

黑龙江省地方计量技术规范

JJF（黑）××—2025

机动车检验用不解体 金属探伤仪校准规范

Calibration Specification of Non-destructive
Metal Flaw Detectors for Motor Vehicle Inspection
(审定稿)

2025-××-××发布

2025-××-××实施

黑龙江省市场监督管理局 发布

机动车检验用不解体 金属探伤仪校准规范

Calibration Specification of
Non-destructive Metal Flaw Detectors
for Motor Vehicle Inspection

JJF (黑) XX—2025

归口单位：黑龙江省市场监督管理局

主要起草单位：黑龙江省计量检定测试研究院

参加起草单位：黑龙江省计量检定测试研究院

本规范委托黑龙江省计量检定测试研究院负责解释

本规范主要起草人：

刘娜娜	（黑龙江省计量检定测试研究院）
关为国	（黑龙江省计量检定测试研究院）
闫跃忠	（齐齐哈尔市检验检测中心）
吴宗恒	（黑龙江省计量检定测试研究院）
赵 鹏	（黑龙江省计量检定测试研究院）
冯 洋	（黑龙江省计量检定测试研究院）
张 晔	（黑龙江省计量检定测试研究院）

参加起草人：

周星辉	（黑龙江省计量检定测试研究院）
-----	-----------------

目 录

引 言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语与计量单位	1
4 概述	1
5 计量特性	2
6 校准条件	2
7 校准项目和校准方法	2
8 校准结果表达	4
9 复校时间间隔	5
附录 A 专用标准试块	6
附录 B 推荐的金属探伤仪原始记录格式	7
附录 C 校准证书内容	8
附录 D 金属探伤仪示值误差测量不确定度评定示例	9

引 言

JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》和 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本校准规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

机动车检验用不解体金属探伤仪校准规范

1 范围

本规范适用于机动车检验用不解体金属探伤仪的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

GB/T 12604.6—2021无损检测 术语 涡流检测

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 术语与计量单位

3.1 术语

GB/T 12604.6—2021界定的及以下术语和定义适用于本文件。

3.1.1 不解体金属探伤仪 Non-destructive metal flaw detector

利用电磁感应原理探测金属表面是否存在伤痕或裂纹的检测仪器。

3.1.3 探头 probe

包含激励元件和接收元件的涡流传感器。

[来源：GB/T 12604.6—2021，3.3.40]

3.2 计量单位

机动车检测用不解体金属探伤仪的计量单位为毫米，mm。

4 概述

机动车检测用不解体金属探伤仪（以下简称金属探伤仪）是一种无需拆卸汽车部件即可检测金属表面裂纹或缺陷的无损检测设备。通常主要由探头、电源、振荡器、检波器、放大器、显示器等组成。金属探伤仪通常具有缺陷深度检测、校准、调零及自动报警等功能。金属探伤仪主要用于机动车检验机构对车辆识别代号打刻区域有无挖补、重新焊接及粘贴等痕迹的检测。

5 计量特性

5.1 零值误差

零值误差不超过 ± 0.1 mm。

5.2 零点漂移

零点漂移不超过 0.1 mm。

5.3 示值误差

示值误差不超过 ± 0.2 mm 或 ± 20 %。

5.4 重复性

重复性不超过 0.1 mm 或 10 %。

注：以上技术要求不用于合格判定，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

环境温度： -5 °C~ 40 °C

相对湿度：不大于 85 %。

校准应在周围无影响测量的污染、振动、噪声和电磁干扰的环境下进行。

6.2 测量标准及其他设备

专用标准试块：规格尺寸及材质参见附录 A。槽深的扩展不确定度不大于 0.02 mm($k=2$)。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准前准备

7.1.1 目测和手动检查

金属探伤仪的屏幕显示完好，无影响校准时读数的机械损伤和划痕，数值无停滞或大幅度跳动的现象。开关及按键等有明显的文字或者符号标志、操作灵活可靠。金属探伤仪探头无影响校准的磨损及变形等缺陷，连接线无断路现象。可对报警深度值进行设置，在达到报警深度值时有声音或灯光等警示。

7.1.2 试块与探头位置的调整

校准前应将专用标准试块放置平稳且确保底部绝缘。调整探头垂直于标准试块，施加稳定的压力。校准时探头位置距离试块边缘大于 6 mm。

7.2 零值误差

将探头垂直置于专用标准试块平面上，记录金属探伤仪示值，重复测量三次，取平均值作为零值误差。

7.3 零点漂移

调零完成后，保持探头受力和位置不动，记录金属探伤仪零点示值，每隔 5 min 记录 1 次，共记录 3 次，取其中偏离零点最大值作为零点漂移。

7.4 示值误差

一般选择专用标准试块 0.5 mm、1.0 mm、1.5 mm 的标准深度凹槽作为校准点。

将金属探伤仪的探头分别垂直置于校准点为 0.5 mm、1.0 mm、1.5 mm 的标准深度凹槽的中心位置，读取金属探伤仪示值，每个校准点校准 3 次，以 3 次测得值的算术平均值作为测量结果。绝对误差按公式 (1)、相对误差按公式 (2) 计算各点示值误差。

$$\Delta_i = \bar{x}_i - x_s \quad (1)$$

$$\delta_i = \frac{\bar{x}_i - x_s}{x_s} \quad (2)$$

式中：

Δ_i ——各校准点绝对误差 ($i=1, 2, 3$)，mm；

δ_i ——各校准点相对误差 ($i=1, 2, 3$)，%；

$\bar{x}_i$ ——各校准点金属探伤仪示值平均值 ($i=1, 2, 3$)，mm；

x_s ——专用标准试块各校准点凹槽深度标准值 ($i=1, 2, 3$)，mm。

7.5 重复性

重复性的校准在进行第 7.3 条示值误差校准的同时进行，将各校准点 3 次示值采用极差法按公式 (3)、公式 (4) 计算重复性。

$$R = \frac{x_{imax} - x_{imin}}{C} \quad (3)$$

$$r = \frac{x_{imax} - x_{imin}}{C\bar{x}} \quad (4)$$

式中:

R ——以绝对误差表示的重复性, mm;

r ——以相对误差表示的重复性, %;

$x_{i\max}$ ——第*i*校准点金属探伤仪示值最大值 ($i=1, 2, 3$), mm;

$x_{i\min}$ ——第*i*校准点金属探伤仪示值最小值 ($i=1, 2, 3$), mm;

$\bar{x}$ ——第*i*校准点金属探伤仪示值平均值 ($i=1, 2, 3$), mm;

C ——极差系数, $C = 1.69$ 。

8 校准结果的表达

8.1 校准记录

校准记录推荐格式参见附录B。

8.2 校准结果的处理

校准证书由封面和校准数据组成。校准证书内页推荐格式见附录C。证书上的信息至少包括以下内容:

- a) 标题: “校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点(如果与实验室地点不同);
- 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) 被校仪器的描述和明确标识(如型号、产品编号等);
- g) 进行校准的日期;
- h) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称和代号;
- i) 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) 校准结果及其测量不确定度说明;
- l) 校准员及核验员的签名;
- m) 校准证书批准人的签名、职务或等效说明;
- 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；
- p) 对校准规范的偏离的说明。

9 复校时间间隔

复校时间间隔建议为 12 个月。

由于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

专用标准试块

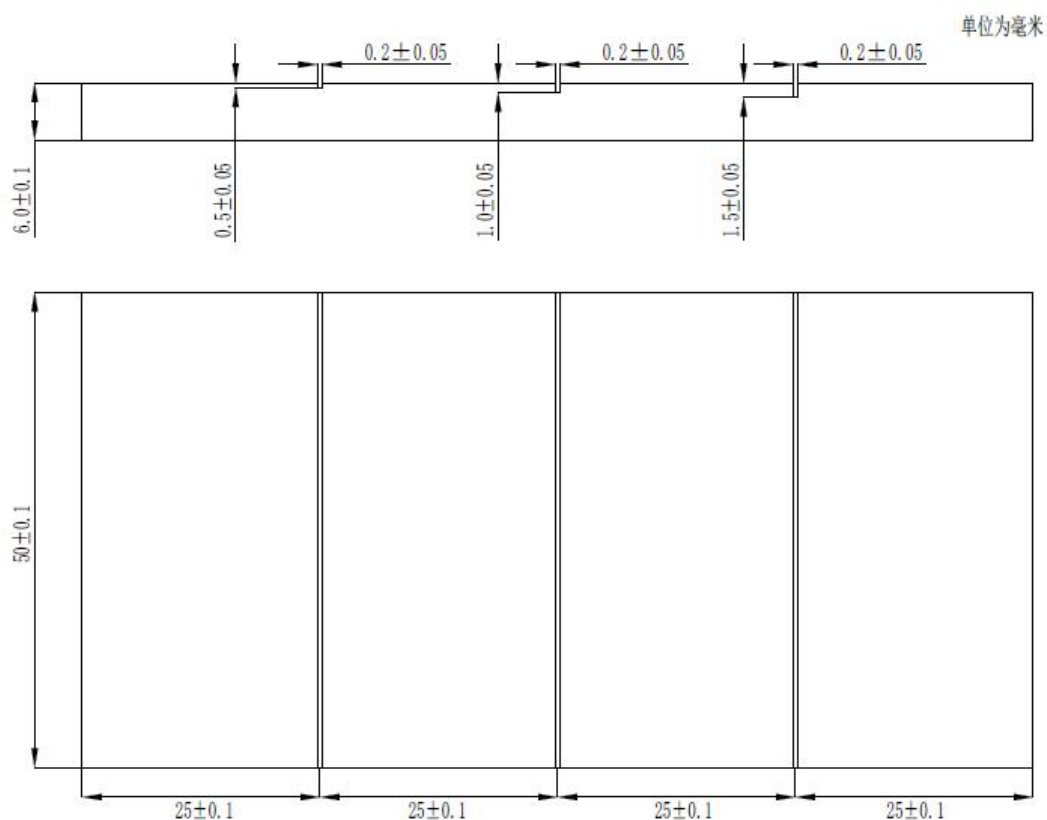
A.1 专用标准试块尺寸要求

专用标准试块尺寸要求见图 A.1。专用标准试块有 3 个标准深度凹槽，槽深度：0.5 mm、1.0 mm、1.5 mm；槽深度和宽度允许公差： ± 0.05 mm；试块表面粗糙度 (Ra)：不大于 $3.2\ \mu\text{m}$ 。

A.2 专用标准试块材质

专用标准试块材质可选用 Q 235 钢、HT 250 铁或 6061 铝。

注：标准试块材质仅供参考，可根据金属探伤仪实际应用场景下检测的金属材质，使用与其相同材质的标准试块进行校准。



A.1 专用标准试块尺寸

附录 B

推荐的金属探伤仪的原始记录格式

推荐的金属探伤仪原始记录格式见表 B.1。

表 B.1 推荐的原始记录格式

委托单位		记录编号	
仪器名称		温 度	
型号规格		相对湿度	
出厂编号		校准依据	
制 造 厂		校准地点	
校准人员		校准日期	
核验人员		备 注	

校准使用的计量标准器具

标准器名称	型号/规格	测量范围	不确定度/ 准确度等级/ 最大允许误差	证书编号及 有效期

校准结果

零值误差

第一次/mm	第二次/mm	第三次/mm	平均值/mm
			0

零点漂移

第一次/mm	第二次/mm	第三次/mm	最大漂移值/mm

示值误差和重复性

标准值 /mm	示值 1 /mm	示值 2 /mm	示值 3 /mm	平均值 /mm	示值绝对误差 /mm	示值相对误差 /%	重复性		扩展不确定度 U ($k=2$)
							/mm	/%	

附录 C

金属探伤仪校准证书内页格式(推荐性)

表 C.1 推荐的金属探伤仪校准证书内页格式

序号	校准结果						
1	零值误差/mm						
2	零点漂移/mm						
3	示值误差与重复性						
	标准值 /mm	示值 /mm	示值误差		重复性		扩展不确定度 U $(k = 2)$
			/mm	/%	/mm	/%	

附录 D

金属探伤仪测量结果示值误差测量不确定度评定示例

D.1 测量方法

将金属探伤仪的探头垂直置于专用标准试块标准深度凹槽的中心位置（以深度1.0 mm为例），读取金属探伤仪示值。按公式（D.1）计算示值误差。

D.2 测量模型

$$\delta = \frac{x - x_s}{x_s} \quad (\text{D.1})$$

式中：

δ ——示值相对误差，%；

x ——被校金属探伤仪示值，mm；

x_s ——专用标准试块凹槽深度值，mm。

各输入量的不确定度互不相关时，其合成标准不确定度可按公式（D.2）计算：

$$u_c(\delta) = \sqrt{c_1^2 u^2(x) + c_2^2 u^2(x_s)} \quad (\text{D.2})$$

则灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial x} = \frac{1}{x_s} \quad c_2 = \frac{\partial \delta}{\partial x_s} = -\frac{x}{x_s^2}$$

式中：

$u_c(\delta)$ ——被校金属探伤仪示值误差的合成标准不确定度，%；

$u(x)$ ——被校金属探伤仪引入的标准不确定度，mm；

$u(x_s)$ ——专用标准试块引入的标准不确定度，mm。

被校金属探伤仪引入的不确定度分量：

$$u_1(\delta) = |c_1| \cdot u(x)$$

专用标准试块引入的不确定度分量：

$$u_2(\delta) = |c_2| \cdot u(x_s)$$

D.3 不确定度分量评定

D.3.1 由被校金属探伤仪引入的不确定度分量

D.3.1.1 被校金属探伤仪测量重复性引入的标准不确定度

在被校金属探伤仪正常工作条件下,对专用标准试块(以深度 1.0 mm 为例)重复测量 10 次,得到一组测量列,数据见表 D.1。

表 D.1 重复性测量数据表

单位: mm

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值
测得值	1.09	1.09	1.15	1.10	1.08	1.13	1.02	1.08	1.09	1.14	1.097

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.037 \text{ mm}$$

实际校准时,在重复性条件下连续测量 3 次,以 3 次测得值的算术平均值作为测量结果,则有:

$$u_1(x) = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.021 \text{ mm}$$

D.3.1.2 被校金属探伤仪分辨力引入的标准不确定度

被校金属探伤仪的分辨力为 0.01 mm,其量化误差以等概率分布落在宽度为 0.005 mm 的区间内,按均匀分布考虑,包含因子 $k = \sqrt{3}$,其引入的标准不确定度为:

$$u_2(x) = \frac{0.005 \text{ mm}}{\sqrt{3}} = 0.003 \text{ mm}$$

D.3.1.3 由于被校金属探伤仪测量重复性引入的标准不确定度远大于被校金属探伤仪分辨力引入的标准不确定度,此时重复性引入的标准不确定度中已经包含分辨力的影响,因此被校金属探伤仪引入的标准不确定度取二者的较大者。则:

$$u(x) = u_1(x) = 0.021 \text{ mm}$$

所以被校金属探伤仪引入的不确定度分量为:

$$u_1(\delta) = |c_1|u(x) = \frac{1}{x_s}u(x) = \frac{0.021 \text{ mm}}{1.00 \text{ mm}} = 2.1 \%$$

D.3.2 专用标准试块引入的不确定度分量

根据本规范对专用标准试块的要求,其扩展不确定度为 $U=0.02 \text{ mm}$, $k=2$,标准试块引入的标准不确定度为:

$$u(x_s) = \frac{0.02 \text{ mm}}{2} = 0.01 \text{ mm}$$

所以专用标准试块引入的不确定度分量为:

$$u_2(\delta) = |c_2|u(x_s) = \frac{x}{x_s^2}u(x_s) = \frac{1.097 \text{ mm}}{(1.00 \text{ mm})^2} \times 0.01 \text{ mm} \approx 1.1 \%$$

D.4 不确定度分量一览表

不确定度分量一览表见表 D.2。

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/mm	灵敏系数	$u_i(\delta)/\%$
$u_1(\delta)$	被校金属探伤仪引入	0.021	1 mm^{-1}	2.1
$u_2(\delta)$	专用标准试块引入	0.01	-1.097 mm^{-1}	1.1

D.5 合成标准不确定度

合成标准不确定度为：

$$u_c(\delta) = \sqrt{c_1^2 u^2(x) + c_2^2 u^2(x_s)} = \sqrt{(2.1 \%)^2 + (1.1 \%)^2} = 2.4 \%$$

D.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U(\delta) = k u_c(\delta) = 2 \times 2.4 \% \approx 4.8 \%$$

D.7 其它校准点金属探伤仪示值误差不确定度

校准点为 0.50 mm、1.00 mm、1.50 mm，其不确定度分量见表 D.3：

表 D.3 各校准点不确定度分量一览表

不确定度来源	校准点/mm	标准不确定度 $u(x_i)/\text{mm}$	灵敏系数	$ c_i u(x_i)/\%$
被校金属探伤 仪引入	0.5	0.023	$\frac{1}{x_s}$	4.6
	1.0	0.021		2.1
	1.5	0.021		1.4
专用标准试块 引入	0.5	0.01	$-\frac{x}{x_s^2}$	1.8
	1.0	0.01		1.1
	1.5	0.01		0.7

从而计算得到校准点为 0.5 mm、1.0 mm、1.5 mm 时扩展不确定度见表 D.4：

表 D.4 各校准点不确定度一览表

校准点/mm	$u_c(\delta)/\%$	$U(\delta)/\%$
--------	------------------	----------------

0.5	4.9	9.8
1.0	2.4	4.8
1.5	1.6	3.2
