JJF

天 津 市 地 方 计 量 技 术 规 范

JJF（津）86-2023

不解体磁力探伤仪校准规范

Calibration Specification for Metal Flaw Detector

2023-03-01 发布　　2023-06-01 实施

天津市市场监督管理委员会 发布

不解体磁力探伤仪校准规范

JJF(津) 86-2023

Calibration Specification for Metal Flaw Detector

归 口 单 位： 天津市市场监督管理委员会

主要起草单位： 天津市计量监督检测科学研究院

参加起草单位： 广州市腾畅交通科技有限公司

本规范委托天津市计量监督检测科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

申　海（天津市计量监督检测科学研究院）

谢　宁（天津市计量监督检测科学研究院）

王　伟（天津市计量监督检测科学研究院）

参加起草人：

崔素梅（天津市计量监督检测科学研究院）

陈嘉颖 （广州市腾畅交通科技有限公司）

高　顺（天津市计量监督检测科学研究院）

目　　录

引　言……（II）
1　范围……（1）
2　引用文件……（1）
3　术语……（1）
3.1　涡流……（1）
3.2　标准试样……（1）
4　概述……（1）
5　计量特性……（1）
5.1　零点误差和零点漂移……（1）
5.2　示值误差和示值重复性误差……（1）
6　校准条件……（2）
6.1　环境条件……（2）
6.2　校准专用标准试样……（2）
7　校准项目和校准方法……（2）
7.1　外观……（2）
7.2　零点误差和零点漂移……（3）
7.3　裂缝深度示值误差……（3）
7.4　示值重复性误差……（4）
8　校准结果表达……（4）
8.1　校准证书……（4）
8.2　校准结果的不确定度评定……（4）
9　复校时间间隔……（5）
附录 A　标准试样示意图……（6）
附录 B　校准记录格式……（7）
附录 C　校准证书校准结果页格式……（9）
附录 D　不解体磁力探伤仪示值误差测量不确定度评定……（10）

引 言

本规范以 JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范进行制定。参考了 JJG（吉）33-2004《不解体探伤仪地方检定规程》。

本规范为首次发布。

不解体磁力探伤仪校准规范

1 范围

本规范适用于汽车检测的不解体磁力探伤仪（以下简称“探伤仪”）的校准。

2 引用文件

GB/T 12604.6-2021 无损检测 术语 涡流检测

凡是注明引用日期的引用文件，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）适用本规范。

3 术语

3.1 涡流 eddy currents [GB/T 12604.6-2021，3.1.12]

交变磁场在导电材料中感应产生的电流。

3.2 标准试样 standard test specimen

金属材质的长方体，其上表面存在一条或多条深度和宽度均匀的直线型裂缝。

4 概述

不解体磁力探伤仪是利用电磁感应原理对汽车进行无损检测裂纹的电子设备，用以保证汽车行驶安全。不解体磁力探伤仪探头载有高频交变电流的线圈，在探头接触被测物的表面时会产生交变的涡流，金属表面的缺陷会对这个涡流的特性产生影响，从而导致线圈的阻抗发生变化。不解体磁力探伤仪通过分析阻抗变化来计算裂缝深度。

不解体磁力探伤仪主要由电源、振荡器、检波器、放大器、显示器等组成。

5 计量特性

5.1 零点误差和零点漂移

5.1.1 零点误差不应超过±5%FS。

5.1.2 零点漂移不应超过±3%FS。

5.2 示值误差和示值重复性误差

5.2.1 裂缝深度示值误差：不超过±0.2 *mm* 或±20%。

5.2.2 示值重复性误差不应超过 15%FS。

注：以上指标不适用于合格性判断，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：（23±5）℃。

6.1.2 相对湿度：不大于 85%。

6.1.3 电源电压：AC50Hz 时为(1±10%)220V。

6.1.4 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 校准专用标准试样

6.2.1 标准试样表面应保持清洁，不得有油脂、灰尘等附着物。

6.2.2 技术要求

标准试样参数见表 1，标准试样尺寸及材质可参照附录 A。

表 1 标准试样参数表

序号	参数	数值	技术要求
1	裂缝深度	0.5 *mm*、1.0 *mm*、1.5 *mm*	MPE:±0.05 *mm*
2	裂缝宽度	0.5 *mm*	MPE:±0.1 *mm*

7 校准项目及校准方法

7.1 外观

7.1.1 不解体磁力探伤仪应有清晰的铭牌，标明规格型号、制造厂名、出厂日期、出厂编号和额定电压、功率等。仪器应附有使用说明书，标明仪器准确度、测量范围、自校方法及使用条件等。

7.1.2 不解体磁力探伤仪仪表面板应完好，应无影响读取数据的机械损伤、划痕现象。

7.1.3 指针式不解体磁力探伤仪其指针应平直，在旋转过程中不得有刮、碰表盘及仪表面板现象、也不得有停滞、跳动的现象。

7.1.4 开关、旋钮、按键等应有明显文字或符号标志，操作时应灵活可靠。

7.1.5 探伤仪主机、探头不得有缺损、变形等影响测量准确度的缺陷。

7.1.6 可充电的不解体磁力探伤仪，不用交流电源供电时仪器应能正常工作；当机内充电电池无电或电压值低时，面板“欠压”指示灯应亮；当用 220V/50Hz 交流电源供电时，充电指示灯应亮，同时仪器应能正常工作。

7.1.7　探头距试块刻线边缘>6 mm时，无边缘效应的影响。

7.1.8　“声光”报警功能应能正常工作。

7.1.8.1　报警阈值应能调节。

7.1.8.2　根据设备技术条件，改变报警阈值能触发报警灯光和声响动作。

7.1.9　校准前准备

标准试样、被校金属探伤仪应置于同一温度环境中至少 30min。

7.2　零点误差和零点漂移

7.2.1　零点误差

将探头垂直置于标准试样零点校准面，调节被检仪器“零点调整”及“补偿”旋钮，使仪表指针指示在表盘“0”点位置上。将探头离开试件，然后在不允许调节“零点调整”旋钮的情况下，对探伤仪进行 3 次“0”点的检测，用 3 次检测结果的平均值按公式(1)计算零点误差。

$$\delta_0 = \frac{\bar{d}}{d_r} \times 100\% \tag{1}$$

式中：

δ_0——零点误差，%；

$\bar{d}$——3 次校准结果的平均值，mm；

d_r——仪表满度指示值，mm。

7.2.2　零点漂移

将探头垂直置于标准试样零点校准面，调节被检仪器“零点调整”及“补偿”旋钮，使仪表指针指示在表盘“0”点位置上。每隔 10min 读取零点示值 1 次，共读取 3 次取其中最大值作为其零点漂移误差。

7.3　裂缝深度示值误差

金属探伤仪分别测量标准试样裂缝深度为 0.5 mm、1.0 mm、1.5 mm 三个点，每个点测量 3 次。裂缝深度示值误差按照公式(2)计算：

$$\Delta x = \bar{x} - x_0 \tag{2}$$

式中：

Δx——裂缝深度示值误差，mm；

$\bar{x}$——3 次测量值的平均值，mm；

x_0——标准试样裂缝深度标准值，mm。

裂缝深度相对误差按照公式(3)计算：

$$\delta = \frac{\Delta x}{x_0} \times 100\% \tag{3}$$

式中：

δ——裂缝深度相对误差，%；

Δx——裂缝深度示值误差，mm；

x_0——标准块裂缝深度标准值，mm。

7.4 示值重复性误差

在示值误差校准的同时进行，依据 JJF 1059.1 中的定义，采用极差系数法按公式 (4) 计算各校准点的重复性。

$$\delta_0 = \frac{(x_{\max} - x_{\min})}{\bar{x} \times C} \times 100\% \tag{4}$$

式中：

δ_0 ——重复性误差，%；

$x_{\max}$——同一校准点 5 次校准测量值之间的最大值，mm；

$x_{\min}$——同一校准点 5 次校准测量值之间的最小值，mm；

$\bar{x}$ ——同一校准点 5 次校准测量值的平均值，mm；

C ——极差系数 (n=5，C 取 2.33)。

8 校准结果表达

8.1 校准证书

不解体磁力探伤仪经校准后出具校准证书，校准证书应包括的信息及推荐的校准证书内页格式见附录 C。

8.2 校准结果的不确定度评定

不解体磁力探伤仪示值误差的不确定度评定依据 JJF1059.1，其不确定度评定示例见附录 D。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年。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

标准试样示意图

单位：*mm*

材质：Q235 钢、HT250 铁和 6061 铝

注：标准试样材质仅供参考，可根据不解体磁力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样进行校准。

图 1　标准试样主视图

图 2　标准试样俯视图

附录 B

校准记录格式

第 1 页 共 2 页

记录/证书报告编号： 报检协议书/委托书编号：

样品信息	委托单位		地址/联系电话	
	样品名称		测量范围	
	型号规格		准确度等级	
	出厂编号		生产厂/商	
	样品接收时间		样品来源	□送样 □现场 □其他
技术依据				
计量标准	名 称			
	测量范围		不确定度/准确度等级/最大允许误差	
	证书编号		有效期至	

使用的标准器

名 称	出厂编号	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	计量器具证书编号	有效期至	溯 源机构

标准器及配套设备使用前状态是否正常：□是 □否 情况说明：
标准器及配套设备使用后状态是否正常：□是 □否 情况说明：

环境条件	测量地点		测量时间	
	温度(℃)		相对湿度(%RH)	
	其 他			
结 论		测量结果扩展不确定度		
其他说明				
检定(校准)人员		核验人员		

记录/证书报告编号：　　报检协议书/委托书编号：

测量结果

1、外观检查_____

2、报警及灵敏度检查_____

3、零点误差

	1	2	3	平均值	误差
零点误差					

4、零点漂移

	1	2	3	平均值	误差
零点漂移					

5、示值误差 （单位：*mm*）

标准值	测量值			标准试样材质：	
	1	2	3	平均值	误差
0.5					
1.0					
1.5					

6、重复性误差 （单位：*mm*）

标准值	测量值					标准试样材质：	
	1	2	3	4	5	平均值	重复性误差
0.5							
1.0							
1.5							

附录 C

校准证书校准结果页格式

证书编号：

1、外观检查

2、报警及灵敏度检查_____

3、零点误差及零点漂移

校准项目	校准结果
零点误差	
零点漂移	

4、示值误差及重复性误差

标准试样材质：

标准值 (mm)	测量值	示值误差	重复性误差
0.5			
1.0			
1.5			

以下空白

——————————————————————————

附录 D

不解体磁力探伤仪示值误差测量不确定度评定

D.1 测量方法

依据本规范在裂缝深度示值误差的校准结果下评定测量不确定度。

D.2 测量模型

D.2.1 测量模型

$$\Delta x = \overline{x} - x_0$$

式中：

Δx——不解体磁力探伤仪示值误差；

$\overline{x}$——不解体磁力探伤仪 3 次测量平均值；

x_0——标准试样裂缝标准值。

D.2.2 示值误差的方差公式及灵敏系数

$$u_c^2(\Delta\delta) = c^2(x_i).u^2(x_i) + c^2(x).u^2(x)$$

$$c(x_i) = 1 \qquad c(x) = 1$$

$$\therefore\ u_c^2(\Delta\delta) = u^2(x_i) + u^2(x)$$

D.3 不确定度来源

D.3.1 由被检仪器引入的不确定度分量

D.3.1.1 被校不解体磁力探伤仪测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(x)$

D.3.1.2 被校不解体磁力探伤仪分辨力引入的标准不确定度 $u_2(x)$

D.3.2 由标准试样裂缝深度引入的标准不确定 $u_3(x)$

D.4 标准不确定度的评定

D.4.1 被校不解体磁力探伤仪引入的标准不确定度

D.4.1.1 被校不解体磁力探伤仪测量重复性引入的标准不确定度

取标准试样 1.0 *mm* 点作为测量点，使用不解体磁力探伤仪在相同条件下重复测量 10 次，得到 10 次结果，测量结果见下表。

测量次数 i	被校探伤仪									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
示值 mm	1.01	1.12	1.05	0.89	1.09	1.07	1.04	1.10	1.05	1.07

计算实验标准差 $s(x)$： $s(x)=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}=0.056mm$

实际测量时，在每个测量点重复测量 3 次，取其平均值。由测量重复性导致的标准不确定度为：

$$u_1(x)=\frac{s(x)}{\sqrt{3}}=0.032mm$$

D.4.1.2 被校不解体磁力探伤仪分辨力引入的标准不确定度

由于被校不解体磁力探伤仪分辨力为 $0.01\,mm$，则区间半宽为 $0.005\,mm$，按均匀分布计算，则：

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

为了避免重复计算，不解体磁力探伤仪测量结果的重复性和分辨力引入的不确定度分量取两者最大值作为被校不解体磁力探伤仪引入的标准不确定度。由于 $u_1(x)>u_2(x)$，故舍去不解体磁力探伤仪分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2(x)$。则由被校金属探伤仪引入的标准不确定为 $u_1(x)=0.032mm$。

D.4.2 由标准试样裂缝深度引入的标准不确定度

标准试样裂缝深度的最大允许误差为±$0.05\,mm$，在区间内均匀分布。故由标准试样裂缝深度引入的标准不确定：

$$u_3(x)=\frac{0.05}{\sqrt{3}}=0.029mm$$

D.5 **合成标准不确定度及扩展不确定度**

D.5.1　主要标准不确定度汇总表

主要标准不确定度汇总表

主要不确定度来源	$u(x_i)$
测量重复性引入的不确定度 $u_1(x)$	0.032 mm
标准试样裂缝深度引入的不确定度 $u_3(x)$	0.029 mm

D.5.2　合成标准不确定度：

$$u_c(\Delta_i) == \sqrt{u_1^2(x)+u_3^2(x)} = \sqrt{0.032^2+0.029^2} = 0.04mm$$

D.5.3　扩展标准不确定度计算：

取扩展因子 $k=2$，扩展不确定度为：

$$U = k \times u(\Delta) = 2 \times 0.04 = 0.08mm$$

结论：计算得到的扩展标准不确定度小于计量性能中示值误差的 1/3，因此满足要求。