

“沪苏浙皖” 计量校准规范

《电缆绝缘层结构尺寸测试仪校准规范》

编 制 说 明

规范起草组

2025 年 8 月

《电缆绝缘层结构尺寸测试仪校准规范》编制说明

一、规范制定的必要性

电缆绝缘层结构尺寸测试仪是一种专用于电缆绝缘层结构尺寸参数测量的一键式闪测影像测量仪。目前，国内部分电缆生产企业为提高产品检测效率，使用电缆绝缘层结构尺寸测试仪代替投影仪用于电缆的绝缘层结构尺寸检测，测量效率极大地提高了，避免了测量中人为因素的影响，但仪器的测量精度却无法保证，迫切需要通过计量技术机构的量值溯源。

该测试仪在硬件和软件方面与影像测量仪、闪测影像仪有所很大的不同。硬件方面，仪器有多个光学影像系统，对应不同的测量范围，一般划分为（1~10）mm、（10~50）mm、（50~110）mm 等几种规格；每个光学影像系统中，光学镜头固定，测试时不需要调焦；镜头有普通工业镜头和远心镜头两种类型；测试环境为封闭式，放入试样后需关闭测量窗口。软件方面，仪器针对 GB/T 2951.11 要求测量装置读数读至 0.01mm，软件设计了各种电缆类型规格的测量模型，测量参数有直径、电缆绝缘层偏心比、截面厚度等，且尺寸测量数据显示到 0.001mm。而国家计量技术规范《影像测量仪校准规范》、国家标准 GB/T 24762-2009《产品几何量技术规范（GPS）影像测量仪的验收检测和复检检测》中所提及的标准器和校准方法，不适合电缆绝缘层结构尺寸测试仪的量值溯源。

国内一些仪器生产制造企业如杭州魔方智能科技有限公司、上海捷胜科技有限公司、河南检亿科技有限公司等，多次与宜兴市产品质量和食品安全检验检测中心（宜兴市计量检定测试所）、无锡市计量测试院等计量技术机构沟通交流，提出编写专门用于电缆绝缘层结构测试仪校准的计量技术规范的请求，以解决目前该类仪器没有科学可行的校准方法的问题。

鉴于目前无合适的校准规范可供参照执行，电缆生产企业迫切需要对电缆绝缘层结构尺寸测试仪进行量值溯源，制定相应的校准规范尤为重要。

二、任务来源

根据《江苏省市场监管局关于下达 2023 年度第一批江苏省地方计量技术规范制定计划的通知》（苏市监计量函[2023]12 号），由宜兴市产品质量和食品安全检验检测中心、无锡市检验检测认证研究院等单位作为主要起草单位，承担《电缆绝缘层结构尺寸测试仪校准规范》具体制定工作。工作于 2023 年 1 月开始，2023 年 4 月完成征求意见稿。2023 年 6 月，根据《华东国家计量测试中心关于印发 2023 年度“沪苏浙皖”计量技术规范立项计划的通知》（华东[2023]6 号）文，《电缆绝缘层结构尺寸测试仪校准规范》纳入 2023 年度“沪苏浙皖”计量技术规范立项计划。

三、规范制定原则、技术依据

1、制定原则

在制定该规范的过程中，力求按以下原则完成规范的起草工作：

(1) 参照国际标准和国家相关法律法规，并尽量与国家标准保持一致，保证规范的先进性和可行性；

(2) 在检测用装置装备的选择上，着重考虑稳定性、经济性、便捷性和实用性；

(3) 在校准方法的设计上，在保证精度的基础上，兼顾测量方法的可行性、经济适用及操作方便等要求。

2、技术依据

规范编制过程中，重点参考了以下标准、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；

JJF 1094-2002 测量仪器特性评定；

GB/T 2951.11 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 11 部分：通用试验方法——厚度和外形尺寸测量——机械性能试验。

四、编制制定过程

1、2021 年 10 月，宜兴市产品质量和食品安全检验检测中心成立起草小组，主要起草单位为宜兴市产品质量和食品安全检验检测中心，参加起草单位有无锡市检验检测认证研究院和上海国缆检测股份有限公司。起草组第一时间调研了杭州魔方智能科技有限公司、上海捷胜科技有限公司、河南检亿科技有限公司、苏州宇诺科技有限公司等仪器研发制造单位。

2、2021 年 11 月起草组完成了规范初稿，并在“江苏省计量监管

服务系统”上申请立项。2022年3月江苏省几何量专业计量技术委员会召开了线上立项讨论会议，起草组就申报项目进行了校准方法、技术指标、可行性等内容的汇报。2023年1月，《电缆绝缘层结构尺寸测试仪校准规范》获江苏省市场监督管理局立项批准。

3、2023年1月~4月，起草组与杭州魔方智能科技有限公司、无锡江南电缆有限公司、江苏中煤电缆有限公司、上海国缆检测股份有限公司等生产制造单位和使用单位进行了意见征求，并进行了相关试验验证。对试验方法和试验结果重点与研发制造单位进行了沟通交流，对规范草稿进行了修改和总结，完成了规范征求意见稿。同年4月，起草组申报2023年度“沪苏浙皖”计量校准规范。

4、2023年5月，起草组向有关计量技术机构及企业用户发函征求意见，6月底完成征求意见征集，认真研究分析了专家的意见，对规范征求意见稿进行了修改，形成了较为完善、规范、可操作性强、满足量值溯源与传递要求的规范报审稿。同年6月25日，《电缆绝缘层结构尺寸测试仪校准规范》获华东国家计量测试中心批准，纳入2023年度“沪苏浙皖”计量校准规范立项计划。7月，规范参加了江苏省几何量计量技术委员会的初审会，根据专家提出的初审意见，起草组对规范内容进行了修改完善。

5、2024年7月，收到上海市计量测试技术研究院的意见；2025年8月，收到安徽省几何量计量委员会等单位意见，起草组再次组织讨论，形成“沪苏浙皖”计量校准规范报审稿。

五、主要制定内容及说明

1、规范制定，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、充分考虑到电缆绝缘层结构尺寸测试仪的使用特点，确定了电缆绝缘层结构尺寸测试仪的 4 项计量特性：视场内不同位置尺寸测量一致性、直径测量示值误差和测量重复性、电缆绝缘层偏心比测量示值误差和测量重复性、景程内各截面测量一致性。

考虑到仪器镜头畸变等因素对图像采集的影响，需判断视场内不同位置图像尺寸测量数据的准确性和一致性，有必要增加“视场内不同位置尺寸测量一致性”这一计量特性。直径和电缆绝缘层偏心比是电缆绝缘结构尺寸的两项重要指标参数，仪器厂家也将这两项指标作为重要的仪器测量示值，且中高压电缆国家标准里对电缆绝缘层偏心比（偏心度）提出了一定的要求（不大于 15%），故将“直径测量示值误差和测量重复性”、“电缆绝缘层偏心比测量示值误差和测量重复性”确定为仪器的计量特性。确定“景深内各截面测量一致性”这一计量特性，主要考虑到仪器采用的光学镜头有普通工业镜头和远心镜头两种，工业镜头景深小，远心镜头的景深大，且切片的厚薄变化在采用工业镜头的光学影像测量系统下会使测量示值有很大的变化。对给出的校准项目，确定了相应的校准方法。

3、经过对不同厂家电缆绝缘层结构尺寸测试仪的技术特性进行调研，各厂家对仪器的测量精度未做具体的规定，强调了仪器的示值分辨力达到 0.001mm，满足 GB/T 2951.11 电缆绝缘和护套材料通用

试验方法的要求。厂家在仪器标定时采用标准圆或标准圆环样板，结合实际使用情况，特设计了采用标准圆样板、圆环专用样板对直径和电缆绝缘层偏心比进行校准。样板的规格尺寸要求，玻璃片的边长应大于视场直径，其厚度一般为（1.5~2.0）mm；印刻面直径范围为Φ（1~120）mm，电缆绝缘层偏心比标准数据的设计根据中高压电力电缆等国家标准对绝缘的要求应不大于 15%，建议取 5%、8%、10%、15%四个标准点。

开展校准所用的标准圆样板直径测量结果的不确定度满足： $U \leq 0.003\text{mm}(k=2)$ 。开展校准所用的圆环专用样板直径测量结果的不确定度满足： $U \leq 0.002\text{mm}(k=2)$ 。圆环专用样板电缆绝缘层偏心比的测量不确定度：直径 $\leq 10\text{mm}$ ， $U=0.5\%$ ， $k=2$ ；直径 $>10\text{mm}$ ， $U=0.1\%$ ， $k=2$ 。标准器的精度等级满足仪器计量溯源的要求。

4、对技术指标和校准方法均进行了试验验证，依据 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》进行了直径和偏心度示值误差测量结果的不确定度分析，以验证所采用的测量方法合理，可行。

《电缆绝缘层结构尺寸测试仪校准规范》规范起草组

2025 年 8 月