JJF（有色金属）XXXX—XXXX

XXXXX校准规范

(编制说明)

审定稿

2024-9

显微镜畸变校准用米字线纹尺校准规范

编制组

主编单位：西安汉唐分析检测有限公司

# 一、工作简况

## 1.立项目的

光学显微镜是进行微观检测分析的重要设备，广泛应用于生物、医学、地矿、材料、纺织等领域。“米字线纹尺”是光学显微镜畸变校准的主要标准器，分为A型和B型两类，由四个呈米字形交叉于一点布设的直线线纹尺构成，结构图如图1所示。具有结构简单、准确度高、稳定性好、实用性强等诸多优点，广泛应用于光学显微镜畸变和测量系统畸变的测量，也可用于影像仪、投影仪等精密计量仪器的校准。

本规范重点解决了显微镜畸变校准用米字线纹尺校准方法不统一、校准方法差异化、计量标准器技术指标不明确、校准点的选择不统一、显微镜畸变校准用米字线纹尺的校准方法未规定等问题，弥补显微镜畸变校准用米字线纹尺校准的空白，为准确提供量值传递提供保证，从而提高刻线精度的准确性。

## 2.任务来源

根据工业和信息化部《关于印发2023年行业计量技术规范制修订计划的通知》（工厅科［2023］476号）文的要求，行业计量技术规范《显微镜畸变校准用米字线纹尺校准规范》由西安汉唐分析检测有限公司负责起草。该项目计划编号为JJFZ（有色金属）015-2023。按计划要求，本计量规范应于2024年完成。

## 3.项目编制组单位简况

### 3.1编制组成员单位

本规范的编制组单位为：西安汉唐分析检测有限公司、广东省阳江市质量计量监督检测所、西南铝业（集团）有限责任公司、国标（北京）检验认证有限公司、新疆湘润新材料科技有限公司、湖南湘投金天钛业科技股份有限公司、中国石油集团工程材料研究院有限公司。

### 3.2 主编单位简介

西安汉唐分析检测有限公司是西北有色金属研究院(集团)控股子公司，属国有企业，主要从事有色产品的检测、可靠性评价、失效分析、质量评估、腐蚀性能及表面测试与表征、规范起草、检测方法的开发、标物的研制、设备的计量校准等。

公司于1985年被陕西省质监局授权为陕西省有色金属产品质量监督检验站。1987年被中国有色金属工业总公司授权为西北质量监督检验中心，先后被国家质检总局确定为钛及钛合金、铜及铜合金管材生产许可证检验工作实施单位；公司通过CNAS、CMA、国防DiLAC等认证认可，是陕西省有色金属材料分析检测与评价中心、陕西省稀有金属材料安全评估和失效分析中心、工业（稀有金属）产品质量和技术评价实验室、陕西省核工业用金属材料检测与评价服务平台挂靠单位。公司是国内最早从事有色金属材料及其产品分析检验检测与评价研究的专业机构之一，技术装备水平国内一流、国际先进，在我省优势产业稀有金属材料领域的检测能力和水平处于领先地位；先后承担了国家、省市多项重大课题，目前已建成国内唯一的核电堆芯材料分析检测平台、多层金属复合材料测试和评价平台、钛及钛合金专业检测平台。

近10年起草有色金属国家/行业规范共80余项、发表论文120余篇、授权专利30余项。先后荣获中国有色金属工业一等奖、二等奖20余次。

该单位主要负责本规范的起草工作，成立编制组并根据委员会的工作安排组织编制组成员单位开展相关校准工作，组织各单位对规范的《征求意见稿》、《预审稿》及《送审稿》进行认真的讨论，并就提出的意见和建议进行反馈和修改，在编制组中发挥了主要带头作用。

3.3成员单位简介

3.3.1中国石油集团工程材料研究院有限公司

中国石油集团工程材料研究院有限公司（简称：中国石油工程材料研究院；英文名称：TubularGoodsResearchInstituteofCNPC，简称：TGRI）是中国石油天然气集团有限公司（简称：中国石油，英文简称：CNPC）的直属研究院，院本部坐落于古城西安高新技术产业开发区，是我国在石油管及装备材料领域唯一从事科学研究、质量标准、成果转化“三位一体”的权威科研机构，也是石油石化行业（涵盖油气开发、管道储运、炼油化工、工程技术、装备制造、工程建设、新能源等领域）唯一从事工程材料的科技创新中心。工程材料研究院以建设世界一流研究院为目标，致力于打造科技创新、质量标准、成果转化“三个平台”，构建成果、技术、创效、人才“四大高地”，努力建设精干高效、独具特色的高质量科技创新体系，矢志成为国际石油管及装备材料技术引领者和先进工程材料原创技术策源地。

该单位积极参与编制组的各项工作会议，对规范的技术指标提出了有效建议，在编制组中发挥了主要作用。

3.3.2湖南湘投金天钛业科技股份有限公司

湖南湘投金天钛业科技股份有限公司成立于2004年04月08日，注册地位于湖南省常德经济技术开发区德山街道青山社区乾明路97号，法定代表人为李新罗。经营范围包括钛及钛合金等稀有金属，各类金属复合材料及其设备的研发、生产、加工、销售；企业对外投资（上述生产经营涉及前置审批或许可证的凭资质证书生产、经营）。湖南湘投金天钛业科技股份有限公司具有1处分支机构。

该单位积极参与编制组的各项工作会议，对规范的计量特性提出了有效建议，在编制组中发挥了主要作用。

3.3.3广东省阳江市质量计量监督检测所

广东省阳江市质量计量监督检测所于2003年8月以粤机编办[2003]191号文件为依据在原广东省阳江市产品质量监督检验所和广东省阳江市计量测试所的基础上合并成立，2015年后属原省质监局直属地市级质检及计量技术机构。

广东省阳江市质量计量监督检测所的主要任务是受上级主管部门委托，对本行政区域的产品（含食品相关产品）质量进行监督抽查检验、合格率调查、风险监测等；承担产品质量仲裁检验和委托检验，指导企业建立健全检验制度，统一检验方法，完善检测手段；受有关部门委托承担新产品投产鉴定检验和优质产品评选检验、采标验收检验以及质量认证检验等；承担其他检验工作；主导或参与产品标准的制订、修订和宣传贯彻工作；承担本行政区域内最高计量标准和社会公用计量标准研究、建立、保存工作；开展量值传递；执行计量检定规程，依法执行强制检定；提供计量检定、校准、测试服务；受上级主管部门委托，承担计量检定人员培训工作。

该单位积极参与编制组的各项工作会议，对规范的计量特性和校准项目提出了有效建议，是该规范的验证单位，在编制组中发挥了主要作用。

3.3.4新疆湘润新材料科技有限公司

新疆湘润新材料科技有限公司成立于2016年07月08日，注册地位于新疆哈密市伊州区城市南部、南部循环经济产业园、哈若铁路东南侧，法定代表人为肖志海。经营范围包括一般项目：新材料技术研发；有色金属合金制造；有色金属压延加工；常用有色金属冶炼；高性能有色金属及合金材料销售；金属材料制造；通用设备制造（不含特种设备制造）；土地使用权租赁；机械设备租赁；非居住房地产租赁；物业管理；润滑油销售；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；基础化学原料制造（不含危险化学品等许可类化学品的制造）；专用化学产品销售（不含危险化学品）；金属表面处理及热处理加工；黑色金属铸造；有色金属铸造；锻件及粉末冶金制品制造；有色金属合金销售；金属制品销售；高品质特种钢铁材料销售；机械电气设备制造；煤炭及制品销售；住房租赁；企业管理；计算机软硬件及辅助设备零售；电工仪器仪表销售；电工仪器仪表制造；橡胶制品销售；日用百货销售；电线、电缆经营；文具用品批发；办公用品销售；办公设备耗材销售；体育用品及器材批发；家用电器销售。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）许可项目：危险化学品经营。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）新疆湘润新材料科技有限公司对外投资2家公司，具有2处分支机构。

该单位积极参与编制组的各项工作会议，对规范的计量特性提出了有效建议，在编制组中发挥了主要作用。

3.3.5国标（北京）检验认证有限公司

国标（北京）检验认证有限公司（简称国标检验）是我国有色金属及电子材料的权威第三方检测机构，也是我国有色金属行业分析测试标准的主要起草单位和标准物质研制骨干单位，管理和运行着国家有色金属质量检验检测中心和国家有色金属及电子材料分析测试中心，承担建设国家新材料测试评价平台有色金属材料行业中心。持有CNAS、CMA、CAL、NADCAP等多项资质，开展金属材料测试评价、环境监测、计量校准、产品认证等服务，研制并销售标准物质、标准样品和标准溶液，空心阴极灯等产品，为客户提供一站式质量保障服务。公司拥有雄厚的科技创新实力。荣获国家科技进步奖6项，国家发明奖3项，省部级科技进步一等奖10项，二、三等奖107项。在国内外科技期刊上发表论文1200余篇，撰写论著22部。共取得国家专利170余项。起草国际标准5项、国家/行业标准380余项。研制国家有证标准样品/物质160余个，标准样品/标准溶液3000余种。公司拥有一支基础理论扎实、实践经验丰富的研究和服务队伍。现有研发服务团队近300人，其中国务院特殊津贴专家1名，正、副高级技术人员 58 名，硕士以上青年技术骨干 102名。拥有国家合格评定实验室认可委员会（CNAS）注册评审员11名，全国工业产品生产认证检查员4名，有色金属工业产品认证师10名。技术力量雄厚，人才队伍结构合理。

该单位积极参与编制组的各项工作会议，对规范的计量特性提出了有效建议，在编制组中发挥了主要作用。

3.3.6西南铝业（集团）有限责任公司

 西南铝业（集团）有限责任公司（简称西南铝）是中铝集团、中铝高端核心铝加工企业，其前身是西南铝加工厂。经过近60年的发展，已成为我国综合实力最强的特大型铝加工企业之一，是我国航空航天和重点工程材料研发保障、高精尖铝材研发生产和出口的核心基地，正朝着制造业高端化、智能化、绿色化方向高质量发展！

西南铝荟萃了中国现代铝加工技术装备的精华，装备有以 3 万吨模锻压机为代表的“四大国宝”，以及高精铝及铝合金板带材热连轧生产线、冷连轧生产线、铝合金厚板生产线，形成了航空航天、重点工程、交通运输、金属包装、电子信息、通用工程用铝材等 6 大系列支柱产品。投产以来，先后为我国第一座高能加速器、“长征”系列火箭、“天宫”系列目标飞行器、 “神舟”系列飞船、“嫦娥”系列探月卫星、“天眼”、国产大飞机、C919 等数十项航空航天和国家重点建设工程提供了上千个品种的高性能、高品质关键铝材。产品畅销国内，出口五大洲、40 多个国家和地区。企业品牌影响力和美誉度不断提升，在行业内保持领先地位。

该单位积极参与编制组的各项工作会议，对规范的计量特性和校准项目提出了有效建议，是该规范的验证单位，在编制组中发挥了主要作用。

3.4各单位分工情况

3.4.1编制组依据各单位情况，对整个规范的起草进行了分工。西安汉唐分析检测有限公司负责资料的调研、收集，完成分析方法研究工作，撰写标准文稿、编制说明和研究报告。陕西有色榆林新材料集团有限责任公司、中国石油集团工程材料研究院有限公司、湖南湘投金天钛业股份有限公司、广东省阳江市质量计量监督检测所、新疆湘润新材料科技有限公司、国标（北京）检验认证有限公司、西南铝业（集团）有限责任公司对规范内容提出具体修改意见，提供对规范方法的验证工作及完成相应验证报告，并对标准文稿等提出相应修改意见，分工见表1。

表1 各单位分工表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 单位 | 人员 | 职称 | 工作分工 |
| 西安汉唐分析检测有限公司 | 郑铱 | 工程师 | 规范起草编制，试验方案编订，实验数据分析，编制说明的撰写工作，会议纪要整理及规范的完善。 |
| 广东省阳江市质量计量监督检测所 | / | / | 规范实验数据分析及讨论，内容审阅并提出修改意见，会议纪要整理。 |
| 陕西有色榆林新材料集团有限责任公司 | / | / | 内容审阅并提出修改意见 |
| 中国石油集团工程材料研究院有限公司 | / | / | 内容审阅并提出修改意见，规范二验工作 |
| 湖南湘投金天钛业股份有限公司 | / | / | 内容审阅并提出修改意见，规范二验 |
| 新疆湘润新材料科技有限公司 | / | / | 内容审阅并提出修改意见，规范二验工作 |
| 西南铝业（集团）有限责任公司 | / | / | 内容审阅并提出修改意见，并进行了试验验证工作 |
| 国标（北京）检验认证有限公司 | / | / | 实验方案讨论，内容审阅并提出修改意见 |

### 4.主要工作过程

西安汉唐分析检测有限公司于2023年6月接到有色金属行业计量技术委员会转发的下达的制定任务后，成立了计量规范编制组，对计量技术规范编写工作进行了部署和分工，制定了本规范的制定原则及工作计划。本项目主要工作过程经过了以下几个阶段：

1）2023年8月成立了计量规范编制组，明确了编制组成员各自的工作内容和任务。

2）2023年9月～2024年3月计量规范编制组成员对显微镜畸变校准用米字线纹尺校准规范中的计量特性及校准方法进行了讨论，确定了校准项目和方法，在2024年3月形成了计量规范讨论稿。

3）2024.03.05在云南普洱举行有色金属计量技术规范研讨会，会上对《显微镜畸变校准用米字线纹尺校准规范》等有色金属行业计量技术规范进行了讨论，会上有来自不同单位的计量委员会委员、专家、代表对《显微镜畸变校准用米字线纹尺校准规范》提出了修改建议和意见，见表1

表1 《显微镜畸变校准用米字线纹尺校准规范-讨论稿》工作安排

|  |  |
| --- | --- |
| 拟参与编制单位 | 拟参与编制单位：陕西天成航空材料有限公司、延安检验认证集团有限公司、核工业二零三研究所、广东省阳江市质量计量监督检测所、中国石油集团工程材料研究院有限公司、新乡金航检测技术有限公司、西安艾申航空技术有限公司、新疆湘润新材料科技有限公司、陕西亿创钛锆检测有限公司、中国石油集团工程材料研究院有限公司、洛阳航辉新材料有限公司等 |
| 一验单位 | 广东省科学院工业分析检测中心 |
| 二验单位 | 西南铝业（集团）有限责任公司、广东省阳江市质量计量监督检测所、西安汉唐分析检测有限公司 |
| 时间节点安排 | 5月31日前完成征求意见稿；6月30日征求意见。 |
| 序号 | 标准章条编号 | 意见内容 | 提出单位 | 处理意见 |
|  | —— | 字体统一，格式修改 | 新疆湘润新材料科技有限公司 | 统一字体 |
|  | —— | 单位与数字之间有空格 | 有色金属技术经济研究院有限责任公司 | 单位与数字之间添加空格 |
|  | 4.6 | 删除“注：以上指标……” | 有色金属技术经济研究院有限责任公司 | 删除“注：以上指标……” |
|  | 4.1 | 材料线膨胀系数偏差特性建议删除 | 西南铝业（集团）有限责任公司 | 保留 |
|  | 附录 | 附录A、B、C标题删除 | 西南铝业（集团）有限责任公司 | 附录A、B、C标题删除 |

4）2024年5月，向社会广泛征求意见，根据收到的意见进行修改，修改后形成《显微镜畸变校准用米字线纹尺校准规范-预审稿》。

5）2024年6月19日~2024年6月21日，在甘肃举行有色金属计量技术规范研讨会，会上对《显微镜畸变校准用米字线纹尺校准规范》进行了预审，会上有来自不同单位的计量委员会委员、专家、代表对《显微镜畸变校准用米字线纹尺校准规范》提出了修改建议和意见。修改后形成《显微镜畸变校准用米字线纹尺校准规范-审定稿》。

 表2 有色金属计量技术规范研讨会会议纪要（预审稿）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准章条编号 | 意见内容 | 提出单位 | 处理意见 |
|  | 4.1 | 删除“材料线膨胀系数偏差”计量参数 | 广东省阳江市质量计量监督检测所 | 删除4.1 |
|  | 4.3 | 对刻线宽度和长度计量特性重新确定 | 西南铝业（集团）有限责任公司 | 重新对米字线纹尺刻线宽度和长度进行实验确定 |
|  | 4.5 | 刻线间隔计量特性的描述不准确，且应与《显微镜畸变校准规范》要求一致 | 有色金属技术经济研究院有限责任公司，闫艳楠 | 更改为“*U*95≤1.0μm” |
|  | 4.6 | 刻线间隔计量特性与《显微镜畸变校准规范》要求一致 | 新疆湘润新材料科技有限公司 | 重新对刻线间隔计量特性描述 |
|  | 4.6 | 刻线间隔计量特性与《显微镜畸变校准规范》要求一致 | 新疆湘润新材料科技有限公司 | 重新对刻线间隔计量特性描述 |
|  | 5.1 | 环境条件根据计量特性的更新进行更新 | 新疆湘润新材料科技有限公司 | 重新确认环境条件 |
|  | 5.2 | 对轴线与刻线的垂直度、角度参数使用的计量标准不满足使用要求重新进行确认 | 西南铝业（集团）有限责任公司 | 计量标准更新为“影像测量仪MPE：±（3μm+5×10-6*L*）” |
|  | 6.2.1 | 删除6.2.1 | 广东省阳江市质量计量监督检测所 | 删除6.2.1 |
|  | 6.2.2 | 详细描述刻线宽度和长度校准方法 | 广东省阳江市质量计量监督检测所 | 详细描述 |
|  | 6.2.3 | 轴线与刻线的垂直度，计量标准器万能工具显微镜放大倍数不能完全覆盖A型尺和B型尺的要求（B型尺测量时无法看清图像） | 有色金属技术经济研究院有限责任公司，闫艳楠 | 计量标准器更换为影像测量仪（建议使用放大倍数在100倍以上，也可使用能识别B型线纹尺图像的万能工具显微镜） |
|  | 6.2.4 | 角度误差，计量标准器万能工具显微镜放大倍数不能完全覆盖A型尺和B型尺的要求（B型尺测量时无法看清图像） | 有色金属技术经济研究院有限责任公司，闫艳楠 |
|  | 6.2.6 | 刻线间隔校准方法中的校准点重新确认 | 广东省阳江市质量计量监督检测所 | 更新刻线间隔校准点 |

# 二、编制原则和依据

## （一）编制原则

本规范是以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》为基础性系列规范进行编写。

本规范引用了GB/T 228.1 金属材料拉伸试验第一部分：室温试验方法和ASTM E8/E8M 金属材料拉伸试验标准试验方法（Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials）等相关内容。提出了对激光标距刻线机计量特性的要求，制定了基本原则和编制依据，可对激光标距刻线机进行校准，解决了目前没有激光标距刻线机校准方法的难题。

## （二）确定主要内容

### 1范围

本规范适用于显微镜畸变校准用米字线纹尺的校准。

### 2 引用文件

本规范主要计量特性参数引自JJG 73-2005 《高等别线纹尺》。

### 3 概述

“米字线纹尺”是光学显微镜畸变校准的主要标准器，具有结构简单、准确度高、稳定性好、实用性强等诸多优点，广泛应用于光学显微镜及图像采集系统的总放大倍数和畸变的测量，也可用于影像仪、投影仪等精密计量仪器的校准。“米字线纹尺”可分为A型分度值1mm和B型分度值0.01mm两类，由四个呈米字形交叉于一点布设的直线线纹尺构成。

### 4计量特性

根据实际使用情况，并与中国石油集团工程材料研究院有限公司、湖南湘投金天钛业科技股份有限公司、广东省阳江市质量计量监督检测所、新疆湘润新材料科技有限公司、国标（北京）检验认证有限公司、西南铝业（集团）有限责任公司等单位沟通，确定了显微镜畸变米字线纹尺的计量特性有5个：

## 4.1平行度

刻线面和非刻线面的平行度≤30μm。

## 4.2刻线宽度和长度

B 尺：刻线宽度（0.004~0.008）mm，线宽之差不大于1.0μm；刻线长度（0.3~0.6）mm，规格相同的部分其刻线长度之差不大于±0.05mm；

A 尺：刻线宽度≥0.05mm，宽度之差不大于±2.5μm；

在尺中心10mm内，（1mm刻线分为两类，每条轴线从中点开始的第一条1mm刻线为一类，5mm范围内的其他1mm刻线为一类）：

1. 1mm线长度≥0.05mm，长度之差不大于±5μm；
2. 1mm 线长度≥1mm，长度之差不大于± 5μm；
3. 5mm线长度≥1mm，长度之差不大于±5μm；

在尺中心 10mm 外：

1. 1mm 线长度≥2.5mm，长度之差不大于 ±10μm；
2. 5mm 线长度≥3.5mm，长度之差不大于 ±10μm；
3. 10mm 线长度≥5mm，长度之差不大于 ±10 μm

## 4.3垂直度

轴线与刻线的垂直度不得超过±3′。

## 4.4角度误差

四条轴线之间的夹角分别为 45°、90°和135°，角度误差不超过±0.02°。

## 4.5刻线间隔

参考JJF 73-2005 高等别线纹尺，米字线纹尺上任意两刻线间沿轴线方向的距离称为任意的间隔，刻线间隔校准结果的不确定度要求如下：

*U*95≤1.0μm

### 5 校准条件

5.1 环境条件

环境温度（20±1）℃，环境相对湿度≤80%。

测量前，线纹尺必须在恒温室内放置24h以上。

5.2 测量标准

测量标准应符合表1的要求。

表1 测量标准及其他测量设备

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 测量标准 |
| 1 | 平行度 | 数显外径千分尺MPE：±2μm |
| 2 | 刻线宽度及长度 | 读数值小于1μm的测微显微镜万能工具显微镜最大允许误差MPE：（1+*L*/100）μm |
| 3 | 轴线与刻线的垂直度 | 影像测量仪MPE：±（3μm+5×10-6*L*） |
| 4 | 角度 | 影像测量仪MPE：±（3μm+5×10-6*L*） |
| 5 | 刻线间隔 | 激光干涉比长仪*U*95=（0.04+1.0*L*）μm，*L* |
| 注：也可采用满足计量特性要求的其它测量设备进行校准。 |

### 6 校准项目和校准方法（重点内容应详细说明确认过程）

校准项目包含XX示值误差、XX重复性以及具体的校准方法。

6.1平行度

用数显外径千分尺测量线纹尺的两端厚度、，计算其差值。

 （1）

式中：

——线纹尺刻线面与非刻线面的平行度，mm；

——线纹尺左端的厚度，mm；

——线纹尺右端的厚度，mm。

6.2 刻线宽度和长度

用读数值小于1μm的测微显微镜在米字线纹尺的首、中、尾随机选取三处测量刻线宽度、、，并用万能工具显微镜或坐标测量机测量刻线长度、、。

刻线宽度之差计算方式：

，，  （2）

式中：

—三条刻线之间的刻线宽度差，μm；

—首、中、尾刻线宽度，mm。

 （3）

式中：

—刻线宽度之差，μm；

—三条刻线之间宽度差的绝对值，μm。

刻线长度之差计算方式：

 ，， （4）

式中：

—三条刻线之间的刻线长度差，μm；

—首、中、尾刻线长度，mm

 （5）

式中：

—刻线长度之差，μm

—三条刻线之间长度差的绝对值，μm。

6.3 轴线与刻线的垂直度

米字形线纹尺A型或B型有四条轴线，A型线纹尺和B型线纹尺根据分度值不同轴线上刻线数量不同，使用影像测量仪（建议使用放大倍数在100倍以上）分别对A型尺和B型尺上的四条轴线与刻线的垂直度进行测量。每条轴线在首、中、末抽取三条刻线进行测量，取误差最大值作为垂直度误差测量结果。

6.4 角度误差

用影像测量仪（建议使用放大倍数在100倍以上）分别测量四条轴线之间的角度，*i*=1,2,3，每个角度分别测量5次，取标称值与平均值之差作为角度误差。

 （6）

 （7）

式中：

—各角度5次测量结果，*j*=1,2,3,4,5。

—角度误差，′；

—标称角度；

—角度测量值。

在显微镜畸变校准用米字线纹尺校准规范（预审）会议中，经专家讨论，并结合西安汉唐分析检测有限公司的验证报告/实际使用情况，对轴线与刻线的垂直度和角度计量特性的校准用计量标准进行了修改。

6.5 刻线间隔

线纹尺按“白塞尔”支点支撑与工作台的支架上，其刻线面应与可动立体棱镜的棱尖等高；线纹尺面上的压紧力要轻，并且一致。

在线纹尺的侧面贴上测温传感器，所贴传感器的只数应根据线纹尺的长短而定。

调整线纹尺支撑架和显微镜升降机构，使线纹尺两端刻线在显微镜视场内清晰可见，并使线纹尺的纵轴线与工作台的运动方向平行。

调整光电显微镜的狭缝宽度，使之与线纹尺刻线象的宽度相适应。线纹尺调整好后，要使温度稳定到符合校准环境条件，方可开始测量。

测量针对所有轴线都要进行，以零点刻线为起始点，对正负所有方向刻线间隔进行测量，每个间隔测量10次（可以考虑缩小次数，如 5 次），取其平均值作为测量结果，标称值与平均值的差值作为刻线间隔误差。

 （8）

 （9）

式中：

—10次测量结果的平均值；

—线纹尺刻线间隔误差，μm

—标称刻线间隔，mm

A型尺4条轴线每条线至少应测量的间距（-5～5、-20～20、-25～25、-50～50）mm；

B型尺4条轴线中：

0°轴线至少应测量的间距（-0.01～0.01、-0.02～0.02、-0.03～0.03、-0.04～0.04、-0.05～0.05、-0.1～0.1、-0.2～0.2、-0.25～0.25、-0.3～0.3、-0.4～0.4、-0.5～0.5、-0.6～0.6、-0.8～0.8）

其他 3 条轴线（45°、90°、135°）至少应测量的间距（-0.1～0.1、-0.2～0.2、-0.3～0.3、-0.4～0.4、-0.5～0.5、-0.6～0.6、-0.8～0.8）。

根据专家意见，为了更准确地对刻线间隔校准点的描述，重新确定了刻线间隔的校准点。

### 7 校准结果表达

根据实验室环境要求、校准项目校准结果、测量不确定度评定结果等，按照JJF 1071-2010推荐的校准报告格式，出具校准证书。

### 8 复校时间间隔

建议复校时间间隔为1年。使用频繁时应适当缩短周期，在使用过程中经过修理、更换重要部件的应重新校准。

### 9附录

附录主要包含校准原始记录参考格式、校准证书内页参考格式、刻线机示值误差测量不确定度评定示例。

本规范设置了3个附录，便于校准时参考和规范化。

附录A 米字线纹尺校准记录参考格式

附录B 米字线纹尺校准证书内页参考格式

附录C 米字线纹尺刻线间隔测量结果不确定度评定示例

# 三、实践检测情况

西南铝业（集团）有限责任公司、广东省阳江市质量计量监督检测所、西安汉唐分析检测有限公司根据本规范的校准项目对米字线纹尺进行了全计量特性的校准，内容详见校准报告。

# 四、规范水平分析

光学显微镜畸变校准规范已于2021年立项有色行业规范，“米字线纹尺”是该规范研发的主要标准器，其量值准确溯源是保证光学显微镜畸变校准结果的前提，目前国内尚无米字线纹尺检定规程/校准规范，在光学显微镜畸变的测量方法中标准器米字线纹尺是参照JJG 73-2005《高等别线纹尺检定规程》，需要将校准数据进行换算后使用，直接影响校准结果的，也无法直接采用其不确定度。2021年，国家颁布了JJF 1917-2021《显微标尺校准规范》，但是该规范中没有覆盖米字线纹尺，且没有可以直接采用的校准数据。非常有必要编制具有创造性的、与“光学显微镜畸变的测量方法”配套的米字线纹尺校准规范，保证金相显微镜畸变量值准确溯源，促进光学显微镜在科研院所及工业产品中更合理更准确的应用。

目前国外没有相关技术规范，本规范水平达到国内先进水平。本规范的制定填补了有色金属行业显微镜畸变米字线纹尺的校准空白，属于国内首创，水平达到国内领先/国际一般/国际先进。

# 五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本规范所引用的规程、规范及标准均为我国现行有效的计量规程及规范，是本规范的一部分，引用这些文件后，使本规范的要求与现行的相关法律、法规、规章及相关规程规范的关系不矛盾、不冲突，相互关系协调。

# 六、规范中涉及的专利或知识产权说明

无。

# 七、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

# 八、规范作为国家（或行业）计量技术规范的建议

建议本规范作为行业计量技术规范，供行业企业参考使用。必要时可根据实际需要，结合其他行业使用要求，申报国家计量技术规范，以满足校准需要。

# 九、贯彻规范的要求和措施建议

本规范发布后，中国有色金属行业协会和有色金属行业计量技术委员会应加强本规范的宣传力度，以促进我国企业的技术进步和产品质量上档次，提高我国产品在国际国内市场的竞争能力。

# 十、废止现行有关规范的建议

无。

# 十一、预期效果

规范重点解决了显微镜畸变校准用米字线纹尺校准方法不统一、校准方法差异化、计量标准器技术指标不明确、校准点的选择不统一、显微镜畸变校准用米字线纹尺的校准方法未规定等问题，弥补、校准的空白，为准确提供量值传递提供保证，从而提高刻线精度的准确性。

# 十二、其他应予说明的事项

无。

《显微镜畸变校准用米字线纹尺校准规范》编制组

202X年X月X日