

ZTSD-10KV 电缆交流耐压及 振荡波局放测试系统

使
用
手
册

武汉智能星电气有限公司

目 录

| | |
|--------------------------|----|
| 声明 | 2 |
| 安全事项 | 2 |
| 一、 系统简介 | 3 |
| 1、 概述 | 3 |
| 2、 系统试验原理 | 3 |
| 3、 系统的性能及特点 | 4 |
| 4、 10kV 测试系统主要技术参数 | 4 |
| 二、 操作说明 | 5 |
| 1、 被测电缆要求及测试前准备 | 5 |
| 2、 绝缘电阻测试 | 5 |
| 3、 电缆振荡波局部放电试验 | 6 |
| 3.1 电缆局放的校准 | 6 |
| 3.2 振荡波局放测试 | 8 |
| 4. 专家知识与经验 | 12 |
| 5. 电缆振荡波局放诊断评价 | 13 |

ZTSD-10KV 电缆交流耐压及振荡波局放测试系统

声明

为更好地使用本系统请仔细阅读使用说明书，并请妥善保管以备日后使用。本公司保留更改本说明书内容的权利和产品更新导致的表述差异。

安全事项

- 1、绝缘电阻测试时电缆对侧需专人看守，严禁测试期间电缆头及被测电缆本体或附近处有作业现象；
- 2、切断被测电缆电源，防止再次通电，确定被测电缆上已无电压，隔离附近带电设施；
- 3、试验接线时，应先用放电棒放电并挂地线后再触碰电缆头，确保人身安全。
- 4、升压试验时应在电缆头和试验设备四周装设网状围栏，悬挂“高压，危险！”标示牌，试验现场四周应派专人监护，禁止与试验无关人员靠近；
- 5、升压时控制台操作人员应站在绝缘垫上，防止高压反击危及人员安全；
- 6、加压过程中应注意观察电压是否波动、数据是否异常，并呼唱报时，发现有异常情况立即降压，直到查明原因后再重新开始加压；

一、系统简介

1、概述

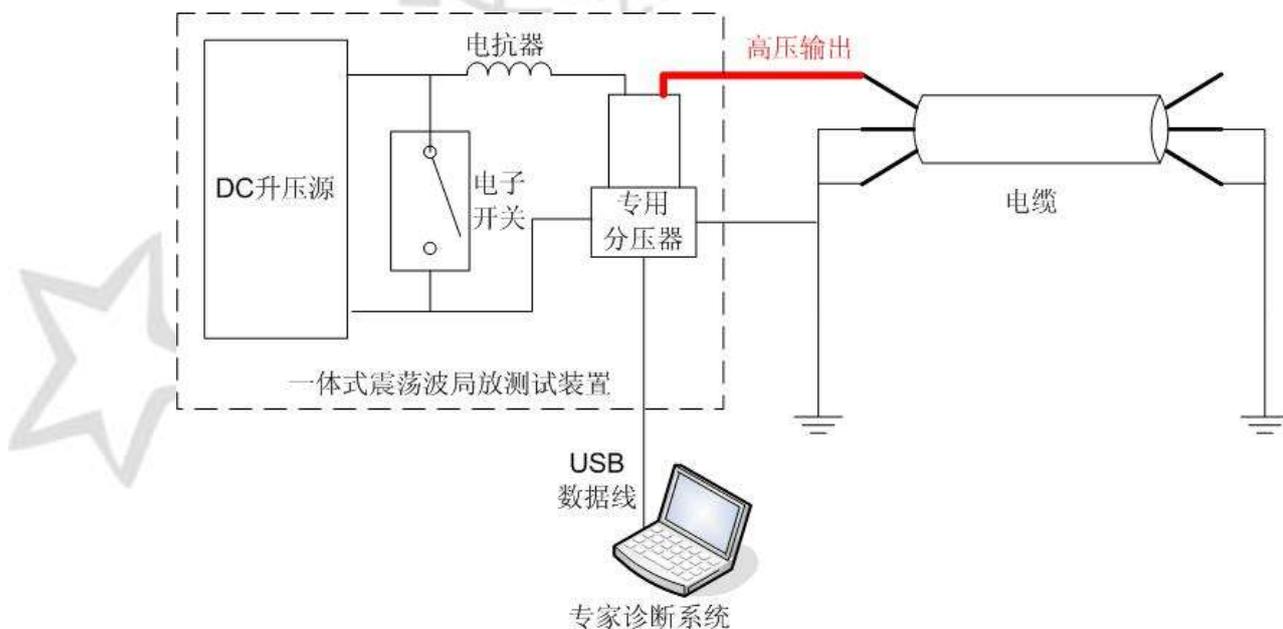
目前对电力电缆检修的管理，主要是依据《电力设备交接和预防性试验规程》所规定的项目和试验周期，定期在停电状态下进行绝缘性能试验。其中变频串联谐振试验由于试验状况接近电缆的运行工况，因此成为国内目前应用最广泛的试验方法。

但大量试验及经验表明，串联谐振耐压试验无法对电缆整体绝缘的状态进行定量评估，一些通过串联谐振耐压试验的高压电缆在短期内仍有放电击穿的现象。经过长期对高压电缆的研究试验和实践，认为局部放电是电缆绝缘故障的先兆，有效检测局部放电是提高电缆状态检修水平的一种重要途径。

振荡波电缆局放诊断与定位系统是电力电缆“状态检修”的一种新方法。此方法是先对 XLPE 电缆施加直流电压，利用形成的阻尼振荡波条件下的局放进行诊断与定位。可以可靠地发现电缆及电缆接头的微弱绝缘缺陷，并且可以准确定位。

此装置为一体化式试验设备，小巧便于携带，现场连线非常简单，对于电缆试品的长度适应性也非常广泛。可以快速且精准的进行电缆局部放电诊断与定位。

2、系统试验原理



图中，通过 DC 升压源进行升压，当电压升至测试电压时，闭合电子开关，使谐振电抗器和

被试电缆形成逐渐衰减的阻尼振荡，通过专用分压器进行测量和反馈控制，使用专用软件可以将被测电缆及其接头的绝缘薄弱环节所发生的局部放电信号有规律的显示出来。通过波形数据分析，可以测出局部放电的放电电量值及定位局部放电点的准确位置。并且通过软件可以控制阻尼振荡波形多次重复，从而可以更可靠验证被测电缆的绝缘缺陷。

3、系统的性能及特点

- 1) 适用于新电缆（投运前）交接试验及老电缆（停电后）预防性试验。
- 2) 遵循 IEC60270 标准测量电缆局放量。
- 3) 对电缆局放点进行距离测量。
- 4) 测量电缆接头位置及全长距离。
- 5) 一体式主机可以根据国网的相关规程设定电压自动升压，笔记本系统自动采集数据，简单方便。
- 6) 采用硬件和软件相结合抗干扰技术，可有效去除外部干扰。
- 7) 软件专家系统，同时显示局部放电波形、放电量和测试电压等参数，对测试数据进行实时保存、生成测试报告及打印等功能。

4、10kV 测试系统主要技术参数

- 最大输出电压：3~30kV
- 试品电容量： $\leq 5 \mu F$
- 阻尼振荡波频率范围：30~1000Hz
- 局放测试范围：5pC~100nC
- 局放定位精度：0.1 米
- 通讯协议：USB2.0 和 串口
- 环境温度： $-5 \sim 55^{\circ}C$

设备的组成部分：

- 1、高压电缆局放测试系统软件(笔记本电脑)

2、一体式震荡波局放测试主机

1) 高压发生装置

- 输入电源: AC220V \pm 10%

2) 谐振电抗器

- 线圈电感: 0.8H

3) 专用局放数据滤波采集装置

- 采样频率: 125MHz 8bit
- 软件: 专家诊断系统

4) 局放校准器(50pC , 100pC, 200pC, 500pC, 1nC , 2nC, 5nC , 10nC, 20 nC)

二、操作说明

1、被测电缆要求及测试前准备

- 1) 局放测试前, 将电缆断电、接地放电, 两端悬空, 布置好安全围栏;
- 2) 电缆头擦拭干净, 电缆头与周边接地部位绝缘距离足够;
- 3) 收集电缆型号、长度、接头位置等电缆参数;

电缆全长必须准确, 以用于校准;

中间接头测量尽量准确和详细, 有利于最终判断局放位置;

- 4) 电缆长度: 一侧测量方式: $100\text{m} \leq L \leq 3\text{k}$, 必要时可采用两端测量的方式。

2、绝缘电阻测试

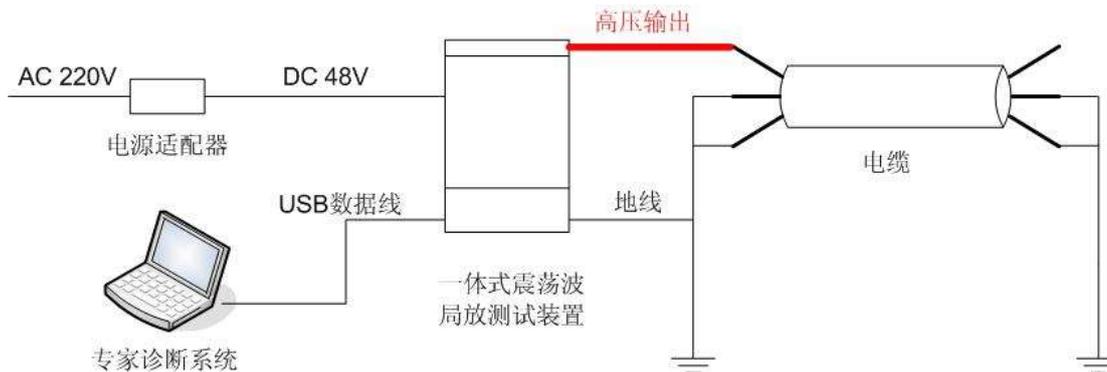
电缆主绝缘电阻测试: 采用 2500V (35kv 电缆用 5000V 摇表) 绝缘摇表进行测试; 主绝缘电阻应大于 $50\text{M}\Omega$ 才可以进行下一步试验。

3、电缆振荡波局部放电试验

3.1 电缆局放的校准

高压测试前首先使用校准器进行局部放电量的校准，并测量电缆长度。

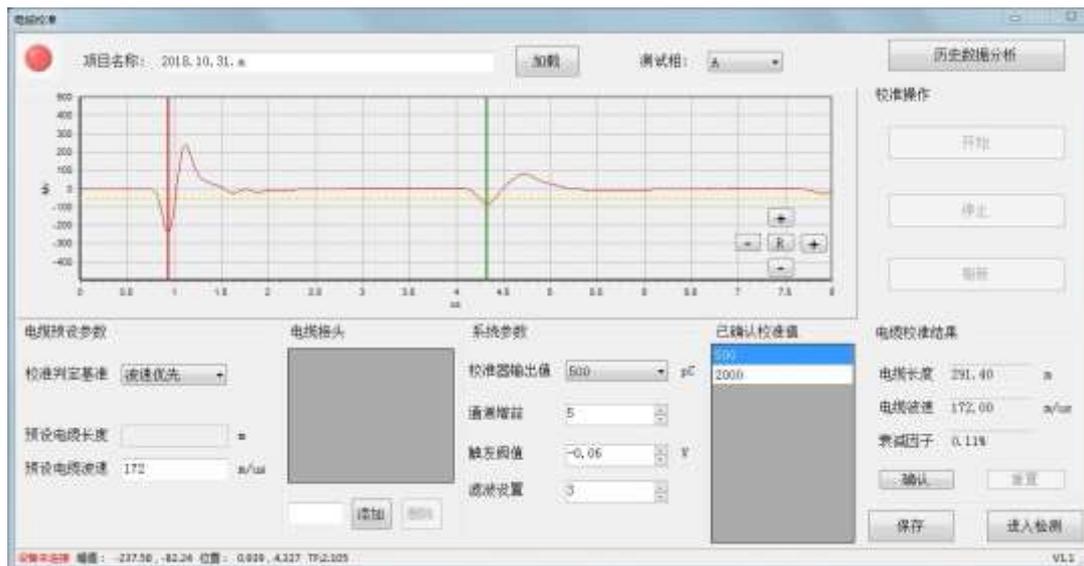
首先按照以下接线图联接好设备。测试前检查校准器电池，不足应更换。



校准步骤：

- 1) 校准器 Q9 测试线的红色线夹连接被测电缆线芯，黑色线夹接电缆接地。；
- 2) 校准 100pc—2nc 六档，输出接 OUT×1 接口。5nc—20nc 三档，输出接 OUT×10 接口。
- 3) 选择相应的档位，打开校准器电源。
- 4) 打开变频主机的电源，准备好笔记本电脑进入测试软件界面。

打开软件后，首页即是『电缆校准』界面，如下图所示。



电缆预设参数：已知被试电缆的长度时，请在『校准判定基准』中选择『长度优先』，并在『预设电缆长度』栏中输入电缆长度；如不确定被试电缆的长度时，请在『校准判定基准』中选择『波速优先』，并在『预设电缆波速』栏中输入电缆波速。

注：电缆波速与电缆类型有关，典型值见下表，请根据实际情况输入相应的数值。

| 电缆绝缘材料 | 典型波速值 (m/μs) |
|--------|--------------|
| 油浸纸 | 160 |
| 不滴流纸 | 144 |
| 聚苯乙烯 | 184 |
| 交联聚乙烯 | 172 |
| 聚氯乙烯 | 142 |
| 天然橡胶 | 190 |
| 乙丙橡胶 | 200 |
| 丁苯橡胶 | 195 |
| 丁基橡胶 | 200 |

系统参数：选定与校准器一致的『校准器输出值』，调节『触发阈值』、『通道增益』和『滤波设置』，使校准信号波形尽量稳定清晰且刚好不溢出（发生溢出时，『通道增益』栏会标红以示警告）。

- ☞ 当校准器输出值是正脉冲时，请向正方向（上）持续调节『触发阈值』（黄色虚线），直到信号波峰稳定（不会出现上下起伏）；当校准器输出值是负脉冲时，请使用相同的方法向负方向（下）持续调节『触发阈值』。
- ☞ 当环境电磁干扰非常严重导致信号波形难以辨认时，调高『滤波设置』的取值通常会有比较明显的改善效果，除此之外，建议保持默认值。

校准操作：

- ☞ 点击『停止』或『刷新』以捕获当前的校准信号波形。
- ☞ 使用鼠标左键定位入射信号（左侧，红线），使用鼠标右键定位回波信号（右侧，绿线）。当校准器输出信号为正脉冲时，应点选使红线和绿线分别穿过入射信号波形和反射信号波形的波峰位置；当校准器输出信号为负脉冲时，则应点选使红线和绿线分别穿过入射信号波形和反射信号波形的波谷位置。可以使用鼠标左键从左向右划动放大局部波形来辅助定位。
- ☞ 点击『确认』，完成本次『校准器输出值』所关联的校准。可以切换更多的『校准器输出值』继续进行校准，每一个不同的『校准器输出值』状态下完成校准时都需要点击『确认』来保证本次校准的有效性。
- ☞ 点击『重置』，可以清空已确认的校准值。
- ☞ 点击『保存』，生成电缆校准文件。

离线状态数据修正：本系统特别支持在离线状态下对已保存的原始校准数据进行复核，对现场处理时可能存在的失误操作和判断进行修正，以确保得到更准确的试验结果。点击『加载』，可以读取已保存的历史校准数据文件。使用与上述在线校准同样的操作方法，可以对原始数据进行修正。如果进行了修正，请注意点击『保存』覆盖原有的校准文件，或点击『新建』另存项目。

其他：

- ☞ 点击『历史数据分析』，可以直接读取已保存的完整的电缆局放检测试验数据文件。当数据量很大时，读取过程可能需要耗费一段时间，并非软件异常，请耐心等待读取完成。
- ☞ **电缆接头：**如果已知被试电缆中存在接头，可以添加接头位置信息，用于电缆校准时分析波形的参考。

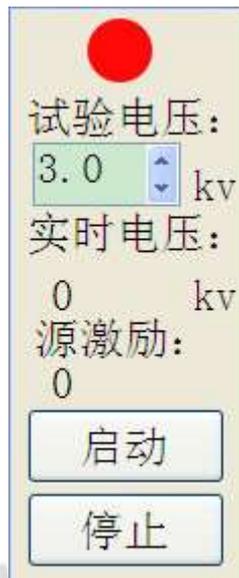
***5) 校准完毕，关闭校准器，从被测电缆中取下校准器。**

3.2 振荡波局放测试

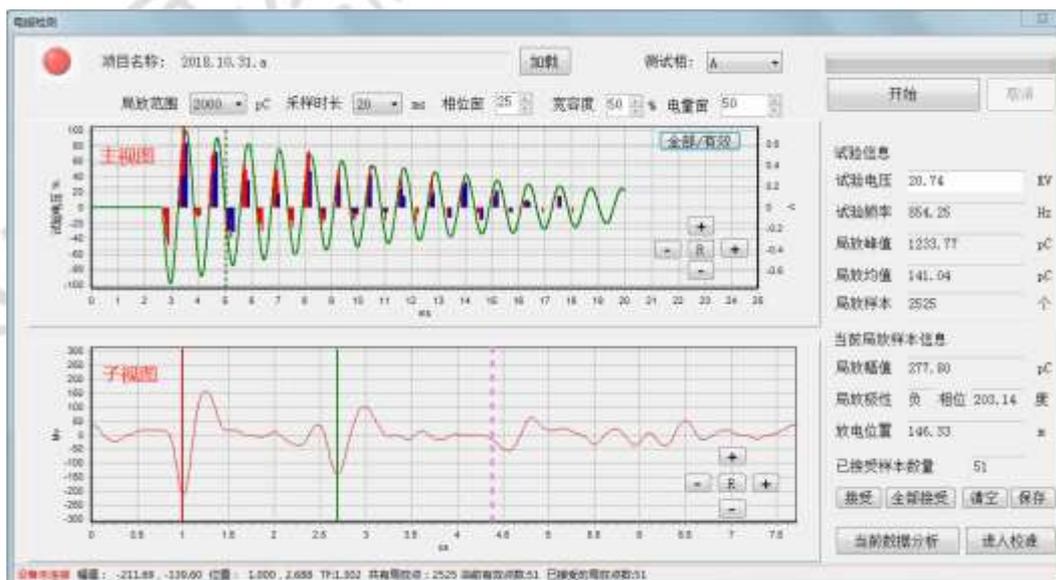
1) 按上面电缆局放试验的连接图连好设备并检查无误，打开“升压软件”。正常情况下，应出现下图提示“端口打开成功”，点击『确定』，进入升压软件界面。若出现“端口打开失败”提示，需要检查 USB 连线与一体式主机连线，并重新打开“升压软件”，直到提示“端口打开成功”；



- 在『试验电压』中输入：希望一体式主机升压的数值；
- 点击『启动』一体式主机将自动开始升压；
- 点击『停止』一体式主机将立刻停止升压，降压并复位；
- 在升压过程中，『实时电压』将显示实时的高压端的输出电压；『激励源』将显示一体式主机的功率输出百分比；『升压指示灯』将变为绿色；



2) 笔记本电脑进入测试软件，在完成电缆校准或载入已保存的电缆校准数据后，在电缆校准界面点击『电缆检测』进入电缆检测界面，如图所示。



在升压完成前，点击『开始』进行局部放电信号与震荡波信号的采集，点击『取消』可以终止此过程。

观察：

- ☞ 请按照交流震荡波高压试验电源此时设置的输出电压值填写进『试验电压』一栏中。
- ☞ 鼠标左键在主视图中选中局部放电样本（红/蓝），在子视图中即可观察相应的局部放电样本的具体波形。

收集局部放电样本：

- ☞ 点击『全部接受』，将此次采集中获取的所有有效局放样本添加到待分析的数据库中。
- ☞ 在子视图的局部放电样本的波形中，使用鼠标的左/右键定位局部放电的初始波形和反射波形，并点击『接受』，可以将此样本单独添加到待分析的数据库中。
- ☞ 点击『清空』，可以将已接受的所有局放样本从待分析的数据库中删除。在两次使用『全部接受』之间，建议点击『清空』，避免无效数据叠加。
- ☞ 点击『保存』，生成电缆检测数据文件。当数据量很大时，保存过程可能需要耗费一段时间，并非软件异常，请耐心等待保存完成。

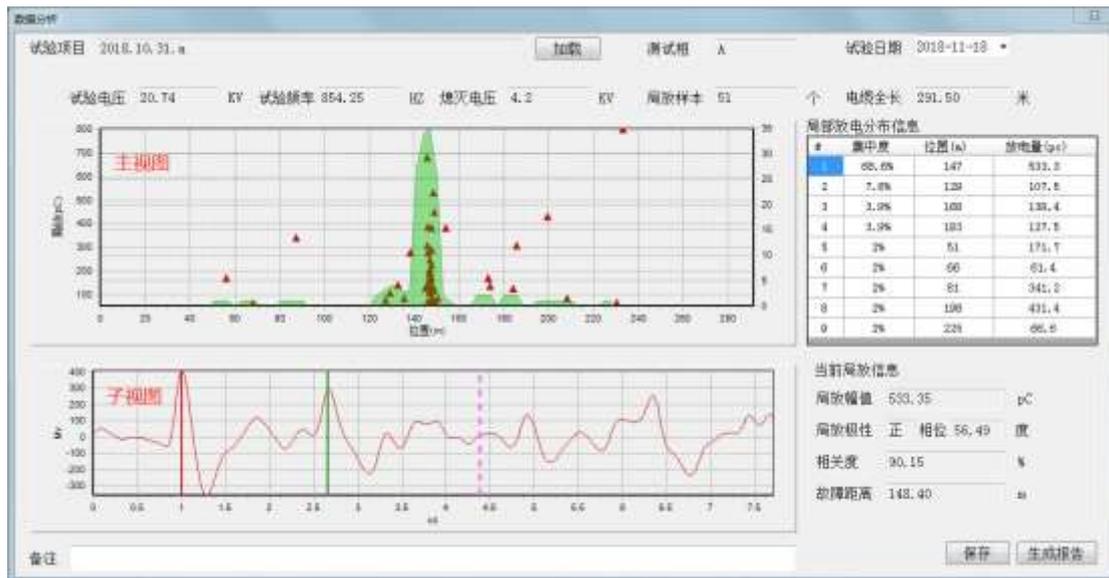
离线状态数据修正：本系统特别支持在离线状态下对已保存的原始校准数据进行复核，对现场处理时可能存在的失误操作和判断进行修正，以确保得到更准确的试验结果。点击『加载』可以读取已保存的电缆检测数据文件，通过调整参数（相位窗/宽容度）、重新进行样本的选取，以及样本信息修改等操作，都可以实现在离线状态下对已保存的原始检测数据进行修正。如果进行了重调，请注意点击『保存』生成新的电缆检测数据文件。

其他：

- ☞ 『局放范围』和『采样时长』在采集信号之前设定，信号采集完成后不能修改。
- ☞ 『相位窗』、『宽容度』和『电量窗』用于调节局放样本数量和范围，可根据数据分析的结果进行反复调节。

3) 数据分析

在完成电缆校准或加载已保存的电缆检测数据之后，在电缆检测界面上点击『当前数据分析』即可进入数据分析界面，如图。



- ☞ 主视图显示每个局放样本（红色三角）的放电量 and 放电点距离被试电缆近端的位置，以及每个位置上的局放样本数量的分布情况（绿色阴影）。
- ☞ 鼠标左键点选主视图上的局放样本，可以在子视图中观察相应局放样本的具体波形信息。
- ☞ 点击『剔除当前样本』可以将子视图所显示的样本从所有样本中删除。
- ☞ 点击『保存』可以生成数据分析文件。当数据量很大时，保存过程可能需要耗费一段时间，并非软件异常，请耐心等待保存完成。
- ☞ 点击『加载』可以读取已保存的历史数据分析文件。当数据量很大时，加载过程可能需要耗费一段时间，并非软件异常，请耐心等待加载完成。

4) 编写报告

在完成数据分析或者加载了已保存的历史数据分析文件之后，点击数据分析界面的『生成报告』按钮，即可进入报告编写的界面，如下图所示。

编写报告

电缆线路振荡波局部放电检测 试验报告

| | | | | |
|------|--------------|---|------------|------------|
| 试验项目 | 2018.10.31.a | 测试相 | A | |
| 电缆信息 | 所属单位 | 所属线路 | | |
| | 电缆名称 | 电缆长度 | 291.5 | |
| | 电缆型号 | 投运时间 | 2018-11-13 | |
| | 绝缘状态 | | | |
| 试验场景 | 天气情况 | 温度/湿度 | | |
| | 试验日期 | 2018-11-13 | 试验设备 | |
| | 试验地点 | | 对端地点 | |
| | 试验单位 | | 试验人员 | |
| | 报告编写人 | | 发布时间 | 2018-11-13 |
| | 试验结论 | <input type="radio"/> 正常 <input type="radio"/> 超标 <input type="radio"/> 异常 <input type="radio"/> 其他 | | |
| 数据分析 | | | | |
| 运检建议 | | | | |

- ☞ 报告编写过程中，可以直接输入相应信息，也可以留空打印后手动填写。
- ☞ 数据分析中的“基本试验数据”、“局部放电分布图”和“局部放电分布信息”会自动附在试验报告中。
- ☞ 点击『生成报告』，可以保存并查看报告文件的预览。当数据量很大时，生成报告过程可能需要耗费一段时间，并非软件异常，请耐心等待报告自动生成。
- ☞ 报告文件默认保存在“我的电脑/D 盘/电缆局放数据/Report”文件夹下。

4. 专家知识与经验

1) 电缆局部放电信号判断几条准则

- 一般来说，局部放电信号的脉冲数会随着电压升高而增多。
- 若三相均出现的十分相似的分组脉冲信号，则该信号来自被测电缆本身的可能性不大，但并非完全不可能。

- 随着局部放电脉冲信号在电缆中的传播，其脉冲宽度会不断变宽。距离测试端越远，脉宽越宽。
- 电缆局部放电信号必然具有在工频周期一、三象限聚集的工频相位分布特性，可通过PRPD图判断。
- 电缆局部放电信号必然具有在电缆某些位置聚集的位置分布特性，可通过脉冲幅值-电缆长度分布图或脉冲数-电缆长度分布图判断。

2) 干扰信号的排除

- 由于升压测试时，外部噪声干扰、连接电缆与被测电缆接头处、振荡波测试仪内部均可能导致检测到脉冲信号。这些脉冲信号具有典型的特征，根据上述四条准则，可在分组阶段将其排除。
- 尽量减小环境噪音干扰，如有施工可要求暂停；
- 尽量减小来自地线的干扰如电晕等；
- 为排除高压测试电缆与被测电缆之间的连接不好而造成的人为干扰，高压电缆与被测电缆的连接需要严密接触完整。

5. 电缆振荡波局放诊断评价

电缆局部放电量：

当电缆的以下部件出现下列的局放量超标情况，应视为缺陷情况：

- 1) 电缆本体： $>300\text{pC}$ ；
- 2) 电缆终端： $>5000\text{pC}$ ；
- 3) 电缆中接头： $>500\text{pC}$ 。

电缆振荡波局放量超标异常情况处理措施

- 1) 带电情况下采用超声波、地电波、红外等手段进行状态监测；
- 2) 保供电期间缩短带电测试周期；
- 3) 必要时更换局放量超标部件；