

电力电缆 绝缘检测与诊断技术

上海锐测电子科技有限公司

赵 煦

2020年3月29日星期日

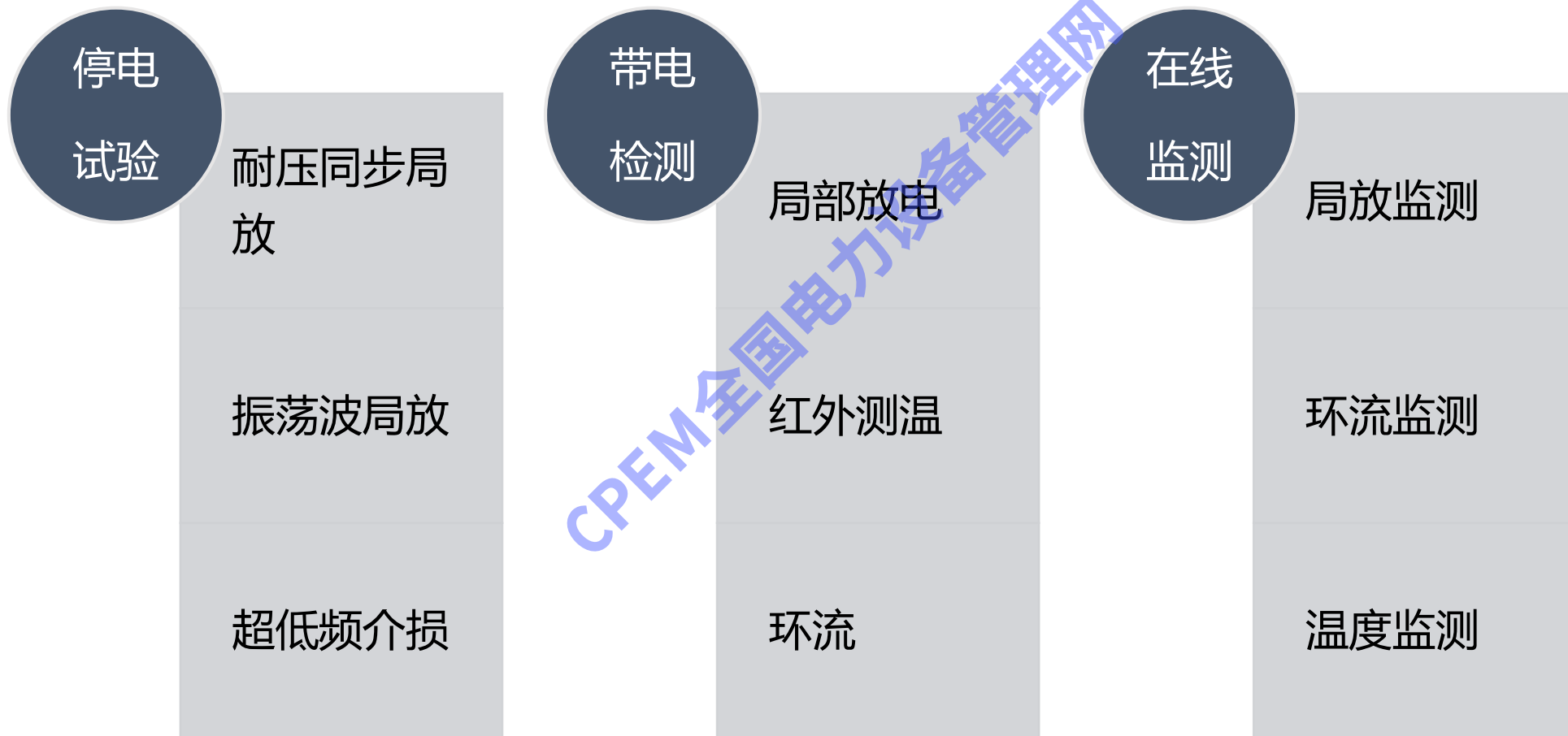
电缆相关检测工作

停电试验

- 耐压同步局放
 - **近10次**
 - 35kV~220kV
- 振荡波局放与超低频介损
 - 2018年江苏地区振荡波&超低频检测
 - 110kV电缆振荡波局放试验
- 使用仪器
 - PDcheck、OMICRON MPD600
 - 瑞士onsite、德国塞巴、OHV
 - 保尔超低频介损、B2超低频介损

带电检测

- 2017年和2018年江苏部分地区高压电缆带电检测
 - 2017年**800多组**
 - 2018年**500多组**
 - **终端悬浮放电和沿面放电**
- 2019年蒙西配网电缆带电检测
 - **800多段**配网电缆
 - 发现绝缘类缺陷**20处**
 - 通过电缆检测发现开关柜缺陷多起
- 其他地区
- 使用仪器
 - PDcheck、OMICRON MPD600、DIAEL



停电 试验

耐压同步局放

- 电源干扰
- 同步信号

振荡波局放

- 绝缘缺陷精确定位
第一选择

超低频介损

- 水树检测，整体绝缘检测、无法定位缺陷

带电 检测

局部放电

- 不停电检测绝缘缺陷
- 信号复杂，分析要求高
- 干扰因素多，确定放电源过程复杂

耐压同步局放

- 同步信号获取

振荡波局放

- 问题汇总
- 检测效果

超低频介损

- 频率、试验电压与电缆长度间的关系

电缆带电检测

- 局部放电检测仪器优缺点比对
- 本体测量是否有效

耐压同步局放

- 同步信号获取

振荡波局放

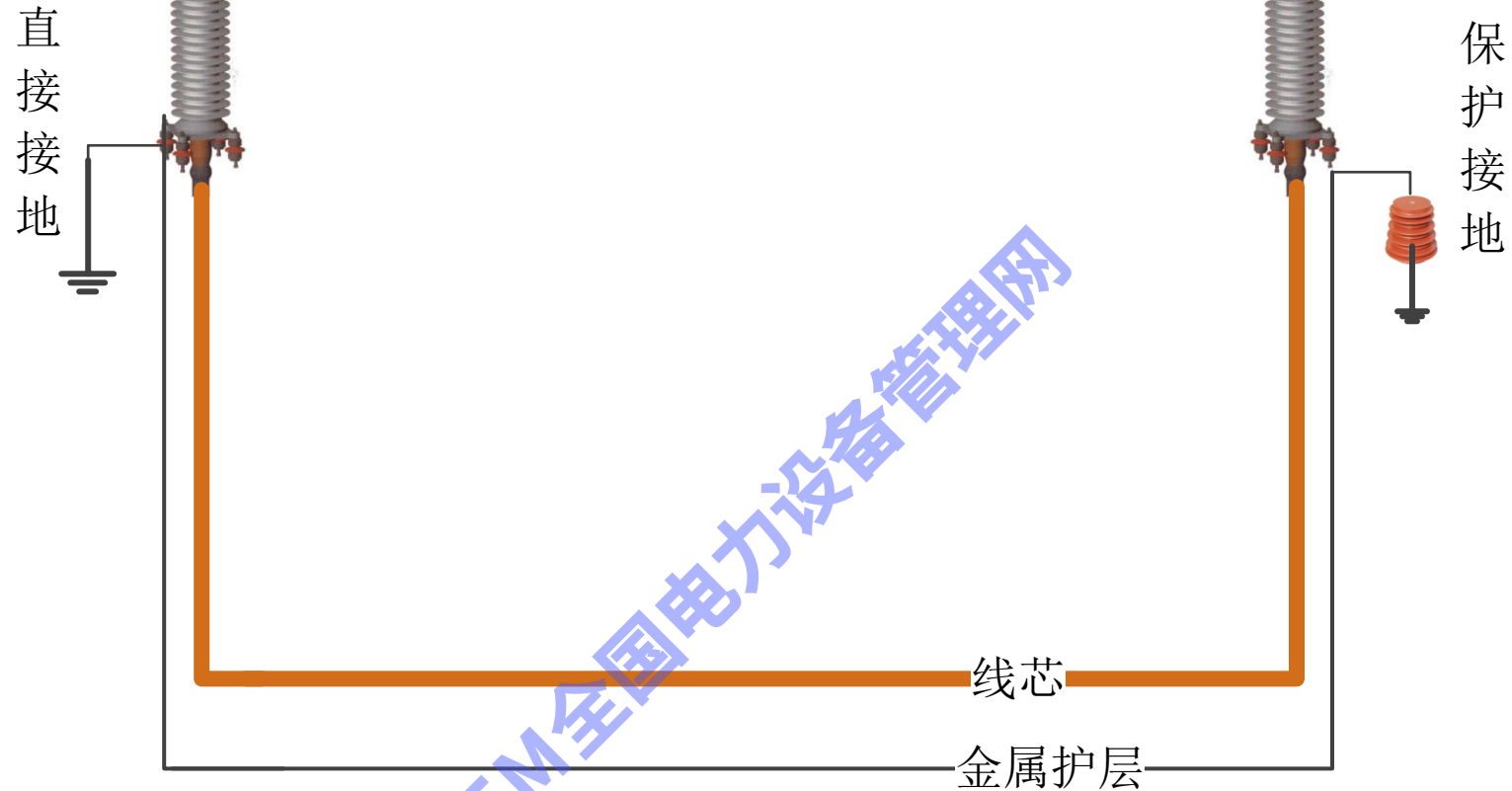
- 问题汇总
- 检测效果

超低频介损

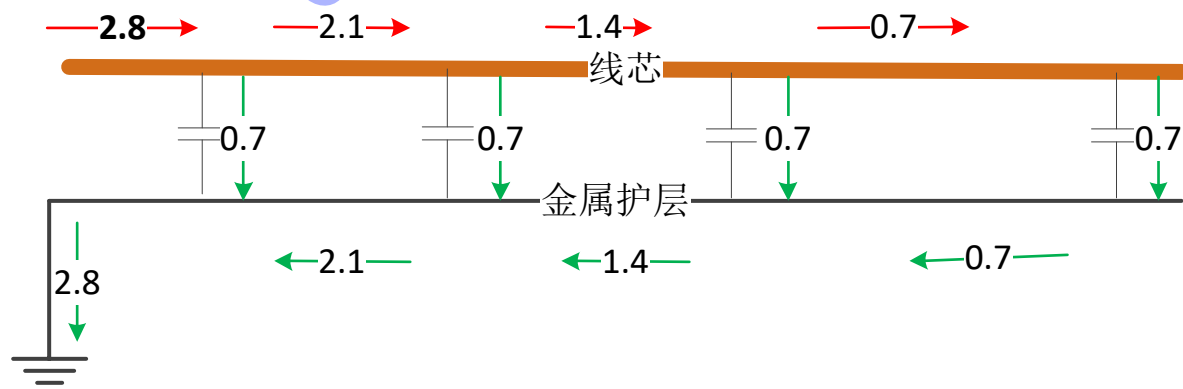
- 频率、试验电压与电缆长度间的关系

电缆带电检测

- 局部放电检测仪器优缺点比对
- 本体测量是否有效



单相耐压电流流向示意图



耐压同步局放

- 同步信号获取

振荡波局放

- 问题汇总
- 检测效果

超低频介损

- 频率、试验电压与电缆长度间的关系

电缆带电检测

- 局部放电检测仪器优缺点比对
- 本体测量是否有效

关于振荡波

品牌故事

- 发明与引进
 - **Seitz和德国SEBA**
 - **瑞士onsite和德国SEBA**
- 名称
 - OWTS
 - DAC

技术成熟度

- 定位准，脉冲识别准
 - **瑞士onsite和德国SEBA**
- 有待进一步解决和应用
 - 首末端定位
 - 放电幅值小或放电次数少时，自动识别
 - 双端定位
 - 放电类型识别

适用的范围

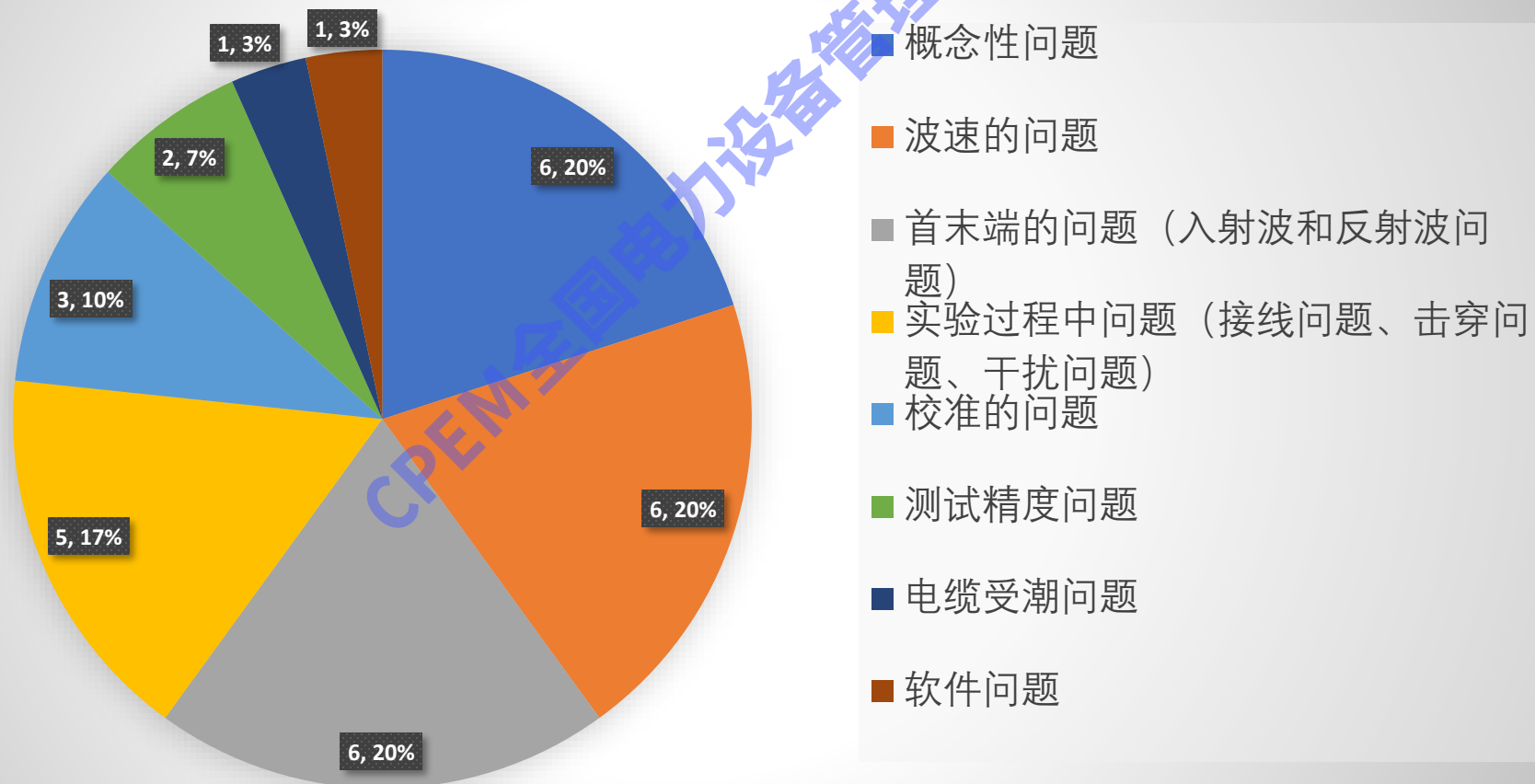
- 中高压电缆
- 定位局部潜在绝缘缺陷（有局部放电发生时），非故障
- 定位局部故障（可以尝试用）

振荡波局放与振荡波耐压

- **局部放电检测**
 - **DL/T 1576**
 - **Q/GDW 11838**
 - **IEEE 400.4**
- **耐压试验**
 - 国际标准（IEEE 400.4）

问题汇总

问题分类统计



中压电缆振荡波检测汇总表（2018~2019年）

国网福建省电力有限公司
STATE GRID FUJIAN ELECTRIC POWER COMPANY

- 检测老旧电缆**600**条，缺陷**50**条
- 检出率：**8.3%**

河南省电力有限公司
HENAN ELECTRIC POWER COMPANY

- 检测老旧近**200**条
- 检出率：**7%**

上海进博会



- 2018~2019
- 检测新电缆**219**条，缺陷**8**条
- 检出率：**3.7%**

武汉军运会

WUHAN 2019
7th CISM Military World Games

- 检测老旧电缆**180**条，缺陷**12**条
- 检出率：**6.7%**

宁波地区



- 检测老旧电缆**500**条，缺陷**38**条
- 检出率：**7.6%**

浙江台州



- 检测老旧电缆**140**条，缺陷**8**条
- 检出率：**5.7%**

康宁

CORNING
Discovering Beyond Imagination

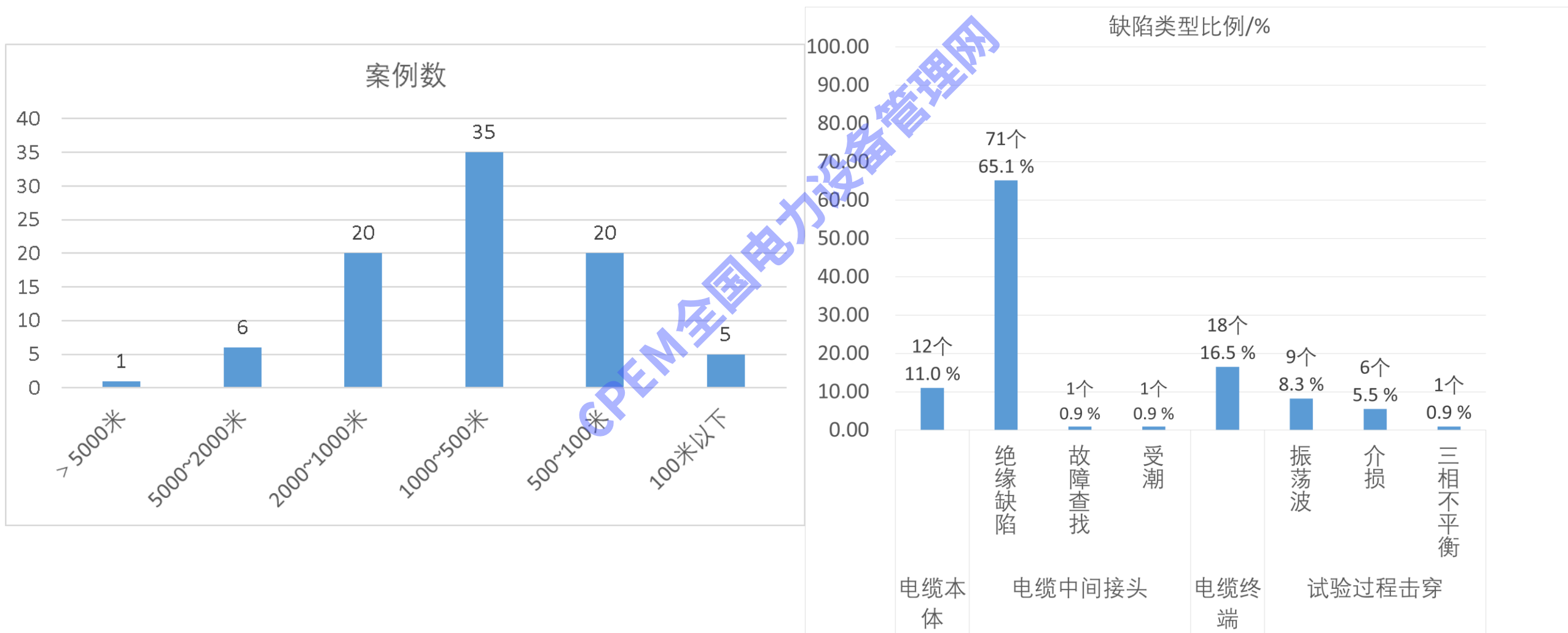
- 检测新电缆**38**条，缺陷**2**条
- 检出率：**5.3%**

国华某电厂

- 检测老旧电缆**64**条，缺陷**3**条
- 检出率：**4.7%**

.....

中压电缆振荡波检测汇总表（2018~2019年）



耐压同步局放

- 同步信号获取

振荡波局放

- 问题汇总
- 检测效果

超低频介损

- 频率、试验电压与电缆长度间的关系

电缆带电检测

- 局部放电检测仪器优缺点比对
- 本体测量是否有效

频率、试验电压与电缆长度间的关系

仪器参数注意点

- 超低频正弦还是超低频余弦方波
- 最大测试电容
 - 决定测试电缆长度，跟频率和试验电压相关
- 输出最大电流 $I_{\max}$ (mA)

$$C_{\max} = \frac{I_{\max}}{2 \times \pi \times f \times U \times \sqrt{2}}$$

以10kV电缆为例

单位电容/ μF	电缆长度 /km	电缆电容 / μF	最高试验电压 /kV	试验频率/Hz	所需最大电流 (考虑峰值电流) /mA
0.3	3	0.9	17.4 ($2U_0$)	0.1	14
0.3	4	1.2	13.1 ($1.5U_0$)	0.1	14
0.3	4	1.2	13.1 ($1.5U_0$)	0.05	7

耐压同步局放

- 同步信号获取

振荡波局放

- 问题汇总
- 检测效果

超低频介损

- 频率、试验电压与电缆长度间的关系

电缆带电检测

- 局部放电检测仪器优缺点比对
- 本体测量是否有效



PDcheck

• 优点

- 操作简便
- T-F聚类分析比较实用
- 单次波形分析与显示方式有助于判断放电位置

• 不足

- 滤波功能欠缺，尤其是脉冲信号与低频干扰叠加时，影响聚类分析结果，甚至无法区分干扰和放电信号
- 没有其他同步方式，当没有负荷时，无法同步，需要采取其他手段同步



OMICRON MPD600

• 优点

- 采集实时性好，连续观测信息特征
- 关注统计特征
- 3Freq (3Pard) 能够提取噪声下的放电特征，提取能力强大

• 不足

- 单次波形分析不太方便
- 操作复杂
- 参数设置多，内容复杂
- 现场接线复杂



DIAEL

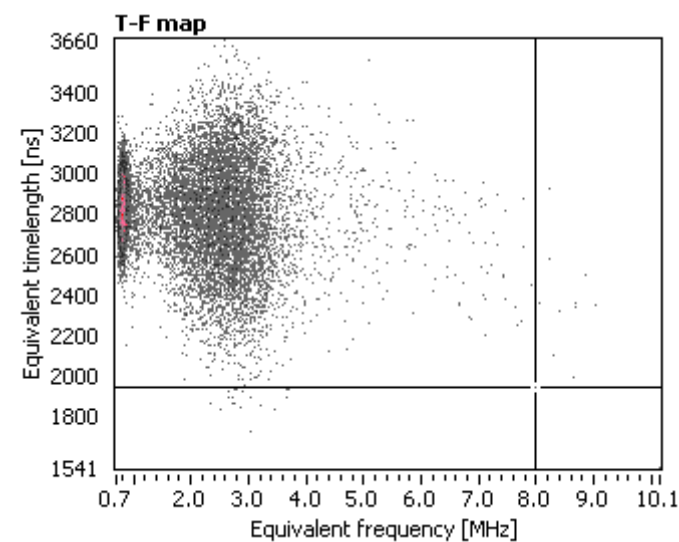
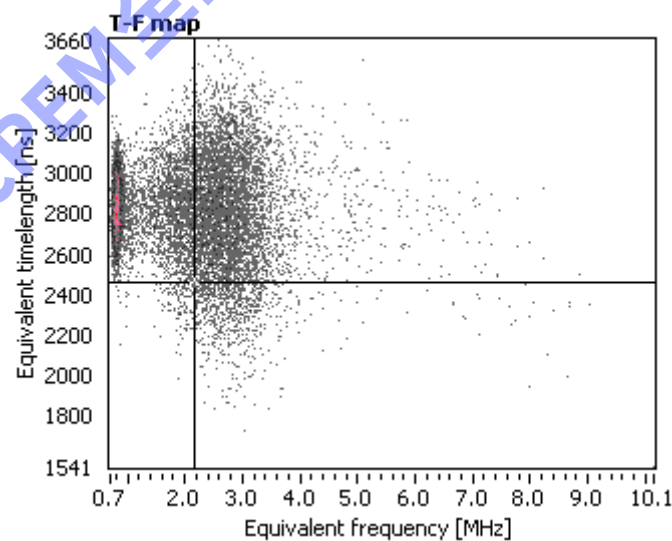
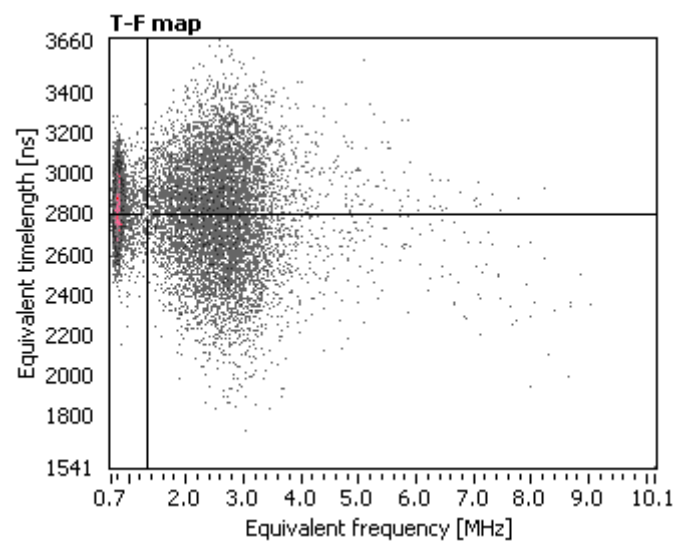
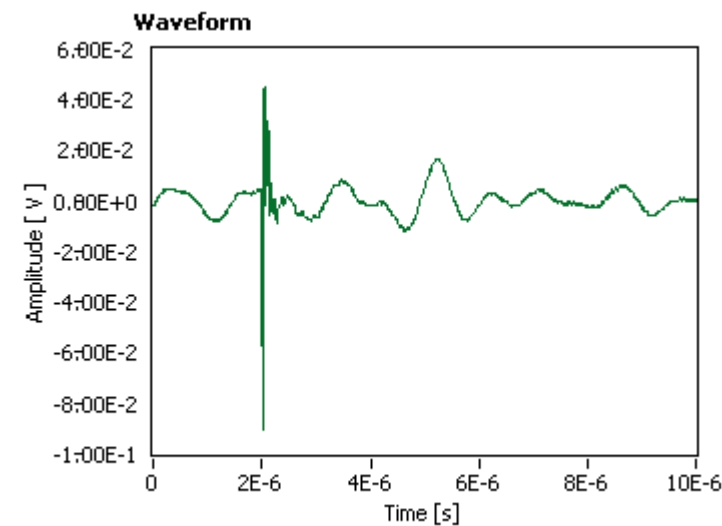
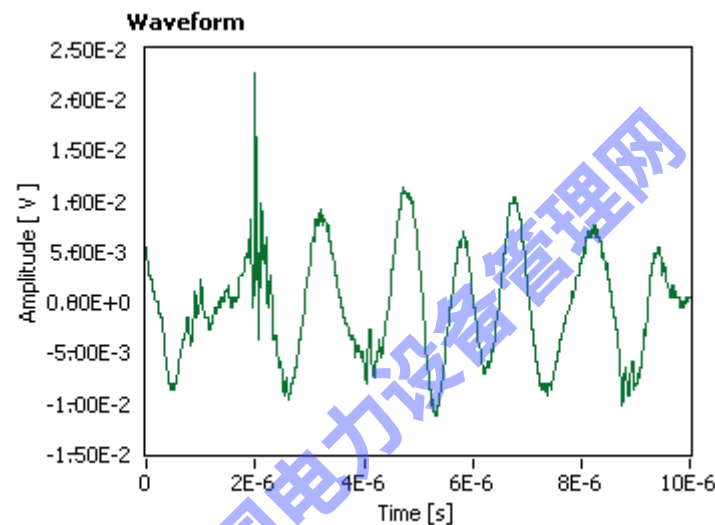
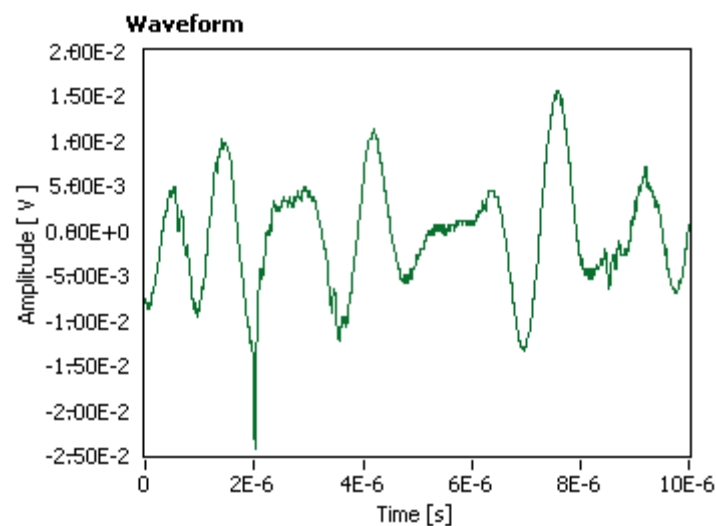
• 优点

- 功能多（去噪、定位、识别、趋势分析）
- 小波提取，去噪效果好
- 能够根据放电脉冲进行定位
- 独特的放电量校准界面
- α - β -f 3D聚类分析，根据单次波形特征和频率距离

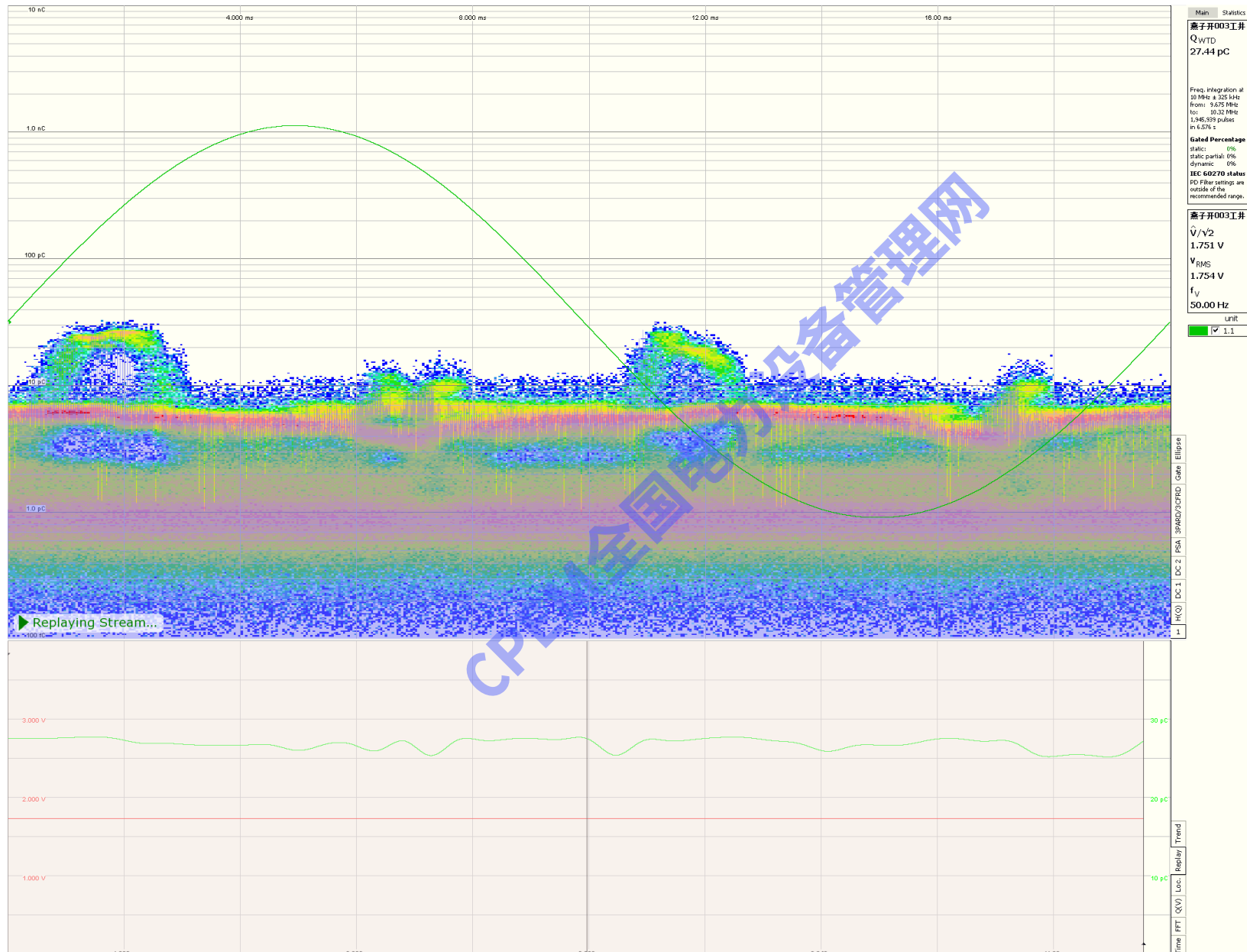
• 不足

- 对电脑配置要求很高
- 操作界面复杂
- 功能多，需要提供的一整套测量培训教程

PDcheck



MPD600



Q(V) V PD Q RIV 3FREQ 3PARD/3CFRD PSA FFT

Replay Trend Measure Localization DC Display Settings

These settings apply to

☒ the selected unit ☐ all units

Charge integration settings

☐ Time domain ☒ Frequency domain ☒ Show cursors

f_{Center} 10 MHz Δf 650 kHz

Display settings

Scale ☐ Linear ☒ Logarithmic ☐ Bipolar

Show ☒ PD events ☒ Histogram ☐ PD cursor

Q_{max} 10 nC Q_{min} 100 fC

$H(Q)$ max ☒ Auto 100 kPulses ☒ Log

☒ IEC level in overview

Gamut...

Detection settings

PD threshold 99.94 fC $\Delta\phi$ 0 °

dead time 0 s +1.54 μ s

☐ Dyn. Weighting

Gating

☐ unit operates as gate

gate time + 10 μ s - 10 μ s

Configure DyNG... ☐ Inverse Gating

Calibration Settings (apply to the selected unit only)

Q_{IEC} (measured) 27.44 pC $f_{Q_{IEC}}$ 61.67 Hz

Q_{IEC} (target) 100 pC $f_{Q_{PD}}$ 309.5 kHz

Divider Factor 1 Compute

These settings apply to all units:

☐ enable additional statistics ☒ Timed histogram acquisition

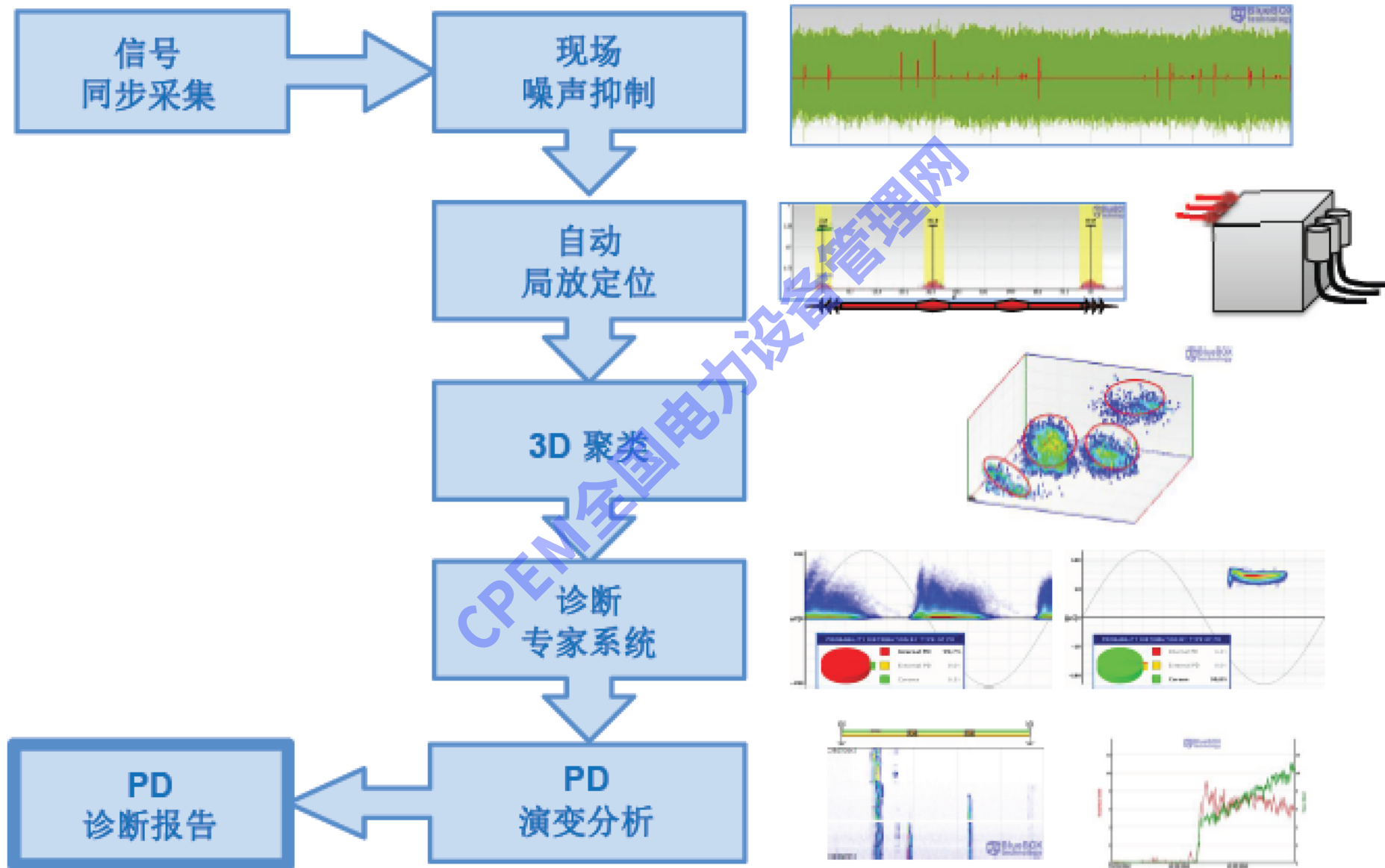
t_{Ref} 10 s 12.9 s Go! Clear

Record file c:\mpdStream.stm Browse... Note..

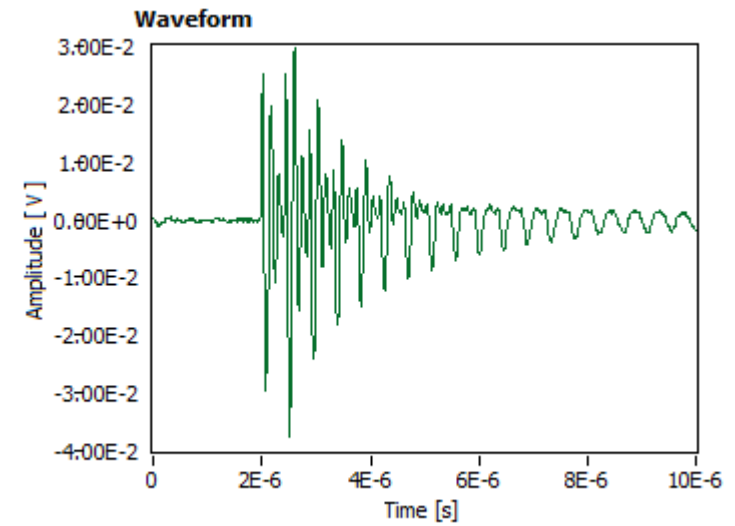
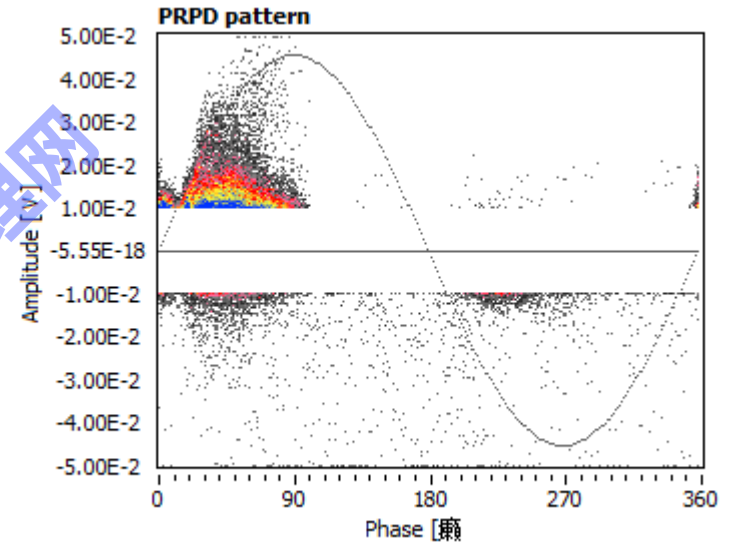
☐ Prompt to auto-stop stream recording after 5 min

Loading Settings...

DIAEL



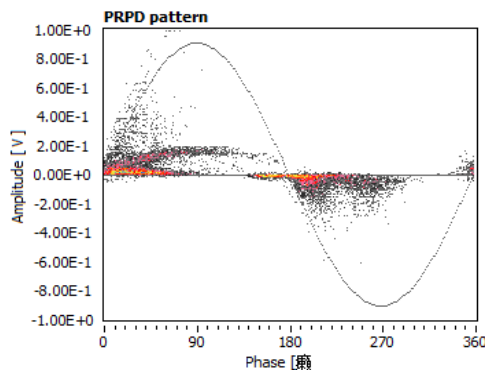
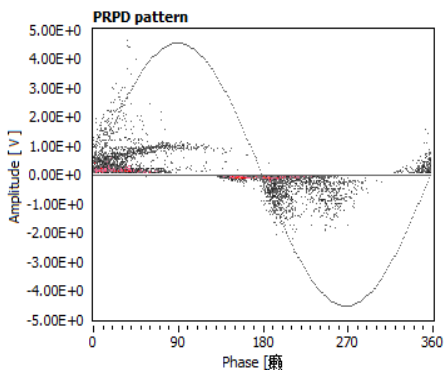
实验室本体测量



缺陷案例终端+本体测量对比

- 以某电缆终端绝缘缺陷为例，对电缆本体和接地线测量方式的有效性进行了对比，包括幅值、统计谱图和衰减系数等方面。

检测位置	3#环网柜出线间隔	
	铠装接地、铜屏蔽接地	终端本体
测试幅值 (最大值) /mV	4,503	906



小结

1. 接地线测量到的幅值远大于本体测量到的幅值 (4~5倍)
2. 接地线和本体测量的**统计谱图基本一致**，不影响对绝缘缺陷类型的判断。
3. 局部放电信号在电缆铠装和铜屏蔽中传播时，衰减较大，建议**就近测量**。

再次感谢您的关心

欢迎提问与指导!

CPEM全国电力设备管理网