

杭州高电科技有限公司

HANGZHOU HIGH VOLTAGE TECHNOLOGY CO., LTD

# CTM30 电缆振荡波局放测试系统 操作手册

# 杭州高电科技有限公司

地址:杭州钱江经济开发区永泰路2号-15#

电话: 0571-89935606

网站: <u>http://www.hzhv.com</u>

邮编: 311107 传真: 0571-89935608 邮箱: hzhv@hzhv.com

#### 1.设备描述

#### 1.1 简介

M30 系列是集成式局部放电定位系统,主要用于中压电缆的局放诊断。系统测试频率为 20Hz 到几百赫兹的阻尼交流电压(DAC)。

M30 系列是集成式局部放电定位系统,主要用于中压电缆的局放诊断。系统测试频率 为 20Hz 到几百赫兹的阻尼交流电压 (DAC)。系统在测试过程中产生的阻尼交流电压最高可 达 30kV,并结合先进的系统硬件与系统软件来进行诊断,系统集 VLF 与 DAC 一体,即可测 量电缆的振荡波局放又可做电缆的超低频耐压试验,现场电压测试结合了非破坏性局放测试 以及介质损耗测量,是对电缆的投运,维修以及维护来讲一种基础并有效的测试手段。M30 结合了几乎针对所有中压电缆类型,如 XPLE 以及纸质绝缘的电缆的必要测试电压以及诊 断工具。

系统在测试过程中产生的阻尼交流电压最高可达 **30kV**,并结合先进的系统硬件与系统 软件来进行诊断,主要包括:

- 最新的电晶体技术和激光控制技术,如高压电晶体开关;
- 电子元件, 数字式信号处理, 如高压电晶体开关、高压源;
- 数字式信号处理器和过滤器;

无线连接以及计算机内置系统,包括局放探测器、控制单元和局放分析器。
 测试回路包括:



# 1.1.1 硬件

主要由两部分构成

高压单元:高压线圈、高压分压器、高压开关、局放耦合电容、耦合单元以及局放探测器。 控制单元:笔记本单元主要用于控制测试程序、分析测试数据和保存测试数据,外部连接 高压,控制开关用于控制高压加压。将系统接地后并内部连接,然后与被测电缆相连。

#### 1.2 软件

软件主要构成如下:

测试分析软件,是用户操作的主界面;该软件是由笔记本电脑控制的。 该软件可以进行下述操作:

- 定义测试对象;
- 校准测试电路;
- 加压测试;
- 测试并保存测试数据;

浏览软件内置于系统中,但也可以根据客户要求将该软件单机独立安装。该软件的主要 用途如下:

- 显示并管理测试数据,生成测试报告;
- 利用脉冲反射仪分析测试数据;
- 生成测试报告;
- 生成数据库特征。

用户界面是由鼠标和键盘控制。屏幕上每个键都标注了相应功能。每个处于活动状态的 功能键都是能进行相应的功能操作或直接进入下一个操作界面。点击"Esc"键就会返回到 系统起始界面。

软件的界面显示以及功能可以归纳如下:

被测电缆: 定义被测电缆系统参数;

测试校准: 启动并执行测试电路的校准;

测试操作:通过测试以及数据的保存来对电力电缆进行现场诊断;

3

浏览报告:分析数据并生成测试报告。

# 1.3 连接面板



连接面板

#### 1.4 缩写

根据标准 IEC 规定,一般情况下对下列名词在操作手册中都尽量使用缩写:

PD	局部放电
DAC	阻尼交流电
M30	振荡波测试系统
VWD	耐压诊断
PDIV	局放起始电压
PDEV	局放终止电压
PD-mapping	电力电缆局放点位置纵览图

# 2. 安全规则

在运行本测试系统前,请操作者熟知本章节的相关安全规则。连接被测电缆前一定要遵 守下列五项安全规则以及其它相关安全规则。

1. 切断被测电缆电源; 2. 防止被测电缆重新带电;

4

3. 确保电缆上没有残存电压; 4. 隔离邻近带电设施

## 2.1 简介

本测试系统按照 IEC 348 关于电子测量仪器标准进行设计,能够确保操作者的安全。请 严格遵守国家和地方以及操作手册中提及的安规。

请在正常天气情况下使用系统,如设备受潮则禁止使用。如果设备受潮,请将其放置在 温暖、干燥的环境,潮气消失后才可使用。

本系统的操作人员须按手册中所述接受培训后才可进行操作。调试、维修以及部件保养 需要求 由专业人员来完成,请勿擅自操作。

#### 2.2 安全警告

进行任何测试前,切记将测试系统接地。

#### 请为自己的安全负责!

系统测试中,其部件将有高压,禁止触碰运行中的高压部件,确保人身安全。

测试者和辅助人员应严格遵守安全规定,防止造成人员和设备伤害。

测试时,请远离被测电缆及高压单元。

测试现场一定要摆放警告标识以及障碍物,测试无关人员需远离测试现场。所有高压设备都应该配备安全电路。在被测电缆、测试电缆结束测试后,所有部件接地并已无电压的情况下,才允许相关人员进入测试区域。

设备内部或外部的安全电路处于开路状态或未接地时都很危险,禁止故意断开安全电路。

调试、维修或维护等工作一定要由专业人员来执行,未经认可的人员进行调试、维修或 维护而引起的设备损坏将不享受质保。非专业人员进行操作有可能会造成危险。禁止随意拆 卸设备,当设备被拆开或出现故障时,禁止对设备进行通电。

更换坏保险丝时,请确保替换的保险丝与原保险丝电流等级以及类型完全相同。选择完 全匹配的保险丝,同时防止保险盒短路。

当怀疑设备出现故障时,一定要将整个系统关闭,并防止设备再次启动。如果设备出现 下列问题,其安全性能会受到相应的影响;

- 设备被明显损坏; /.; 无法完成指定测试;

- 数据保存情况异常,且保存时间过长;

- 设备在运输过程中受到损坏。

# 2.3 高压源控制

测试系统由两部分构成:

1. 高压单元 2. 笔记本电脑

测试过程中,内部的高压直流源由系统控制。出于安全考虑(如图 2.1 所示), 系统外部控制开关始终与系统连接,并用于切断高压。



系统外部控制开关功能介绍示意图

请时刻谨记章节2中的四项安全规则。

3.技术总览

# 3.1 系统构成

该测试系统包括高压单元、外部控制开关、笔记本单元以及配套的连接电缆 M 系列单元构成如下:

- 控制单元 高压线圈;
- 高压分压器; 高压开关;
- 局放耦合电容; 局放耦合器;
- 局放校准仪; 连接面板。

系统由笔记本电脑远程控制,首先应该:

- 通过直连网线将高压单元和笔记本电脑连接

#### 3.1.2 振荡波工作原理:

- 基于 OWTS 技术的测试电压产生原理如图 1 所示。直流高压电源首先通过线性连续 升压方式对被测电缆进行逐步充电(充电电流恒定)、加压至预设值。加压完成后, 固态高压开关 S(激光触发场效应管 LTT)在小于 1 µ S 的时间内闭合,使被测电缆 电容与 OWTS 系统中高压电感 L 产生谐振,从而在被测电缆上产生阻尼振荡交变电 压(DAC),其波形及频率接近工频电压,且持续时间为 mS 级,对电缆绝缘无损伤。
- 电缆振荡波局部放电检测基本原理如图1所示:



图1 电缆振荡波局放测试原理

用直流电源将被测试电缆在几秒中内充电至工作电压(额定电压)。实时快速状态开关 S 闭合,将被测电缆和空心电感构成串联谐 f =1/2π√LC 振回路,回路开始以的频率进行振荡。空心电感值根据谐振频率的要求进行选择,频率范围 50~1000Hz,相近于工频频率。图 1 中的中压电路一般具有相对低的介质损耗角的特点,与具有低损耗的空心电感相配,可得到具有高品质因数的谐振回路。回路品质 Q 一般为 30~100,振荡波以谐振频率在 0.3~1s 内衰减完毕,这一过程只有几十分之一周波,并对被测试电缆充电,与 50Hz (60Hz)时局部放电非常相似。



- 振荡波所产生的局放脉冲符合 1EC60270 推荐值,局放脉冲定位可由行波 方法完成,进而生产电缆故障图,电缆电容 C 和 tan δ 值可通过振荡波的 时间和频率特性来计算。
- 系统采用脉冲反射法进行局部放电定位,原理示意如图2所示。测试一条长度为l的电缆,假设在距测试端x处发生局部放电,脉冲沿电缆向两个相反方向传播,其中一个脉冲(为方便起见,本文中称为"入射波")经过时间 t<sub>1</sub>到达测试端;另一个脉冲(本文中称为"反射波")向测试对端传播,并在对端发生反射,之后再向测试端传播,经过时间 t<sub>2</sub>到达测试端。根据两个脉冲到达测试端的时间差Δt,可计算局部放电发生位置,即

• 
$$t_1 = \frac{x}{v}$$
  
• 
$$t_2 = \frac{(l-x)+l}{v}$$
  
$$x = l - \frac{1}{2} \cdot v \cdot (t_2 - t_1) = l - \frac{1}{2} \cdot v \cdot \Delta t$$

式中,v为脉冲在电缆中传播的波速。





图 2 脉冲反射法原理示意图

# 3.1.3 运输方式



图 3.4 所示为 M 系统的移动状态和测试状态。 注意:测试前将两侧的抬杆取下。

# 4.连接与控制

# 4.1 接地

牢固以及清洁的接地端对于操作的安全以及测试结果的精确度都是十分必要的。我们强 烈建议使用配备的接地电缆接地螺丝与测试端连接。

# 4.2 连接面板



连接面板上电源线插口位置如图所示,注意要 使用设备配备的电源线接通电源。

启动系统前请连接外部控制开关,如图所示。电源开关位于电源插口上方,保险盒位于 电源开关和电源插口之间。 更换保险丝时,一定要确保替换的保险丝与原保险丝型号、电 流等级完全相同

# 4.2.2 连接笔记本电脑

高压单元与已预装控制软件笔记本的连接方式是通过网线直连。

- 1) 启动系统高压单元
- 2) 启动笔记本电脑,
- 3) 双击桌面的图标 (SUITE 名称), 启动测试软件即可。

# 4.3 连接测试电缆



图为测试电路连接示意图,其中包括:

被测电缆:执行测试或校准时,被测电缆要与电网断开,并两端悬空。 系列高压单元:银色上外盖是系统的高压端,应谨慎处理。 高压控制开关:必须启动高压控制开关才能电缆加压高压控制开关测试。 电缆连接:由于为高压测试,接地和测试电缆一定要正确连接,且固定不松动。

# 4.4 连接被测电缆

必须将单元的主接地端与变电站主接地相连。 高压测试电缆连接在被测电缆的终端头上。

# 5. 设备操作说明

测试时请将高压单元放置于平稳,高度合适的区域。

利用系统电源线接通电源(185V~230V)。

请先将电源线一端接入单元连接面板的对应接口,然后再接通电源。



# 5.1 设备操作人员

设备对操作者的操作要求不高,只需熟悉电脑操作即可。

操作时需要连接高压控制开关和笔记本电脑,外部控制开关和笔记本电脑的放置位置要

和系统高压单元或其它带电设施保持适当的安全距离。

# 5.2 系统启动

启动笔记本电脑,等待无线连接完成后,双击桌面上的 suite 图标开始测试。

警告: 该测试系统仅用于对中压电缆进行局放测试和分析。请勿在笔记本电脑上安装其它 软件,否则可能影响到系统的使用。如果用户自行安装了其它软件,由此带来系统性能和精 度偏差等问题将不在质保范围。

# 6.测试系统 suite 版本软件

## 6.1 总述

测试系统软件的主要功能是局放测试、数据分析和报告生成。

下列章节对操作方法加以详细讲解:



双击桌面测量软件图标OHV Suite,进入测量起始界面:

🕑 OHV Suite	欢迎使用OHV Suite	OTV diagnostic
🙍 欢迎	OHV Suite为精准测量及复杂数据处理提供多种专业化解决方案。	
开始设置	请从下列应用中选择一种开始运行:	
	19 配置目录	
	<mark>©_</mark> 检测	
	<mark>興</mark> 分析	
<ul> <li>◆ 关于</li> <li>★ 关闭</li> </ul>		
建装献还		
▶ 配置目录		
≤ 检测		产品:OHV Suite
🔁 分析	<b>厳</b> 役10	Re4:12.3.0.4452 (f840254) 2014 - 2019 oh⊽ diagnostic GmbH
	网 <b>c1</b> 把它描述的测试放供扫码界面	

图 6.1: 程序模式的测试软件起始界面

软件的操作步骤为从上到下,从左至右的模式

🕗 OHV Suite	连接概述	OTV Glagnostic
DAC 数据库	可用的设备连接	
📃 连接概述	无连接可用	
▲ LE ISE MAAL	建立一个新的DAC设备连接 设备IP地址: 108.42.50 法接端曰: 000 	

点击连接到设备,连接的前提设备接上电源,网线连接无误,电脑本身的 IP 地址正确: 192.168.42.60,详细见本文最后一页

#### 6.1 测试数据(输入被测电缆信息)界面



图 6.2 软件界面

进入上图后,根据实际情况,被测电缆可能由多段电缆通过接头连接而成,测试之前要确认下列相关信息,测试电压和测试次数设定流程里根据现场情况自由选择,输入完成点击保存,按图 6.2 所示进入界面后按要求所示输入下列信息:

• 被测电缆业主; 被测电缆位置; 电缆名称; 电缆结构; 输入电缆大概长度

• 被测电缆起始末端位置; U0 (8.7KV/10KV); 建议 XLPE 电缆波速 172m/us

# 7.振荡波测试模式

#### 7.1 测试步骤

检测菜单里面点击设备序列号后进入测量模式,从左至右,局放校准,TDR 校准,DAC 升压 连接好校准器(两根连接线红色夹子接被测电缆导体,黑色夹子接屏蔽线),档位对应,

#### 10nc=10000pc

测试系统的用户操作界面由鼠标控制,界面上的功能键都标注了相应功能,每个处于激活状态的功能键都能执行相应的功能操作。具体测试步骤如下:

- 1) 点击局放校准图标按钮
- 2) 进入校准界面



点击开始校准,在校准器上选择 20000pC,在软件界面上选择相应的 20nC,看到波形 反射幅值,如果波形幅值很大,可以适当调小右上方增益框中的数字,通过增益调整使幅值 在 20-80 之间即左侧柱状在绿色范围

3) TDR 校准 右上角选择电缆的长度及量程,选择合适的量程,反射波间隔就是电缆的 长度,当自动显示长度有误差时,显示选项,红色实线手动选择反射波可移动光标,找到末 端反射波的位置



注: 1) 校准局放测试数据: 必须使用标准 IEC60270 推荐的局放脉冲校准器。

2) 校准时波形中间若出现脉冲反射波形异常,则可能为电缆接头的脉冲反射,可记录 相应接头位置。

3) 校准时的接线非常关键,红夹子接在被测电缆线芯,黑夹子接被测电缆的屏蔽线并 必须与高压连接线的黄绿屏蔽线接在一起。



## 7.2 升压测试

首先,确定设备周围没有人员靠近,已做好安全防护措施,接着按下安全控制盒绿灯按钮,此时红灯亮;然后点击开始测试菜单,当一次电压加完之后,直到所设置的加压次数加完为止(配置选项可选择自动/手动模式)

#### 7.3 数据分析

点击 DAC 分析菜单,查找已经测试的数据,默认文件夹,选择局放事件,点击测 试数据,分析此次检测时间,进入分析界面



分析测试概览界面可看到具体的设置,电缆的电容,振荡频率,温度等详细信息







反射即位置映像图,点击右边寻找反射波,然后观察有无柱状放电特征及放电特征波形,如上图有明显的柱状放电特征,波形为典型的入射波与反射波图谱。当信号事件较少时,分析选项,手动模式,误差范围调大点(ctrl+鼠标点击放电点可观察反射波形)



详细信息栏里可看电缆电容值,频率,阻尼衰减曲线及电缆的介损值

	DAC 分析 测量日期: 2017年7月31日星期一下午4:07 测量模式: DAC测量		
	📝 概括] 🗱 测试] 🌉 TDR校验] 🔲 图形模式] 🌆 脉冲] 🗱 反射] 🔀	洋细信息 📃 报告	可用的线芯 L1 💽
	测试报告详细信息		
	1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 100	🧕 测试员	
	远端变电站 rr 近端变电站 dd 测试地点 tt	公司 ohv 姓名 ml	
	测试报告备注		
	4         6中的章节	1: 测试设定	下一个章节
	Standard 💽 🖛 🗫 🕞 🖪 🚺	U 🕏 🔚 🖼 🗐 10	
	电缆振荡波局放试验,发现该电缆在XX木处有局部柱状放电符位,放电;	重 79XX pC	
Þ	[]] 生成		

点击报告菜单,对话框栏可输入试验结论等具体信息,之后点击生成,可生成 PDF 格式的报告

#### 8. 维护

按照规定正常使用条件下,系统无需定期维护,请定期检查测试系统各个连接头绝缘情况。若高压连接电缆出现绝缘损坏的情况,请定购新连接电缆。系统为局部放电和电压测试 系统,请测试过程中要确保校准的有效性。请确保高压连接头插拔使用正确的方式

#### 9. 解答疑难问题

通常测试中出现的问题是由于系统连接不牢而造成的。对电缆较低电压测试时,如果高 压电缆或接地电缆连接不牢,有可能出现很高的局放水平,此时请关闭系统并检查连线状况, 如连接情况没有问题,重启系统后还是出现同样问题,则请与供应商联系。 设备配备的外包装完全可以应付运输过程中的正常碰撞。但是,在搬运设备时还是要尽量小

心,以免设备造成损坏。当设备需要再次运输而原外包装又不在时,使用替代外包装的安全性能要高于或与原外包装安全性能一致。

## 10.设备的回收

系统到达使用寿命后,应将其拆卸报废或循环利用,拆卸时并无严格要求。设备中有一 些金属部件,包括铝以及合成金属等,这些部件可以根据用户公司的规定对其进行回收等处 理。

#### 11. 简述

系统可能对电力电缆的绝缘状况加以测试和评估,其诊断技术和原理比较先进。本系统为无损测试,不会对电缆造成任何损坏。

测试时需对系统和自己操作充满信心,相信自己的判断。

#### 12 目录结构

在笔记本电脑中建立下列目录:

计算机 → 系统 (C:) → 用户 → 公用 → 公用文档 → ohv diagnostic GmbH →

#### 13 设定网线连接

使用网线连接方式,笔记本电脑要配有网口,笔记本电脑需使用固定 IP 地址,推荐 IP 地址为 192.168.42.70, 子网 掩码为 255.255.255.0。

如下图所示界面:



选择"Internet 协议版本 4",然 后单击"(属性),出现如下图

如果网络支持此功能,则可以3 您需要从网络系统管理员处获得	获取自动指派的 IP 设置。否则, 得适当的 IP 设置。	<sup>串 双</sup> 如果网络支持此功能,则可以获 您需要从网络系统管理员处获得;	取自动指派的 IP 设置。否则, 适当的 IP 设置。
<ul> <li>◎ 自动获得 IP 地址(0)</li> <li>● 使用下面的 IP 地址(S):</li> </ul>		○自动获得 IP 地址(0) ○ 使用下面的 IP 地址(S):	
IP 地址(I):	192 .168 .42 .70	IP 地址(I):	192 .168 . 42 . 70
子网掩码(U):	255 .255 .255 . 0	子网掩码(U):	255 .255 .255 . 0
默认网关(D):	a 6 6.	默认网关(D):	
◎ 自动获得 DNS 服务器地址	(B)	◎ 自动获得 DNS 服务器地址()	B)
◎ 使用下面的 DNS 服务器地	1址(E):	● 使用下面的 DNS 服务器地址	±(E):
首选 DNS 服务器(P):	a a a	首选 DNS 服务器(P):	· · · · · ·
备用 DNS 服务器(A):	· · ·	备用 DNS 服务器(A):	
退出时验证设置(L)	高级(V)	退出时验证设置(L)	高级(V)

选择(使用下面的IP 地址)",并输入下列数字:

IP address (IP 地址): 192.168.42.70 (子网掩码): 255.255.255.0 完成设置