽玻片上，将其浸没在已知折射率的标准溶液中，将凹槽玻璃片放在显微镜载物台上，调节聚光器至最大设置，将显微镜光圈调至最大，打开显微镜光源；

b) 移动尺寸为 100mm $\times$ 100mm 的黑板至聚光器下，通过目镜可观察到可视区域一半阴暗，另一半明亮；

c) 对照图 3 进行观察，判定辅助用玻璃微珠的折射率与液体折射率的大小；

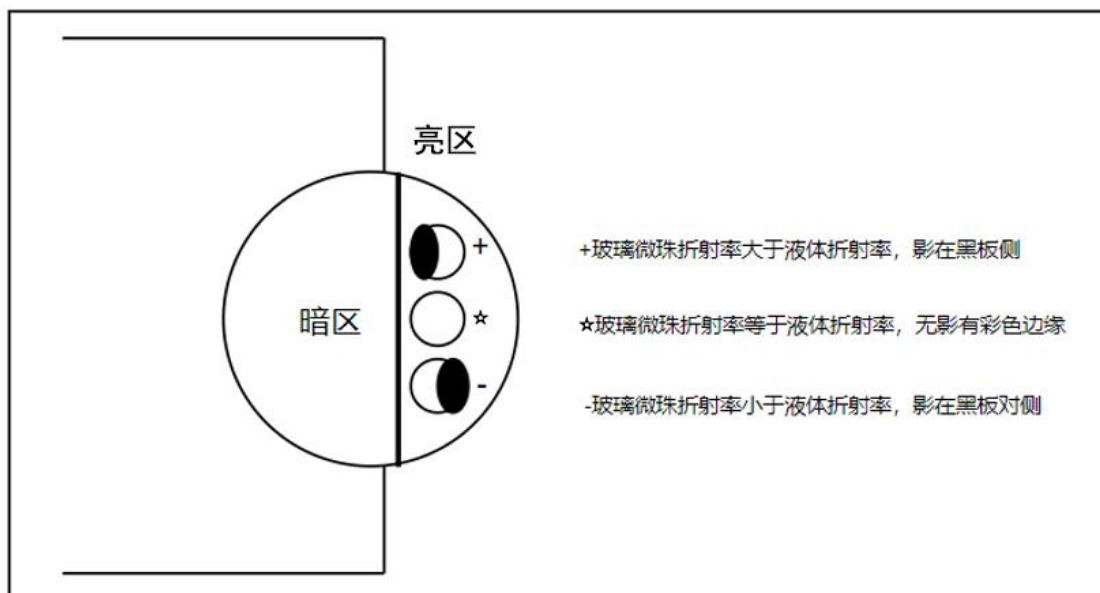


图 3 辅助用玻璃微珠折射率测定对照图

d) 当辅助用玻璃微珠在相应标准溶液中无影有彩色边缘时，将相应标准溶液折射率作为参考折射率，记作 $n_s$ ；

e) 清除辅助用玻璃微珠表面标准溶液, 使用无水乙醇清洗 3 次并冷风吹干, 将其放置于微珠折射率测量仪观察台, 测量值记为 $n_i$ , 重复测量 10 次, 每次取算术平均值记为 $\bar{n}_t$ ;

f) 根据公式 (1) (2) 计算微珠折射率测量仪的折射率测量示值误差:

$$\bar{n}_t = \frac{\sum_{i=1}^{10} n_i}{10} \quad (1)$$

$$\Delta n = \bar{n}_t - n_s \quad (2)$$

式中:

$\Delta n$ ——玻璃珠折射率测量仪的折射率测量示值误差;

$n_i$ ——玻璃珠折射率测量仪测量玻璃珠折射率的第  $i$  次测量结果,  $i=1, 2, \dots, 10$ ;

——玻璃珠折射率测量仪 10 次测量玻璃珠折射率的算术平均值;

$n_s$ ——辅助用玻璃微珠的折射率。

## 7.2 折射率测量重复性

校准折射率测量重复性的步骤如下:

将 7.1 中 f) 所获得的 10 次数据, 采用公式 (3) 计算玻璃珠折射率测量仪的折射率测量重复性。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (n_i - \bar{n}_t)^2}{9}} \quad (3)$$

式中:

$s$ ——玻璃珠折射率测量仪的折射率测量重复性。

## 8 校准结果

### 8.1 校准记录

玻璃珠折射率测量仪的校准记录应信息齐全、内容完整, 校准记录式样见附录 A。

### 8.2 校准证书

玻璃珠折射率测量仪的校准结果以校准证书的形式表达, 校准证书包含的信息及内页式样见附录 B。

### 8.3 校准结果不确定度评定

玻璃珠折射率测量仪校准结果的不确定度评定按照 JJF 1059.1 进行, 不确定度评定示例见附录 C。

## 9 复校时间间隔

玻璃珠折射率测量仪的复校时间间隔建议为 12 个月。由于复校时间间隔的长短是由玻璃珠折射率测量仪的使用情况、使用者等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

## 附录 A

## 玻璃珠折射率测量仪校准记录表式样

## A.1 玻璃珠折射率测量仪校准记录表首页

玻璃珠折射率测量仪校准记录表首页式样见表 A.1。

表 A.1 记录表首页

表格编号：

第 页，共 页

样品名称		样品编号	
型号规格		出厂编号	
制造单位			
校准依据		校准地点	
校准前样品状态		校准后样品状态	
校准环境	温度：____℃ 湿度：____%RH		
所用测量标准或 主要设备	名称	编号	主要技术参数
	使用前情况		使用后情况
备注			

校准人：\_\_\_\_\_

核验人：\_\_\_\_\_

校准时间：\_\_\_\_\_

## A.2 玻璃珠折射率测量仪校准记录表内页

玻璃珠折射率测量仪校准记录表内页式样见表 A.2。

表 A.2 玻璃珠折射率测量仪校准记录表

表格编号：

第 页，共 页

序号	项目	测量数据				不确定度
		测量值	平均值	标准值	示值误差	
1	折射率 测量示值 误差	1				
		2				
		3				
		4				
		5				
		6				
		7				
		8				
		9				
		10				
2	折射率 测量 重复性	测量值	平均值	测量重复性		
		1				
		2				
		3				
		4				
		5				
		6				
		7				
		8				
		9				
10						

## 附录 B

### 玻璃珠折射率测量仪校准证书信息及内页式样

#### B.1 校准证书信息

玻璃珠折射率测量仪校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题“校准证书”；
- b) 校准实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- d) 证书编号、页码及总页数；
- e) 客户的名称和联络信息；
- f) 校准所依据的技术规范名称和代号；
- g) 被校准仪器的信息；
- h) 被校准仪器的接收日期；
- i) 进行校准的日期；
- j) 校准证书的批准日期；
- k) 抽样计划、抽样方法和抽样日期（如有）；
- l) 校准结果仅对校准对象有效的声明；
- m) 校准证书批准人的签名或识别；
- n) 校准时的环境条件；
- o) 所用测量标准或主要设备的名称、编号、主要技术参数及溯源证书有效期；
- p) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- q) 如可获得，任何调整或修理前后的结果；
- r) 相关时，与要求或规范的符合性声明；
- s) 已与客户达成协议时，给出复校时间间隔的建议。

**B.2 玻璃珠折射率测量仪校准结果内页式样**

玻璃珠折射率测量仪校准结果内页式样见表 B.1。

表 B.1 玻璃珠折射率测量仪校准结果

序号	项目	结果	不确定度 $U(k=2)$
1	折射率测量示值误差		
2	折射率测量重复性		

## 附录 C

### 玻璃珠折射率测量仪校准不确定度评定示例

本附录仅对玻璃珠折射率测量仪的测量示值误差进行校准不确定度评定示例分析，实际工作中可按客户要求评定不确定度。

#### C.1 测量模型

折射率测量模型如下：

$$\Delta = R - R_0$$

式中：

$\Delta$ —被校测量仪的示值误差；

$R$ —被校测量仪示值；

$R_0$ —辅助用玻璃微珠折射率参考值。

#### C.2 方差与灵敏系数

由测量模型可以得到，折射率的不确定度：

$$u_c^2 = u^2(\Delta) = c^2(R)u^2(R) + c^2(R_0)u^2(R_0)$$

其中， $c(R) = \frac{\partial \Delta}{\partial R} = 1$ ， $c(R_0) = \frac{\partial \Delta}{\partial R_0} = -1$

代入得： $u_c^2 = u^2(R) + u^2(R_0)$

#### C.3 不确定度分析

影响折射率测量示值误差的不确定度来源主要有：

- (1) 辅助用玻璃微珠折射率参考值引入的不确定度 $u(R_0)$ ；
- (2) 测量重复性引入的不确定度分量 $u_1(R)$ ；
- (3) 分辨力引入的不确定度分量 $u_2(R)$ 。

不确定度分量之间均不相关。

#### C.4 标准不确定度分量的评定

##### C.4.1 辅助用玻璃微珠折射率参考值引入的不确定度 $u(R_0)$

辅助用玻璃微珠折射率参考值由折射率溶液标准物质确定。折射率溶液标准物质的标准不确定度为 0.0002。折射率溶液标准物质分辨力为 0.06，即由折射率溶液标准物质确定辅助用玻璃微珠折射率参考值时的分辨力为 0.06。设其为均匀分布，则由分辨力引入的不确定度为 0.017，远大于折射率溶液标准物质的不确定度。

则由辅助用玻璃微珠折射率参考值引入的不确定度分量 $u(R_0) = 0.017$ 。

##### C.4.2 测量重复性引入的不确定度分量 $u_1(R)$

在重复性条件下，根据校准方法，用某台测量仪分别进行 10 次重复性测量，测量结果为：1.50、1.50、1.50、1.50、1.51、1.51、1.51、1.51、1.51、1.51，使用贝塞尔公式计算实验标准差，则  $u_1(R) = 0.0052$ 。

### C.5.3 分辨力引入的不确定度分量 $u_2(R)$

对于数字显示式测量仪器，设其分辨力为  $\delta x$ ，则由此带来的标准不确定度为  $0.289\delta x$ 。某台测量仪数字显示的分辨力为 0.01，则  $u_2(R) = 0.0029$ 。

## C.6 不确定度分量的汇总

折射率测量示值误差的不确定度分量汇总见表 C.1。

表 C.1 折射率测量示值误差的不确定度分量汇总

不确定度分量	符号	评定方法	标准不确定度
辅助用玻璃微珠折射率参考值引入的不确定度	$u(R_0)$	B	0.017
测量重复性引入的不确定度	$u_1(R)$	A	0.0052
分辨力引入的不确定度	$u_2(R)$	A	0.0029

## C.7 合成标准不确定度和扩展不确定度

由于  $u_2(R)$  小于  $u_1(R)$ ，故合成时可忽略  $u_2(R)$ 。由测量模型可以得到合成标准不确定度：

$$u_c = \sqrt{u_1^2(R) + u^2(R_0)} = 0.018$$

$k=2$  时，折射率测量示值误差的扩展不确定度为：

$$U = 0.04, k = 2$$

# 国家计量技术规范

## 《玻璃珠折射率测量仪校准规范》

### 编制说明

(征求意见稿)

规范编制组

2026年04月

# 目 录

一、任务来源 .....	1
二、编制背景 .....	1
(一) 制定目的 .....	1
(二) 制定意义 .....	2
(三) 国内外概况 .....	2
三、编制过程 .....	2
(一) 编制原则 .....	3
(二) 工作进程 .....	3
(三) 人员分工 .....	4
四、编制依据 .....	4
五、主要技术内容的论据 .....	5
(一) 范围 .....	5
(三) 概述 .....	5
(四) 计量特性 .....	6
(五) 校准条件 .....	6
(六) 校准项目和校准方法 .....	6
(七) 校准结果 .....	7
(八) 复校时间间隔 .....	7
六、其他应予说明的事项 .....	7

## 一、任务来源

根据“市场监管总局办公厅关于印发 2025 年国家计量技术规范制定、修订及宣贯计划的通知”（市监计量发〔2025〕45 号），由交通运输部公路科学研究所等单位主持承担国家计量技术规范《玻璃珠折射率测量仪校准规范》的制定工作。计划编号为：MTC30—2025—04。

## 二、编制背景

### （一）制定目的

路面标线是保证公路交通行车安全的重要设施，在路面材料中加入玻璃珠是确保标线夜间可视性的重要手段。折射率是反映玻璃珠光学质量的主要因素，玻璃珠折射率的高低直接关联路面标线的逆反射特性，对于保证行车安全至关重要。运用合理的测试技术，评估路面标线用玻璃珠的折射率，是保证标线质量的重要手段。如何对玻璃珠折射率进行准确的测量，一直是研究和技术人员着力解决的问题，目前判定玻璃珠折射率的主要方法是采用玻璃珠折射率测量仪。

市面上集成度较高的玻璃珠折射率测量仪已开始广泛应用，玻璃珠折射率测量的基础理论是低阶彩虹环法，按不同光学结构可分为一次彩虹法和二次彩虹法。一次彩虹法光学原理为，激光器发出的光束通过透镜聚焦，并经光阑滤除杂散光后，透过滤玻台照射到玻璃珠上，入射光线在玻璃珠中经过一次反射后，反射光线照射到光屏上形成彩虹光斑，测量彩虹光斑的亮环半径  $R$  和玻璃珠到光屏的距离  $L$ ，计算得到玻璃珠的折射率。二次彩虹法光学原理为：激光器发出的光束通过透镜聚焦，并经光阑滤除杂散光后，透过滤玻台照射到玻璃珠上，入射光线在玻璃珠中经过二次反射后，反射光线照射到光屏上形成彩虹光斑，测量彩虹光斑的亮环半径  $R$  和玻璃珠到光屏的距离  $L$ ，计算得到玻璃珠的折射率。

在折射率检测仪器溯源方法方面，一些研究人员采用阿贝折射仪标准块来校准宝石折射仪，并对校准结果进行不确定度分析。一些研究人员用符合纯度要求的各种无机物和有机物作为原材料制作了折射率覆盖范围为 1.33~1.72 的标准物质，并最终溯源至玻璃材料折射率标准块。相关研究成果，为玻璃珠折射率测量仪校准规范的编制提供了先验技术。但其测量对象的几何尺寸、形状等与玻璃珠不同，无法直接采用。相关计量手段的缺失，导致无法验证玻璃珠折射率测量仪测量结

果的准确性。因此，亟需编制玻璃珠折射率测量仪校准规范。

## （二）制定意义

本规范制定的意义主要表现为：

（1）促进量值统一：校准规范可为计量机构提供有效的计量依据，将大大促进玻璃珠折射率测量仪的量值统一和准确可靠。

（2）规范产品生产：制定校准规范可以为生产商在产品设计和制造阶段提供校准依据，有助于规范玻璃珠折射率测量仪生产行为，提高系统的质量和性能。

（3）方便用户使用：校准规范的制定可以为社会提供科学统一的校准方法，保障了不同厂家所生产的玻璃珠折射率测量仪在计量性能方面的可比性，有利于用户客观认识备选产品，并做出理性选择。

## （三）国内外概况

玻璃珠折射率测量仪主要由氦氛激光器、可变光阑、透镜、反射镜、带孔反射镜、载玻台、载玻片、接收屏组、吸光单元、CCD相机、x/y 二维调节装置、x/y 二维电动滑台、z 轴电动位移平台、反射镜调节装置、微控制器、工业上位机等部分组成，相关部件已经实现国产化。国内外主要厂家包括四川京炜、中路检测、北京京衢、川大、浙大等，囊括仪器设备厂商、科研院所、高校等。主要应用机构为检测机构、玻璃珠厂商等，用于玻璃珠产品的质量控制和工程检测，是公路工程试验检测机构需要配备的重要装置。

目前尚未对应的玻璃珠折射率测量仪校准规范。1999 年 ASTM 编制发布《粘性材料折射率的标准试验方法》（ASTM D1747）。2002 年中国计量科学研究院牵头编制发布《阿贝折射仪检定规程》（JJG 625），对用于层透明、半透明液体或固体的折射率和平均色散的仪器开展计量检定提供了依据。2005 年中国计量科学研究院牵头编制发布《V 棱镜折射仪检定规程》（JJG 863），对利用精密测角仪采用 V 棱镜法测量折射率的仪器开展计量检定提供了依据。2013 年 ASTM 编制发布《透明有机塑料折射率标准测试方法》（ASTM D542）。2014 年中国计量科学研究院牵头编制发布《阿贝折射仪标准块检定规程》（JJG 981），对检定阿贝折射仪用计量标准器具的计量性能要求及计量器具控制等提出了要求。2020 年，交通运输部公路科学研究所牵头编制发布《路面标线用玻璃珠》（GB/T 24722），

对玻璃珠折射率及其试验设备、试验方法做出了规定。2022年，德国标准化学会编制发布国际标准《塑料折射率的测定》（ISO 489）。2024年，交通运输部公路科学研究所牵头编制中国公路学会团体标准《玻璃珠折射率测量仪》等，进一步对仪器设备做出了规范。

### 三、编制过程

#### （一）编制原则

本规范由全国公路专用计量器具计量技术委员会提出并归口，将致力于服务“安全、便捷、高效、绿色、经济”的交通运输高质量发展目标。编制组长期从事交通安全与光学计量测试技术研究和检定校准工作，熟练掌握相关检定校准方法。项目是在国家重点研发计划项目《高速光通信、传感与显示计量关键技术研究》、交通强国试点项目《20.2 公路计量检定、校准测试实用技术研发与标准研制及推广应用》等科研项目的基础上，开展了测试验证，参考有关技术文件，形成玻璃珠折射率测量仪校准规范。规范的编制原则如下：

##### （1）科学性

规范的编制，应在理论分析及试验验证的基础上，科学规定玻璃珠折射率测量仪的相关计量技术指标及校准方法。

##### （2）继承性

相关计量特性和校准方法应优先考虑《路面标线用玻璃珠》（GB/T 24722）和《玻璃珠折射率测量仪》（T/CHTS 20045—2024）等技术文件的相关要求。

##### （3）适用性

规范的编制应充分考虑国内市场大多数仪器设备的校准需求，对国产设备和进口设备的技术特点具有共同的适用性。

#### （二）工作进程

2025年规范制定计划下达，编制组立即着手进行任务分工，正式启动编写工作。

2025年5月~2025年7月进一步进行资料搜集，汇总分析国内外与玻璃珠折射率测量仪相关的产品标准、试验检测规程、计量技术规范等进行分析，调研国

内生产厂家、行业检测机构。

2025年8月~2026年1月，在草案稿的基础上进一步完善，形成征求意见稿初稿，组织编制组进行内部讨论，明确需要进一步确认计量要求和校准方法等技术内容，并初步进行必要的试验验证。

2026年2月~2026年4月，定向征求意见，面向相关厂家、检测机构等发放征求意见稿，收集书面反馈并形成汇总表。

2026年5月~2026年6月，挂网征求意见。

### （三）人员分工

人员	单位	分工
何华阳	交通运输部公路科学研究所	负责统筹规范研究编制，牵头完成第3、4、5章。
段亮成	中国计量科学研究院	负责折射率溯源方法研究。牵头完成第7章、附录C。
王蕊	交通运输部公路科学研究所	负责组织开展试验验证。牵头完成第9章和附录A、B。
韩晓坤	中路高科交通科技集团有限公司	负责开展校准条件和校准方法研究。牵头完成第6、8章。
郭东华	中路高科交通检测检验认证有限公司	参与试验验证。参与完成第4、7章。
安华贞	交通运输部公路科学研究所	负责文件规范化起草。参与第4、6章。
张宇微	中路高科交通科技集团有限公司	参与文件规范化起草。参与第3、4章。

### 四、编制依据

编制组长期从事交通安全与光学计量测试技术研究和检定校准工作，熟练掌握相关检定校准方法。编制组先后承担了国家重点研发计划项目《高速光通信、传感与显示计量关键技术研究》、交通强国试点项目《20.2 公路计量检定、校准测试实用技术研发与标准研制及推广应用》等科研项目，主编发布了JJF 1796《逆

反射标准器校准规范》、JJF 1809《逆反射测量仪校准规范》等有关国家计量技术规范，主持制修订了 JT/T 690《逆反射体光度性能测量方法》、JT/T 692.1《逆反射材料色度性能测试方法 第1部分：逆反射体夜间色》等行业标准，对国内外交通光学技术有较为深入的研究，掌握了玻璃珠折射率测量仪的关键计量技术指标。

本规范主要依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》进行编写，并在编写中引用或参考了以下有关文件：

GB/T 24722 路面标线用玻璃珠

T/CHTS 20045 玻璃珠折射率测量仪

## 五、主要技术内容的论据

按照 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》要求，本规范包括九个章节和三个附录：1 范围、2 引用文件、3 术语、4 概述、5 计量特性、6 校准条件、7 校准项目和校准方法、8 校准结果、9 复校时间间隔，以及附录 A 校准记录表格格式、附录 B 校准证书内页格式、附录 C 不确定度评定示例等。

### （一）范围

规定了本规范适用范围。

### （二）引用文件

列出了本规范所引用的技术文件的有效版本。

### （三）术语

定义了本规范中用到的相关名词术语。

### （四）概述

简要说明玻璃珠折射率测量仪的工作原理、结构和用途。

玻璃珠折射率测量仪是用于直接测量交通安全设施用玻璃珠折射率的设备，主要由激光光源、透镜、光阑、光屏、载玻台等组成。其测量原理为一次彩虹法/二次彩虹法。一次彩虹法光学原理为，激光器发出的光束通过透镜聚焦，并经光阑滤除杂散光后，透过载玻台照射到玻璃珠上，入射光线在玻璃珠中经过一次反射后，反射光线照射到光屏上形成彩虹光斑，测量彩虹光斑的亮环半径  $R$  和玻璃

珠到光屏的距离  $L$ ，计算得到玻璃珠的折射率。二次彩虹法光学原理为：激光器发出的光束通过透镜聚焦，并经光阑滤除杂散光后，透过载玻台照射到玻璃珠上，入射光线在玻璃珠中经过二次反射后，反射光线照射到光屏上形成彩虹光斑，测量彩虹光斑的亮环半径  $R$  和玻璃珠到光屏的距离  $L$ ，计算得到玻璃珠的折射率。

### （五）计量特性

根据实际需求，给出了玻璃珠折射率测量仪的主要计量参数：折射率测量示值误差、折射率测量重复性。

折射率测量示值误差不应超过 $\pm 0.02$ 。GB/T 24722《路面标线用玻璃珠》中 4.1.2 规定，玻璃珠可分为低折射率玻璃珠、中折射率玻璃珠、高折射率玻璃珠三类，其折射率（RI）依次为  $1.50 \leq RI < 1.70$ 、 $1.70 \leq RI < 1.90$ 、 $RI \geq 1.90$ 。故初步判断可以将玻璃珠折射率测量仪的最大允许误差应不大于 $\pm 0.1$ ，以不混淆 3 类玻璃珠。结合仪器实际技术性能与实测试验数据综合验证，为进一步提升测量精准度，保障检测数据严谨可靠，最终确定折射率测量示值误差限定为  $\pm 0.02$ 。

折射率测量重复性用实验标准差表征，其值不应超过 0.006。参考 T/CHTS 20045 《玻璃珠折射率测量仪》，结合实测试验数据综合验证，初步确定测量重复性不大于 0.006。

### （六）校准条件

对玻璃珠折射率测量仪的校准环境条件、校准设备提出了详细的技术要求。

### （七）校准项目和校准方法

#### 7.1 折射率测量示值误差

按照本规范第 7.1 要求进行校准。

a) 取少许同批次辅助用玻璃微珠放入凹槽玻片上，将其浸没在已知折射率的标准溶液中，将凹槽玻璃片放在显微镜载物台上，调节聚光器至最大设置，将显微镜光圈调至最大，打开显微镜光源；

b) 移动尺寸为  $100\text{mm} \times 100\text{mm}$  的黑板至聚光器下，通过目镜可观察到可视区域一半阴暗，另一半明亮；

c) 观察图像判定辅助用玻璃微珠的折射率与液体折射率的大小；

d) 当玻璃微珠在相应标准溶液中无影有彩色边缘时，将相应标准溶液折射率

作为参考折射率，记作 $n_s$ ；

e) 清除辅助用玻璃微珠表面标准溶液，使用无水乙醇清洗 3 次并冷风吹干，将其放置于微珠折射率测量仪观察台，测量值记为 $n_i$ ，重复测量 10 次，每次取算术平均值记为 $\bar{n}_i$ ；

f) 用减法计算得到折射率测量示值误差。

## 7.2 折射率测量重复性

按照本规范第 7.2 要求进行校准。

用玻璃珠折射率测量仪测量辅助用玻璃微珠的折射率，重复测量 10 次。用实验标准差工作计算得到玻璃珠折射率测量仪的折射率测量重复性

## (八) 校准结果

依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》要求对校准结束后应出具报告的数据形式及格式等进行了规定。

## (九) 复校时间间隔

建议玻璃珠折射率测量仪的复校时间间隔为 12 个月。

由于复校时间间隔的长短是由玻璃珠折射率测量仪的使用情况、使用者等诸多因素所决定的，因此，建议送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

## 六、其他应予说明的事项

无。