

《轮廓标耐密封测量装置 校准规范》

编制说明

(征求意见稿)

规 范 编 制 组

2023 年 4 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	2
3、人员分工	3
四、编制依据	3
五、主要技术内容的论据	3
六、试验验证分析	7
七、不确定度评定	8
八、其他应予说明的事项	8

一、任务来源

2021年11月，国家市场监督管理总局办公厅发布了《市场监管总局办公厅关于征集2022年国家计量技术规范制修订和宣贯计划项目的通知》，全国公路专用计量器具计量技术委员会同时也发布了《关于公路计量领域2022年国家计量技术规范项目申报工作的通知》，我院积极响应，结合实际工作开展情况，开启了《轮廓标耐密封测量装置校准规范》的申报工作。

2022年7月国家市场监督管理总局印发《2022年国家计量技术规范项目制定、修订及宣贯计划的通知》，交通运输部公路科学研究所作为起草单位秉承科学严谨、公开公正、注重实效的原则，承担此规程的编制工作，内蒙古自治区交通建设工程质量监测鉴定站作为参加单位，参加规范的相关编制工作。

二、编制背景

1、目的意义

本规范制定目的是提出轮廓标耐密封测量装置的关键计量特性，为实现轮廓标耐密封测量装置的溯源提供计量技术规范依据。

轮廓标作为公路交通安全设施的重要组成部分，广泛设置于道路两侧边缘，依靠其逆反射性能的被动发光指示道路边界轮廓，使驾驶员在夜间或光线较差的交通时段能够对道路轮廓清晰辨识，极大地提高了行车安全性。项目组结合实际调查发现，部分路段的轮廓标在夜间的反射光线偏弱，使发挥指示交通的作用大大降低。究其原因，是由于轮廓标背板结构与逆反射器密封不合理，或者两者间的粘贴质量欠佳，导致空气中的细微颗粒或水汽渗入，污染了逆反射结构。因此，采取措施保障轮廓标良好的密封性是至关重要的。此外，项目组调查研究发现，进行冷热交替试验是研究密封结构密封性能的有效手段，轮廓标耐密封测量装置也正是基于此原理设计开发的。

结合GB/T 24970-2020《轮廓标》对密封性的要求，轮廓标耐密封测量装置应设置5℃和50℃的恒温水箱，其中对温度的控制性能是衡量其质量的首要指标。市场调研并结合现场试验发现，大多数厂家的相关产品在出厂时能够满足GB/T 24970-2020中对温度的控制要求，但随着仪器元部件系统（控温、传感）的老化，轮廓标耐密封测量装置对温度波动度等指标的控制效果越来越差。若对轮廓标耐

密封测量装置控温性能未有定期监测的手段，轮廓标耐密封测量装置对轮廓标就失去了质量把关的作用，最终削弱其对交通安全发挥的积极影响。

2、国内外概况

目前，国内外对轮廓标耐密封测量装置的统一计量校准方法尚未形成，轮廓标耐密封测量装置的性能指标表述只出现在 GB/T 24970-2020《轮廓标》中，即高温水浴满足 $50^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，低温水浴满足 $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，对其温度偏差、温度波动度等性能指标未提及，无法量化轮廓标耐密封测量装置的温度动态控制性能指标。因此，有必要引入相关计量校准方法，从生产到应用整个环节规范相关产品的质量，为公路交通的安全运行保驾护航。

三、编制过程

1、编制原则

项目是在交通运输部公路科学研究所以往研究经验的基础上，参考 GB/T 5170.2-2017《环境试验设备检验方法 第 2 部分：温度试验设备》，对国内市场上的轮廓标耐密封测量装置进行重新梳理，形成轮廓标耐密封测量装置计量技术规范，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，科学规定轮廓标耐密封测量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 1101-2019《环境试验设备温度、湿度参数校准规范》的相关要求，结合轮廓标耐密封测量装置的特点，并对其进行试验验证。

（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

2022 年 11 月至 2022 年 12 月，成立规范编写组，组织开展规范编制工作；

2023 年 1 月至 2023 年 3 月，明确溯源途径，分析不同因素对测量结果的影响，形成规范草案稿；

2022年4月至2022年5月，开展定向征求意见，完善征求意见稿；
 2022年6月至2023年9月，挂网征求意见；
 2022年10月至2022年12月，形成校准规范送审稿，召开项目审查会。

3、人员分工

起草单位	起草人	项目分工
交通运输部公路科学研究所	王蕊	规范编写与统筹
交通运输部公路科学研究所	韩晓坤	资料搜集、校准方法研究
内蒙古自治区交通建设工程质量监测鉴定站	张晓宇	计量性能指标的试验验证
内蒙古自治区交通建设工程质量监测鉴定站	杨阳	试验验证、前期调研
交通运输部公路科学研究所	何华阳	资料搜集、协助编写
交通运输部公路科学研究所	王露婉	协助进行试验验证
交通运输部公路科学研究所	朱静	校准方法研究及标准文本修改

四、编制依据

本规范参照 JJF 1101-2019《环境试验设备温度、湿度参数校准规范》，在试验验证的基础上，主要依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》进行编写，并在编写中引用了以下有关文件：

JJF 1101-2019 环境试验设备温度、湿度参数校准规范

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJG 1-1999 钢直尺检定规程

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，本规范包括九章三个附录：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 校准记录表格式，附录 B 校准证书信息及内页式样，附录 C 轮廓标耐密封测量装置校准不确定度评定示例。

(1) 概述

轮廓标耐密封测量装置一般由控制系统、显示装置、制冷装置、加热装置、水浴空间 and 外壳等部分组成。基于热胀冷缩原理，轮廓标耐密封测量装置首先通过将轮廓标试样循环浸泡在热水和冷水中，然后使轮廓标试样历经一定的热冷循环和水压之后，其试样的反射器与基体之间可能产生缝隙，最终导致水汽渗漏，这也正是评定轮廓标密封性能合格与否的标准。

(2) 计量特性

对轮廓标耐密封测量装置的温度偏差、温度均匀度、温度波动度、水浴空间高度等提出计量要求。

(a) 温度偏差

基于热胀冷缩原理，轮廓标耐密封测量装置首先通过将轮廓标试样循环浸泡在热水和冷水中，然后使轮廓标试样历经一定的热冷循环和水压之后，其试样的反射器与基体之间可能产生缝隙，最终导致水汽渗漏，这也正是评定轮廓标密封性能合格与否的标准。

轮廓标耐密封测量装置的校准原理是通过对比高精度温度传感器测得温度与仪器设定温度的相互差异，分析得到温度偏差这一计量性能参数。随着时间的迁移，电学元器件会老化，导致部分功能参数亦随之发生变化；同时制冷装置、发热装置以及温度反馈模块也会钝化，导致对温度参数的控制趋于不稳定。因此，有必要引入温度偏差这一计量性能参数，亦对仪器的测量准确性进行评价。

调研及试验发现，绝大多数相关产品在出厂时的温度偏差满足 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 的要求，但运营一段时间后，部分轮廓标耐密封测量装置的温度偏差不再满足 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 的要求。发现超过此限值的仪器绝大多数是年久失修或残次品。因此，将指标限制在 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 有助于淘汰此类设备，亦有助于产品的更新换代。

在进行温度偏差试验校准点的选择过程中，项目研究人员以其工作点 5°C 和 50°C 作为典型工况点，通过计算5只温度传感器在规定时间内最高温度、最低温度与设定温度的差，分别得到温度上偏差和温度下偏差。

(b) 温度均匀度

为保证被测轮廓标密封结构受热的均匀性，水浴空间水温应具有一定的均匀度。对于轮廓标耐密封测量装置而言，一般使用循环水泵将水浴空间内的水充分

混匀，并且通常这个功能可以单独选择，实现开启或者关闭。在开启状态下，借助水的流动，温度均匀度很容易达到较高水平，且大多数厂家均表示可实现±0.1℃的均匀度。但水的流动同时也导致了水浴空间水压的不稳定，而 GB/T 24970-2020《轮廓标》默认的试验状态应为静水压，所以在仪器工作稳定后，若温度均匀度较好，则应选择关闭循环水泵。但也有部分厂家的相关产品在工作稳定后，其温度均匀度瞬时可达 1%~3%，甚至更差，若设置较高的性能门槛，存在相当一部分产品可能不达标。

综合 GB/T 24970-2020 对密封试验的要求与试验数据，选择 0.5℃作为温度均匀度的计量性能指标，以确保市场上相关产品的准入以及对轮廓标产品质量的保障。

(c) 温度波动度

温度波动度反映了轮廓标耐密封测量装置在某段时间内任一个个空间点的温度变化情况，根据 GB/T 24970-2020《轮廓标》要求，轮廓标在水浴空间内完成一个循环的浸泡需要持续 15min，在这段时间内，应确保温度稳定波动小，否则试验将失去意义。因此，有必要设置温度波动度指标。

在对相关产品进行市场调研、文献查阅和几款典型产品试验的基础上，确定±0.6℃作为温度波动度的计量性能要求。这一方面是为了保证一定比例相关产品的市场准入，另一方面是为了与相关规范要求保持协调，此外还应考虑轮廓标密封性能试验的个体化需求。

(d) 水浴空间高度

为满足轮廓标在耐密封性能试验时所承受的水压条件要求，测量装置的水浴空间应具有一定的深度，GB/T 24970-2020 要求试验时应将待测轮廓标产品试样放入深度为 200mm±30mm 的水中。项目组在调研时发现大多数厂家的轮廓标耐密封测量装置的水浴空间高度是满足这一要求的，但部分试验检测人员检测时存在注水深度不满足要求的情况。因此，在校准规范编制过程中应增加水浴空间高度这一计量性能指标加以强调。

(3) 校准方法

(a) 温度测量点的选择

(1) 测量点的选择：根据 GB/T 24970-2020《轮廓标》对密封性能试验的要求，高低温工作点分别为 50℃和 5℃，所以本规范要求的温度测量点亦选择在

50℃和 5℃；

(2) 测量点位置：根据轮廓标密封性能试验及 JJF 1101-2019 的相关要求，测量点位置应分布在上、中、下三个层面。

(3) 测量点数量：5 个。考虑到轮廓标耐密封测量装置水浴空间有限，且属于 JJF 1101-2019 中提及的小于 0.05m³ 的情况，可以根据试验情况确定测量点数量，其布设位置如图 1 所示。

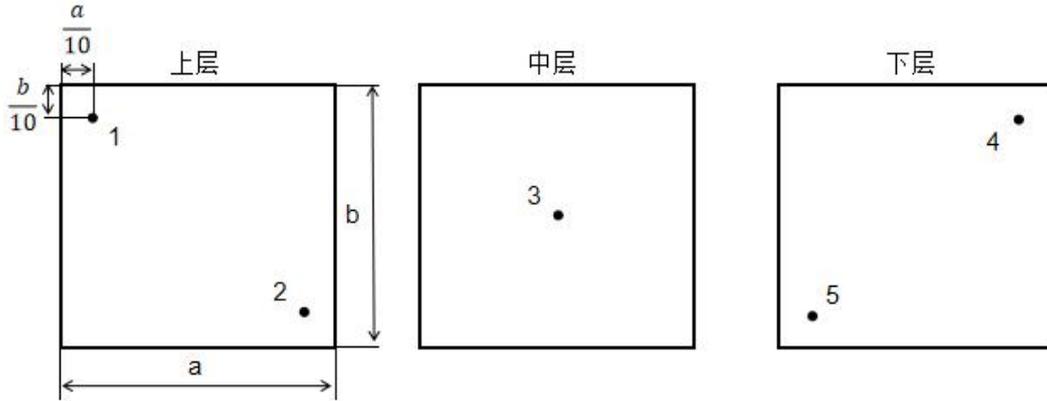


图 1 布点示意图

按照以上规定布设温度传感器，将试验设备设定到校准温度后开启运行。待试验设备达到稳定状态后（温度稳定时间以仪器使用说明书为依据）开始记录各测量点温度，记录时间间隔为 2min，且 30min 内共记录 16 组数据。

(b) 温度偏差

根据以上记录的各测量点数据，按式（1）、式（2）计算温度偏差。

$$\Delta t_{max} = t_{max} - t_s \quad (1)$$

$$\Delta t_{min} = t_{min} - t_s \quad (2)$$

式中： Δt_{max} ——温度上偏差，℃；

Δt_{min} ——温度下偏差，℃；

t_{max} ——各测量点规定时间内测量的最高温度，℃；

t_{min} ——各测量点规定时间内测量的最低温度，℃；

t_s ——仪器设定温度，℃。

(c) 温度均匀度

测量设备在稳定状态下，水浴空间各测量点 30min 内（每 2min 测试一次）每次测量中实测最高温度与最低温度之差的算术平均值。

$$\Delta t_u = \sum_{i=1}^n (t_{imax} - t_{imin})/n \quad (3)$$

式中： Δt_u ——温度均匀度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_{imax} ——各测量点在第 i 次测得的最高温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_{imin} ——各测量点在第 i 次测得的最低温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

n ——测量次数。

(d) 温度波动度

测量装置在稳定状态下，水浴空间各测量点 30min 内（每 2min 测试一次）实测最高温度与最低温度之差的一半，取全部测量点中变化量的最大值作为温度波动度校准结果。

$$\Delta t_f = \pm \max[(t_{jmax} - t_{jmin})/2] \quad (4)$$

式中： Δt_f ——温度波动度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_{jmax} ——测量点 j 在 n 次测量中的最高温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_{jmin} ——测量点 j 在 n 次测量中的最低温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

(e) 水浴空间高度

在四边中点位置，用钢直尺测量水浴空间上边沿与底面之间的距离，重复测量三次，取三次测量的算术平均值作为测量结果。

(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，并结合 CNAS-CL01:2018《检测和校准实验室能力认可准则》CNAS-CL01: 2018[2019 年修订]对校准证书的特定要求，增加“h)被校准仪器的接收日期； j) 校准证书的批准日期； 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”等相关要求。

(5) 复校时间间隔

建议为 1 年。

六、试验验证分析

规范编写过程中，对轮廓标耐密封测量装置计量特性所涉及的具体指标进行了试验验证，见附件 A《轮廓标耐密封测量装置试验验证报告》。

七、不确定度评定

对轮廓标耐密封测量装置校准结果进行了不确定度评定,见《试验验证方案》。

八、其他应予说明的事项

无。

附录 A 轮廓标耐密封测量装置试验验证报告

A.1 试验目的

通过对有代表性的计量器具进行试验的方法，验证所编写的《轮廓标耐密封测量装置校准规范》草案稿的科学性、合理性和可行性。

A.2 试验方法

在草案稿制定过程中，编写组做了一系列试验，为规范的制定积累了一定的试验数据和经验。现在，规范草案稿已基本制定完成，为验证其科学性、合理性和可行性，选取市场占有率最大且最具代表性的轮廓标耐密封测量装置，依据制定的规范草案稿逐条进行试验。

A.3 数据分析

按照规范要求对计量性能进行了逐项校准，被检轮廓标耐密封测量装置基本符合要求。

通过计量性能校准认为，规范所规定的计量性能要求基本能够保证对轮廓标耐密封测量装置的温度偏差等各项计量性能的考核，规范严谨可靠，且充分考虑了轮廓标耐密封测量装置的特性，具有较强的可操作性。试验数据如下：

(1) 试验数据 1

记录编号：

第 1 页 共 1 页

样品名称	轮廓标耐密封测量装置		样品编号	-			
型号规格	-		出厂编号	-			
制造单位	/						
校准依据	-		校准地点	计量试验大楼			
校准前样品状态	正常		校准后样品状态	正常			
校准环境	温度： <u>23</u> ℃ 湿度： <u>29</u> %RH 其他： 无						
校准使用的计量标准器具/主要设备	名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	证书编号	证书有效期至	使用前情况(是否良好)	使用后情况(是否良好)
	温度传感器	(0~100)℃	二级	/	/	是	是
校准项目							

校准项目		校准结果							
		测量值							
测量点 1, 5℃	5.07	5.35	5.48	5.31	5.60	5.29	5.58	5.29	
	5.56	5.45	5.52	5.45	5.35	5.60	5.27	5.55	
测量点 2, 5℃	5.08	5.33	5.47	5.30	5.59	5.27	5.57	5.26	
	5.55	5.40	5.51	5.45	5.34	5.59	5.25	5.54	
测量点 3, 5℃	5.07	5.33	5.47	5.30	5.58	5.27	5.56	5.26	
	5.54	5.40	5.50	5.44	5.33	5.58	5.25	5.54	
测量点 4, 5℃	5.03	5.29	5.43	5.36	5.55	5.24	5.53	5.23	
	5.51	5.36	5.47	5.41	5.30	5.55	5.22	5.50	
测量点 5, 5℃	5.08	5.33	5.47	5.31	5.59	5.28	5.57	5.26	
	5.55	5.38	5.51	5.45	5.35	5.59	5.26	5.54	
测量点 1, 50℃	50.72	50.55	50.39	50.23	50.10	50.00	49.94	49.91	
	49.91	49.95	49.95	49.95	49.95	49.89	50.29	50.91	
测量点 2, 50℃	50.68	50.51	50.35	50.19	50.06	49.97	49.90	49.88	
	49.88	49.92	49.92	49.92	49.92	49.87	50.27	50.87	
测量点 3, 50℃	50.59	50.42	50.26	50.11	49.98	49.88	49.82	49.79	
	49.80	49.84	49.84	49.83	49.84	49.78	50.18	50.71	
测量点 4, 50℃	50.66	50.49	50.33	50.17	50.04	49.94	49.88	49.85	
	49.86	49.89	49.90	49.89	49.90	49.83	50.23	50.84	
测量点 5, 50℃	50.62	50.45	50.29	50.13	50.00	49.91	49.84	49.82	
	49.82	49.86	49.86	49.86	49.86	49.98	50.20	50.81	
1	温度 偏差	上偏差	5℃	0.60					
			50℃	0.91					
		下偏差	5℃	0.22					
			50℃	-0.22					
2	温度均匀度	5℃	0.053						
		50℃	0.13						
3	温度波动度	5℃	0.27						
		50℃	0.51						
4	水浴空间高度/mm	200.6		201.7		201.1			
		201.1							

(2) 试验数据 2

记录编号:

第 1 页 共 1 页

样品名称	轮廓标耐密封测量装置		样品编号	-				
型号规格	-		出厂编号	-				
制造单位	/							
校准依据	-		校准地点	计量试验大楼				
校准前样品状态	正常		校准后样品状态	正常				
校准环境	温度: <u>23</u> ℃ 湿度: <u>29</u> %RH 其他: 无							
校准使用的计量标	名称	测量范围	不确定度/准确度等	证书编号	证书有效	使用前情	使用后情	

准器具/主要设备				级/最大允许误差		期至	况(是否良好)	况(是否良好)		
		温度传感器	(0~100) °C	二级	/	/	是	是		
校准项目										
校准项目		校准结果								
		测量值								
测量点 1, 5°C		5.06	5.28	4.97	5.19	5.21	4.95	5.23	5.06	
		5.15	5.29	4.93	5.21	5.19	5.27	4.98	5.20	
测量点 2, 5°C		5.06	5.28	4.97	5.19	5.22	4.95	5.23	5.07	
		5.15	5.29	4.94	5.21	5.19	5.33	4.95	5.17	
测量点 3, 5°C		5.04	5.26	4.96	5.17	5.21	4.94	5.22	5.06	
		5.13	5.28	4.93	5.20	5.18	5.32	4.94	5.18	
测量点 4, 5°C		5.01	5.23	4.91	5.14	5.17	4.90	5.18	5.01	
		5.10	5.24	4.89	5.16	5.14	5.27	4.91	5.11	
测量点 5, 5°C		5.06	5.27	4.95	5.18	5.20	4.95	5.22	5.05	
		5.15	5.28	4.93	5.21	5.17	5.31	4.95	5.19	
测量点 1, 50°C		50.24	50.14	50.06	49.99	49.93	49.92	49.91	49.93	
		49.96	49.99	49.99	49.97	49.99	49.96	49.97	49.98	
测量点 2, 50°C		50.16	50.05	49.97	49.88	49.77	49.76	49.75	49.77	
		49.79	49.83	49.84	49.80	49.83	49.80	49.81	49.82	
测量点 3, 50°C		50.23	50.13	50.05	49.98	49.92	49.91	49.90	49.92	
		49.95	49.98	49.98	49.96	49.97	49.95	49.96	49.96	
测量点 4, 50°C		50.21	50.11	50.03	49.96	49.90	49.89	49.88	49.89	
		49.92	49.96	49.95	49.93	49.95	49.93	49.93	49.94	
测量点 5, 50°C		50.18	50.08	50.00	49.93	49.88	49.86	49.85	49.87	
		49.90	49.93	49.93	49.91	49.93	49.90	49.91	49.92	
1	温度 偏差	上偏差	5°C	0.33						
			50°C	0.25						
		下偏差	5°C	-0.12						
			50°C	-0.26						
2	温度均匀度	5°C	0.057							
		50°C	0.15							
3	温度波动度	5°C	0.20							
		50°C	0.21							
4	水浴空间高度/mm		210.4		210.7		211.6			
			210.9							