

# 济宁鲁科检测器材有限公司

—— 专注于无损检测、理化分析仪器 ——



# 合作伙伴

>>>

## 济宁鲁科

### 让最先进的检测方案更广泛的服务于社会



# 智能交流电磁场检测仪

## LKAGFM-X1



- 济宁鲁科联合中国石油大学（华东）共同研发
- 可检测各种导电体材料表面、近表面缺陷
- 可穿透涂层检测，无需清除被检工件表面涂层
- 检测近表面埋深缺陷深度：碳钢 3mm、  
不锈钢 5mm、铝 10mm

# 多角度展示



# 产品尺寸



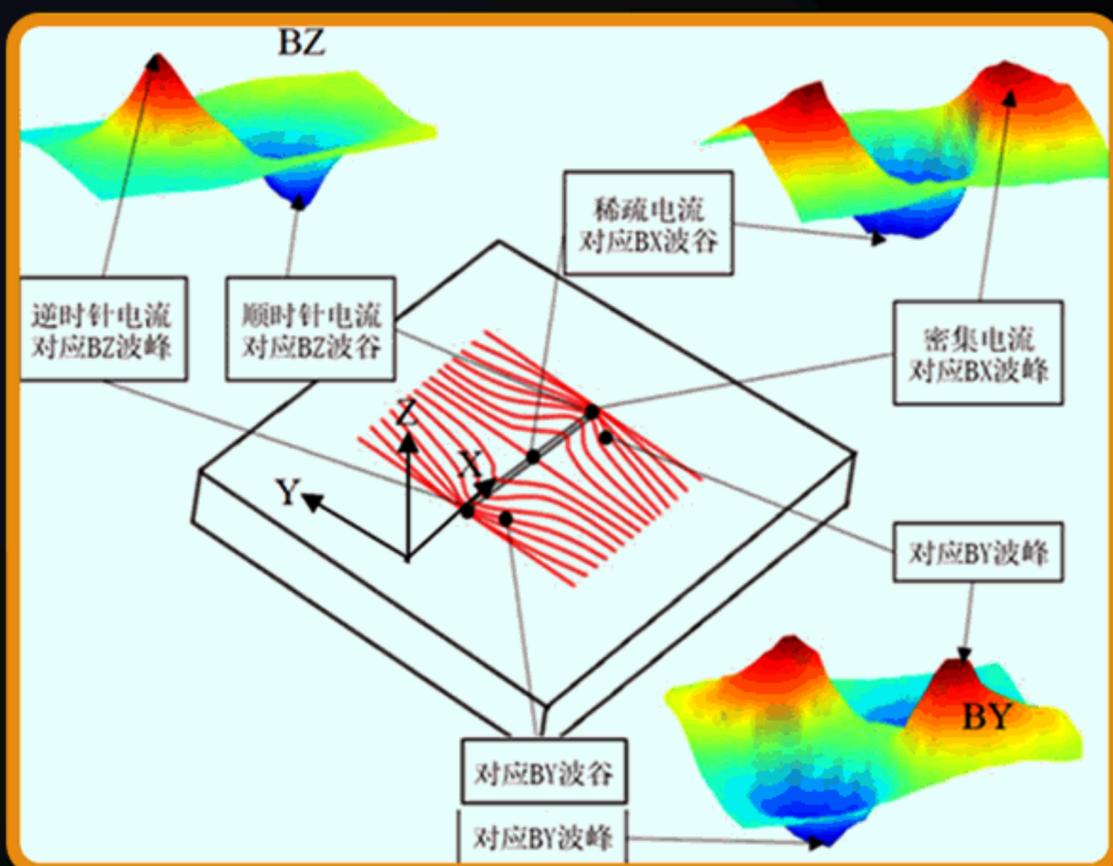
宽: 230mm

长: 320mm

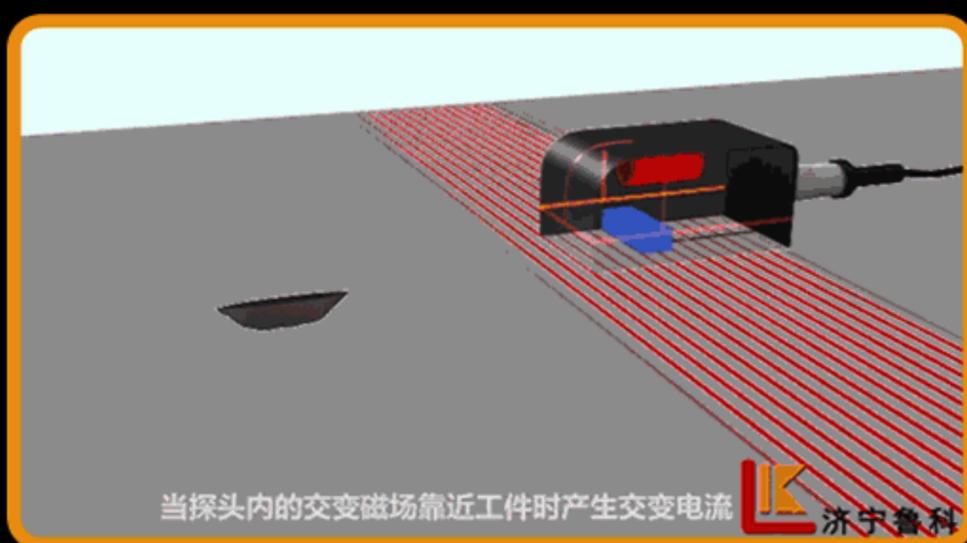
高: 85mm

## 一、技术参数：

- 1、适用材料：铁磁性和非铁磁性等所有导电体材料表面及近表面缺陷检测；
- 2、主机系统：主机采用Windows7（64位）操作系统，集笔记本电脑、平板电脑两用于一体化设计；可做笔记本电脑使用，检测现场更方便对检测结果分析、处理、出具检测报告；又可做平板电脑使用，现场检测操作更方便快捷；
- 3、显示屏：11.6in多点触控显示屏，强光下可清晰显示；
- 4、存储：4GB内存、100G硬盘；
- 5、键盘：LED操作键盘背光灯；
- 6、触控设：显示屏多点触控、触控板多点触控、USB连接鼠标控制；
- 7、摄像：800万像素高清摄像头；
- 8、连接：蓝牙连接、USB接口连接；
- 9、检测缺陷大小：长 $\geq 3\text{mm}$ 、深 $\geq 0.5\text{mm}$ ；（A1型15\100磁粉试片缺陷；A型、B型渗透试块缺陷可检出）
- 10、检测近表面埋深缺陷深度：碳钢3mm、不锈钢5mm、铝10mm；
- 11、穿透涂层厚度： $\leq 10\text{mm}$ （涂层、油漆层、环氧树脂胶层、沥青层等非导电体材料涂层）；
- 12、检出率： $\geq 90\%$ ；
- 13、扫查速度：5—40mm/s；
- 14、边缘效应区域： $< 20\text{mm}$ ；
- 15、通道数量：16通道（可扩展32通道、64通道）；
- 16、单次扫查面积：0mm—160mm（取决于探头扫查面积）；
- 17、兼容探头：16通道阵列探头（可扩展32、64通道）；
- 18、探头热插拔：支持；
- 19、检测温度： $-20^{\circ}\text{C}$ — $350^{\circ}\text{C}$ （取决于探头）；
- 20、软件数据显示方式：实时检测信号显示、C扫描彩色3D显示、缺陷自动识别预警显示等多种显示方式选择；
- 21、数据存储内容：参数、C扫描图像、波形曲线；
- 22、检测记录：检测过程可记录、检测结果可记录；
- 23、检测报告：标准版报告格式（可订做报告格式）；
- 24、工作时间：主机内置2块锂电池供电，随时更换续航，可不间断工作；
- 25、工作环境：温度 $-20^{\circ}\text{C}$ — $50^{\circ}\text{C}$  湿度95%；
- 26、防护等级：全镁铝合金机壳，通过IP65防护等级认证；
- 27、主机重量：3kg。



交流电磁场检测技术（Alternating Current Field Measurement-ACFM）是交流电压降法（Alternating Current Potential Drop-ACPD）基础上发展起来的新兴电磁无损检测技术，可对所有铁磁性材料和非铁磁性导电材料的表面缺陷和近表面缺陷进行快速检测。其原理是激励线圈在工件中感应出均匀的交变电流，感应电流在裂纹、腐蚀等缺陷位置产生扰动，从而引起空间磁场畸变，通过检测畸变磁场实现缺陷的检测和评估。当缺陷不存在时，感应电流为均匀场，磁场不发生畸变；当缺陷存在时，电流在缺陷端点和底部绕过，引起X方向磁场  $B_x$ （平行于工件表面并垂直于电流方向）在缺陷中心位置产生波谷，反映缺陷的长度；Y方向磁场  $B_y$ （行于工件表面并沿着电流方向）产生交替峰谷；Z方向磁场  $B_z$ （垂直于工件表面）在缺陷端点产生波峰和波谷，波峰和波谷反映缺陷长度信息。

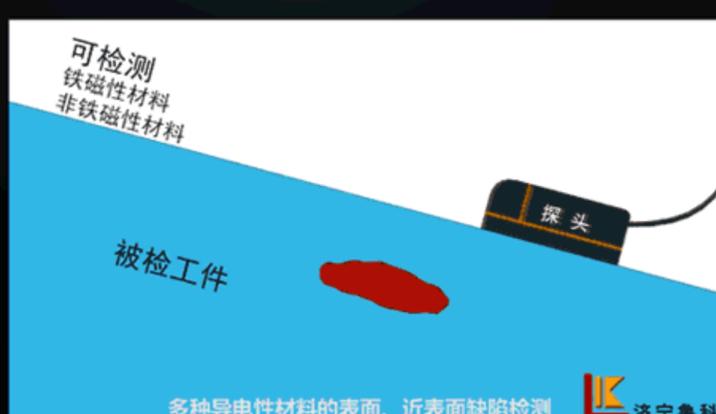
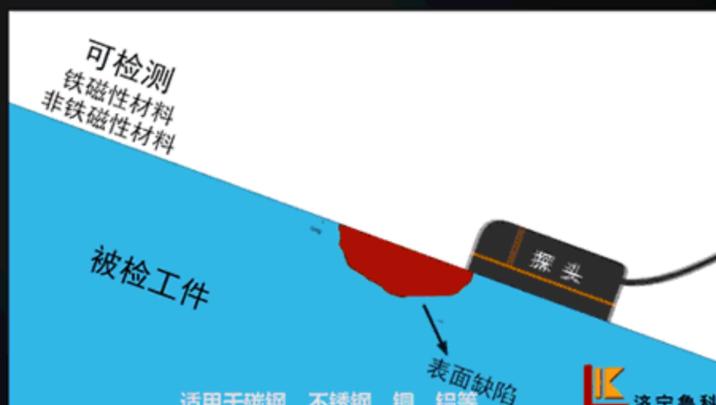


当工件完好时各磁场分量为零，若有裂缝存在，工件表面磁场便会产生变异，仪器探头迅即将检出的讯号输入计算机分析，经软件运算后可实时地将裂缝之正确位置长度及深度显示出来。

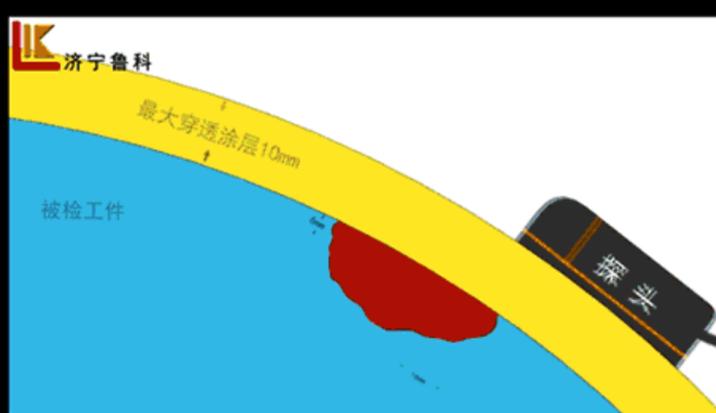
$B_z$ 对应裂纹的起点及终点，当探头经过裂纹时在起终点出现波峰，因此测出裂纹长度。

$B_x$ 对应电流密度，裂纹加深密度减少，因此测出裂纹的深度。

交流电磁场检测技术适用各种导电体材料，主要用于铁磁性或非铁磁性材料对于表面或近表面的缺陷可以快速准确的检出；



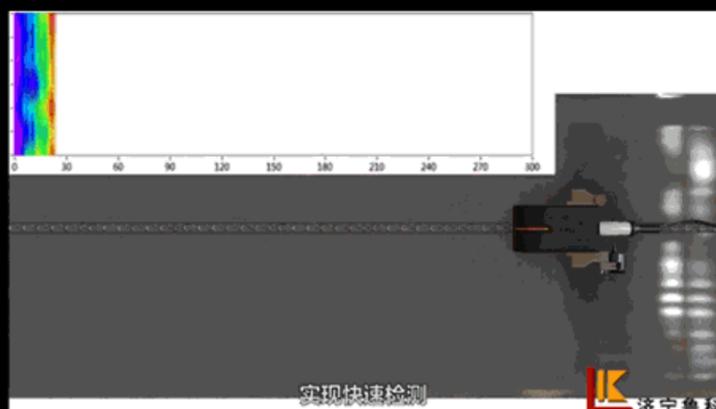
可穿透涂层检测，无需清除被检工件表面涂层，节省了清理表面涂层作业的时间和费用。对探头与被检工件间的提起不敏感，在检测过程中探头不需要与被检工件直接接触，与被检工件的表面距离最大可以达 10mm（即允许有不超过 10mm 的不导电涂层）；如喷涂层、油漆层、环氧树脂胶层、沥青层等涂层下的缺陷；



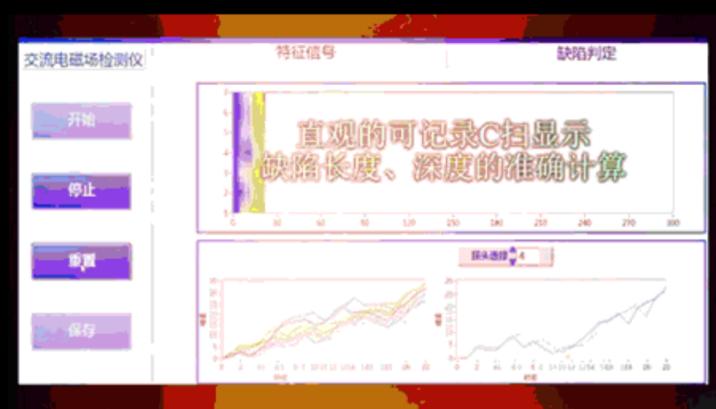
可检测表面 350°C 高温中的非疲劳裂纹；  
可用于水下 500m 深度结构缺陷检测；



可连接编码器实时记录并存储检测数据，实现检测过程可记录、检测结果可记录。对缺陷进行记录和回放，并对缺陷的尺寸进行计算。扫查速度 5-40mm/s；



基于 C 扫描信号彩色 3D 成像模式显示、缺陷自动识别及预警模式显示。

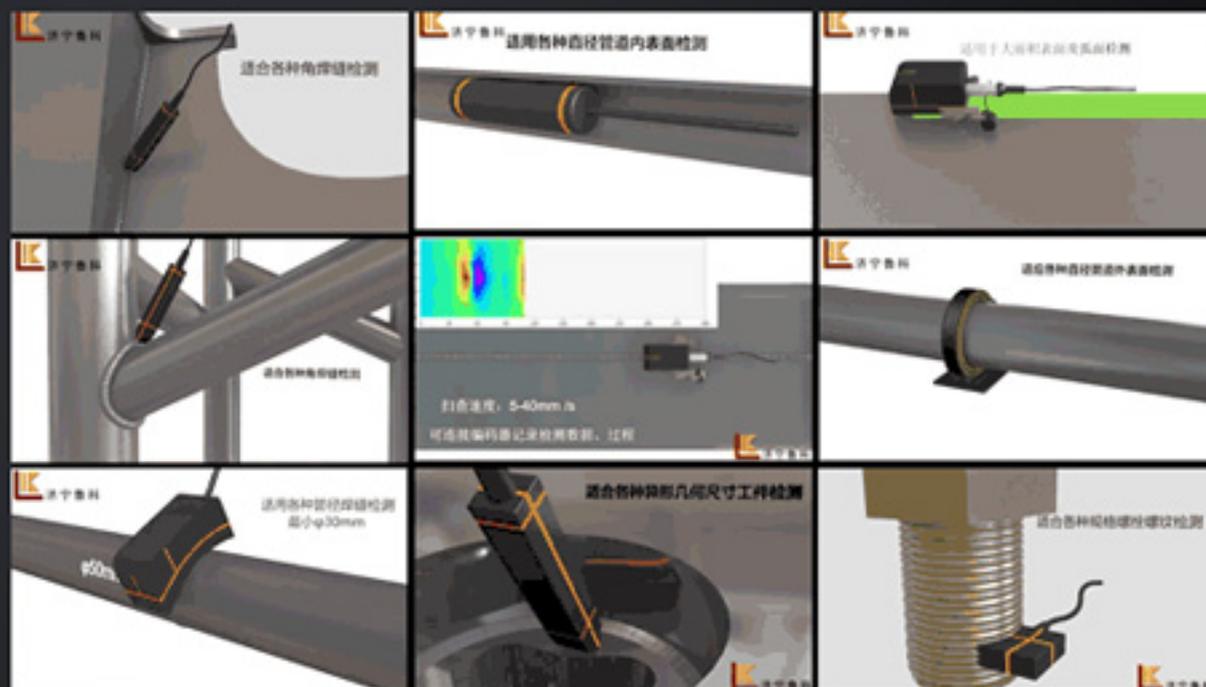


特性	交流电磁场	磁粉检测	渗透检测	常规涡流检测	漏磁检测
检测材料	各种导电材料	铁磁性材料	各种材料	各种导电材料	铁磁性材料
表面缺陷检测	能	能	能	能	不敏感
缺陷深度测量	能	不能	不能	能	能
近表面缺陷检测	能	能	不能	不能	能
可检测缺陷埋深	铝10mm 不锈钢5mm 碳钢3mm	碳钢3mm	不能	—	横裂纹
可检测缺陷大小	长≥3mm 深0.5mm	不限	不限	—	—
穿透涂层检测	能, 很强	不能	不能	能, 很弱	能
被检工件表面清理	不需要	需要	需要	不需要	需要
记录检测过程、结果、记录数据类型	过程、结果都可记录、参数、曲线、C扫描图形	结果可记录、图片、视频	结果可记录、图片、视频	过程、结果都可记录、参数、曲线、C扫描图形	过程、结果都可记录、参数、曲线、C扫描图形
水下、高温检测	能、能	不能、不能	不能、不能	能、能	—
检测前校正	不需要	需要	需要	需要	需要
操作难度、效率	中、高	中、中	低、高	高、高	高、高
检测后效性	无需清理	需要清理	需要清理	无需清理	需要退磁
检测耗材	不需要	需要	需要	不需要	不需要
使用阵列成像探头	能	不能	不能	能	能

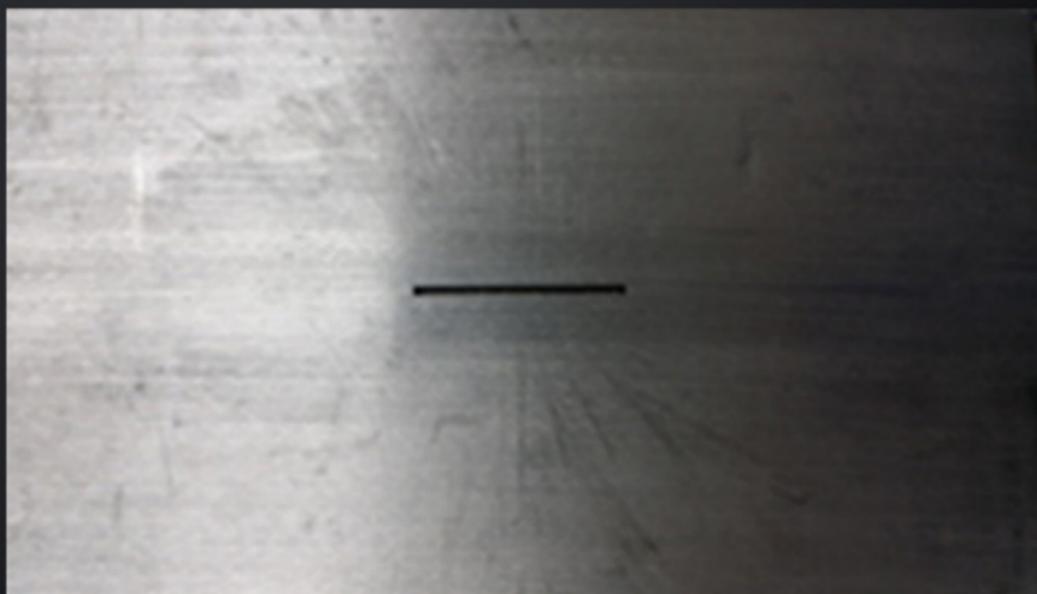
# 适用范围广



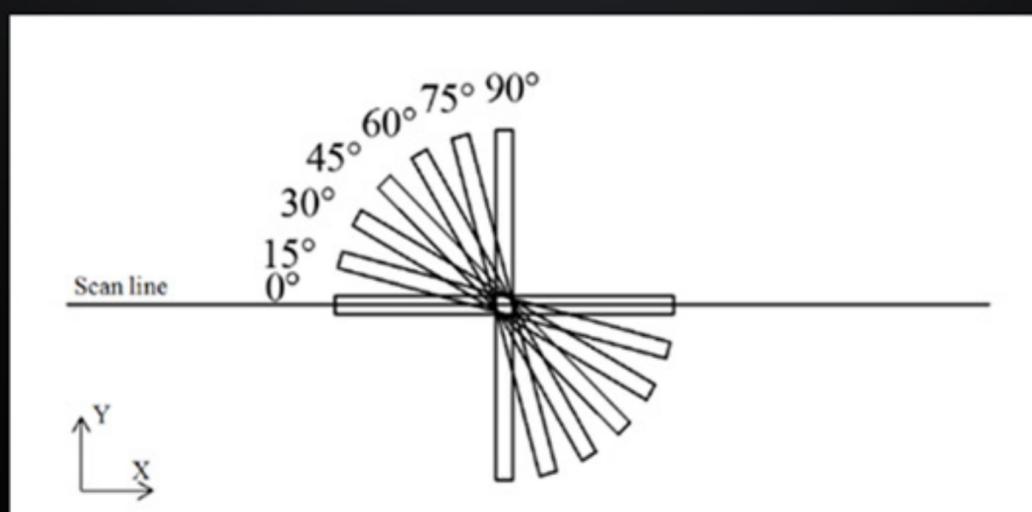
## ACFM技术适用于检测几何工件



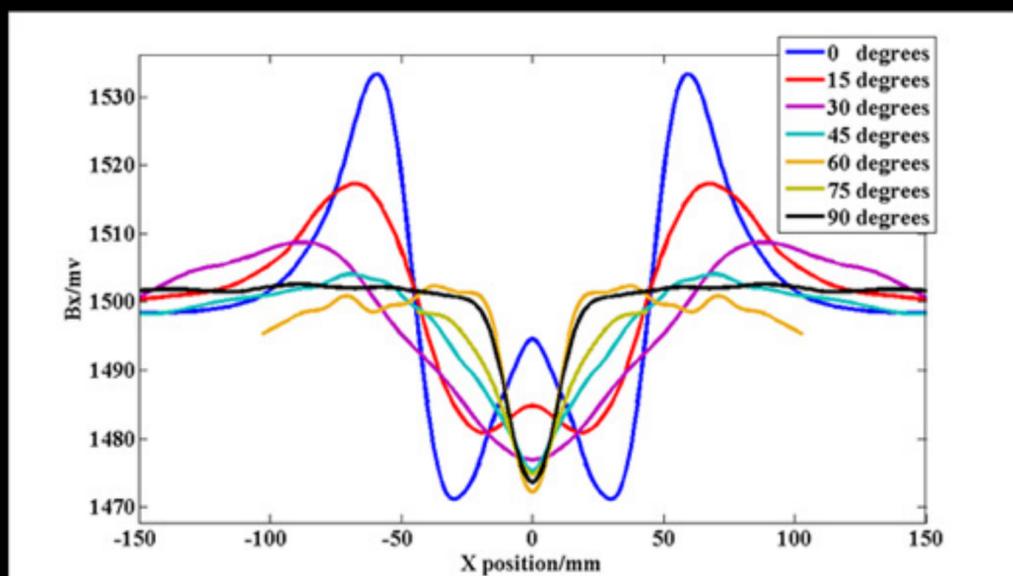
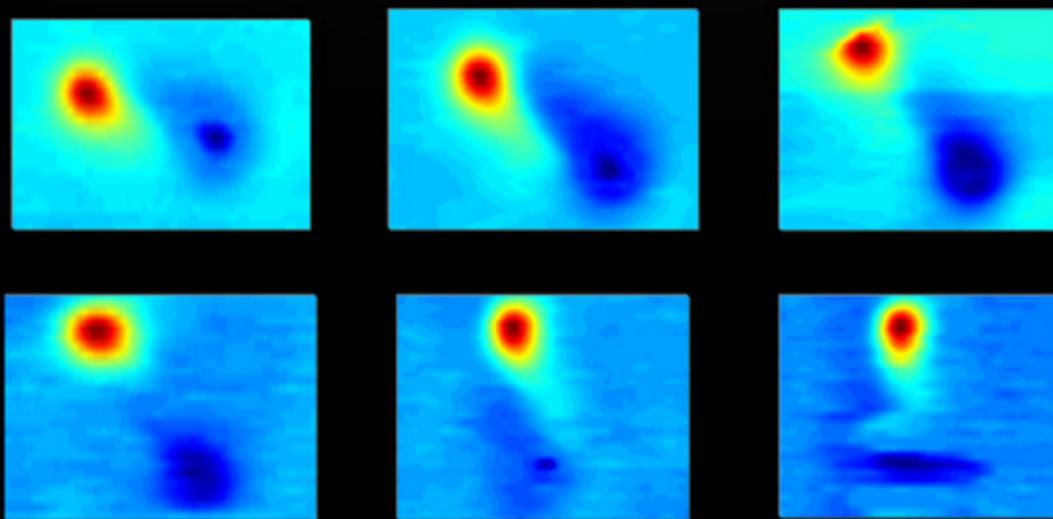
突破传统 ACFM 和漏磁技术对裂纹方向的限制，对任意方向裂纹均有较高的检测灵敏度。



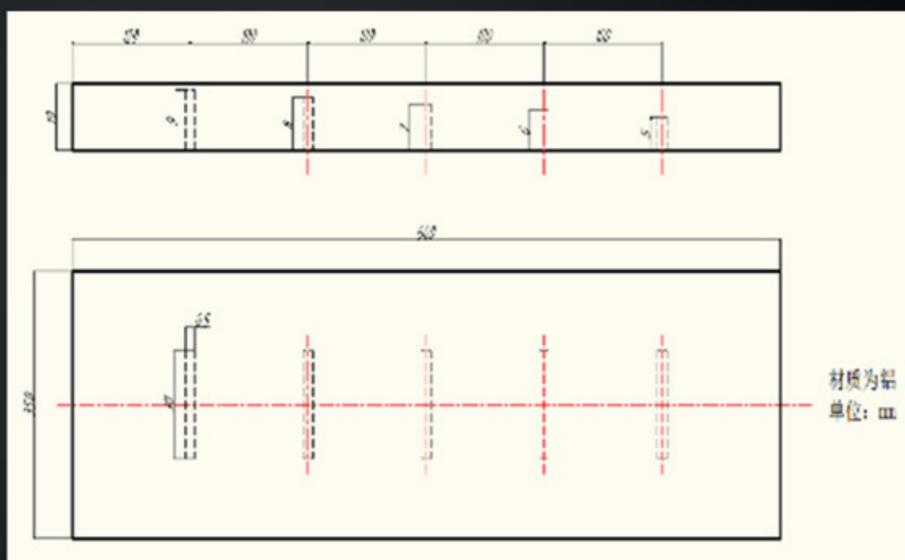
人工缺陷试件



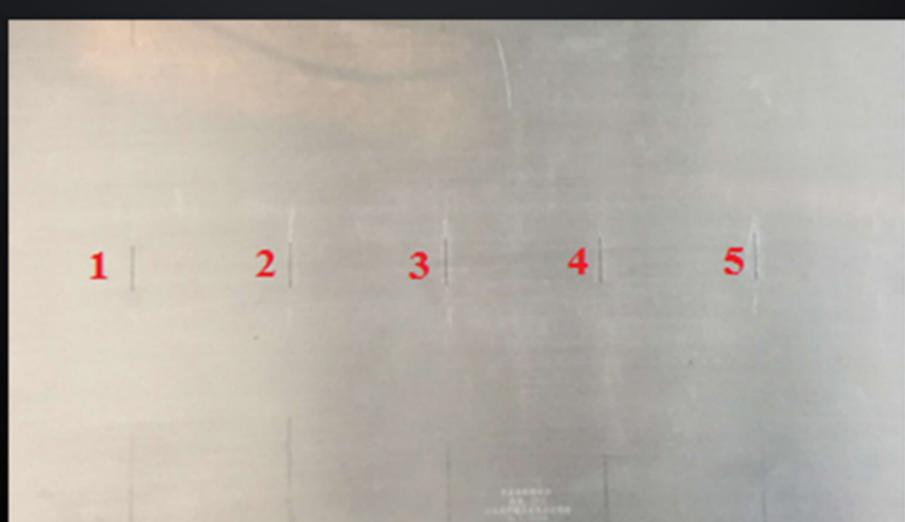
检测缺陷角度描述



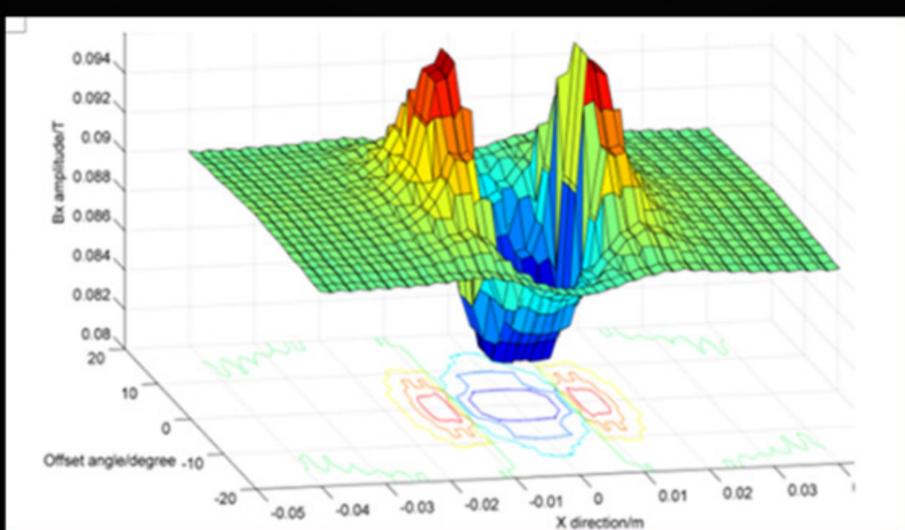
任意方向检测缺陷呈现的两种显示结果



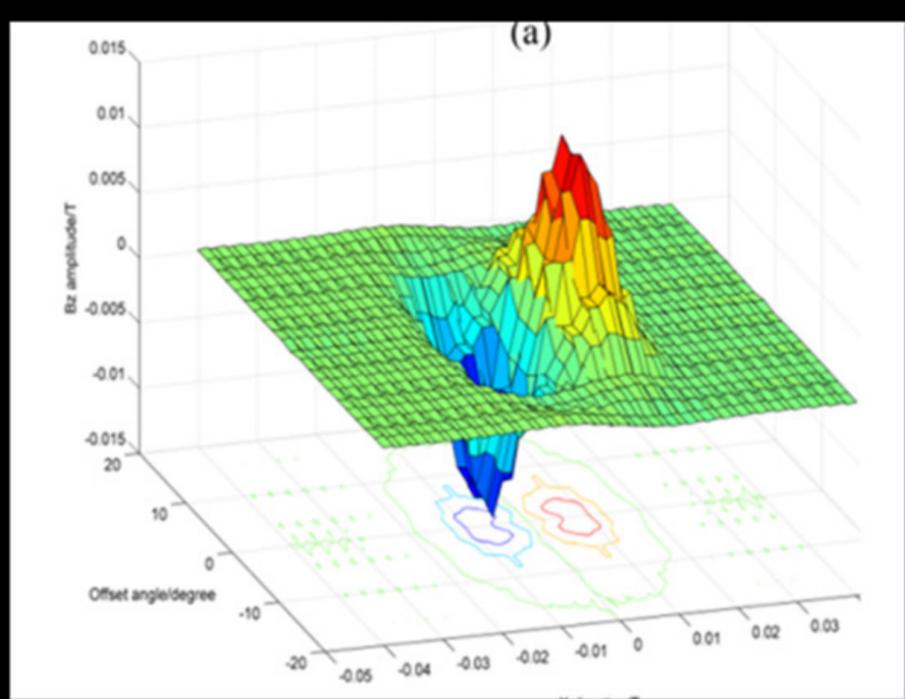
人工缺陷试件草图



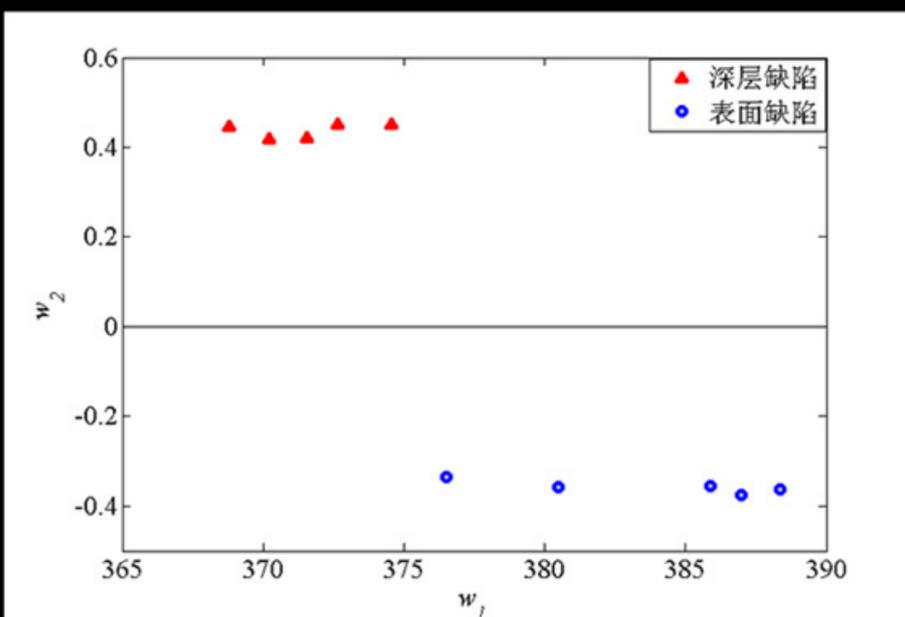
人工缺陷试件“背面”



其中1个缺陷的可视化结果



其中1个缺陷的可视化结果

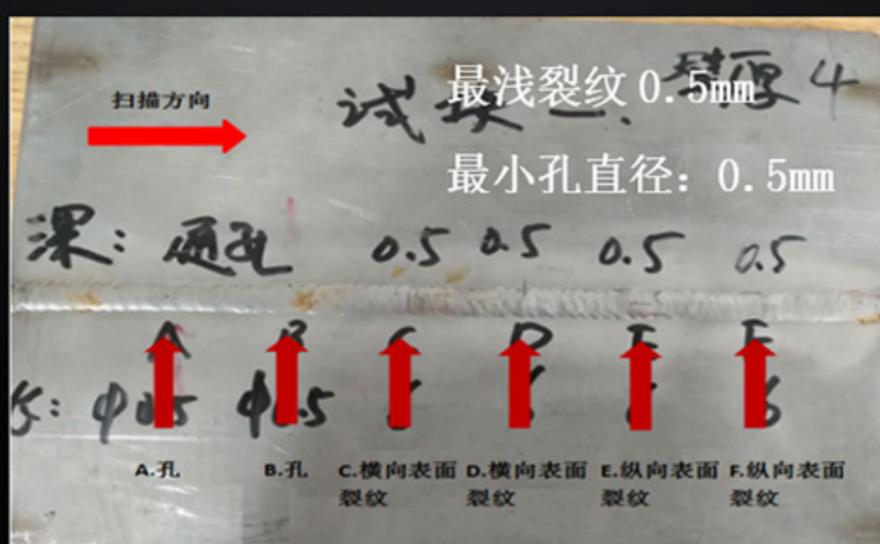


检测次数	1	2	3	4	5	真实尺寸
缺陷长度/mm	26	26	25	28	28	30
缺陷埋深/mm	2.73	2.95	2.67	2.56	2.87	3

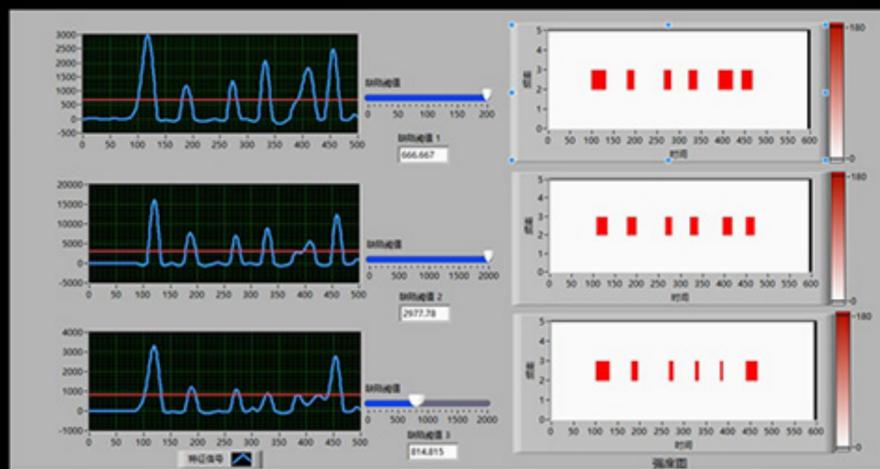
人工缺陷试件其中1个长30mm、埋深3mm的缺陷，通过 5 次反复检测得出的数据证明我们的便携交流电磁场检测仪反演精度超过 85%，与缺陷真实缺陷的尺寸非常接近。



阵列探头



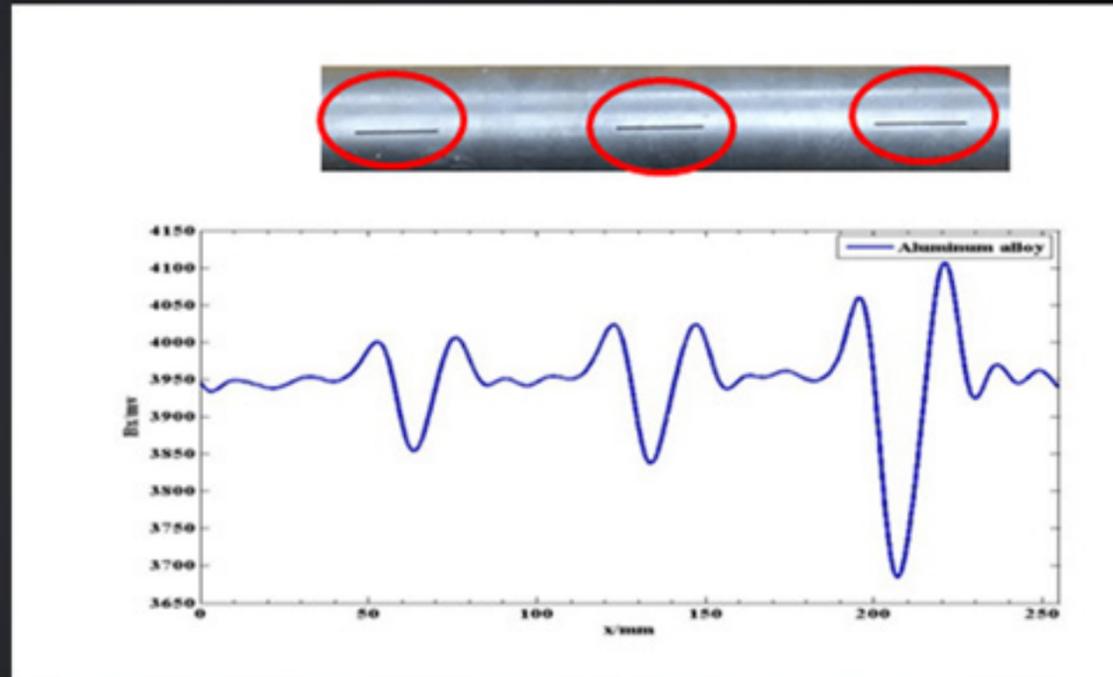
不锈钢焊缝中6个不同的缺陷



采用阵列探头检测6个缺陷的结果

缺陷编号	A	B	C	D	E	F
缺陷类型	孔	孔	横向表面裂纹	横向表面裂纹	纵向表面裂纹	纵向表面裂纹
长度或孔直径/mm	0.5	0.5	6	6	6	6
宽度/mm	--	--	0.2	0.2	0.2	0.2
深度/mm (表面开口)	贯穿孔	贯穿孔	0.5	0.5	0.5	0.5
缺陷位置	中心	边缘	中心	边缘	中心	边缘

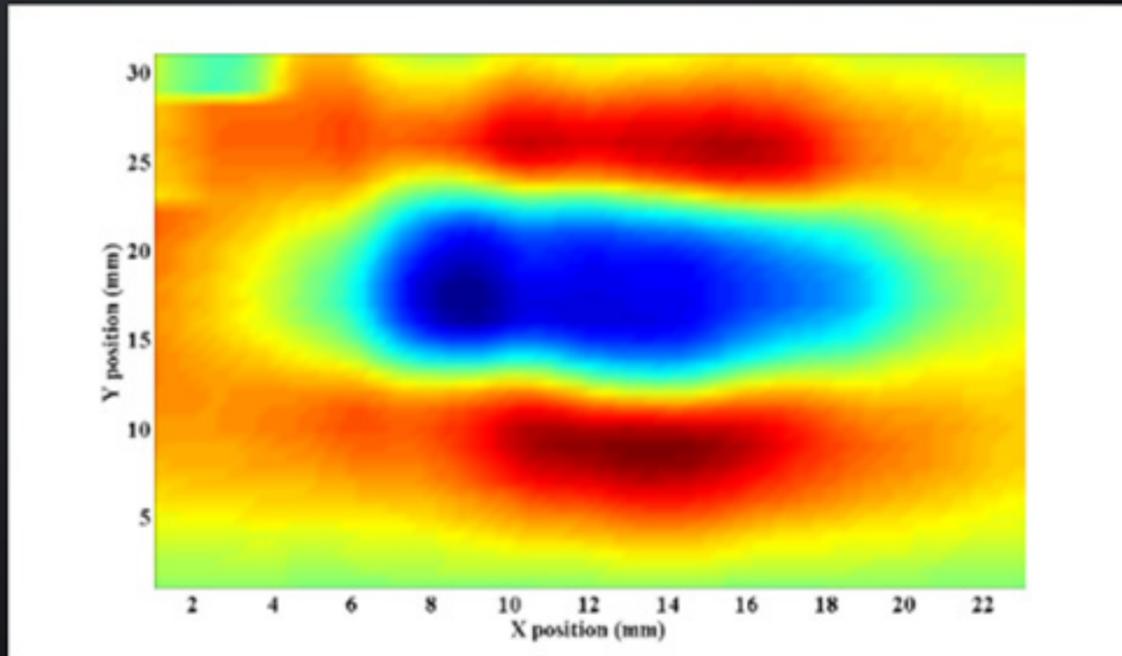
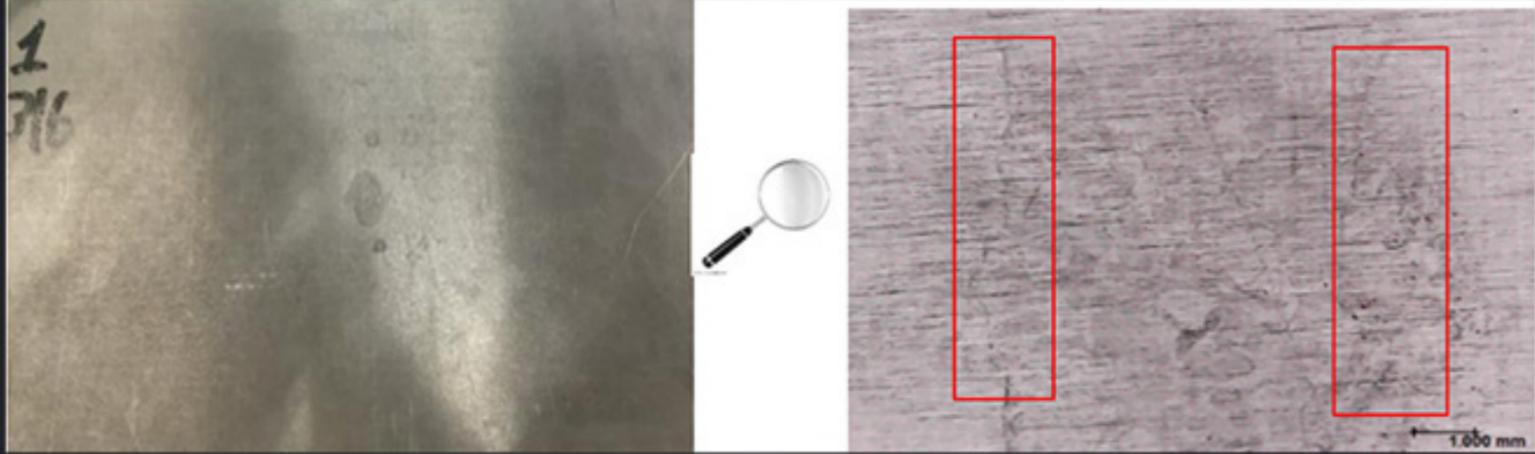
采用阵列探头一次扫查覆盖焊缝和热影响区裂纹检测



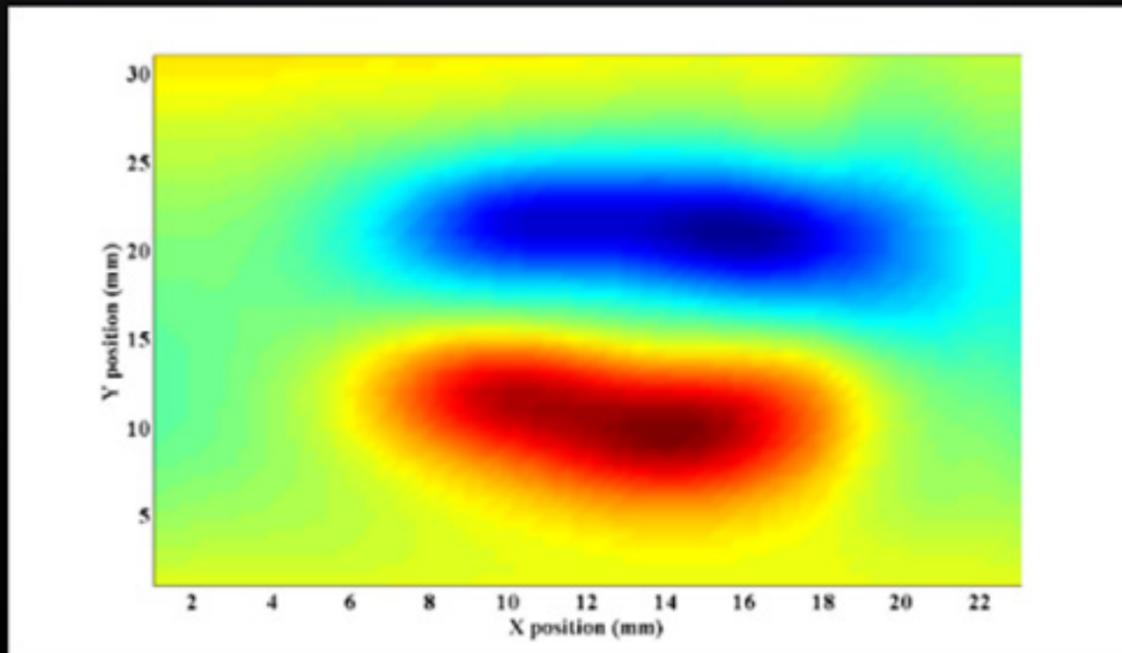
**Φ65mm铝材料管道表面缺陷检测结果：  
裂纹长度：20mm，裂纹深度：2mm；  
裂纹长度：20mm，裂纹深度：3mm；  
裂纹长度：20mm，裂纹深度：4mm；**



**Φ65mm铝材料管道表面缺陷检测结果  
裂纹长度：20mm，裂纹深度：2mm；  
裂纹长度：20mm，裂纹深度：3mm；  
裂纹长度：20mm，裂纹深度：4mm。**



BX 信号图

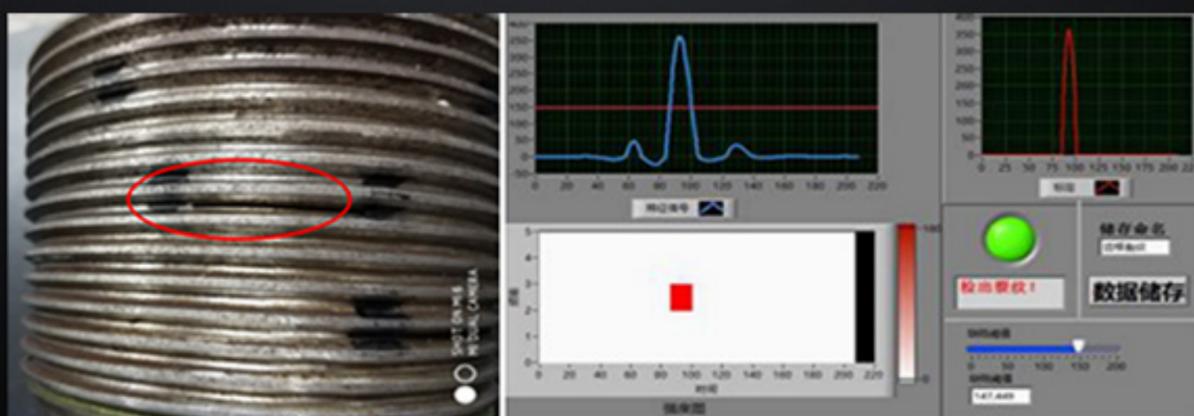


BX 信号图

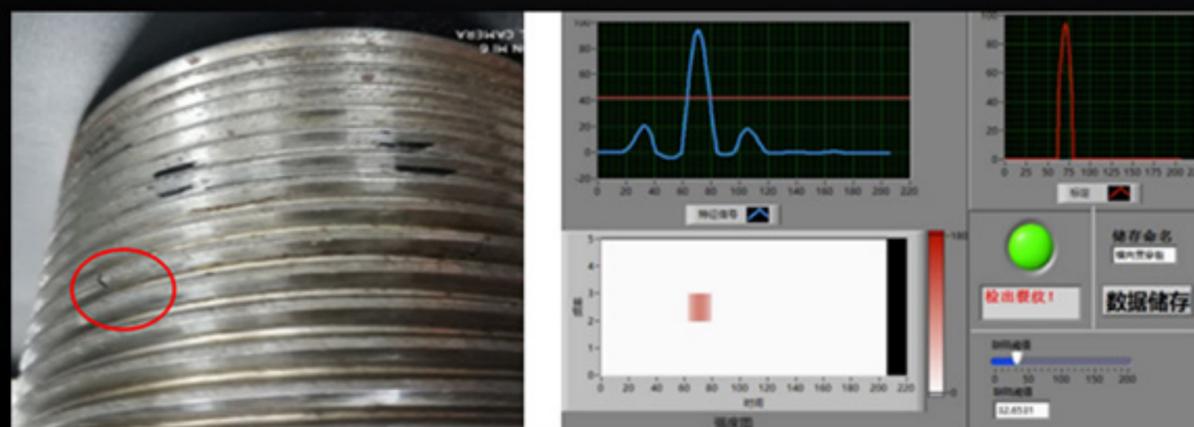
可实现对真实簇状裂纹的识别与表面形貌成像。



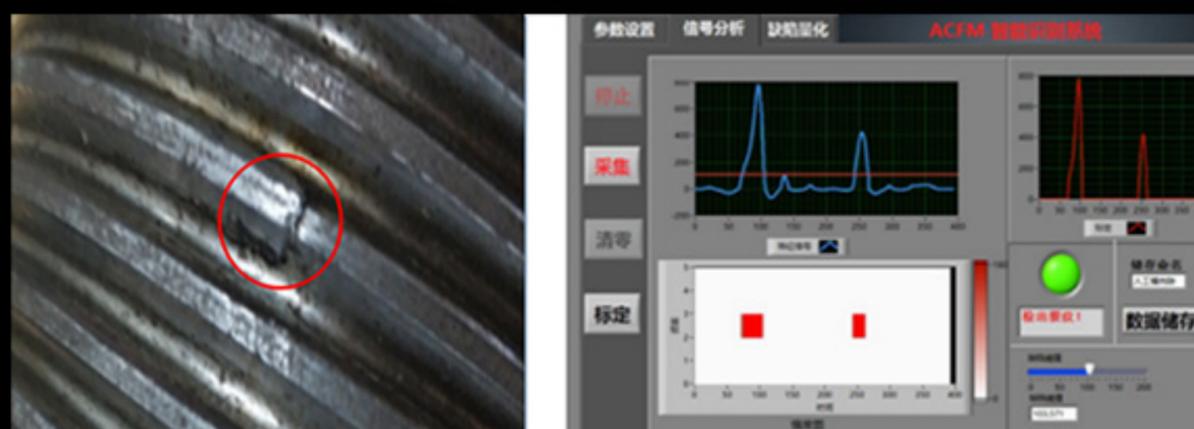
## 螺纹专用探头



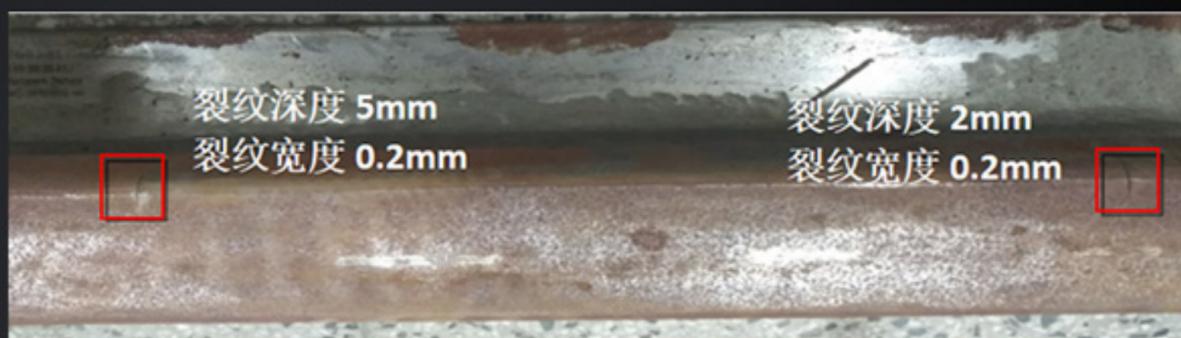
## 螺纹纵向裂纹检测结果



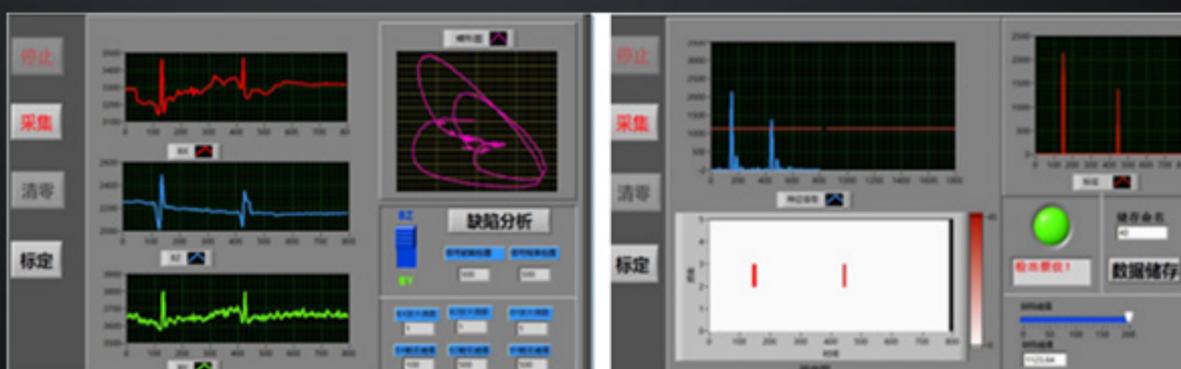
## 螺纹横向裂纹检测结果



## 螺纹齿根撕裂检测结果



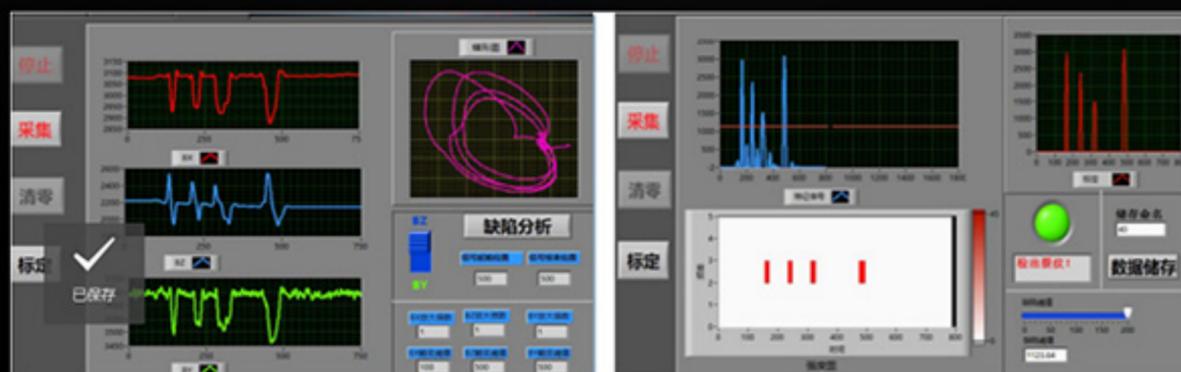
## 2个缺陷铁轨



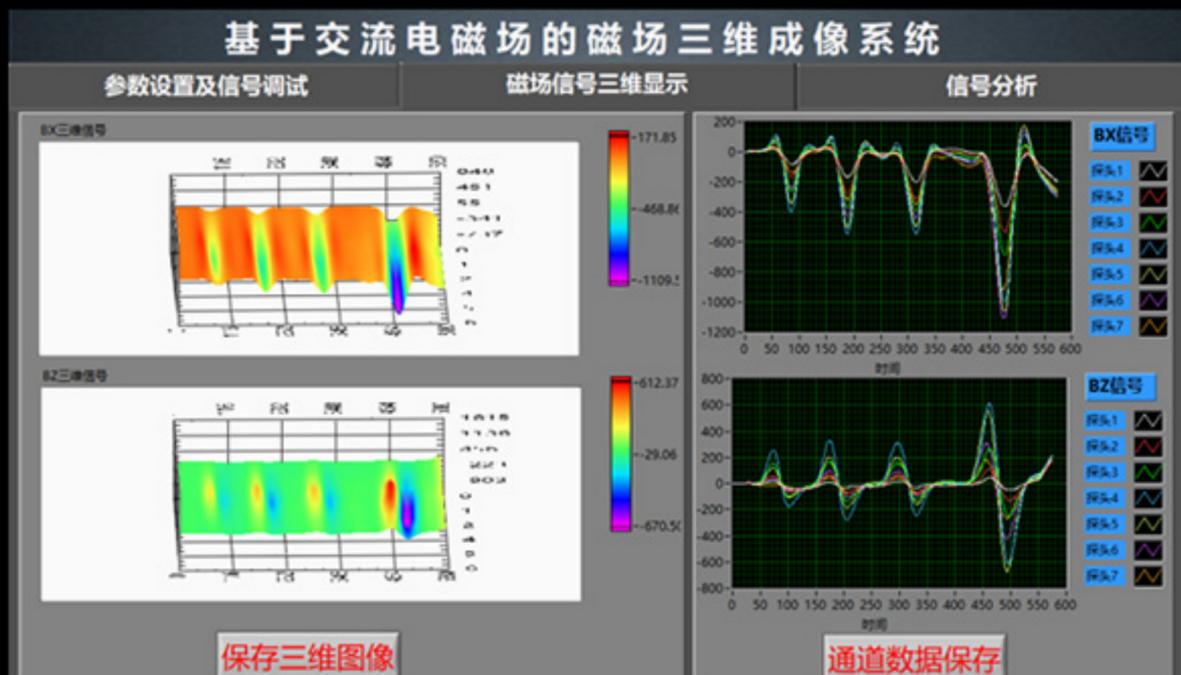
## 检测结果

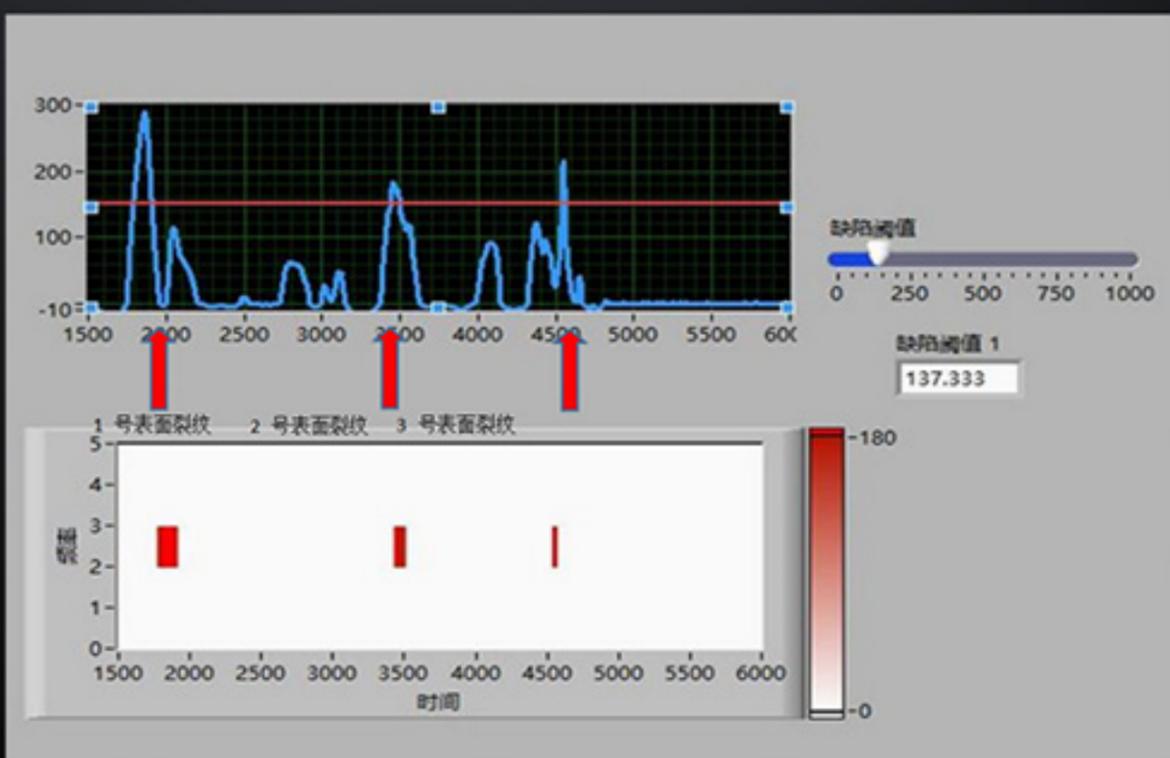
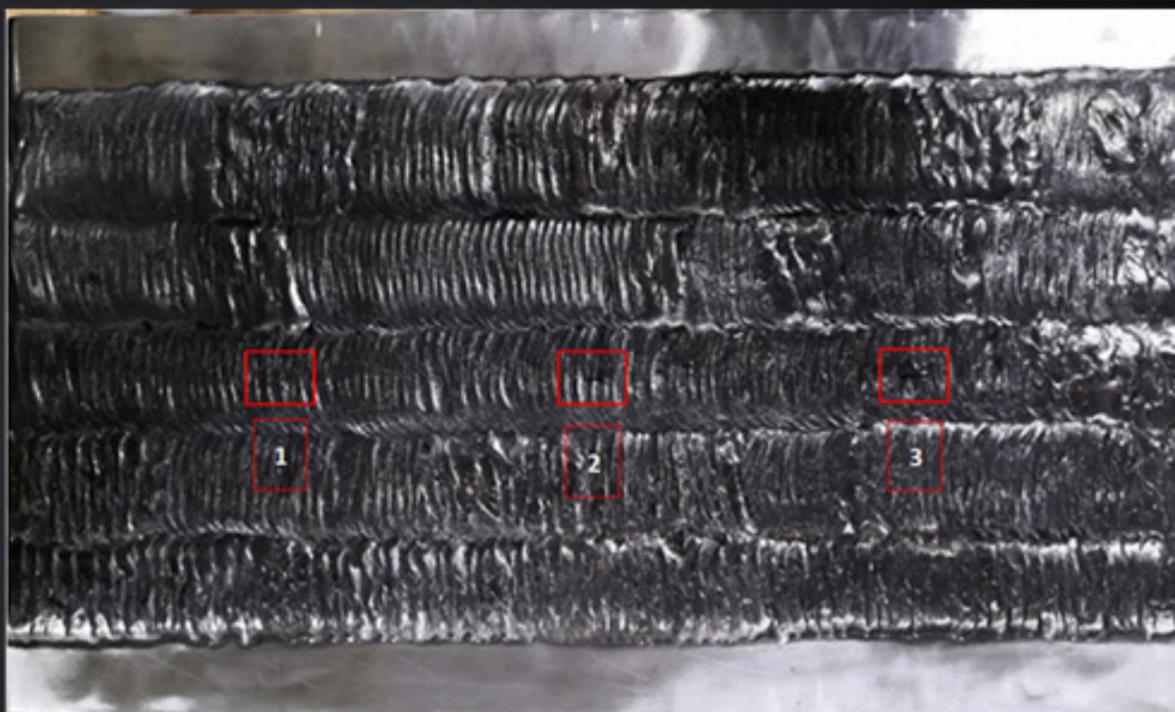


## 4个缺陷铁轨



## 检测结果



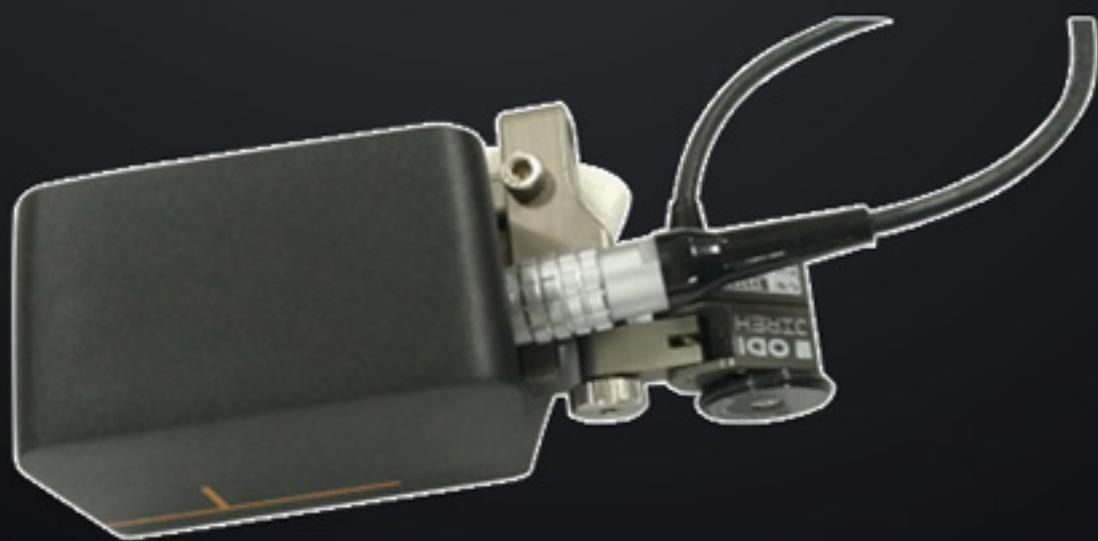
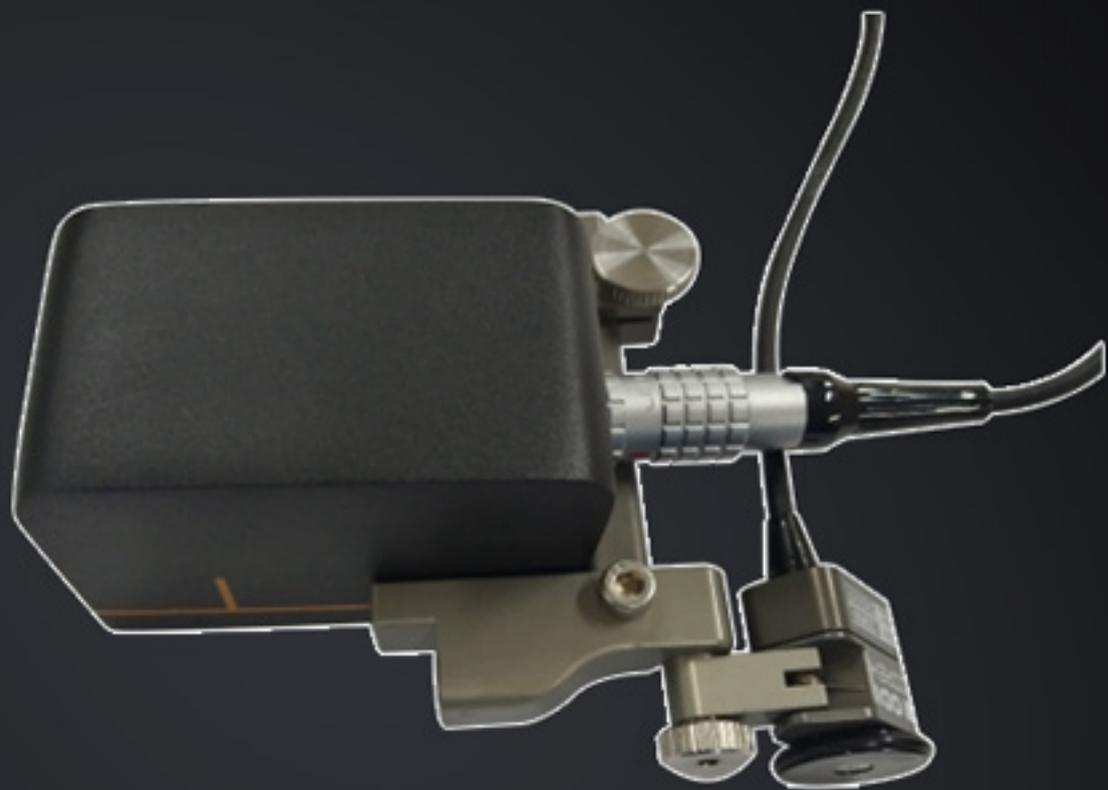


缺陷编号	长/mm	宽/mm	高/mm
1号表面裂纹	3	0.5	0.5
2号表面裂纹	6	0.5	2
3号表面裂纹	9	0.5	3

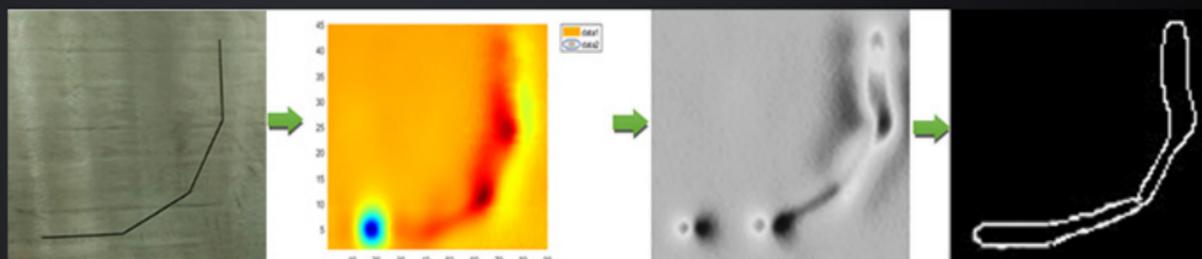
名称	笔式纵向探头	笔式横向探头	平面探头	平面探头
规格	BZ1-10	BH1-10	PM1-10	PM2-20
外观				
通道数	1	1	1	2
扫查范围	10mm	10mm	10mm	20mm
尺寸 (mm)	80* 30* 20	80* 30* 20	68.2* 39.2* 48	68.2 *39.2 *48
探头线	标准3m 最长增 加30m	标准3m 最长增 加30m	标准3m 最长增 加30m	标准3m 最长增 加30m

# 扫描架及 编码器

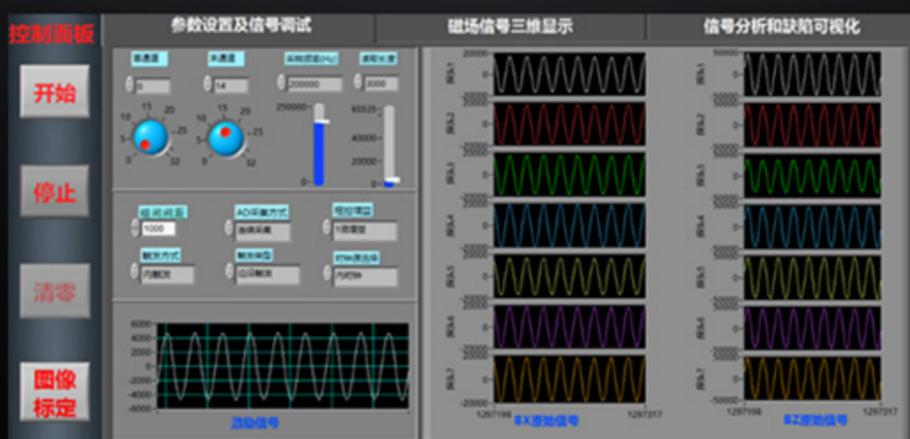
>>>



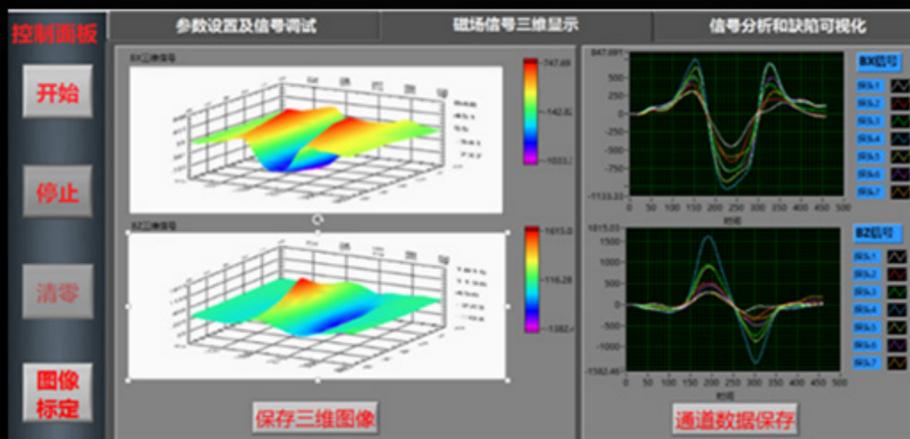
## 智能定量、三维轮廓可视化软件



软件主要包括特征信号模块（Bx、Bz及蝶形图）C扫描成像模块、智能判定模块、缺陷分析模块、形貌可视化显示模块及报表模块，单探头可实时动态显示缺陷特征信号，阵列探头可实现缺陷畸变磁场的C扫描成像显示，智能判定模块按照缺陷尺寸大小设置报警阈值，缺陷分析模块能够对特征信号进行选择 and 定量评估，形貌可视化模块通过智能算法实现缺陷2D或3D轮廓重构，报表模块可保存数据及图像结果并生成检测报告。



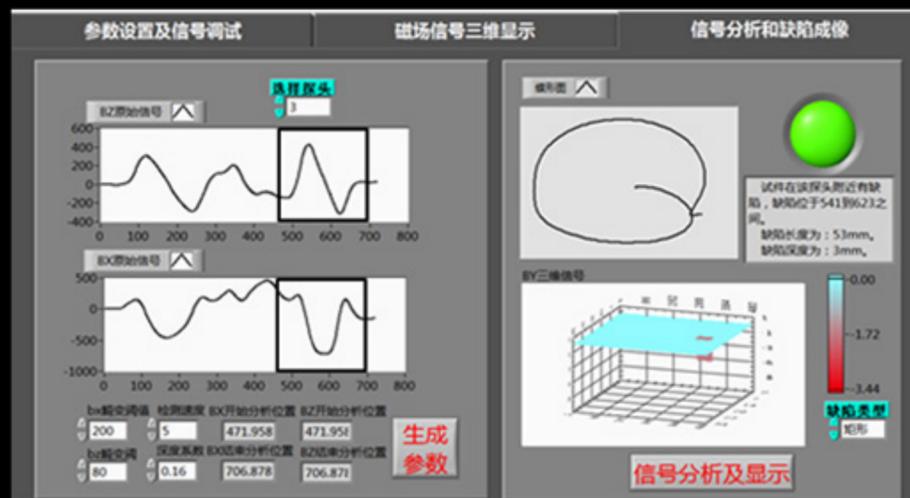
## 实时检测信号软件



## C扫描信号3D彩色软件



## 缺陷自动识别预警软件



## 缺陷分析软件



压力管道



压力容器



船舶工业



石油石化



航空航天



电力设备



工业制造



高校科研



钢结构



军工



核电



铁路

## LKACFM-X1 交流电磁场检测仪

### 一、技术参数：

- 1、适用材料：铁磁性和非铁磁性等所有导体材料表面及近表面缺陷检测；
- 2、主机系统：主机采用 Windows7（64 位）操作系统，集笔记本电脑、平板电脑两用于一体化设计；可做笔记本电脑使用，检测现场更方便对检测结果分析、处理、出具检测报告；又可做平板电脑使用，现场检测操作更方便快捷；
- 3、显示屏：11.6in 多点触控显示屏，强光下可清晰显示；
- 4、存储：4GB 内存、100G 硬盘；
- 5、键盘：LED 操作键盘背光灯；
- 6、触控设：显示屏多点触控、触控板多点触控、USB 连接鼠标控制；
- 7、摄像：800 万像素高清摄像头；
- 8、连接：蓝牙连接、USB 接口连接；
- 9、检测缺陷大小：长 $\geq 3\text{mm}$ 、深 $\geq 0.5\text{mm}$ ；（A1 型 15\100 磁粉试片缺陷；A 型、B 型渗透试块缺陷可检出）
- 10、检测近表面埋深缺陷深度：碳钢 3mm、不锈钢 5mm、铝 10mm；
- 11、穿透涂层厚度： $\leq 10\text{mm}$ （涂层、油漆层、环氧树脂胶层、沥青层等非导体材料涂层）；
- 12、检出率： $\geq 90\%$ ；
- 13、扫查速度：5—40mm/s；
- 14、边缘效应区域： $< 20\text{mm}$ ；
- 15、通道数量：16 通道（可扩展 32 通道、64 通道）；
- 16、单次扫查面积：0mm—160mm（取决于探头扫查面积）；
- 17、兼容探头：16 通道阵列探头（可扩展 32、64 通道）；
- 18、探头热插拔：支持；
- 19、检测温度： $-20^{\circ}\text{C}$ — $350^{\circ}\text{C}$ （取决于探头）；
- 20、软件数据显示方式：实时检测信号显示、C 扫描彩色 3D 显示、缺陷自动识别预警显示等多种显示方式选择；
- 21、数据存储内容：参数、C 扫描图像、波形曲线；
- 22、检测记录：检测过程可记录、检测结果可记录；
- 23、检测报告：标准版报告格式（可订做报告格式）；
- 24、工作时间：主机内置 2 块锂电池供电，随时更换续航，可不间断工作；
- 25、工作环境：温度 $-20^{\circ}\text{C}$ — $50^{\circ}\text{C}$  湿度 95%；
- 26、防护等级：全镁铝合金机壳，通过 IP65 防护等级认证；
- 27、主机重量：3kg。

### 二、ACFM 检测技术原理：

交流电磁场检测技术（Alternating Current Field Measurement-ACFM）是交流电压降法（Alternating Current Potential Drop-ACPD）基础上发展起来的新兴电磁无损检测技术，可对所有铁磁性材料和非铁磁性导电材料的表面缺陷和近表面缺陷进行快速检测。其原理是激励线圈在工件中感应出均匀的交变电流，感应电流在裂纹、腐蚀等缺陷位置产生扰动，从而引起空间磁场畸变，通过检测畸变磁场实现缺陷的检测和评估。当缺陷不存在时，感应电流为均匀场，磁场不发生畸变；当缺陷存在时，电流在缺陷端点和底部绕过，引起 X 方向磁场  $B_x$ （平行于工件表面并垂直于电流方向）在缺陷中心位置产生波谷，反映缺陷的长度；Y 方向磁场  $B_y$ （行于工件表面并沿着电流方向）产生交替峰谷；Z 方向磁场  $B_z$ （垂直于工件表面）在缺陷端点产生波峰和波谷，波峰和波谷反映缺陷长度信息。

当工件完好时各磁场分量为零，若有裂缝存在，工件表面磁场便会产生变异，仪器探头迅即将检出的讯号输入计算机分析，经软件运算后可实时地将裂缝之正确位置长度及深度显示出来。

BZ 对应裂纹的起点及终点，当探头经过裂纹时在起终点出现波峰，因此测出裂纹长度。

BX 对应电流密度，裂纹加深密度减少，因此测出裂纹的深度。

### 三、ACFM 检测技术特点及优势：

- 1、交流电磁场检测技术适用各种导电体材料，主要用于铁磁性或非铁磁性材料对于表面或近表面的缺陷可以快速准确的检出；
- 2、可穿透涂层检测，无需清除被检工件表面涂层，节省了清理表面涂层作业的时间和费用。对探头与被检工件间的提起不敏感，在检测过程中探头不需要与被检工件直接接触，与被检工件的表面距离最大可以达 10mm（即允许有不超 10mm 的不导电涂层）；如喷涂层、油漆层、环氧树脂胶层、沥青层等涂层下的缺陷；
- 3、可检测表面 350℃ 高温中的非疲劳裂纹；可用于水下 500m 深度结构缺陷检测；
- 4、可对任意方向裂纹缺陷检测；
- 5、不需要采用试块校验，有精确的理论依据和数学模型，能同时提供长度和深度信息；
- 6、便携式的检测系统，减少检测人员的劳动强度提升检测效率；探头可以较快的速度进行扫查，检测无后效性，无需退磁、表面清理等；
- 7、检测系统由主机与探头组成，无需任何耗材、介质和耦合剂节省费用；
- 8、可连接编码器实时记录并存储检测数据，实现检测过程可记录、检测结果可记录。对缺陷进行记录和回放，并对缺陷的尺寸进行计算。扫查速度 5-40mm/s；
- 9、基于 C 扫描信号彩色 3D 成像模式显示、缺陷自动识别及预警模式显示。

### 四、ACFM 技术检测数据：

- 1、表面缺陷任意方向检测；
- 2、近表面缺陷检测；
- 3、不锈钢焊缝表面缺陷检测；
- 4、管道表面缺陷检测；
- 5、自然簇装裂纹缺陷检测；
- 6、螺纹缺陷检测；
- 7、铁轨表面缺陷检测；
- 8、加氢反应器堆焊层缺陷检测。

### 五、配置清单：

- 1、LKACFM-X1 主机：1 台；
- 2、检测专用软件：1 套；
- 3、电源线：1 根；
- 4、单阵列探头：1 支；
- 5、三阵列探头：1 支；
- 6、角焊缝探头：1 支；
- 7、探头连接线：1 根；
- 8、检测用楔块：2 个；
- 9、操作手册、合格证：1 份；
- 10、仪器箱：1 个。