

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T XXXXX—XXXX

无损检测仪器 交流电磁场检测仪

Non-destructive testing instruments — Alternating current field measurement
instrument

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

无损检测仪器 交流电磁场检测仪

1 范围

本文件规定了交流电磁场检测仪的术语和定义、技术要求、试验设备，描述了相应的试验方法，规定了检验规则、标志、包装、运输和贮存等内容。

本文件适用于交流电磁场检测仪的制造。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

——GB/T 2611-2007

——GB/T 6587-2012 电子测量仪器通用规范

——GB/T 14480.1 无损检测仪器 涡流检测设备第1部分：仪器性能和检验

——GB/T 25480-2010

3 术语和定义

GB/T 14480.1界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

交流电磁场检测仪 Alternating current field measurement instrument
ACFM instrument

采用交流电磁场检测原理的来获取不连续信息的检测仪器。

注：交流电磁场检测技术是指激励线圈在工件中局部感应出均匀的交变电流，感应电流在不连续处产生扰动，引起表面磁场畸变，利用传感器测量磁场畸变信号实现不连续的检测。

3.2

探头 probe

能够在金属结构感应均匀的电流场，并能够测量磁场变化的部件。

3.3

B_x 信号 B_x signal

平行于探头扫查方向，由探头测量X方向磁通密度得到的信号。

示例：如图1所示。

3.4

B_z 信号 B_z signal

垂直于工件表面，由探头测量Z方向磁通密度得到的信号。

示例：如图1所示。

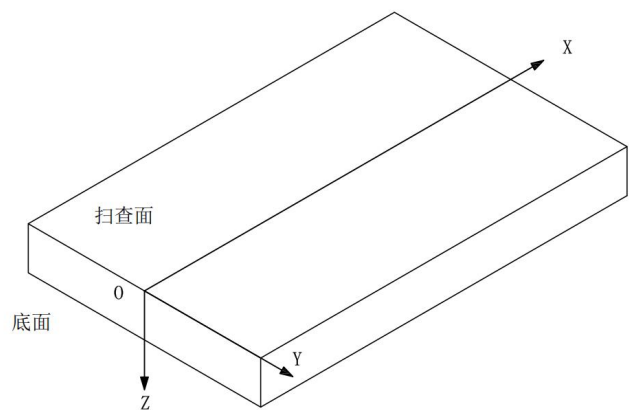


图 1 坐标系

3.5

梯度信号 gradient signal
 B_x 或 B_z 信号随探头移动距离变化或时间变化的变化率。

3.6

平面图 base plot
以时间（或距离）为横坐标， B_x (或 B_z)为纵坐标，显示磁信号随时间(或距离)变化的图形。
注：见图2。

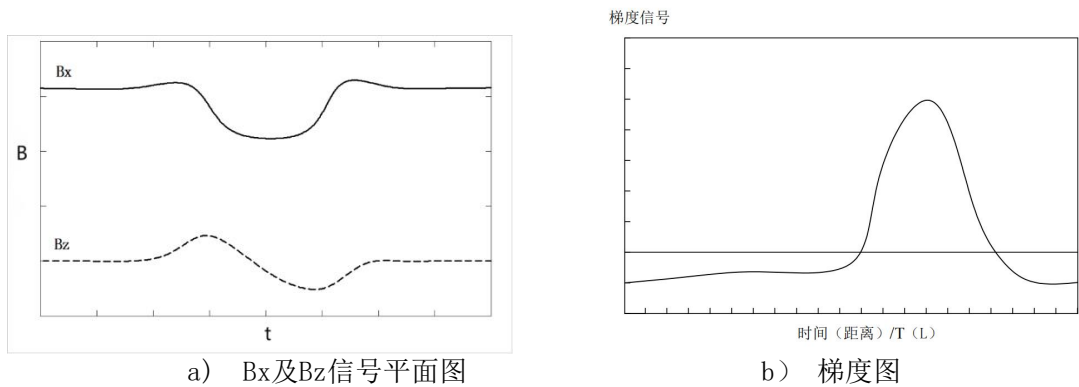


图 2 平面示意图

3.7

蝶形图 butterfly plot
以 B_z 信号为横坐标， B_x 信号为纵坐标，显示 B_x 与 B_z 信号变化对应关系的图形。
注：见图3。

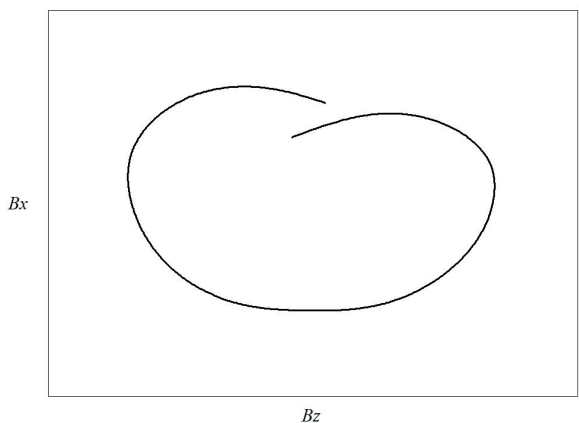


图 3 蝶形图

4 仪器构成

4.1 基本构成

交流电磁场检测仪（以下简称检测仪）主要由主机、探头、分析软件等构成。

4.2 工作原理

根据被检构件选择激励信号频率及幅值，主机根据选择结果控制信号发生模块产生所需频率的信号源，信号源经滤波器及功率放大器后驱动激励线圈产生激励磁场，在工件表面产生局部的均匀感应电流。传感器接收感应电流在探头移动过程中产生的感应磁场以及经过缺陷时产生的磁场畸变，信号经调理电路通过模数转换输入主机，主机进行信号进一步处理后，通过分析软件得到磁场信号特征及变化规律并显示。

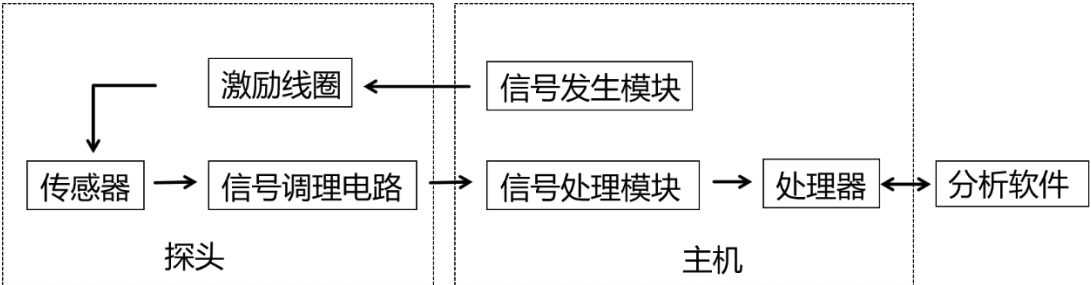


图 4 检测仪工作原理图

4.3 功能要求

- 检测仪应至少满足以下要求：
- b) 产生一个或多个频率的激发信号；
 - c) 具备磁场测量功能；
 - d) 对检测信号进行信号处理与分析；
 - e) 实时显示并存储检测数据；
 - f) 不连续尺寸测量。

5 技术要求

5.1 工作条件

- 检测仪应能在下列条件下正常工作：
- a) 环境温度：-10℃-40℃；
 - b) 相对湿度：不大于 80%；

c) 大气压：86 kPa~106 kPa；

5.2 基本参数

交流电磁场检测仪应给出下列基本参数：

- d) 工作频率范围；
- e) 仪器通道数量；
- f) 显示方式和显示图数量。

5.3 性能要求

5.3.1 激励频率

检测仪的频率范围宜为500Hz~50kHz, 激励频率测量值与标称值的偏差应小于或等于±1%。

5.3.2 激励电压

激励电压的测量值与标称值的偏差应小于或等于±2%。

5.3.3 增益

检测仪宜具有信号增益调节功能。

5.3.4 信号显示

交流电磁场检测仪应至少给出B_x和B_z信号的平面图和蝶形图，宜给出梯度图。

5.3.5 通道一致性

当检测仪配置多个检测通道时，每个通道在使用同一探头以及相同的激励频率、激励电压、增益等参数条件下，对于标准试块上同一个人工刻槽的信号应保持一致。信号幅值差异应小于或等于3%。

5.3.6 探头电感

探头激励模块电感的测量值与标称值的偏差应小于或等于±5%。

5.3.7 探头电阻

探头激励模块电阻的测量值与标称值的偏差应小于或等于±5%。

5.3.8 灵敏度

检测仪扫描附录A中标准试块上 I 号人工刻槽获得的B_x信号应出现波谷，B_z信号出现波峰波谷，调整增益后，应能使信号幅度达到满屏的80%，且蝶形图围成一个圆周。

5.3.9 缺陷定位误差

检测仪对附录A中标准试块上 II 号人工刻槽进行定位，定位误差不大于5mm。

5.3.10 缺陷长度测量误差

检测仪测量附录A中标准试块上 II 号人工刻槽的长度，测量长度与实际长度误差小于±1mm。

5.3.11 缺陷深度测量误差

检测仪测量附录A中标准试块上 II 号人工刻槽的深度，测量深度与实际深度误差小于20%。

5.3.12 外观质量

交流电磁场检测仪的外观质量要求应符合GB/T2611-2007中第10章的规定

5.3.13 耐温性能

交流电磁场检测仪的耐温性能要求应符合GB/T25480-2010中第3章的规定

5.3.14 耐湿性能

交流电磁场检测仪的耐湿性能要求应符合GB/T25480-2010中第3章的规定

5.3.15 抗振动性能

交流电磁场检测仪的抗振动性能应符合GB/T6587-2012中4.7的规定。

5.3.16 抗冲击性能

交流电磁场检测仪的抗冲击性能应符合GB/T6587-2012中4.7的规定。

5.3.17 运输性能

交流电磁场检测仪的运输性能应符合GB/T6587-2012中4.8的规定。

6 试验设备

6.1 试验环境

除特殊要求外，试验条件应满足5.1的规定。

6.2 仪器和器材

6.2.1 仪器

试验使用的仪器主要包括：

- 示波器，带宽大于1MHz；
- 交直流电压表，0.5级；
- 最高计数频率大于10MHz的通用频率计数器；
- LCR数字电桥，内部偏置电压输出0mV~1500mV；
- 波形发生器。

6.2.2 器材

试验使用的主要器材包括：

- a) 辅助台架；
- b) 标准试块；
- c) 对比试样。

7 试验方法

7.1 激励频率

激励频率应在仪器信号发生单元输出端测量，与标称频率 f_d 比较，标称频率与测量频率的相对偏差按照式(1)计算。

$$\Delta f = \frac{f_d - f_m}{f_d} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

Δf ——标称频率与测量频率的相对偏差；

f_d ——标称频率，单位为赫兹（Hz）；

f_m ——测量频率，单位为赫兹（Hz）。

使用通用频率计数器、数字示波器或频谱分析仪测量频率。当检测仪频率为固定档位时，应对所有固定档位的频率进行测试；当检测仪频率连续可调时，在频率范围内，至少等间隔设置5个检测频率并测试。

7.2 激励电压

激励电压应在信号发生单元输出端测量，与标称电压幅值 V_d 比较，标称电压与测量电压的相对偏差按照式(2)计算。

$$\Delta V = \frac{V_d - V_m}{V_d} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

ΔV ——标称电压与测量电压的相对偏差；

V_d ——标称电压，单位为伏特（V）；

V_m ——测量电压，单位为伏特（V）。

使用数字示波器或符合要求的电压表直接测量信号发生模块输出电压。

当检测仪电压为固定档位时，应对所有固定档位的电压进行测试；当检测仪电压连续可调时，在激励电压范围内，至少等间隔设置5个检测电压并测试。

7.3 通道一致性

试验过程如下：

- 1) 在工作频率范围内选定一个激励频率作为每个检测通道的工作频率，调节仪器参数，保证各通道激励频率、增益等参数一致；
- 2) 在相同参数条件下，使用同一探头逐通道对标准试块上 I 号人工刻槽进行检测，记录不同检测通道上的 Bx 信号和 Bz 信号幅值，分别计算 ΔB ($\Delta B = B_{max} - B_{min}$)；
- 3) 以 $\Delta B/B_{max}$ 作为交流电磁场检测仪不同检测信号通道一致性的评价结果。

7.4 探头电感

在1kHz或5kHz激励频率，6V激励电压下，测量激励模块的电感 H_m ，与激励模块的标称电感 H 比较，标称值与测量值的相对偏差按照式（4）计算。

$$\Delta H = \frac{H - H_m}{H} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

ΔH ——探头电感相对偏差；

H ——探头标称电感值；

H_m ——探头测量电感值。

探头电感可采用LCR数字电桥测量。

7.5 探头电阻

测量激励模块的电阻 R_m ，与激励模块的标称电阻 R 比较，标称值与测量值的相对偏差按照式（5）计算。

$$\Delta R = \frac{R - R_m}{R} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

ΔR ——探头电阻相对偏差；

R ——探头标称电阻；

R_m ——探头测量电阻。

探头电阻可采用数字多用表直接测量。

7.6 灵敏度

对标准试块上 I 号人工刻槽进行扫查，探头扫查过程中的提离高度波动不得超过 $\pm 1\text{mm}$ 。扫查切槽获得的Bx信号应出现波谷，Bz信号出现波峰波谷，调整增益，应能使信号幅值范围达到满屏80%，且能够清晰地观测到切槽信号。

7.7 缺陷定位误差

对标准试块 II 号人工刻槽重复扫查3次，刻槽端点的测量均值与标称值的误差作为定位误差。

7.8 缺陷定量误差

对标准试块上Ⅱ号人工刻槽重复扫查3次，测量缺陷长度及深度，缺陷长度及深度测量均值与标称值的误差作为定量误差。

7.9 耐温试验

耐温性能的检测方法应按 GB/T 25480-2010中4.1、4.2执行，试验后再对交流电磁场检测仪进行检验其性能仍应满足本标准第5章的要求。

7.10 耐湿试验

耐湿性能的检测方法应按 GB/T 25480-2010中4.3执行，试验后再对交流电磁场检测仪进行检验，其性能仍应满足本标准第5章的要求。

7.11 抗振动性能

抗振动性能的试验项目和方法应按GB/T6587-2012中5.9.3执行，试验后再对交流电磁场检测仪进行检验，其性能仍应满足本标准第5章的要求。

7.12 冲击试验

抗冲击性能的试验项目和方法应按GB/T6587-2012中5.9.4执行，试验后再对交流电磁场检测仪进行检验，其性能仍应满足本标准第5章的要求。

7.13 运输试验

运输性能的试验项目和方法应按GB/T6587-2012中5.10执行，试验后再对交流电磁场检测仪进行检验其性能仍应满足本标准第5章的要求。

8 检验规则

8.1 出厂检验

8.1.1 凡出厂产品应经过制造厂质量检验部门按出厂检验项目检验合格，签发产品合格证后方可出厂。

8.1.2 出厂检验按表1规定项目进行。

8.2 型式检验

8.2.1 型式试验按表1规定项目进行。

8.2.2 凡属下列情况之一者，应进行型式检验：

- d) 新产品或老产品转厂生产的型式鉴定；
- e) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大的改变，可能影响产品性能时；
- f) 产品长期停产后，恢复生产时；
- g) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- h) 有质量监督检验资质的法定机构提出进行型式检验要求时。

表1 出厂检验及型式检验项目

序号	项目	对应条款	检验方法	出厂检验	型式检验
1	激励频率	5.3.1	7.1	√	√
2	激励电压	5.3.2	7.2	√	√
3	增益	5.3.3	目视	√	√
4	信号显示	5.3.4	目视	√	√
5	通道一致性	5.3.5	7.3	√	√
6	探头电感	5.3.6	7.4	√	√
7	探头电阻	5.3.7	7.5	√	√
8	灵敏度	5.3.8	7.6	√	√
9	缺陷定位误差	5.3.9	7.7	√	√
10	缺陷长度测量误差	5.3.10	7.8	√	√
11	缺陷深度测量误差	5.3.11	7.9	√	√

序号	项目	对应条款	检验方法	出厂检验	型式检验
12	外观质量	5.3.12	目视	√	√
13	耐温性能	5.3.13	7.10	—	√
14	耐湿性能	5.3.14	7.11	—	√
15	抗振动性能	5.3.15	7.12	—	√
16	抗冲击性能	5.3.16	7.13	—	√
17	运输性能	5.3.17	7.14	—	√
注：“√”为需检项目，“—”为不检项目。					

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

每台交流电磁场检测仪应在机壳上明显位置固定铭牌，其内容包括下列各项：

- a) 规格、型号；
- b) 制造日期或编号；
- c) 制造企业名称及商标；

9.2 包装

9.2.1 仪器的包装应符合 JB/T 6147—2007 中第 5 章的规定。

9.2.2 包装箱外壁上文字和标志应清楚，而且不应因搬运摩擦而模糊不清，其内容包括下列各项：

- a) 产品名称；
- b) 收货单位和地址及电话；
- c) 发货单位和地址及电话；
- d) 包装箱应有“易碎物品”、“向上”、“怕雨”、“禁止翻滚”等标志并符合 GB/T 191—2008 表 1 规定的包装储运标志的图形和名称。

9.2.3 包装箱内应至少附有下列文件：

- a) 产品清单；
- b) 产品合格证；
- c) 产品使用说明书（应标明执行标准编号）。

9.3 运输和贮存

9.3.1 检测仪的运输、运输贮存环境条件应符合 GB/T 25480—2010 第 3 章的规定。

9.3.2 检测仪在运输时应防止振动和碰撞，并符合包装箱外壁上文字和标志的相关规定。

9.3.3 检测仪贮存地点及周围环境不应有腐蚀性气体，环境温度、空气相对湿度符合 GB/T 25480—2010 第 3 章规定，库内保持空气流通，地面保持清洁。

附录 A
(规范性)
标准试块

标准试块用于对检测仪功能及灵敏度进行测试。

标准试块选用材料为20号钢的钢板，标准尺寸为200mm×200mm，厚度为6mm，试块的长度、宽度和高度的极限偏差为±0.5mm，表面的粗糙度Ra应小于等于3.2μm。

试块应具有两处表面开口缺陷，缺陷类型采用椭圆形刻槽，刻槽长度的极限偏差为±0.1mm，深度的极限偏差为±0.05mm。试块及缺陷的形状和尺寸见图A. 1。

试块的长度、宽度和高度的极限偏差为±0.5mm，

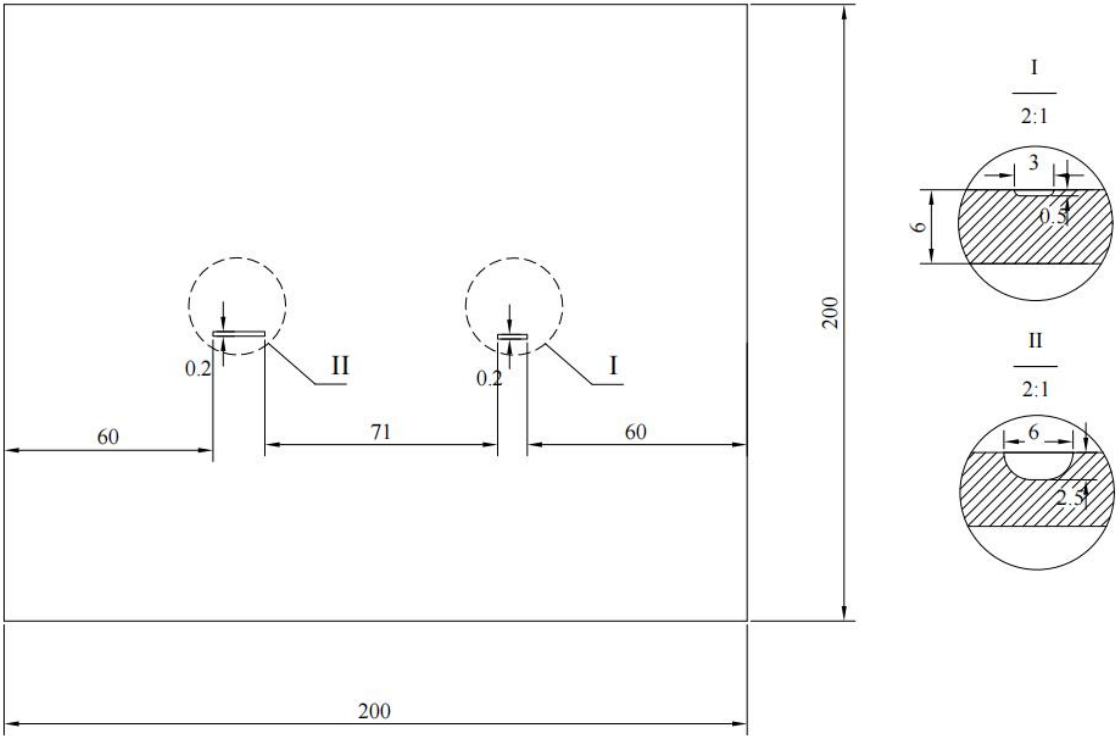


图 A. 1 标准试块图纸

标引符号说明：

I、II——局部放大图的部位序号。