JJF（有色金属）XXXX—XXXX

非接触式激光引伸计校准规范

(编制说明)

审定稿

2024-11

非接触式激光引伸计校准规范

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

激光引伸计采用非接触测量金属或非金属材料应变，测量精度高。抗干扰能力强、实现简单、适用范围广、避免刀口对试样的划伤、滑脱及可用于超高温环境试验、细薄样品试验等诸多优点，近些年已广泛应用于金属材料及硬质非金属材料常规拉伸、压缩试验等相关力学性能指标的测定。

基于非接触激光引伸计的工作原理，当一束激光照射到光感粗糙表面时，会往不同的方向发散光线，这些光线发生漫反射，其中一部分光线返回到激光接收器，另一部分散射之后不返回激光接收器，这样就形成了颗粒状的散斑图。在给试样施加载荷的过程中，试样的表面结构会慢慢发生变形，与此同时，照射到试样表面形成的激光散斑也会慢慢发生变形。此时，激光处理器会接收到连续变化的图像，而且激光处理器会定位所存储的散斑图案并计算出散斑图案在图像之间移动的位移，从而达到测量移动距离的目的。目前，各省市计量技术研究院对激光引伸计的校准工作未开展，或存在不合理不统一的操作。所提出的校准规范望能开展对激光引伸计的校准及分级系统的校准等工作，促进激光引伸计在科研院所及工业产品中更合理更准确的应用。

## 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》（工信厅科函［2023］476号）文的要求，行业计量技术规范《非接触式激光引伸计校准规范》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）017-2023。按计划要求，计划完成年限为2025年。

## 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、中国石油集团工程材料研究院有限公司、中国船舶集团有限公司第七二五研究所、西南铝业（集团）有限责任公司。

### 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组建于1981年，坐落于古城西安高新技术开发区，是中国石油集团（CNPC）直属科研机构，也是国内石油行业在石油管工程技术领域唯一集“科学研究、质量监督、工程技术服务”为一体的综合性技术中心与核心科研机构，是为中国石油集团石油管工程技术提供决策支持的“参谋部”，开展石油管工程技术创新的“研发中心”，保障石油管质量安全的“检测评价中心”，为重大管道工程和油气田勘探开发项目提供石油管技术支持与服务的“技术中心”。

工程材料研究院有限公司秉承着“创新、致远、严谨、公正”的理念，致力于科技创新。建院四十年来完成国家和省部级科研项目400余项，其中获国家级科技奖励16项，省部级科技奖励150余项（次），专利授权656项（其中发明专利333项），发表论文2900余篇，注册软件95套，制修订国际、国家、行业、企业标准400余项（其中国际标准6项，国家标准40项），参与制修订ISO、API等标准多项。完成质量监督项目近10000余项，失效分析项目1500余项，为西气东输管线、陕京管线、中亚管线等国家重大管道项目建设及塔里木、长庆、新疆、西南等重点油气田勘探开发提供了重要的技术保障。

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\校准项目等部分内容提出了有效建议，是该规范的验证单位，在编制组中发挥了主要作用。

3.3.2 中国船舶集团有限公司第七二五研究所

中国船舶集团有限公司第七二五研究所(以下简称“七二五所”)成立于1961年，隶属中国船舶集团有限公司，专业从事舰船材料与工艺及应用性研究。七二五所(事业单位)开办资金5307万元，(企业营业执照)注册资金81599万元。

科研方面：涉及船体结构材料、有色金属材料、非金属材料、腐蚀与防护技术、特种材料、焊接工艺、自然环境试验等多个重点领域。目前,七二五所拥有海洋腐蚀与防护国防科技重点实验室等8个国家级创新平台、4个海洋环境试验站、4个国家级检测认证中心、25个省部级及6个市级创新平台;并拥有材料学和材料加工工程硕士学位授权点、材料学博士学位授权点和博士后工作站。

科技产业方面：七二五所秉承“精诚团结、求实创新、志存高远、追求卓越”的精神，致力于构建“国内领先、国际一流的集科研和多个高技术产业为一体的高科技产业集团”，持续推进科技成果转化和高新技术产业化，初步建成了领先的高科技产业集团。主要产品有：金属波纹管膨胀节、特种材料压力容器、管道和桥梁支座、特种材料铸锻件、特种焊接材料、金属爆炸复合材料、钛合金构件和铸件、海绵钛、防腐防污产品、非金属材料制品、风电叶片、船舶压载水系统、海水淡化系统等。

近年来，七二五所获得的主要荣誉：中国质量奖提名奖、全国质量标杆、“中国制造业十大创新企业”、“创建国有企业四好领导班子先进集体”、“中央企业先进集体”、“中央企业先进党组织”、“全国模范职工之家”、“全国五四红旗团委”、“全国文明单位”、“全国无偿献血促进奖(单位奖)”、“首届中国质量奖提名奖”、“第十七届全国质量奖”、国家“守合同重信用”企业等荣誉称号。

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\校准项目等部分内容提出了有效建议，是该规范的验证单位，在编制组中发挥了主要作用。

3.3.3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）位于重庆市九龙坡区西彭镇，前身为冶金部112厂、西南铝加工厂，始建于1965年7月，2000年12月改制成立有限责任公司，是我国为生产重点项目、航空航天所需大规格、新品种、高质量铝及铝合金材料而建设的大型企业。经过50多年的建设发展,西南铝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项目材料研发保障、高精尖铝材研发生产和出口的“核心基地”。现隶属于中国铝业集团有限公司。西南铝培养了中国工程院院士1人、两江学者1人、国家级技能大师1人、享受国务院政府特殊津贴专家30余人，建有院士工作站，拥有国家级企业技术中心，技术研发实力国内领先。率先开发出以地铁车辆用铝型材、易拉罐用铝板材、印刷用铝版基等为代表的大量高品质新型铝合金材料以及全铝家居系列产品，“西南铝”驰名商标已成为具有国际影响力的中国铝加工品牌。

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。西南铝业（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、中国船舶集团有限公司第七二五研究所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 |  |  | 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。 |
| 西南铝业（集团）有限责任公司 |  |  | 规范实验数据分析及讨论，内容审阅并提出修改意见，会议纪要整理实验方案讨论，一验，内容审阅并提出修改意见。 |
| 中国船舶集团有限公司第七二五研究所 |  |  | 内容审阅并提出修改意见，二验，实验方案讨论，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 |  |  | 规范实验数据分析及讨论，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7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8月～2024年2月，编制组成员对《非接触式激光引伸计校准规范》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6月形成了计量规范讨论稿。

3）2024年6月19日~22日，在嘉峪关市召开有色金属计量技术规范研讨会，会上对《非接触式激光引伸计校准规范-讨论稿》进行了讨论，会上有来自不同单位的计量委员会委员、专家、代表就《非接触式激光引伸计校准规范-讨论稿》中的引用文件、技术指标等提出了修改建议和意见，同时，会上确定了项目的参编单位及一验、二验单位，明确了各项工作时间进度要求，具体内容见表1。修改后形成了《非接触式激光引伸计校准规范-征求意见稿》。

|  |  |
| --- | --- |
| 拟参与编制单位 | 西南铝业（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、中国船舶集团有限公司第七二五研究所 |
| 一验单位 | 西南铝业（集团）有限责任公司 |
| 二验单位 | 中国船舶集团有限公司第七二五研究所 |
| 时间节点安排 | 2024年10月完成试验验证，2024年11月完成规范报批 |

表2 《非接触式激光引伸计校准规范-讨论稿》工作安排

4）2024年9月，有色金属行业计量技术委员会发文《关于对<电极式盐水比重计校准规范>等14项行业计量技术规范征求意见的函》（有色计量委字〔2024〕12号），向社会广泛征求意见。编制组根据收到的意见进行修改，修改后形成了《非接触式激光引伸计校准规范-预审稿》。

5）2024年9月26日～27日在广西壮族自治区柳州市举行有色金属计量技术规范工作会议，会上对《非接触式激光引伸计校准规范》等28项有色金属行业计量技术规范进行了审定、预审和任务落实，会上有来自不同单位的计量委员会委员、专家、代表对《非接触式激光引伸计校准规范》预审稿提出了修改建议和意见。

表3 有色金属计量技术规范研讨会会议纪要

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准章条编号 | 意见内容 | 提出单位及提出人（可简写） | 处理意见 | 备注 |
|  | 2 | 建议：删除文中未出现的方法、规范等。 | 西南铝业 | 采纳 |  |
|  | 3 | 建议：重新绘制图1激光引伸计结构示意图,且图注出示意图中每主要部件的名称 | 西南铝业 | 采纳 |  |
|  | 6.2.2 | 对标准的校准，应该使用了标距样板，但该计量特性校准内未体现，建议对该校准方法重新叙述， | 西南铝业 | 采纳 |  |
|  | 6.2.3 | 该条中，仅仅是使用目测来校准分辨力，实际意义不大，建议不用校准，删除该计量特性， | 西南铝业 | 分辨力决定着引伸计的分级，保留 |  |
|  | 5.2.2 | 提到了JJF1096的要求，建议在第2条增加引用文件 | 毕革平 | 采纳 |  |
|  | 3.1 | 用途和原理表述内容优化 | 毕革平 | 采纳 |  |
|  | 6.2.4 | 校准方法中尽量采取均匀分布建议修改成等间距分布 | 毕革平 | 采纳 |  |
|  | 附录C.1.2 | 测量标准中对标定器的要求，建议放到5.2.2条款中 | 毕革平 | 采纳 |  |

# 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1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。提出了对引伸计计量特性的要求，制定了基本原则和编制依据，可对激光引伸计进行校准，解决了目前没有激光引伸计校准方法的难题。

## （二）确定主要内容

### 1范围

本规范适用于金属或非金属材料测试用非接触式激光引伸计的校准。该设备是检测金属或非金属材料变形特性的主要设备之一。

### 2 引用文件

JJF（有色金属）0010材料力学性能测试用非接触式激光引伸计校准规范

JJF1096 引伸计标定器校准规范

JJG 762 引伸计

ASTM E83 引伸计系统的校准和分级系统校准规范

ISO 9513金属材料 单轴试验用引伸计系统的标定

JJF 1096 引伸计标定器校准规范

GB/T 228.1 金属材料拉伸试验 第一部分：室温试验方法

GB/T 228.2 金属材料拉伸试验 第二部分：高温试验方法

### 3 概述

激光引伸计采用非接触测量金属或非金属材料应变，测量精度高。抗干扰能力强、实现简单、适用范围广、避免刀口对试样的划伤、滑脱及可用于超高温环境试验、细薄样品试验等诸多优点，近些年已广泛应用于金属材料及硬质非金属材料常规拉伸、压缩试验等相关力学性能指标的测定。

当一束激光照射到光感粗糙表面时，会往不同的方向发散光线，这些光线发生漫反射，其中一部分光线返回到激光接收器，另一部分散射之后不返回激光接收器，这样就形成了颗粒状的散斑图。在给试样施加载荷的过程中，试样的表面结构会慢慢发生变形，与此同时，照射到试样表面形成的激光散斑也会慢慢发生变形。此时，激光处理器会接收到连续变化的图像，而且激光处理器会定位所存储的散斑图案并计算出散斑图案在图像之间移动的位移，从而达到测量移动距离的目的。

### 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/中国船舶集团有限公司第七二五研究所等单位沟通，确定了激光引伸计的计量特性有三个：

4.1标距相对误差

4.2分辨率

4.2示值误差

表1 激光引伸计计量特性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 激光引伸计准确度等级 | 标距相对误差*qL*c/% | 分辨率 | 示值误差 |
| 相对（*r/l* i）/% | 绝对*r/*μm | 相对误差*q*/% | 绝对误差（*l*i-*l*t）/μm |
| 0.2 | ±0.2 | 0.10 | 0.2 | ±0.2 | ±0.6 |
| 0.5 | ±0.5 | 0.25 | 0.5 | ±0.5 | ±1.5 |
| 1 | ±1.0 | 0.5 | 1.0 | ±1.0 | ±3.0 |

### 5 校准条件

5.1 环境条件

校准试验应在23℃±5℃，相对湿度≤85%的条件下进行，校准过程中温度波动不大于2℃/h。

5.2 测量标准

5.2.1标距样板，测量不确定度不应大于被校准引伸计标距最大允许误差1/3。

5.2.2引伸计标定器应符合JJF1096的要求，标定器最大允许误差不应大于被校准引伸计变形量最大允许误差1/3。

注：也可采用满足测量不确定度要求的其它测量设备进行校准。

### 6 校准项目和校准方法

6.1校准项目

激光引伸计校准项目见表2。

表2 激光引伸计校准项目表

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 校准项目 |
| 1 | 通用技术要求 |
| 2 | 激光引伸计标距相对误差 |
| 3 | 激光引伸计的分辨力 |
| 4 | 激光引伸计的示值误差 |

6.2 校准方法

6.2.1通用技术要求的检查

采用目测及手动的方法检查激光引伸计外观，检查引伸计与计算机联机情况，确定无影响计量特性的因素后，再进行校准。

6.2.2激光引伸计标距的校准

将引伸计标距样板固定在试验机上，调整引伸计与标距样板的焦距，使样板在引伸计采集系统上成像清晰，设定需要校准的标距长度，在标距样板上选取相应刻度进行比对，每个标距测量3次，每次测定的引伸计标距相对误差均应满足表1的要求。

引伸计标距相对误差按公式（1）计算

$q\_{L\_{c}}=\frac{L\_{c}^{'}-L\_{c}}{L\_{c}}×100\%$ （1）

式中：

$q\_{L\_{c}}$——激光引伸计标距相对误差，%；

$L\_{c}^{'}$——$激光引伸计$的测量值，mm；

$L\_{c}$——标距样板的标准值，mm。

6.2.3分辨力的校准

绝对分辨力r是从引伸计的指示装置上能读取的最小量值。相对分辨力是从仪器上能读取的最小量值r与引伸计指示的位移l i之比值。检查并计算引伸计的分辨力，其结果应满足表1的要求。

6.2.4示值误差的校准

校准时，先将引伸计标定器安装在试验机底座轴线上，根据激光引伸计类型调节引伸计焦点距离，设置好标距，使引伸计激光光束照射到标定器连接杆上，将引伸计标定器和被校准引伸计示值清零，根据选定的校准点调整引伸计标定器位移，记录每个校准点引伸计示值，直至测量范围上限，达到校准范围的最大位移时，再返回到零点。每组一般不少于10个点（不包括零点），尽量采取等间距分布，重复测量3次，取3次平均值作为引伸计示值。

引伸计示值绝对误差按公式（2）计算，示值相对误差按公式（3）计算：

$q\_{1}=l\_{i}-l\_{t}$ （2）

$q\_{2}=\frac{l\_{i}-l\_{t}}{l\_{t}}×100\%$ （3）

式中：

$q\_{1}$—引伸计示值绝对误差，μm；

$q\_{2}$—引伸计示值相对误差，%；

$l\_{i}$—引伸计在每个校准点3次测量示值的算术平均值，mm；

$l\_{t}$—引伸计标定器给出的位移值，mm。

注：根据客户需要对激光引伸计进行对多个标距、多个示值进行测量校准的，应分别记录相应标距、示值误差，并按所校准的项目和数据出具校准证书。

### 7 校准结果表达

经校准的激光引伸计出具校准证书，校准结果应在校准证书上反映，校准证书至少应包括以下信息：

a) 标题：“校准证书”；

b) 实验室名称和地址；

c) 进行校准的地点（如与实验室的地址不同）；

d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e) 客户的名称和地址；

f) 被校对象的描述和明确标识；

g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

h) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

j) 校准环境的描述；

k) 校准结果及测量不确定度的说明；

l) 对校准规范的偏离的说明；

m) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期；

n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；

o) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

校准原始记录参考格式见附录A，校准证书内页参考格式见附录B。

### 8 复校时间间隔

建议复校时间间隔为1年。激光引伸计使用频繁时应适当缩短周期，在使用过程中激光引伸计经过修理、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激光引伸计校准记录参考格式

附录B 激光引伸计校准证书内页参考格式

附录C 激光引伸计示值误差测量不确定度评定示例

# 三、实践检测情况

西南铝业（集团）有限责任公司、中国船舶集团有限公司第七二五研究所根据本规范的校准项目对激光引伸计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

目前，国家和各省检定规程和校准规范中，类似的校准规范如JJF（有色金属）0010《材料力学性能测试用非接触式视频引伸计校准规范》、JJG 762《引伸计检定规程》分别是用来校准视频引伸计和机械结构应变式引伸计。

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激光引伸计的校准空白，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

本规范发布后，能解决激光引伸计校准方法不统一、校准方法差异化、计量标准技术指标不明确、校准点的选择不统一、激光引伸计的校准方法未规定等问题，弥补激光引伸计校准的空白，为保证激光引伸计测试结果的准确可靠提供保证，从而提高刻线精度的准确性。

# 十二、其他应予说明的事项

无。

《非接触式激光引伸计校准规范》编制组

2024年9月3日