

# QB

## 广东电网公司企业标准

广东电网公司 10kV 电力电缆

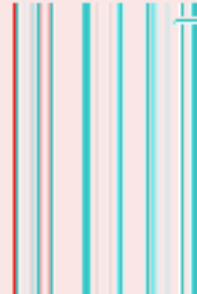
om

www.docin.com

2013-03-30 发布

2013-03-30 实施

广东电网公司 发布





## 目 录

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 支持文件.....	1
4 术语和定义.....	24
5 电缆振荡波局部放电检测系统理论基础.....	3
6 振荡波局放检测及定位试验安全及预防措施.....	98
7 作业准备.....	1140
8 作业周期.....	12
9 工期定额.....	1342
10 作业流程.....	1443
11 作业项目、工艺要求和质量标准.....	1645
12 作业中可能出现的主要异常现象及对策.....	2726
13 附录A 作业流程图.....	2827

## 1 范围

电检测和定位试验。

本规范的条文。本规范  
规范的各方应探讨使用

配合

部分：局部放电试验

定义和实验要求

系统

配合

本规范适用于额定电压为 10kV 的电力电缆振荡波局部放

## 2 规范性引用文件

下列标准所包含的条文，通过在本规范中引用而构成为本  
实施时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本  
下列标准最新版本的可能性。

GB/T 2900.19-1994	电工术语高电压试验技术和绝缘配
GB/T 3048.12-2007	电线电缆电性能试验方法 第 12 部
GB/T 7354-2003	局部放电测量
GB/T 16927.1-2011	高电压试验技术 第一部分：一般
GB/T 16927.2-1997	高电压试验技术 第二部分：测量
GB 26861-2011	电力安全工作规程（高压试验安

GB 50168-2006 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范

DL/T 356-2010 局部放电测量仪校准规范

DL/T 417-2006 电力设备局部放电现场设备测量导则

DL/T 849.5-2004 电力设备专用测试仪器通用技术条件 第 5 部分：振荡波

Q/CSG-T14002-2011 电力设备预防性试验规程

## 3 支持文件

电力电缆使用说明书

电力电缆出厂试验报告

电缆沿布图

电力电缆交接试验报告

历次试验报告

安全规程（高压试验部分）



出现超过规定值的额定电压。

4.12 电缆额定电压 $U_0/U$ ： $U_0$ 为电导体与金属套或金属屏蔽之间的设计电压， $U$ 为导体与导体之间的设计电压。

4.13 新投运电缆：电缆的本体及附件均为全新的设备，无运行记录。

### 5 电缆绝缘缺陷预防由检测系统理论基础

#### 5.1 110kV电力电缆典型缺陷类型

根据缺陷在电缆系统中所处的地位，可将电缆系统内

缺陷：

①、因机械损伤及施工缺陷，具体包括：

②、电缆绝缘或护套受损

③、电缆附件安装不良

④、电缆附件老化或受潮，附件与电缆本体起

⑤、电缆附件与电缆本体材料不相容，附件与电缆

⑥、电缆附件与电缆本体绝缘性能不匹配

⑦、电缆附件与电缆本体绝缘性能不匹配

⑧、电缆附件与电缆本体绝缘性能不匹配

⑨、电缆附件与电缆本体绝缘性能不匹配

⑩、电缆附件与电缆本体绝缘性能不匹配

⑪、电缆附件与电缆本体绝缘性能不匹配

⑫、电缆附件与电缆本体绝缘性能不匹配

⑬、电缆附件与电缆本体绝缘性能不匹配

⑭、电缆附件与电缆本体绝缘性能不匹配

⑮、电缆附件与电缆本体绝缘性能不匹配

⑯、电缆附件与电缆本体绝缘性能不匹配

⑰、电缆附件与电缆本体绝缘性能不匹配

⑱、电缆附件与电缆本体绝缘性能不匹配

⑲、电缆附件与电缆本体绝缘性能不匹配

⑲、电缆附件与电缆本体绝缘性能不匹配

## 5.2.1 振荡波法局部放电检测原理

局部放电  
检测原理

系统自带电感量，C为被测电缆的等效电容值，L为

分压器

由电压互感器与耦合电容组成，数据由耦合电容采集，经互感器传送到数据采集单元。

处理单元

功能

运行，检测时根据试验电压选择充电的直流电压，通过合闸后，检测出电缆局部放电点的准确位置和放电量。



图1 振荡波法局部放电检测和定位设备结构图

## 5.2.2 振荡波法局部放电定位原理

电定位技术是根据电磁波传输反射原理，即在缺陷处传播，在电缆端头处如果没有匹配阻抗，局部放

电检测原理 (oscillating wave test system)，简称OWTS。通过给电缆充直流电压，当达到预激电压时，闭合高压快速开关，通过系统自身电感形成振荡波电压，当达到预激电压时，闭合高压快速开关，通过系统自身电感形成振荡波电压，当达到预激电压时，闭合高压快速开关，通过系统自身电感形成振荡波电压。

$$f = 1 / (2\pi\sqrt{LC})$$

其中L为测试系统自带的电感量，C为被测电缆的等效电容值，L为

OWTS系统的原理图。

示 (含部分原理) 构成：由中、高频振荡单元和耦合电容组成。

软件部分由OWTS测试软件及浏览器软件组成，内置于OWTS单元和数据采集单元。其由桌面显示管记录电压值、频率和相位控制，从而实现对测试电缆、电压、生成电压、测试并保存数据、显示并处理测试数据、生成测试报告等。

试验在电缆停电时，由半导体开关形成振荡波。

距离，从而定位出  
反射波。测试一条  
向两个相反方向传  
对端传播，并在对  
两个脉冲到达测试

端反射后传回测量端脉冲的时间差即可计算出缺陷距离测量端的距  
缺陷的位置，其原理示意如图2所示，图3为实测的一组入射波与反  
长度为 $l$ 的电缆，假设在距测试端 $x$ 处发生局部放电，脉冲将沿电缆  
播，其中一个脉冲经过时间 $t_1$ 到达测试端；另一个脉冲向测试端的  
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

测的时间差，可以计算出局部放电发生位置，即

$$t_1 = \frac{x}{v}$$

$$t_2 = \frac{(l-x)+l}{v}$$

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

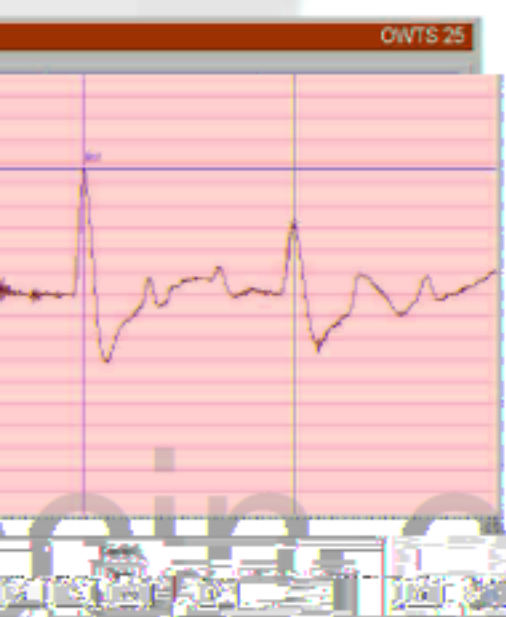


图3 入射波及反射波测试结果图

传播速度有所区别，如表1所示。根据传播  
计算出电缆的缺陷位置。

由测得的半波峰

缺陷位置	缺陷位置	缺陷位置	缺陷位置
82-86			
77-83			

波幅值，计算出放电距离测量端的位置，即可绘出局部放电

与电缆长度的关系曲线（本部分工作由OWTS自动完成）

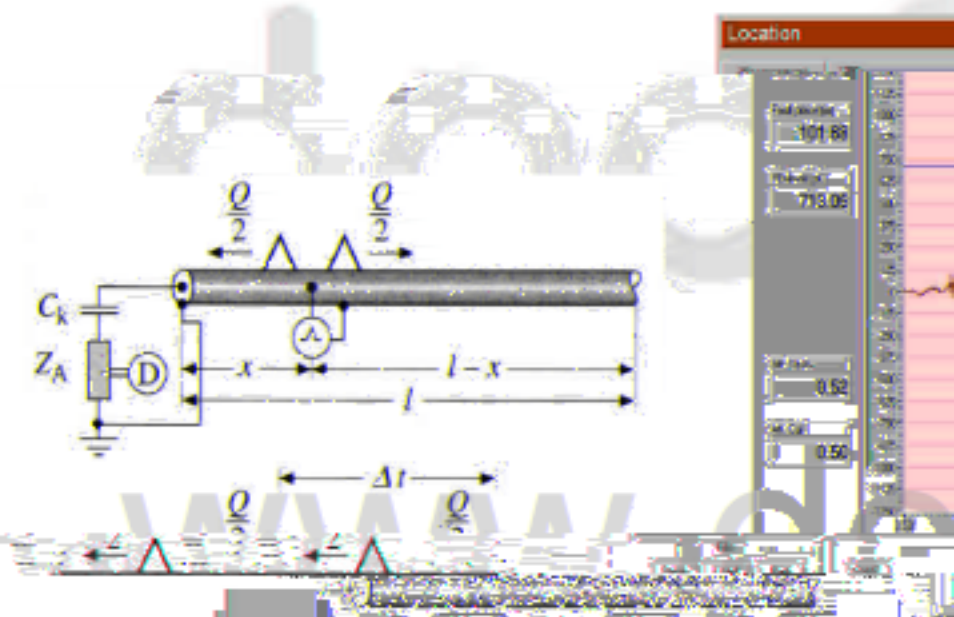


图2 脉冲反射法原理示意图

一般电磁波在不同绝缘介质电缆中的传  
速度、电缆长度及两个脉冲的时间差即可计

主：两种曲线

缺陷位置	缺陷位置	缺陷位置
XJFH	3.3	85
POLC	3.5	80

左侧为测得的半波峰

脉冲经远端反射后的脉冲

幅值 局部放电密集程度

如图4所示。

放电主要集中在区域型可熔接头处，缺陷定位精度约在±1m以内，符合中频放电定位原理。

的放电位置在距离测量端的200m及365m两处。

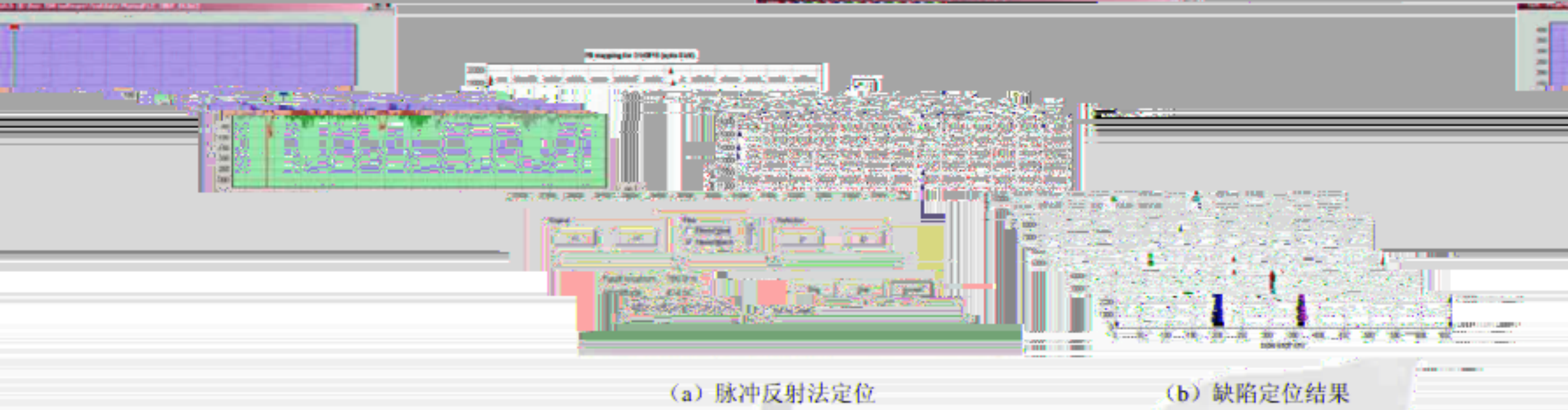


图4 振荡波下的局部放电定位

中频振荡波局部放电检测数据公示方法

以便追溯，对可疑报告可进行多次人工分析

图及测试报告。同时保留保存原始数据以讨论。

个特征，即判断电缆局部放电及定位的“四要”

批注 [微软用户 1]: 因为有些场合击穿前会发生放电量减小。

通常，局部放电大多情况具有以下4

(1) 放电量与放电频率重复率随电压升高而升高。

批注 [微软用户 2]: 或俗称放电次数。

(2) 放电信号波形可明显检测到入射波与反射波，如图5所示。

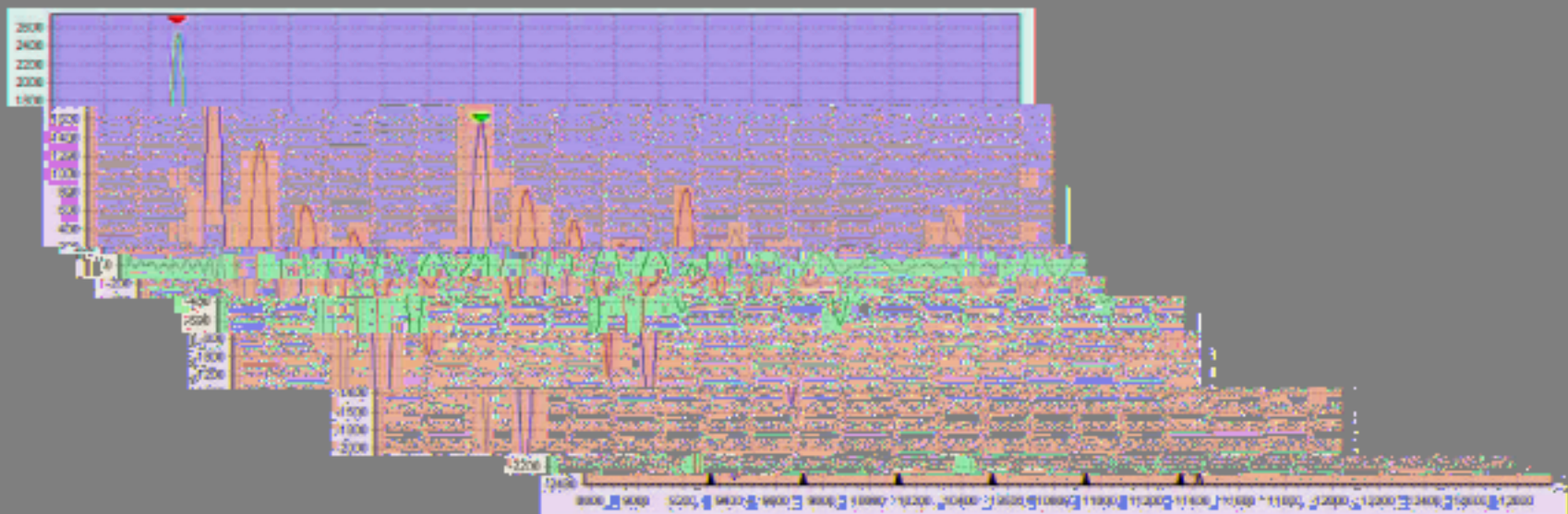


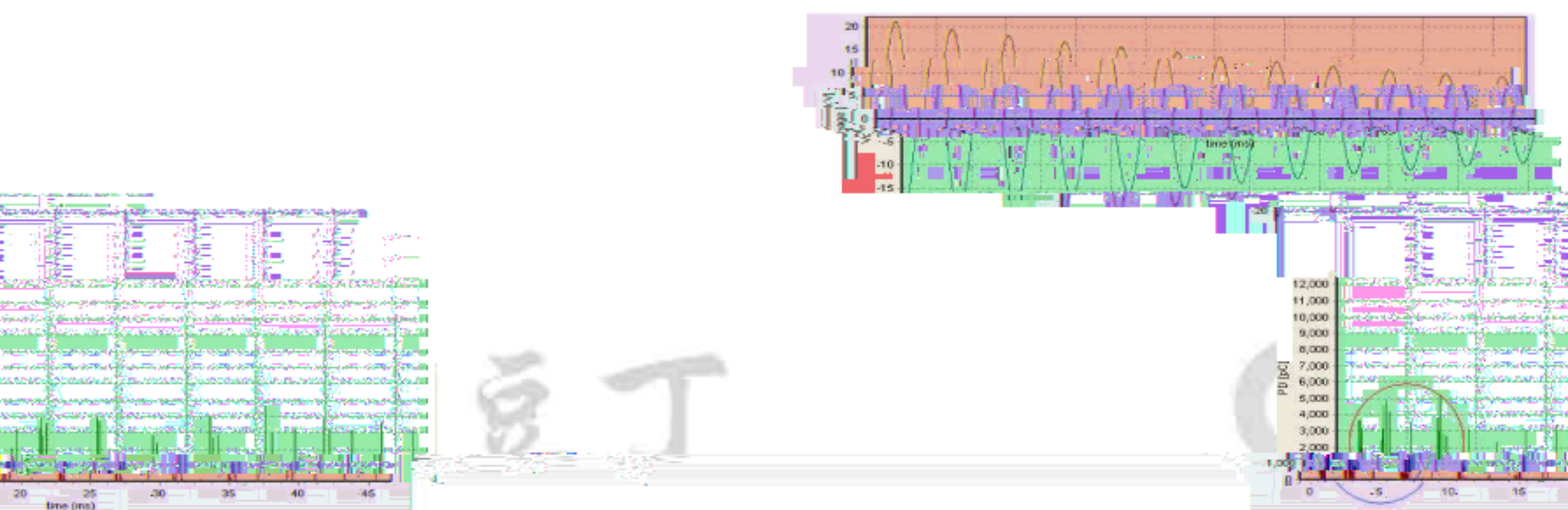
图5 入射波与反射波对比

(3) 波形图有代表局部放电的簇状“线集合”，如图6所示；局部放电定位图上有集中的“点集合”，如图7所示。

(4) 局部放电相位具有典型的“180度”原则，即在振荡电压第一、三象限处有对称分布的局部放电点集合。

若被测电缆局部放电值超过表4所列限值，则该电缆状况需引起高度重视，并应

批注 [微软用户 3]: 不是很确切，请核对，是否为 sebkmt 说明文档提供？其他相位区间也有出现放电的



簇状“线集合”

图 6



图 7 集中的“点集合”

#### 4 OWTS局部放电检测与定位需要注意的问题

影响OWTS振荡波电缆局部放电检测和定位装置检测准确性的因素主要有四个，一是测试数据的准确性，主要是由于外界随机脉冲型干扰进入检测系统，或加压端

子连接不好，产生放电脉冲；二是在分析判断时入射波和反射波的选择不正确；三是测试过程中未及时改变量程；四是高压试验电缆长度。

针对以上四个影响因素，应注意以下问题：

(1)为确保测试数据的准确性，在试验前，应该注意试验端子安全距离是否足够，表面是否清洁、光滑；试验过程中测量环境噪声时应注意GIS电压指示器是否对测量形成干扰。

(2)对数据进行分析判断时，选择的反射波波幅比入射波小，波形

形状基本相似。

(3)测试时应及时改变量程，对超量程保存下来的数据进行处理时，应手动调整波的起点，避免误判。

(4)被试电缆长度小于300m，应对电缆并联补偿电容进行检测，测量经验表明，

电缆长度超过3000m时，进行单端测试法的校准及

接收到反射波或反射波信号幅值过小的现象，此

灵敏度

5.5 电缆局

入射

在由

局部放电测量过程中，可能出现无法

时可采用双端测试法以提高测量的

部放电量的读取

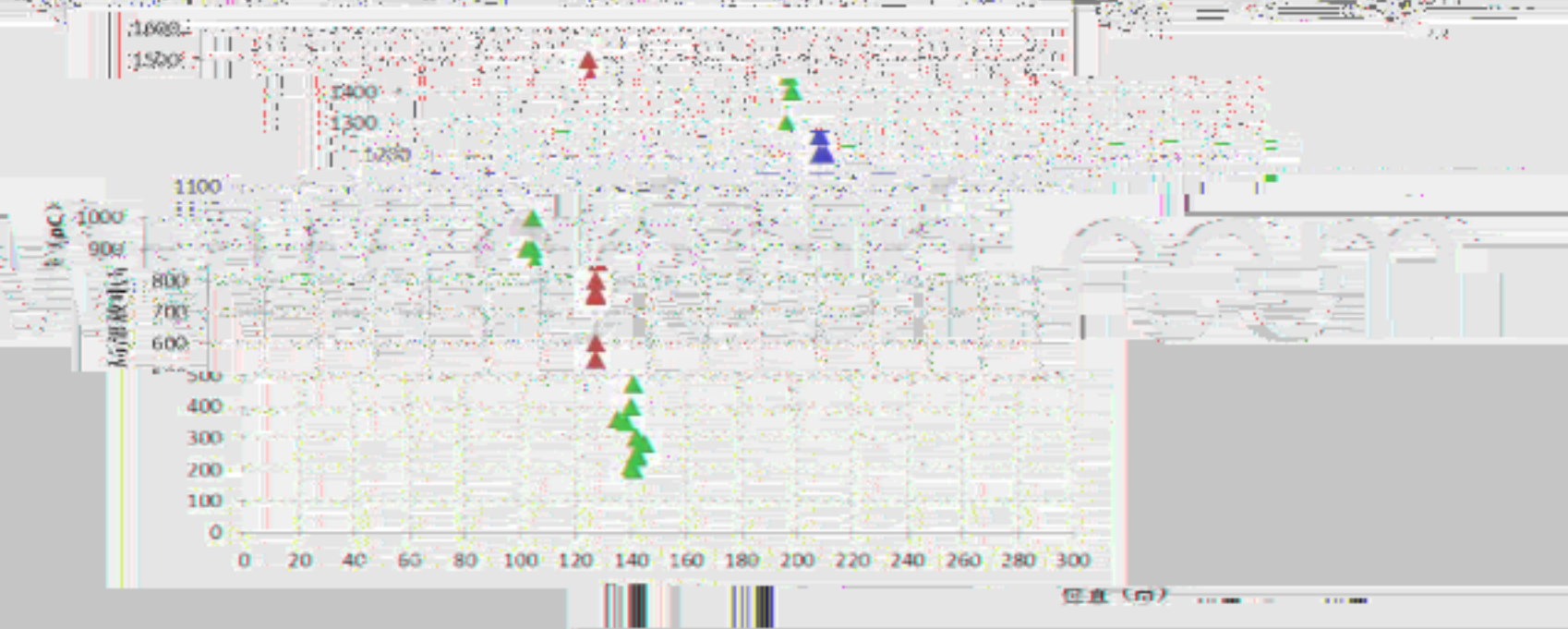


图8 电缆局部放电检测及定位结果

电缆缺陷导致的局部放电在多次加压测量时，放电量与位置曲线上有集中的点

判断集中点位置的放电为电缆的内部缺陷产生。图中显示放电点集中的位置（140m）即为缺陷在电缆中的位置（以振荡波测试端为起点），通过电缆的测距信息或沿布图即可判断放电点在电缆中所处的部位（本体、中间接头或终端头）。







序号	名称	数量	备注
1	试验警示围栏	若干	
2	标示牌（包括交通警示牌）	若干	
3	安全带	若干	
4	脚扣	若干	
5	10kV 绝缘手套	若干	
6	绝缘放电棒	1支	
7	反光衣	若干	
8	线路接地线	若干	
9	10kV 验电器	若干	

1	便携式电源线缆架	若干	带漏电保护器
2	绝缘操作杆	若干	
3	温湿度计	1具	
4	照明灯具	若干	
5	计算器	1个	
6	工具箱	1个	
7	电缆盖板开启工具	1个	

8 验电表 量程为 2500V 或 5000V

姓名	职务	日期	页码
----	----	----	----

序号	项目	周期	要求	说明
1	电缆主绝缘的绝缘电阻	1) 电缆振荡波局部放电检测之前 2) 电缆振荡波局部放电检测之	大于1000MΩ。	采用 2500V 或 5000V 兆欧表。 必要时，如：怀疑有



## 9 工期定额

本项作业工作时间为 0.5 天/条，不包括设备停送电及其它因

## 10 作业流程

### 10.1 单端作业流程图

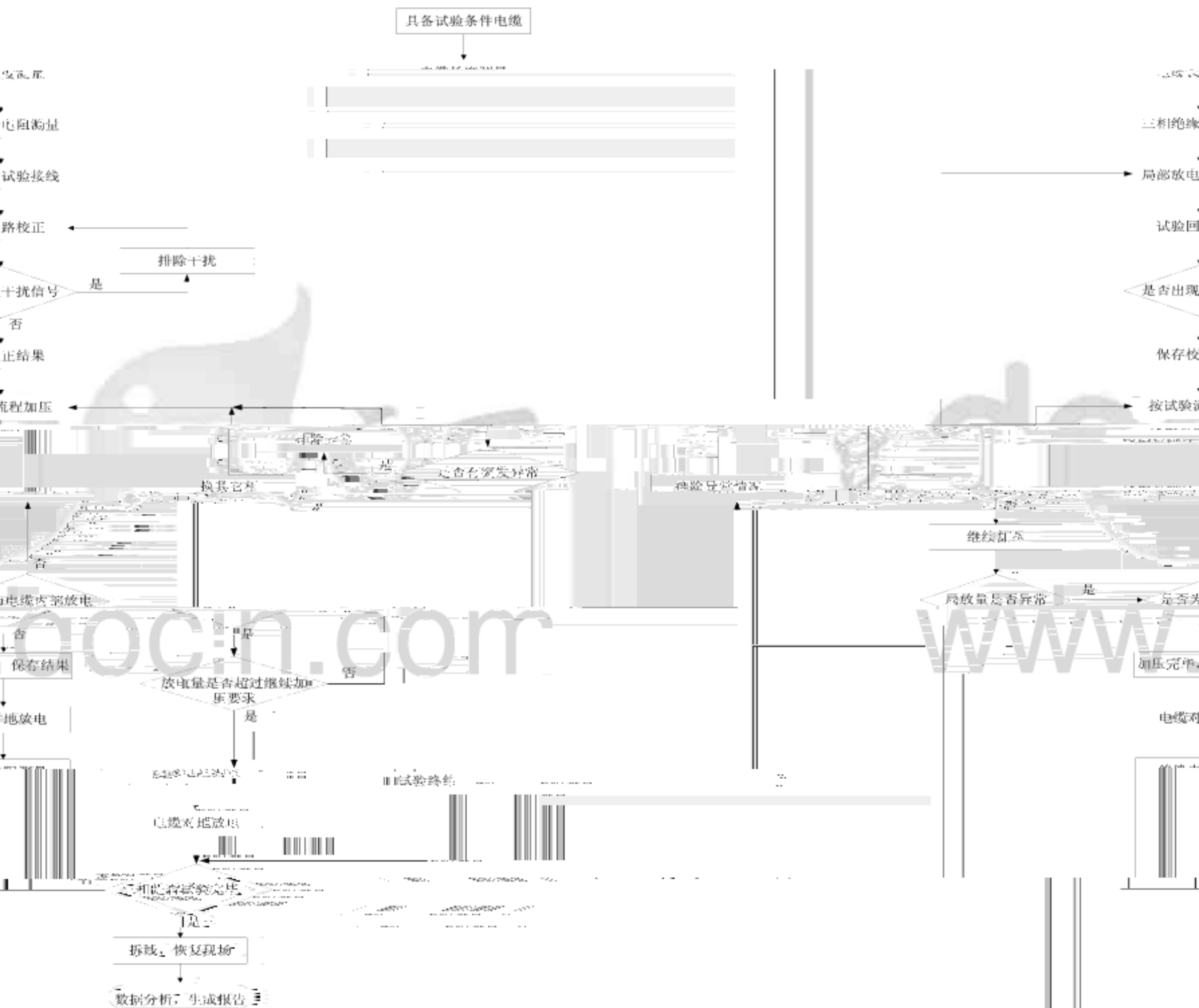


图9- 单端作业流程图

## 10.2 双端作业流程图

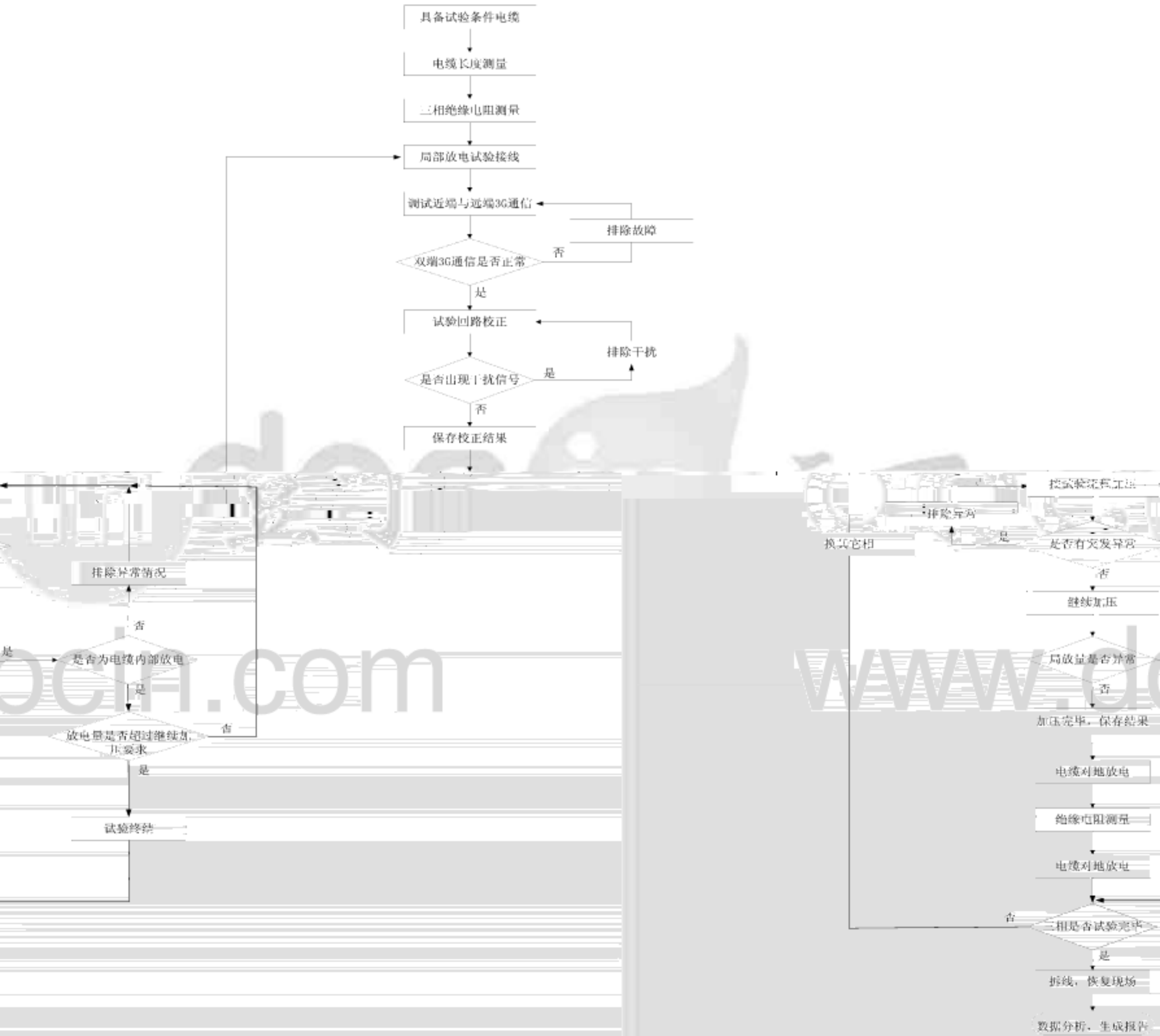


图 10 双端作业流

# 11 作业项目、工艺要求和质量标准

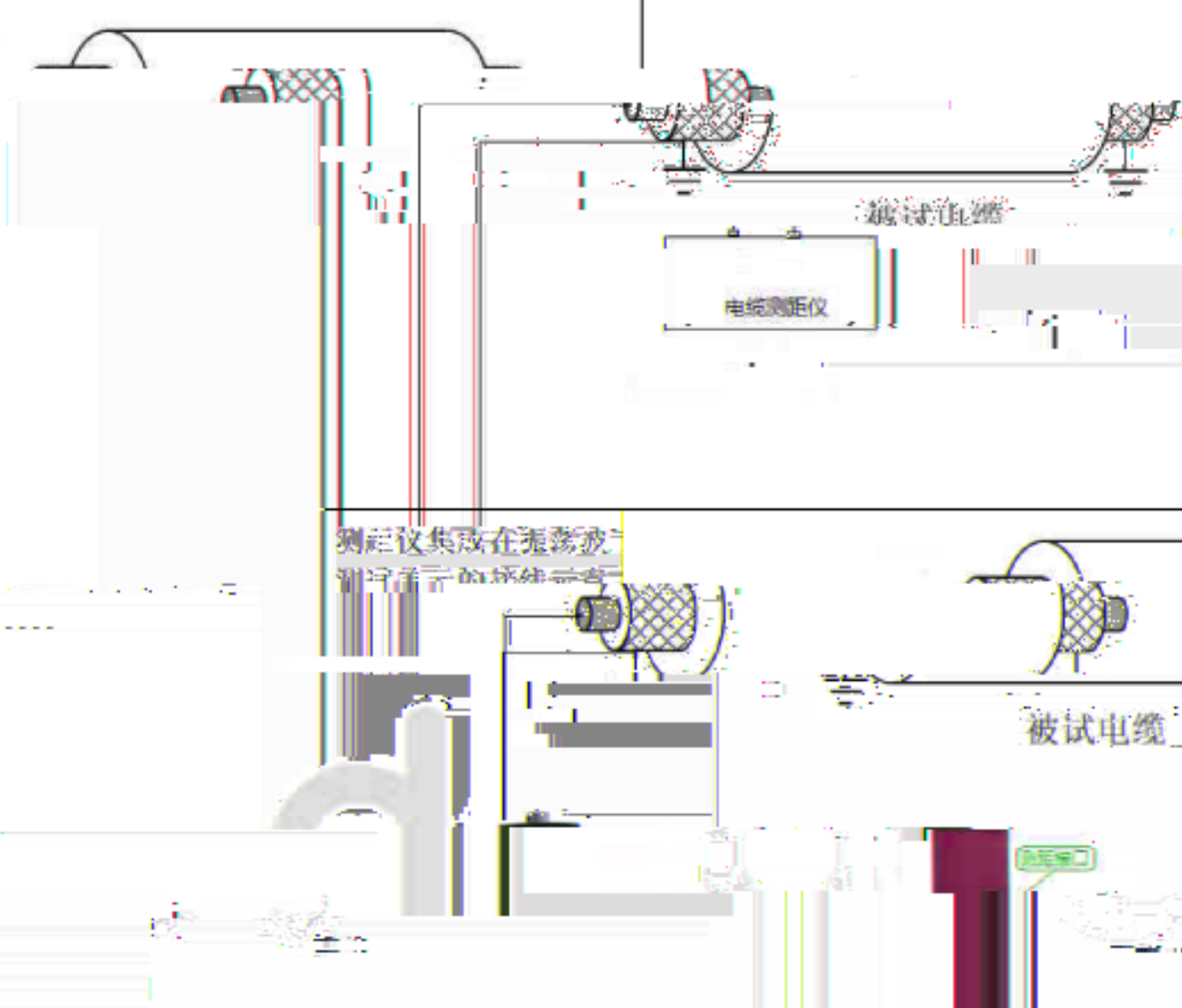
## 11.1 试验前准备工作

序号	作业内容	标准工艺	风险和质 量控制点	控制措施
1	查看现场	工作负责人在运行人员带领 进入工作现场，查看现场 安全措施是否满足工作要 求，并办理许可手续。	现场安全措 施是否满足 工作要求。	工作负责人应在作业前 的带领检查工作地点、 已拉开的隔离开关、已合 的接地开关等情况。根 据标示牌及图纸资料，核 查、确认被试电缆位置。
2	装设保护接 地线	1) 在工作区两端装设接地线， 防止感应电伤人。 2) 按线路操作票装设工作地 点保护接地线。 3) 在户外终端将线路可靠接 地。	2) 接地线是 否接触良 好。 3) 装设顺 序。	1) 装设接地线时，应 由两人进行。 2) 装设接地线时，应 作一人监护，监护人需 认真检查接地线的装设情 况。 3) 使用专用接地线，并检 查接地良好。
3	现场安全、 技术措施交 接	各工作组成员列队，工作负 责人宣读工作票上的工作内 容和安全措施，并交待清楚 安全措施及注意事项。	工作任务和 安全措施交 接是否清楚。	工作负责人应在开工前向 全体工作成员交待清楚工 作地点、工作任务、临时 保护接地线装设位置，检 查安全措施是否落实，并 交待清楚。
4	试验准备	1) 搬运仪器、工具、材料 等。 2) 在试验现场及高压装设试验 专用警示围栏。 3) 可靠连接试验所需接地 线。 4) 检查断路器及电压互感器	试验测试 线、接地线 连接可靠。	对照危险点分析内容，采 取相应防范措施，按照表 3 检查设备是否齐全。
5	检查电源电 压是否过	1) 在接取试验电源前用万 用表测量电压。		1) 在有 220V 交流试验电源 时，应检查电压是否正 常。



序号	工作内容	操作及工艺	风险和质量控制点	控制措施
----	------	-------	----------	------

单独用测距仪测距的  
接线示意图



### 11.3 绝缘电阻试验

#### 绝缘电阻试验

工作见表7。

表7 绝缘电阻试验

序号	工作内容	操作及工艺	风险和质量控制点	控制措施
1	试验前将被试品短路放电	先将被试品的接线端子连接好，再用绝缘棒将接地线短路，并放电。	试验前未充分放电	试验前将被试品充分放电
2	兆欧表摆放位置	兆欧表应水平放置，且应远离带电体。	兆欧表摆放位置不安全、不水平	兆欧表应水平放置，且应远离带电体。
3	连接测试线和接地线	参考试验接线示意图，将兆欧表的接线端与被试设备的接地线连接，将兆欧表	连接测试线和接地线不可靠	参考试验接线示意图，将兆欧表的接线端与被试设备的接地线连接，将兆欧表

序号	工作内容	操作及工艺	风险和质量控制点	控制措施
		的接高压端与被试设备相连接	2) 防止测试线绝缘不良。 3) 兆欧表的输出端不能接错。	线。 2) 认真检查测试线和接地线的连接, 检查兆欧表的输出端接线。
		1) 主绝缘对地的绝缘电阻	1) 防止兆欧表输出电压过高损坏被试设备	1) 仔细检查兆欧表输出电压档位。

停止测量, 将被试品短路

或断开接线(对有保护的, 确保试品与高压断开)

量)

试验接线示意图

测试电缆主

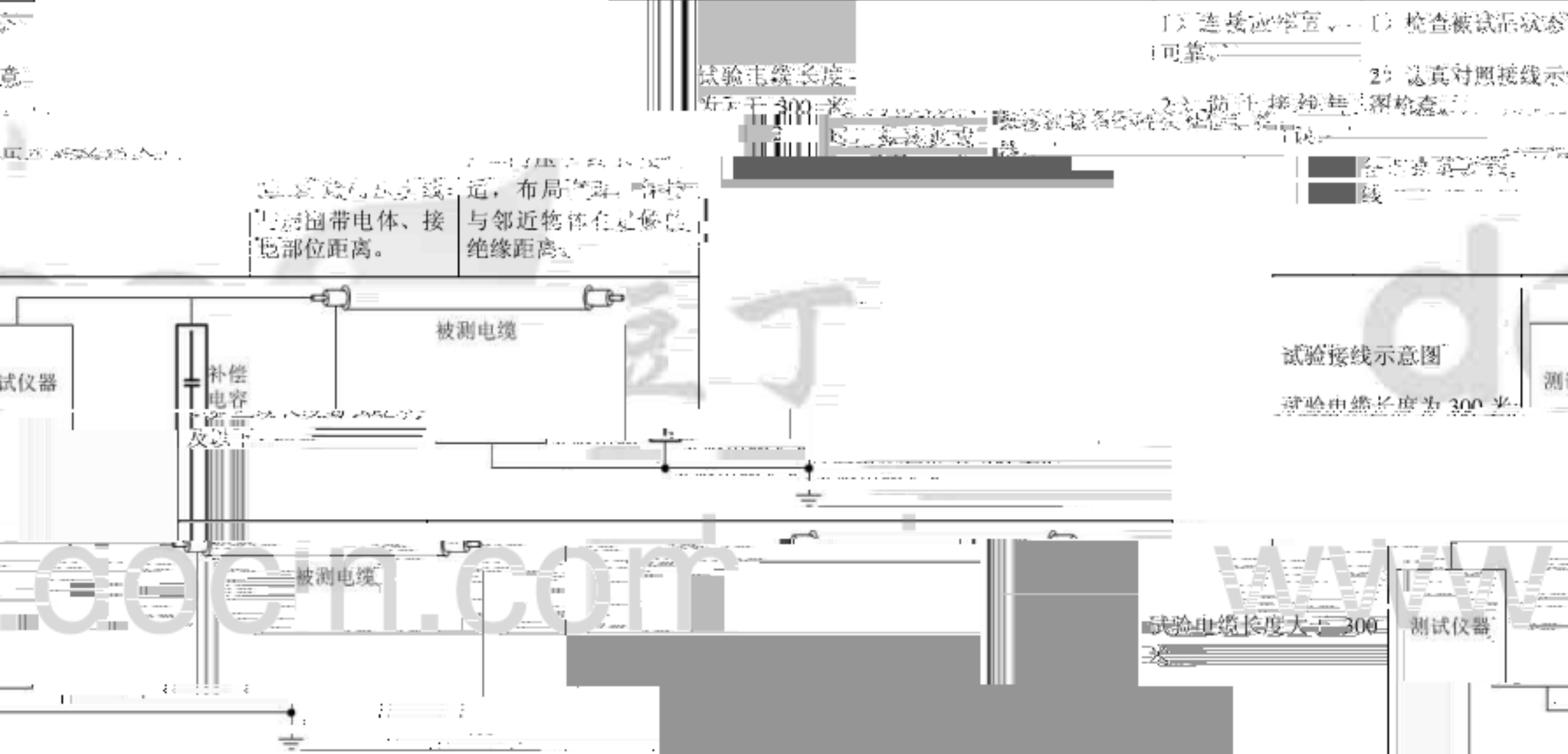
绝缘电阻

单端测量时, 摆放绝缘液设备及接线见表8所示。

(1) 采用

表8 采用单端测量时摆放振荡波设备及接线

序号	工作内容	操作及工艺	风险和质量控制点	控制措施
			<p>试验电缆长度大于300米时，振荡波设备的摆放及接线。</p>	<p>1) 防止接线错误。</p> <p>2) 高亮引线长度合适。</p>



试验接线示意图

试验电缆长度为300米

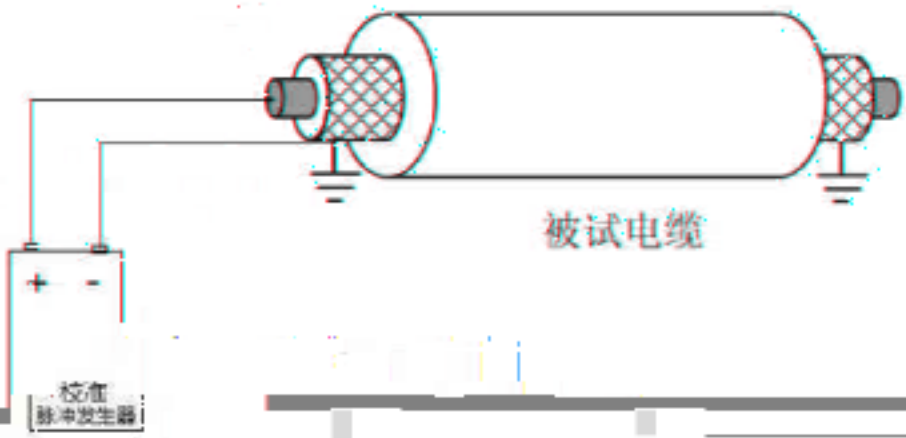
表9 采用双端测量时摆放振荡波设备及接线

序号	工作内容	操作及工艺	风险和质量控制点	控制措施
1	试验电缆长度大于300米时，振荡波设备的摆放及接线。	1) 防止接线错误。 2) 高亮引线长度合适。	1) 防止接线错误。 2) 高亮引线长度合适。	1) 防止接线错误。 2) 高亮引线长度合适。

序号	工作内容	操作及工艺	风险和质量控制点	控制措施
1	试验电缆长度大于300米时，振荡波设备的摆放及接线。	1) 防止接线错误。 2) 高亮引线长度合适。	1) 防止接线错误。 2) 高亮引线长度合适。	1) 防止接线错误。 2) 高亮引线长度合适。



序号	工作内容	操作及工艺	风险和质量控制点	控制措施
				50nC, 100nC 3) 试验电缆长度为1200-3000米时, 校准量为: 500pC, 1nC, 2nC, 5nC, 10nC, 20nC, 50nC, 100nC 4) 在校准波形中要能够区分入射波与反射波。 5) 电缆的波速在 165-170 m/ $\mu$ s 范围内。 6) 10kV 三芯电缆只需校准其中的一相即可, 10kV 单芯电缆每相均需校准。



www.docin.com

(2) 双端法测量时, 试验

表11 双端测量时试验回路校准

操作及工艺	风险和质量控制点	控制措施
校准脉冲发生器在电缆主地之间注入校准脉冲, 在电缆振荡波系统进行	1) 防止接线错误。 2) 排除外界干扰。	1) 校准量为: 500pC, 1nC, 2nC, 5nC, 10nC, 20nC, 50nC, 100nC 2) 在校准波形中近端

序号	工作内容	
1	试验电缆长度为 3000 米以	用校体与同时



根据电缆的电压类型选择对应的额定电压，目前 10kV 电缆的电压类型有 15/8.7kV、19/8.7kV

1) 7. 加压前，应首先对电缆进行绝缘电阻测试，10kV 电缆应使用 500V 兆欧表进行加压。

1) 合上安全开关；

1) 加压过程中出现紧急情况时，第一时间按下安全开关的急停按钮，切断高压电源。

3) 测试环境的背景噪声水平宜不大于 50pC

3) 如果加压过程中，局部放电量较大，应停止加压，对加压数据进行标注，如有明显异常，应停止加压，避免发生局部放电事故。

批注 [微软用户 7]: 是否可补充: 如现场实验不满足该背景噪音水平, 则需要记录现场实际的背景噪音水平及波形图, 理论上, 所测放电量

4) 保存数据

4) 如果加压过程中，局部放电较大，且放电点位置在电缆终端头处，放电量超过 600pC 时，即可停止对该样加压。

5) 加压结束后，需充分放电才能换柜及拆

序号	工作内容	操作及工艺	风险和质量控制点	控制措施
----	------	-------	----------	------

	加压测试	2) 设定目标加压值;	是否已保存。	急情况时, 第一时间
--	------	-------------	--------	------------

- 0.1U<sub>0</sub>—1次
- 0.5U<sub>0</sub>—1次
- 0.7U<sub>0</sub>—1次
- 0.9U<sub>0</sub>—1次
- 1.0U<sub>0</sub>—3次
- 1.1U<sub>0</sub>—1次
- 1.5U<sub>0</sub>—1次
- 2.0U<sub>0</sub>—3次
- 3.0U<sub>0</sub>—3次
- 0—1次

3) 测试环境的背景噪声水平应不大于30pC

2) 加压过程中应通过抗干扰措施, 按规程规定的环境背景噪声水平不大于30pC, 采用脉冲法方法应符合书第13节所述。

3) 如果加压过程中局放量较大, 超过2000pC时, 应停止加压, 对加压数据进行分析。如有明显集中的局放点且放电位置不在电缆终端处, 即可停止对该相加压。如没有明显集中的局放点, 可按操作及工艺分析放电产生原因。

4) 保存数据

状后再继续对该相加压。

4) 如果加压过程中, 局放量较大, 且放电位置在电缆终端头处, 放电量超过6000pC时, 即可停止对该相加压。

5) 加压结束后, 需充分放电才能换相及拆线。

使用专用放电棒, 将试验回路高压端放电, 并短路接地, 方可进行后续工作。

4	试验结束, 拆线	1) 断开安全开关。 2) 断开电源, 接地放电。 3) 拆线	确保已彻底放电, 防止设备、人身伤害。
---	----------	---------------------------------------	---------------------

11.7 工作终结

工作终结见表14

表14 工作终结

控制措施

序号	工作内容	操作及工艺	风险和质量控制点
----	------	-------	----------

序号	工作内容	操作及工艺	风险和质​​量控制点	控制措施
----	------	-------	------------	------

1. 检查试验线  
工艺要求

检查各点试验线是否正确  
检查各点试验线是否正确  
检查各点试验线是否正确  
检查各点试验线是否正确  
检查各点试验线是否正确

2. 恢复被试设备  
各引线

恢复被试设备引线，注意作业安全

对照危险  
采取相应

拆除试验电  
（拆除试验电源、将仪

拆除试验电源、将仪

对照危险  
采取相应

拆除试验电

拆除试验电

拆除试验电

拆除试验电

工作现场

数据分

对电缆振荡波局部放电测量数据的分析方法可参见本指导书5.3节要点进行。

对S-数据分

序号	工作内容	操作及工艺	风险和质​​量控制点	控制措施
----	------	-------	------------	------

1. 自动分

采用系统自动分

系统自动分  
系统自动分  
系统自动分  
系统自动分  
系统自动分

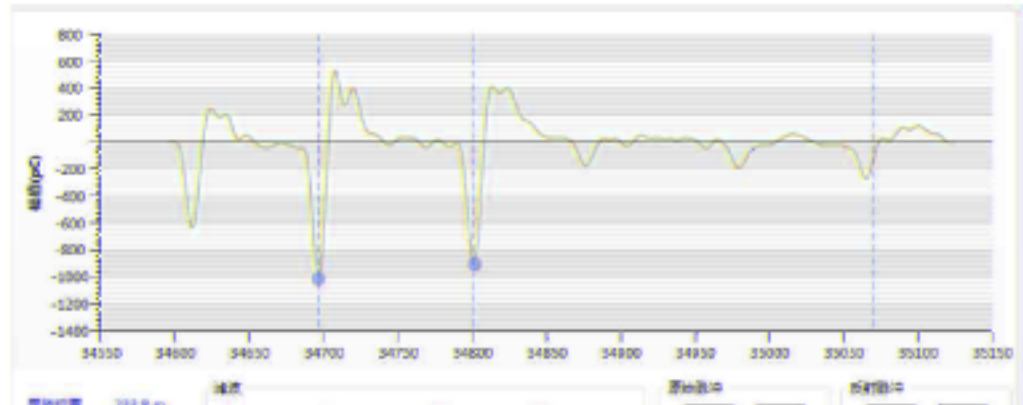
按照5.3.2节的技术  
要点进行电缆局部放

采用系统自动分  
采用系统自动分  
采用系统自动分  
采用系统自动分  
采用系统自动分

2) 对电缆局部放电  
放电峰值、放电  
包络及相位信息进行  
缺陷所在位置。

序号	工作内容	操作及工艺	风险和质量控制点	控制措施
----	------	-------	----------	------

典型的局部放电波形



典型的局部放电定位图



扰源，米现场周围电磁源进行排除；

入的干扰采用滤波方法排除。

头等尖端放电干扰时，采用屏蔽方法相

置设备的金属外壳以及试验场地旁边的金

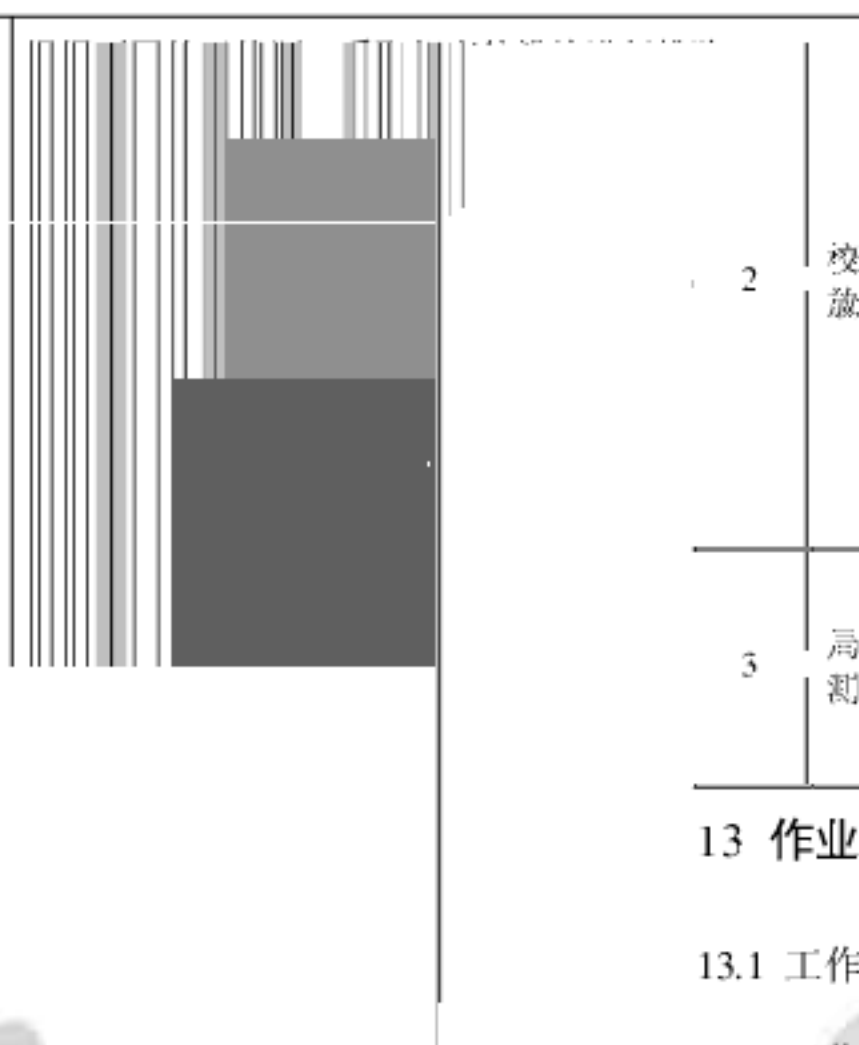
以减少干扰信号的产生。

发出脉冲或微波信号的设备应搬离测试现

接线是否良好，设备接地是否良好。

干扰

试验样本进行。



2	校准及局部放电测量	干扰信号较大，无法进行正常的校准及局部测试	根据不同的： <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 由电源带</li> <li>2) 电缆终端除。</li> <li>3) 对试验测属物品接地。</li> <li>4) 对一些能场。</li> </ol>
3	局部放电检测	测试数据异常。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 检查试验</li> <li>2) 排除外界</li> <li>3) 多次抽取</li> </ol>

### 13 作业后的验收与交接

13.1 工作组成员在现场试验记录上签名。

13.2 工作负责人和运行人员共同检查试验现场

设备，恢复至非工作位置，工作负责人结束试验

13.3 工作负责人

确定已收回全部临时接地线，被试设备

已无作业

向运行人员书面汇报试验结果，运行人员在书面报告上签字确认。