

尊敬的顾客

感谢您购买、使用武汉鄂电电力试验设备有限公司、武汉鑫华福电力设备有限公司生产 ED OWTS 电缆振荡波局放检测系统。在您初次使用该仪器前，请您详细地阅读本使用说明书，将可帮助您熟练地使用本仪器。



我们的宗旨是不断地改进和完善公司的产品，因此您所使用的仪器可能与使用说明书有少许的差别。如果有改动的话，我们会用附页方式告知，敬请谅解！您有不清楚之处，请与公司售后服务部联络，我们会满足您的要求。



由于输入输出端子、测试柱等均有可能带电压，您在插拔测试线、电源插座时，会产生电火花，小心电击，避免触电危险，注意人身安全！

公司地址： 武汉市汉口古田二路汇丰·企业总部丰才楼 118 号
销售热线： 400-034-8088
售后服务： 027-83313329
传 真： 027-83313327
E-mail: whhfdq@163.com
网 址: www.cepee.cn

◆ 慎重保证

本公司生产的产品，在发货之日起三个月内，如产品出现缺陷，实行包换。三年（包括三年）内如产品出现缺陷，实行免费维修。三年以上如产品出现缺陷，实行有偿终身维修。

◆ 安全要求

警告

在使用中，请随时注意遵守下述注意事项，这是为了避免因电击、短路、事故、火灾或其它危险而可能给使用者造成的严重伤害或者说死亡。注意事项如下，但并不仅限于此。

不要随意打开仪器设备或试图分解其中的部件，也不要对内部作任何变动，此仪器设备没有用户可维修部件。如果使用中出現功能异常，请立即停止使用并交由指定的维修员检修。

避免该仪器设备遭受雨淋，不要在水边或潮湿环境下使用。不要在仪器设备放置盛有液体的容器，以免液体流入仪器设备内。

如果交流电源适配器的电线和插头磨损或损坏及在使用过程中突然没有声音或有异味及烟雾，则立即关闭电源，拔下适配器插头并交由指定的维修员检修。

清洁仪器设备前请先拔电源插头，不要用湿手插拔电源插头。

定期检查电源插头并清除积于其上的污垢。

使用适当的电源线。只可使用本产品专用、并且符合本产品规格的电源线。

正确地连接和断开。当测试导线与带电端子连接时，请勿随意连接或断开测试导线。

产品接地。本产品除通过电源线接地导线接地外，产品外壳的接地柱必须接地。为了防止电击，接地导体必须与地面相连。在与本产品输入或输出终端连接前，应确保本产品已正确接地。

注意所有终端的额定值。为了防止火灾或电击危险，请注意本产品的所有额定值和标记。在对本产品进行连接之前，请阅读本产品使用说明书，以便进一步了解有关额定值的信息。

请勿在无仪器盖板时操作。如盖板或面板已卸下，请勿操作本产品。

避免接触裸露电路和带电金属。产品有电时，请勿触摸裸露的接点和部位。

请勿在潮湿环境下操作。

请勿在易爆环境中操作。

保持产品表面清洁和干燥。400-034-8088

一安全术语

警告：警告字句指出可能造成人身伤亡的状况或做法。

小心：小心字句指出可能造成本产品或其它财产损坏的状况或做法。

目录

一、背景介绍	5
二、依据标准	5
三、技术数据表	5
四、检测设备及系统介绍	6
4.1 电缆振荡波 OWTS 局放测试系统	7
4.2 双端定位系统	8
4.3 应用范围	9
4.4 四联法电缆状态检修解决方案	9
五、项目实施计划	11
5.1 现场检测	11
5.1.1 检测准备	11
5.1.2 电缆检测步骤	11
5.1.3 进度预估	12
5.2 检测安全措施	12
5.2.1 安全目标	12
5.2.2 安全措施	12
5.2.3 低压触电防范措施	13
5.2.4 电气检测安全措施	13
5.3 组织措施	14
5.4 环境保护及文明施工	15

一、背景介绍

电缆振荡波测试系统（OWTS, Oscillating Wave TestSystem）是近年来国内外应用效果良好的一种用于 XLPE 电力电缆的检测技术。OWTS 系统的测试原理是先对被测电缆加压，之后在电缆中产生几十到几百赫兹频率的阻尼振荡电压（接近于电缆的工频实际运行状态），使电缆绝缘薄弱处产生局放，最终根据接收到局放脉冲的信号对电缆进行局放水平计算并定位。由于振荡测试过程时间极短，仅约为几百毫秒，对电缆的损害几乎可以忽略不计；谐振电压频率接近工频，试验情况与电缆实际运行情况十分接近；不仅能够测量电缆内部缺陷的严重程度，更能对缺陷进行定位；体积小、便于携带。OWTS 系统拥有的这些优良特征，使它成为电缆绝缘的主要检查方式。

二、依据标准

标准代号	标准名称
GB/T7354	局部放电测量
DL/T417	电力设备局部放电现场测量导则
GB/T16927	高电压试验技术
DL/T596	电力设备预防性试验规程
IEEE Std 400™-2012	电力电缆现场测试及评估导则
IEEE P400.4™/D7	电力电缆现场测试及评估导则
GB/T7354	局部放电测量
DL/T417	电力设备局部放电现场测量导则
GB/T16927	高电压试验技术
DL/T596	电力设备预防性试验规程
DL/T 1576-2016	6kV~35kV 电缆振荡波局部放电测试方法

三、技术数据表

序号	参数名称	技术指标
1	电源电压	115 V / 230 V
2	电源频率	50/60 Hz
3	使用环境温度	-15℃~+50℃
4	与工频等效性	日平均不大于 95%，月平均不大于 90%
5	加压方式	0.5~2.0U ₀ 按需加压，时间不超过 2 秒
6	最大输出电压	≥30kV(峰值)，≥21.2kV(有效值)
7	振荡电流	80A

8	电感线圈	1.0H
9	阻尼交流频率范围	20Hz~1000Hz
10	电容范围	0.08uF~4uF
11	局部放电等级测试范围	5pC~100nC
12	局部放电定位带宽	150kHz~20MHz
13	介损测量范围	0.1%~5.0%
14	局放校准仪	1pC - 100nC
15	加压模式	峰值电压、相电压倍数、有效值电压
16	设备总重量	<75 公斤，便于移动

四、检测设备及系统介绍

OHV M30+ / M60+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 30-60kV，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（双端定位测试）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。

振荡波局部放电测试及定位系统：

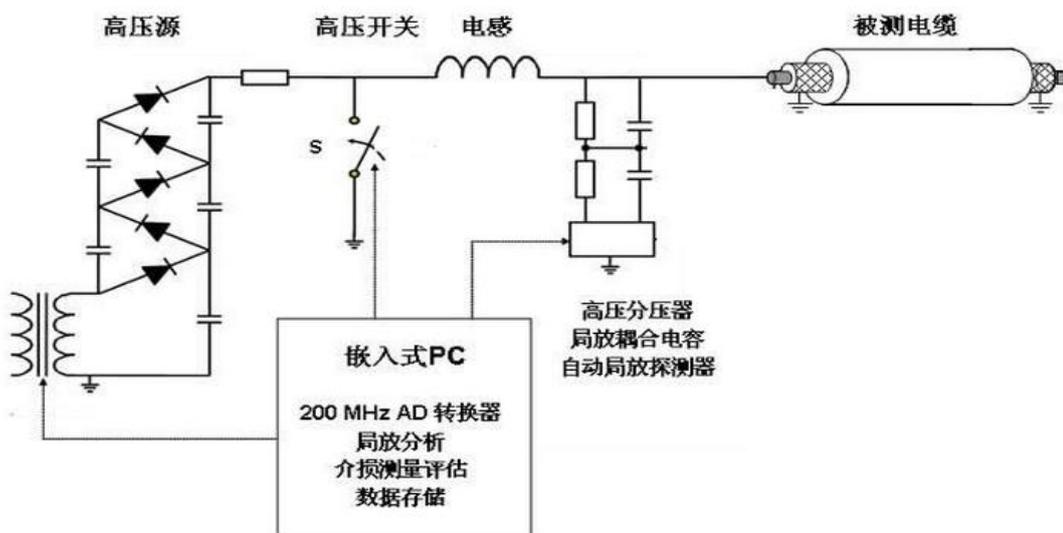
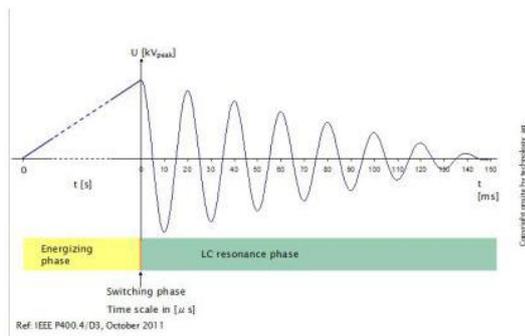
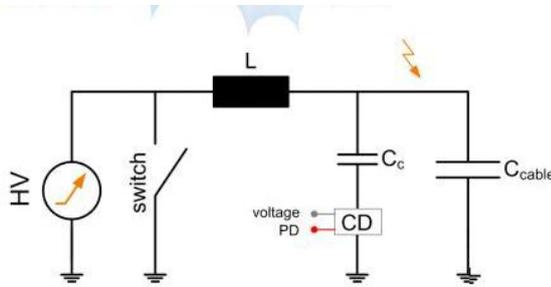


图 1 电缆振荡波局放测试原理

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振回路，回路开始以 $f=1/2\pi\sqrt{LC}$ 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。

4.1 电缆振荡波 OWTS 局放测试系统

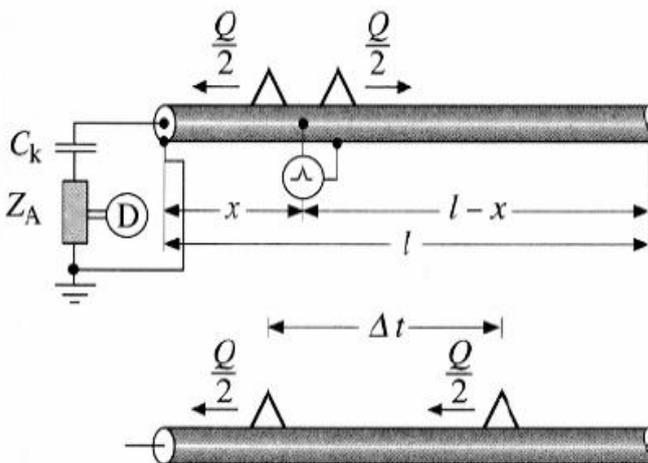


1 **Energizing phase: 加压阶段**--用直流电源将被测试电缆在几秒中内充电至工作电压(额定电压)

2 **Switching phase: 转换阶段**--实时快速状态开关闭合，将被测电缆和空心电感构成串联谐振回路

3 **LC resonance phase: LC 振荡阶段**可以测试 局放起始电压和局放量

OWTS 如何定位电缆局放位置?



$$\begin{aligned} \text{原始脉冲 } \frac{Q}{2}: t_1 &= \frac{x}{v} \\ \text{反射脉冲 } \frac{Q}{2}: t_2 &= \frac{2l-x}{v} \\ \text{时间差 } \Delta t &= t_2 - t_1 = \frac{2(l-x)}{v} \end{aligned}$$

系统采用脉冲反射法进行局部放电定位，原理示意如图所示。测试一条长度为 L 电缆在 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

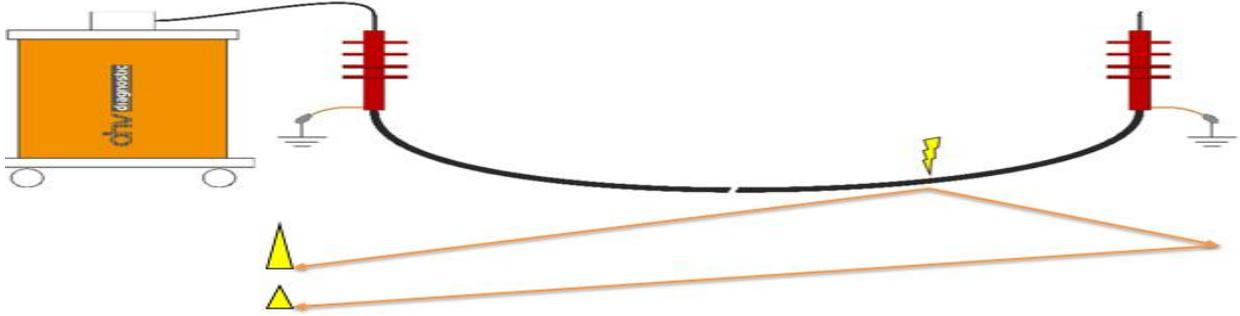
文中称为“入射波”)经过时间 t_1 到达测试端;另一个脉冲(本文中称为“反射波”)向测试对端传播,并在对端发生反射之后再向测试端传播,经过时间 t_2 到达测试端。根据两个脉冲到达测试端的时间差可计算局部放电发生位置,即

4.2 双端定位系统

M30+ / M60+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 30-60kV,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(双端定位测试)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。

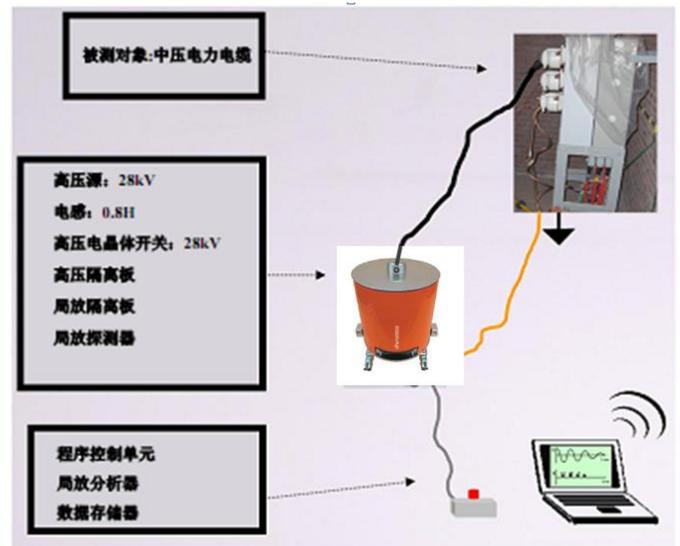


传统单端振荡波测试系统是基于在被测电缆的一端检测局放初始信号和同一局放事件从电缆远端折回反射信号的时间差。如果局放缺陷位于靠近电缆近端一侧,局放的反射波形则需途径超过 1.5 倍电缆全长的路径才能到达近端的检测单元,这会局放信号带来无法避免的无谓衰减。对于双端振荡波测试系统,在被测电缆的两端均会有一个局放测量单元用来检测局放初始信号,其特征是对于同一局放事件,两端捕捉的都是首先到达各自检测单元的局放信号。对于局放定位算法,这也就意味着系统所捕捉到的有效局放信号所途径的距离均小于被测电缆的全长。和单端测量系统相比,双端系统捕捉到的局放信号将拥有更小的信号衰减。因此对于长电缆的局放检测,双端系统会有更好的测量效果。



4.3 应用范围

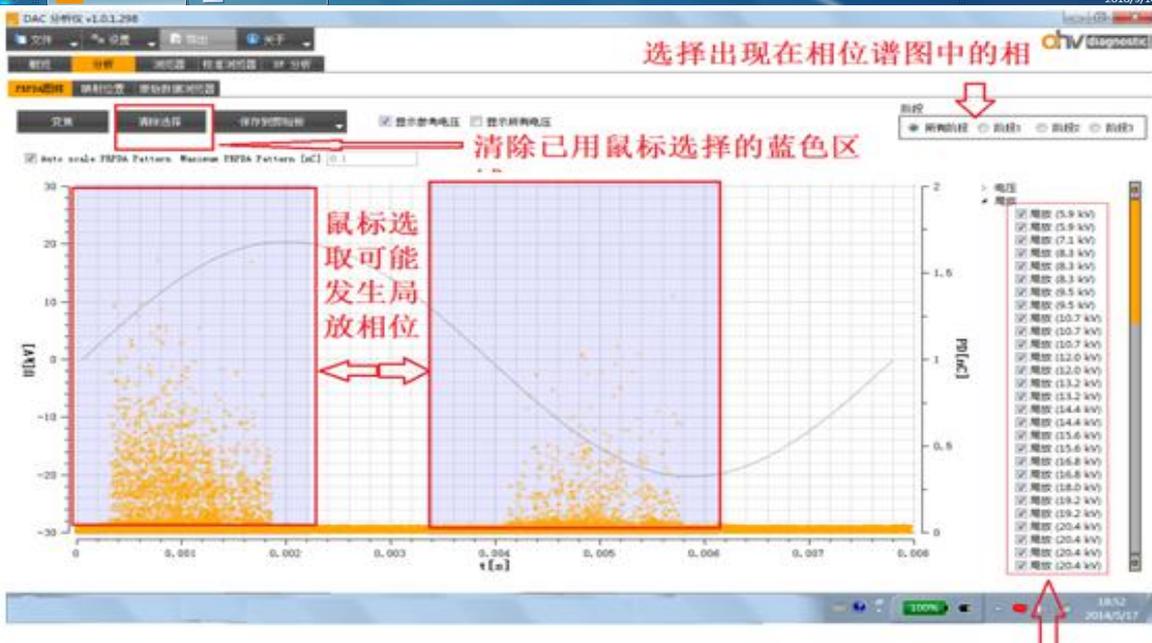
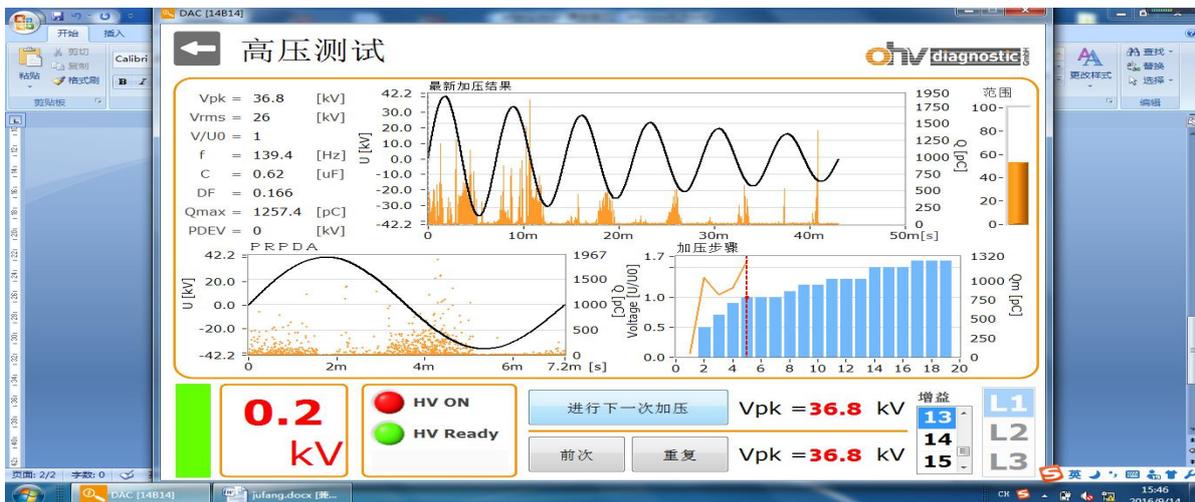
- ✚ 新电缆投运前
- ✚ 更换接头后
- ✚ 定期跟踪测量
- ✚ 检查电缆主绝缘状况
- ✚ 检测电缆附件的安装工艺
- ✚ 如果出现局放，评估局放水平，如必要，需对附件进行针对性的维修和更换。



4.4 四联法电缆状态检修解决方案



电缆振荡波检测技术主要用于交联聚乙烯电力电缆检测，是属于离线检测的一种有效形式。该技术基于 LCR 阻尼振荡原理，在完成电缆直流充电的基础上，通过内置的高压电抗器、高压实时固态开关与试品电缆形成阻尼振荡电压波，在试品电缆上施加近似工频的正弦电压波，激发出电缆潜在缺陷处的放电信号



五、项目实施计划

5.1 现场检测

5.1.1 检测准备

(1) 开工作票：由供电局进行当天工作的开票工作，指定工作区域、工作内容和工作人员。

(2) 安全培训：由工作负责人给进站工作人员进行现场的安排，并进行变电站安全知识学习，厂家负责人培训设备使用注意事项。厂家每开展一项工作内容，均需要征得工作负责人的同意后才能进行。

(3) 检查物料：按照设备清单进行物料检查，主要的物料清单如下：

物料名称	数量
检测主机	1 台
笔记本	1 套
局放校正器	1 套
高压开关及钥匙	1 套
高压测试电缆	若干条
时域反射仪	1 套
摇表	1 套
放电棒	1 根
接地线	2 根
绝缘垫	1 套
系统软件	1 套
电缆盘	50 米

(4) 人员分配工作：用户单位在测试过程中指派至少 1 名工作负责人负责安全监护工作，我方派

出的专业工程人员进行测试工作。双方负责人保持时刻交流状态，只有在双方都同意的情况下才进行下一步工作。

测试准备：取电源：AC220V、10A，由用户单位人员协助在工作现场就近取电源。

安全警示：设置警戒线标识。设备连线：连接好电源线、同轴电缆信号线。

5.1.2 电缆检测步骤

- 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，挂警示牌等；
- 2) 尽量将电缆接头处 PT、避雷器等设备拆除；

- 3) 电缆头擦拭干净，电缆头与周边部位绝缘距离足够；
- 4) 收集电缆长度、型号、类型、投运日期等参数；
- 5) OWTS 主设备接线；
- 6) 局部放电校验；
- 7) 绝缘电阻测量；
- 8) 使用时域脉冲发射仪测量电缆全长及中间接头位置；
- 9) 按规程分别对每一相电缆进行测试，测试完毕后放电。
- 10) 清理现场：清点检测设备和工具，检查现场有无遗漏物品，对设备进行整理装箱，清理现场 垃圾。
- 11) 结束工作：结束工作票，总结当天工作，编写测试报告。

5.1.3 进度预估

每条电缆检测时间预估：

序号	检测项目	所需时间 (min)	备注
1	准备工作	20	包括设置警戒线、设备连线、局放校验、线路测长等
2	A 相检测	10	
3	B 相检测	10	
4	C 相检测	10	
5	现场清理	30	
6	检测报告	2-3 天	

5.2 检测安全措施

为贯彻落实“安全第一、预防为主”的方针，杜绝现场随意性工作和习惯性违章行为，实现工作现场安全管理规范化、标准化，特制定以下措施。

5.2.1 安全目标

- 1) 贯彻落实“安全第一，预防为主”的方针，预防人身轻伤事故的发生。
- 2) 防止拆卸、搬运设备时人为责任而导致人身轻伤和设备损坏事故的发生。
- 3) 防止火灾事故发生。
- 4) 落实各级人员安全责任制，执行现场标准化作业，杜绝违章、差错，有效的控制异常、未遂。

5.2.2 安全措施

- 1) 提前一日办理工作票。
- 2) 遵守变电站的各项规章制度，爱护变电站的周围环境，爱护变电站的公共设施。

- 3) 现场必须做好防火措施，灭火器必须摆放整齐。
- 4) 明确工作人员在现场的工作职责，工作人员进入工作现场前必须召开班前会，交代当日的工作任务及重点、安全注意事项并进行技术交底。
- 5) 在工作负责人的带领下列队进入检测现场，在检测现场由工作负责人大声宣读工作票，交待现场安全措施，确认无误后履行签字手续。
- 6) 听从现场负责人的指挥安排，工作人员未经许可不得以任何理由无故旷工、迟到、早退，现场工作人员未经负责人许可不得擅自离开，有事向现场负责人请假。
- 7) 严禁无关人员进入现场。
- 8) 现场每项工作必须严格执行《现场标准化作业指导书》进行危险点分析及预控。
- 9) 滤油及抽真空工作人员在进行交接班时应认真交待目前设备运行情况，交待现场各种记录资料及注意事项后方可离去。
- 10) 检测人员工作期间严禁酗酒及精神不佳进入工作现场。
- 11) 工作人员必须正确佩戴安全帽，穿工作服，高空作业必须系好安全带。
- 12) 对外来参加检测人员应登记，并进行相应的安全教育培训。参加班前班后会，服从现场负责人的指挥。
- 13) 每天工作结束后必须召开班后会，总结当日工作、布置明日工作，核对当日工作内容及进度，就当天出现的问题、不安全现象提出批评并提出整改措施。

5.2.3 低压触电防范措施

- 1) 连接和拆除低压电源时必须两人进行，一人监护，另一人接线。
- 2) 连接低压电源时必须戴绝缘手套，以防触电。
- 3) 低压电源必须连接紧固，严禁将电源线缠绕在接线柱上。
- 4) 低压电源的刀闸必须有保险丝，严禁用铜丝、铁丝代替保险丝。
- 5) 低压电源的刀闸必须完好，应有绝缘盖，防止短路或触电。
在中途停止工作中，必须切断低压电源。
- 6) 现场必须使用带有漏电保护装置的检修电源箱。

5.2.4 电气检测安全措施

- 1) 检测工作不得少于两人，检测负责人应有有经验的人员担任，开始检测前，检测负责人应向全体检测人员详细布置检测中的安全注意事项，交接临近间隔的带电部位，以及其他安全注意事项。
- 2) 因检测需要断开设备接头时，拆前应做好标记，接后应进行检查。

检测装置的金属外壳应可靠接地，高压引线应尽量缩短，并采用专用的高压检测线，必要时用绝缘物支撑牢固。

3) 检测装置的电源开关，应使用明显断开的双极刀闸。

4) 检测现场应装设遮拦，并向外悬挂“止步，高压危险”标示牌，并派人看守。

5) 变更接线或检测结束时，应首先断开检测电源、放电，并将升压设备的高压部分放电、短路接地。

6) 检测结束时，检测人员应拆除自装得接地短路线，并对被试设备进行检查。

5.3 组织措施

为确保带电检测工作的顺利开展，使工作现场组织到位、管理到位、监护到位，工作人员明确责任、各负其责，把安全、质量落实到班组、个人，特制定以下措施。

拟投入一个工作组完成整个项目，工作组成员为 4 人，并设立一个工作负责人，负责整体检测工作的协调指挥，保证检测任务高效安全完成。

工作负责人：---

现场安全负责人：---

现场技术、质量负责人：---

工作班成员：---

1) 工作负责人

(1) 进行施工组织和全面交底的工作（包括工艺标准、工艺程序、质量标准以及安全措施编写和落实）。

(2) 负责工程施工过程中的安全工作，确保人身和设备安全。

(3) 负责工程的组织协调、人员安排，确保工程进度按计划完成。

(4) 监督督促施工方案和施工进度实施。

(5) 负责编写工程开工报告，完成《标准化作业危险点分析预控卡》的编写工作。

2) 现场安全负责人

(1) 做好现场安全管理工作，并对职责范围内的工作失去监督或监督不力负责。

(2) 检查现场安全施工情况，监督做好安全措施，发现安全隐患及时提出改进措施，对违章作业应立即予以制止和教育帮助，对重要施工项目和危险作业区，要亲临现场检查指导。

(3) 会同有关人员在开工前，对安全措施全面检查，确认无误后方可开工。

3) 工程技术负责人

(1) 协助现场总负责人解决施工中存在的技术问题，监督施工工艺符合国际、电力行业标准的要求。

(2) 协助现场工作负责人，完成三措、方案的编写工作，并组织工作班人员学习。

(3) 监督工程施工质量，确保工程合格率。

(4) 制定详细的切实可行的施工方法，根据方案逐项完成变压器中性点的改造工作。

(5) 审查施工技术记录，安排工作班人员按要求填写施工记录。

4) 工程工作班成员

(1) 现场工作开始前，工作班成员认真学习施工方案，熟悉工作内容、工作要求以及熟悉工作现场的工作条件和安全措施。

(2) 现场工作开始前，工作班人员应认真分析查找进行此项工作的危险点，通过分析找出危险点，并积极采取预防措施，使工作班人员有较强的现场安全意识，从而保证现场工作的顺利进行。

(3) 严格履行《电力安全规程》，工作班人员学习后进行签字，并将安全责任同时进行落实

(4) 施工过程中，工作班成员必须及时向工作负责人汇报工作中出现的问题，不得擅自做主变更设备接线。

5.4 环境保护及文明施工

(1) 这种装置性材料做到合理使用，合理取材，不浪费。

(2) 遵守变电所的各项规章制度，爱护变电所绿化。

(3) 不发生土壤、水、空气污染。

(4) 施工噪音符合国家和地方环保要求。

(5) 保持施工现场整洁，制定专用就餐、吸烟区域。

(6) 施工现场要设置“有机、无机、有害”垃圾箱、费油箱，按规定分类回收集中处理，固体废弃物按环保要求处理。