

中华人民共和国工业和信息化部

有色金属计量技术规范

**JJF**(有色金属) XXXX─XXXX

××××-××-××发布 ××××-××-××实施

发 布

中华人民共和国工业和信息化部

材料力学性能测试用非接触式视频引伸计校准规范

Calibration Specification of Non-contact Video Extensometers for Material

Mechanical Properties Testing

（报批稿）

材料力学性能测试用非接触式视频引伸计的校准规范

Calibration Specification of Non-contact Video Extensometers for Material Mechanical Properties Testing



**JJF（有色金属）XXXX—XXXX**

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：国标（北京）检验认证有限公司

中国有色金属工业西北质量监督检验中心

广东省科学院工业分析检测中心

西北有色金属研究院

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：

1. 余泽利（西安汉唐分析检测有限公司）
2. 房永强（西安汉唐分析检测有限公司）
3. 田晨超（中国有色金属工业西北质量监督检验中心）
4. 杨军红（西安汉唐分析检测有限公司）

参加起草人：

1. 樊志罡 [国标（北京）检验认证有限公司 ]
2. 伍超群（广东省科学院工业分析检测中心）
3. 马晓晨（西安汉唐分析检测有限公司）
4. 段 管（西北有色金属研究院）

**目 录**

[引 言 (](#_Toc9228_WPSOffice_Level1)Ⅱ)

[1 范围 (1](#_Toc23837_WPSOffice_Level1))

[2 引用文件 (1](#_Toc7848_WPSOffice_Level1))

[3 概述 (1](#_Toc13054_WPSOffice_Level1))

[4 计量特性 (1](#_Toc19851_WPSOffice_Level1))

[4.1 标距相对误差 (1](#_Toc4073_WPSOffice_Level2))

[4.2 分辨力 (1](#_Toc2224_WPSOffice_Level2))

[4.3 示值误差 (1](#_Toc15588_WPSOffice_Level2))

[4.4 进回程相对误差 (1](#_Toc27161_WPSOffice_Level2))

[5 校准条件 (2](#_Toc25829_WPSOffice_Level1))

[5.1 环境条件 (2](#_Toc5126_WPSOffice_Level2))

[5.2 测量标准 (2](#_Toc9866_WPSOffice_Level2))

[6 校准项目和校准方法 (3](#_Toc2741_WPSOffice_Level1))

[6.1 校准项目 (3](#_Toc22718_WPSOffice_Level2))

[6.2 校准方法 (3](#_Toc22008_WPSOffice_Level2))

[7 校准结果表达 (5](#_Toc25466_WPSOffice_Level1))

[8 复校时间间隔](#_Toc14803_WPSOffice_Level1) (5)

[附录A 校准原始记录参考格式](#_Toc20191_WPSOffice_Level1) (7)

[附录B 校准证书内页参考格式](#_Toc29371_WPSOffice_Level1) (8)

[附录C 视频引伸计示值误差测量结果不确定度评定示例](#_Toc5266_WPSOffice_Level1) (9)

引 言

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。

本规范主要参考标准GB/T 228.1-2010《金属材料拉伸试验 第1部分：室温试验方法》。

本规范为首次发布。

材料力学性能测试用非接触式视频引伸计的校准规范

1 范围

本规范适用于标距不超过200 mm，测量范围（0～25）mm的非接触式视频引伸计的校准，其他标距和测量范围的非接触式视频引伸计可参照本规范进行校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 762 引伸计

JJF 1096 引伸计标定器校准规范

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

视频引伸计主要由相机、镜头、控制箱、照明系统、万向调节架及计算机等组成。视频引伸计通过相机对构件在整个实验中不同的状态进行采集，经过图像处理计算变形量，并将变形量和应力数据合成输出应力应变曲线。视频引伸计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。

4 计量特性

4.1 标距误差

视频引伸计标距误差采用相对误差表示，应符合表1规定。

4.2 分辨力

当视频引伸计的测量范围不大于200 μm时，分辨力采用绝对值；当视频引伸计的测量范围大于200 μm时，分辨力采用相对值。视频引伸计的分辨力应符合表1规定。

4.3 示值误差

视频引伸计校准点示值不大于300 μm时，示值误差采用绝对误差表示；视频引伸计校准点示值大于300 μm时，示值误差采用相对误差表示。视频引伸计的示值误差应符合表1规定。

4.4 回程误差

视频引伸计的回程误差采用相对误差表示，应符合表1规定。仅采用滞后环法测定材料规定非比例延伸强度或规定残余延伸强度用途的引伸计进行此项目对校准。

表1 视频引伸计计量性能要求

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 视频引伸计准确度等级 | 标距误差  % | 分辨力最大允许值 | | 示值最大允许误差 | | 示值最大允许误差  % |
| R>200μm  % | R≤200μm  μm | D>300μm  % | D≤300μm  μm |
| 0.2级 | ±0.2 | 0.10 | 0.2 | ±0.2 | ±0.6 | ±0.3 |
| 0.5级 | ±0.5 | 0.25 | 0.5 | ±0.5 | ±1.5 | ±0.75 |

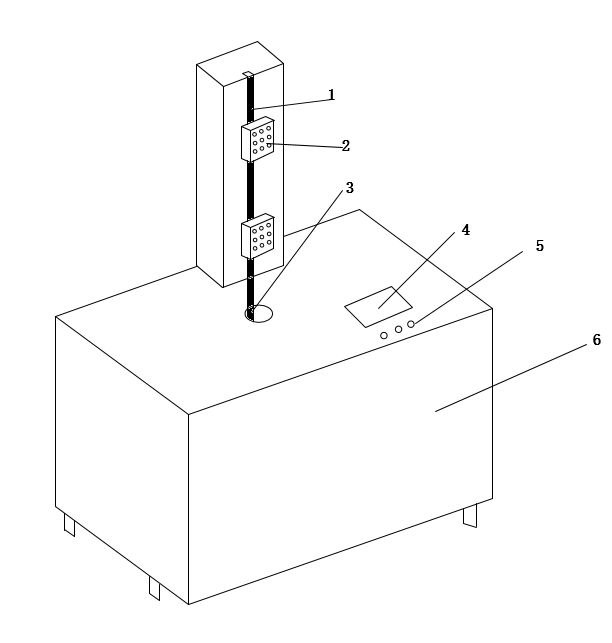
1. 注：以上指标要求不作为合格性判定依据，仅供参考。*R*为测量范围，*D*为示值。

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

1. 5.2.1 视频引伸计标定器（以下简称标定器）应符合JJF 1096的要求，标定器计量特性见表2，结构图见图1。
2. 5.2.2 标距样板，标距的测量不确定度应小于引伸计标距的最大允许误差的1/3。
3. 1-导轨；2-引伸计标定样板；3-测微螺杆；
4. 4-数字显示器；5-控制键；6-位移控制器。
5. 图1 标定器结构图
6. 表2 视频引伸计标定器计量特性

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 视频引伸计准确度等级 | 视频引伸计标定器的计量特性 | | | |
| 分辨力 | | 示值误差 | |
| R>200μm  % | R≤200μm  μm | D>300μm  % | D≤300μm  μm |
| 0.2级 | 0.05 | 0.1 | ±0.06 | ±0.2 |
| 0.5级 | 0.12 | 0.25 | ±0.15 | ±0.5 |

1. 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。*R*为测量范围，*D*为示值。

6 校准项目和校准方法

6.1 准备工作

检查视频引伸计外观，引伸计与计算机联机情况、测量系统等工作正常。

将视频引伸计安装到标定器，调整视频引伸计焦距聚焦到上下引伸计标定样板，并在全测量范围均可以清晰成像。

放置足够长时间达到稳定温度。

按照使用手册进行必要的标定。

6.2 标距误差

根据视频引伸计标称标距长度 ，选取标距样板长度L= 10 mm、25 mm、50 mm、100 mm。

在引伸计标定样板同一轴线上选取等于标距长度的两个标定点，采集两标定圆心距L*i*，每个标距测量3次。

视频引伸计标距误差按公式（1）计算：

 （1）

 （2）

式中：

*i* ——测量序号，*i* =1，2，3；

——视频引伸计标距误差；

*L*0——标距样板的参考值，mm；

 ——3次测量视频引伸计标距测得值的平均值，mm。

6.3 分辨力

在上下两个标定板同一轴线选取两个标定点，将两标定点圆心距调整为视频引伸计标距长度，标定器示值清零。

缓慢调整视频引伸计标定器位移，使视频引伸计示值发生变化，记录标定器示值位移，则为引伸计分辨力的绝对值，为分辨力的相对值。

6.4 示值误差

（1）在测量范围的下限至测量范围上限均匀分布*n*个校准点，*n*≥10。

（2）在上下两个标定板同一轴线选取两个标定点，将两标定点圆心距调整为视频引伸计标距长度的测量范围下限，视频引伸计示值记为L*ji*，记录视频引伸计示值L*j0*；标定器示值记为L*Rji*，清零，示值 L*Rj0* =0。

（3）将移动标定板移动至下一个测量点，记录视频引伸计示值L*j1*，标定器示值L*Rj1*。

（4）反复执行第（3）步，至*i*=*n*，达到测量范围上限。

（5）返回测量范围下限，重复上述步骤，至组数*j*=3。

（6）当视频引伸计示值大于300μm时按公式（3）计算，当视频引伸计示值小于300μm时按公式（4）计算：

 （3）

 （4）

式中：

——测量的序号，*i* =0，1，2，……，*n*，*n*≥10；

——测量的组序号，*j* =0，1，2，3；

——当示值不大于300μm时，视频引伸计示值误差，μm；

——当示值大于300μm时，视频引伸计示值误差；

——视频引伸计在第*j*组第*i*个校准点的示值，mm；

——标定器在第*j*组第*i*个校准点的示值，mm。

6.2.5 回程误差

（1）在测量范围的下限至测量范围上限均匀分布*n*个校准点，*n*≥10。

（2）在上下两个标定板同一轴线选取两个标定点，将两标定点圆心距调整为视频引伸计标距长度的测量范围下限，标定板示值为*LFji*，记录视频引伸计示值*LFj0*；标定器示值*LFRji*清零，示值 *LFRj*0 =0。

（3）将移动标定板移动至下一个测量点，记录视频引伸计示值*LFj*1，标定器示值*LFRj*1。

（4）反复执行第（3）步，至*i*=*n*，达到测量范围上限。

（5）回程测量时视频引伸计和标定器均不清零，从*i*=*n*的测量范围上限开始测量，逐点测量各校准点的示值*LBji*和*LBRji*，至*i*=0，达到测量范围下限时完成一组测量。

（6）重复第（2）步至第（5）步，至组数*j*=3。

（7）当视频引伸计示值大于300μm时按公式（5）计算，当视频引伸计示值小于300μm时按公式（6）计算：

 （5）

 （6）

式中：

——测量的序号，*i* =0，1，2，……，*n*，*n*≥10；

——测量的组序号，*j* =0，1，2，3；

——当示值不大于300μm时，视频引伸计示值误差，μm；

——当示值大于300μm时，视频引伸计示值误差；

，——视频引伸计进程和回程在第*j*组第*i*个校准点的示值，mm；

，——标定器进程和回程在第*j*组第*i*个校准点的示值，mm。

7 校准结果表达

经校准的引伸计出具校准证书，校准记录推荐格式参见附录A，校准证书内页推荐格式参见附录B，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。

8 复校时间间隔

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

附录A

校准原始记录参考格式

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 原始记录编号 |  | | 证书编号 | |  | |
| 送校单位 |  | | 校准依据 | |  | |
| 被校设备信息 | | | | | | |
| 器具名称 |  | | 出厂编号 | |  | |
| 型号/规格 |  | | 设备编号 | |  | |
| 外观检查 |  | | 制造厂 | |  | |
| 标距 |  | | 最大变形量 | |  | |
| 准确度等级 |  | | | | | |
| 校准地点 |  | | 环境条件 | | ℃ %RH | |
| 测量标准信息 | | | | | | |
| 标准器名称 | 标准器型号 | 编号 | 不确定度/ 准确度等级/  最大允许误差 | 证书编号 | | 有效期至 |
|  |  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  |  | |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 视频引伸计  标距标准值  mm | | | 视频引伸计标距测量值  mm | | | | | | | 视频引伸计标距相对误差  % | | | | |
| 1 | | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | | 3 |
|  | | |  | | |  | |  | |  | |  | |  |
| 校准点  mm | 视频引伸计示值  mm | | | | | | | | 视频引伸计示值误差 | | | | | |
| 进程 | | | | | | 回程 | | 绝对误差  μm | | 相对误差  % | | 示值进回程误差  % | |
| 1 | 2 | | 3 | 平均值 | |
|  |  |  | |  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  |  | |  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  |  | |  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  |  | |  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  |  | |  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  |  | |  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  |  | |  |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  |  | |  |  | |  | |  | |  | |  | |

校准员： 核验员： 校准日期： 年 月 日

附录B

校准证书内页参考格式

校准证书编号：××××

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准数据/结果 | | | | | |
| 外观检查 | |  | | | |
| 准确度等级 | |  | | 分辨力 |  |
| 视频引伸计标距  mm | |  | | 最大变形量  mm |  |
| 视频引伸计标距相对误差  % | |  | | | |
| 标定器位移 | 视频引伸计示值绝对误差  mm | | 视频引伸计示值相对误差  % | 扩展不确定度 *U*/（*k*=2） | 视频引伸计示值进回程相对误差  % |
|  |  | |  |  |  |
|  |  | |  |  |  |
|  |  | |  |  |  |
|  |  | |  |  |  |
|  |  | |  |  |  |
|  |  | |  |  |  |
|  |  | |  |  |  |
|  |  | |  |  |  |
|  |  | |  |  |  |
|  |  | |  |  |  |
|  |  | |  |  |  |
|  |  | |  |  |  |
|  |  | |  |  |  |

……以下空白……

附录C

视频引伸计示值误差测量结果不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 测量方法

视频引伸计的示值误差为直接测量，用相应测量器具直接测量，取多次测量值的平均值作为测量结果。本附录以视频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作类似评定。

C.1.2 测量依据

依据本规范6.2.4。

C.1.3 被测对象

选用非接触式视频引伸计为被测对象，标距为50mm，最大变形量为10mm，准确度等级为0.5级。

C.1.4 测量方法及主要设备

采用一种新型0.2级的视频引伸计自动标定器，主要参数为最小分度0.0001mm；校准范围不超过1/3mm时采用绝对误差MPE=±0.5μm；校准范围超过1/3mm时采用相对误差MPE=±0.15%。

用标定器位移递增的方式分别在位移值为：0.2mm和10.0mm进行重复测量10次。

C.2 测量模型及不确定度来源分析

C.2.1 测量模型

被校视频引伸计示值误差的测量模型为：

=*H*y-*H*b （C.1）

式中：

——被校视频引伸计示值误差；

*H*y——被校视频引伸计3次测量示值算术平均值；

*H*b——视频引伸计标定器示值。

由于输入量各分量彼此之间相互独立不相关，因此被校视频引伸计示值误差的合成标准不确定度为：

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

此处得到其灵敏度系数为：1*，-*1。

C.2.2 测量结果不确定度的主要来源分析

视频引伸计示值误差测量结果不确定度的主要来源有：

（1）被测设备的示值测量重复性引入的标准不确定度；

（2）被测设备示值分辨力引入的标准不确定度；

（3）视频引伸计标定器示值偏差引入的标准不确定；

（4）视频引伸计标定器分辨力*r*引入的标准不确定度。

C.3视频引伸计示值误差测量不确定度的评定

C.3.1输入量*H*y的标准不确定度*u*(*H*y)的评定

（1）视频引伸计重复性的标准不确定度分量*u*(*H*y1)

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标准偏差为：

*s*(x)= （C.3）

此处取n=10，则位移值为0.2mm时，s(0.2)=0.0001 mm；位移值为10.0mm时，s(10)=0.0122 mm；

但在实际测量中重复测量3次，以其平均值作为测量结果，可得到视频引伸计重复性的标准不确定度分量*u*(Hy1)为：

*u*(*H*y1)= *s*(x)/ （C.4）

因此当位移值为0.2mm时，*u*(*H*y1)= *s*(x)/=0.058μm；当位移值为10.0mm时，*u*(*H*y1)=*s*(x)/=7.04 μm

（2）视频引伸计分辨力*r*引入的标准不确定度分量*u*(*H*y2)

0.5级视频引伸计的分辨力*r* =0.1 μm，则分辨力引入示值的标准不确定度分量如下：

当位移值为0.2mm时，*u*(*H*y2)=*r*/(2×)=0.029μm；当位移值为10.0mm时，*u*(*H*y2)=*r*/(2×)=0.029μm。

（3）输入量*H*y的标准不确定度*u*(*H*y)

重复性和分辨力引入的不确定度取较大者，所以输入量*H*y的标准不确定度如下：

当位移值为0.2mm时，*u*(Hy)= 0.058 μm；当位移值为10.0mm时，*u*(*H*y)= 7.04μm。

C.3.2输入量*H*b的标准不确定度*u*(*H*b)的评定

输入量*H*b的标准不确定度*u*(*H*b)包括视频引伸计标定器示值偏差引入的不确定度分量*u*(*H*b1)和视频引伸计标定器分辨力引入的不确定度分量*u*(*H*b2)。

（1）视频引伸计标定器示值偏差引入的不确定分量*u*(*H*b1)

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

=W/ （C.5）

当位移值为0.2mm时，*u*(*H*b1)=0.289 μm；当位移值为10.0mm时，*u*(*H*b1)= 8.66 μm。

（2）视频引伸计标定器分辨力*r*引入的标准不确定度分量*u*(*H*b2)

0.2级视频引伸计标定器绝对分辨力0.1 μm、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如下：

*u*(*H*b2)=*r*/(2×) （C.6）

当位移值为0.2mm时，*u*(*H*b2)=0.029 μm；当位移值为10.0mm时，*u*(*H*b2)=1.44 μm。

（3）输入量的标准不确定度*u*(*H*b)

 （C.7）

当位移值为0.2mm时，*u*(*H*b)=0.29 μm；当位移值为10.0mm时，*u*(*H*b)=8.78 μm。

C.3.3各输入量标准不确定度汇总

表C.1 各输入量标准不确定度汇总表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 0.2 mm校准点 | | 10 mm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 | — | 0.058 μm | — | 7.04μm | 1 |
| *u*(*H*y1) | 测量重复性引入的分量 | 0.058μm | — | 7.04 μm | — | — |
| *u*(*H*y2) | 分辨力引入的分量 | 0.029 μm | — | 0.029μm | — | — |
| *u*(*Hb*) | 标准器引入的不确定度 | — | 0.29 μm | — | 8.78 μm | -1 |
| *u*(*H*b1) | 标准器最大允许误差引入的分量 | 0.289 μm | — | 8.66 μm | — | — |
| *u*(*H*b2) | 标准器分辨力引入的分量 | 0.029 μm | — | 1.44 μm | — | — |

C.3.4 合成标准不确定度

被校视频引伸计示值误差的合成标准不确定度根据式（C.8）计算：

（C.8）

表C.2 各输入量合成标准不确定度汇总表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 合成标准不确定度 | 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 0.2 mm校准点  标准不确定度 | 10 mm校准点  标准不确定度 |  |
| — | *u*(*H*y) | 输入量引入的不确定度 | 0.058μm | 7.04μm | 1 |
| — | *u*(*H*b) | 标准器引入的不确定度 | 0.29 μm | 8.78 μm | -1 |
|  | — | — | 0.296μm | 11.25μm | — |

C.3.5扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则被校视频引伸计示值误差的扩展不确定度根据以下计算：

0.2 mm校准点示值误差的扩展不确定度*U*=0.6 μm，*k*=2；10 mm校准点示值误差的扩展不确定度*U*=0.23%，*k*=2。