JJF

陕 西 省 地 方 计 量 技 术 规 范

JJF（陕）XXX－2021

激光标距刻线机校准规范

Calibration Specification for Laser Marking Machine

（报批稿）

2021－XX－XX 发布　　2021－XX－XX 实施

陕 西 省 市 场 监 督 管 理 局 发布

激光标距刻线机校准规范

Calibration Specification for Laser Marking Machine

JJF(陕) XXX－2021

归 口 单 位：陕西省市场监督管理局

主要起草单位：西安汉唐分析检测有限公司

中国石油集团石油管工程技术研究院

参加起草单位：陕西天成航空材料有限公司

中铁十七局集团第二工程有限公司

陕西地建土地工程质量检测有限责任公司

本规范由陕西省市场监督管理局负责解释

本规范主要起草人：

房永强（西安汉唐分析检测有限公司）

余泽利（西安汉唐分析检测有限公司）

仝　珂（中国石油集团石油管工程技术研究院）

参加起草人：

孙宝洋（陕西天成航空材料有限公司）

任　涛（中铁十七局集团第二工程有限公司）

李日升（陕西地建土地工程质量检测有限责任公司）

贾梦琳（西安汉唐分析检测有限公司）

目　　录

引　言.....（Ⅱ）
1 范围.....（1）
2 引用文件.....（1）
3 概述.....（1）
4 计量特性.....（1）
4.1 刻线标距示值误差.....（1）
4.2 刻线标距重复性.....（1）
5 校准条件.....（2）
5.1 环境条件.....（2）
5.2 测量标准及其他测量设备.....（2）
6 校准项目和校准方法.....（2）
6.1 刻线标距示值误差.....（2）
6.2 刻线标距重复性.....（2）
7 校准结果表达.....（3）
8 复较时间间隔.....（3）
附录 A 激光标距刻线机校准原始记录格式.....（4）
附录 B 激光标距刻线机校准证书内容及内页格式（参考）.....（5）
附录 C 激光标距刻线机刻线标距示值误差不确定度评定.....（7）

引　言

本规范依据 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》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》等基础性系列规范文件进行制定。

本规范为首次发布。

激光标距刻线机校准规范

1 范围

本规范适用于激光标距刻线机的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

GB/T 228.1 金属材料拉伸试验第一部分：室温试验方法

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）

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

激光标距刻线机是以激光作为刻线源，通过计算机程序控制光学系统激光器以及聚焦透镜实现设定图形和标距的刻线仪器。主要用于棒材、板材、管材等金属拉伸试样的分段标记，也可用于卡尺、纹线尺的标尺标记等的标记刻划。

激光标距刻线机主要由计算机控制系统、光学系统激光器、聚焦透镜、机架、试样架等组成。具体结构如图 1 所示。

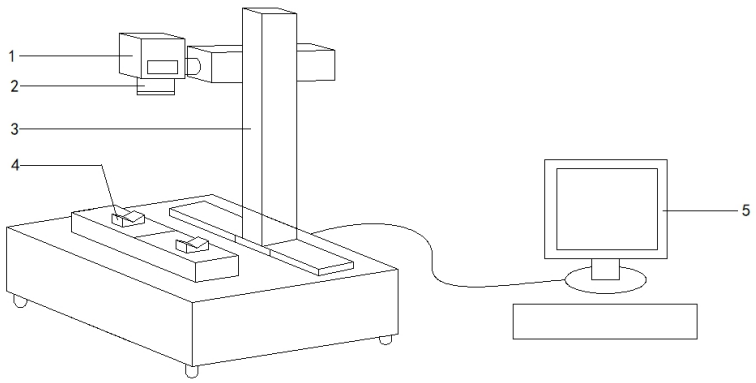


图 1 激光标距刻线机结构图

1.光学系统激光器；2.聚焦透镜；3.机架；

4.试样架；5.计算机控制系统

4 计量特性

4.1 刻线标距示值误差

刻线标距示值最大允许误差不超过±1.0%。

4.2 刻线标距重复性

刻线标距重复性不大于 0.5%。

注：以上指标要求不作为合格性判定依据，仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

环境温度:（20±5）℃，相对湿度：≤85%。

5.2 测量标准及其他测量设备

测量标准及其他测量设备应符合表1的要求。

表1 测量标准及其他测量设备

序号	名称	计量特性
1	影像仪或投影仪	投影仪 MPE：±（4+1 L /25）μm 影像仪 MPE: ±（5+1 L /100）μm
2	校验棒	直线度 0.05mm，圆柱度 0.05mm

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

校准前应检查激光标距刻线机与计算机是否工作正常，各可动部位应灵活，无滞涩、急跳现象。

6.1 刻线标距示值误差

1）将校验棒水平放置于试样架上，调整激光刻线机标距；在测量范围内大致均匀分布 5 个点，进行标距刻划；

2）将校验棒放于影像仪或投影仪上，调整影像清晰，瞄准第一个刻线对零，然后按校准点依次操作影像仪或投影仪，测量后续各被测刻线，记录数据，刻线标距示值误差按公式（1）计算。重复测量 3 次，以 3 次测量最大值作为测量结果。

$$\delta_i = \frac{L_0 - L_i}{L_0} \times 100\% \tag{1}$$

式中：δ_i—第 i 次测量刻线标距示值误差，%；

L_0—刻线标距标称值，mm；

L_i—刻线标距第 i 次测量值，mm。

6.2 刻线标距重复性

测量方法同 6.1，重复性计算见公式（2）。

$$s = \frac{L_{imax} - L_{imin}}{C \cdot L_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中：s—刻线标距重复性，%；

L_{imax}—刻线标距 3 次测量最大值，mm；

L_{imin}—刻线标距 3 次测量最小值，mm；

L_0—刻线标距标称值，mm；

C—极差系数（当 n=3 时，C=1.69）。

7 校准结果表达

经校准的激光刻线机出具校准证书，校准记录格式和校准证书内页格式见附录。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔为1年。由于激光刻线机复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的。因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

激光标距刻线机校准原始记录格式

原始记录编号		证书编号			
委托方		客户地址			
计量器具名称		制造单位			
型号/规格		出厂编号			
测量范围					
校准地点		温度	℃	湿度	%RH
依据技术文件	JJF（陕）XXX－2021				

使用的计量标准器具/计量标准装置					
名称	编号	测量范围	准确度等级/最大允许误差/测量不确定度	证书编号	有效日期

校准点/mm	刻线标距测量值/mm				示值误差/%	示值重复性/%
	1	2	3	3 次测量最大值		
扩展不确定度 U_{rel}，k=2						

校准员：_____ 核验员：_____ 校准日期：_____ 年_____月_____日

附录B

激光标距刻线机校准证书内容及内页格式（参考）

B.1 校准证书应包括以下信息：

a）标题：“校准证书”；

b）实验室名称和地址；

c）进行校准的地点；

d）校准证书编号、页码及总页数的标识；

e）客户名称和地址；

f）被校仪器的制造单位、名称、型号及编号；

g）校准单位校准专用章；

h）校准日期；

i）校准所依据的技术规范名称及代号；

j）本次校准主要测量设备名称、型号、准确度等级或不确定度或最大允许误差、仪器编号、证书编号及有效期；

k）校准时的环境温度、相对湿度；

l）校准结果及其测量不确定度；

m）对校准规范偏离的说明（若有）；

n）复校时间间隔的建议；

o）“校准证书”的校准人、核验人、批准人签名及签发日期；

p）校准结果仅对被校仪器本次测量有效的声明；

q）未经实验室书面批准，部分复制证书或报告无效的声明。

B.2　校准证书内页格式（参考）

激光标距刻线机校准证书内页格式（参考）

校准点/mm	刻线标距最大测量值/mm	示值误差/%	示值重复性/%
扩展不确定度 U_{rel}，k=2			

附录 C

激光刻线机刻线标距示值误差不确定度评定

D.1 概述

D.1.1 测量依据：JJF(陕) XXX-2021 激光标距刻线机校准规范

D.1.2 环境条件：温度（20±5）℃，相对湿度：50%。

D.1.3 测量标准：

1）名称：投影仪；测量范围（0~200）mm ；MPE：±（4+4×$10^{-5}L$）μm；

2）名称：校验棒；材质：45 号钢。

D.1.4 被测对象：激光标距刻线机，测量范围（10~200）mm

D.1.5 测量方法：依据本规程 6.1 对激光标距刻线机刻线标距示值误差进行校准，本次仅对 10mm 和 200mm 标距示值误差测量结果不确定度进行评定，其他标距可参照此校准方法。

D.2 数学模型

$$\delta_i = \frac{L_0 - L_i}{L_0} = 1 - \frac{L_i}{L_0} \qquad \text{D.1}$$

式中：δ_i—第 i 次测量刻线标距示值误差，%；

L_0—刻线标距标称值，mm；

L_i—刻线标距第 i 次测量值，mm。

输入量各分量彼此之间相互独立不相关：

方差:

$$u_c^2(\delta_i) = c_1^2 u^2(L_i) + c_2^2 u^2(L_0)$$

灵敏度系数:$c_1 = \partial_{\delta_i} \Big/ \partial_{L_i} = -\frac{1}{L_0}$；　$c_2 = \partial_{\delta_i} \Big/ \partial_{L_0} = \frac{L_i}{L_0^2}$

D.3 标准不确定度的评定

D.3.1 输入量L_i引入的标准不确定度分量 $u(L_i)$

输入量L_i引入的标准不确定度主要来源于测量重复性引入的标准不确定度分量、投影仪测量误差引入的标准不确定度分量、校验棒线膨胀系数和环境温度波动引入的标准不确定度分量。

1）测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(L_{i1})$

对激光标距刻线机 10mm、200mm 校准点进行测量，在重复性条件下测量 3 次，采用极

差法计算测量重复性引入的标准不确定度，则 $u(L_{i1})=\frac{L_{imax}-L_{imin}}{C_3}$，极差系数$C_3$=1.69，测量结果见表 D.1 所示。

表 D.1 刻线标距重复测量数据

校准点/mm	刻线标距测量值/mm			$u(L_{i1})$/ μm
	1	2	3	
10	10.015	10.021	10.017	3.55
200	200.312	200.335	200.321	13.61

2）投影仪测量误差引入的标准不确定度分量 $u(L_{i2})$

根据投影仪校准规范可知，投影仪示值最大允许误差为±(4+4×10^{-5}L)μm，则区间半宽a=(4+4×10^{-5}L)μm，服从均匀分布，取包含因子 $k=\sqrt{3}$，则投影仪测量误差引入的标准不确定度分量 $u(L_{i2})=\frac{a}{k}$。

L_0=10mm 时，$u(L_{i2})$= (4+4×10^{-5}×10×10^3)/ $\sqrt{3}$=2.54μm;

L_0=200mm 时, $u(L_{i2})$ = (4+4×10^{-5}×200×10^3)/ $\sqrt{3}$=6.93μm;

3）校验棒线膨胀系数和环境温度波动引入的标准不确定度分量 $u(L_{i3})$

校验棒线膨胀系数为α=11.59×10^{-6}℃$^{-1}$，规程要求温度允许偏差Δt=±5℃，则区间半宽为a=L_0·α·|Δt|，服从均匀分布，取包含因子 $k=\sqrt{3}$，则校验棒线膨胀系数和环境温度波动引入的标准不确定度分量为 $u(L_{i3})=\frac{a}{k}$。

L_0=10mm 时，$u(L_{i3})$=10×11.59×10^{-6}×5/$\sqrt{3}$=0.58μm；

L_0=200mm 时，$u(L_{i3})$=200×11.59×10^{-6}×5/$\sqrt{3}$=11.59μm；

由于各分量相互独立且不相关，则输入量L_i引入的标准不确定度分量为：

$$u(L_i)=\sqrt{u(L_{i1})^2+u(L_{i2})^2+u(L_{i3})^2}$$

L_0=10mm 时，$u(L_i)=\sqrt{3.55^2+2.54^2+0.58^2}=4.40$μm;

L_0=200mm 时，$u(L_i)=\sqrt{13.61^2+6.93^2+11.59^2}=19.17$μm;

D.3.2 输入量L_0引入的标准不确定度分量 $u(L_0)$

由于刻线标距标称值L_0是仪器的设定值，是固定不变的，不存在不确定度，故 $u(L_0)$=0μm。

D.3.3 不确定度分量一览表

不确定度分量如表 D.2、D.3 所示。

L_0=10mm　　表 D.2　不确定度分量一览表

不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度/μm	灵敏系数c_i/μm^{-1}	$\|c_i\|u_{(x_i)}$
$u(L_i)$	输入量L_i引入的标准不确定度	4.40	-1×10^{-4}	4.40×10^{-4}
$u(L_{i1})$	测量重复性引入	3.55		
$u(L_{i2})$	投影仪测量误差引入	2.54		
$u(L_3)$	校验棒线膨胀系数和环境温度波动引入	0.58		
$u(L_0)$	输入量L_0引入的标准不确定度	0.00	1.0021×10^{-4}	0.00

L_0=200mm　　表 D.2　不确定度分量一览表

不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度/μm	灵敏系数c_i	$\|c_i\|u_{(x_i)}$/μm
$u(L_i)$	输入量L_i引入的标准不确定度	19.17	-5×10^{-6}	9.585×10^{-5}
$u(L_{i1})$	测量重复性引入	13.61		
$u(L_{i2})$	投影仪测量误差引入	6.93		
$u(L_3)$	校验棒线膨胀系数和环境温度波动引入	11.59		
$u(L_0)$	输入量L_0引入的标准不确定度	0.00	5.008×10^{-6}	0.00

D.4 合成不确定度

由于输入量L_0、L_i之间，彼此独立不相关，所以合成标准不确定度为：

$$u_c(\delta_i)=\sqrt{c_1{}^2u^2(L_i)+c_2{}^2u^2(L_0)}$$

L_0=10mm 时，$u_{crel}(\delta_i)=\sqrt{(4.40\times10^{-4})^2+0}$ =4.40×10^{-4}

L_0=200mm 时，$u_{crel}(\delta_i)=\sqrt{(9.585\times10^{-5})^2+0}$ =9.585×10^{-5}

D.5 扩展不确定度

取置信因子 k=2。

L_0=10mm 时，$U_{rel}=u_{crel}(\delta_i)\times k$ =$4.40\times10^{-4}\times2=8.8\times10^{-4}\approx0.09\%$

L_0=200mm 时，$U_{rel}=u_{crel}(\delta_i)\times k$ =$9.585\times10^{-5}\times2=1.9\times10^{-4}\approx0.02\%$