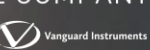


ALTANOVA

A DOBLE COMPANY



DFA-300 手持式局部放电巡检仪

李建祥/Alan Li

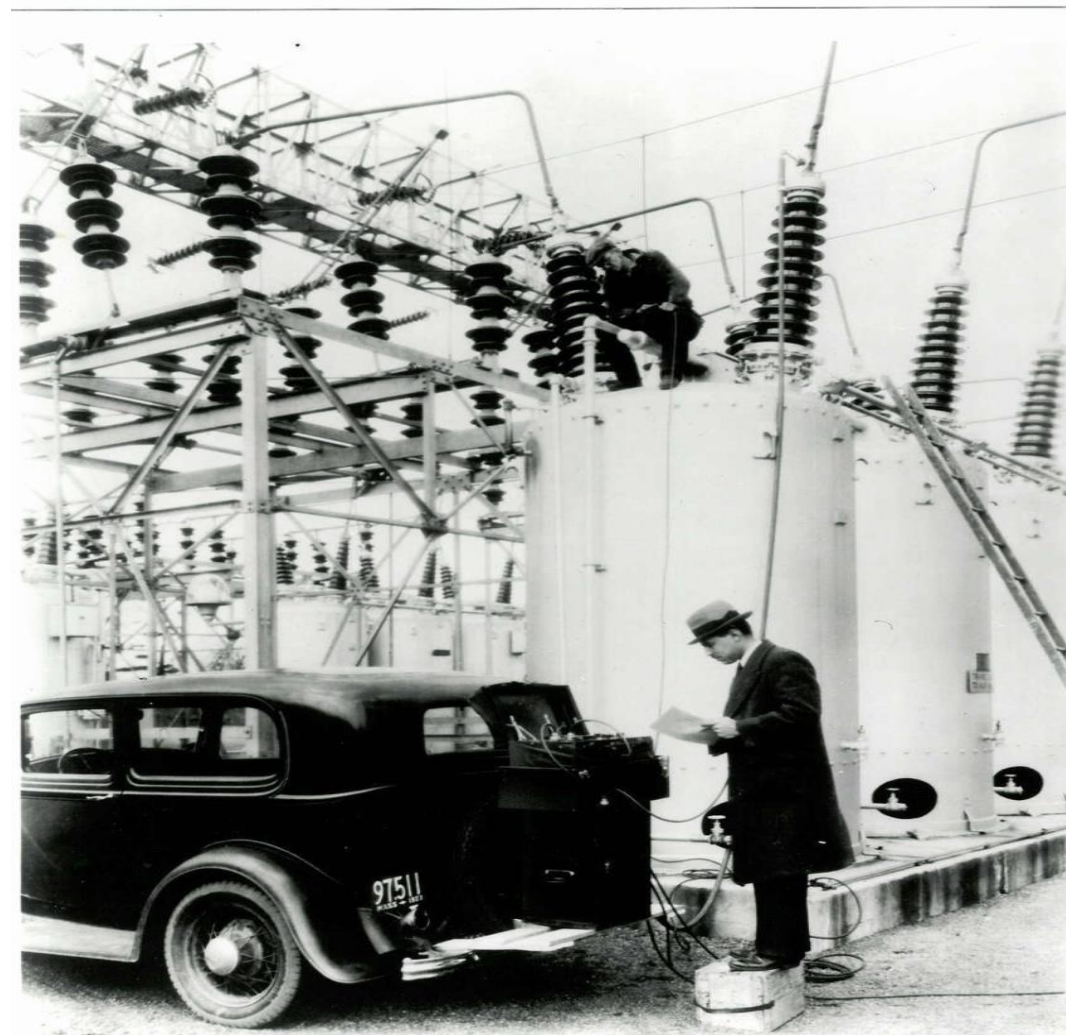
技术应用工程师/TAE

成立于1920

Doble 公司

- 1920年Mr. Frank Doble创建了道波工程公司
- 致力于电力测试研究的企业
- 总部设在美国马萨诸赛州的 波士顿

“道波测试”
充油断路器套管
—1933



1. DFA300 检测原理和应用介绍
2. 射频模式 (RF) 检测流程和图谱介绍
3. 射频模式 (RF) 案例分享
4. 超声模式 (AE) 局放检测功能介绍和流程
5. 超声模式 (AE) 典型图谱介绍
6. 超声模式 (AE) 案例分享



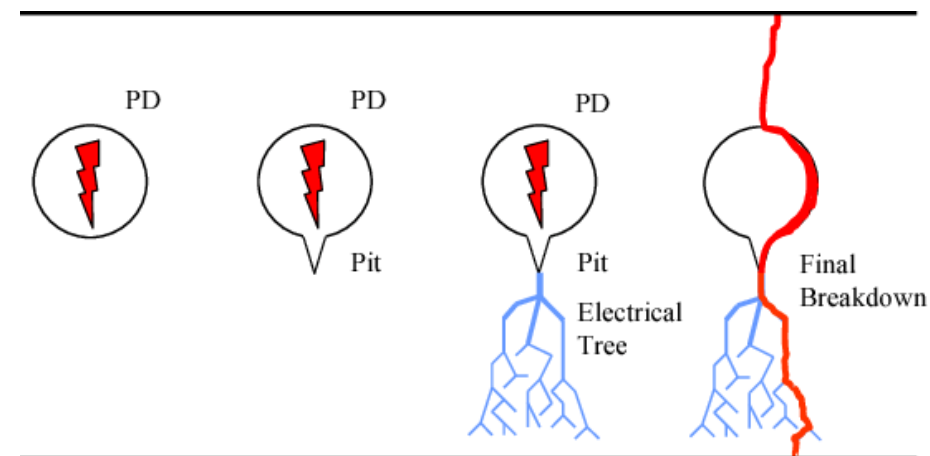
DFA300 检测原理和应用介绍

局部放电

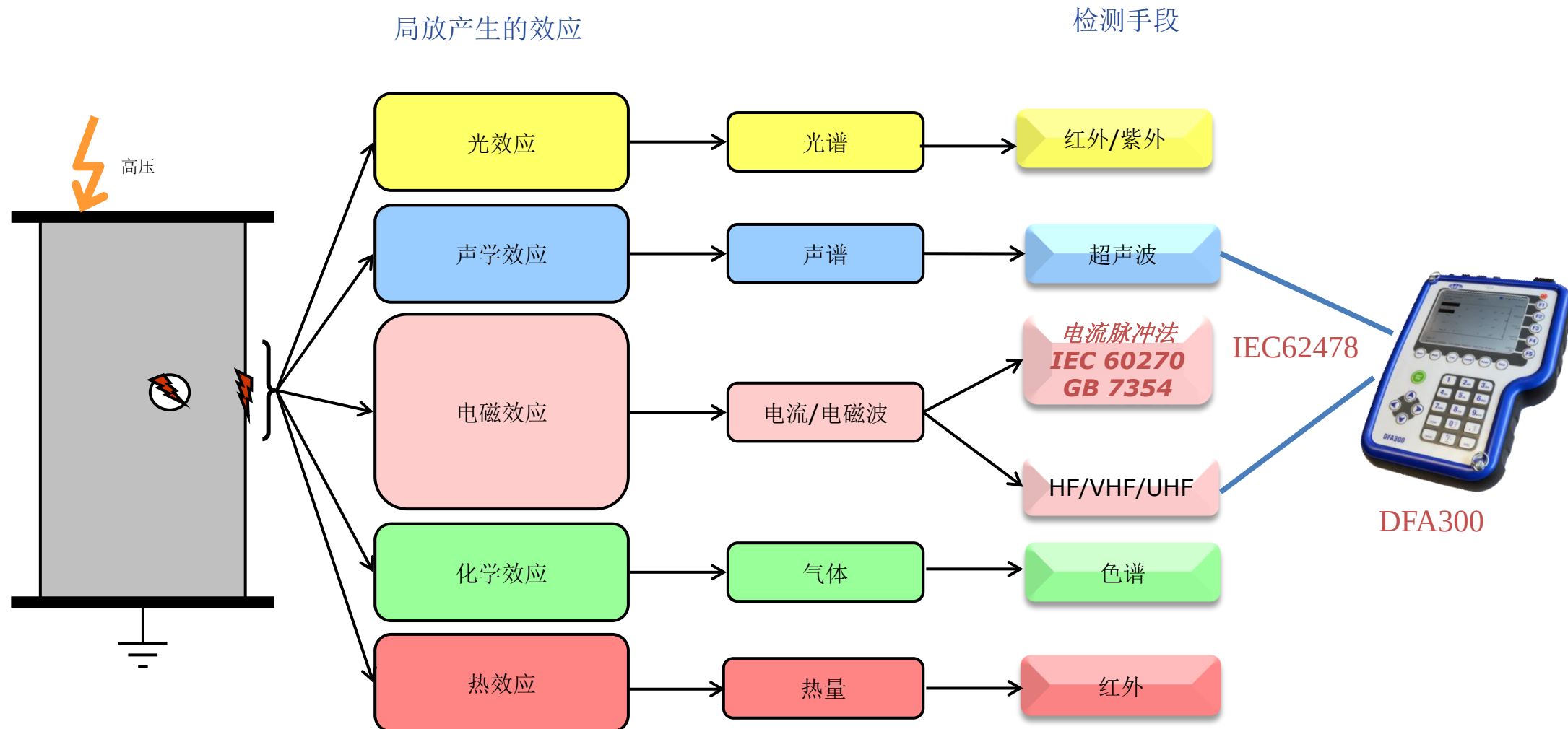
IEC: “localized electrical discharge that only partially bridges the insulation between conductors and which can or can not occur adjacent to a conductor”

IEEE: “Localized electrical discharge that only partially bridges the insulation between conductors”

导体间绝缘仅被部分桥接的电气放电。这种放电可以在导体附近发生也可以不在导体附近发生

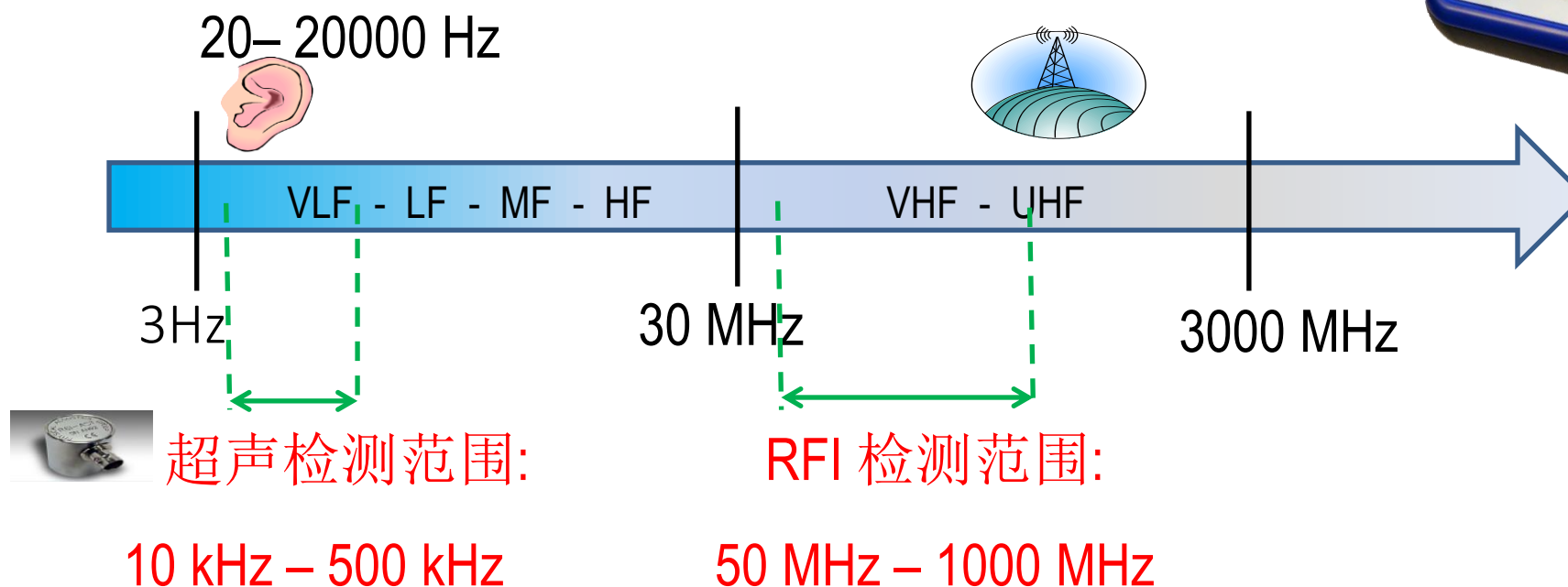


局部放电产生的效应及检测手段



DFA300 检测原理

局放源在产生局放的同时，会产生电磁波和超声波，DFA300就是通过检测这种电磁波和超声波，并对其进行分析来达到检测局放的目的。



DFA-300 局部放电巡检仪

AIA-2 GIS 局放诊断仪



+

PDS 100 局放巡检仪



DFA-300 局放巡检仪

DFA-300 局部放电巡检仪

DFA300 主要特点包括：

- 结合了射频（RFI）和超声（AE）两种局放检测模式。
- 集成了 AIA-2 的超声局部放电检测功能、及各种图谱。
- RFI射频功能检测效率非常高，可以在短时间内完成整个敞开式变电站的 RFI局部放电巡检，快速发现放电缺陷。
- 可用于检测和定位GIS、变压器、开关柜、和电缆终端等多种电气设备中的绝缘缺陷。
- 手持式设备、配有大显示屏，操作非常便捷。



DFA300的部分应用场景



户外敞开式变电站



MV 开关柜



干式变压器



充油电力变压器



MV/HV电缆终端&
中间接头



HV GIS

DFA-300 介绍



1. 传感器接口
2. 电源开关
3. 充电口

4. 外接USB存储
5. USB通讯
6. 音频输出/无线同步

DFA-300 主机及标准配件



DFA300



R3a 超声传感器和电缆



R3a磁座



硅脂



背带



RFI天线



无线同步发射器



耳机

DFA-300 可选传感器



方向传感器



TEV



HFCT



R15a、R6a 超声传感器



UHF 排油阀传感器

DFA-300 + UHF排油阀传感器



DFA-300 + HFCT传感器



DFA-300 + TEV传感器



射频模式（RF）检测流程和图谱介绍

DFA-300 射频检测功能

RF 检测:

- 频域分析
Spectrum analyzer
- 时域分析
Time resolved
- 幅值 vs. 相位
Level vs. phase
- 电平计
Level meter



RFI模式检测流程

第一步：扫频检测
频域分析（Spectrum Analyzer）

第二步：判断是否存在局放
时域分析（Time Resolved）

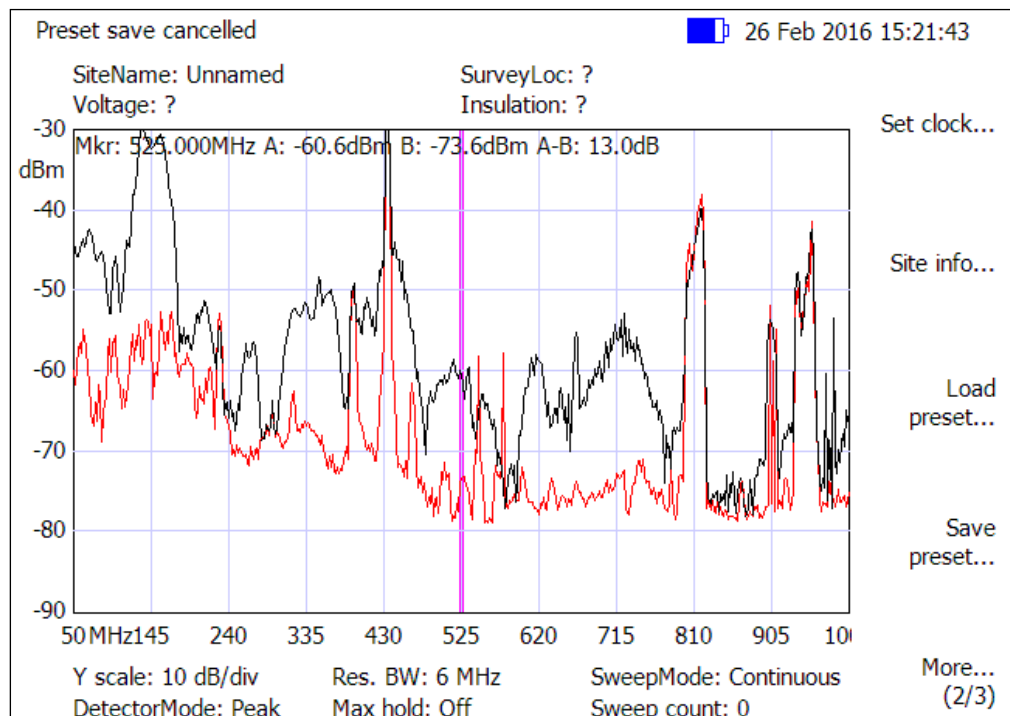
第三步：确认局部放电种类
PRPD 模式（Level vs. phase）

第四步：局部放电源定位
电平计（Level meter）

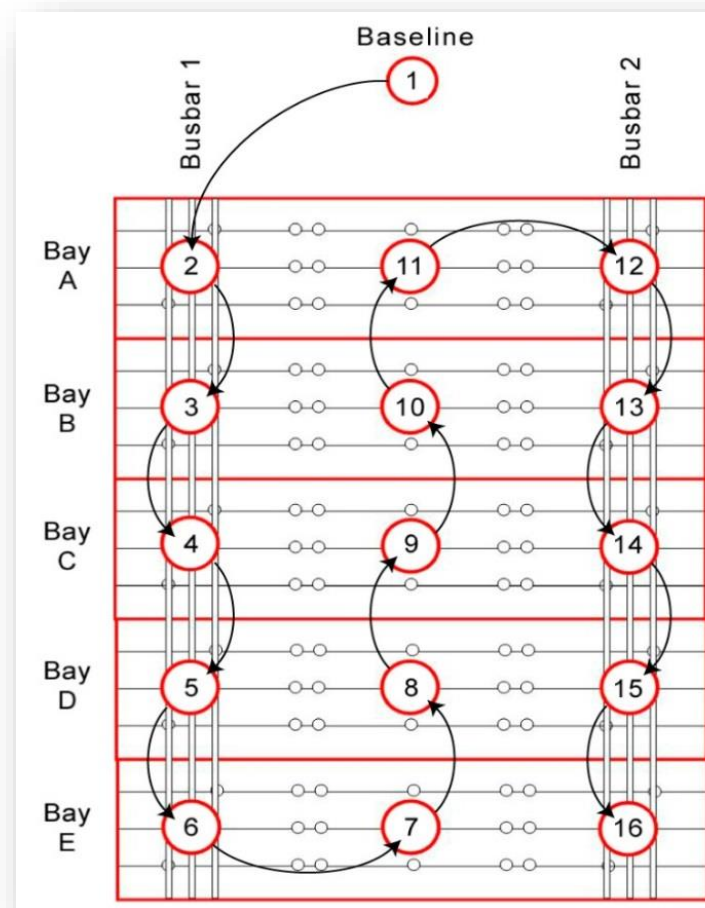
RFI检测第一步：频域分析

检测流程（敞开式变电站为例）：

- 在变电站外创建基线（Baseline）。
- 对变电站内规划检测点（检查点规划见右图）依次进行检测。
- 对各点检测值（黑色曲线）与基线（红色曲线）进行比较分析。
- 紫色竖线 – 用于设定时域模式和PRPD模式下的中心频率。



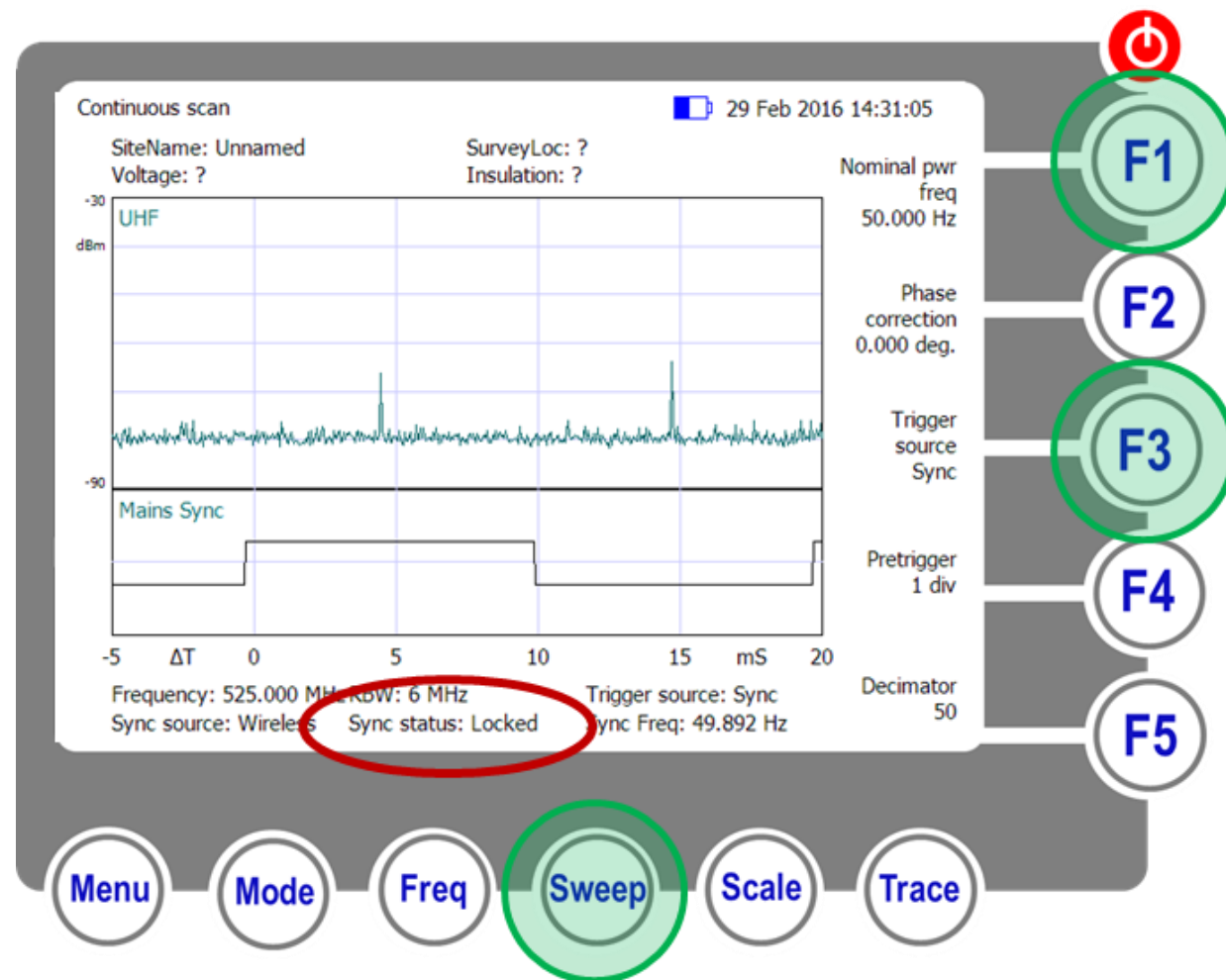
检测点规划：



RFI检测第二步：时域分析

主要特点：

- 显示时域中信号响应。
- 可以使用左/右箭头来调整工频周期。
- 连接无线同步发射器后，同步状态将从“Unlocked”切换到“Locked”。



RFI检测第三步：PRPD 模式

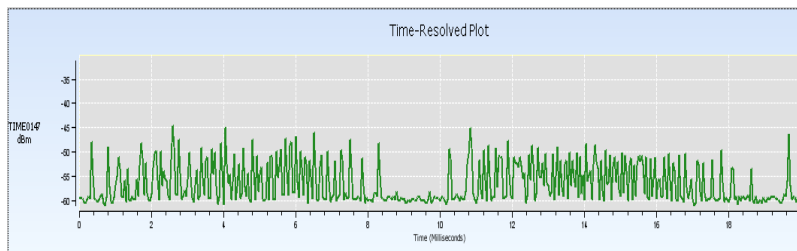
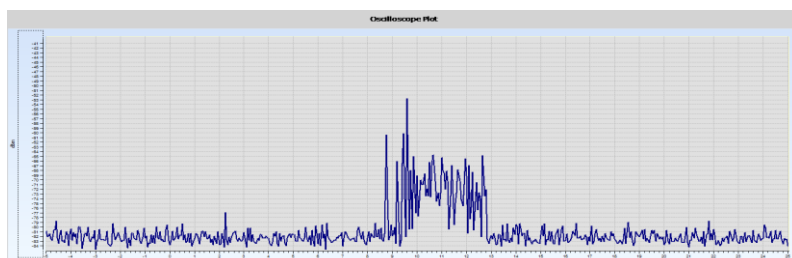
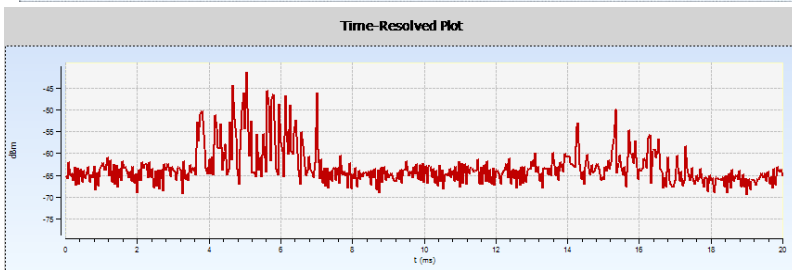
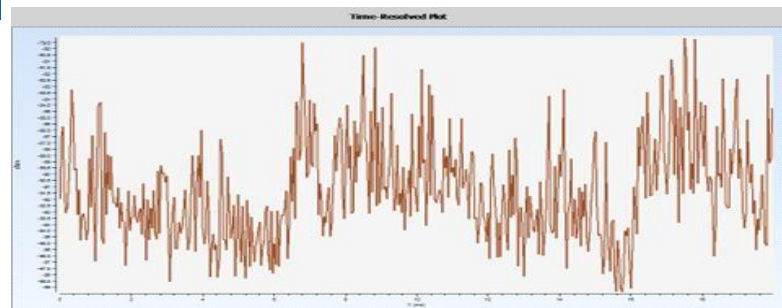
主要特点：

- 需要连接工频同步。
- PRPD 图谱（Level vs. phase）。
- 打点数量可设置：1000、2000、或5000。



典型图谱

时间模式



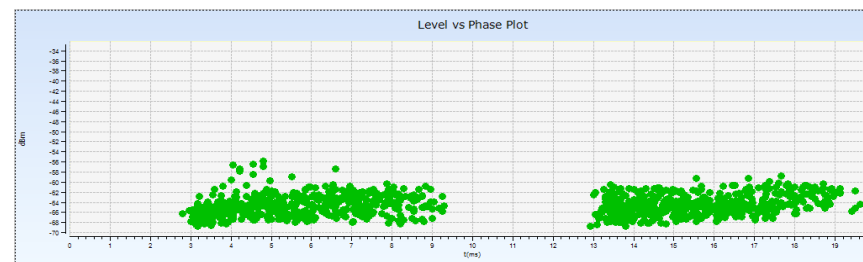
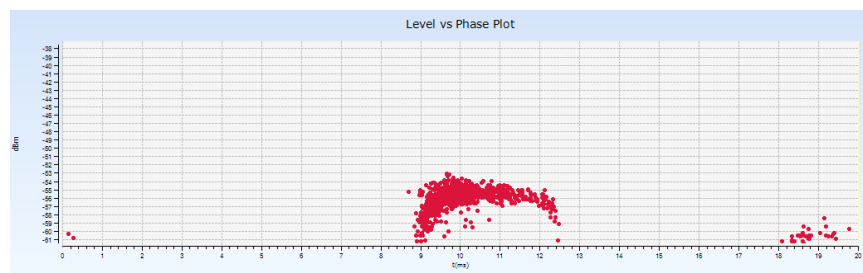
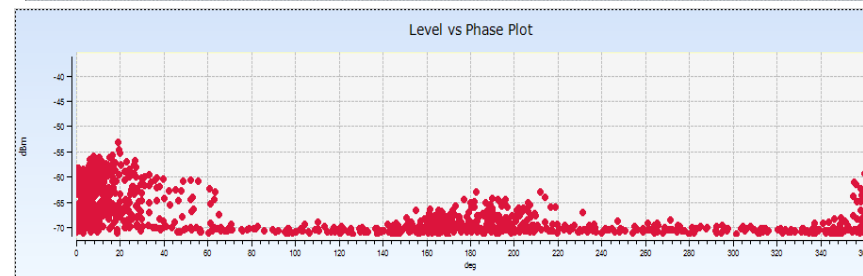
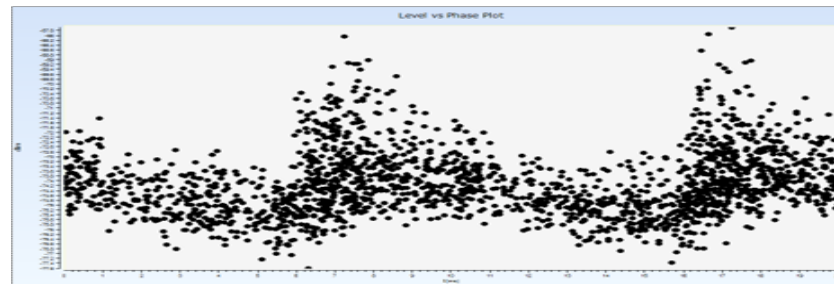
内部放电

表面放电

电晕

悬浮电位

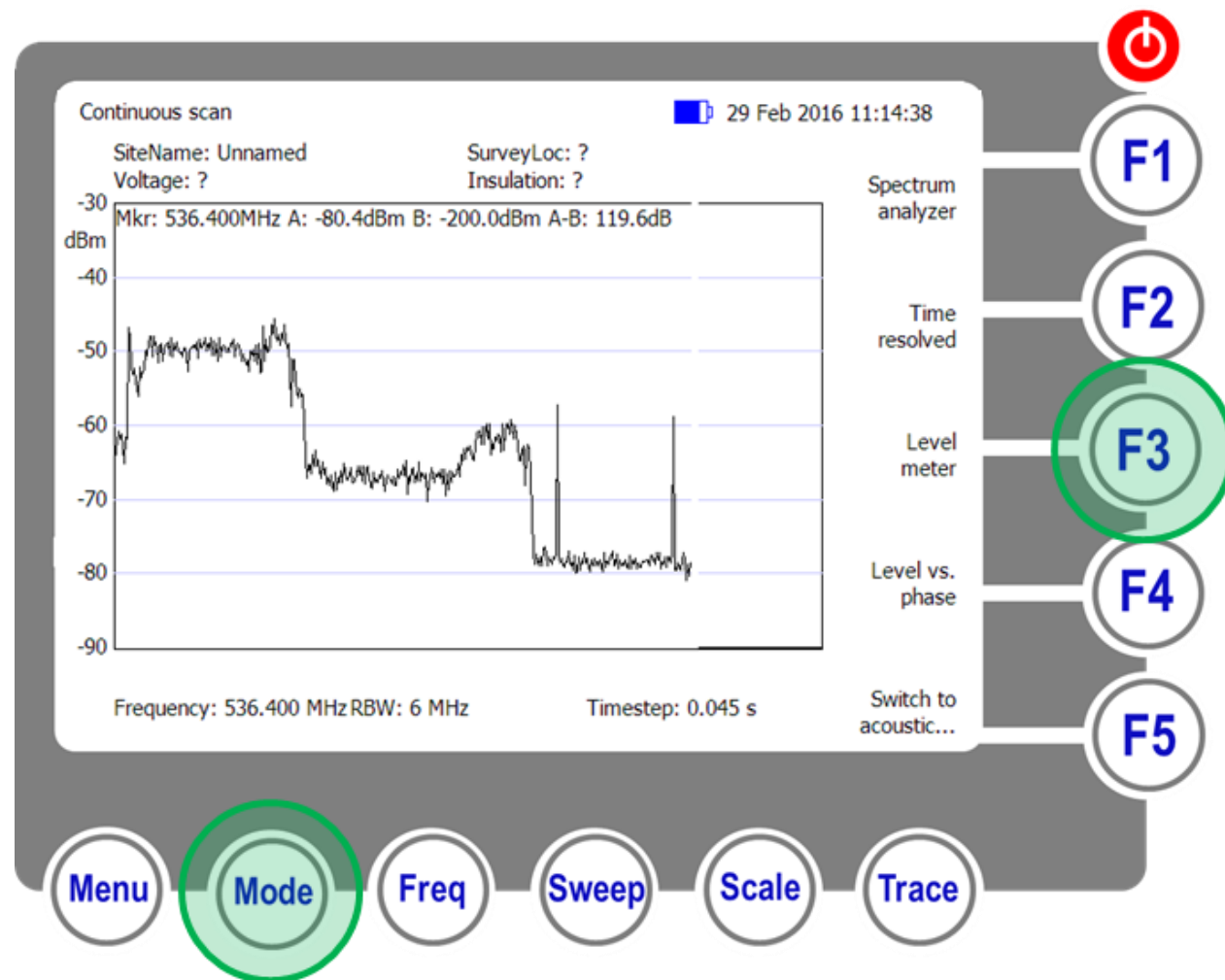
相位模式



RFI检测第四步：功率计模式

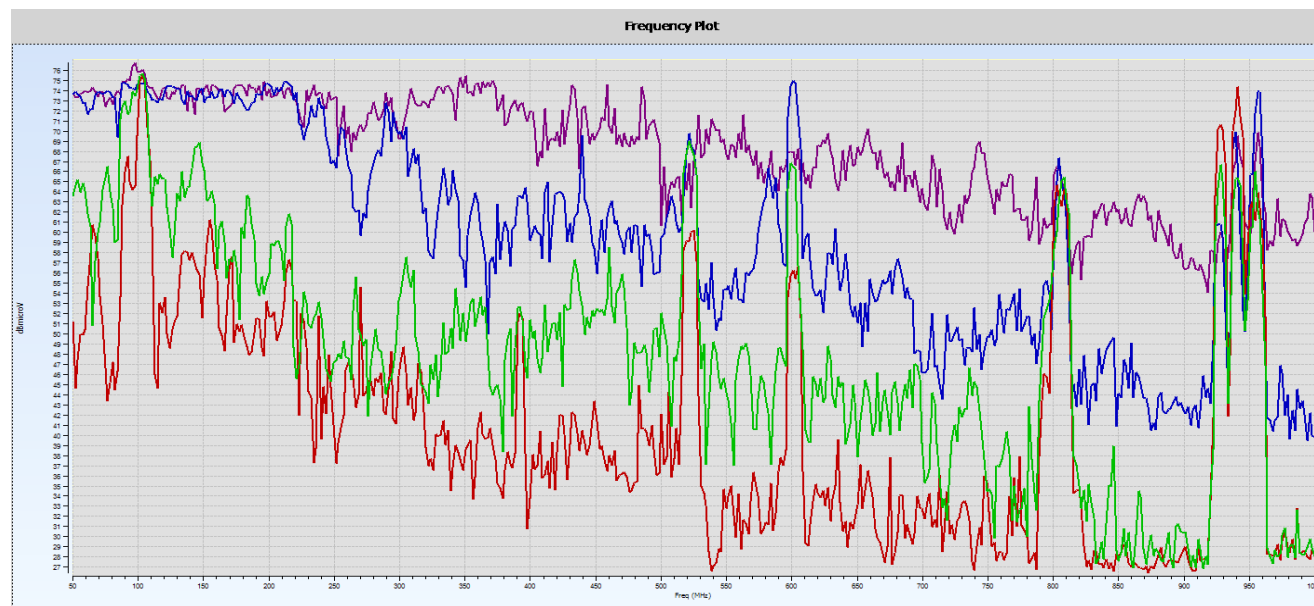
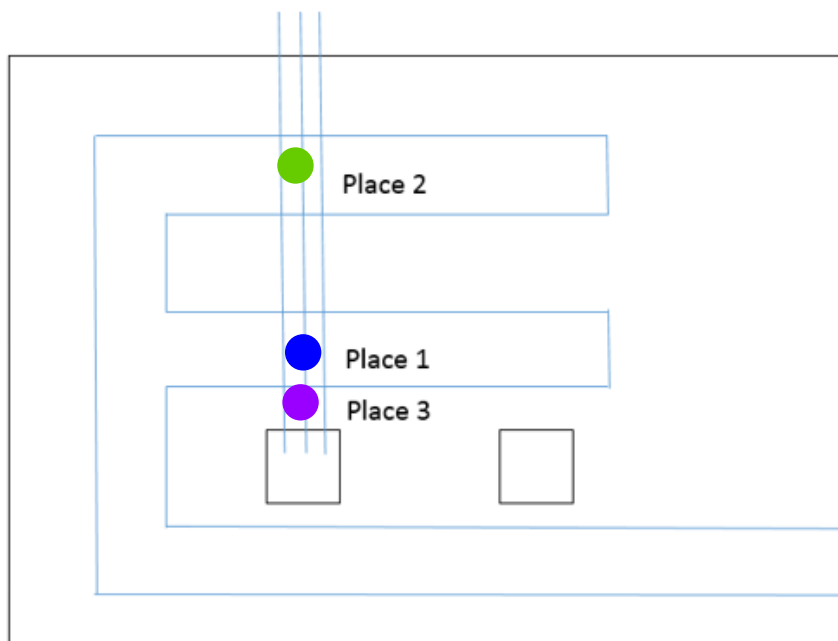
主要特点：

- 连续显示 RF 信号幅值。
- 用于定位 RF 信号源
- 频率越高，衰减越快
- 距离越远，幅值越小



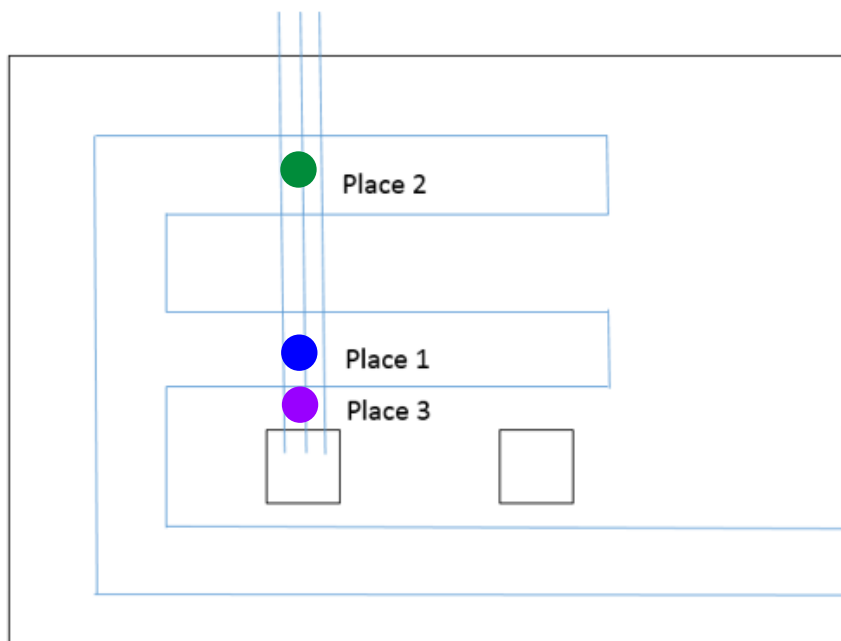
射频模式（RFI）案例分析

案例分析-110kV敞开式变电站RFI巡检

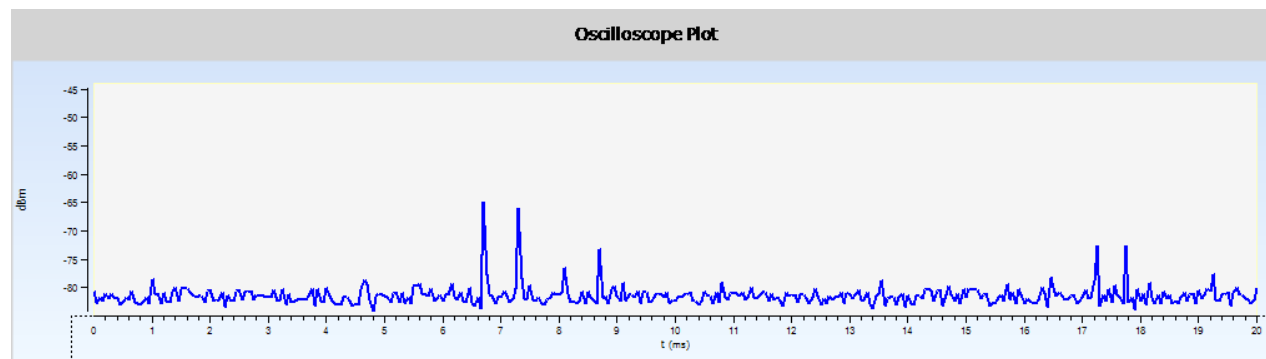
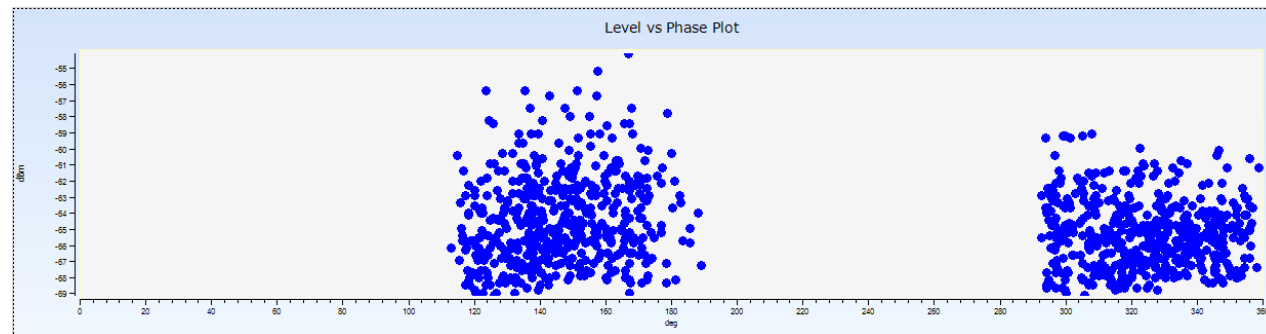


● Base line

案例分析-110kV敞开式变电站RFI巡检



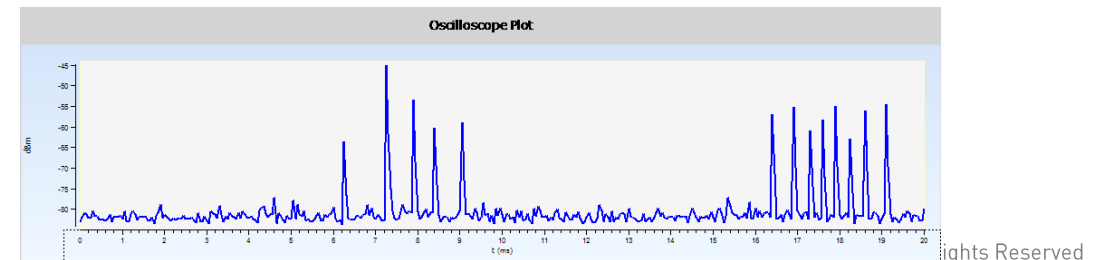
● Base line



案例分析-110kV敞开式变电站RFI巡检



接触不良



案例分析-11kV 开关柜 -英国

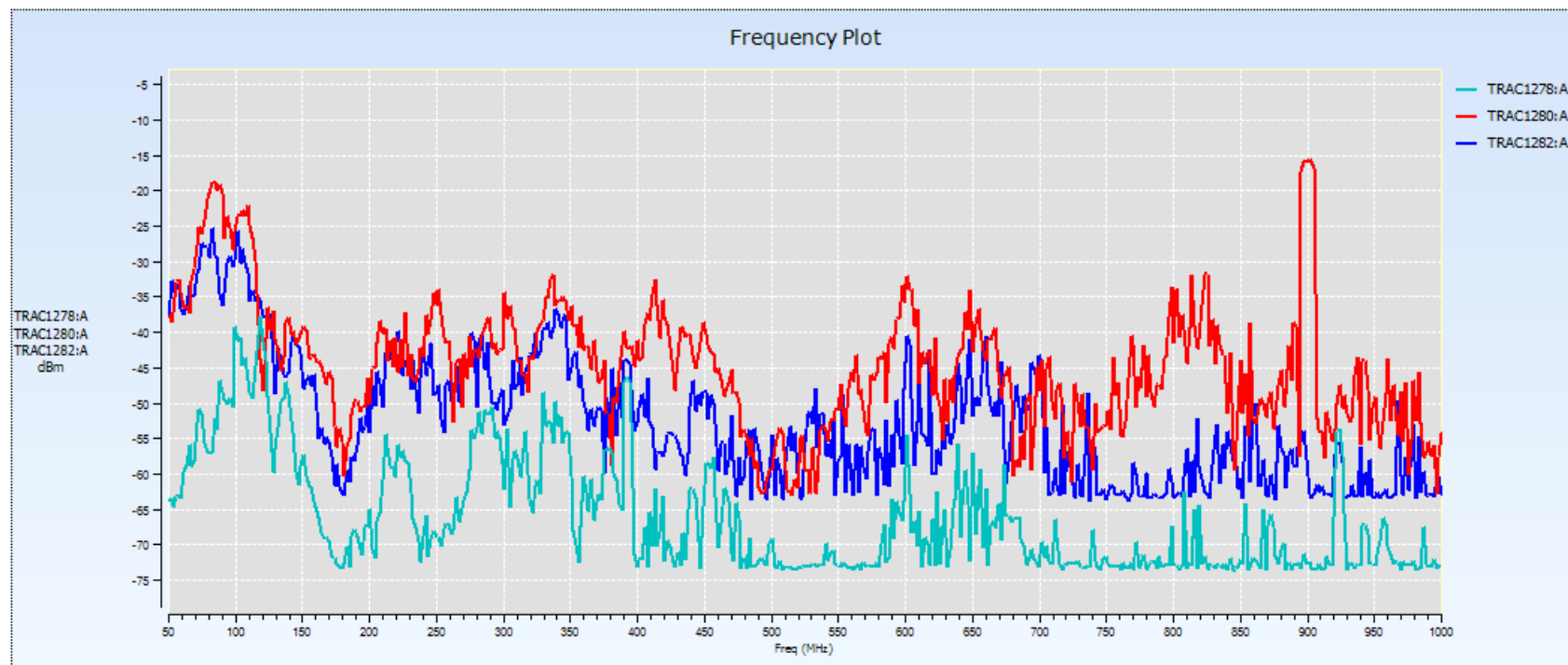


开关柜前面



开关柜后面

案例分析-11kV 开关柜 -英国



TRAC1278 – 基准线

TRAC1280, TRAC1282 – 开关柜后面的测试结果

案例分析-11kV 开关柜 -英国

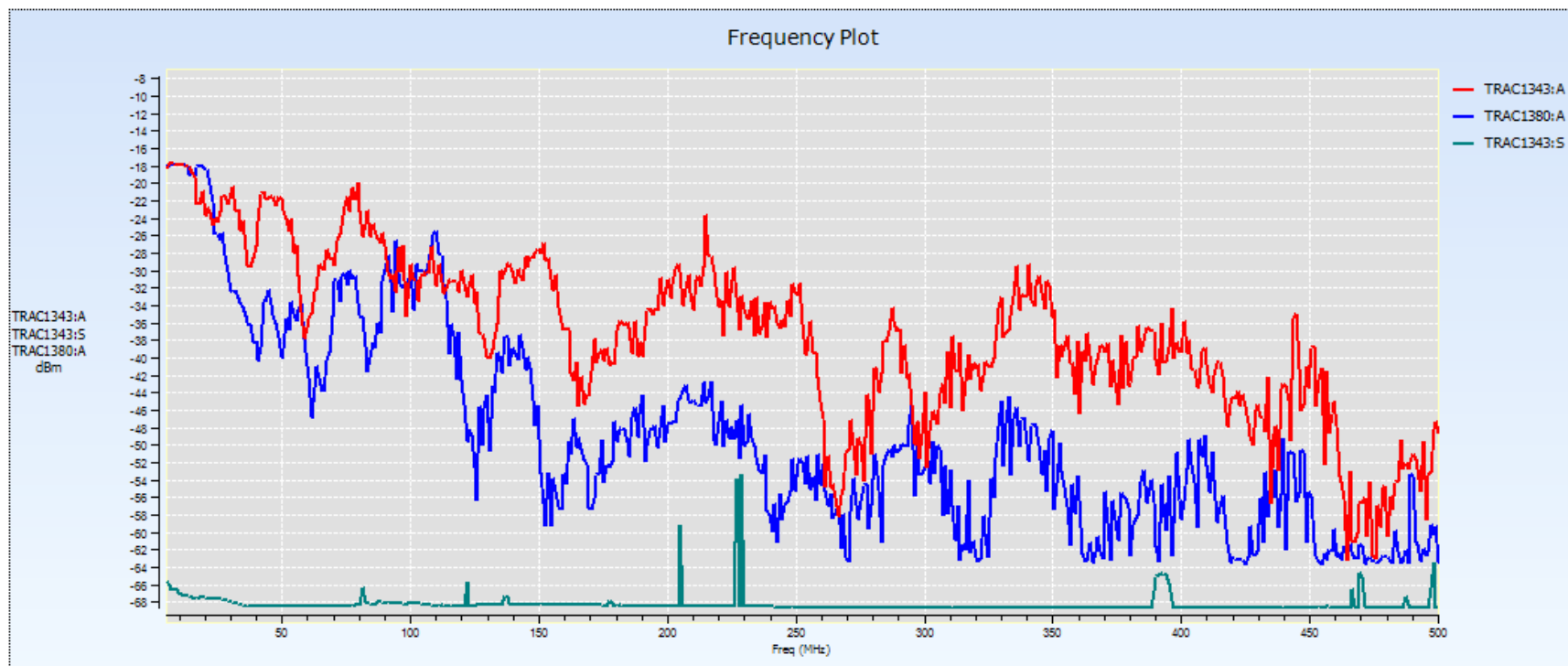


HFCT卡接地线测试



HFCT卡接在相邻地线

案例分析-11kV 开关柜 -英国



电缆接地线(**TRAC1343**)
相邻断路器(**TRAC1380**)

案例分析-11kV 开关柜 -英国

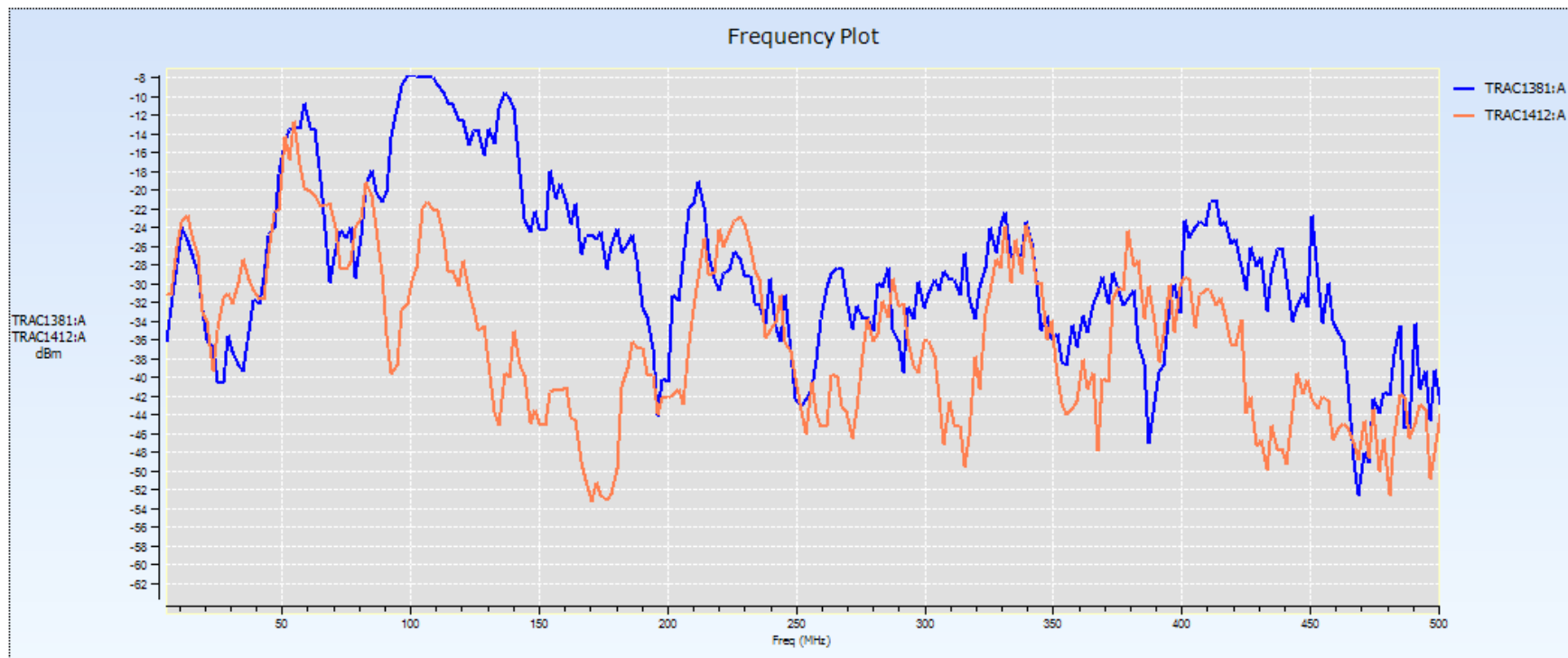


电缆终端-TEV



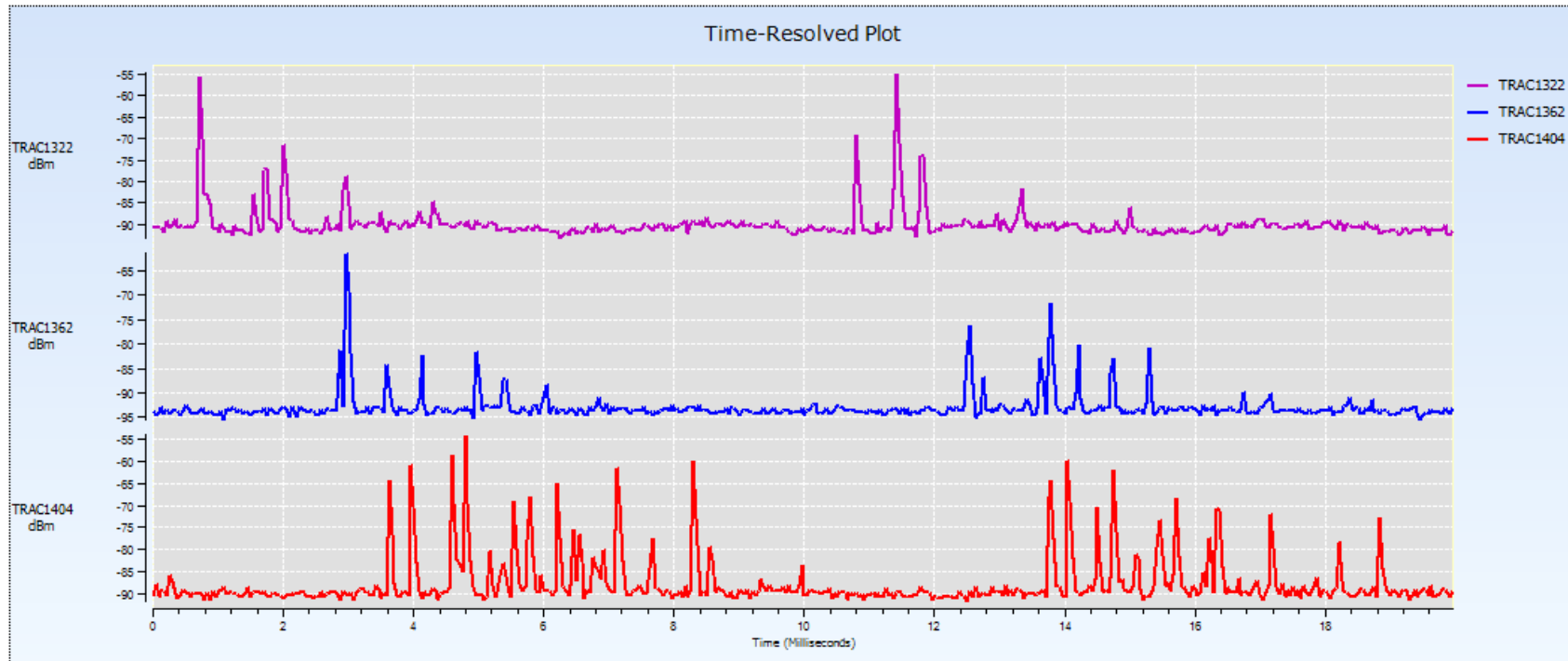
断路器柜-TEV

案例分析-11kV 开关柜 -英国



断路器柜(TRAC1381)
电缆终端(TRAC1412)

案例分析-11kV 开关柜 -英国



RFI, HFCT, TEV

案例分析-变压器局放



Type:
Man. Year:
Power
 U_{HV} :
 U_{LV} :

TDRb – 25000/110
1986
25 MVA
110 kV
16,5 kV

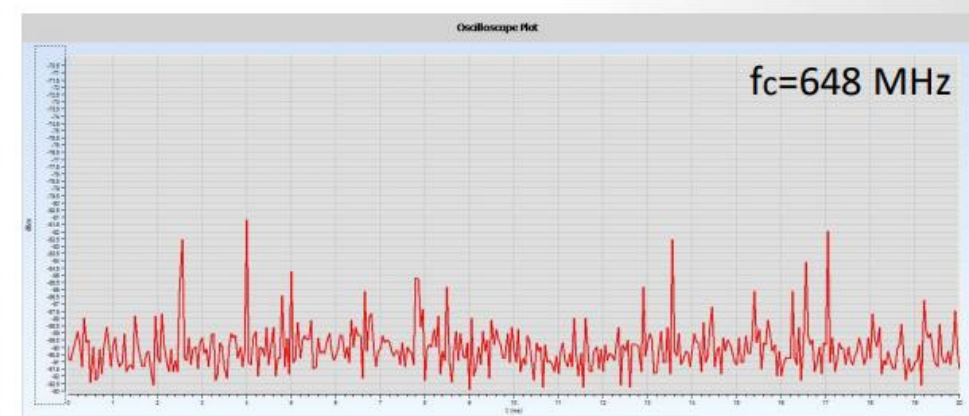
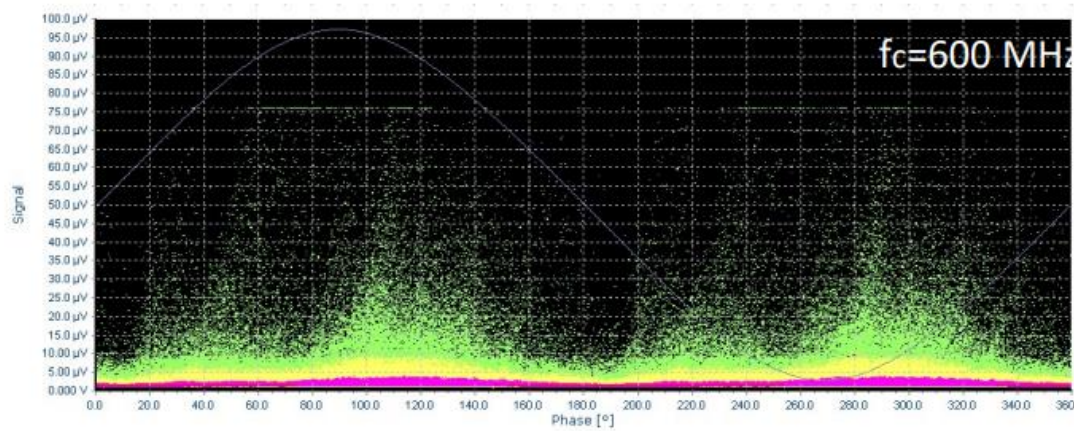
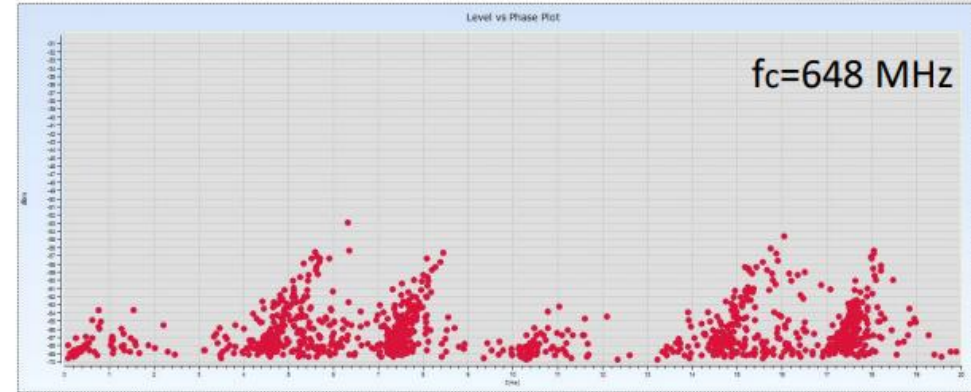
Gas	Oil Sample [ppm]	Company acceptance level [ppm]
Hydrogen	2403	350

案例分析-变压器局放

变压器油箱屏蔽了大部分外部干扰信号，这使得测试内部信号非常灵敏



案例分析-变压器局放



超声模式（AE）局放检测功能介绍和流程

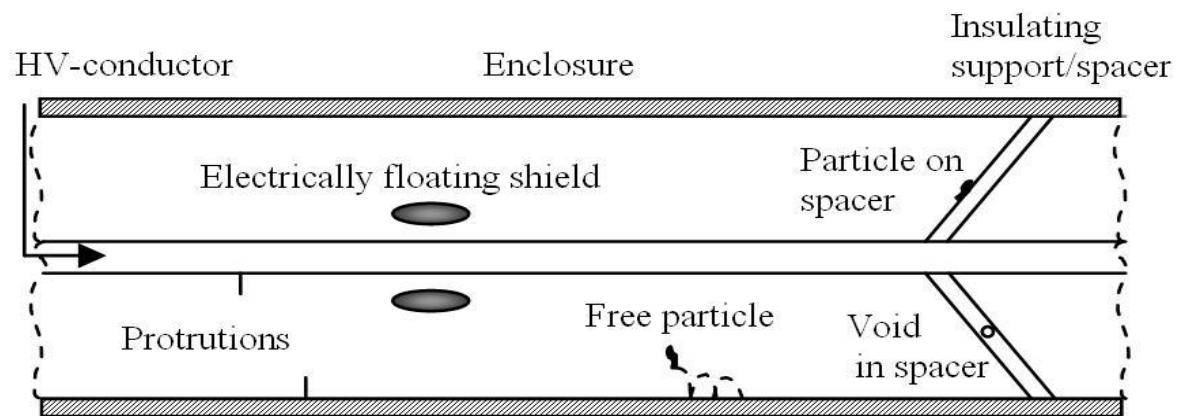
DFA-300 超声检测功能

超声检测:

- 棒图
Bargraphs
- 幅值 vs. 相位
Level vs. Phase
- 幅值 vs. 飞行时间
Level vs. Interval
- 示波图
Oscilloscope

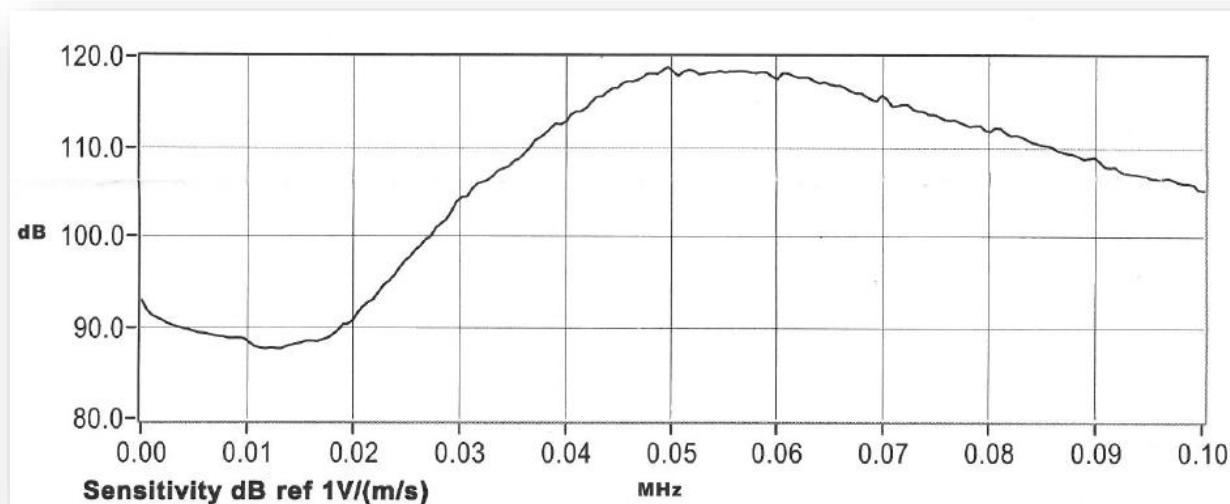


超声模式

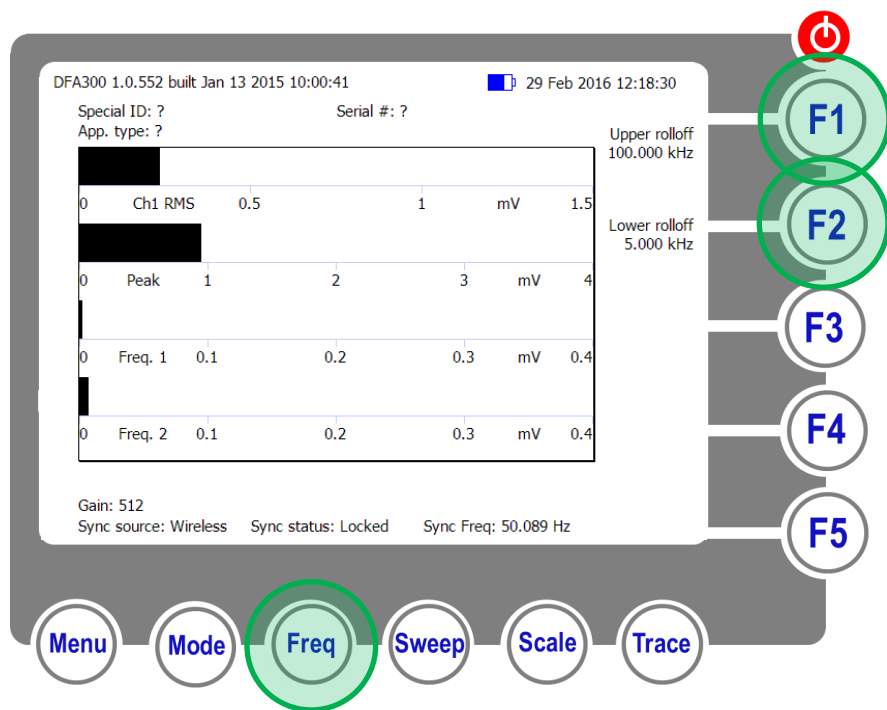


超声局部放电测量:

- 频率范围: 10 kHz – 500 kHz。
- 用于 SF6 介质的传感器频率: 30 kHz(R3a)、60 kHz(R6a)。
- 用于绝缘油介质传感器频率: 150 kHz(R15a)。



超声检测模式下的设置



按下 **Freq** 按钮，在**F1** 和 **F2** 功能键下分别输入上截至频率和下截止频率

- R3a 的上下截止频率可以设置为 10-100 kHz.
- 增益倍数：1-4096 根据现场情况进行设置，既要保证灵敏度，也不能超量程。

超声模式检测流程

第一步：检测局部放电活动
棒图模式（**Bargraphs**）

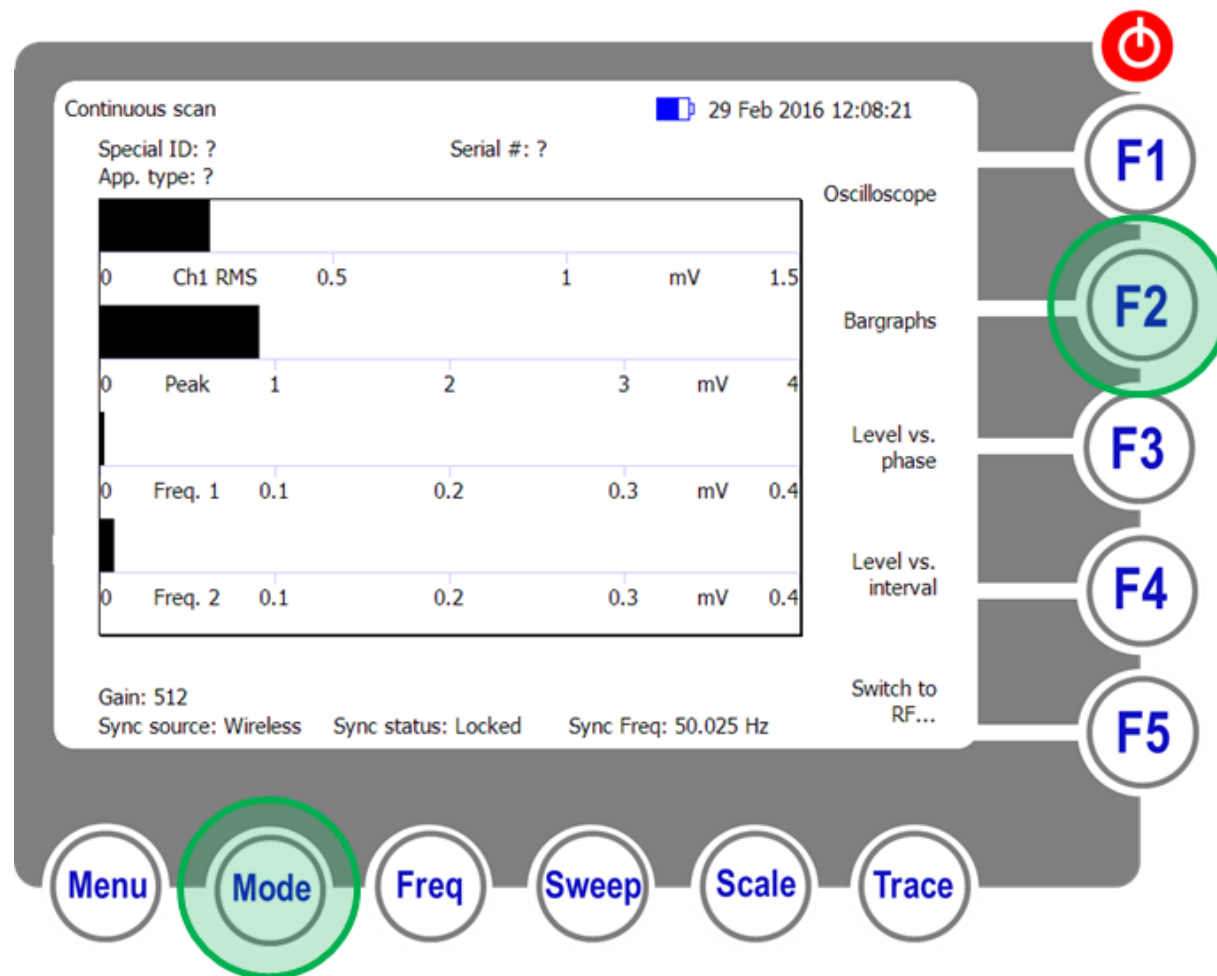
第二步：区分局部放电类型
相位模式（**Level vs. phase**）

第三步：GIS 中自由金属颗粒放电现象识别
脉冲模式（**Level vs. interval**）

超声检测第一步：棒图模式

棒图模式：用来设备巡检和定位超声信号源，主要技术参数：

- **RMS** - 一个工频周期内的信号有效值。
- **Peak** - 一个工频周期内的信号峰值。
- **Freq. 1** - 1倍频的信号分量。
- **Freq. 2** - 2倍频的信号分量。



背景噪声测量

- 检测**GIS**背景噪声，传感器放置于空气中，**DFA300**稳妥的放置。注意棒图模式下的测量值
- 在**GIS**不带电的部分测量（如果可能的话）背景噪声也是一个很好的办法。
- 减小环境噪声，所有**GIS**的机械工作以及其邻近的设备，其他人员攀爬**GIS**设备、变压器冷却风扇等，均可以导致测试困难。

棒图模式

在棒图测试模式下可以应用一些基本规则来确定DFA300检测到了什么信号:

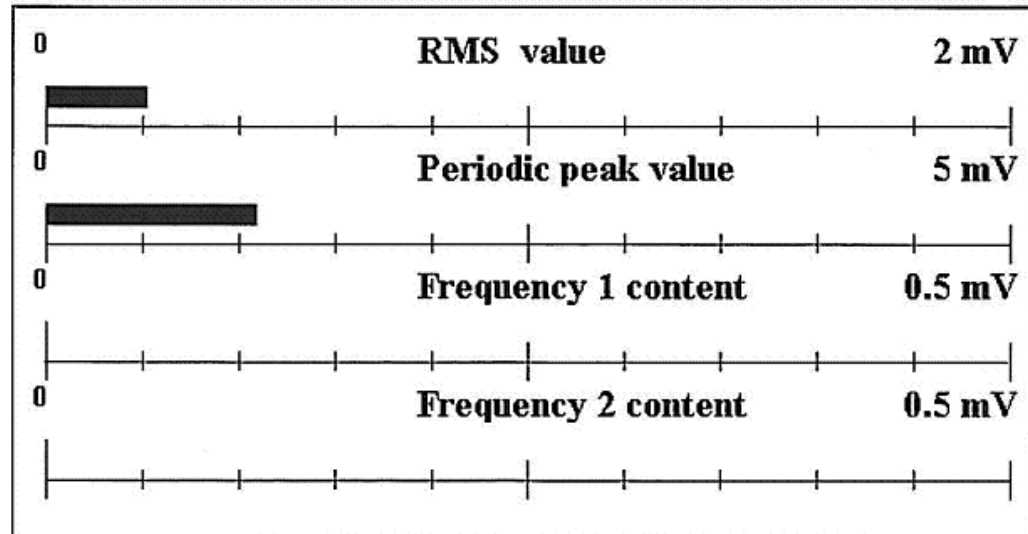
- 自由粒子比局放给出更高的峰值和有效值。
- 自由粒子显示的峰值信号很不稳定。
- 微弱放电 (尖端突起) 一般含有 50 (60) Hz 信号分量。
- 机械松动释放相对较高频率100 (120) Hz 分量，但是也有50 (60) Hz分量。

棒图模式

GIS没有任何缺陷

大部分情况下，GIS没有任何缺陷，这一点必须注意。棒图模式的主要作用就是区分各种各样的噪音和真正的局放信号。

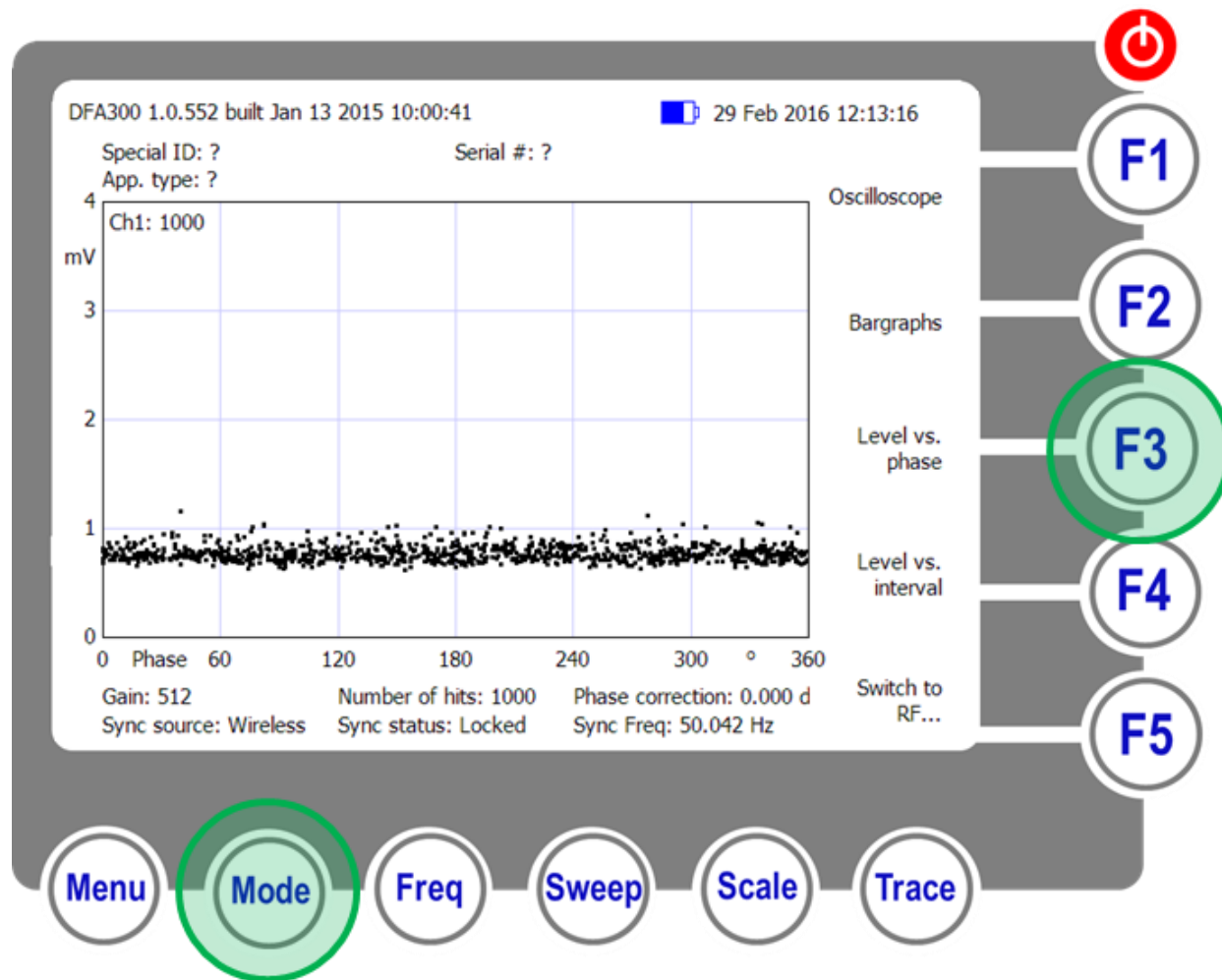
有效值 和周期 峰值小并且稳定，频率1 和2 基本上没有信号显示，这是外部环境噪声



超声检测第二步：相位模式

相位模式：超声信号强度（幅值）与工频周期（相位）相关性图谱。
主要特点：

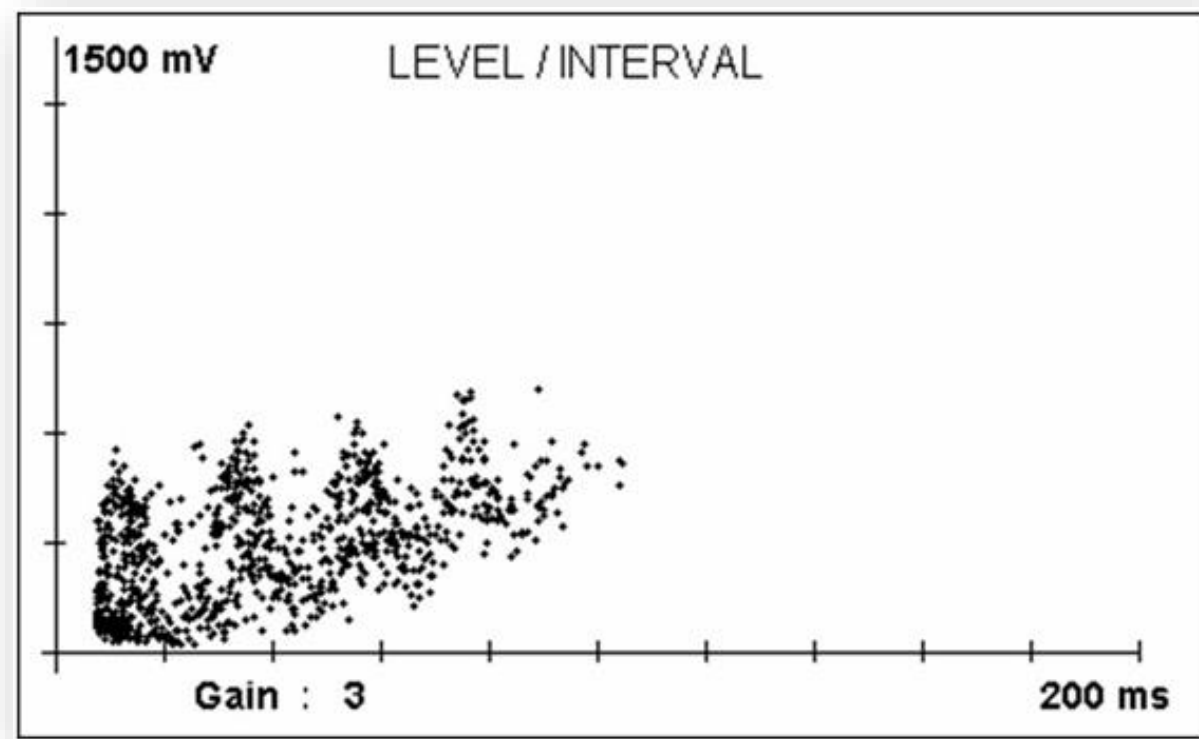
- 需要连接工频同步。
- PRPD 图谱（Level vs. phase）。
- 相位模式可以用角度或时间 (ms) 分别显示。
- 打点数量可设置：1000、2000、或5000。



超声检测第三步：脉冲模式

脉冲模式（飞行图谱）主要特点：

- 主要用于检测 GIS 中的自由金属颗粒放电。
- 自由金属颗粒放电在脉冲模式，其图谱特征非常明显：粒子呈上升抛物线轨迹。

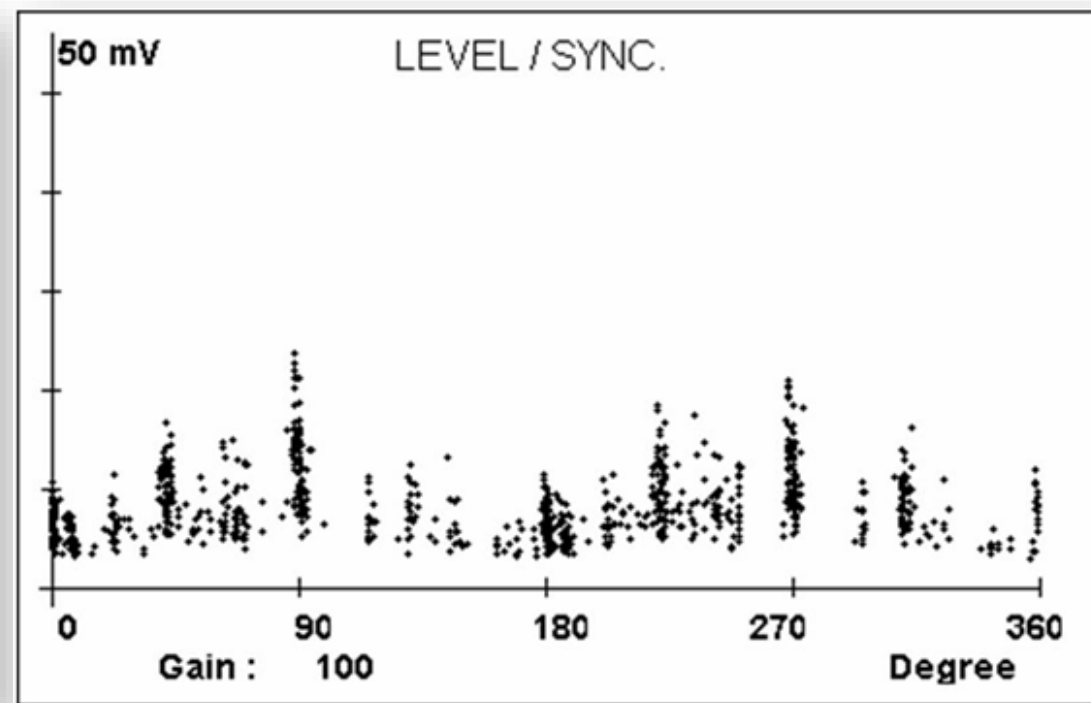
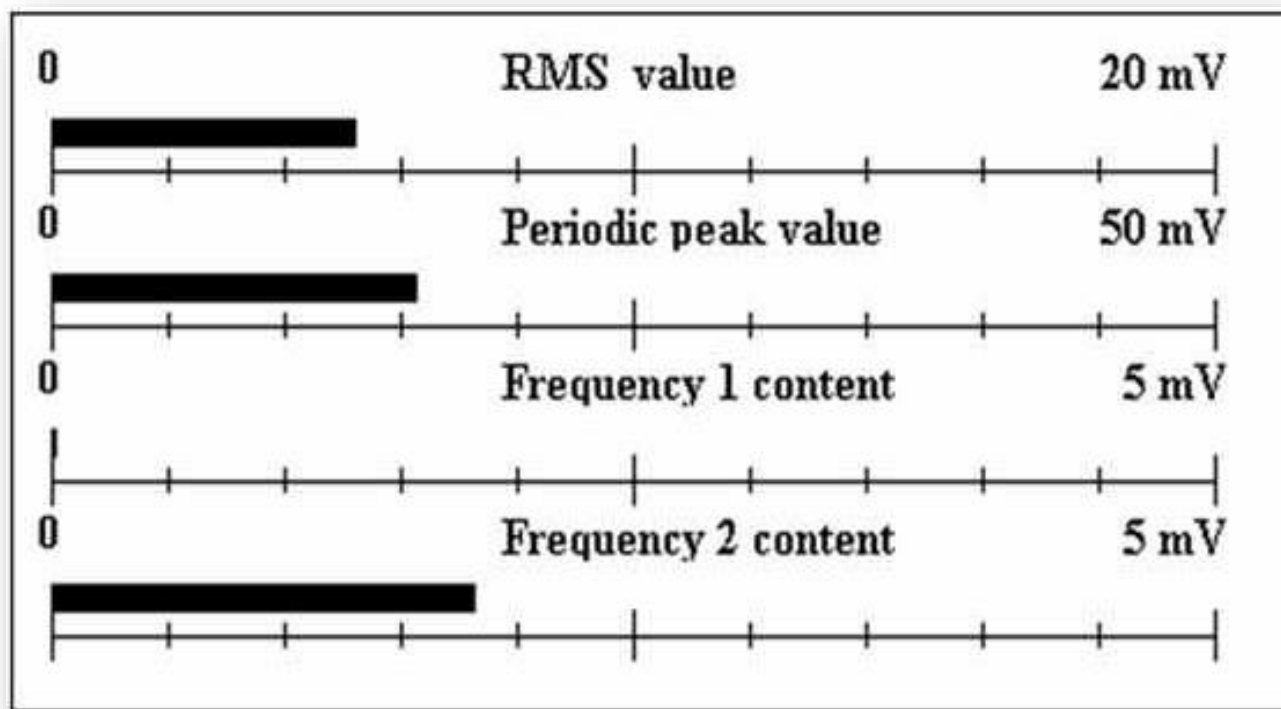


超声模式（AE）典型图谱分析

典型特征图谱：机械振动

图谱特征：

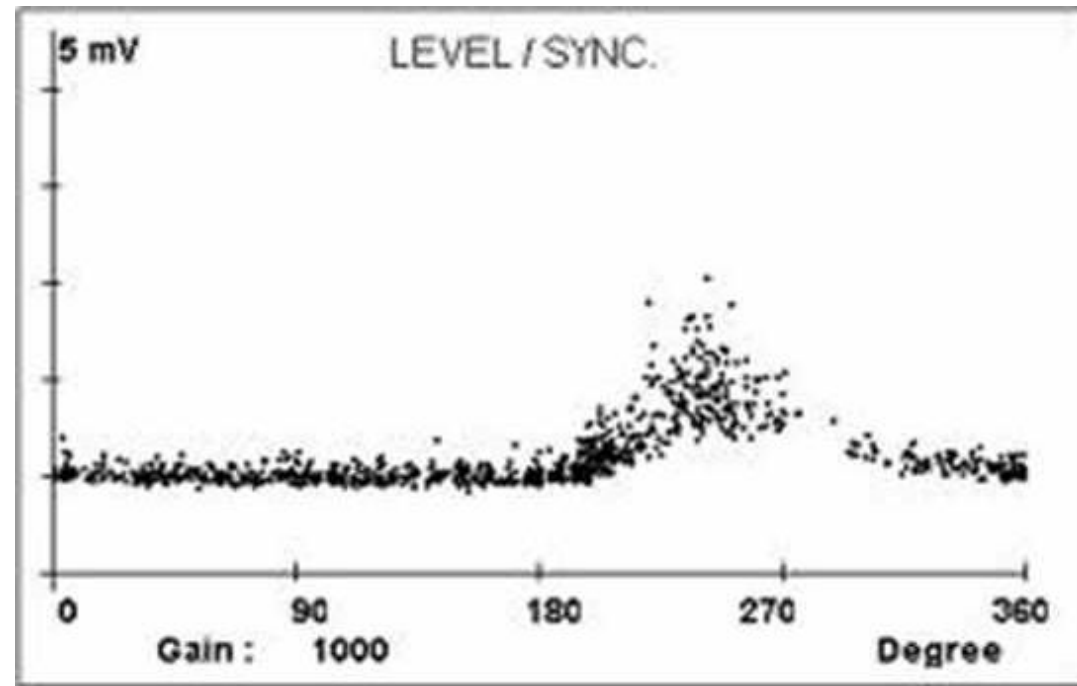
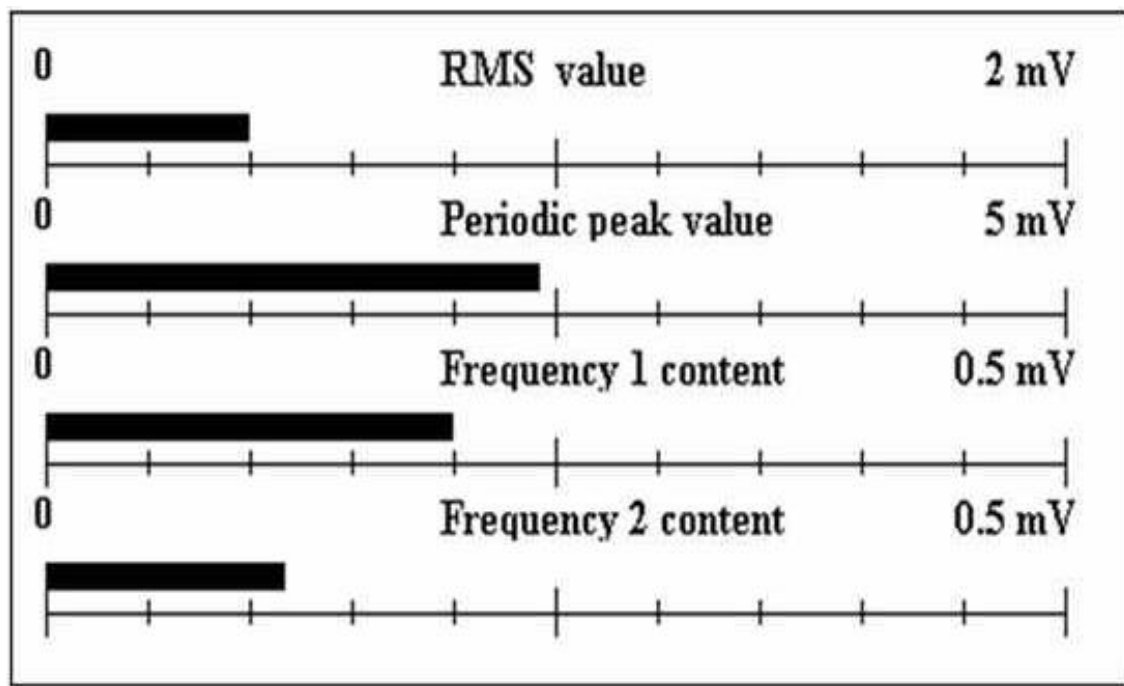
- 机械松动释放相对较高2倍频（100/120 Hz）分量，但是也会有1倍频（50/60 Hz）分量。
- 需切换到相位模式，根据相位模式下的特征图谱进行确认。



典型特征图谱：局部放电 - 尖端放电

图谱特征：

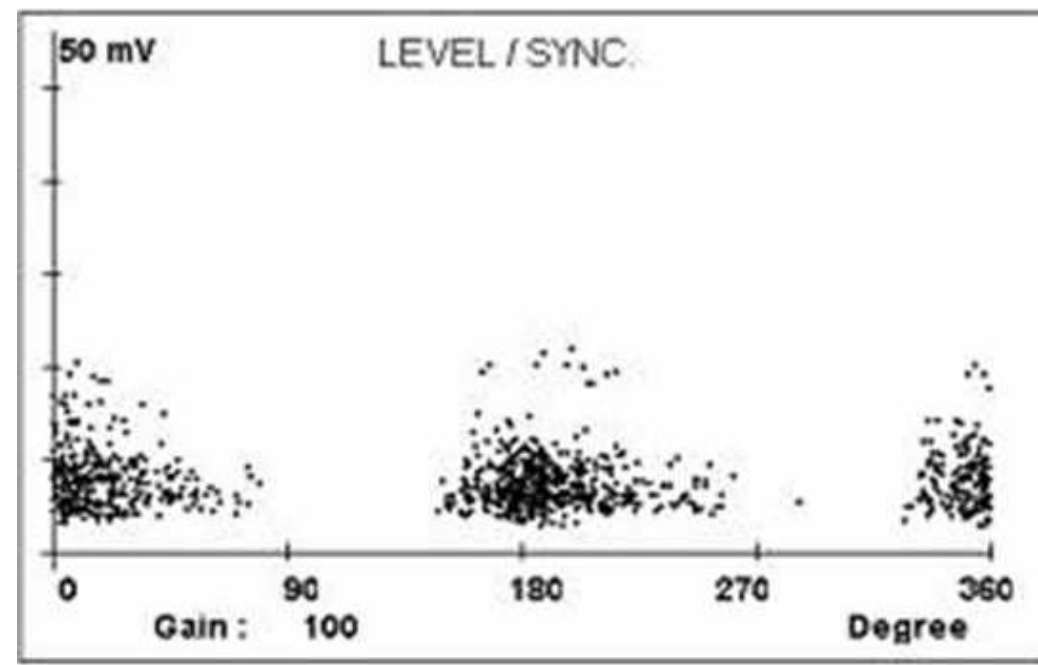
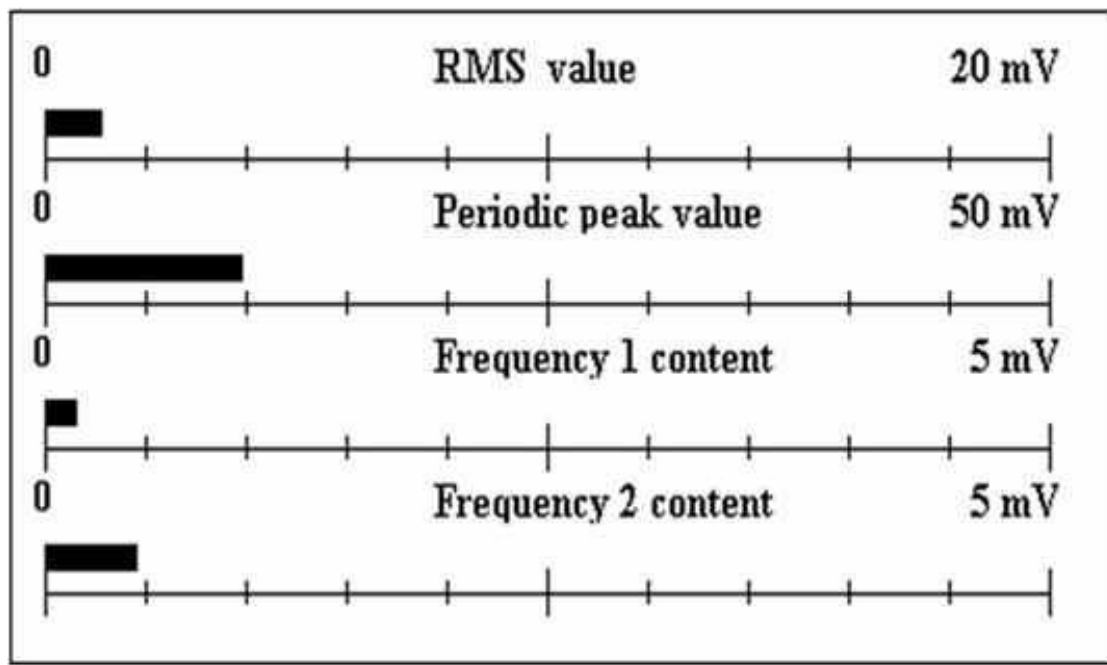
- 如果GIS内部有局部放电，有效值和峰值相对于背景噪声都有所增加，且1倍频和2倍频两个分量也有所增加。
- 如果1倍频信号值比2倍频信号值高，可能一个电压周期内发生了一次放电（尖端），需切换到相位模式确认。



典型特征图谱：局部放电 - 悬浮电位

图谱特征：

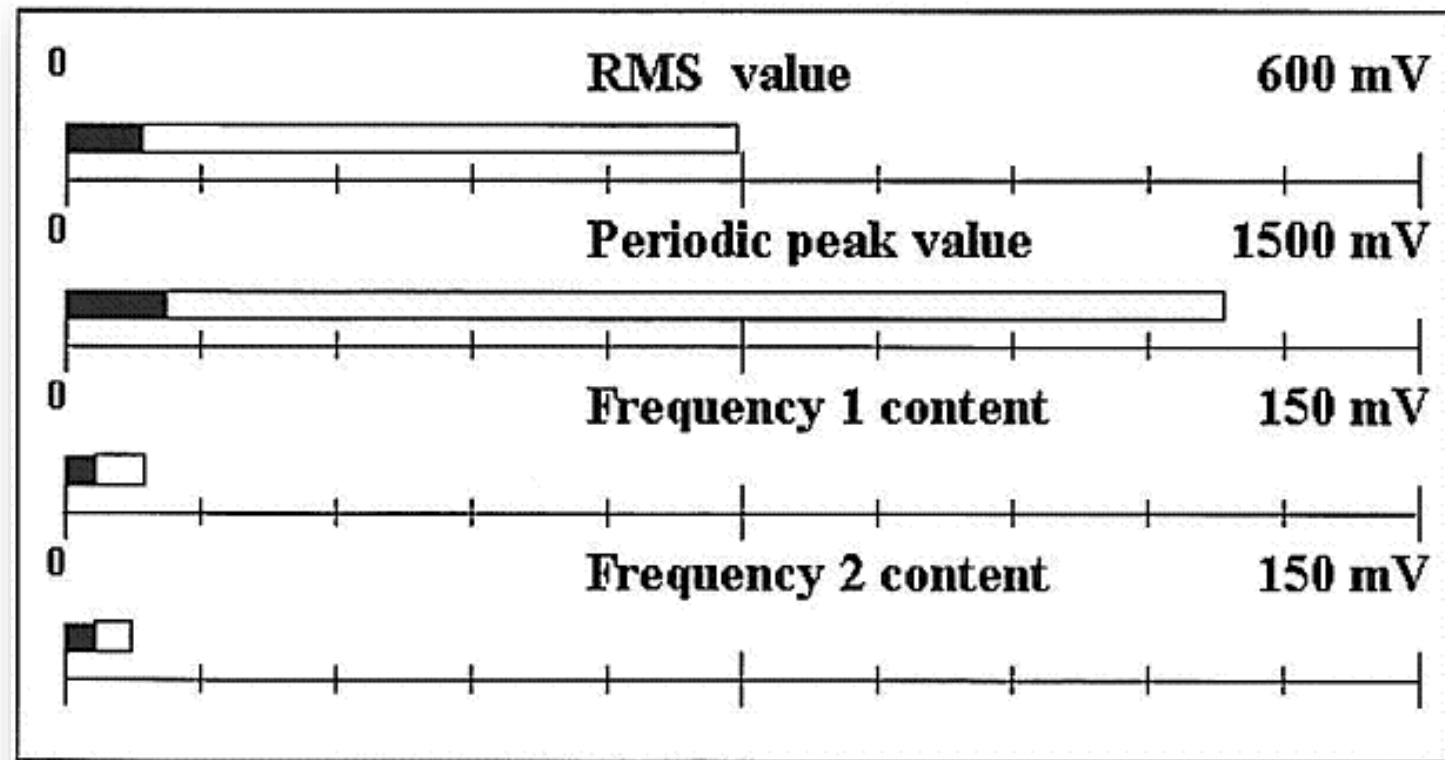
- 如果GIS内部有局部放电，有效值和峰值相对于背景噪声都有所增加，且1倍频和2倍频两个分量也有所增加。
- 如果2倍频信号值比1倍频信号值高，可能一个电压周期内发生了两次放电（如悬浮）。需切换到相位模式确认。



典型特征图谱：自由金属颗粒

棒图模式特征：

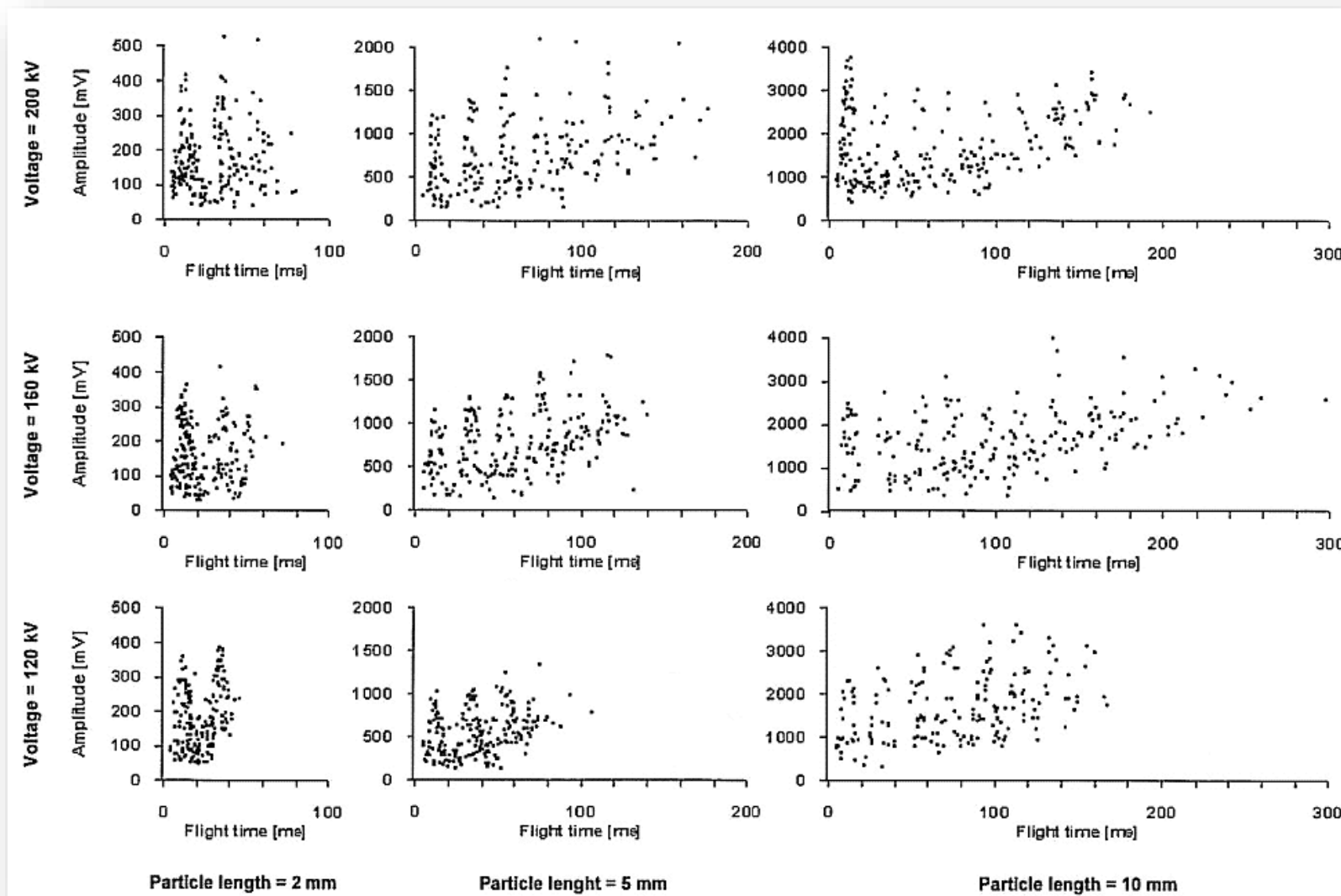
- 更高的峰值和有效值，一般信号幅值是局放和电晕的好几倍。
- 很不稳定的有效值和峰值
- 由于峰值信号极不稳定，测量过程中可以通过耳机听到自由粒子弹跳声音。
- 1倍频和2倍频都可能信号出现，但是信号值一般比较低。



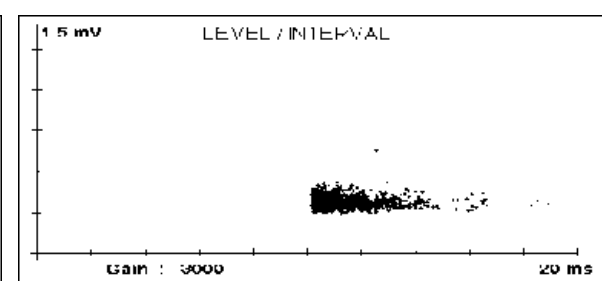
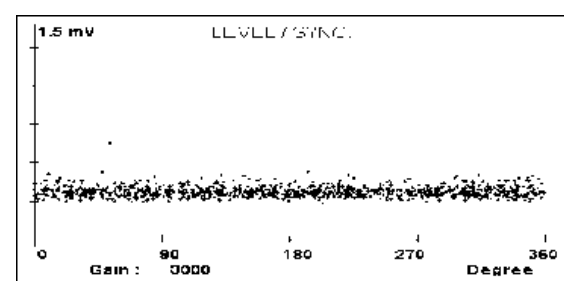
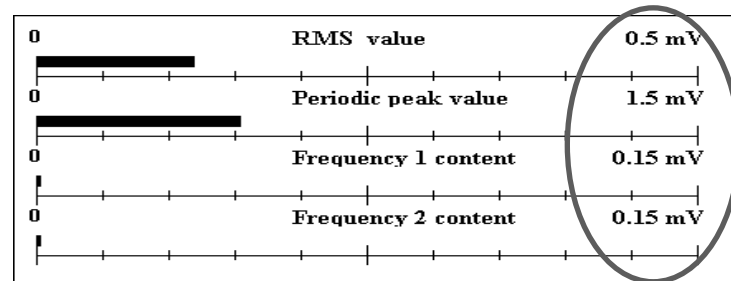
典型特征图谱：自由金属颗粒

脉冲模式特征：

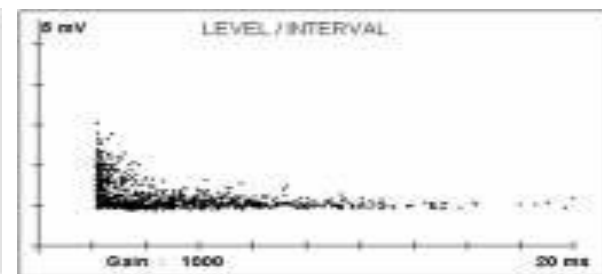
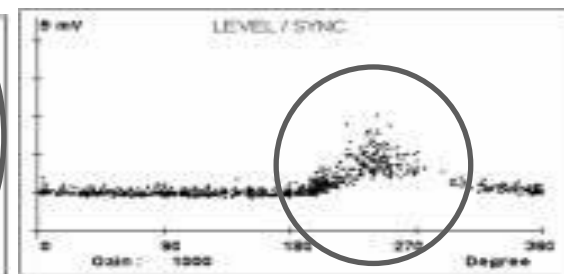
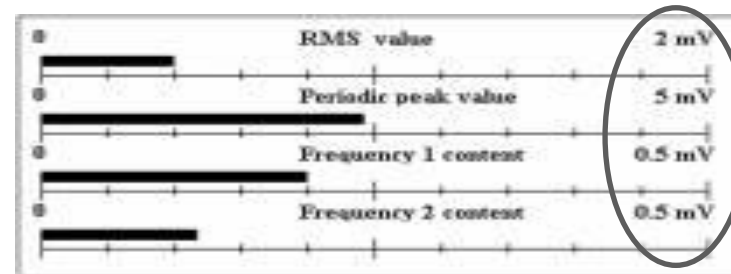
- 脉冲模式专门用于识别和分析GIS内自由金属颗粒放电现象。
- 图谱特征非常明显：包含一系列的三角形分布、且呈上升抛物线轨迹。
- 在飞行时间较短的情况下，电源频率的相关性不是很明显，但这些案例中都包含三角形分布。



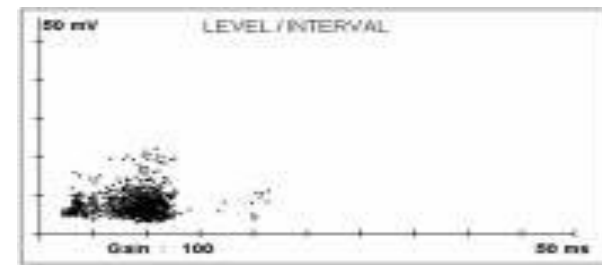
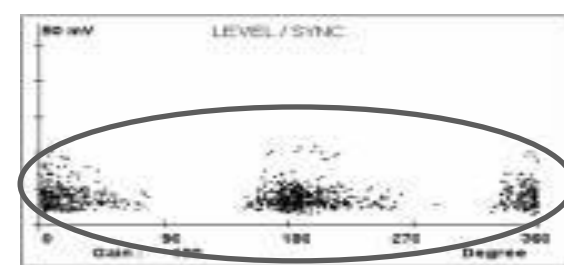
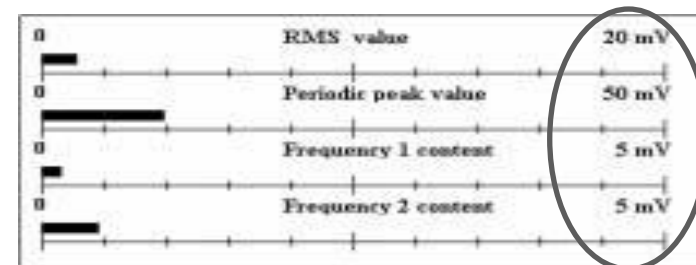
背景噪声 /
GIS内无放电



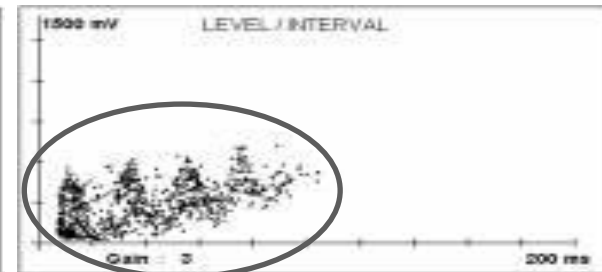
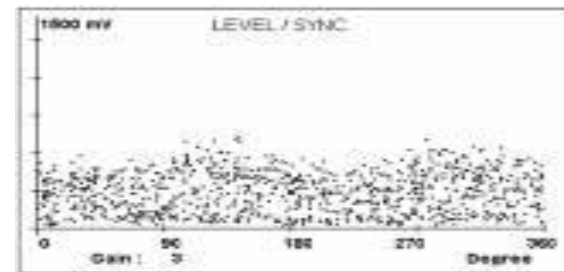
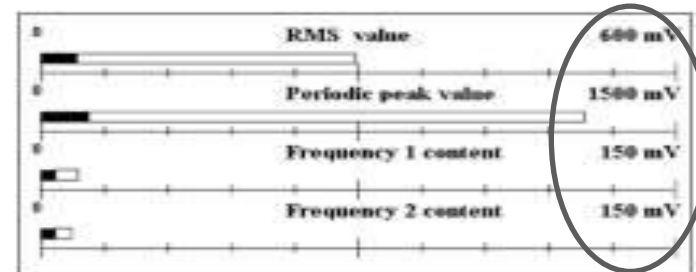
尖端放电



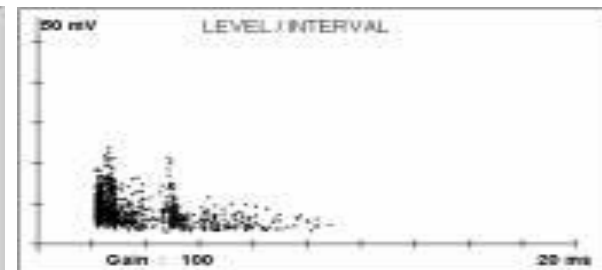
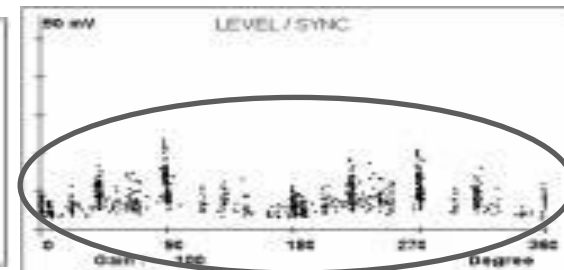
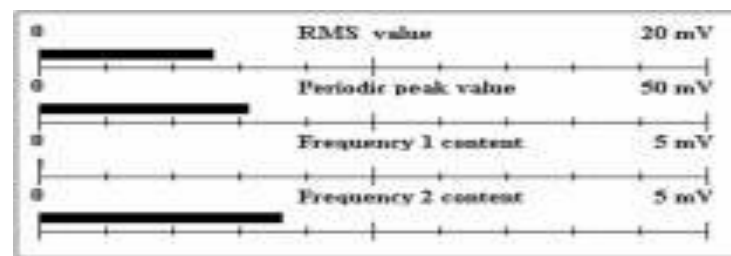
悬浮电位放电



自由金属颗粒



机械振动

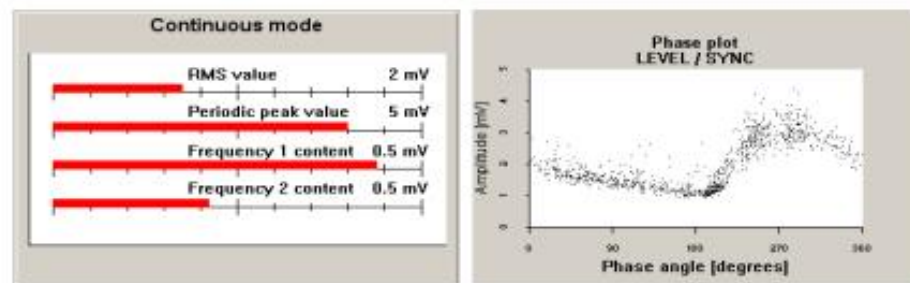


典型特征图谱汇总

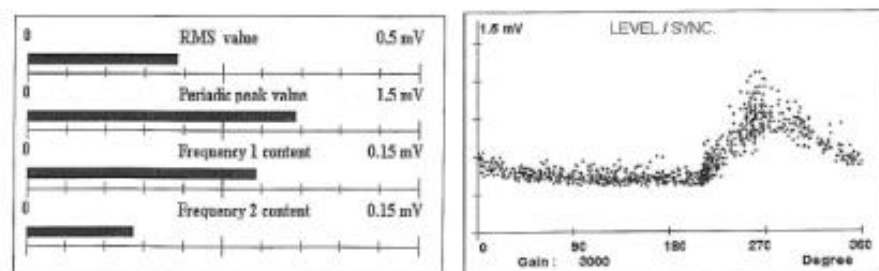
GIS超声检测国网标准

Q/GDW 11059.1—2013

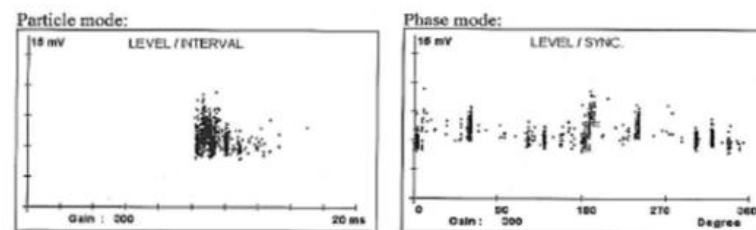
Q/GDW 11059.1—2013



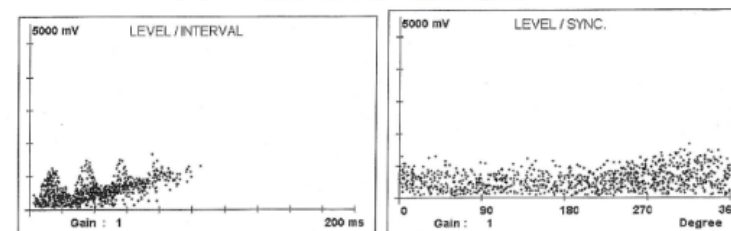
图B.23 绑在导体上的长2cm的细铜线，模拟尖峰放电信号



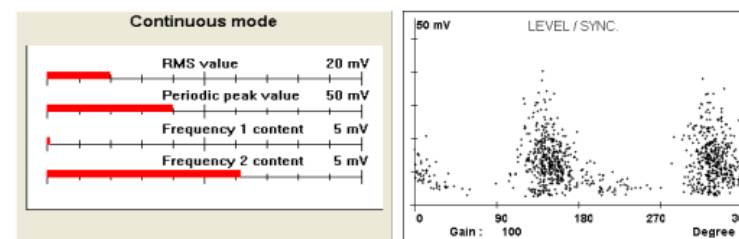
图B.24 毛刺放电的典型图谱



图B.27 机械振动放电的典型图谱



图B.25 自由颗粒放电的典型图谱



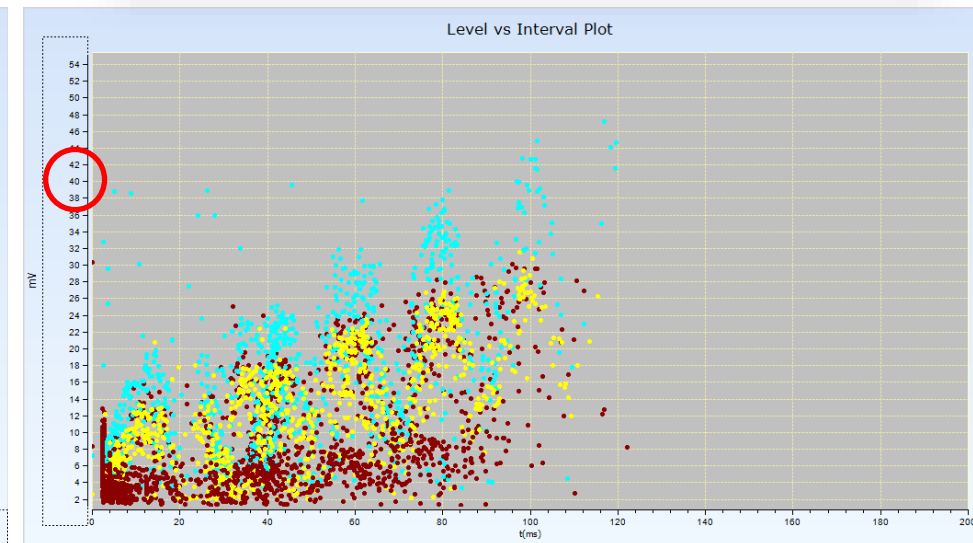
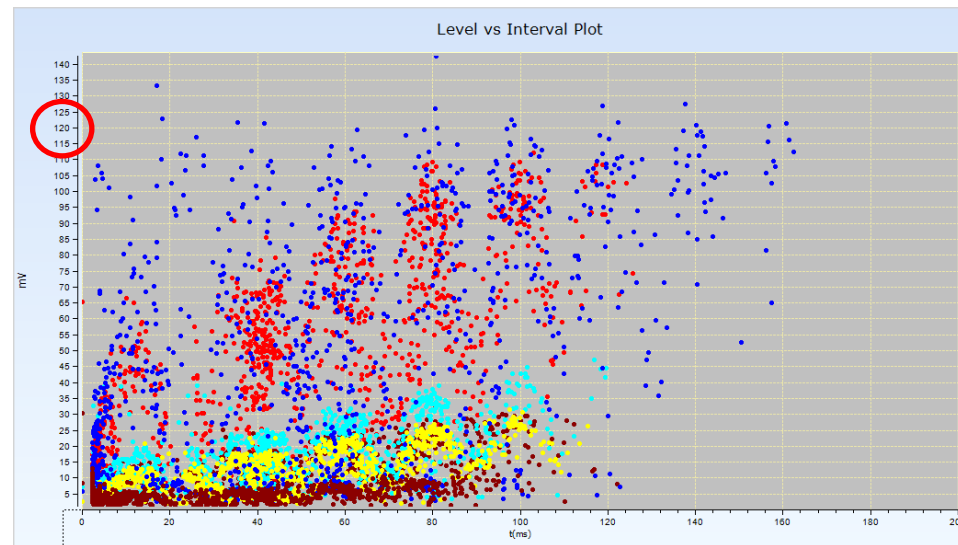
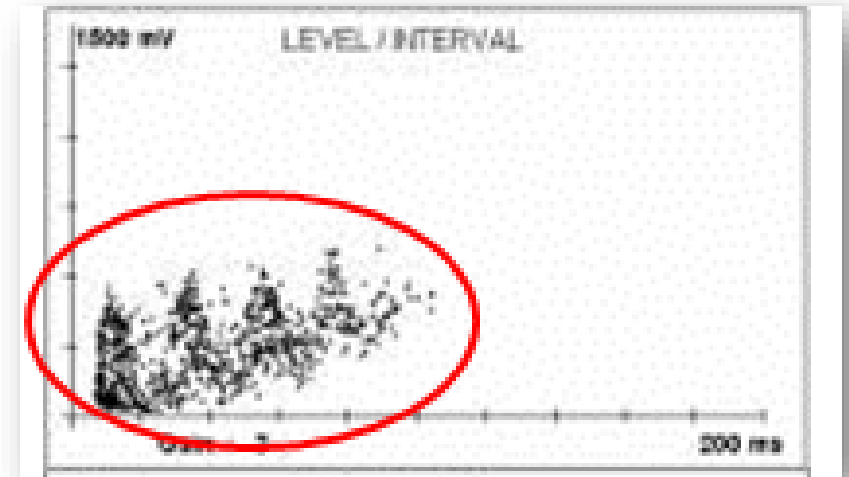
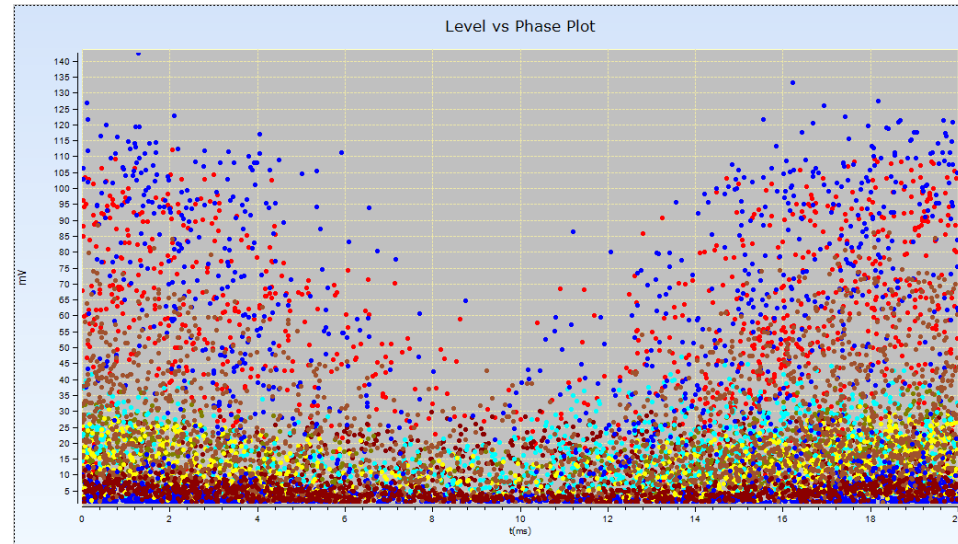
图B.26 电位悬浮放电的典型图谱

GIS内置传感器局放检测

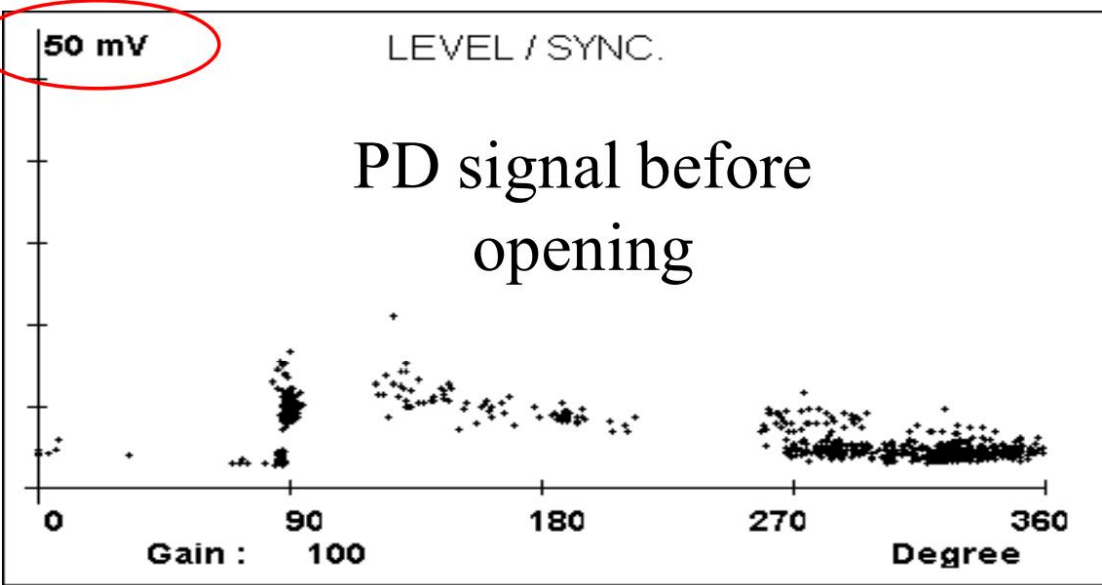
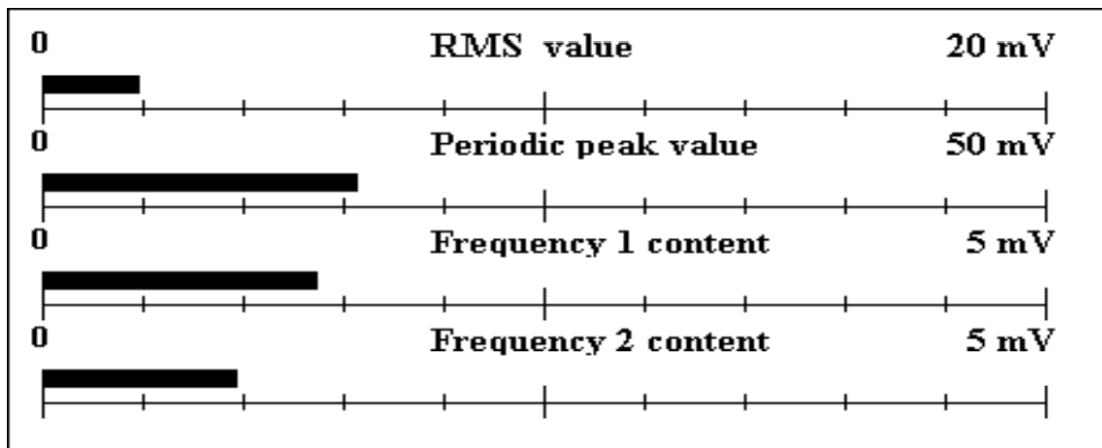


超声模式（AE）案例分享

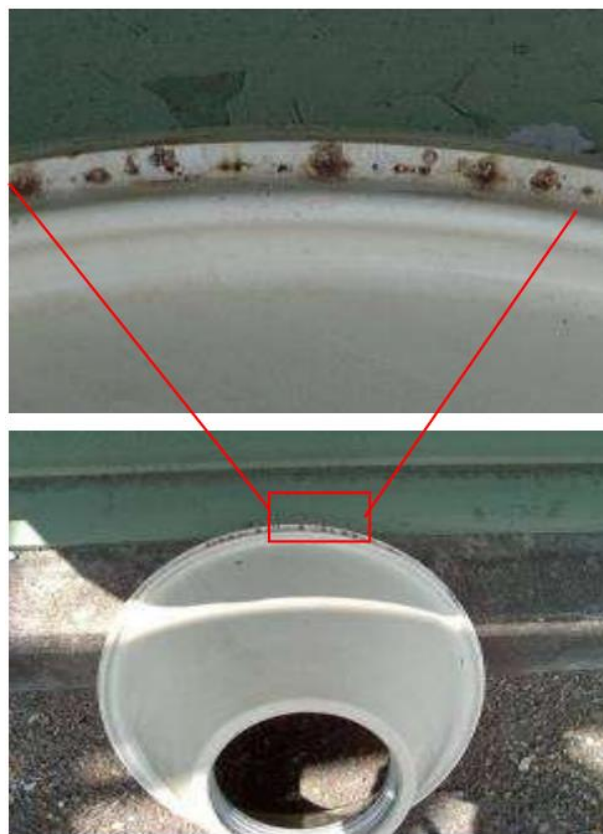
超声检测案例一：300KV CB / 自由颗粒



超声检测案例二：500KV GIS 绝缘子局放



GIS 解体后，绝缘子表面发现有严重的烧蚀痕迹和电树。

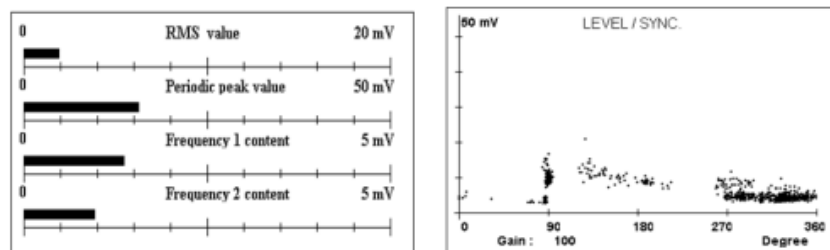


Q/GDW 11059.1—2013

附录 B
(资料性附录)
超声测试典型图谱

B.1 某 550kV GIS 绝缘支柱绝缘子上放电

某 GIS 绝缘支柱绝缘子上放电信号图见图 B.1，解体后放电痕迹见图 B.2。



图B.1 GIS 绝缘支柱绝缘子上放电信号图



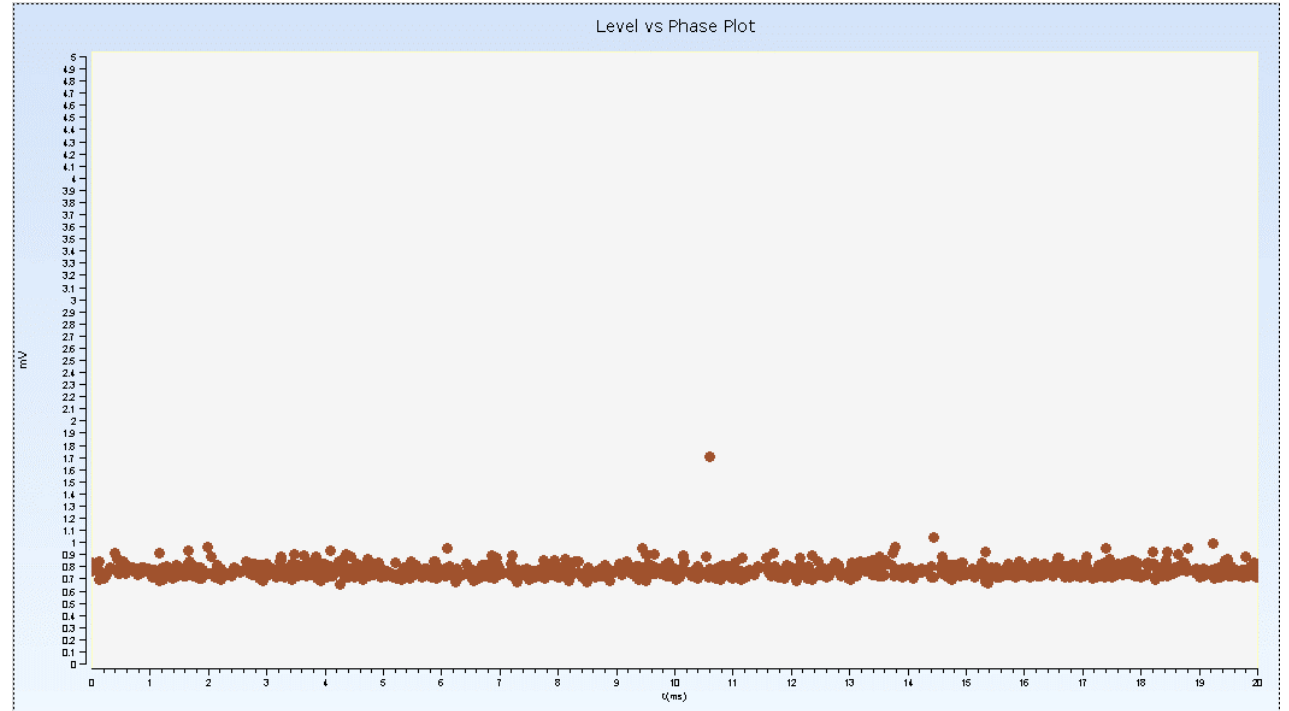
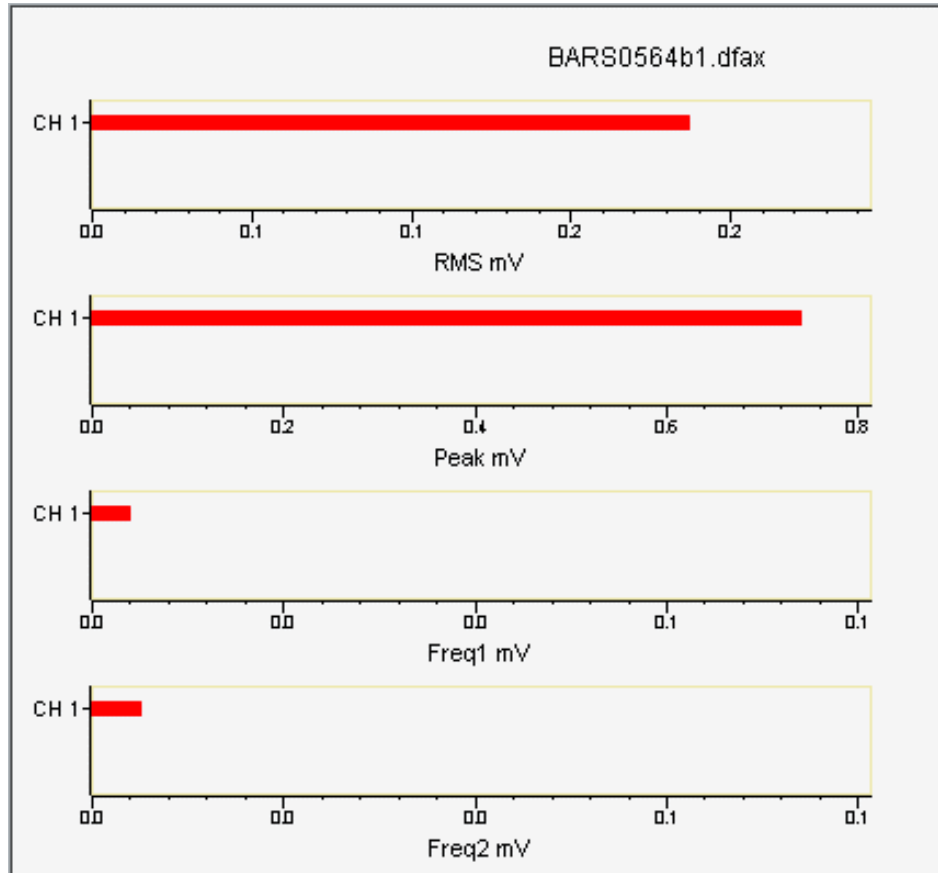
图B.2 GIS 绝缘支柱绝缘子上放电痕迹

分析：在绝缘支柱绝缘子附近，测量到信号约为 10mV~20mV 之间,不是很稳定，50Hz 相关性较大，100Hz 相关性也出现，并且也不稳定。解体后发现表面有明显的电树。

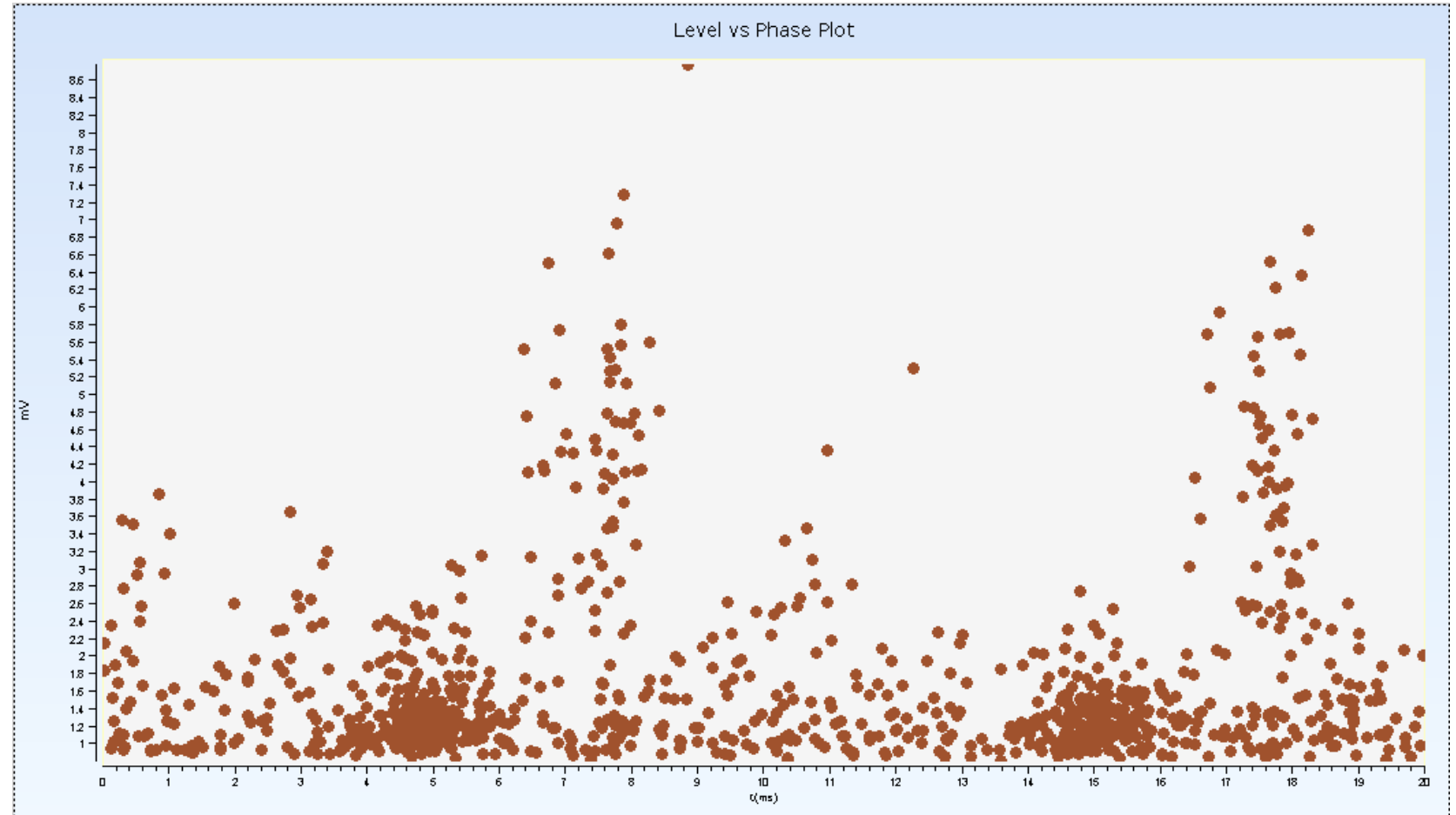
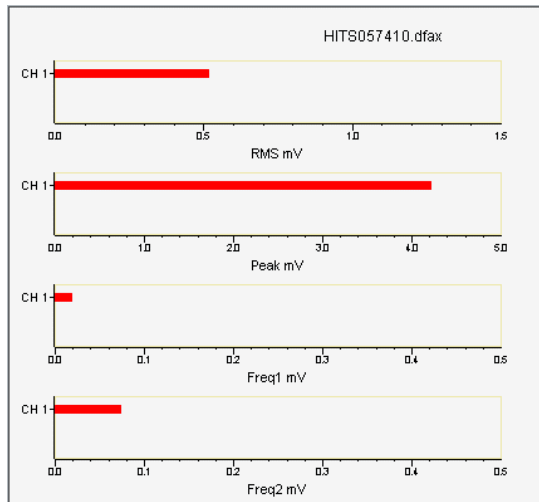
超声检测案例三：220KV GIS 局放



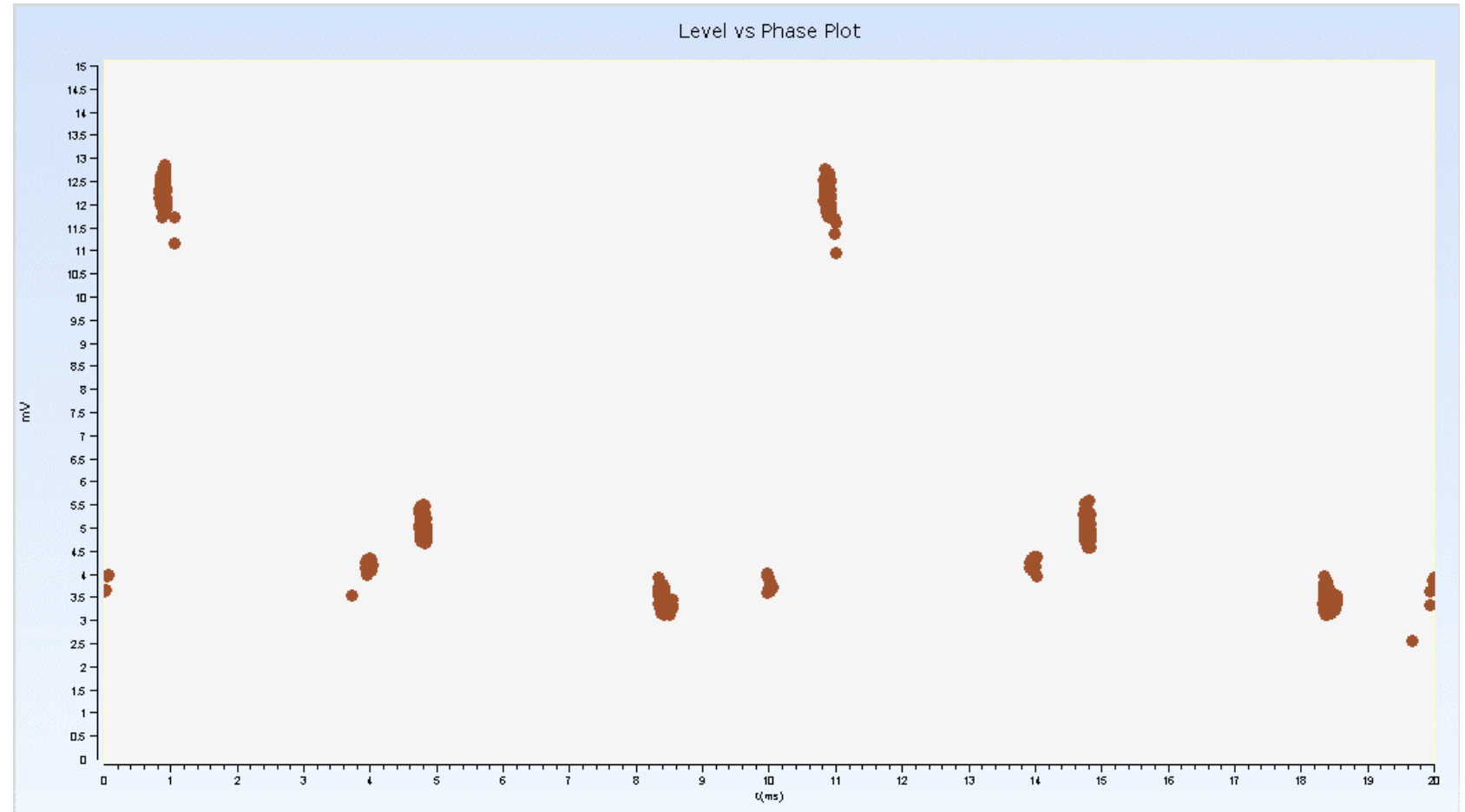
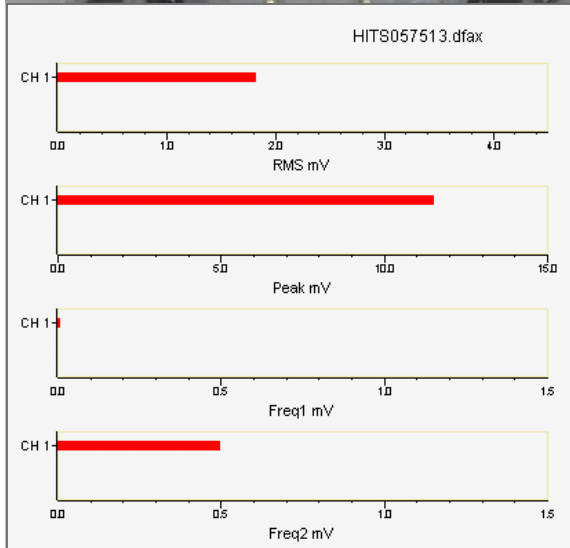
背景噪声



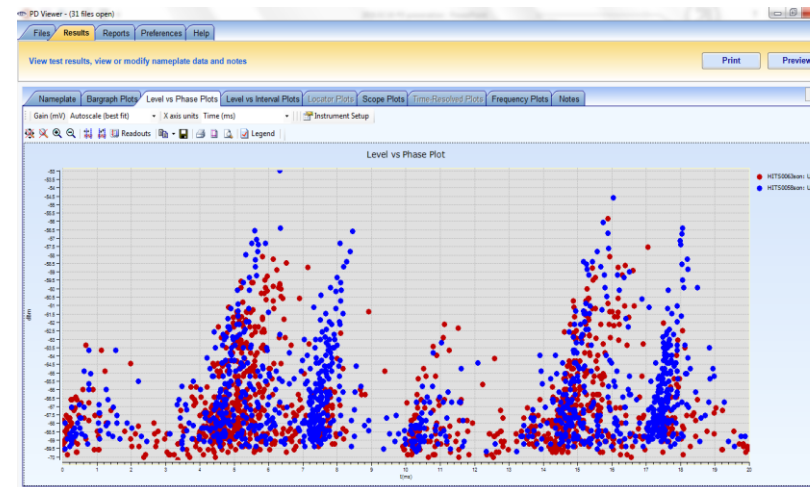
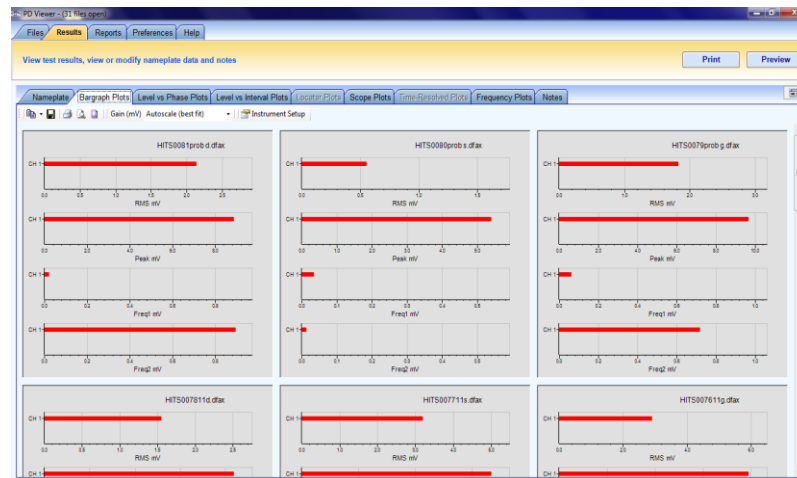
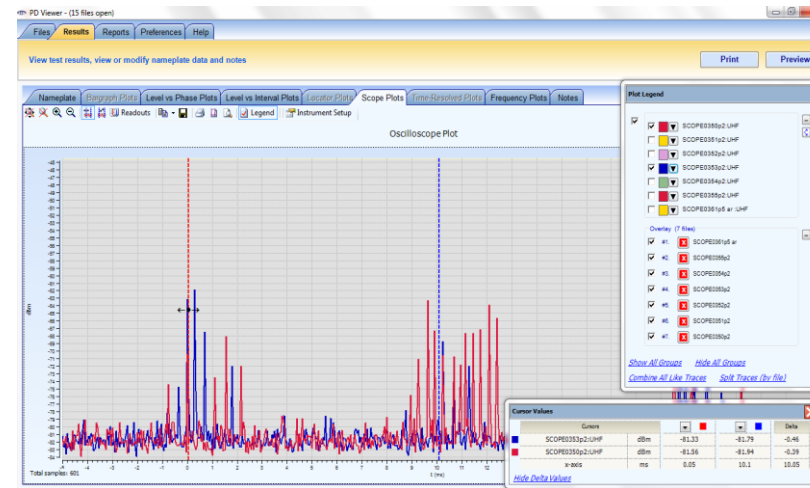
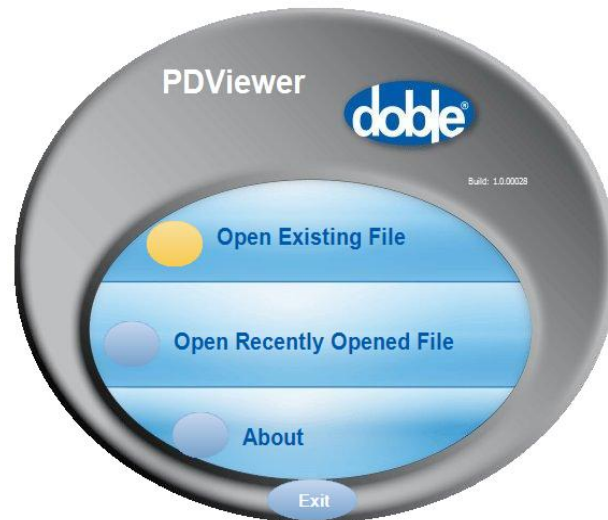
接地刀闸局放信号



机械振动信号



PD viewer



联系信息



ALTANOVA

a Doble company



宋智 Hans Song

道波（Doble）、特因普（Techimp）、Morgan Schaffer 中国销售经理

✉ HSong@doble.com

☎ +86 187 2152 3072