

电磁无损检测系统

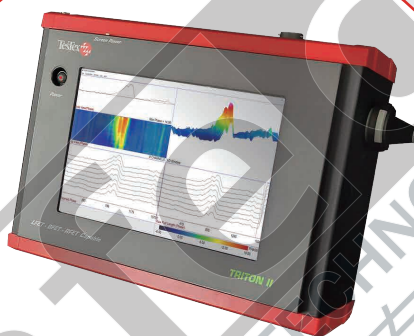


TRITON II + BFET / LFET / RFET

TesTex 是业内领先的电磁无损检测系统制造商。在铁磁性和非铁磁性金属元件无损检测的技术的发展和应用上处于前沿位置。

TesTex 提供各种规格的电磁无损检测设备和检测服务, 可根据各类特殊应用场景和项目的需求进行定制化开发。

THE ELECTROMAGNETIC
TECHNIQUE EXPERT FOR
SERVICES & EQUIPMENT



TRITON II
显示控制便携一体机

- 运行 Windows 11
- 高亮 LCD 阳光屏
- 1080p 分辨率+多点触控
- 缺陷捕捉+分析软件
- 可使用锂电池供电



BFET
平衡场电磁检测系统

- 适用于焊缝快速裂纹检测
- 可检测碳钢和不锈钢材质
- 可发现 9 mm 深埋藏缺陷
- 为弧形角焊缝检测优化
- 无需进行表面处理



LFET
低频电磁检测系统

- 适用于管道外部扫查
- 快速检测管内壁腐蚀缺陷
- 直观的 3D 缺陷视图
- 无需进行表面处理
- 可穿透各类非金属涂层



RFET
远场电磁检测系统

- 适用于管道内部检测
- 各规格的多通道探头
- 柔性探头可用于弯管
- 对填充率要求相对较宽松
- 无需进行表面处理



平衡场电磁检测技术

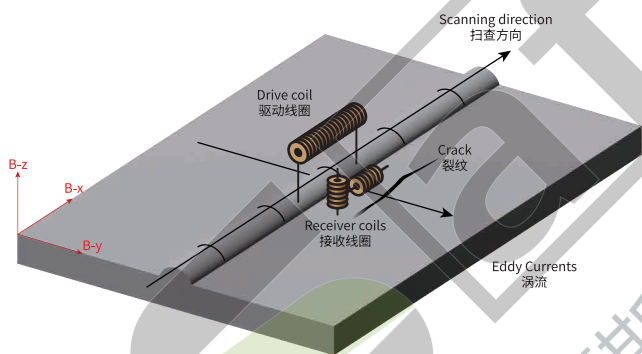
BALANCED
FIELD
ELECTROMAGNETIC
TECHNIQUE

TRITON II 搭配 BFET 无损检测设备是一款革命性的检测金属焊缝和金属表面及浅层裂纹的设备。平衡场电磁检测探头适用于几乎所有的环境，在有弧度表面、平面、焊接面上都可以透过油漆和包裹层快速完成检测。

该系统不需要清洁待检表面，可无视表面的锈蚀和油漆。扫描速度可达 30 cm/s，速度快、准确度高，可以有效发现裂缝。



BFET 技术原理

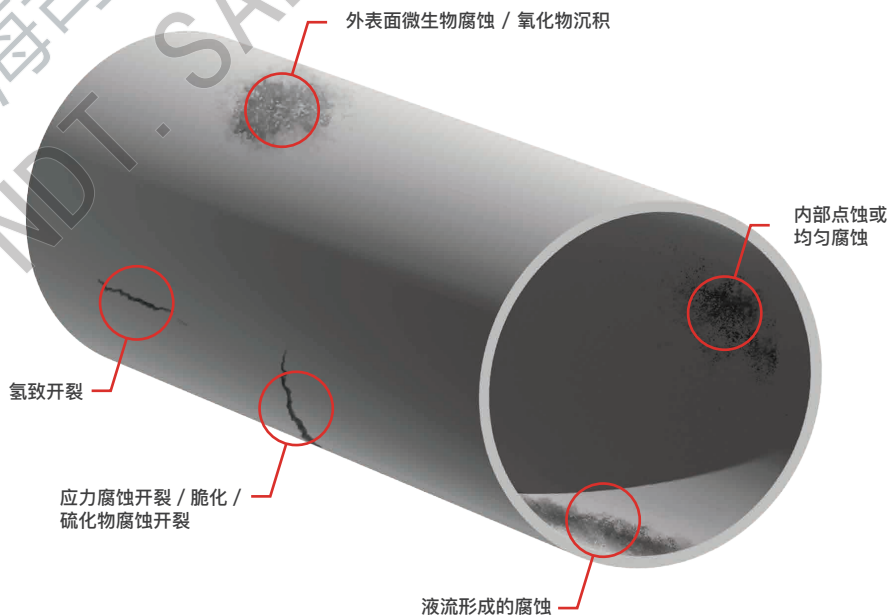


BFET 作为涡流的衍生技术，其在裂纹等较小缺陷信号捕捉能力有大幅增强。两个接收线圈同时绕制在一个线轴上，一个线圈平行于测试平面，另一个线圈垂直于测试平面。当探头扫描经过裂纹缺陷时，两个接收线圈产生电压差信号，软件通过接受电压差的信号从而捕获缺陷。BFET 巧妙的探头线圈布局可以有效地抵消提离改变对信号的影响。

常见应用

BFET 可覆盖各类缺陷检测。其常见应用有：

- 压力容器
- 普通容器
- 管头焊缝
- 金属焊缝
- 风电塔
- 储罐底部、外壳焊缝
- 各类管道
- 除气罐
-



特色与优势

- 可以检测深达 9 mm 处的裂缝
- 油漆、外层包裹和锈蚀都不会干扰检测信号
- 只需要最小程度的表面处理
- 不同于超声波检测，本品不需要耦合剂
- 测试速度最高可达每秒 30 cm
- 通过特殊算法可以消除干扰信号
- 扫描器有各类型号规格，适用于不同种类的焊缝的深度穿入检测
- 探头阵列可以产生高清实时画面，来显示缺陷，检测信号可储存于电脑中以供后续分析

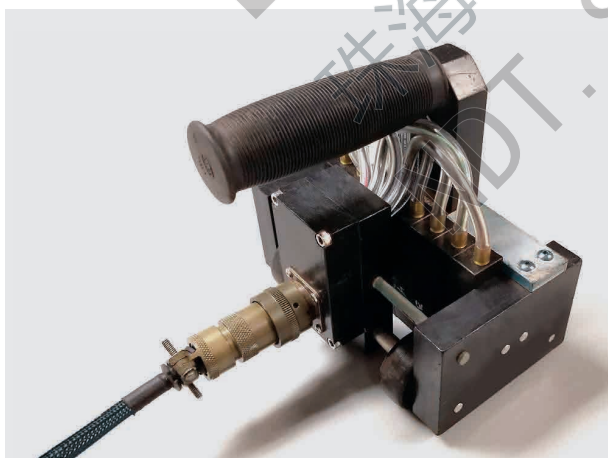


▲ 接口焊缝的检测

各类特殊的 BFET 扫查器

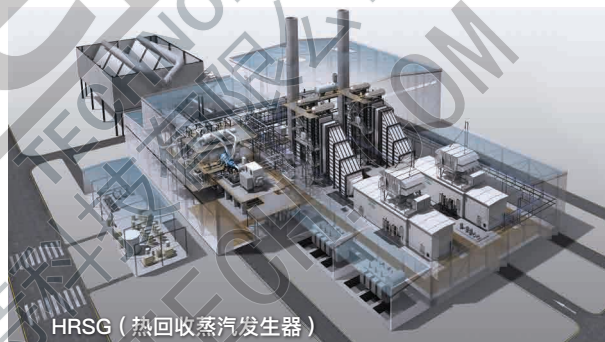


▲ 一系列手持的 BFET 传感器



▲ 8 通道 BFET 扫面阵列设备

基于 BFET 的 HRSG 焊缝检查装置

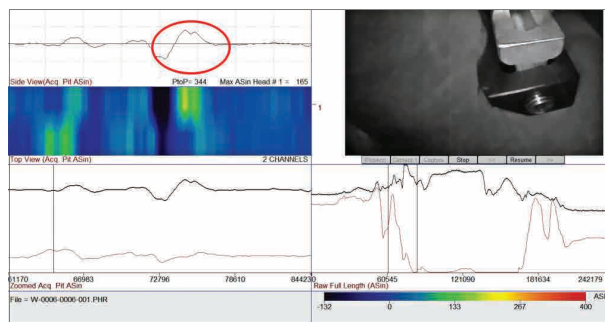


HRSG (热回收蒸汽发生器)



摄像头

BFET 探头



▲ 应用了 BFET 技术的爬行机器人，用于检测 HRSG 管道端部焊缝的裂纹

TRITON II 搭配 LFET 无损检测系统是一款革命性的从外侧扫描管道的无损检测系统，可以在铁磁性和非铁磁性金属材料上进行检测，适用于水冷壁、过热器、再热器，省煤器和其他管道的内、外壁表面及材质内部缺陷的检测。

本系统拥有极高效率和优秀的准确度，成本低廉，并有丰富的现场应用经验。此外，该系统还能适用于其他的各类管道缺陷检测，例如弯曲面、狭小空间和小口径管道等等。



LFET 技术原理

低频电磁检测技术 LFET (Low Frequency Electromagnetic Technique) 使用分离的激励和接收传感器线圈，激励线圈在较低的频率 ($\leq 10\text{Hz}$) 下激发产生一个交变电磁场，并穿透被测材料，从其一侧传导到另一侧。

- 在没有壁厚减薄和缺陷的地方，电磁场产生一定信号强度衰减，如右图 1 所示。
- 当探头移动到有壁厚减薄和缺陷的地方时，可以检测到一个较强的电磁场信号，如右图 2 所示。

图 1

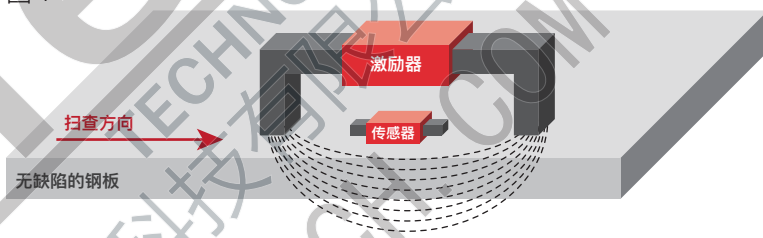
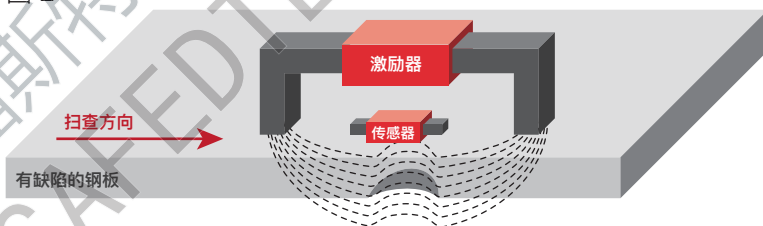
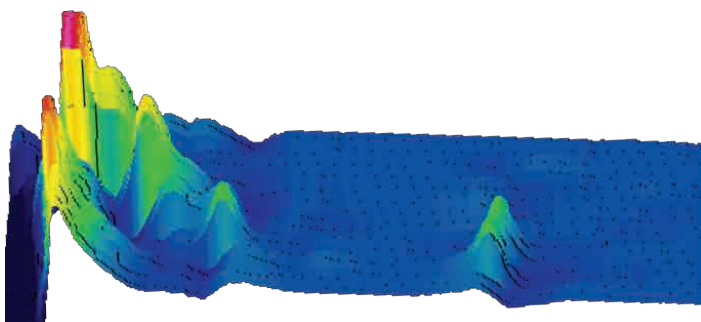


图 2



LFET 特色与优势

- 干式非接触式检测方式，无需耦合剂
- 检测效果不会受到常见的铁锈、表面剥落以及包裹层等的影响
- 各类的扫描仪适用于各种直径的管道
- 特殊设计的探头可以适应各种作业环境
- 扫描速度最快可达到每分钟 3 ~ 5 m
- 设备轻便、模块化
- 先进的数据分析，配以实时数据显示
- 高清晰度彩色 3D 显示
- 8 个或 16 个探头扫描（取决于管道粗细）



▲ TesTex 研发了电磁三维成像技术，并根据缺陷产生机理开发了相应的信息处理技术和显示方法，可直接识别壁厚减薄、点蚀等缺陷，加上其独特的三维旋转显示技术，可以直观地找到缺陷的位置。



扫查器可适应不同管径，上图为 150mm 和 200mm 管道检测外壁扫查器



采用低矮型设计，适用于管道间狭窄区域，可在最低 12mm 的空间内可用



快速检测锅炉水冷壁



检测弯管内侧的扫查器



检测弯管外侧的扫查器

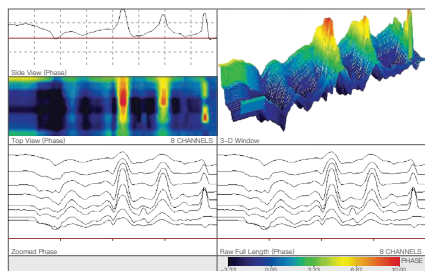
LFET 扫查器参数

属性	规格
工作频率	3 Hz ~ 30 k Hz
最大穿透能力	19 mm
扫描宽度	在 100 mm 外径下可达 170°
探头 / 通道数	8/8 或 8/16
重量	0.14 ~ 0.7 Kg (根据规格变化)

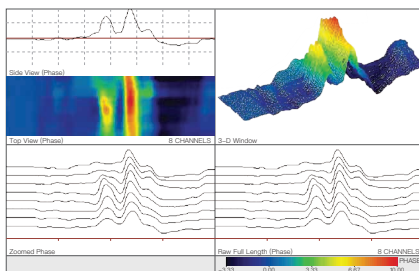
LFET 典型的缺陷扫描波形

TRITON II LFET 扫查器可用于检测

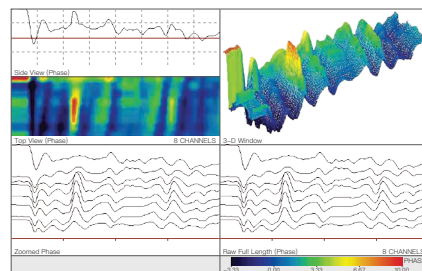
- 腐蚀性化学试剂或磷酸盐的腐蚀
- 氢蚀 / 锈蚀块
- 氧点蚀
- 裂缝 (包括不锈钢上面的应力裂缝)
- 烟气、高 / 低 NO_x 和 SO_x 侵蚀
- 基质酸化以及制造缺陷 (通过基准检测)



▲ 锅炉管道内壁被腐蚀



▲ 锅炉管道对半切开后露出的氢蚀



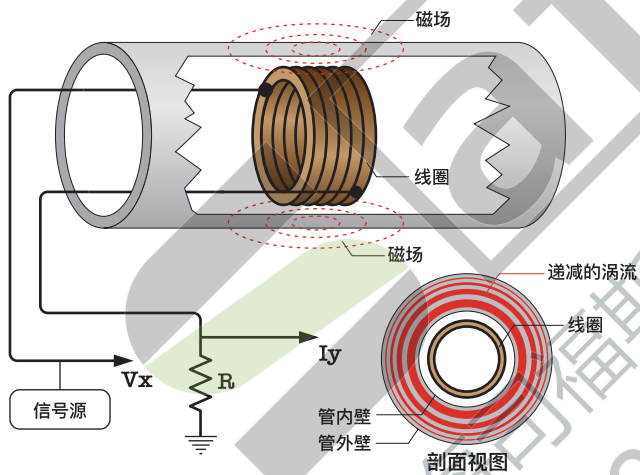
▲ 螺纹管内部的两个点蚀

TRITON II 在搭配使用 RFET 探头可用于检测平直管道 / U 型管，有色黑色金属以及小口径的管道。可以有效检测出侵蚀，腐蚀、点蚀、裂缝以及机械损伤的位置和计算缺陷大小，避免管路出现故障后造成的损失。

RFET 可以实现管道壁 100% 整体立体圆柱面检测，而不仅仅是测试几个离散的点。根据使用环境的不同，可选择使用单通道模式、差分模式以及多通道模式。



RFET 技术原理



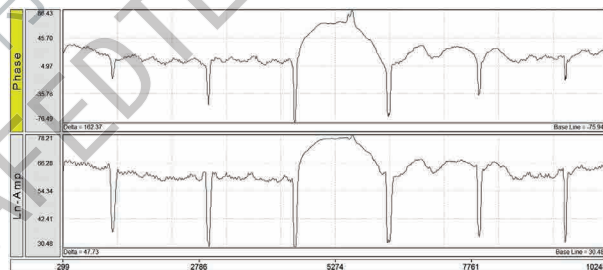
● 图：铁磁性管道内部涡流的不均匀分布

两个圆柱形线圈放置在导电圆柱形管中，如图所示。其中一个线圈（称为驱动线圈或发射线圈）由低频交流信号激励。另一个线圈（称为拾波线圈）将接收到来自驱动器线圈的直接耦合信号和来自管壁的较弱的远场 (RFET) 信号的两种信号矢量之和。

当探头通过管壁缺陷区域时，缺陷会改变磁场穿透路径，导致拾波线圈接收到的信号产生相位延迟和幅度变化。通过分析这些变化，可以计算出缺陷的位置、深度和形状。

特色与优势

- 管道内、外表面的涂层不会造成信号干扰
- 探头直径从 8 mm 到 150 mm
- 大约每个轮班可以完成 300 条管道检测
- 管内的填充物并不会造成太多影响（小于 40%）
- 工作频率选择范围较大，可以使用在黑色金属和有色金属上

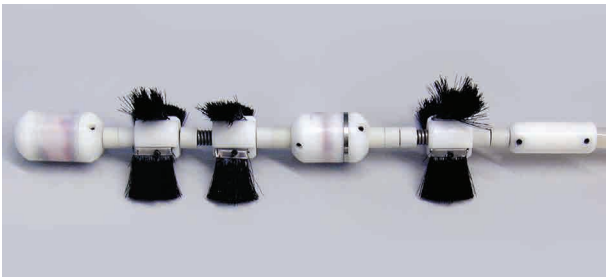


- ▲ 单通道的数据可显示出两条管道中间的支撑结构位置的表面磨损情况

应用场景

RFET 多通道无损检测系统可以用于检测基本上所有的管道结构的设备，例如锅炉、热交换器、风冷器 / 鳍片风扇、空气加热器等等。例如，使用 RFET 系统可以在双汽包锅炉、热交换器失效之前找到问题所在。另外，本设备还能检测小尺寸的管道，并能为新的管道和备件管道提供基本的评估。

• 锅炉管道检测

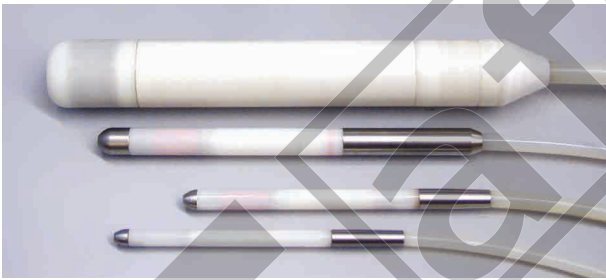


锅炉检测可以用在双汽包锅炉以及直管锅炉上。这些检测都是在管道的内部进行的。可以为每根管道得出定量的评估。适用场景包括发电锅炉，回收锅炉，废热锅炉，火管锅炉，热传导锅炉以及锅炉相关的设备，例如管式空气加热器等。在缺陷分类过程中，例如壁厚减薄、点蚀、裂缝、侵蚀、锈蚀磨损等缺陷可以检测出来并得到评估。



▲ 锅炉管束的检测

• 热交换器检测



热交换器检测可以作用在平直管束换热器，U 型管束以及带鳍片的热交换管上。可使用环境包括给水加热器，气冷片风扇，冷却器，空气加热器 / 预热器，改性器，冷凝器，反应器，再沸器等。这些设备里的失效有管壁变薄，点蚀，裂缝，震动 / 摩擦损耗，腐蚀 / 侵蚀，蒸汽切割等。



▲ 技术人员测试固定式热交换器

RFET 探头参数

属性	规格
直径尺寸	$\phi \geq 8 \text{ mm}$
探头 / 通道数	1 ~ 16 个探头, 提供 1 ~ 8 个通道
填充率	$\geq 40\%$
长度	最长可达 30 m
重量	0.14 ~ 0.7 Kg (根据规格变化)

