

# 标准光波长计校准规范

Calibration Specification of Standard Wavelength Meter

(征求意见稿)

编制说明

2025.05.29

# 《标准光波长计校准规范》编制说明

## 一、目的及意义

编写该规范的目的是规范高端光波长计的校准方法，填补我国在该领域的校准能力空白，确保光波长计测量激光波长的准确性、一致性和可靠性。为建立光波长计校准装置提供计量技术依据。

光波长计是精确测量激光波长的专用科学仪器，在光通信、激光器研制、光谱学和光学计量等领域的应用越来越广泛。光波长计的测量范围宽，覆盖紫外到红外波段，波长的测量不确定度已经达到  $10^{-7}$  量级。

目前，我国现行的光波长计相关计量技术文件只有《JJG 963—2022 通信用光波长计检定规程》。该检定规程适用范围窄，仅适用于(1270~1650) nm 波长范围的通信用光波长计的首次检定、后续检定和使用中的检查。

该检定规程存在量值溯源不清的问题。该检定规程规定的检定方法是以可调谐激光器作为传递标准，通过扩展不确定度为  $2 \times 10^{-7}$ ，分辨力  $\leq 0.1$  pm 的标准光波长计检定最大允许误差  $\pm 8$  pm（扩展不确定度约为  $5 \times 10^{-6}$ ）、波长分辨力  $\leq 1$  pm 的通信用光波长计。但是，目前我国尚未制定任何关于标准光波长计的计量技术文件。

随着技术的快速进步，商品化光波长计的测量不确定度越来越小，个别厂商光波长计的波长测量不确定度已经达到  $10^{-8}$  水平。因此，亟需制定标准光波长计的校准规范。

## 二、任务来源及工作过程

2024 年 10 月，中国计量科学研究院开始筹备《标准光波长计校准规范》的编制工作。根据《市场监管总局办公厅关于征集 2025 年国家计量技术规范制定、修订及宣贯项目的通知》的要求，起草单位在 2024 年 12 月 23 日召开的全国几何量长度计量技术委员会 2025 年国家计量技术规范制修订项目评审会上对该规范的草案进行了汇报。

根据国家市场监督管理总局市监计量发【2025】45 号《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》，受全国几何量长度计量技术委员会的委托，由中国计量科学研究院负责制定标准光波长计校准规范。

中国计量科学研究院在光波长测量方面是国内最权威的计量技术机构，除了日常承担激光波长的量值溯源与传递任务之外，还负责根据 CIPM 推荐复现米的光波长研制、建立、保存、维护国家长度基准。2024 年新建了基于光频梳的波长量子基准，测量范围达到(500~2350) nm，相对扩展不确定度达到  $2 \times 10^{-13}$ 。至今，已经获得 10 项光波长/频率相关的国际互认测量校准能力（CMC）。中国计量科学研究院长期从事光波长计的溯源工作，在光波长计校准能力的支撑下，参加了光波长计国际比对，比对结果国际等效。

2025 年 6 月，中国计量科学研究院主持承担编制《标准光波长计校准规范》的任务。规范编写的计划时间为 2024 年 10 月至 2025 年 12 月。2024 年 10 月至 2024 年 12 月形成规范草案。2025 年 1 月至 6 月，形成了规范征求意见稿。2025 年 6 月将征求意见稿提交至秘书处。

### 三、制定规范主要参考的文件和依据

在本规范编制过程中，重点参照了以下国家标准及计量技术规范：

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

IEC 62129-2:2011 波长/光频率测量仪器校准 - 第 2 部分：迈克尔逊干涉式单波长计（Calibration of wavelength/optical frequency measurement instruments - Part 2: Michelson interferometer single wavelength meters）

JJG 963—2022 通信用光波长计

JJG 813—2013 光纤光功率计检定规程

此外，在本规范的编制过程中，还参考了一系列国外计量机构发表的相关学术论文和国际比对报告。在评审会上作为附录提供给专家组。

## 四、规范的主要内容及主要技术关键

### 规范的主要内容：

1. 按照 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》的要求制定光波长计校准规范，在内容和格式上与 JJF 1071-2010 保持一致。校准规范的具体内容有范围、引用文件、概述、计量特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果的表达、复校时间间隔等。
2. 本规范参照《IEC 62129-2:2011 波长/光频率测量仪器校准 - 第 2 部分：迈克尔逊干涉式单波长计（Calibration of wavelength/optical frequency measurement instruments - Part 2: Michelson interferometer single wavelength meters）》编写。核心内容为用稳频激光器校准光波长计示值误差的方法；用波长分辨力测量系统校准光波长计的分辨力的方法。由于，功率测量不是光波长计的主要功能，所以，功率校准方法参照《JJG 963—2022 通信用光波长计》或《JJG 813—2013 光纤光功率计检定规程》。规范还规定了波长不确定度评定方法，规定了使用的标准器，明确了相应的校准操作。
3. 对规范中的技术指标和校准方法均进行了实验验证；依据 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》进行真空波长和光频率测量结果的不确定度进行分析，进一步验证了所采用的测量方法合理、可行。

### 规范的主要关键技术：

1. 本规范的校准对象是光波长计，使用的标准器为稳频激光器，适用的波长范围是（237~2350）nm，这个适用范围是根据复现米的国际推荐波长和（500~2350）nm 波长基准装置（光频梳法）的测量范围确定的。
2. 本规范采用高稳定度激光作为波长参考，测量光波长计的示值误差。用波长分辨力测量装置测量光波长计的分辨力。用标准功率计测量光波长计的功率示值误差。
3. 在不确定度评定方法中，不确定度来源包括参考波长引入的不确定度分量，光波长计测量单波长重复性引入的不确定度分量，光波长计测量不同波长重复性引入的不确定度分量，以及波长计分辨力引入的不确定度分量。