

FRAX 系列 扫频响应分析仪



- 业内最大的动态量程和最高的精度
- 满足与扫频响应测试有关的所有国际和国内标准
- 软件提供先进的分析方法和决策支持
- 满可兼容其他 FRA 测试设备的数据
- 无线通信（FRAX 101）功能
- 电池供电（FRAX 99 和 FRAX 101 选配）

产品描述

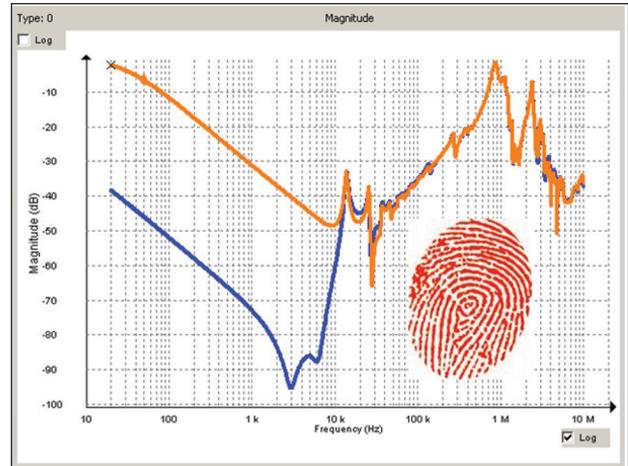
电力变压器是当今输配电基础设施中最为重要的元件之一。变压器故障导致的电力中断和超出计划范围的维修会成为巨大的开支。因此规避变压器故障，进行可靠和高效的测试和诊断显得尤为重要。

FRAX 系列扫频响应分析仪（SFRA）可检测出铁芯和绕组的机械和电气变化。FRA 方法被主要电力公司和承包商使用已超过 10 年。测量过程非常简单，通过获取变压器一个独特的「指纹」，与参考「指纹」相比较就可以直接得出变压器机械部件是否改变的结论。

「指纹」的偏差表明了变压器内部的机械或电气结构发生了改变。

FRAX 能检测的问题包括：

- 绕组变形和移位
- 匝间短路和绕组开路
- 紧固结构损坏
- 铁芯连接故障
- 局部线圈塌陷
- 铁芯接地故障
- 铁芯移位



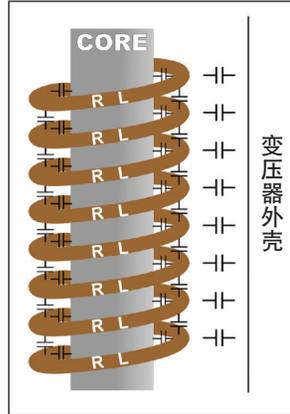
使用频率响应分析（FRA）收集指纹数据是检测电力变压器机械和电气系统问题的一种简易的方法，是一项省时且节约成本的投资。

应用

变压器在设计时应考虑到运输和运行过程的突发事件，如雷击和短路故障时产生的机械力。然而，严重故障或者绝缘机械强度因老化而降低的情况下机械力会超出设计限值。通过一项简单的测试将指纹响应与意外发生后的响应进行对比，就可以判断这台变压器是否可以安全地投入运行还是需要进一步诊断。

基本原理

变压器由许多电容、电感和电阻组成的一个非常复杂的电路，对这个电路注入离散的测试信号时，该电路就会产生一个独特的指纹或信号，该信号可以用曲线绘制出来。SFRA方法以比较多条测量曲线发生的变化为基础，一次SFRA测试包含多重扫描，可检测变压器的机械和电气的完整性是否遭到损坏。



实际应用

通常的做法是在变压器全新的时候或者健康的状态下采集每个绕组的“指纹”。这些曲线就可以用作后续维修测试或判断设备是否故障的参照。

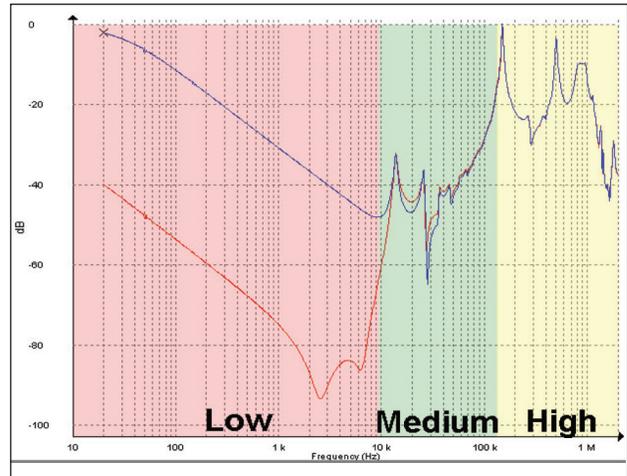
最可靠的方法是基于时间的对比，即同一变压器不同时间测试出的曲线间的对比；另一种是同型号具有相同设计的“姊妹变压器”间的对比；最后一个是基于结构的对比，在一定的情况下，把同一个变压器的各个绕组的测量曲线进行对比。

这些对比试验可以在如下时间进行：1) 运输前后；2) 严重的击穿故障后；3) 大修前后；4) 作为判断潜在问题的诊断性试验。一次SFRA测试就能检测出其他设备需要多重检测才能发现的绕组问题，或其他方法完全检测不到的绕组问题。SFRA是一种快速而且成本低廉的评估变压器是否损坏或是否能够重新安全投运的方法。如果发现问题，测试结果就能成为非常有价值信息，为下一步行动提供决策支持。

关键变压器拥有一条参考曲线，在发生故障时就会成为一项有价值的投资，因为这时候就可以对故障进行简单和可靠的判断。

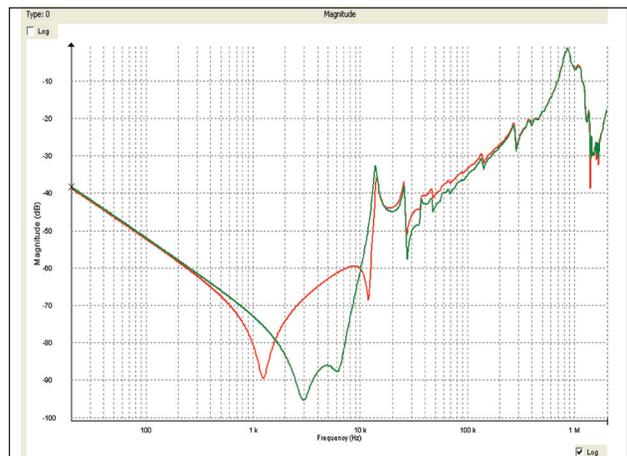
分析结果和软件

一般地，绕组短路、磁化和与其他与铁芯有关的问题，在最低频率下会改变曲线的形状。中频表明线圈轴向或径向的移动，高频则揭示了线圈间以及它们与套管和分接开关抽头间的接线存在的问题。



低、中和高频举例

FRAX 软件提供了很多高效数据分析的特性。可以同时打开无限个测试数据，用户可以从其中挑选任意条扫描曲线进行对比。测试结果以传统的幅度—频率或相位—频率显示出来。用户还可以选择把数据以阻抗或导纳—频率的形式显示出来，已便对特定型号的变压器进行确切分析。



上图反映了某台单相变压器在大修后，由于疏忽铁芯接地未连接（红线），和铁芯接地正确连接后（绿色）的曲线状况。这种潜在问题可以在1 kHz至10 kHz的频率范围内清晰地显示出来，在10 kHz至200 kHz范围内也有细微的差别。

功能与优点

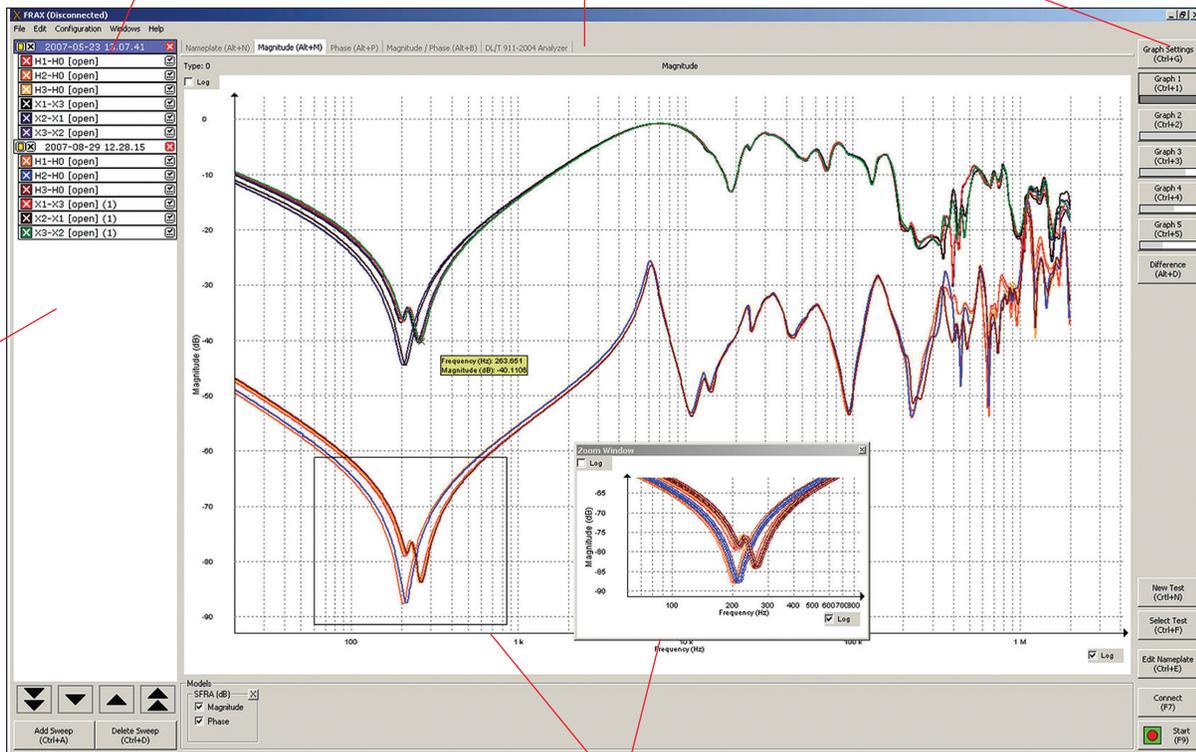
- 行业内最小、最坚固的FRA测试仪
- 内置PC带有强大的背光屏 (FRAX) , 可在太阳直射下使用
- 通过使用超群的电缆技术和采用IEC60076-18规定的标准接地方式, 保证了重复性

- 满足与SFRA 测试有关的所有国际标准
- 业内最大的动态量程和最高的精度, 从而可以探测到变压器内部最轻微的机电变化
- 先进的分析和支持软件工具为变压器的下一步处理决策提供完美的参考

测试对象浏览器 — 不限次数测试和扫描, 完全的用户控制。

快速选择标签 — 显示内容和分析工具快速切换。

快速图表按钮 — 可编程图表设置可迅速、简单地改变视图。



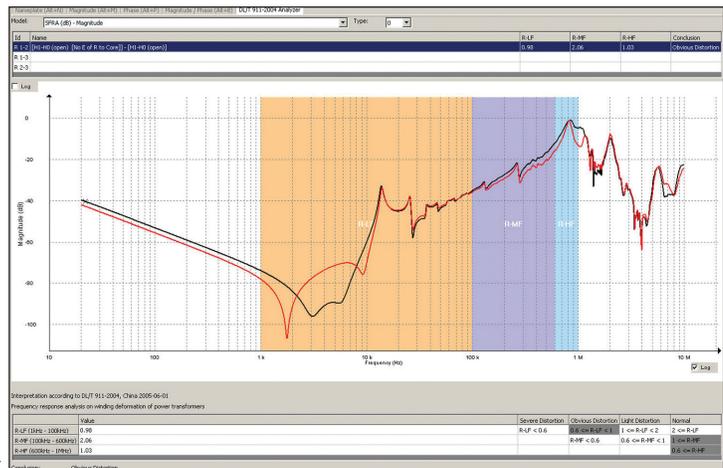
扫描/曲线设置 — 每个扫描都能单独打开或关闭, 更改颜色、曲线的线宽和位置。

动态缩放 — 放大曲线的任何部位。

操作按钮 — 所有必要的功能都可以通过指尖点击实现, 或通过鼠标、功能键和触摸屏选择。

使用基于DL/T911-2004国标的相关性系数分析工具提供决策支持

自动分析算法能够比较两条曲线的幅值差异和频移, 得出形变为严重、明显或轻微的结果。



进行SFRA测试时需要考虑的问题

SFRA测量采用的是比较不同时间测得的曲线或比较不同被测样品的曲线的方法。这就要求在进行测量时结果具有最高的可重复性并消除外部因素，如电缆、连接和仪表性能等因素对测试结果的影响。FRAX提供了所有必要的手段以确保测量曲线能够真实地反映变压器的内部状况。

良好的连接

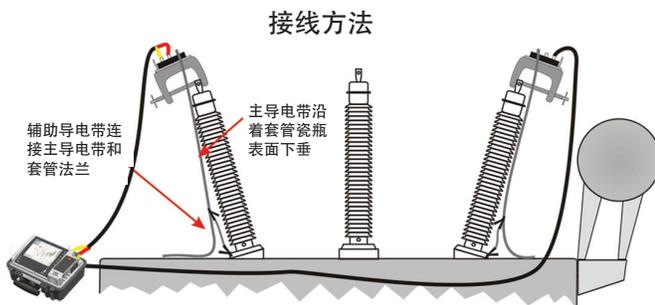
连接不牢固会影响到测试结果，这就是为什么 FRAX 提供了特殊的测试夹钳以确保能套管和仪器能保持良好的连接状态。



C形夹钳能保证良好的连接状态

对变压器的每次测量，必须保证测试电缆屏蔽层与地的连接是相同的。传统的接地连接方法会出现重复性的问题，高频响应会产生偏差，从而导致分析困难。

FRAX接地金属带从夹钳沿着套管绝缘的外表面下垂，并连接到套管法兰的地，这就保证了无论套管是高还是矮，接地状况都是大致相同的。



使用C形夹钳固定以及电缆屏蔽层的最短接地回路能够消除连接和电缆回路问题对测量的影响。

导入和导出

FRAX软件可以导入其他FRA仪器的数据文件，以便对其它FRA仪器获得的数据进行对比。FRAX按照国际XFRA标准规定的格式及标准的CSV和TXT格式导入和导出数据。

最佳扫频设置

应用软件向用户提供了一个无与伦比的快速、高效的测试特性。传统SFRA系统使用对数间隔取点，即20 Hz到200 Hz之间的测量点数和200 KHz到 2 MHz之间的测试点数相同，因而测试时间较长。

变压器的低频响应曲线只有少数谐振点，大部分谐振都位于高频范围。FRAX允许用户在频率较低时取较少的测量点而在频率较高时取高密度的测量点，从而达到测试更快速、信息更详细的目的。

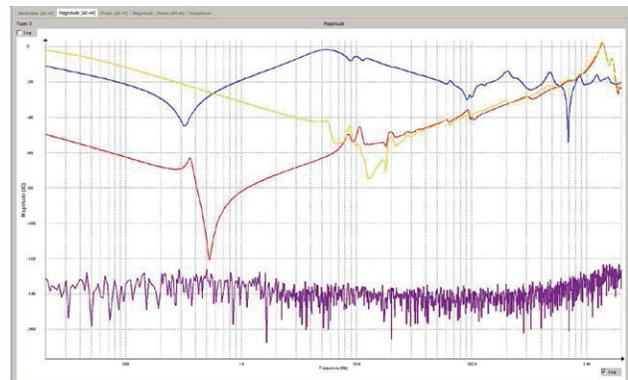
可变电电压

低频时测量电压会影响结果。一些FRA仪器制造商没有采用最常用的10V峰-峰值电压，从而使不同仪器之间的测试结果比较复杂化。FRAX使用的默认电压是10V峰-峰值电压，但FRAX也允许用户为满足不同测试需要自行调整电压。

动态量程

精确地测试宽频率范围下、幅值变化巨大的频率响应测试对测试仪、测试线和连接都提出了很高的要求。

FRAX在设计时考虑到了这种需求，它很坚固，能够滤除干扰信号，并且拥有行业内最大的动态量程和最高的精度。FRAX的动态量程如下图所示，紫色曲线为仪器内部噪声，其它颜色曲线是典型的变压器响应。较大的动态量程（内部低噪声）有利于对各型变压器进行精确测试。

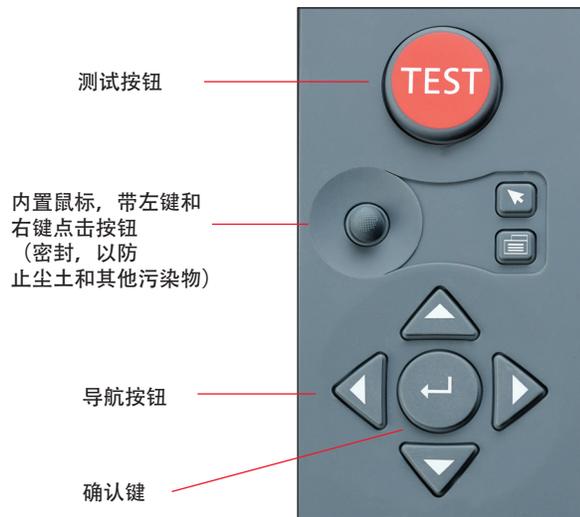


变压器测试结果与内部噪声比较案例。

FRAX 150 带有内置电脑

FRAX150的内置电脑具有高对比度和强大的背光屏，可在阳光直射下工作。通过内置的操纵杆或使用外置USB鼠标可以控制光标，内置的键盘可以方便地进行信息输入。

所有数据都存储在内置的硬盘上，这些数据可以使用U盘移动到任何其他计算机。



FRAX 150 控制面板特写

规格

本技术参数适用于常规输入电压和+25°C的环境温度，参数会在不经意间有所改变。

环境

应用范围 本仪器用于中高压变电站和工业领域

环境温度运行

FRAX 150 -5°C 至 +50°C
FRAX 99/101 -20°C 至 +55°C

储存湿度 -20°C 至 +70°C
< 95%，不结露

CE标志

EMC 2004/108/EC
LVD 2006/95/EC

常规

直流电源 11 - 16 V
电源电压 90-264 V AC, 47-63 Hz

体积
仪器
FRAX 150 305 × 194 × 360 mm
FRAX 99/101 250 × 169 × 52 mm

运输箱
FRAX 150 -
FRAX 99/101 520 × 460 × 220 mm

重量
仪器
FRAX 150 6 kg
FRAX 99/101 1.4 kg / 1.8 kg (含电池)

运输箱及配件
FRAX 150 16 kg
FRAX 99 15 kg
FRAX 101 12 kg

测量部分

测量方法 扫频 (SFRA)
频率范围 0.1 Hz - 25 MHz, 用户自选
频率分辨率 0.01 %
频率精度 0.01 % (测量误差)
点数 默认1046, 用户可设定, 最大至32,000
测量时间 默认64s, 快速测试设置37 s (20 Hz - 2 MHz)
点间距 对数, 线性或两者
扫频设置 用户自定义频段范围内独立设置。线性或对数间距或两者结合
内部噪声 (20 Hz - 2 MHz 均值) < - 140dB (FRAX101 和 FRAX150)
动态量程 < - 120dB (FRAX99)
> 150dB (FRAX101 和 FRAX150)
> 130dB (FRAX99)

测试精度 ±0.1 dB +10dB至-50 dB
±0.5 dB 下至-100 dB (FRAX101/150)
±1 dB 下至-100 dB (FRAX99)
频宽 用户自选 (默认<10%)
PC通信 USB (光耦隔离)
软件 FRAX适用Windows 2000/XP/Vista/7/8/10
标准/指南 满足IEC 60076-18、IEEE C57.149-2012、CIGR技术文献342、DL/T 911-2004 以及其它国际标准
1) 动态量程定义为+10dB至仪器内部噪音水准

模拟输出

通道 1
恒流输出电压 0.2 - 24 V p-p
测量电压@50Ω 0.1 - 12 V p-p
输出阻抗 50 Ω
保护 短路保护
频率范围 0.1-25 MHz
扫频方向 低频至高频或高频至低频

模拟输入

通道 2
取样 同时
频率范围 0.1-25 MHz
输入阻抗 50 Ω
取样速率 100 MS/s

测试结果及分析

数据显示 幅值 (线性或对数)、相位、差值、阻抗、导纳、电阻、自定义子频段分析、差值、DL/T 900-2004、用户自定义相关性分析
绘图
数据分析

数据管理

数据库 开放式XML格式
导入 HP、Doble、Omicron、Tettex、TDT、CIGRE(*xfra)
导出 CIGRE(*xfra)、CSV、Txt、Doble

PC (FRAX150)

操作系统 Windows® XP系统 (嵌入式)
内存 内部存储器可存放1000条记录
外部存储可使用USB存储器

PC 配置要求 (FRAX99/101) 注意: 仪器不含PC

操作系统 Windows XP/Vista/7/10
处理器 Pentium 500 MHz或更高
内存 256 MB或更高
硬盘 最少30 MB
PC通信 (远程控制) USB (电气隔离的)
蓝牙 (FRAX101)
以太网线

标配附件



包含的附件如上：电源线，接地线，2接地导线带，2条带绝缘的接地导线带，2个C型夹钳，输出电缆，测试电缆，现场测试盒，尼龙附件小袋，2条带夹子的接地导线带，装测试电缆的帆布袋

选配附件



FDB101

FRAX 的演示盒FDB101是一个变压器套件，可用于室内培训和演示。它是一个小型单相变压器，可以模拟正常以及故障情况。可进行开路或短路测试，此设备包含两个测试阻抗，其中一个与FTB 101相同。



FTB101

一些国际标准推荐在进行FRA测试之前，首先使用一个由制造商提供的已知响应结果的标准元件来确定测试仪器和电缆是完好的。FRAX标配附件包含了一个现场校正盒FTB 101，使用户在现场可以进行这项重要的确认工作，确保测试结果可靠。

订购信息

Item	Art. No.
FRAX-101	
With accessories, 18 m (60 ft) cable set	AC-19090
With accessories, 9 m (30 ft) cable set	AC-19092
With accessories incl. battery, 18 m cable set	AC-19091
With accessories incl. battery, 9 m cable set	AC-19093
FRAX-99	
With accessories, 18 m cable set	AC-29092
With accessories, 9 m cable set	AC-29090
With accessories, incl. battery, 18 m cable set	AC-29096
With accessories, incl. battery, 9 m cable set	AC-29095
FRAX-150	
With accessories, 18 m cable set	AC-39090
With accessories, 9 m cable set	AC-39092
Included accessories for all models	
Generator cable	
Measure cable	
4 x 3 m (10 ft) ground braid set	
2 x 0.3 m (1 ft) braid with clamp	
2 x C-clamp (bushing connector clamp)	
2 x G-clamp (ground clamp)	
Field Test Box FTB101	
Ground cable 5 m (15 ft)	
Mains cable	
FRAX software for Windows	
User manual	
Additional included accessories for FRAX 99	
AC/DC adapter	
Light transport case	
Canvas carrying bag (for accessories)	
USB cable	
Additional included accessories for FRAX 101	
AC/DC adapter	
Transport case	
Bluetooth adapter	
USB cable	
Additional included accessories for FRAX 150	
Canvas carrying bag (for accessories)	

Item	Art. No.
Optional Accessories	
Calibration set	AC-90020
FRAX demo box FDB 101	AC-90050
FRAX generator and ref cable, 9 m (30 ft)	GC-30040
FRAX generator and ref cable, 18 m (60 ft)	GC-30042
FRAX measure cable, 9 m (30 ft)	GC-30050
FRAX measure cable, 18 m (60 ft)	GC-30052
C-clamps	GC-80010
E-clamp (single hand grip clamp)	GC-80030

UK
Archcliffe Road, Dover
CT17 9EN England
T +44 (0) 1 304 502101
F +44 (0) 1 304 207342
UKsales@megger.com

UNITED STATES
4271 Bronze Way
Dallas, TX 75237-1019 USA
T 1 800 723 2861 (USA only)
T +1 214 333 3201
F +1 214 331 7399
USsales@megger.com

OTHER TECHNICAL SALES OFFICES
Valley Forge USA, College Station
USA, Sydney AUSTRALIA, Täby
SWEDEN, Ontario CANADA, Trappes
FRANCE, Oberursel GERMANY, Aargau
SWITZERLAND, Kingdom of BAHRAIN,
Mumbai INDIA, Johannesburg SOUTH
AFRICA, and Chonburi THAILAND

Registered to ISO 9001:2000 Cert. no. 10006.01
FRAX-series_DS_CN_V01
www.megger.com/cn
Megger是一个注册商标
所有资料以英文版本为准