

**中国人民共和国工业和信息化部 发布**

20xx-xx-xx实施

20xx-xx-xx发布

非接触式激光引伸计校准规范

Calibration Specification for non-contact laser extensometers

（审定稿）

JJF（有色金属）XXXX—20XX

中华人民共和国工业和信息化部

有色金属计量技术规范

非接触式激光引伸计校准规范

Calibration Specification for non-contact laser extensometers



**JJF（有色金属）XXXX—20xx**

归 口 单 位：中国有色金属工业协会

主要起草单位：西安汉唐分析检测有限公司

参加起草单位：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

本规范委托有色金属行业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

目录

[引言 （II](#_Toc11897)）

[1 范围 （1](#_Toc12156)）

[2 引用文件 （1](#_Toc9859)）

[3 概述 （1](#_Toc8941)）

[4 计量特性 （2](#_Toc23071)）

[4.1 标距相对误差 （2](#_Toc31844)）

[4.2 分辨力 （2](#_Toc5747)）

[4.3 示值误差 （2](#_Toc31836)）

[5 校准条件 （2](#_Toc21548)）

[5.1 校准环境条件 （2](#_Toc30955)）

[5.2 校准用标准器 （2](#_Toc7686)）

[6 校准项目和校准方法 （3](#_Toc30367)）

6.1 校准项目 （3）

6.2 校准方法 （3）

7 校准结果表达 （4）

8 复校时间间隔 （5）

[附录A](#_Toc20296) [激光引伸计校准记录参考格式 （6](#_Toc12124)）

[附录B](#_Toc23714) [激光引伸计校准证书内页参考格式 （7](#_Toc2361)）

[附录C](#_Toc20332) [激光引伸计示值误差的测量不确定度评定示例 （8](#_Toc7520)）

引 言

JJF 1071 《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》和JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑校准规范制修订工作的基础性系列规范。

本规范参考了GB/T 228.1-2021《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》的技术内容。

本规范为首次发布。

非接触式激光引伸计校准规范

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（以下简称激光引伸计）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

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

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

GB/T 228.2 金属材料 拉伸试验 第2部分：高温试验方法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 概述

3.1 用途和原理

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。

3.2 结构

激光引伸计包含两个测量头，测量头由数字影像器和激光光源组成。

4 计量特性

4.1标距相对误差

激光引伸计标距相对误差，应符合表1规定。

4.2分辨率

激光引伸计分辨率应符合表1规定。

4.3示值误差

激光引伸计示值误差应符合表1规定。

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

1. 5.1 校准环境条件

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 校准用标准器

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；校准不超过1/3mm时采用绝对误差±0.5μm；校准范围超过1/3mm时采用相对误差±0.15%。

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

（1）

式中：

——激光引伸计标距相对误差，%；

——的测量值，mm；

——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：

（2）

（3）

式中：

—引伸计示值绝对误差，μm；

—引伸计示值相对误差，%；

—引伸计在每个校准点3次测量示值的算术平均值，mm；

—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

复校时间间隔的长短取决于其使用情况，使用单位可根据实际使用情况自主决定复校的时间，建议复校时间间隔为1年。附录A

激光引伸计校准记录参考格式

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 委托方 | | | |  | | | | | | 委托方地址 | | | | | |  | | | | |
| 计量器具名称 | | | |  | | | | | | 出厂编号 | | | | | |  | | | | |
| 型号规格 | | | |  | | | | | | 制造单位 | | | | | |  | | | | |
| 环境温度 | | | |  | | | | | | 相对湿度 | | | | | |  | | | | |
| 本次校准所依据的技术文件： | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 本次校准所使用的主要标准器具 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 名称 | 型号 | | | | | | 编号 | | | 准确度等级 | | | 证书编号 | | | | 有效期 | | | |
|  |  | | | | | |  | | |  | | |  | | | |  | | | |
|  |  | | | | | |  | | |  | | |  | | | |  | | | |
| 被校引伸计信息 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 激光引伸计  标距标准值/mm | | | 激光引伸计标距测量值/mm | | | | | | | | | 激光引伸计标距相对误差/% | | | | | | | | |
| 1 | | | 2 | | 3 | | | | 1 | | | 2 | | | 3 | | |
|  | | |  | | |  | |  | | | |  | | |  | | |  | | |
| 校准点/mm | | 激光引伸计示值/mm | | | | | | | | | | | | 激光引伸计示值误差 | | | | | |
| 进程 | | | | | | | | | | | | 绝对误差/ | | | | | 相对误差/% |
| 1 | | | 2 | | | | 3 | | 平均值 | | |
|  | |  | | |  | | | |  | |  | | |  | | | | |  |
|  | |  | | |  | | | |  | |  | | |  | | | | |  |
|  | |  | | |  | | | |  | |  | | |  | | | | |  |
|  | |  | | |  | | | |  | |  | | |  | | | | |  |
|  | |  | | |  | | | |  | |  | | |  | | | | |  |
|  | |  | | |  | | | |  | |  | | |  | | | | |  |
|  | |  | | |  | | | |  | |  | | |  | | | | |  |
|  | |  | | |  | | | |  | |  | | |  | | | | |  |
|  | |  | | |  | | | |  | |  | | |  | | | | |  |
|  | |  | | |  | | | |  | |  | | |  | | | | |  |

附录B

激光引伸计校准证书内页参考格式

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 证书编号 |  | 外观检查 |  |
| 计量器具名称 |  | 出厂编号 |  |
| 相对分辨力 |  | 型号规格 |  |
| 制造单位 |  | | |
| 环境温度 |  | 相对湿度 |  |
| 标距相对误差/% |  | | |
| 标准值/mm | 被校示值绝对误差/mm | 被校示值相对误差/% | 扩展不确定度 *U*/（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

附录C

激光引伸计示值误差测量结果不确定度评定示例

C.1 概述

激光引伸计的示值误差为直接测量，用相应测量器具直接测量，取3次测量值的平均值作为测量结果。本附录以激光引伸计示值误差为示例，对其进行测量不确定度评定。其他校准项目可参照本附录做类似评定。

C.1.1 校准依据

本规范。

C.1.2 测量标准

5.2条规定的标准器。

C.1.3 被校对象

选用非接触式激光引伸计为被测对象，标距设定为50mm，最大变形量为10mm，准确度等级为0.5级。

C.1.4 校准方法

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。

C.2 测量模型

示值误差的测量模型见如下公式。

*δ*=*H*y-*H*b

式中：

*Δ*—被校激光引伸计示值误差；

*H*y—被校激光引伸计3次测量示值算术平均值；

*H*b—激光引伸计标定器示值。

输入量各分量彼此之间相互独立不相关：

方差:

*u*c2(*δ*) = *c1*2*u*2(*H*y)＋*c2* 2 *u*2(*H*b)

灵敏度系数:  *c1*=δ/ *H*y= 1

*c2*=δ/ *H*b= -1

C.3 测量不确定度的来源分析

激光引伸计示值误差测量结果不确定度的主要来源：

（1）被测设备的示值测量重复性引入的不确定度；

（2）被测设备示值分辨力引入的不确定度；

（3）激光引伸计标定器示值偏差引入的不确定分量；

（4）激光引伸计标定器分辨力*r*引入的标准不确定度。

C.4 测量不确定度评定

C4.1输入量*H*y的标准不确定度*u*(*H*y)的评定

（1）激光引伸计重复性的标准不确定度*u*(*H*y1)可以通过连续测量得出测量数列（采用A类评定），对引伸计各校准点重复性测量10次，引伸计示指重复性的标准不确定度。由测量数据计算实验偏差，

*s*(*x*)=(*n*=10)

0.3mm校准点，*s*(0.3)=0.0005mm

10mm校准点，*s*(10)=0.0122mm

但在实际测量中重复测量3次，以其平均值作为测量结果，可得到： *u*(*H*y1)= *s*(*x*)/

0.3mm校准点，*u*(*H*y1)= *s*(*x*)/=0.29μm

10mm校准点，*u*(*H*y1)= *s*(*x*)/=7.04μm

（2）激光引伸计分辨力*r*引入的标准不确定度*u*(*H*y2)

根据激光引伸计0.5级引伸计绝对分辨力0.5μm、相对分辨力为0.25%,激光引伸计分辨力引入示值的标准不确定度：

0.3mm校准点，*u*(*H*y2)=*r*/(2×)=0.14μm

10mm校准点，*u*(*H*y2)=*r*/(2×)=7.2μm

重复性和分辨力引入的不确定度取较大者，所以输入量Hy的标准不确定度为：

0.3mm校准点，*u*(*H*y)= 0.29μm

10mm校准点，*u*(*H*y)= 7.2μm

C4.2输入量*H*b的标准不确定度*u*(*H*b)的评定

包括：激光引伸计标定器示值偏差引入的不确定度分量*u*(*H*b1);激光引伸计标定器分辨力引入的不确定度分量*u*(*H*b2)。

（1）激光引伸计标定器示值偏差引入的不确定分量*u*(*H*b1)

依据本校准规范激光引伸计标定器校准装置允许误差 *W* ，服从均匀分布，*k*取，则激光引伸计标定器示值偏差引入的不确定度分量:

*u*(*H*b1)=*W*/

0.3mm校准点，*u*(*H*b1)=0.289μm

10mm校准点，*u*(*H*b1) = 8.66μm

（2）激光引伸计标定器分辨力*r*引入的标准不确定度*u*(*H*b2)根据0.2级激光引伸计标定器绝对分辨力0.1μm、相对分辨力0.05%,引伸计标定器分辨力引入示值的标准不确定度:

*u*(*H*b2)=*r*/(2×)

0.3mm校准点，*u*(*H*b2)=0.029μm

10mm校准点，*u*(*H*b2)=1.44μm

（3）输入量的标准不确定度*u*(*H*b)

0.3mm校准点，=0.29μm

10mm校准点，=8.78μm

C4.3各输入量标准不确定度汇总一览表

表C.1各输入量标准不确定度汇总一览表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 0.3mm校准点 | | 10mm校准点 | |  |
| 不确定度分量 | 标准不确定度 | 不确定度分量 | 标准不确定度 |
| *u*(*H*y) | 输入量引入的不确定度 |  | 0.29μm |  | 7.2μm | 1 |
| *u*(*H*y1) | 测量重复性引入的分量 | 0.29μm |  | 7.04μm |  |  |
| *u*(*H*y2) | 分辨力引入的分量 | 0.14μm |  | 7.2μm |  |  |
| *u*(*H*b) | 标准器引入的不确定度 |  | 0.29μm |  | 8.78μm | -1 |
|  | 标准器最大允许误差引入的分量 | 0.289μm |  | 8.66μm |  |  |
|  | 标准器分辨力引入的分量 | 0.029μm |  | 1.44μm |  |  |

C.5 合成标准不确定度计算

合成不确定度计算公式为：

表C.2合成不确定度汇总表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 合成标准不确定度 | 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 0.3mm校准点  标准不确定度 | 10mm校准点  标准不确定度 |  |
|  |  | 输入量引入的不确定度 | 0.29μm | 7.2μm | 1 |
|  |  | 标准器引入的不确定度 | 0.29μm | 8.78μm | -1 |
|  |  |  | 0.41μm | 11.35μm |  |

C.6 扩展不确定度计算

取包含因子*k*=2,则*U*=*k*×

0.3mm校准点示值误差的扩展不确定度：

*U*=0.82μm，*k*=2

10mm校准点示值误差的扩展不确定度：

*U*=0.23%，*k*=2

—————————