

国家计量技术规范

《逆反射测量标准装置校准
规范》

编制说明

(征求意见稿)

规范编制组

2022年3月

目 录

一、任务来源.....	1
二、编制背景.....	1
1、目的意义.....	1
2、国内外概况.....	2
三、编制过程.....	2
1、编制原则.....	2
2、工作进程.....	3
3、人员分工.....	6
四、编制依据.....	6
五、主要技术内容的论据.....	7
六、试验验证分析.....	11
七、不确定度评定.....	11
八、其他应予说明的事项.....	11

一、任务来源

根据国家市场监督管理总局计量司《制修订及宣贯国家计量技术规范》合同书，由交通运输部公路科学研究所主持承担国家计量技术规范《逆反射测量标准装置校准规范》的制定工作。

二、编制背景

1、目的意义

逆反射测量标准装置是开展逆反射标准器、逆反射测量仪检定校准所需的重要计量标准，也可用于测量交通标志板、反光膜、道路标线、突起路标等逆反射交通安全设施反光性能。逆反射测量标准装置主要由标准 A 光源、接收器、微光照度计、入射角调节器、观测角调节器和测量控制系统等部分组成。逆反射测量标准装置的计量性能由相关色温、有效照射面法向照度、照度均匀度、照度示值误差、观测角、入射角、测量距离等表述。逆反射测量标准装置通过采集系统得到发光强度 I 、光源照度 E_L 和测试表面积 A 等，分析处理后输出逆反射系数、逆反射亮度系数、发光强度系数等，可对逆反射标准器进行量值溯源或量值传递，并可实现对逆反射测量仪的量值溯源或量值传递。

逆反射技术广泛应用于交通、市政、公安、矿山等涉及安全领域的各个行业，各个行业均建立了逆反射测量标准装置，然而因缺少全国统一逆反射测量标准装置的计量技术规范，逆反射测量标准装置的量值溯源一直存在障碍，影响了交通标志板、反光膜、道路标线、突起路标等逆反射交通安全设施反光性能的测量准确性，影响了逆反射标准器、逆反射测量仪的量值准确性。

为规范行业的量值溯源问题，交通部曾发布 JT/T 689-2007《逆反射系数测试方法 共平面几何法》、JT/T 690-2007《逆反射体光度性能测试方法》、JT/T 691-2007《水平涂层逆反射亮度系数测试方法》，分别对逆反射测量标准装置的部分指标进行了约束，目前公安、市政等行业也在参照使用。但由于上述标准的技术关注点不同，逆反射测量标准装置所需计量参数并不完全一致，上述标准无法完全满足其他行业的使用要求。因此，有必要制定逆反射测量标准装置的国家计量校准规范，对逆反射测量标准装置的计量特性提出通用要求，以解决目前存在的技术问题，广泛服务于相关行业的计量需要。

美国材料与试验协会发布的 ASTM E808 等逆反射系列标准，对逆反射术语

及其相关测试方法进行了描述和规定。交通运输部公路科学研究所苏文英等曾于 2004 年至 2009 年进行专项研究，对相关 ASTM 标准系统进行梳理分析，并部分转化为国家标准或行业标准，初步建立了我国逆反射测试的技术体系。在此研究基础上，对逆反射材料相关标准进行了相应修订完善，如 GB/T 18833-2012《道路交通反光膜》、GB/T 16311-2009《道路交通标线质量要求和检测方法》、GB/T 24725-2009《突起路标》等，对其中与逆反射相关的技术要求、测试方法等，参照国外先进标准进行了更加科学合理的规定。2017 年至 2018 年，交通运输部公路科学研究所苏文英等研究编制了逆反射标准及逆反射测量仪国家校准规范。逆反射测量标准装置是逆反射体光度性能测试方法的具体实施，也是逆反射测量的基础性装置，亟需制定逆反射测量标准装置校准规范，以完善逆反射计量技术体系。

综上所述，本计量技术规范的制定既是量值溯源或量值传递的计量需要，又是开展交通安全设施反光性能精准测量的重要前提，及时提出技术规范制定任务，符合逆反射计量技术体系发展的需要，对于我国逆反射材料逆反射性能研究和计量工作尤为关键。

2、国内外概况

美国国家标准研究院 NIST 和德国物理研究院 PTB 是逆反射计量领域的领跑者，北美地区的逆反射量值多溯源到 NIST，而欧洲各国的逆反射量值多溯源到 PTB，他们的共同点是都将逆反射计量视为一种光度性能的特殊测试。NIST 拟于 2005 年发布一份包含逆反射材料校准程序的特刊，提供校准的一般描述、校准所需的工件、校准所需的设备、校准程序以及校准的不确定度评定。美国材料与试验协会发布的 ASTM E808 等对逆反射的术语等进行了描述。日本工业标准调查会发布的 JIS Z8714 介绍了逆反射体的光学特性和测量方法。澳大利亚 SAA 公司发布的 SAA AS 1906 系列标准对逆反射材料和装置提出了要求。国家市场监督管理总局发布的国家计量技术规范 JJF 1796-2020《逆反射标准器校准规范》、JJF 1809-2020《逆反射测量仪校准规范》，分别规定了逆反射标准器的计量特性、校准条件、校准项目、校准方法、校准结果和复校时间间隔等。

三、编制过程

1、编制原则

项目是在国家计量技术规范 JJF 1796-2020《逆反射标准器校准规范》提出的相关计量性能要求的基础上，参考交通运输行业标准 JT/T 690《逆反射体光度性能测试方法》，对国内市场上的逆反射测量标准装置进行重新梳理，形成逆反射测量标准装置国家计量技术规范。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，科学规定逆反射测量标准装置的相关计量技术指标及校准方法。

(2) 继承性

相关计量技术指标和校准方法应首先考虑 JJF 1796-2020《逆反射标准器校准规范》、JT/T 690《逆反射体光度性能测试方法》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。

2、工作进程

2020年5月规范制定计划下达，编制组立即着手进行任务分工，正式启动编写工作。

首先进行资料搜集，汇总分析国内外与逆反射测量标准装置相关的标准规程规范等；同时对 JJF 1796-2020《逆反射标准器校准规范》执行过程中的问题进行调研分析，并初步进行必要的试验验证。

2020年8月，完成征求意见稿初稿，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。

2020年9月-2020年10月，开展相关试验验证，修改和完善征求意见稿。并将征求意见稿发给行业专家、生产厂家等初步征求意见。

2020年11月，进一步完善征求意见稿。

2020年12月-2021年9月，进一步走访调研，同行业专家沟通交流，完善征求意见稿，期间收集的征求意见及处理情况汇总如下表。

序号	章条号	意见内容	提出单位	处理意见
1	目录	“引言”页码不对，应为II	青海省公路工程检测设备计量检定站	已采纳

2	引言	JJF1059.1-2010应修改为JJF1059.1-2012	福建省交通科研院所有限公司	已采纳
3	2	建议增加 JJF 1032-2005《光学辐射计量名词术语及定义》	中国计量科学研究院	未采纳,规范中没有直接引用
4	4	被测样品过半是有色样品,须添加光谱匹配误差的要求	陕西省计量科学研究院	未采纳,光谱匹配误差一般为产品定型时检测。
5	4.2	建议删去“平均值不小于 10 lx”,在使用直接亮度法测量逆反射标志标准板时,在 10 lx 照度下直接亮度最大可达上万坎德拉每平方米,亮度计使用光强灯+光轨计时上限一般在一两千坎德拉每平方米,再高的量值,亮度测量不确定度会变大很多。光探测器达到其最佳测量范围,就是最佳测量结果。	陕西省计量科学研究院	部分采纳,对于直接照度法,国内外一般要求照度不小于 10lx。对于直接亮度法,目前国内相关研究有待进一步完善。
6	4.4	不论照度计还是亮度计测量有色样品时,均需考虑光谱失配引入的误差。因此,除了反射光谱平坦的光谱中性白板外,使用弱光照度计测量时很难将最大误差控制在±4%以内。 建议增加:亮度测量时波长示值误差不超过±0.3 nm;视场角不超过 0.2°。	陕西省计量科学研究院	部分采纳,增加亮度测量的相关要求。
7	4.5	鉴于标准装置标准测量不确定度在 2%左右,样品位置杂散光引入的杂散光照度不超过 A 光源在此位置照度值的 0.2%即可。因此样品位置杂散光不超过 2×10^{-3} lx 足以。 如果是照度法,探测器使用的是微光照度计,其接收的反射光照度主要集中在 10^{-2} lx ~ 10^{-4} lx 之间。背景杂散光最大值为 1×10^{-3} lx,显然对弱光照度计测量影响非常大。因此,对 5.2.3 弱光照度计感光位置必须要求加屏蔽环境杂散光的光阑。	陕西省计量科学研究院	部分采纳,增加光阑不属于校准规范规定的要求。
8	4.6	最大允许误差 MPE,需要带“±”。	中国计量科学研究院	已采纳
9	4.7-4.8	入射角的最大允许误差均一致,可以合并表述。	陕西省计量科学研究院	部分采纳,此处需约定具体校准角度,已调整

				表述。
10	4.9	以前测量距离不小于 15 m 的规定来源于测量仪器和均匀光源性能的限制，才有此规定。从绝对法测量原理来看，并无限制距离的必要。现在仪器的测量能力已经可以在 7 m 左右距离上实现精准测量。因此建议删去此条旧规。	陕西省计量科学研究院	未采纳，国内外相关标准基于 5m 和 30m 几何模型建立，且基于材料部均匀性，测量距离会有影响。
11	5.2.1	光谱仪应提出波长准确度的要求，相关色温的误差来源于波长误差和光谱响应误差。文中相关色温不确定度表述不规范，可改成：相关色温在 2856 K 时，其处理结果扩展不确定度为 $U=20\text{ K} (k=2)$ 。	陕西省计量科学研究院	已采纳
12	5.2.2	计量性能须满足 JJG 245-2005《光照度计》标准级技术指标的要求；	陕西省计量科学研究院	未采纳，此处存在测量范围约束，无需完全符合规程要求。
13	5.2.3	JJG 511-87《微弱光照度计》检定规程中的要求。其示值误差为满量程的 $\pm 4\%$ 。如果在 20 mlx 档测量 10 mlx 量值时，满量程的 $\pm 4\%$ 在此测量点实为 $\pm 8\%$ 。 微弱光照度计使用在 6.4 中，逆反射光照度应该是被校准仪器自带的微弱光照度计，而非计量标准器。因此，应该无需使用微弱光照度计作为标准器。	陕西省计量科学研究院	未采纳，此处微弱光照度计用于校准装置。
14	5.2.3	微弱光度计不确定度不大于 4%，4%值是否太大？因为 4.4 中“测量反射照度时的最大允许误差为 $\pm 4\%$ ，测量亮度时的最大允许误差为 $\pm 2.5\%$ ”，按 1/3 量值传递的要求，标准器(微弱光度计)照度误差应不大于 $2.5\%/3$ 。	福建省交通科 研院有限公司	未采纳，根据国内实际，规定为 4%。更高指标难以实施。
15	5.2.4	光源的性能指标应为发光强度量值，而非照度。	陕西省计量科学研究院	未采纳，根据校准实际此处应规定照度，规定发光强度无法实施。
16	5.2.5	何为观测角测量仪需要解释。观测角测量仪如何溯源？观测角要求比入射角高将近两个数量级，这两种测量仪是一台或者一种仪器么？	陕西省计量科学研究院	未采纳，全站仪等设备均可实现，不宜要求具体设备。

17	5.2.6	同上。什么是入射角测量仪？其量值如何溯源？	陕西省计量科学研究院	未采纳，全站仪等设备均可实现，不宜要求具体设备。
18	5.2.7	几何量测量方面，测量距离的计量仪器较多。比如激光测距仪、双频激光干涉测量仪、全站仪等。直接指定一类，并对其计量性能进行要求即可。	陕西省计量科学研究院	未采纳，为确保实施，不宜要求具体设备。
	6.2	最好明确一下照射面取点的具体位置，比如在照射面内直径为25cm（或者20cm）范围内，圆心中心位置，向上、下、左、右各8cm的位置	北京京衢科技有限责任公司	未采纳，样品尺寸并不相同，不应直接规定直径等。
22	6.4 (b)	“T为不大于9的任意非零整数”是否可以改为“T为不大于9的任意数值”，因为无论是使用微弱光源还是白色标志标准器都不太容易每个点都调整到整数状态	北京京衢科技有限责任公司	未采纳，此处表示为有效数字为1位。
23	6.5 c	白色标志标准器的逆反射系数应定量。	陕西省计量科学研究院	未采纳，白色标志标准器已经规定为一型。
24	6.9	公式(8)为测量距离相对误差，与4.9中“最大允许误差为 $\pm 0.01m$ ”前后不一致，建议修改为： $\Delta l = l_t - l_s$ 。	福建省交通科研院有限公司	已采纳

3、人员分工

苏文英（交通运输部公路科学研究所）：负责规范的统筹。

何华阳（交通运输部公路科学研究所）：主笔编制。

周毅姝（交通运输部公路科学研究所）：关键技术研究。

冷正威（国家道路与桥梁工程检测设备计量站）：试验验证分析。

薛瑛琪（国家道路与桥梁工程检测设备计量站）：试验验证分析。

韩晓坤（国家道路与桥梁工程检测设备计量站）：配合完成编制。

四、编制依据

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：

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

JT/T 688-2007 逆反射术语

JT/T 690 逆反射体光度性能测试方法

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 概述、4 计量特性、5 校准条件、6 校准项目和校准方法、7 校准结果、8 复校时间间隔，以及附录 A 逆反射测量标准装置校准记录格式，附录 B 逆反射测量标准装置校准证书信息及内页式样，附录 C 逆反射测量标准装置校准不确定度评定示例。

(1) 概述

参考 JJF 1796-2020《逆反射标准器校准规范》、JT/T 690《逆反射体光度性能测试方法》的描述，逆反射测量标准装置是用来测量逆反射标准器、交通标志板及反光膜、道路交通标线、突起路标等交通安全设施光度性能的一种光学设备，其测量原理为 JT/T690 规定的直接照度法、直接发光强度法或直接亮度法，可用于实验室测量。

JJF 1796-2020《逆反射标准器校准规范》提出，逆反射测量标准装置主要用于参考标准器的校准，由标准 A 光源、微光照度计、入射角调节器、观测角调节器和测量控制系统等组成。

JT/T 690《逆反射体光度性能测试方法》提出，测试仪器应包括光接收器、投射光源、角度计-试样架和接收器-光源支架。

编制组结合上述两个标准规范对逆反射测量标准装置的说明，对逆反射测量标准装置的用途、原理、结构等进行简单描述。

(2) 计量特性

对逆反射测量标准装置的投射光源相关色温、有效照射面法向照度测量误差、有效照射面法向照度均匀性、有效照射面法向照度稳定性、反射照度测量误差、观测角、入射角分量 β_1 、入射角分量 β_2 、测量距离等提出计量要求。

(a) 投射光源相关色温

逆反射测量标准装置的投射光源相关色温应为 (2856 ± 20) K。

投射光源相关色温的要求参考了 JJF 1796-2020《逆反射标准器校准规范》、JT/T 690-2007《逆反射体光度性能测试方法》等标准规范。根据 JJF 1796-2020《逆反射标准器校准规范》的规定，投射光源的相关色温为 (2856 ± 50) K；根据 JT/T 690-2007《逆反射体光度性能测试方法》的规定，投射光源的相关色温为 (2856 ± 20) K。

根据上述标准规范的规定，考虑到技术指标的先进性，参考国外相关标准要

求，编制组初步采纳 JT/T 690-2007《逆反射体光度性能测试方法》的规定。

(b) 有效照射面法向照度测量误差

测量有效照射面法向照度的最大允许误差为 $\pm 4\%$ 。

参考了 JJG 245-2005《光照度计检定规程》等规范。根据 JJG 245-2005《光照度计检定规程》的规定，一级照度计的相对示值误差为 $\pm 4\%$ 。

在调研中编写组发现，大部分逆反射测量标准装置不配备照度计，考虑到照度计已有检定规程，故该指标不作为本规范的技术要求。

(c) 有效照射面法向照度均匀性

有效照射面法向照度均匀性应大于 95%，平均值一般不小于 10lx。

参考了 JJF 1796-2020《逆反射标准器校准规范》等规范。根据 JJF 1796-2020《逆反射标准器校准规范》的规定，有效照射面垂直照度不小于 10lx，均匀度应大于 95%。

(d) 有效照射面法向照度稳定性

有效照射面法向照度稳定性应优于 1%。

参考了 JT/T 690-2007《逆反射体光度性能测试方法》等标准规范。根据 JT/T 690-2007《逆反射体光度性能测试方法》的规定，投射光源在整个测试期间其变化不超过 1%。

(e) 反射光测量误差

测量反射照度时的最大允许误差为 $\pm 4\%$ ，测量亮度时的最大允许误差为 $\pm 2.5\%$ 。

参考了 JJG 511-1987《微弱光照度计检定规程》等标准规范。根据 JJG 511-1987《微弱光照度计检定规程》的规定，一级微弱光照度计的示值误差不超过满量程的 $\pm 4\%$ 。

据调研，目前国内部分逆反射测量标准装置采用直接亮度法，故其反射光测量的是试样的亮度，其测量误差参考 JJG 211-2005《亮度检定规程》的规定，标准亮度计的示值误差不超过 $\pm 2.5\%$ 。

(f) 测量方向杂散光

测量方向上的杂散光是直接影响测量结果准确性的因素，特别是在测量逆反射亮度系数时更是影响测量结果的重要因素。根据调研和试验发现，测量方向上系统杂散光应不超过 $1 \times 10^{-4} \text{lx}$ ，背景杂散光应不超过 $1 \times 10^{-3} \text{lx}$ 。

(f) 观测角

不同观测角的最大允许误差见表 1。

表 1 不同观测角的最大允许误差 (°)

观测角	最大允许误差
0.2	± 0.002

0.33	±0.003
0.5	±0.005
1	±0.01
1.05	±0.01
2	±0.02

参考了 JJF 1796-2020《逆反射标准器校准规范》、JT/T 690-2007《逆反射体光度性能测试方法》等标准规范。根据 JJF 1796-2020《逆反射标准器校准规范》的规定，观测角定位误差不大于 0.02°；根据 JT/T 690-2007《逆反射体光度性能测试方法》的规定，光接收器的定位公差应控制在接收器孔径角的 1%以内。JT/T 691—2007《水平涂层逆反射亮度系数测试方法》、JT/T 689—2007《逆反射系数测试方法 共平面几何法》中规定，光源出射孔径与接收器入射孔径之间距离的准确度应为±0.1mm。

(g) 入射角分量 β_1 、 β_2

不同入射角分量 β_1 的最大允许误差见表 2。

表 2 不同入射角分量 β_1 的最大允许误差 (°)

入射角分量 β_1	入射角分量 β_2	最大允许误差
0	0	±0.1
-4	0	±0.1
15	0	±0.1
30	0	±0.1
88.76	0	±0.1

不同入射角分量 β_2 的最大允许误差见表 3。

表 3 不同入射角分量 β_2 的最大允许误差 (°)

入射角分量 β_2	入射角分量 β_1	最大允许误差
0	0	±0.1
±5	0	±0.1
±10	0	±0.1
±15	0	±0.1
±20	0	±0.1

参考了 JJF 1796-2020《逆反射标准器校准规范》、JT/T 691—2007《水平涂层逆反射亮度系数测试方法》、JT/T 689—2007《逆反射系数测试方法 共平面几何法》等标准规范。根据 JJF 1796-2020《逆反射标准器校准规范》的规定，观测角定位误差不大于 0.1°。虽然现行 JT/T 691—2007《水平涂层逆反射亮度系数测试方法》、JT/T 689—2007《逆反射系数测试方法 共平面几何法》中规定，入射角的精度控制在其余角的 0.5%内，然而最新修订的 JT/T 690《逆反射体光

度性能测量方法》已经将观测角定位误差修改为不大于 0.1° 。

(h) 测量距离

逆反射测量标准装置标称测量距离一般为 15m 或 30m，最大允许误差为 $\pm 0.01\text{m}$ 。

参考了 JJF 1796-2020《逆反射标准器校准规范》、JT/T 690-2007《逆反射体光度性能测试方法》等标准规范。根据 JJF 1796-2020《逆反射标准器校准规范》的规定，测量距离一般为 15m 或 30m，定位误差不超过 $\pm 0.01\text{m}$ ；根据 JT/T 690-2007《逆反射体光度性能测试方法》的规定，观测距离和照明距离的允许公差应在 $\pm 0.05\%$ 范围内；根据 JT/T 689—2007《逆反射系数测试方法 共平面几何法》的规定，投射光源和试样之间距离为 15m 或 30m，测试应精确到 $\pm 0.01\text{m}$ 。

(3) 校准方法

(a) 投射光源相关色温

对于逆反射测量标准装置的投射光源相关色温，规范采用直接测量法进行校准。参考了使用光谱仪校准色温标准灯时的常规操作步骤，并适当将相关色温的波动范围放大到 6K。

(b) 有效照射面法向照度测量误差

对于逆反射测量标准装置的有效照射面法向照度测量误差，规范采用比较法进行校准。标准照度计的等级优于配套照度计。

(c) 有效照射面法向照度均匀性

对于逆反射测量标准装置的有效照射面法向照度均匀性，规范选取有效照射面的左上、右上、左下、右下和中部进行计算，取极差值与平均值的比值表征均匀性。

(d) 有效照射面法向照度稳定性

对于逆反射测量标准装置的有效照射面法向照度稳定性，规范选取 10 分钟的时间间隔进行试验，取两次测量结果差值和首次测量结果的比值表征稳定性。

(e) 反射光测量误差

对于逆反射测量标准装置的反射照度测量误差，规范选择一型白色逆反射标志标准器的反射光或微弱光源作为校准用微照度，使用比较法进行校准。所使用的计量器具等级优于逆反射测量标准装置的接收器。

(f) 观测角定位误差

对于逆反射测量标准装置的观测角定位误差，规范控制观测角调节器形成规定的观测角，并使用观测角测量仪进行测量，计算差值。

需要注意的是，可以直接测量角度，也可以通过测距计算得到。

(g) 入射角分量 β_1 、 β_2 定位误差

对于逆反射测量标准装置的入射角分量 β_1 、 β_2 定位误差，规范选择直接测量法进行校准。控制入射角调节器形成规定的入射角，并使用入射角测量仪进行测量，计算差值。

(h) 测量方向杂散光

对于背景杂散光，测量用黑板替代试样时接收器接收到的光强；对于系统杂散光，关闭投射光源，测量安装好一型白色标志标准器时的杂散光。

(i) 测量距离误差

对于逆反射测量标准装置的测量距离误差，规范选择直接测量法进行校准。使用距离测量仪测量测量距离，计算与标称距离值的误差。

(4) 校准结果

依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》要求对校准结果中的校准证书信息进行了规定。

(5) 复校时间间隔

建议逆反射测量标准装置的复校时间间隔为 12 个月。由于复校时间间隔的长短是由逆反射测量标准装置的使用情况、使用者等诸因素所决定的，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、试验验证分析

规范编写过程中，对逆反射测量标准装置计量特性所涉及的具体指标进行了试验验证，见附件《逆反射测量标准装置试验验证报告》。

七、不确定度评定

对逆反射测量标准装置的校准结果进行了不确定度评定，见规范附录 C《逆反射测量标准装置不确定度评定示例》。

八、其他应予说明的事项

无