湖北省计量技术规范制修订

《辐射测温用-15℃~500℃面辐射源校准规范》

（征求意见稿）

编制说明

《辐射测温用-15℃~500℃面辐射源校准规范》编制组

2026 年 9 月

一、任务来源

依据湖北省市场监督管理局“鄂市监量函〔2026〕47号省市场监管局关于开展2026年度地方计量技术规范制修订工作的通知”，本规范计划名称为“辐射测温用-15℃~500℃面辐射源校准规范”，由湖北省计量测试技术研究院承担主要制订工作，广州东部科技有限公司、武汉高德红外股份有限公司、武汉产品质量监督检验所、湖北省计量测试技术研究院荆州分院参加起草。

二、规范制订的目的、意义

1990年国际温标（ITS-90）明确采用黑体辐射的光谱辐射亮度复现温度，黑体辐射源在辐射测温量值溯源体系中的地位日益重要。面辐射源因发射面均匀、适用场景广泛等特点，被广泛用于辐射温度计、红外热像仪、比色温度计、光电高温计及辐射感温器等计量器具的校准，其量值准确性直接关系到产品质量和生产安全。

现行国家规范JJF 1552—2015《辐射测温用-10℃~200℃黑体辐射源校准规范》仅适用于-10℃~200℃温度范围内的空腔黑体辐射源，一方面适用温度范围偏窄，另一方面不涵盖面辐射源类型；JJG 309—2011《500K~1000K黑体辐射源检定规程》、JJF 1080—2002《-50~+90℃黑体辐射源校准规范》、JJF（津）72—2022《辐射测温用-50℃~1400℃黑体辐射源校准规范》、JJF（新）03—2014《辐射测温用黑体辐射源校准规范》、JJF（鲁）140—2022《（200~2000）℃热工用黑体辐射源校准规范》等规程规范在温度范围和适用对象上均存在空白，尚不能满足辐射测温用-15℃~500℃面辐射源的系统化计量需求。

湖北省现已集聚高德红外、华中数控、久之洋、凯尔文等多家红外黑体辐射源生产企业，是我国重要的红外产业基地之一。本规范的制定，将为辐射测温用-15℃~500℃面辐射源提供统一、实用的校准方法和量值溯源技术依据，促进省内相关检测机构校准结果的一致性和可比性，为面辐射源制造企业优化产品设计和质量控制提供计量支撑，进一步完善我国温度计量溯源体系。

三、《辐射测温用-15℃~500℃面辐射源校准规范》制订过程

1、2026年3月9日，湖北省市场监督管理局发布了《省市场监管局关于开展2026年度地方计量技术规范制修订工作的通知（鄂市监量函〔2026〕47号）》，《辐射测温用（-15℃~500℃）面辐射源校准规范》获批立项，编制工作组正式成立。

2、2026 年 1 月至 5 月，编制组搜集整理相关文献资料，研究了 JJF 1552—2015、JJG 309—2011、JJF 1080—2002、JJF（津）72—2022、JJF（新）03—2014、JJF（鲁）140—2022 等国内规程规范，以及国际建议 OIML R 147:2016《-50℃~2500℃标准黑体辐射源校准与验证程序》、ASTM E2847—2013 和《红外辐射温度计瞄准的平面辐射源模型》等文献，初步拟定如下两种校准方法：

a）以标准面辐射源作为标准器、传递辐射温度计作为比较器，采用比较法校准被测面辐射源的亮度温度；

b）以标准辐射温度计作为标准器，采用直接测量法校准被测面辐射源的亮度温度。

3、2026 年 6 月至 8 月，编制组选取了泰安德美机电设备有限公司、广州东部科技有限公司、FLUKE、武汉凯尔文光电技术有限公司及中国计量科学研究院研制的 13 台面辐射源，在-15℃~500℃范围内开展了比较法与直接测量法比对、温度均匀性、恒温光阑影响等试验，验证两种校准方法的可行性和适用范围；针对低于露点温度的低温校准点，开展了磁吸有机玻璃罩通氮气保护防结霜结露措施的试验。

4、2026 年 9 月，形成《辐射测温用-15℃~500℃面辐射源校准规范》（征求意见稿）。

四、规范制订的主要技术依据

本规范依据 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1—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。

计量特性和术语等主要参考了 JJF 1007—2007《温度计量名词术语及定义》、JJF 1552—2015《辐射测温用-10℃~200℃黑体辐射源校准规范》、JJG 856—2015《工作用辐射温度计检定规程》等规程、规范的相关内容。比较法校准方法及恒温光阑、瞄准模型等技术要求参考了下述文献[1]、[2]的研究内容；面辐射源法向发射率核查方法参考了下述文献[3]的测量方法。

参考文献：

[1] 原遵东.红外辐射温度计瞄准的平面辐射源模型[J].计量学报,2014,35(5).

[2] OIML R 147:2016 Standard blackbody radiators for the temperature range from -50°C to 2500°C. Calibration and verification procedures[S].2016.

[3] ASTM E2847—2013 Standard Practice for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers[S].2013.

五、规范制订的主要内容

本规范包括封面、扉页、目录、引言、范围、引用文件、术语、概述、计量特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果表达、复校时间间隔、附录几个部分。

1.范围

本规范适用于辐射测温用-15℃~500℃面辐射源的校准。

2.引用文件

本规范主要引用了 JJF 1007—2007《温度计量名词术语及定义》、JJF 1552—2015《辐射测温用-10℃~200℃黑体辐射源校准规范》、JJG 856—2015《工作用辐射温度计检定规程》等文件。

3.术语

对本规范中涉及到的专业术语做出了解释。

4.概述

对面辐射源的用途、原理与结构、特性参数进行了介绍。

5.计量特性

面辐射源的主要计量特性包括亮度温度、温度稳定性、温度均匀性、法向发射率。

6.校准条件

环境条件及标准器、辅助设备要求主要包括对标准面辐射源、比较用辐射温度计、标准辐射温度计、恒温光阑、磁吸有机玻璃防结露罩、精密移动台、绝缘电阻测试仪等的要求。

7.校准项目和校准方法

校准项目包括外观检查，可操作性检查、亮度温度、温度稳定性、温度均匀性、绝缘电阻、法向发射率核查。亮度温度校准推荐采用比较法，即以标准面辐射源为标准、传递辐射温度计为比较器进行亮度温度比较测量；也可采用以标准辐射温度计为标准器的直接测量法。法向发射率核查在常温下以反射法发射率测量装置进行。

8.校准结果表达

规定了校准证书或校准报告中需体现的信息，包括校准不确定度、波段、环境条件等。

9.复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年，或送校单位根据需求自定复校周期。

10.附录

附录 A 给出了测量距离的确定与瞄准要求，附录 B 和附录 C 给出了原始记录及结果页参考格式。附录 D~附录 F 给出了亮度温度、稳定性、均匀性校准不确定度评定实例，附录 G 面辐射源法向发射率核查方法，附录 H 给出了发射率偏离 1 的温度修正计算方法。

六、校准方法说明

根据黑体辐射理论和国际建议 OIML R 147:2016，黑体辐射源温度的校准可通过与标准黑体辐射源比较（以辐射温度计作为比较器）或直接以标准辐射温度计测量其亮度温度两种方式实现。面辐射源属于平面型热辐射源，其法向发射率一般标称为 0.95，均匀性通常较空腔黑体差，且辐射源尺寸效应（SSE）对瞄准条件敏感。编制组结合平面辐射源瞄准模型的研究成果，明确了测量距离、视场与恒温光阑等瞄准条件，并规定在常温下对面辐射源法向发射率进行核查，拟采用如下两种校准方法，各校准方法的适用范围及优缺点见表 1。

a）比较法：以标准面辐射源作为标准器，其亮度温度由溯源证书给出；以传递辐射温度计作为比较器，分别测量标准面辐射源和被校面辐射源，按比较法公式计算被校面辐射源的亮度温度。该方法量值为标准面辐射源的亮度温度，充分利用了面辐射源在中低温段长期稳定性好的优势，可有效降低传递辐射温度计长期漂移带来的系统误差。

b）直接测量法：以标准辐射温度计作为标准器，直接测量被校面辐射源的亮度温度并引入标准辐射温度计的示值修正值。该方法量值传递环节少，但辐射温度计长期稳定性存在不确定性，易产生温度漂移。

试验表明：比较法与直接测量法在（-15~500）℃范围内的校准结果差值在（-0.2~1.6）℃以内；加装直径 30mm~80mm 恒温光阑对测量结果的影响不超过 0.2℃；低温（露点以下）校准时采用磁吸有机玻璃罩并通氮气保护，可有效防止面源板面结霜结露，保证测量正常进行。经讨论，编制组推荐采用比较法作为面辐射源亮度温度的主要校准方法。

表 1 两种校准方法的适用范围及优缺点

方法	优点	缺点	适用校准范围
a）比较法（标准面辐射源+传递辐射温度计）	量值为标准面辐射源亮度温度，中低温段稳定性好，受辐射温度计漂移影响小	需配备标准面辐射源和传递辐射温度计	适用于所有辐射测温用-15℃~500℃面辐射源
b）直接测量法（标准辐射温度计）	量值传递环节少，操作简单	辐射温度计长期稳定性不确定，中低温段不确定度较大	适用于标准面辐射源不满足要求时的面辐射源校准

七、制订影响评估

目前各行业使用的面辐射源型号较多，应用行业广泛，校准需求旺盛，但缺少针对-15℃~500℃面辐射源的校准规范。本规范在制定过程中，充分考虑了面辐射源的结构类型、发射率、均匀性及低温结霜结露等特点，并根据比较法与直接测量法的试验结果制订了相应的校准方法。各计量技术机构在后续开展校准工作中，可根据自身标准器配置情况，选择合适的校准方法。

在校准方法的探讨与制订中，也考虑了各计量技术机构的可操作性和经济性。对于已经根据 JJF 1552—2015、JJG 856—2015 要求建立了黑体辐射源或辐射温度计检定装置的计量技术机构，可以依托原有面辐射源和辐射温度计开展面辐射源的校准工作。对于并未开展辐射测温校准工作的计量技术机构，可根据自身需要，按照规范中部分或全部校准方法，选择相应的标准器并建标，在相应的适用范围内开展工作。

本规范的制订首次明确了辐射测温用-15℃~500℃面辐射源的校准方法，为面辐射源的量值溯源提供了技术依据，填补了该领域的空白，解决了面辐射源量值溯源难的问题。