

湖南电器检测所有限公司  
预防性试验作业指导书  
(变电站 10kV 分册)

**编制：薛正山**

**校审：李建红**

二〇一六年十月

## 前 言

预防性试验是为了发现运行中设备的隐患，预防发生事故或设备损坏，对设备进行的检查、试验或监测。预防性试验是电力设备运行和维护工作中一个重要环节，是保证电力设备安全运行的有效手段之一。为了强化一次设备定期预防性试验工作，规范预防性试验现场作业，湖南电器检测所有限公司组织编制了预防性试验标准化作业指导书，指导基层班组开展预防性试验工作。本作业指导书系参照国家标准、行业标准、国家电网标准及相关的技术规范、规定编写，涵盖所有一次设备的相关试验项目，规范相应的试验方法和程序、规范试验仪器和设备。

本作业指导书对变电站10kV设备（包括变低/母联开关间隔、站用变压器间隔、电压互感器间隔、电容器组间隔、出线开关间隔）周期性的预防性试验（电气部分）工作的操作步骤、技术要点、安全注意事项、危险点分析等方面内容进行了详细的规范，用于指导变电站10kV设备的预防性试验工作。

## 目 录

10kV 变低/母联开关间隔预防性试验（电气部分）作业指导书·····	1
10kV 站用变压器间隔预防性试验（电气部分）作业指导书·····	20
10kV 电压互感器间隔预防性试验（电气部分）作业指导书·····	47
10kV 电容器组间隔预防性试验（电气部分）作业指导书·····	66
10kV 出线开关间隔预防性试验（电气部分）作业指导书·····	97

# 10kV变低/母联开关间隔预防性试验 (电气部分) 作业指导书

## 10kV变低/母联开关间隔预防性试验（电气部分）作业指导书

### 1 范围

本作业指导书适用于10kV变低/母联开关（包括真空断路器、干式电流互感器、橡塑电缆、干式电压互感器）周期性的预防性试验（电气部分）工作。

### 2 规范性引用文件

**GB3906—2006** 3.6kV~40.5kV交流金属封闭开关设备和控制设备

**GB50150—2006** 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

**DL/T 474.4-2006** 现场绝缘试验实施导则 第4部分:交流耐压试验

**国家电网安监[2009]664号** 《电力安全工作规程》（发电厂及变电站电气部分）

**DL/T 596—2005** 电力设备预防性试验规程

南方电网“两票”管理规定（试行）

### 3 支持文件

开关柜（包括真空断路器、干式电流互感器、橡塑电缆、干式电压互感器）使用说明书

开关柜（包括真空断路器、干式电流互感器、橡塑电缆、干式电压互感器）出厂试验报告

开关柜（包括真空断路器、干式电流互感器、橡塑电缆、干式电压互感器）交接试验报告

历次预防性试验报告

### 4 安全及预控措施

#### 4.1 安全措施

4.1.1 试验应填写变电第一种工作票。

4.1.2 试验负责人应由有经验的人员担任，开始试验前，试验负责人应对全体试验人员详细布置试验中的安全注意事项。

- 4.1.3 试验需要拆线时，拆前应做好标记，接后应进行检查。
- 4.1.4 试验装置的金属外壳应可靠接地；高压引线应尽量缩短，必要时用绝缘物支持牢固。
- 4.1.5 试验现场应装设遮栏或围栏，向外悬挂“止步，高压危险！”的标示牌，并派人看守。
- 4.1.6 试验需加高压时，加压前必须认真检查试验结线与仪表的开始状态，正确无误，通知有关人员撤离到安全区域，并取得试验负责人许可，方可加压。加压过程中应有人监护并呼唱。高压试验工作人员应穿绝缘鞋，在全部加压过程中，应精力集中，不得与他人闲谈，随时警戒异常现象发生。
- 4.1.7 变更结线或试验结束时，应首先断开试验电源，放电，并将升压设备的高压部分短路接地。
- 4.1.8 试验结束时，试验人员应拆除自装的试验引线和接地短路线，并对被试设备进行检查和清理现场。

## 4.2 危险点及预控措施

危险点及预控措施见表1。

表 1 危险点及预控措施

序号	工作内容	危险点	预控措施
1	试验前准备	把有故障的试验设备带到现场或遗漏设备	出发工作前应检查试验设备是否齐备、完好，是否在有效期内，对所需工器具应逐一清点核对
		1) 现场安全措施不能满足要求 2) 工作负责人对工作任务和安措交代不详尽、不清晰 3) 走错间隔	1) 工作负责人应在值班人员的带领下核实工作地点、任务，确定现场安全措施满足工作要求 2) 工作负责人应在开始工作前向全体工作成员交代清楚工作地点、工作任务、已拉开的隔离开关和已合上的接地开关的情况，检查安全围栏和标示牌等安全措施，特别注意与临近带电设备的安全距离，防止走错间隔

		装设试验专用警示围栏,搬运仪器、工具、材料时,与带电设备安全距离不够	1) 工作人员应注意现场环境,严禁跨越安全围栏 2) 搬运仪器、工具、材料时与带电设备应保持足够的安全距离
		1) 误接非检修电源 2) 放置电源线时触及带电设备 3) 电源电压过高	1) 检查电源是否为独立检修电源,防止误跳运行设备 2) 放置电源线时严禁将电源线抛起、甩动,放置完成后电源线必须固定 3) 在接上检修电源前用万用表测量电源电压是否符合试验要求 4) 接、拆电源,必须2人进行
2	测量导电回路电阻	触电	试验范围有带电部位时,应采取装设隔离挡板等安全措施
3	1) 测量绝缘电阻 2) 交流耐压试验	人员误触碰带电的高压试验引线	1) 在加压之前清理无关人员,同时对工作组成员交代安全注意事项 2) 加压过程中设专人监护,并呼唱 3) 试验结束后,确认试品已降压、放电、接地后,再进行更换接线工作
		高压试验引线松脱或对接地体距离不够	1) 绝缘杆应挂牢。高压试验引线必须与被试品连接牢固,对接地体保持足够的安全距离,必要时采用绝缘胶带固定,防止松脱掉下 2) 移动绝缘杆和试验引线时,必须加强监护,注意与临近带电体保持足够的安全距离
4	试验现场清理	1) 试验引线和临时接地线未拆除 2) 现场遗留工具	工作负责人在试验工作结束后进行认真检查,确认试验引线和临时接地线已拆除,现场无遗留工具和杂物

## 5 作业准备

### 5.1 工作人员的准备

5.1.1 电气试验人员一般不少于3人,其中工作负责人应由具有中级工及以上职称资质,且有从事相关工作3年及以上经验的人员担任。

5.1.2 专业技术要求: 经过高压专业培训,掌握10kV高压开关柜(包括真

空断路器、干式电流互感器、橡塑电缆、干式电压互感器) 结构原理及相关试验仪器的使用, 熟悉本作业指导书。

## 5.2 资料的准备

5.2.1 试验规程: **DL/T 596—2005** 电力设备预防性试验规程。

5.2.2 本作业指导书。

5.2.3 历次预防性试验报告。

5.2.4 试验记录。

## 5.3 仪器及工具的准备

仪器及工具的准备见表2。

表 2 仪器及工具的准备

序号	名称	数量	备注
1	试验警示围栏	若干	
2	标示牌	若干	
3	安全带	若干	
4	万用表	1 只	
5	低压验电器	1 支	
6	便携式电源线架	若干	带漏电保护器
7	绝缘操作杆	若干	
8	绝缘绳、绝缘带	若干	
9	温湿度计	1 支	
10	计算器	1 个	
11	工具箱	1 个	
12	试验测试线(绝缘导线、接地线等)	若干	
13	绝缘放电棒	若干	
14	整流电源型绝缘电阻表 (又称兆欧表, 俗称电动摇表)	1 只	输出电压: 500V、1000V、2500V、5000V
15	回路电阻测试仪	1 台	输出电流: 不小于100A
16	交流耐压试验装置	1 套	输出电压 50kV, 容量不低于 2kVA
17	试验记录	若干	

## 6 作业周期

作业周期及要求见表3。

表 3 作业周期及要求

序号	项目	周期	要求	说明
1	绝缘电阻测量	1) 1~3年 2)大修后 3)必要时	1) 开关柜绝缘电阻应符合制造厂规定 2) 各元件按以下要求考核： 真空断路器断口和有机物制成的提升杆的绝缘电阻大修后不低于1000MΩ；运行中不应低于300MΩ。 干式电流互感器一次绕组对地的绝缘电阻与出厂值及历次数据比较，不应有显著变化。 干式电压互感器绝缘电阻与初始值及历次数据比较，不应有显著变化	1) 采用2500V兆欧表 2) 必要时，如怀疑绝缘不良时
2	交流耐压试验(主回路对地、相间及断口)	1) 1~3年 2)大修后 3)必要时	断路器试验电压值按出厂试验电压值的0.8倍 电压互感器试验电压值按出厂试验电压值的0.85倍	1) 更换或干燥后的绝缘提升杆必须进行耐压试验 2) 相间、相对地及断口的耐压值相同 3) 12kV等级运行中有如下情况的，耐压值为28kV： —中性点有效接地系统 —进口开关设备其绝缘水平低于42kV 4) 必要时，如怀疑绝缘不良时
3	断路器、隔离开关及隔离插头的导电回路电阻测量	1) 1~3年 2)大修后 3)必要时	1) 大修后应符合制造厂规定 2) 运行中应不大于制造厂规定值的1.5倍	1) 用直流压降法测量，电流不小于100A 2) 必要时，如怀疑接触不良时 3) 隔离开关和隔离插头回路电阻的测量在有条件时进行
4	橡塑电缆的外护套绝缘电阻测量	3年	每千米绝缘电阻值不低于0.5MΩ	1) 只对外护套有引出线者进行 2) 绝缘电阻一般不低于1MΩ 3) 用500V兆欧表

注：真空灭弧室真空度的测量用断口耐压代替。辅助回路和控制回路的绝缘电阻、辅助回路和控制回路的交流耐压、操作机构合闸接触器和分合闸电磁铁的动作电压、干式电流互感器二次绕组的绝缘电阻和交流耐压、干式电压互感器二次绕组的绝缘电阻和交流耐压等项目结合二次设备定检进行。

## 7 工期定额

本项作业工作时间为1天/间隔。

## 8 设备主要参数

设备主要参数见附录A。

## 9 作业流程

作业流程图见图1。

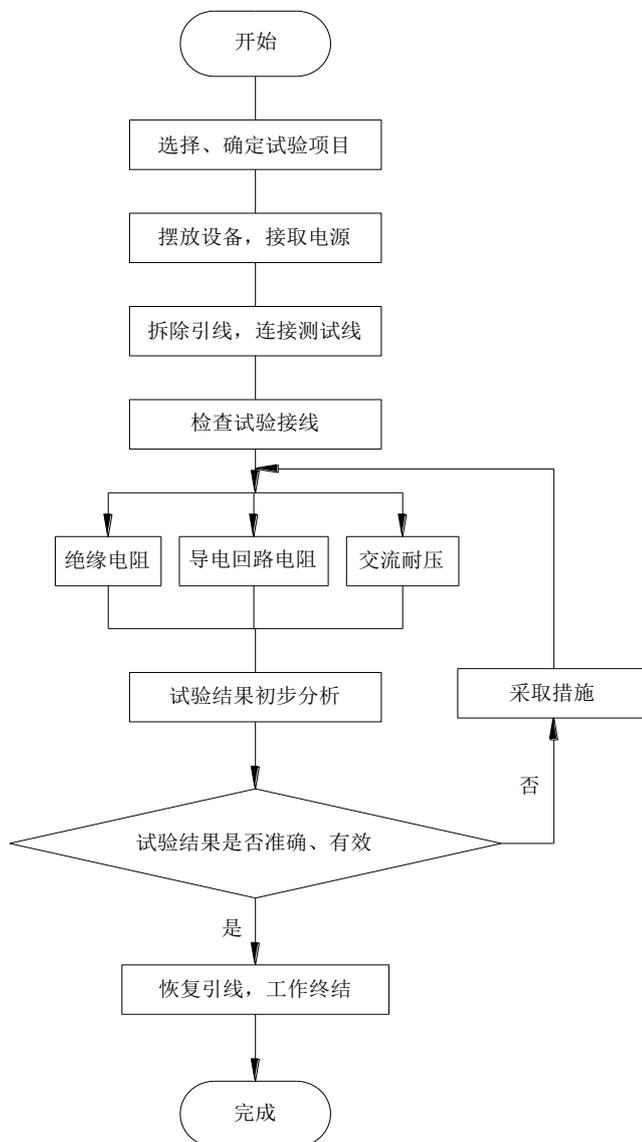


图 1 作业流程图

## 10 作业项目、工艺要求和质量标准

本作业指导书规范的作业项目、工艺要求包括表5测量导电回路电阻、表6测量绝缘电阻、表7交流耐压试验、表8测量橡塑电缆的外护套绝缘电阻4项内容、各项目质量标准见表3中要求、说明栏。

### 10.1 试验前准备工作

试验前准备工作见表4。

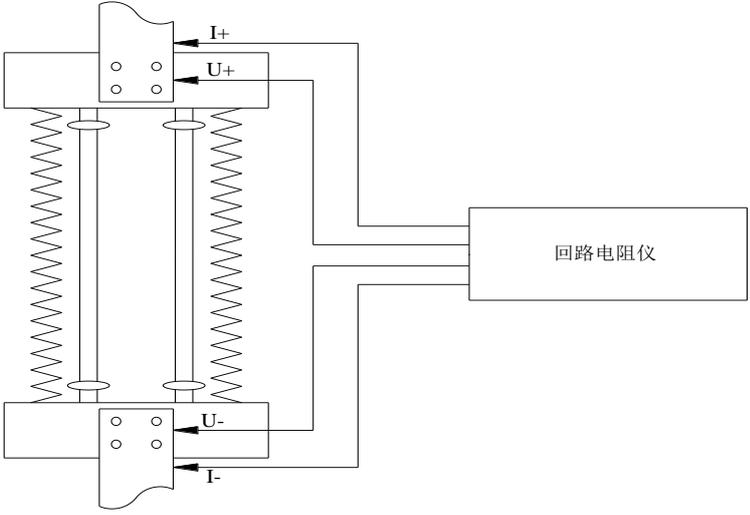
表 4 试 验 前 准 备 工 作

序号	工作内容	操作及工艺	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下进入工作现场,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	工作负责人应在值班人员的带领下检查工作地点、已拉开的隔离开关、已合上的接地开关等情况
2	现场安全、技术措施交底	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,并交待现场安全措施及注意事项	1) 工作任务和安全措施交待是否详尽、清晰 2) 防止走错间隔	工作负责人应在工作开始前向全体工作成员交代清楚工作地点、工作任务、已拉开的隔离开关和已合上的接地开关的情况,检查安全围栏和标示牌等安全措施,特别注意与临近带电设备的安全距离,防止走错间隔
3	试验准备	1) 搬运仪器、工具、材料等 2) 在试验现场四周装设试验专用警示围栏 3) 可靠连接试验所需接地线 4) 检查试品,应可靠接地 5) 抄录被试设备铭牌 6) 记录现场环境温度、湿度	搬运仪器、工具、材料时与带电设备应保持足够的安全距离	1) 工作人员应注意现场环境,严禁跨越安全围栏 2) 搬运仪器、工具、材料时与带电设备应保持足够的安全距离
4	接取试验电源	使用符合安全要求的电源线架,将电源线从试验地点拉至检修电源箱,接取电源	1) 防止误接非检修电源 2) 检查电源电压是否过高或断相	1) 检查电源是否为独立检修电源,防止误跳运行设备 2) 在接取试验电源前用万用表测量电源电压是否符合试验要求

## 10.2 测量导电回路电阻

测量导电回路电阻见表5（以测量真空断路器为例）。

表 5 测量导电回路电阻

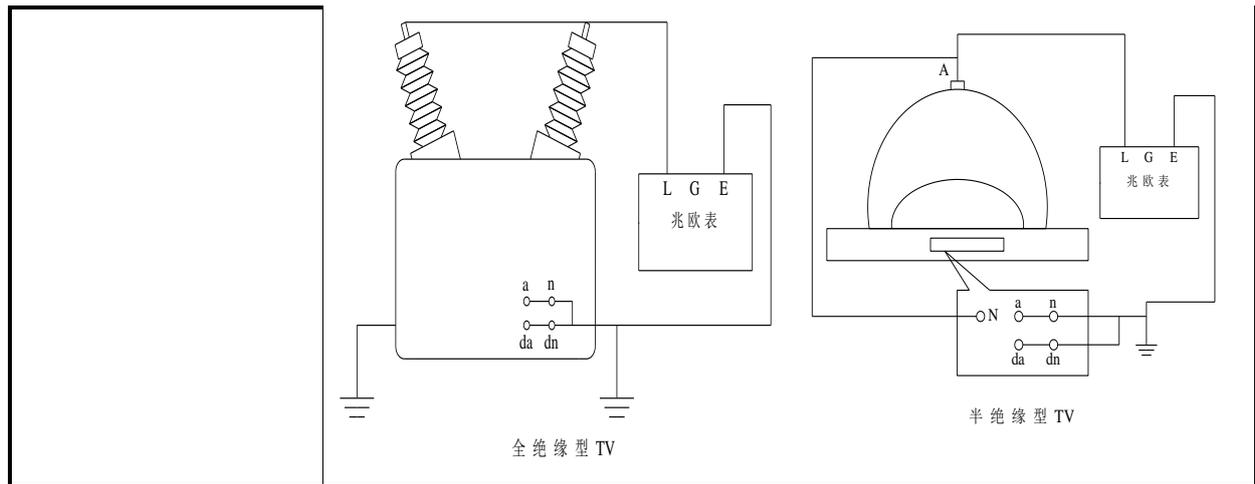
序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放回路电阻测试仪,连接测试线	将回路电阻测试仪接地端可靠接地,参考试验接线示意图,通过专用引线和被试真空断路器连接,电压测量线应在电流输出线内侧	1) 接线应正确、连接应牢固、可靠,保证接触良好 2) 防止感应电伤人,损坏试验设备	1) 将被试真空断路器一端接地,减小感应电的影响 2) 检查被试真空断路器应在合闸状态 3) 使用专用测试线,认真检查测试线的连接 4) 必要时用砂纸打磨
2	开始测量,读取并记录测量结果	启动测试仪开始测量,待测量值稳定,仪器指示无变化时,记录测量电阻值	1) 注意测试电流输出值的大小 2) 测量值是否稳定	1) 测试电流输出值不小于100A 2) 保证足够的稳定时间
3	停止测量	停止测量	注意测量回路未放电,或放电不彻底会危及人身安全、损坏测试设备	必须等待测试仪显示已完全放电才能断开测试回路,进行后续工作
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏		
试验接线示意图				

### 10.3 测量绝缘电阻

测量绝缘电阻见表6。

表 6 测量绝缘电阻

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放兆欧表、兆欧表检查	选择合适位置，将兆欧表水平放稳，试验前对兆欧表本身进行检查	1) 兆欧表摆放位置应安全，摆放应水平、稳固 2) 兆欧表检查	1) 兆欧表摆放位置应安全、应水平放稳 2) 试验前对兆欧表进行“短路”、“开路”测试检查
2	连接测试线和接地线	参考试验接线示意图，将兆欧表的接地端与被试品的接地端连接，将带屏蔽的连接线接到被试品的高压端（必要时接上屏蔽环）	1) 连接应牢固、可靠 2) 防止测试线绝缘不良 3) 兆欧表的输出端不能接错	1) 检查被试品状态 2) 试验用的导线应使用绝缘护套线或屏蔽线 3) 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
3	开始测量，读取并记录测量结果	启动兆欧表开始测量，记录60s 时的测量值	1) 保持直流输出电压稳定 2) 注意读数时间正确	1) 防止绝缘电阻低，导致端电压降低 2) 注意仪表指示测量时间应正确
4	停止测量，短路放电并接地	停止测量，放电并接地（对带保护的整流电源型兆欧表，否则应先断开接至被试品高压端的连接线，然后停止测量）	确保已彻底放电，防止充电电荷放电损坏兆欧表、造成人身伤害	注意仪表显示已放电完毕，才将被试品短路接地
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏		
试验接线示意图				



### 10.4 交流耐压试验

交流耐压试验见表7。

表 7 交流耐压试验

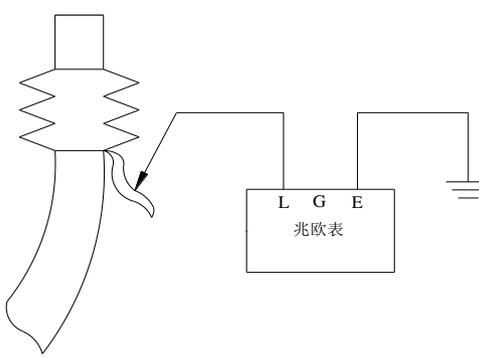
序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放仪器、接地	选择合适位置将工频耐压装置平稳放置，将接地端可靠接地	1) 注意预留高压引线的走向以及与被试断路器连接的角度满足要求 2) 注意试验变压器和高压引线与周围带电体和接地体保持足够的安全距离	1) 仪器放置应安全、平稳，保证预留高压引线的走向以及与被试断路器连接的角度满足要求 2) 试验变压器和高压引线与周围带电体和接地体的安全距离足够
2	连接高压线、测试线和接地线	参考试验接线示意图，正确连接高压引线和接地线	1) 连接应牢固、可靠 2) 防止接线错误 3) 注意高压引线与周围带电体、接地部位距离	1) 检查被试品状态 2) 认真对照接线示意图检查 3) 高压引线长度合适，布局合理，保持与邻近物体有足够的绝缘距离
3	施加试验电压	1) 试验过程中应观察仪表变化情况，如试品出现闪络、冒烟、击穿等异常情况，应立即降压，做好安全措施并进行检查，根据检查情况确定重新试验或终止试验 2) 读取并记录测量	1) 防止加压时精神不集中 2) 注意选择正确的试验电压，避免损坏被试设备	1) 加强全过程监护 2) 按要求选择正确的试验电压

		数据及试验电压、加压时间		
4	停止测量, 断开电源, 将试验回路的高压端短路放电并接地	停止测量, 断开电源, 短路放电并接地	确保已彻底放电, 防止设备、人身伤害	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
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏。		
试验接线示意图		<p>交流耐压升压器</p> <p>升压TV及电压表</p> <p>220V 交流电源</p> <p>输入 测量</p> <p>输入 测量</p> <p>开关处于合闸状态</p> <p>主回路对地、相间（分相三次进行）</p> <p>开关处于分闸状态</p> <p>断口（三相一起进行）</p>		
		<p>380V 三相电源</p> <p>三倍频发生器</p> <p>输入 输出</p> <p>输出 输入</p> <p>输入 输出</p> <p>输出 输入</p> <p>调压器</p> <p>输入 输出</p> <p>输入 输出</p> <p>输入 测量</p> <p>输出 测量</p> <p>半绝缘型TV试验接线</p> <p>全绝缘型TV试验接线</p> <p>交流升压控制装置</p>		

### 10.5 测量橡塑电缆的外护套绝缘电阻

测量橡塑电缆的外护套绝缘电阻见表8。

表 8 测量橡塑电缆的外护套绝缘电阻

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放兆欧表、兆欧表检查	选择合适位置，将兆欧表水平放稳，试验前对兆欧表本身进行检查	1) 兆欧表摆放位置应安全，摆放应水平、稳固 2) 兆欧表检查	1) 兆欧表摆放位置应安全、应水平放稳 2) 试验前对兆欧表进行“短路”、“开路”测试检查
2	连接测试线和接地线	参考试验接线示意图，将兆欧表的接地端与开关柜的地线连接，将带屏蔽的连接线接到被试电缆的外护套（必要时接上屏蔽环）	1) 连接应牢固、可靠 2) 防止测试线绝缘不良 3) 兆欧表的输出端不能接错	1) 检查被试回路状态 2) 试验用的导线应使用绝缘护套线或屏蔽线 3) 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
3	开始测量，读取并记录测量结果	启动兆欧表开始测量，记录60s 时的测量值	1) 保持直流输出电压稳定 2) 注意读数时间正确	1) 用500V兆欧表 2) 防止绝缘电阻低，导致端电压降低 3) 注意仪表指示测量时间应正确
4	停止测量，短路放电并接地	停止测量，放电并接地（对带保护的整流电源型兆欧表，否则应先断开接至被试品高压端的连接线，然后停止测量）	确保已彻底放电，防止充电电荷放电损坏兆欧表、造成人身伤害	注意仪表显示已放电完毕，才将被试品短路接地
根据相关试验规程对数据进行判断		见表3中要求、说明栏		
试验接线示意图				

## 10.6 试验终结

试验终结见表9。

表 9 试验终结

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	检查试验结果	检查各项试验项目、数据是否齐全、数据记录是否准确，工作负责人及各试验人员在现场试验记录本上签名确认		
2	拆除试验电源，清理、撤离现场	拆除试验电源，将仪器、工具、材料等撤离现场	1) 防止触电 2) 搬运仪器、工具、材料时与带电设备应保持足够的安全距离 3) 防止走错间隔	1) 拆除试验电源应有专监护 2) 搬运仪器、工具、材料时与带电设备应保持足够的安全距离 3) 防止走错间隔
3	结束工作	向运行人员办理工作终结手续，会同运行人员赴现场检查，确认已恢复试验前状态，已清理工作现场		

## 11 作业中可能出现的主要异常现象及对策

作业中可能出现的主要异常现象及对策见表10。

表 10 作业中可能出现的主要异常现象及对策

序号	工作内容	主要异常现象	处理对策
1	测量导电回路电阻	测试数据异常	1) 采用专用的测试线，检查测试线的连通是否良好 2) 测试线与被试设备的连接要牢固可靠 3) 电压测试夹在电流测试夹的内侧 4) 用砂纸打磨清理测试夹与被试设备的接触面 5) 操作断路器（隔离开关）数次，消除接触电阻影响 6) 选用合适的电流档测量，实际输出电流不小于100A 7) 选用另一台仪器做对比试验

2	绝缘电阻测试	测试数据异常	1) 采用专用屏蔽型测试线 2) 采取清抹、屏蔽等措施, 重新测试 3) 调整测试线与接地部分的距离 4) 判断是否因湿度造成外绝缘对测量结果影响很大, 考虑在湿度相对较小的时段(如午后)进行测量
3	交流耐压试验	试验过程发生闪络、放电异常、击穿	1) 高压测量引线对地绝缘距离是否足够, 应保持足够的安全距离 2) 试品内部发生放电, 应停止试验, 检查试验设备是否损害, 检查试品是否损坏, 查找放电点 3) 判断是否因湿度造成, 清抹外绝缘, 考虑在湿度相对较小的时段(如午后)进行试验 4) 进行第二次耐压试验, 如试品仍放电, 则试验不通过
4	橡塑电缆的外护套绝缘电阻	测试数据异常	1) 采用专用屏蔽型测试线 2) 检查对侧外护套接地端是否解开 3) 绝缘电阻低时, 改用万用表复测

## 12 作业后的验收与交接

工作组成员在现场试验记录上签名。

工作负责人填写变电站试验检修现场记录本, 由运行人员签名确认。

工作负责人和运行人员结束工作时在工作票上签名确认。

**附录 A**  
**(规范性附录)**

**10kV变低/母联开关间隔试验记录**

安装地点: \_\_\_\_\_ 名称: \_\_\_\_\_ 运行编号: \_\_\_\_\_ 试验条件: \_\_\_\_\_ (不拆线)  
 试验性质: \_\_\_\_\_ (预试) 试验日期: \_\_\_\_\_ 年 月 日 天气: \_\_\_\_\_ (晴、阴、雨) 温度: \_\_\_\_\_ °C 湿度: \_\_\_\_\_ %

设备规范	额定电压	型 号	制造厂家	出厂编号	出厂日期
	kV				

1、真空断路器

型 号	额定电压	额定电流	开断电流	出产厂家	出厂日期	出厂编号
	kV	A	kA			

试验数据

1.1 导电回路电阻 (μΩ)

测量相别	A相	B相	C相
测量值			

仪表规范：\_\_\_\_\_

备 注：\_\_\_\_\_

**1.2 相对地及相间绝缘试验（（连/不连）电流互感器）**

相别	绝缘电阻 MΩ		试验电压	试验结果
	耐压前	耐压后		<u>（通过/不通过）</u>
A				
B				
C				

仪表规范：\_\_\_\_\_

备 注：\_\_\_\_\_

**1.3 断口绝缘试验**

相别	绝缘电阻 MΩ		试验电压	试验结果
	耐压前	耐压后		<u>（通过/不通过）</u>
A				
B				
C				

仪表规范：\_\_\_\_\_

备 注：\_\_\_\_\_

## 2、电压互感器（三相一体式/单相式）

型 号	额定电压	厂 家	出厂日期
	kV		

试验数据：

相别	出厂 编号	绝缘电阻 MΩ		交 流 耐 压				备注
		耐压前	耐压后	电压 kV	时间 s	频率 Hz	结论	
A相							通过/不通过	
B相							通过/不通过	
C相							通过/不通过	

## 3、橡塑电缆（有/无）

测量相别	A相	B相	C相
外护套绝缘电阻 MΩ			
电缆长度 km			

仪表规范： \_\_\_\_\_

备 注： \_\_\_\_\_

结 论： \_\_\_\_\_（合格、不合格、缺陷、待查）\_\_\_\_\_

工作结束前检查：自装安全围栏和短路接地线已拆除并无遗留工具和测试线。

检查人： \_\_\_\_\_

试验说明：

工作负责人：

试验人员：

记录人：

# 10kV站用变压器间隔预防性试验 （电气部分） 作业指导书

# 10kV站用变压器间隔预防性试验（电气部分）作业指导书

## 1 范围

本作业指导书适用于10kV站用变压器间隔（包括真空断路器、干式电流互感器、氧化锌避雷器、橡塑电缆、站用变压器、干式电压互感器）周期性的预防性试验（电气部分）工作。

## 2 规范性引用文件

**GB3906—2006** 3.6kV~40.5kV交流金属封闭开关设备和控制设备

**GB50150—2006** 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

**DL/T 474.4-2006** 现场绝缘试验实施导则 第4部分:交流耐压试验

**DL/T 474.5-2006** 现场绝缘试验实施导则 第5部分:避雷器试验

**国家电网安监[2009]664号** 《电力安全工作规程》（发电厂和变电站电气部分）

**DL/T 596—2005** 电力设备预防性试验规程

南方电网 “两票”管理规定（试行）

## 3 支持文件

开关柜（包括真空断路器、干式电流互感器、氧化锌避雷器、橡塑电缆、站用变压器、干式电压互感器）使用说明书

开关柜（包括真空断路器、干式电流互感器、氧化锌避雷器、橡塑电缆、站用变压器、干式电压互感器）出厂试验报告

开关柜（包括真空断路器、干式电流互感器、氧化锌避雷器、橡塑电缆、站用变压器、干式电压互感器）交接试验报告

历次预防性试验报告

## 4 安全及预控措施

### 4.1 安全措施

4.1.1 试验应填写变电第一种工作票。

4.1.2 试验负责人应由有经验的人员担任，开始试验前，试验负责人应对

全体试验人员详细布置试验中的安全注意事项。

4.1.3 试验需要拆线时，拆前应做好标记，接后应进行检查。

4.1.4 试验装置的金属外壳应可靠接地；高压引线应尽量缩短，必要时用绝缘物支持牢固。

4.1.5 试验现场应装设遮栏或围栏，向外悬挂“止步，高压危险！”的标示牌，并派人看守。

4.1.6 试验需加高压时，加压前必须认真检查试验结线与仪表的开始状态，正确无误，通知有关人员撤离到安全区域，并取得试验负责人许可，方可加压。加压过程中应有人监护并呼唱。高压试验工作人员应穿绝缘鞋，在全部加压过程中，应精力集中，不得与他人闲谈，随时警戒异常现象发生。

4.1.7 变更接线或试验结束时，应首先断开试验电源，放电，并将升压设备的高压部分短路接地。

4.1.8 试验结束时，试验人员应拆除自装的试验引线和接地短路线，并对被试设备进行检查和清理现场。

## 4.2 危险点及预控措施

危险点及预控措施见表1。

表 1 危险点及预控措施

序号	工作内容	危险点	预控措施
1	试验前准备	把有故障的试验设备带到现场或遗漏设备	出发工作前应检查试验设备是否齐备、完好，是否在有效期内，对所需工器具应逐一清点核对
		1) 现场安全措施不能满足要求 2) 工作负责人对工作任务和 安全措施交代不详尽、不清晰 3) 走错间隔	1) 工作负责人应在值班人员的带领下核实工作地点、任务，确定现场安全措施满足工作要求 2) 工作负责人应在开始工作前向全体工作成员交代清楚工作地点、工作任务、已拉开的隔离开关和已合上的接地开关的情况，检查安全围栏和标示牌等安全措施，特别注意与临近带电设备的安全距离，防止走错间隔

		装设试验专用警示围栏，搬运仪器、工具、材料时，与带电设备安全距离不够	1) 工作人员应注意现场环境，严禁跨越安全围栏 2) 搬运仪器、工具、材料时与带电设备应保持足够的安全距离
		1) 误接非检修电源 2) 放置电源线时触及带电设备 3) 电源电压过高	1) 检查电源是否为独立检修电源，防止误跳运行设备 2) 放置电源线时严禁将电源线抛起、甩动，放置完成后电源线必须固定 3) 在接上检修电源前用万用表测量电源电压是否符合试验要求 4) 接、拆电源，必须2人进行
2	测量导电回路电阻	触电	试验范围有带电部位时，应采取装设隔离挡板等安全措施
3	1) 测量绝缘电阻 2) 交流耐压试验 3) 测量直流1mA下的 $U_{1mA}$ 和75% $U_{1mA}$ 下的泄漏电流 4) 检查放电计数器动作情况	人员误触碰带电的高压试验引线	1) 在加压之前清理无关人员，同时对工作组成员交代安全注意事项 2) 加压过程中设专人监护，并呼唱 3) 试验结束后，确认试品已降压、放电、接地后，再进行更换接线工作
		高压试验引线松脱或对接地体距离不够	1) 绝缘杆应挂牢。高压试验引线必须与被试品连接牢固，对接地体保持足够的安全距离，必要时采用绝缘胶带固定，防止松脱掉下 2) 移动绝缘杆和试验引线时，必须加强监护，注意与临近带电体保持足够的安全距离 3) 微安表处于高压时，应固定牢靠，高压引线要短，应用屏蔽导线，对地保持足够的距离
4	试验现场清理	1) 试验引线和临时接地线未拆除 2) 现场遗留工具	工作负责人在试验工作结束后进行认真的检查，确认试验引线和临时接地线已拆除，现场无遗留工具和杂物

## 5 作业准备

### 5.1 工作人员的准备

5.1.1 电气试验人员一般不少于3人，其中工作负责人应由具有中级工及以上

上职称资质，且有从事相关工作3年及以上经验的人员担任。

5.1.2 专业技术要求：经过高压专业培训，掌握10kV高压开关柜（包括真空断路器、干式电流互感器、氧化锌避雷器、橡塑电缆、站用变压器、干式电压互感器）结构原理及相关试验仪器的使用，熟悉本作业指导书。

## 5.2 资料的准备

5.2.1 试验规程：**DL/T 596—2006** 电力设备预防性试验规程。

5.2.2 本作业指导书。

5.2.3 历次预防性试验报告。

5.2.4 试验记录。

## 5.3 仪器及工具的准备

仪器及工具的准备见表2。

表 2 仪 器 及 工 具 的 准 备

序号	名 称	数量	备 注
1	试验警示围栏	若干	
2	标示牌	若干	
3	安全带	若干	
4	万用表	1 只	
5	低压验电器	1 支	
6	便携式电源线架	若干	带漏电保护器
7	绝缘操作杆	若干	
8	绝缘绳、绝缘带	若干	
9	温湿度计	1 支	
10	计算器	1 个	
11	工具箱	1 个	
12	试验测试线(绝缘导线、接地线等)	若干	

13	绝缘放电棒	若干	
14	直流高压发生器	1 台	一般采用40~60kV直流高压发生器
15	整流电源型兆欧表（俗称电动摇表）	2 只	输出电压：1000V、2500V、5000V
16	回路电阻测试仪	1 台	输出电流：不小于100A
17	交流耐压试验装置	1 套	输出电压 50kV，容量不低于 2kVA
18	放电计数器校验仪	1 台	
19	变压器直阻测试仪	1 台	
20	试验记录	若干	

## 6 作业周期

作业周期及要求见表3。

表 3 作业周期及要求

序号	项目	周期	要 求	说 明
1	开关柜绝缘电阻测量	1) 1~3 年 2) 大修后 3) 必要时	1) 开关柜绝缘电阻应符合制造厂规定 2) 各元件按以下要求考核： 真空断路器断口和有机物制成的提升杆的绝缘电阻大修后不低于1000MΩ；运行中不应低于300MΩ。 避雷器本体绝缘电阻不小于1000MΩ，底座绝缘电阻不小于5MΩ 干式电流互感器一次绕组对地的绝缘电阻与出厂值及历次数据比较，不应有显著变化。	1) 采用2500V兆欧表 2) 必要时，如怀疑绝缘不良时

2	测量站用变压器绕组、铁芯、干式电压互感器绝缘电阻	1) 1~3年 2) 大修后 3) 必要时	换算同一温度与上次相比应无明显变化 干式电压互感器绝缘电阻与初始值及历次数据比较，不应有显著变化	只对有外引接地线的铁芯进行测量
3	橡塑电缆的外护套绝缘电阻测量	3年	每千米绝缘电阻值不低于0.5MΩ	1) 只对外护套有引出线者进行 2) 绝缘电阻一般不低于1MΩ 3) 用500V兆欧表
4	开关柜交流耐压试验(主回路对地、相间及断口)	1) 1~3年 2) 大修后 3) 必要时	试验电压值按出厂试验电压值的0.8倍	1) 更换或干燥后的绝缘提升杆必须进行耐压试验 2) 相间、相对地及断口的耐压值相同 3) 12kV等级运行中有如下情况的，耐压值为28kV： —中性点有效接地系统 —进口开关设备其绝缘水平低于42kV 4) 必要时，如怀疑绝缘不良时
5	断路器、隔离开关及隔离插头的导电回路电阻测量	1) 1~3年 2) 大修后 3) 必要时	1) 大修后应符合制造厂规定 2) 运行中应不大于制造厂规定值的1.5倍	1) 用直流压降法测量，电流不小于100A 2) 必要时，如怀疑接触不良时 3) 隔离开关和隔离插头回路电阻的测量在有条件时进行
6	检查避雷器放电计数器动作情况	1) 每年雷雨季前 2) 必要时	测试3~5次，均应正常动作，测试后计数器指示应调到“0”	

7	测量避雷器直流 1mA 电压 $U_{1mA}$ 及 $0.75U_{1mA}$ 下的泄漏电流	1) 每年雷雨季前 2) 必要时	1) 不低于GB11032规定值 2) $U_{1mA}$ 实测值与初始值或制造厂规定值比较, 变化不应大于 $\pm 5\%$ 3) $0.75U_{1mA}$ 下的泄漏电流不应大于 $50\mu A$	1) 要记录环境温度和相对湿度, 测量电流的导线应使用屏蔽线 2) 初始值系指交接试验或投产试验时的测量值 3) 避雷器怀疑有缺陷时应同时进行交流试验
8	测量站用变压器绕组直流电阻	1) 1~3 年 2) 大修后 3) 必要时	1) 相间差别一般不大于平均值的4%, 线间差别一般不大于平均值的2% 2) 与以前相同部位测得值比较, 其变化不应大于2%	不同温度下电阻值按下式换算: $R = R(T+t_2)/(T+t_1)$ 式中 $R$ 、 $R$ 分别为在温度 $t_1$ 、 $t_2$ 下的电阻值; $T$ 为电阻温度常数, 铜导线取235, 铝导线取225
9	站用变压器、干式电压互感器交流耐压	1) 3年 2) 大修后 3) 必要时	按出厂试验值的0.85倍	
<p>注: 真空灭弧室真空度的测量用断口耐压代替。辅助回路和控制回路的绝缘电阻、辅助回路和控制回路的交流耐压、操作机构合闸接触器和分合闸电磁铁的动作电压、干式电流互感器二次绕组的绝缘电阻、干式电压互感器二次绕组的绝缘电阻等项目结合二次设备定检进行。</p>				

## 7 工期定额

本项作业工作时间为1天/间隔。

## 8 设备主要参数

设备主要参数见附录A。

## 9 作业流程

作业流程图见图1。

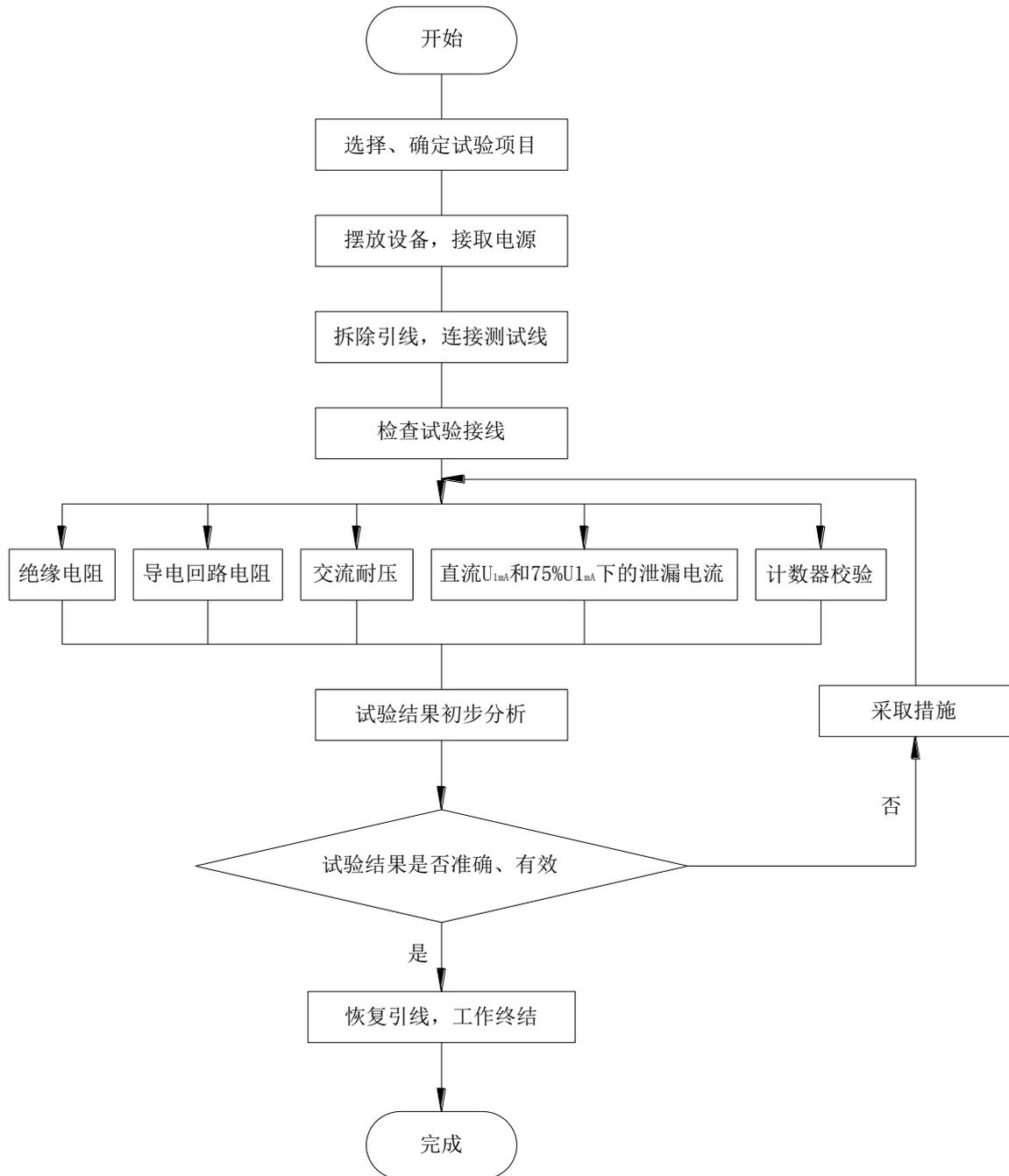


图1 作业流程图

## 10 作业项目、工艺要求和质量标准

本作业指导书规范的作业项目、工艺要求包括表5测量导电回路电阻、表6测量绝缘电阻、表7检查避雷器放电计数器动作情况、表8测量避雷器直流1mA电压 $U_{1mA}$ 及 $0.75U_{1mA}$ 下的泄漏电流、表9交流耐压试验、表10测量站用变压器绕组直流电阻、表11测量橡塑电缆的外护套绝缘电阻7项内容、

各项目质量标准见表3中要求、说明栏。

### 10.1 试验前准备工作

试验前准备工作见表4。

**表 4 试验前准备工作**

序号	工作内容	操作及工艺	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下进入工作现场，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	工作负责人应在值班人员的带领下检查工作地点、已拉开的隔离开关、已合上的接地开关等情况
2	现场安全、技术措施交底	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，并交代现场安全措施及注意事项	1) 工作任务和安全措施交代是否详尽、清晰 2) 防止走错间隔	工作负责人应在工作开始前向全体工作成员交代清楚工作地点、工作任务、已拉开的隔离开关和已合上的接地开关的情况，检查安全围栏和标示牌等安全措施，特别注意与临近带电设备的安全距离，防止走错间隔
3	试验准备	1) 搬运仪器、工具、材料等 2) 在试验现场四周装设试验专用警示围栏 3) 可靠连接试验所需接地线 4) 检查试品，应可靠接地 5) 抄录被试设备铭牌 6) 记录现场环境温度、湿度	搬运仪器、工具、材料时与带电设备应保持足够的安全距离	1) 工作人员应注意现场环境，严禁跨越安全围栏 2) 搬运仪器、工具、材料时与带电设备应保持足够的安全距离
4	接取试验电源	使用符合安全要求的电源线架，将电源线从试验地点拉至检修电源箱，接取电源	1) 防止误接非检修电源 2) 检查电源电压是否过高或断相	1) 检查电源是否为独立检修电源，防止误跳运行设备 2) 在接取试验电源前用万用表测量电源电压是否符合试验要求

## 10.2 测量导电回路电阻

测量导电回路电阻见表5（以测量真空断路器为例）

表 5 测量导电回路电阻

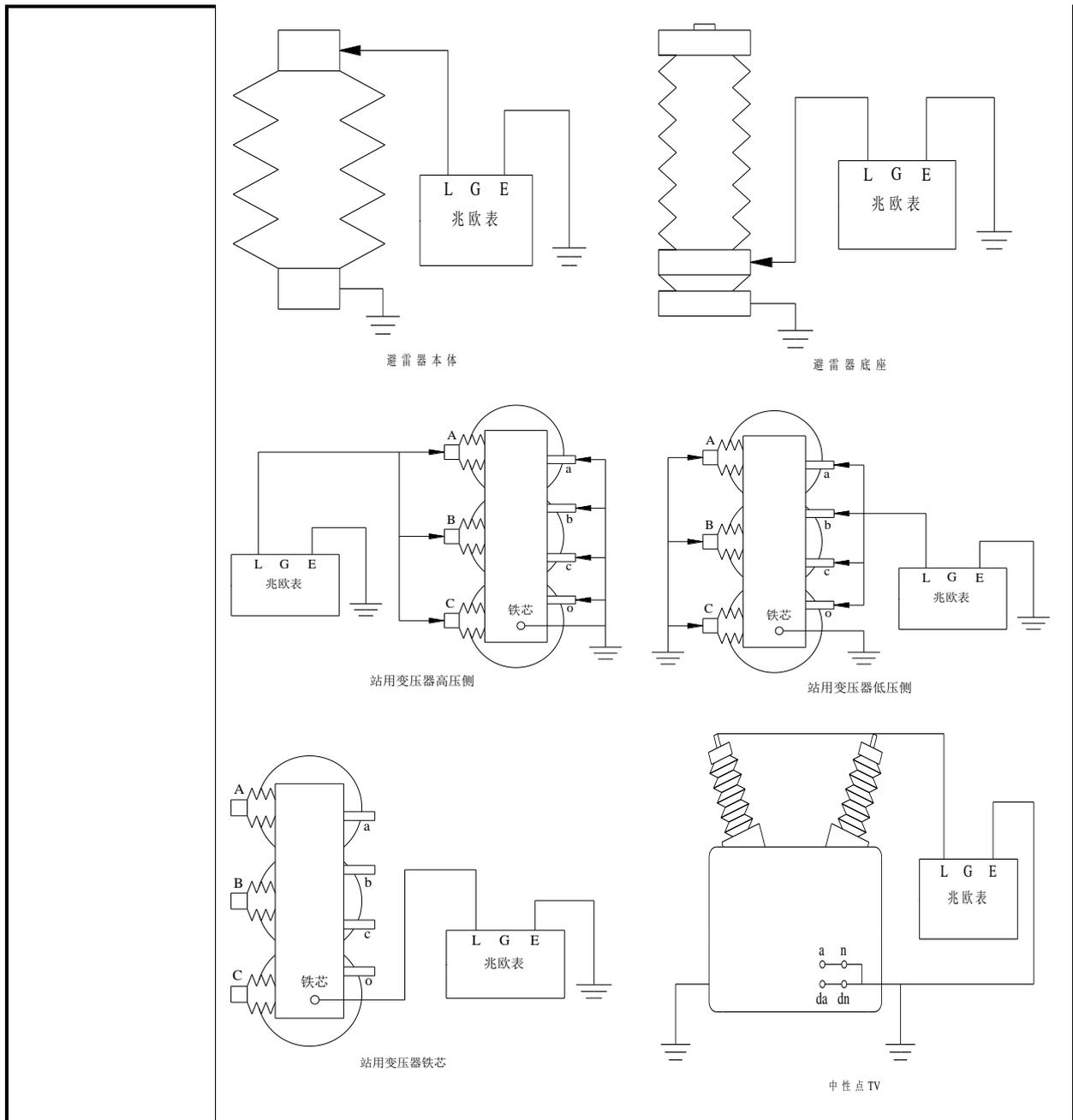
序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放回路电阻测试仪,连接测试线	将回路电阻测试仪接地端可靠接地,参考试验接线示意图,通过专用引线和被试真空断路器连接,电压测量线应在电流输出线内侧	1) 接线应正确、连接应牢固、可靠,保证接触良好 2) 防止感应电伤人,损坏试验设备	1) 将被试真空断路器一端接地,减小感应电的影响 2) 检查被试真空断路器应在合闸状态 3) 使用专用测试线,认真检查测试线的连接 4) 必要时用砂纸打磨
2	开始测量,读取并记录测量结果	启动测试仪开始测量,待测量值稳定,仪器指示无变化时,记录测量电阻值	1) 注意测试电流输出值的大小 2) 测量值是否稳定	1) 测试电流输出值不小于100A 2) 保证足够的稳定时间
3	停止测量	停止测量	注意测量回路未放电,或放电不彻底会危及人身安全、损坏测试设备	必须等待测试仪显示已完全放电才能断开测试回路,进行后续工作
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏		
试验接线示意图				

### 10.3 测量绝缘电阻

测量绝缘电阻见表6

表 6 测量绝缘电阻

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放兆欧表、兆欧表检查	选择合适位置，将兆欧表水平放稳，试验前对兆欧表本身进行检查	1) 兆欧表摆放位置应安全，摆放应水平、稳固 2) 兆欧表检查	1) 兆欧表摆放位置应安全、应水平放稳 2) 试验前对兆欧表进行“短路”、“开路”测试检查
2	连接测试线和接地线	参考试验接线示意图，将兆欧表的接地端与被试品的接地端连接，将带屏蔽的连接线接到被试品的高压端（必要时接上屏蔽环）	1) 连接应牢固、可靠 2) 防止测试线绝缘不良 3) 兆欧表的输出端不能接错	1) 检查被试回路状态 2) 试验用的导线应使用绝缘护套线或屏蔽线 3) 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
3	开始测量，读取并记录测量结果	启动兆欧表开始测量，记录60s 时的测量值	1) 保持直流输出电压稳定 2) 注意读数时间正确	1) 防止绝缘电阻低，导致端电压降低 2) 注意仪表指示测量时间应正确
4	停止测量，短路放电并接地	停止测量，放电并接地（对带保护的整流电源型兆欧表，否则应先断开接至被试品高压端的连接线，然后停止测量）	确保已彻底放电，防止充电电荷放电损坏兆欧表、造成人身伤害	注意仪表显示已放电完毕，才将被试品短路接地
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏		
试验接线示意图				

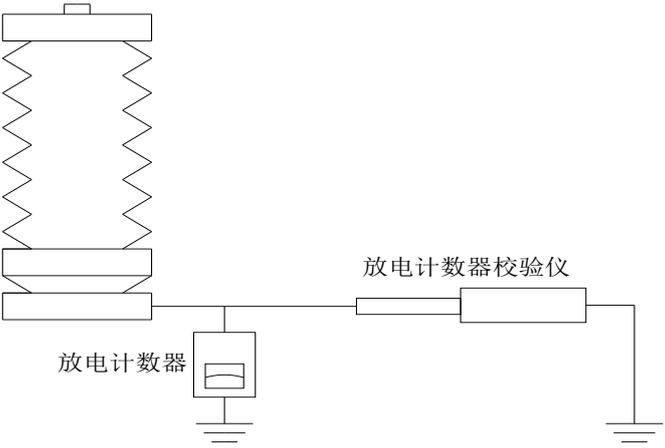


### 10.4 检查避雷器放电计数器动作情况

检查避雷器放电计数器动作情况见表7。

表 7 检查避雷器放电计数器动作情况

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	用放电计数器校验仪检查放电计数器动作情况	用放电计数器校验仪对放电计数器放电3~5次，计数器应可靠动作		

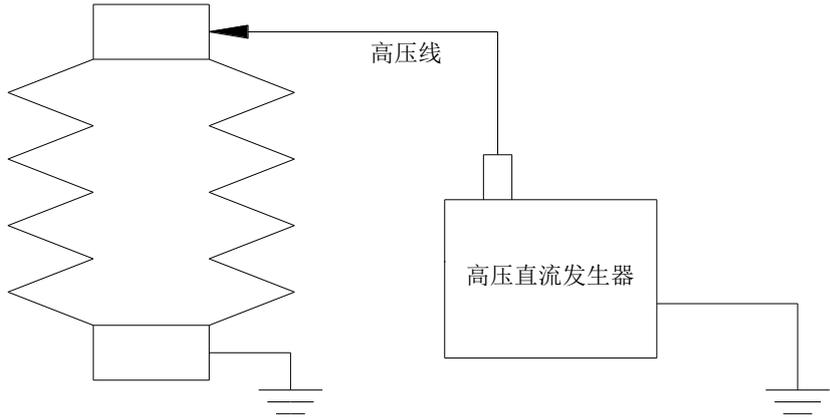
2	停止测量，将测试仪放电完毕后收好	关闭仪器电源并放电完全	放电计数器校验仪残余电荷伤人	每次试验完成后，须将放电计数器校验仪放电完全
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏。		
试验接线示意图				

### 10.5 测量避雷器直流 1mA电压 $U_{1mA}$ 及 0.75 $U_{1mA}$ 下的泄漏电流

测量避雷器直流 1mA电压 $U_{1mA}$ 及 0.75 $U_{1mA}$ 下的泄漏电流见表8。

表 8 测量避雷器直流 1mA电压 $U_{1mA}$ 及 0.75 $U_{1mA}$ 下的泄漏电流

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放直流发生器、将仪器接地	选择合适位置将直流发生器平稳放置，将仪器接地端可靠接地	注意预留高压引线的走向以及与被试避雷器连接的角度满足要求	仪器放置应安全、平稳，保证预留高压引线的走向以及与被试避雷器连接的角度满足要求
2	按相应的试验方法布置试验接线	参照试验接线示意图与仪器使用说明书，通过试验专用连接线按相应的试验方法布置试验接线	1) 防止接线错误 2) 注意外部的电磁干扰影响测试结果	1) 认真对照接线示意图检查 2) 高压引线选用屏蔽线，长度和角度合适，保持与邻近物体和接地部位有足够的绝缘距离
3	开始测量，读取并记录测量结果	启动直流发生器进行测量，读取并记录测量结果	注意升降压速度保持匀速	注意升降压速度保持匀速，避免上升过快电流超量程

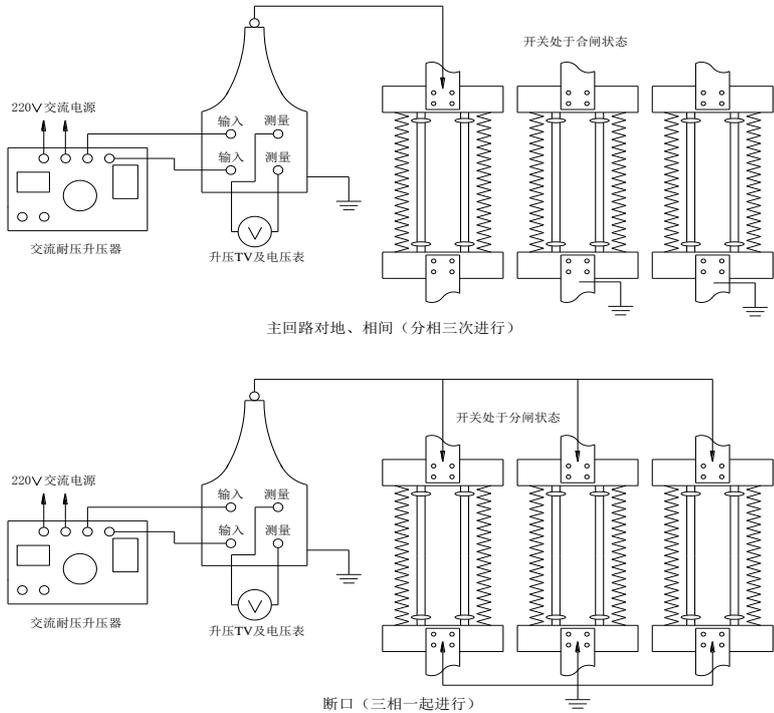
4	停止测量，断开直流发生器电源，将被试品短路放电并接地	停止测量，断开直流发生器电源，将被试品短路放电并接地	确保试品已彻底放电，防止设备、人身伤害	使用专用放电棒，将试验回路高压端放电，并短路接地，方可进行后续工作
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏。		
试验接线示意图				

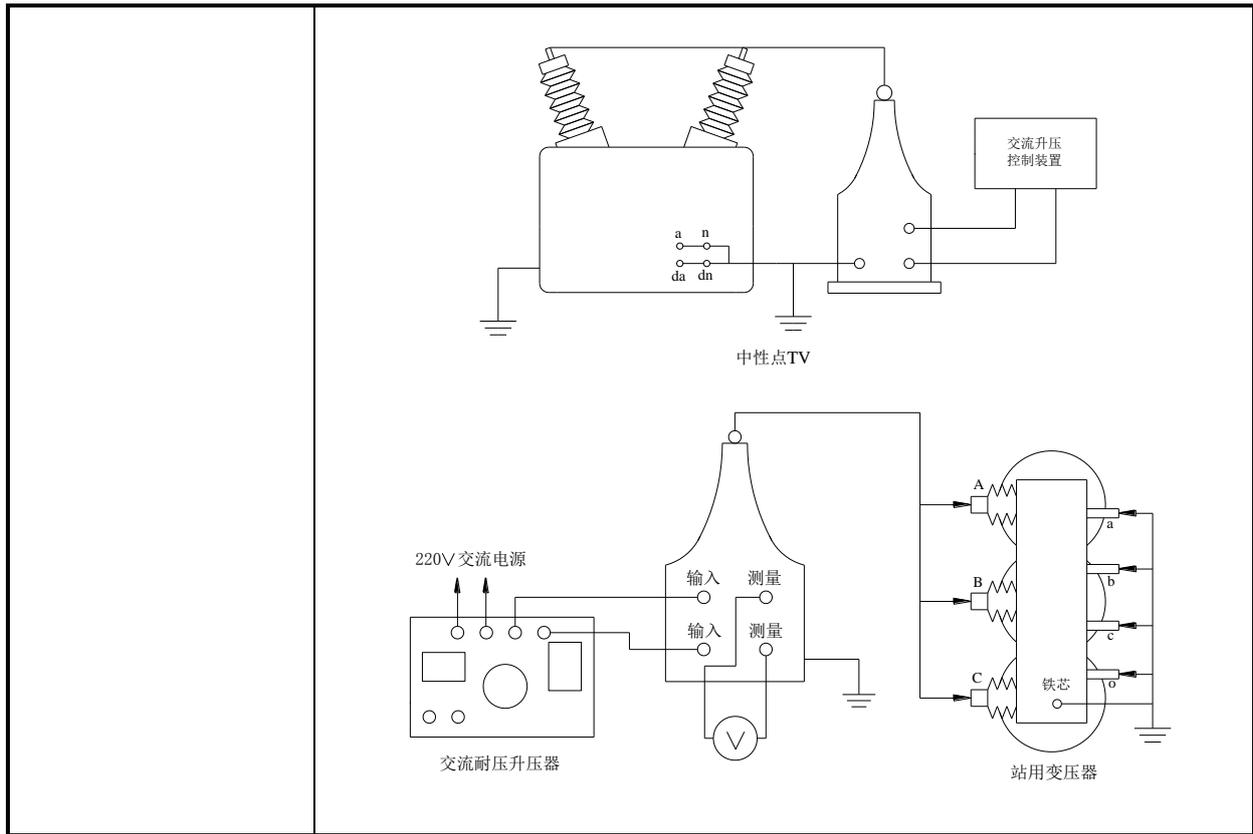
### 10.6 交流耐压试验

交流耐压试验见表9。

表 9 交流耐压试验

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放仪器、接地	选择合适位置将工频耐压装置平稳放置，将接地端可靠接地	1) 注意预留高压引线的走向以及与被试品连接的角度满足要求 2) 注意试验变压器和高压引线与周围带电体和接地体保持足够的安全距离	1) 仪器放置应安全、平稳，保证预留高压引线的走向以及与被试品连接的角度满足要求 2) 试验变压器和高压引线与周围带电体和接地体的安全距离足够
2	连接高压线、测试线和接地线	参考试验接线示意图，将试验变压器的高压输出端与被试品连接，将试品另一端接地	1) 连接应牢固、可靠 2) 防止接线错误 3) 注意高压引线与周围带电体、接地部位距离满足要求	1) 检查被试品状态 2) 认真对照接线示意图检查 3) 高压引线长度合适，布局合理，保持与邻近物体有足够的绝缘距离

3	施加试验电压	<p>1) 试验过程中应观察仪表变化情况，如试品出现闪络、冒烟、击穿等异常情况，应立即降压，做好安全措施并进行检查，根据检查情况确定重新试验或终止试验</p> <p>2) 读取并记录测量数据及试验电压、加压时间</p>	<p>1) 防止加压时精神不集中</p> <p>2) 注意选择正确的试验电压，避免损坏被试设备</p>	<p>1) 加强全过程监护。</p> <p>2) 按要求选择正确的试验电压</p>
4	停止试验	<p>先将电压降至零，然后断开电源，对被试品放电接地，再解开试验接线</p>	<p>确保被试品已彻底放电，防止设备、人身伤害</p>	<p>注意将被试品短路接地</p>
<p>根据相关试验规程对测试结果进行判断</p>		<p>见表3中要求、说明栏。</p>		
<p>试验接线示意图</p>		 <p>220V 交流电源</p> <p>交流耐压升压器</p> <p>升压TV及电压表</p> <p>开关处于合闸状态</p> <p>主回路对地、相间（分相三次进行）</p> <p>开关处于分闸状态</p> <p>断口（三相一起进行）</p>		

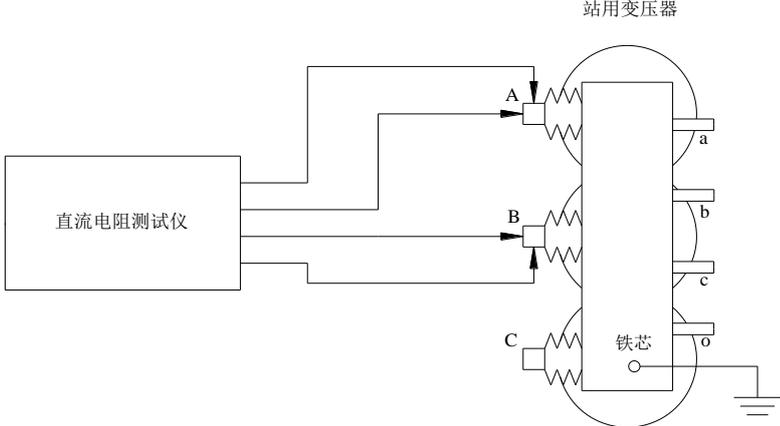


### 10.7 测量站用变压器直流电阻

测量站用变压器直流电阻见表10。

表 10 测量站用变压器直流电阻

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放测试仪器、连接测试线	选择合适位置摆放变压器直流电阻测试仪，并将仪器接地端可靠接地，参考试验接线示意图，将仪器测试接线端通过专用测试线和被试变压器绕组连接	1)接线应正确、连接应牢固、可靠，保证接触良好 2)防止感应电伤人，损坏试验设备	1)使用专用测试线，认真检查测试线的连接 2)必要时可以将被试变压器绕组一端接地，减小感应电的影响
2	开始测量，读取并记录测量结果	启动测试仪开始测量，待测量值稳定，仪器指示无变化时，记录测量电阻值	1)注意正确选择测试电流值 2)注意测量值是否稳定 3)注意电阻值单位换算	1)一般选用3A的电流输出值 2)保证足够的稳定时间 3)注意电阻值单位换算

3	停止测量，将被试绕组放电并接地	停止测量，将被试绕组放电并接地	注意测量回路未放电，或放电不彻底会危及人身安全、损坏测试设备	必须等待测试仪显示已完全放电、蜂鸣器停止鸣叫才能断开测试回路，进行后续工作
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏		
试验接线示意图		<p>站用变压器分别测量高压侧 AB,BC,CA (AO,BO,CO), 低压侧 ao,bo,co。以测量站用变压器高压侧AB为例：</p> 		

### 10.8 测量橡塑电缆的外护套绝缘电阻

测量橡塑电缆的外护套绝缘电阻见表11。

表 11 测量橡塑电缆的外护套绝缘电阻

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放兆欧表、兆欧表检查	选择合适位置，将兆欧表水平放稳，试验前对兆欧表本身进行检查	1) 兆欧表摆放位置应安全，摆放应水平、稳固 2) 兆欧表检查	1) 兆欧表摆放位置应安全、应水平放稳 2) 试验前对兆欧表进行“短路”、“开路”测试检查
2	连接测试线和接地线	参考试验接线示意图，将兆欧表的接地端与开关柜的地线连接，将带屏蔽的连接线接到被试电缆的外护套（必要时接上屏蔽环）	1) 连接应牢固、可靠 2) 防止测试线绝缘不良 3) 兆欧表的输出端不能接错	1) 检查被试回路状态 2) 试验用的导线应使用绝缘护套线或屏蔽线 3) 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

3	开始测量， 读取并记录 测量	启动兆欧表开始测量，记 录60s 时的测量值	1) 保持直流输出 电压稳定 2) 注意读数时间 正确	1) 用500V兆欧表 2) 防止绝缘电阻低， 导致端电压降低 3) 注意仪表指示测量 时间应正确
4	停止测量， 短路放电并 接地	停止测量，放电并接地 (对带保护的整流电源型 兆欧表，否则应先断开接至 被试品高压端的连接线，然 后停止测量)	确保已彻底放 电，防止充电电荷 放电损坏兆欧表、 造成人身伤害	注意仪表显示已放电 完毕，才将被试品短路接 地
根据相关试验规 程对数据进行判断		见表3中要求、说明栏		
试验接线示意图				

### 10.9 试验终结

试验终结见表12。

表 12 试验终结

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	检查试验 结果	检查各项试验项目、数据是 否齐全、数据记录是否准确， 工作负责人及各试验人员在 现场试验记录本上签名确认		
2	拆除试验 电源，清理、 撤离现场	拆除试验电源，将仪器、工 具、材料等撤离现场	1) 防止触电 2) 搬运仪器、工具、 材料时与带电设备应 保持足够的安全距离	1) 拆除试验电源应 有专人监护 2) 搬运仪器、工具、 材料时与带电设备应

			3) 防止走错间隔	保持足够的安全距离 3) 防止走错间隔
3	结束工作	向运行人员办理工作终结手续，会同运行人员赴现场检查，确认已恢复试验前状态，已清理工作现场		

## 11 作业中可能出现的主要异常现象及对策

作业中可能出现的主要异常现象及对策见表11。

表 11 作业中可能出现的主要异常现象及对策

序号	工作内容	主要异常现象	处理对策
1	测量导电回路电阻	测试数据异常	1) 采用专用的测试线，检查测试线的连通是否良好 2) 测试线与被试设备的连接要牢固可靠 3) 电压测试夹在电流测试夹的内侧 4) 用砂纸打磨清理测试夹与出线套管的接触面 5) 在额定电压下电动操作断路器，消除接触电阻影响 6) 选用合适的电流档测量，实际输出电流不小于100A 7) 选用另一台仪器做对比试验
2	绝缘电阻测试	测试数据异常	1) 采用专用屏蔽型测试线 2) 采取清抹、屏蔽等措施，重新测试 3) 调整测试线与接地部分的距离 4) 判断是否因湿度造成外绝缘对测量结果影响很大，考虑在湿度相对较小的时段（如午后）进行测量
3	交流耐压试验	试验过程发生闪络、放电异常、击穿	1) 高压测量引线对地绝缘距离是否足够，应保持足够的安全距离 2) 试品内部发生放电，应停止试验，检查试验设备是否损坏，检查试品是否损坏，查找放电点 3) 判断是否因湿度造成，清抹外绝缘，考虑在湿度相对较小的时段（如午后）进行试验 4) 进行第二次耐压试验，如试品仍放电，则试验不通过

4	直流 1mA 电压 $U_{1mA}75\%U_{1mA}$ 下的泄漏电流测试	测试数据异常	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 采用专用屏蔽型测试线</li> <li>2) 采取清抹、屏蔽等措施，重新测试</li> <li>3) 判断是否因湿度造成，清抹外绝缘，考虑在湿度相对较小的时段（如午后）进行试验</li> </ol>
5	检查放电计数器动作情况	放电计数器不动作	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 放电计数器校验仪充电时间要足够</li> <li>2) 检查放电计数器校验仪电量是否足够</li> <li>3) 检查放电计数器校验仪是否质量有问题</li> <li>4) 用放电计数器校验仪检验不动作的，可尝试用小电容充电再对放电计数器放电的方法</li> <li>5) 各种方法都不动作的情况可考虑更换</li> </ol>
6	橡塑电缆的外护套绝缘电阻	测试数据异常	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 采用专用屏蔽型测试线</li> <li>2) 检查对侧外护套接地端是否解开</li> <li>3) 绝缘电阻低时，改用万用表复测</li> </ol>
7	站用变压器绕组直流电阻	测试数据异常	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 采用专用的测试线</li> <li>2) 测试线与被测绕组的连接要牢固可靠，减少测量误差</li> <li>3) 绕组充电时间不够</li> <li>4) 非被试绕组不能短路</li> <li>5) 用砂纸打磨清理测试夹与出线套管接触面</li> <li>6) 选用合适的电流档测量</li> </ol>

## 12 作业后的验收与交接

工作组成员在现场试验记录上签名。

工作负责人填写变电站试验检修现场记录本，由运行人员签名确认。

工作负责人和运行人员结束工作时在工作票上签名确认。

## 附录 A (规范性附录) 10kV站用变压器间隔试验记录

安装地点: \_\_\_\_\_ 名称: \_\_\_\_\_ 运行编号: \_\_\_\_\_ 试验条件: \_\_\_\_\_ (不拆线)  
 试验性质: \_\_\_\_\_ (预试) \_\_\_\_\_ 试验日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 天气: \_\_\_\_\_ (晴、阴、雨) \_\_\_\_\_ 温度: \_\_\_\_\_ °C 湿度: \_\_\_\_\_ %

设备规范	额定电压	型 号	制造厂家	出厂编号	出厂日期
	kV				

### 1、真空断路器

型 号	额定电压	额定电流	开断电流	出产厂家	出厂日期	出厂编号
	kV	A	kA			

### 试验数据

#### 1.1 导电回路电阻 (μΩ)

测 量 相 别	A相	B相	C相
测量值			

仪表规范：\_\_\_\_\_

备 注：\_\_\_\_\_

1.2 相对地及相间绝缘试验（（连/不连）电流互感器）

相别	绝缘电阻 MΩ		试验电压	试验结果
	耐压前	耐压后		<u>（通过/不通过）</u>
A				
B				
C				

仪表规范：\_\_\_\_\_

备 注：\_\_\_\_\_

1.3 断口绝缘试验

相别	绝缘电阻 MΩ		试验电压	试验结果
	耐压前	耐压后		<u>（通过/不通过）</u>
A				
B				
C				

仪表规范： \_\_\_\_\_

备 注： \_\_\_\_\_

2、中性点TV

型 号	额定电压	厂 家	出厂日期
	kV		

试验数据

出厂编号	绝缘电阻MΩ		耐压值 (kV)	耐压时间 (S)	试验频率 (Hz)	结论： <u>（通过/不通过）</u>
	耐压前	耐压后				

仪表规范： \_\_\_\_\_

备 注： \_\_\_\_\_

3、站用变压器

运行电压 kV	型号	生产厂家	出厂编号	出厂日期

试验数据

 3.1 直流电阻 ( $\Omega$ )

	A相分接位置	B相分接位置	C相分接位置	
高压侧 $\Omega$	<u>(AB/AO)</u>	<u>(BC/BO)</u>	<u>(CA/CO)</u>	相差 %
低压侧 $m\Omega$	ao	bo	co	相差 %

## 3.2 绝缘电阻及交流耐压

试验位置	绝缘电阻 $M\Omega$		耐压值 kV	耐压时间 s	结论： <u>(通过/不通过)</u>
	耐压前	耐压后			
高压侧					
低压侧					
铁芯					

仪表规范：\_\_\_\_\_

备 注：\_\_\_\_\_

## 4、氧化锌避雷器（有/无）

型号	额定电压	生产厂家	持续运行电压	$U_{N1mA}$	出厂日期
	kV		kV	kV	

试验数据：

相别	出厂编号	$U_{1mA}$ kV	$I_{0.75U_{1mA}}$ $\mu A$	本体 绝缘电阻 M $\Omega$	底座 绝缘电阻 M $\Omega$	计数器（有/无）
A相						_____ → _____ 结论 <u>（正常/不正常）</u>
B相						_____ → _____ 结论 <u>（正常/不正常）</u>
C相						_____ → _____ 结论 <u>（正常/不正常）</u>

仪表规范：\_\_\_\_\_

备 注：\_\_\_\_\_

## 5、橡塑电缆（有/无）

测量相别	A相	B相	C相
外护套绝缘电阻 M $\Omega$			
电缆长度 km			

仪表规范： \_\_\_\_\_

备 注： \_\_\_\_\_

结 论： \_\_\_\_\_（合格、不合格、缺陷、待查）

工作结束前检查：自装安全围栏和短路接地线已拆除并无遗留工具和测试线。

检查人： \_\_\_\_\_

试验说明：

工作负责人：

试验人员：

记录人：

# 10kV电压互感器间隔预防性试验 （电气部分） 作业指导书

# 10kV电压互感器间隔预防性试验（电气部分）作业指导书

## 1 范围

本作业指导书适用于10kV电压互感器间隔（包括电压互感器、避雷器）周期性的预防性试验（电气部分）工作。

## 2 规范性引用文件

**GB3906—2006** 3.6kV~40.5kV交流金属封闭开关设备和控制设备

**GB11032—2000** 交流无间隙金属氧化物避雷器

**GB50150—2006** 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

**DL/T 474.4-2006** 现场绝缘试验实施导则 第4部分:交流耐压试验

**DL/T 474.5-2006** 现场绝缘试验实施导则 第5部分:避雷器试验

**国家电网安监[2009]664号** 《电力安全工作规程》（发电厂及变电站电气部分）

**DL/T 596—2005** 电力设备预防性试验规程

南方电网 “两票”管理规定（试行）

## 3 支持文件

开关柜（包括电压互感器、避雷器）使用说明书

开关柜（包括电压互感器、避雷器）出厂试验报告

开关柜（包括电压互感器、避雷器）交接试验报告

历次预防性试验报告

## 4 安全及预控措施

### 4.1 安全措施

4.1.1 试验应填写变电第一种工作票。

4.1.2 试验负责人应由有经验的人员担任，开始试验前，试验负责人应对全体试验人员详细布置试验中的安全注意事项。

4.1.3 试验需要拆线时，拆前应做好标记，接后应进行检查。

- 4.1.4 试验装置的金属外壳应可靠接地；高压引线应尽量缩短，必要时用绝缘物支持牢固。
- 4.1.5 试验现场应装设遮栏或围栏，向外悬挂“止步，高压危险！”的标示牌，并派人看守。
- 4.1.6 试验需加高压时，加压前必须认真检查试验结线与仪表的开始状态，正确无误，通知有关人员撤离到安全区域，并取得试验负责人许可，方可加压。加压过程中应有人监护并呼唱。高压试验工作人员应穿绝缘鞋，在全部加压过程中，应精力集中，不得与他人闲谈，随时警戒异常现象发生。
- 4.1.7 变更结线或试验结束时，应首先断开试验电源，放电，并将升压设备的高压部分短路接地。
- 4.1.8 试验结束时，试验人员应拆除自装的试验引线和接地短路线，并对被试设备进行检查和清理现场。

## 4.2 危险点及预控措施

危险点及预控措施见表1。

表 1 危险点及预控措施

序号	工作内容	危险点	预控措施
1	试验前准备	把有故障的试验设备带到现场或遗漏设备	出发工作前应检查试验设备是否齐备、完好，是否在有效期内，对所需工器具应逐一清点核对
		1) 现场安全措施不能满足要求 2) 工作负责人对工作任务和 安全措施交代不详尽、不清晰 3) 走错间隔	1) 工作负责人应在值班人员的带领下核实工作地点、任务，确定现场安全措施满足工作要求 2) 工作负责人应在开始工作前向全体工作成员交代清楚工作地点、工作任务、已拉开的隔离开关和已合上的接地开关的情况，检查安全围栏和标示牌等安全措施，特别注意与临近带电设备的安全距离，防止走错间隔

		装设试验专用警示围栏，搬运仪器、工具、材料时，与带电设备安全距离不够	1) 工作人员应注意现场环境，严禁跨越安全围栏 2) 搬运仪器、工具、材料时与带电设备应保持足够的安全距离
		1) 误接非检修电源 2) 放置电源线时触及带电设备 3) 电源电压过高	1) 检查电源是否为独立检修电源，防止误跳运行设备 2) 放置电源线时严禁将电源线抛起、甩动，放置完成后电源线必须固定 3) 在接上检修电源前用万用表测量电源电压是否符合试验要求 4) 接、拆电源，必须2人
2	1) 测量绝缘电阻 2) 交流耐压试验 3) 测量直流 1mA 下的 $U_{1mA}$ 和 75% $U_{1mA}$ 下的泄漏电流 4) 检查放电计数器动作情况	人员误触碰带电的高压试验引线	1) 在加压之前清理无关人员，同时对工作组成员交代安全注意事项 2) 加压过程中设专人监护，并呼唱 3) 试验结束后，确认试品已降压、放电、接地后，再进行更换接线工作
		高压试验引线松脱或对接地体距离不够	1) 绝缘杆应挂牢。高压试验引线必须与被试品连接牢固，对接地体保持足够的安全距离，必要时采用绝缘胶带固定，防止松脱掉下 2) 移动绝缘杆和试验引线时，必须加强监护，注意与临近带电体保持足够的安全距离 3) 微安表处于高压端时，应固定牢靠，高压引线要短，应用屏蔽导线，对地保持足够的距离
		拆、接电压互感器二次绕组不当	1) 办理二次措施单 2) 拆接线由专人负责 3) 拆线前，对照编号做好记录 4) 恢复后，由工作负责人对照记录，认真检查
3	试验现场清理	1) 试验引线和临时接地线未拆除 2) 现场遗留工具	工作负责人在试验工作结束后进行认真检查，确认试验引线和临时接地线已拆除，现场无遗留工具和杂物

## 5 作业准备

### 5.1 工作人员的准备

5.1.1 电气试验人员一般不少于3人，其中工作负责人应由具有中级工及以上职称资质，且有从事相关工作3年及以上经验的人员担任。

5.1.2 专业技术要求：经过高压专业培训，掌握10kV高压开关柜（包括电压互感器、氧化锌避雷器）结构原理及相关试验仪器的使用，熟悉本作业指导书。

## 5.2 资料的准备

5.2.1 试验规程：**DL/T 596—2005** 电力设备预防性试验规程。

5.2.2 本作业指导书。

5.2.3 历次预防性试验报告。

5.2.4 试验记录。

## 5.3 仪器及工具的准备

仪器及工具的准备见表2。

表 2 仪 器 及 工 具 的 准 备

序号	名 称	数量	备 注
1	试验警示围栏	若干	
2	标示牌	若干	
3	安全带	若干	
4	万用表	1 只	
5	低压验电器	1 支	
6	便携式电源线架	若干	带漏电保护器
7	绝缘操作杆	若干	
8	绝缘绳、绝缘带	若干	
9	温湿度计	1 支	
10	计算器	1 个	
11	工具箱	1 个	
12	试验测试线(绝缘导线、接地线等)	若干	

13	绝缘放电棒	若干	
14	直流高压发生器	1 台	一般采用40~60kV直流高压发生器
15	整流电源型绝缘电阻表（又称兆欧表，俗称电动摇表）	1 只	输出电压：500V、1000V、2500V、5000V
16	交流耐压试验装置	1 套	输出电压 50kV，容量不低于 2kVA
17	放电计数器校验仪	1 台	
18	三倍频发生器或变频装置	1 台	变频发生器应能够产生150Hz电源，容量不低于2kVA
19	试验记录	若干	

## 6 作业周期

作业周期及要求见表3。

表 3 作业周期及要求

序号	项目	周期	要 求	说 明
1	绝缘电阻测量	1) 1~3 年 2) 大修后 3) 必要时	1) 干式电压互感器绝缘电阻与初始值及历次数据比较，不应有显著变化 2) 避雷器本体绝缘电阻不小于1000MΩ，底座绝缘电阻不小于5MΩ	1) 采用2500V兆欧表 2) 必要时，如怀疑绝缘不良时
2	交流耐压试验	1) 3 年 2) 大修后 3) 必要时	试验电压值按出厂试验电压值的0.85倍	半绝缘电压互感器进行感应耐压试验，耐压时间为 $t=6000/f$ (s)，但不得低于20s，一般采用150Hz，耐压时间40s
3	检查放电计数器动作情况	1) 每年雷雨季前 2) 必要时	测试3~5次，均应正常动作，测试后计数器指示应调到“0”	
4	直流1mA电压 $U_{1mA}$ 及0.75 $U_{1mA}$ 下的泄漏电流	1) 每年雷雨季前 2) 必要时	1) 不低于GB11032规定值 2) $U_{1mA}$ 实测值与初始值或制造厂规定值比较，变化不应大于±5% 3) 0.75 $U_{1mA}$ 下的泄漏电流不应大于50μA	1) 要记录环境温度和相对湿度，测量电流的导线应使用屏蔽线 2) 初始值系指交接试验或投产试验时的测量值 3) 避雷器怀疑有缺陷时应同时进行交流试验

注：辅助回路和控制回路的绝缘电阻、辅助回路和控制回路的交流耐压、电压互感器二次绕组的绝缘电阻和交流耐压等项目结合二次设备定检进行。

## 7 工期定额

本项作业工作时间为1天/间隔。

## 8 设备主要参数

设备主要参数见附录A。

## 9 作业流程

作业流程图见图1。

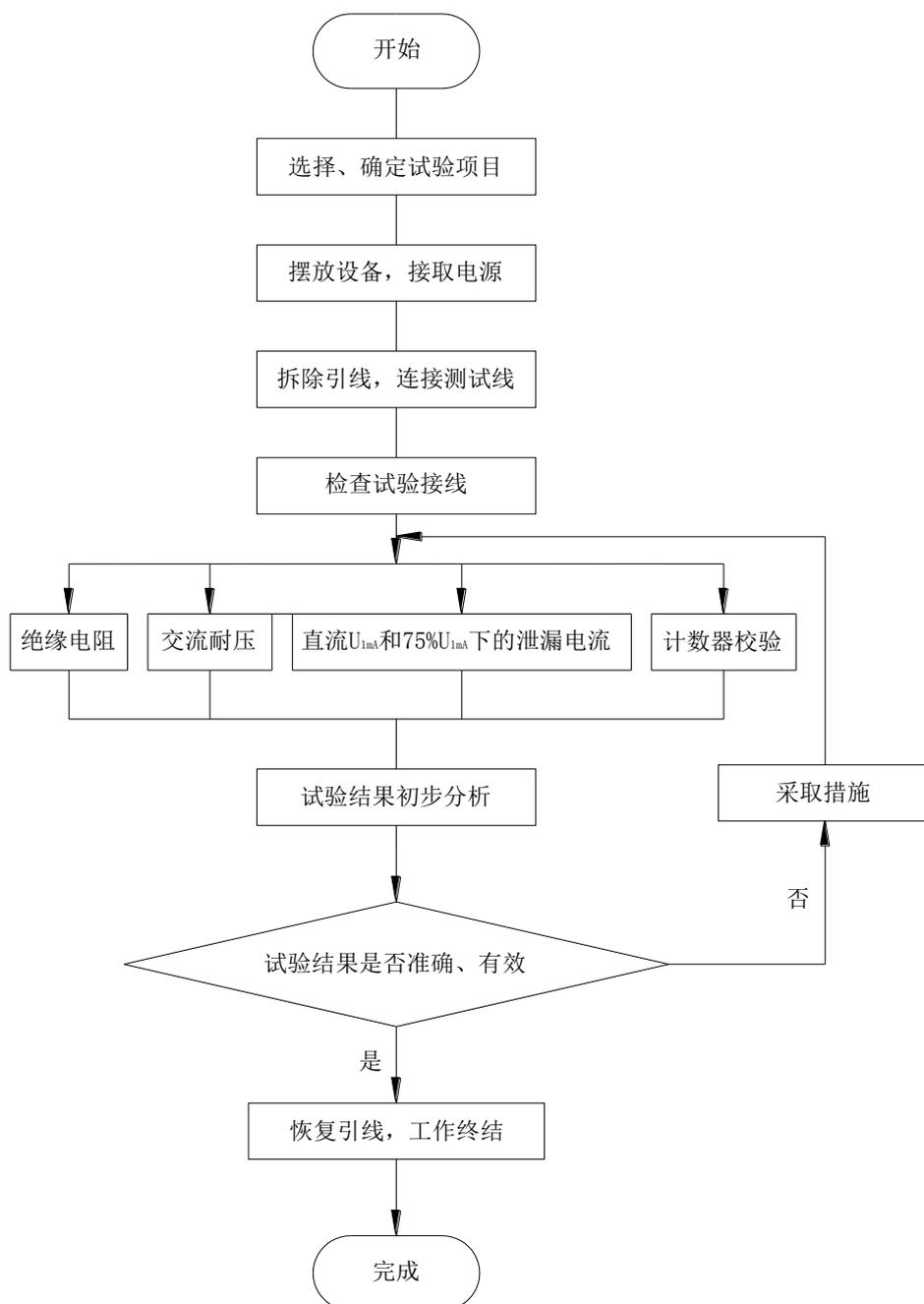


图 1 作业流程图

## 10 作业项目、工艺要求和质量标准

本作业指导书规范的作业项目、工艺要求包括表5测量绝缘电阻、表6检查避雷器放电计数器动作情况、表7测量避雷器直流1mA电压  $U_{1mA}$  及  $0.75U_{1mA}$  下的泄漏电流、表8交流耐压试验4项内容、各项目质量标准见表3中要求、说明栏。

### 10.1 试验前准备工作

试验前准备工作见表4。

表 4 试验前准备工作

序号	工作内容	操作及工艺	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下进入工作现场，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	工作负责人应在值班人员的带领下检查工作地点、已拉开的隔离开关、已合上的接地开关等情况
2	现场安全、技术措施交底	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，并交代现场安全措施及注意事项	1) 工作任务和安全措施交代是否详尽、清晰 2) 防止走错间隔	工作负责人应在工作开始前向全体工作成员交代清楚工作地点、工作任务、已拉开的隔离开关和已合上的接地开关的情况，检查安全围栏和标示牌等安全措施，特别注意与临近带电设备的安全距离，防止走错间隔
3	试验准备	1) 搬运仪器、工具、材料等 2) 在试验现场四周装设试验专用警示围栏 3) 可靠连接试验所需接地线 4) 检查试品，应可靠接地 5) 抄录被试设备铭牌 6) 记录现场环境温度、湿度	搬运仪器、工具、材料时与带电设备应保持足够的安全距离	1) 工作人员应注意现场环境，严禁跨越安全围栏 2) 搬运仪器、工具、材料时与带电设备应保持足够的安全距离

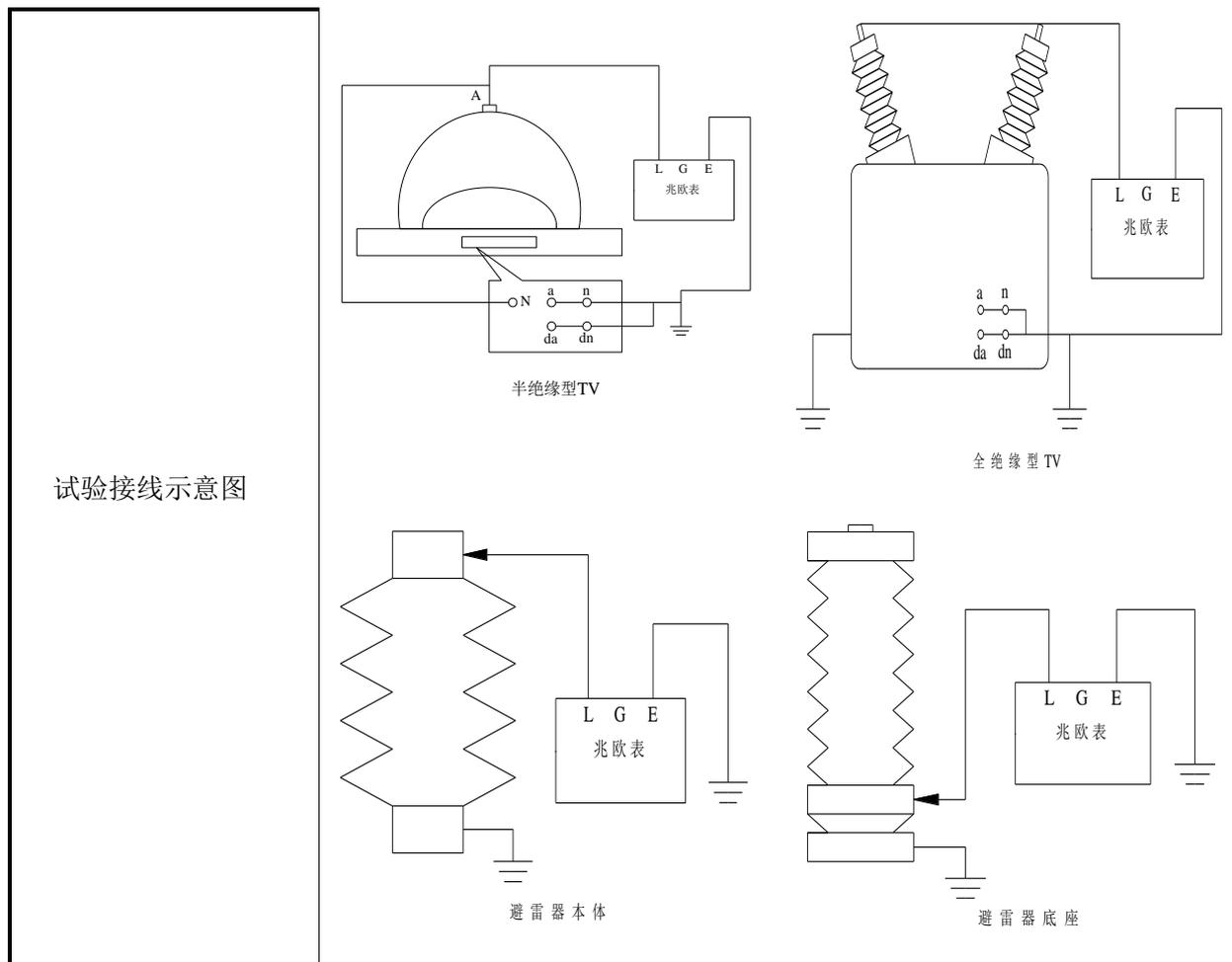
4	接取试验电源	使用符合安全要求的电源线架，将电源线从试验地点拉至检修电源箱，接取电源	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 防止误接非检修电源</li> <li>2) 检查电源电压是否过高或断相</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 检查电源是否为独立检修电源，防止误跳运行设备</li> <li>2) 在接取试验电源前用万用表测量电源电压是否符合试验要求</li> </ul>
---	--------	-------------------------------------	--	--

## 10.2 测量绝缘电阻

测量绝缘电阻见表5。

表 5 测量绝缘电阻

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放兆欧表、兆欧表检查	选择合适位置，将兆欧表水平放稳，试验前对兆欧表本身进行检查	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 兆欧表摆放位置应安全，摆放应水平、稳固</li> <li>2) 兆欧表检查</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 兆欧表摆放位置应安全、应水平放稳</li> <li>2) 试验前对兆欧表进行“短路”、“开路”测试检查</li> </ul>
2	连接测试线和接地线	参考试验接线示意图，将兆欧表的接地端与被试避雷器（或电压互感器）的接地端连接，将带屏蔽的连接线接到被试避雷器（或电压互感器）的高压端（必要时接上屏蔽环）	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 连接应牢固、可靠</li> <li>2) 防止测试线绝缘不良</li> <li>3) 兆欧表的输出端不能接错</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 试验用的导线应使用绝缘护套线或屏蔽线</li> <li>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</li> </ul>
3	开始测量，读取并记录测量结果	启动兆欧表开始测量，记录60s 时的测量值	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 保持直流输出电压稳定</li> <li>2) 注意读数时间正确</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 防止绝缘电阻低，导致端电压降低</li> <li>2) 注意仪表指示测量时间应正确</li> </ul>
4	停止测量，短路放电并接地	停止测量，放电并接地（对带保护的整流电源型兆欧表，否则应先断开接至被试品高压端的连接线，然后停止测量）	确保已彻底放电，防止充电电荷放电损坏兆欧表、造成人身伤害	注意仪表显示已放电完毕，才将被试品短路接地
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏		

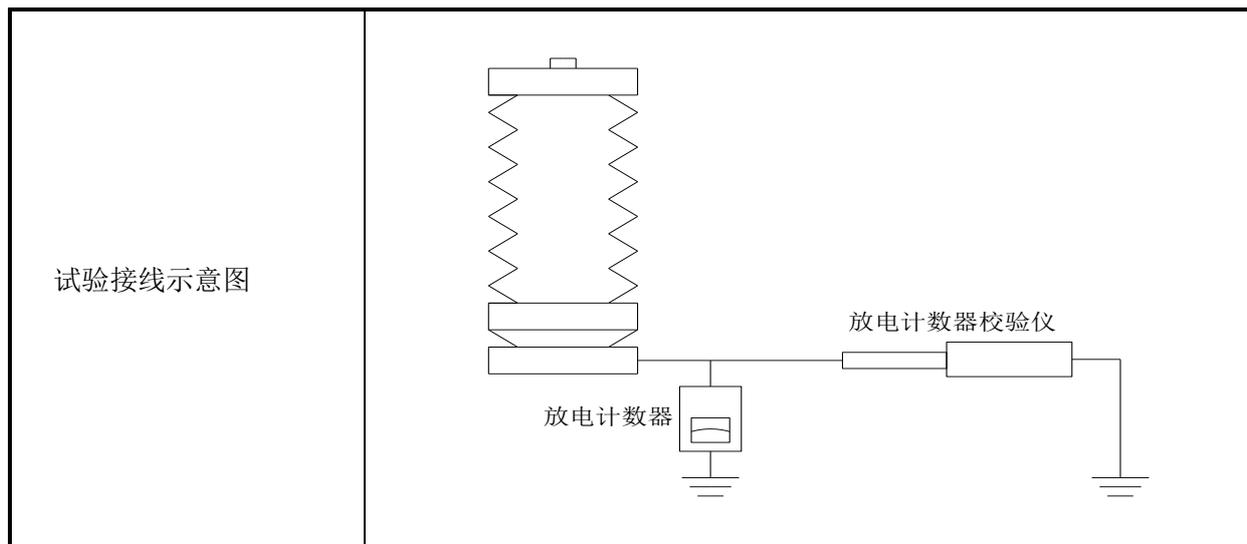


### 10.3 检查避雷器放电计数器动作情况

检查避雷器放电计数器动作情况见表6。

表 6 检查避雷器放电计数器动作情况

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	用放电计数器校验仪检查放电计数器动作情况	用放电计数器校验仪对放电计数器放电3~5次，计数器应可靠动作		
2	停止测量，将测试仪放电完毕后收好	关闭仪器电源并放电完全	放电计数器校验仪残余电荷伤人	每次试验完成后，须将放电计数器校验仪放电完全
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏。		

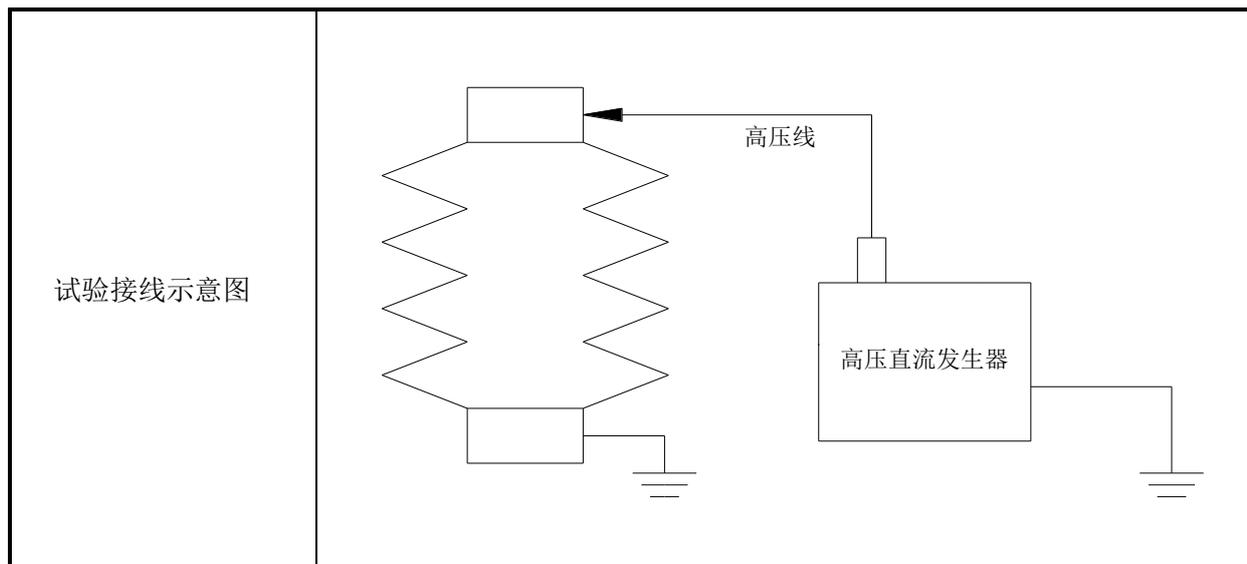


### 10.4 测量避雷器直流 1mA电压 $U_{1mA}$ 及 0.75 $U_{1mA}$ 下的泄漏电流

测量避雷器直流 1mA电压 $U_{1mA}$ 及 0.75 $U_{1mA}$ 下的泄漏电流见表7。

表 7 测量避雷器直流 1mA电压 $U_{1mA}$ 及 0.75 $U_{1mA}$ 下的泄漏电流

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放直流发生器并接地	选择合适位置将直流发生器平稳放置，将仪器接地端可靠接地	注意预留高压引线的走向以及与被试避雷器连接的角度满足要求	仪器放置应安全、平稳，保证预留高压引线的走向以及与被试避雷器连接的角度满足要求
2	按相应的试验方法布置试验接线	参照试验接线示意图与仪器使用说明书，通过试验专用连接线按相应的试验方法布置试验接线	1) 防止接线错误 2) 注意外部的电磁干扰影响测试结果	1) 认真对照接线示意图检查 2) 高压引线选用屏蔽线，长度和角度合适，保持与邻近物体和接地部位有足够的绝缘距离
3	开始测量，读取并记录测量结果	启动直流发生器进行测量，读取并记录测量结果	注意升降压速度保持匀速	注意升降压速度保持匀速，避免上升过快，电流超量程
4	停止测量，断开直流发生器电源，将试验回路的高压端短路放电并接地	停止测量，断开直流发生器电源，短路放电并接地	确保已彻底放电，防止设备、人身伤害	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
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏。		



### 10.5 交流耐压试验

电压互感器交流耐压试验见表8，半绝缘电压互感器二次回路感应交流耐压试验见表9。

表 8 电压互感器交流耐压试验

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放仪器、接地	选择合适位置将工频耐压装置平稳放置，将接地端可靠接地	1)注意预留高压引线的走向以及与被试断路器连接的角度满足要求 2)注意试验变压器和高压引线与周围带电体和接地体保持足够的安全距离	1) 仪器放置应安全、平稳，保证预留高压引线的走向以及与被试断路器连接的角度满足要求 2) 试验变压器和高压引线与周围带电体和接地体的安全距离足够
2	连接高压线、测试线和接地线	参考试验接线示意图，将试验变压器的高压输出端与被试电压互感器的高压端连接，被试电压互感器另一端接地	1) 连接应牢固、可靠 2) 防止接线错误 3) 注意高压引线与周围带电体、接地部位距离	1) 认真对照接线示意图检查 2) 高压引线长度合适，布局合理，保持与邻近物体有足够的绝缘距离 3) 二次绕组短路接地
3	施加试验电压	1) 试验过程中应观察仪表变化情况，如试品出现闪络、冒烟、击穿等异常情况，应立即降压，做好安全措施并	1)防止加压时精神不集中 2)注意选择正确的试验电压，避免损坏被试设备	1) 加强全过程监护。 2) 按要求选择正确的试验电压

		<p>进行检查,根据检查情况确定重新试验或终止试验</p> <p>2) 读取并记录测量数据及试验电压、加压时间</p>		
4	停止试验	<p>先将电压降至零,然后断开电源,对被试品放电接地,再解开试验接线</p>	<p>确保被试品已彻底放电,防止设备、人身伤害</p>	<p>注意将被试品短路接地</p>
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏。		
试验接线示意图		<p>半绝缘型TV试验接线示意图：展示了380V三相电源、三倍频发生器、调压器、被测电压互感器（N, Oa, On, Oda, Ondn）以及测量仪表的连接方式。</p> <p>全绝缘型TV试验接线示意图：展示了交流升压控制装置、被测电压互感器以及测量仪表的连接方式。</p>		

表 9 半绝缘电压互感器二次回路感应交流耐压试验

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放仪器、接地	<p>选择合适位置将三倍频耐压装置平稳放置,将接地端可靠接地</p>	<p>1) 注意预留高压分压器引线的走向以及与被试电压互感器连接的角度满足要求</p> <p>2) 注意电容分压器高压引线及周围带电体和地保持足够的安全距离</p>	<p>1) 仪器放置应安全、平稳,保证预留高压引线的走向以及与被试电压互感器连接的角度满足要求</p> <p>2) 电容分压器高压引线及周围带电体和地的安全距离足够</p>
2	拆接二次引线	<p>拆线时注意力度及防止接错线</p>	<p>1) 注意恢复二次引线要正确</p> <p>2) 注意拆除二次引线时不损坏二次端子或二次端</p>	<p>1) 拆除电压互感器二次引线前应做好记录(可考虑用数码相机拍照),并填写二次措施单</p>

			子的螺栓	2) 正确使用合适的工具，防止用力过大
3	拆接仪器引线和接地线	参考试验接线示意图9，将三倍频输出与电压互感器其中一组二次端子连接，其它组二次端子保证开路并一点接地，电压互感器高压侧接高压测量装置。	1) 连接应牢固、可靠 2) 防止接线错误 3) 注意高压引线与周围带电体、接地部位距离	1) 检查被试品状态 2) 认真对照接线示意图检查 3) 高压引线长度合适，布局合理，保持与邻近物体有足够的绝缘距离
4	施加试验电压	1) 试验过程中应观察仪表变化情况，如试品出现闪络、冒烟、击穿等异常情况，应立即降压，做好安全措施并进行检查，根据检查情况确定重新试验或终止试验。 2) 读取并记录测量数据及试验电压、加压时间	1) 防止加压时精神不集中 2) 注意选择正确的试验电压，避免损坏被试设备	1) 加强全过程监护。 2) 按要求选择正确的试验电压
5	停止试验	先将电压降至零，然后断开电源，对被试品放电接地，再解开试验接线	确保被试品已彻底放电，防止设备、人身伤害	注意将被试电压互感器及高压分压器短路接地
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏。		
试验接线示意图		<p>该示意图展示了试验电路的连接。左侧是一个三倍频发生器，其输入端连接到380V三相电源，输出端有两个端子。中间是一个分级电压互感器，其二次侧端子包括N（中性点）、da、dn、oa、on。右侧是一个分压器，其输出端连接到万用表。图中还显示了接地符号，表明某些部分需要接地。</p>		

## 10.6 试验终结

试验终结见表10。

表 10 试验终结

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	检查试验结果	检查各项试验项目、数据是否齐全、数据记录是否准确，工作负责人及各试验人员在现场试验记录本上签名确认		
2	恢复被试设备的引线	用专用工具恢复被试设备的引线	注意作业安全	对照危险点分析内容，采取相应防范措施
3	拆除试验电源，清理、撤离现场	拆除试验电源，将仪器、工具、材料等搬离现场	注意作业安全	对照危险点分析内容，采取相应防范措施
4	结束工作	向运行人员办理工作终结手续，会同运行人员赴现场检查，确认已恢复试验前状态，已清理工作现场		

## 11 作业中可能出现的主要异常现象及对策

作业中可能出现的主要异常现象及对策见表11。

表 11 作业中可能出现的主要异常现象及对策

序号	工作内容	主要异常现象	处理对策
1	绝缘电阻测试	测试数据异常	1) 采用专用屏蔽型测试线 2) 采取清抹、屏蔽等措施，重新测试 3) 调整测试线与接地部分的距离 4) 判断是否因湿度造成外绝缘对测量结果影响很大，考虑在湿度相对较小的时段（如午后）进行测量

2	交流耐压试验	试验过程发生闪络、放电异常、击穿	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 高压测量引线对地绝缘距离是否足够，应保持足够的安全距离</li> <li>2) 试品内部发生放电，应停止试验，检查试验设备是否损害，检查试品是否损坏，查找放电点</li> <li>3) 判断是否因湿度造成，清抹外绝缘，考虑在湿度相对较小的时段（如午后）进行试验</li> <li>4) 进行第二次耐压试品仍放电，则试验不通过</li> </ol>
3	直流 1mA 电压 $U_{1mA}$ 和 75% $U_{1mA}$ 下的泄漏电流测试	测试数据异常	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 采用专用屏蔽型测试线</li> <li>2) 采取清抹、屏蔽等措施，重新测试</li> <li>3) 判断是否因湿度造成，清抹外绝缘，考虑在湿度相对较小的时段（如午后）进行试验</li> </ol>
4	检查放电计数器动作情况	放电计数器不动作	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 放电计数器校验仪充电时间要足够</li> <li>2) 检查放电计数器校验仪电量是否足够</li> <li>3) 检查放电计数器校验仪是否质量有问题</li> <li>4) 用放电计数器校验仪检验不动作的，可尝试用小电容充电再对放电计数器放电的方法</li> <li>5) 各种方法都不动作的情况可考虑更换</li> </ol>

## 12 作业后的验收与交接

工作组成员在现场试验记录上签名。

工作负责人填写变电站试验检修现场记录本，由运行人员签名确认。

工作负责人和运行人员结束工作时在工作票上签名确认。

**附录 A**  
**(规范性附录)**  
**10kV电压互感器间隔试验记录**

安装地点: \_\_\_\_\_ 名称: \_\_\_\_\_ 运行编号: \_\_\_\_\_ 试验条件: \_\_\_\_\_ (不拆线)

试验性质: \_\_\_\_\_ (预试) 试验日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 天气: \_\_\_\_\_ (晴、阴、雨) 温度: \_\_\_\_\_ °C 湿度: \_\_\_\_\_ %

设备规范	额定电压	型 号	制造厂家	出厂编号	出厂日期
	kV				

1、电压互感器（三相一体式/单相式）

型 号	额定电压	出产厂家	出厂日期
	kV		

试验数据

相别	出厂编号	绝缘电阻 (MΩ)		交流耐压				备注
		耐压前	耐压后	电压 kV	时间 s	频率 Hz	结论	
A相							通过/不通过	
B相							通过/不通过	
C相							通过/不通过	

仪表规范: \_\_\_\_\_

备 注: \_\_\_\_\_

2、氧化锌避雷器

型号	额定电压	生产厂家	持续运行电压	$U_{N1mA}$	出厂日期
	kV		kV	kV	

试验数据:

相别	出厂编号	$U_{1mA}$ kV	$I_{0.75U_{1mA}}$ $\mu A$	本体 绝缘电阻 MΩ	底座 绝缘电阻 MΩ	计数器 (有/无)
A相						_____ → _____ 结论 (正常/不正常)
B相						_____ → _____ 结论 (正常/不正常)
C相						_____ → _____ 结论 (正常/不正常)

仪表规范： \_\_\_\_\_

备 注： \_\_\_\_\_

结 论： \_\_\_\_\_（合格、不合格、缺陷、待查）

工作结束前检查：自装安全围栏和短路接地线已拆除并无遗留工具和测试线。

检查人： \_\_\_\_\_

试验说明：

工作负责人：

试验人员：

记录人：

# 10kV电容器组间隔预防性试验 （电气部分） 作业指导书

## 10kV电容器组间隔预防性试验（电气部分）作业指导书

### 1 范围

本作业指导书适用于10kV电容器组间隔（包括真空断路器、干式电流互感器、氧化锌避雷器、放电线圈、橡塑电缆、电容器、油浸式串联电抗器）周期性的预防性试验（电气部分）工作。

### 2 规范性引用文件

**GB3906—2006** 3.6kV~40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备

**GB11032—2000** 交流无间隙金属氧化物避雷器

**GB50150—2006** 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

**DL/T 474.4-2006** 现场绝缘试验实施导则 第4部分:交流耐压试验

**DL/T 474.5-2006** 现场绝缘试验实施导则 第5部分:避雷器试验

**国家电网安监[2009]664号** 《电力安全工作规程》（发电厂和变电站电气部分）

南方电网 “两票”管理规定（试行）

**DL/T 596—2005** 电力设备预防性试验规程

### 3 支持文件

开关柜（包括真空断路器、干式电流互感器、氧化锌避雷器、放电线圈、橡塑电缆、电容器、油浸式串联电抗器）使用说明书

开关柜（包括真空断路器、干式电流互感器、氧化锌避雷器、放电线圈、橡塑电缆、电容器、油浸式串联电抗器）出厂试验报告

开关柜（包括真空断路器、干式电流互感器、氧化锌避雷器、放电线圈、橡塑电缆、电容器、油浸式串联电抗器）交接试验报告

历次预防性试验报告

### 4 安全及预控措施

#### 4.1 安全措施

4.1.1 试验应填写变电第一种工作票。

- 4.1.2 试验负责人应由有经验的人员担任，开始试验前，试验负责人应对全体试验人员详细布置试验中的安全注意事项。
- 4.1.3 试验需要拆线时，拆前应做好标记，接后应进行检查。
- 4.1.4 试验装置的金属外壳应可靠接地；高压引线应尽量缩短，必要时用绝缘物支持牢固。
- 4.1.5 试验现场应装设遮栏或围栏，向外悬挂“止步，高压危险！”的标示牌，并派人看守。
- 4.1.6 试验需加高压时，加压前必须认真检查试验结线与仪表的开始状态，正确无误，通知有关人员撤离到安全区域，并取得试验负责人许可，方可加压。加压过程中应有人监护并呼唱。高压试验工作人员应穿绝缘鞋，在全部加压过程中，应精力集中，不得与他人闲谈，随时警戒异常现象发生。
- 4.1.7 变更结线或试验结束时，应首先断开试验电源，放电，并将升压设备的高压部分短路接地。
- 4.1.8 试验结束时，试验人员应拆除自装的试验引线和接地短路线，并对被试设备进行检查和清理现场。

## 4.2 危险点及预控措施

危险点及预控措施见表1。

表 1 危险点及预控措施

序号	工作内容	危险点	预控措施
1	试验前准备	把有故障的试验设备带到现场或遗漏设备	出发工作前应检查试验设备是否齐备、完好，是否在有效期内，对所需工器具应逐一清点核对
		1) 现场安全措施不能满足要求 2) 工作负责人对工作任务和 安全措施交代不详尽、不清晰 3) 走错间隔	1) 工作负责人应在值班人员的带领下核实工作地点、任务，确定现场安全措施满足工作要求 2) 工作负责人应在开始工作前向全体工作成员交代清楚工作地点、工作任务、已拉开的隔离开关和已合上的接地开关的情况，检查安全围栏和标示牌等安全措施，特别注意与临近带电设备的安全距离，防止走错间隔

		<p>装设试验专用警示围栏，搬运仪器、工具、材料时，与带电设备安全距离不够</p>	<p>1) 工作人员应注意现场环境，严禁跨越安全围栏 2) 搬运仪器、工具、材料时与带电设备应保持足够的安全距离</p>
		<p>1) 误接非检修电源 2) 放置电源线时触及带电设备 3) 电源电压过高</p>	<p>1) 检查电源是否为独立检修电源，防止误跳运行设备 2) 放置电源线时严禁将电源线抛起、甩动，放置完成后电源线必须固定 3) 在接上检修电源前用万用表测量电源电压是否符合试验要求 4) 接、拆电源，必须2人进行</p>
2	测量导电回路电阻	触电	<p>试验范围有带电部位时，应采取装设隔离挡板等安全措施</p>
3	<p>1) 测量绝缘电阻 2) 交流耐压试验 3) 测量直流1mA下的<math>U_{1mA}</math>和75%<math>U_{1mA}</math>下的泄漏电流 4) 检查放电计数器动作情况</p>	<p>人员误触碰带电的高压试验引线</p>	<p>1) 在加压之前清理无关人员，同时对工作组成员交代安全注意事项 2) 加压过程中设专人监护，并呼唱 3) 试验结束后，确认试品已降压、放电、接地后，再进行更换接线工作</p>
		<p>高压试验引线松脱或对接地体距离不够</p>	<p>1) 绝缘杆应挂牢。高压试验引线必须与被试品连接牢固，对接地体保持足够的安全距离，必要时采用绝缘胶带固定，防止松脱掉下 2) 移动绝缘杆和试验引线时，必须加强监护，注意与临近带电体保持足够的安全距离 3) 微安表处于高压端时，应固定牢靠，高压引线要短，应用屏蔽导线，对地保持足够的距离</p>
4	测量电容器绝缘电阻、并联电阻、电容量	<p>试验前后电容器放电不彻底，危害人身安全</p>	<p>使用合格的放电棒，对电容器逐只、多次、充分对地放电</p>
5	试验现场清理	<p>1) 试验引线和临时接地线未拆除 2) 现场遗留工具</p>	<p>工作负责人在试验工作结束后进行认真的检查，确认试验引线和临时接地线已拆除，现场无遗留工具和杂物</p>

## 5 作业准备

### 5.1 工作人员的准备

5.1.1 电气试验人员一般不少于3人，其中工作负责人应由具有中级工及以上职称资质，且有从事相关工作3年及以上经验的人员担任。

5.1.2 专业技术要求：经过高压专业培训，掌握10kV高压开关柜（包括真空断路器、干式电流互感器、氧化锌避雷器、放电线圈、橡塑电缆、电容器、油浸式串联电抗器）结构原理及相关试验仪器的使用，熟悉本作业指导书。

### 5.2 资料的准备

5.2.1 试验规程：**DL/T 596—2005** 电力设备预防性试验规程。

5.2.2 本作业指导书。

5.2.3 历次预防性试验报告。

5.2.4 试验记录。

### 5.3 仪器及工具的准备

仪器及工具的准备见表2。

表 2 仪 器 及 工 具 的 准 备

序号	名 称	数量	备 注
1	试验警示围栏	若干	
2	标示牌	若干	
3	安全带	若干	
4	万用表	1 只	
5	低压验电器	1 支	
6	便携式电源线架	若干	带漏电保护器
7	绝缘操作杆	若干	
8	绝缘绳、绝缘带	若干	
9	温湿度计	1 支	

10	计算器	1 个	
11	工具箱	1 个	
12	试验测试线(绝缘导线、接地线等)	若干	
13	绝缘放电棒	若干	
14	直流高压发生器	1 台	一般采用40~60kV直流高压发生器
15	整流电源型兆欧表（俗称电动摇表）	2 只	输出电压：1000V、2500V、5000V
16	回路电阻测试仪	1 台	输出电流：不小于100A
17	交流耐压试验装置	1 套	输出电压 50kV，容量不低于 2kVA
18	放电计数器校验仪	1 台	
19	变压器直阻测试仪	1 台	
20	数字式电容表或电容电桥	1 台	
21	试验记录	若干	

## 6 作业周期

作业周期及要求见表3。

表 3 作业周期及要求

序号	项目	周期	要求	说明
1	开关柜绝缘电阻测量	1) 1~3 年 2) 大修后 3) 必要时	<p>1) 开关柜绝缘电阻应符合制造厂规定</p> <p>2) 各元件按以下要求考核： 真空断路器断口和有机物制成的提升杆的绝缘电阻大修后不低于1000MΩ；运行中不应低于300MΩ。 避雷器本体绝缘电阻不小于1000MΩ，底座绝缘电阻不小于5MΩ 干式电流互感器一次绕组对地的绝缘电阻与出厂值及历次数据比较，不应有显著变化。</p>	<p>1) 采用2500V兆欧表</p> <p>2) 必要时，如怀疑绝缘不良时</p>

2	放电线圈 绝缘电阻测量	1)1~5 年 2)大修 后	不低于1000MΩ	采用2500V兆欧表
3	电容器相间、极对壳绝缘电阻	1)投运后1年内 2)1~5 年	对于分体式电容器：不低于2000MΩ 对于集合式电容器：不低于1000MΩ	1) 采用2500V兆欧表 2) 必要时，如熔丝熔断或保护跳闸时 3) 对于集合式电容器，试验时极间应用短路线短接，仅对有6个套管的三相电容器测量相间绝缘电阻
4	油浸式串联电抗器绝缘电阻	1)1~5 年 2)大修 后	不低于1000MΩ（20℃）	采用2500V兆欧表
5	橡塑电缆的外护套绝缘电阻测量	3年	每千米绝缘电阻值不低于0.5MΩ	1) 只对外护套有引出线者进行 2) 绝缘电阻一般不低于1MΩ 3) 用500V兆欧表
6	交流耐压试验(主回路对地、相间及断口)	1)1~3 年 2)大修 后 3)必要时	试验电压值按出厂试验电压值的0.8倍	1) 更换或干燥后的绝缘提升杆必须进行耐压试验 2) 相间、相对地及断口的耐压值相同 3) 12kV等级运行中有如下情况的，耐压值为28kV： —中性点有效接地系统 —进口开关设备其绝缘水平低于42kV 4) 必要时，如怀疑绝缘不良时
7	断路器、隔离开关及隔离插头的导电回路电阻测量	1)1~3 年 2)大修 后 3)必要时	1) 大修后应符合制造厂规定 2) 运行中应不大于制造厂规定值的1.5倍	1) 用直流压降法测量，电流不小于100A 2) 必要时，如怀疑接触不良时 3) 隔离开关和隔离插头回路电阻的测量在有条件时进行

8	检查避雷器放电计数器动作情况	1) 每年雷雨季前 2) 必要时	测试3~5次，均应正常动作，测试后计数器指示应调到“0”	
9	测量避雷器直流 1mA 电压 $U_{1mA}$ 及 $0.75U_{1mA}$ 下的泄漏电流	1) 每年雷雨季前 2) 必要时	1) 不低于GB11032规定值 2) $U_{1mA}$ 实测值与初始值或制造厂规定值比较，变化不应大于±5% 3) $0.75U_{1mA}$ 下的泄漏电流不应大于50μA	1) 要记录环境温度和相对湿度，测量电流的导线应使用屏蔽线 2) 初始值系指交接试验或投产试验时的测量值 3) 避雷器怀疑有缺陷时应同时进行交流试验
10	放电线圈一次绕组直流电阻测量	1) 必要时 2) 大修后	与上次测量值相比无明显差异	用万用表测量
11	电容器电容值测量	1) 投运后1年内 2) 1~5年	对于分体式电容值： 1) 偏差不超出额定值的-5~+10% 2) 电容值不应小于出厂值的95% 对于集合式电容器： 1) 每相电容值偏差值应在额定值的-5~+10%的范围内，且不小于出厂值的96% 2) 三相中每两线路端子间测得的电容值的最大值与最小值之比不大于1.06 3) 每相用三个套管引出的电容器组，应测量每两个套管之间的电容量，其值与出厂值相差在±5%范围内	
12	油浸式串联电抗器绕组直流电阻	1) 必要时 2) 大修后	1) 三相绕组间的差别不应大于三相平均值的4% 2) 与上次测量值相差不大于2%	
<p>注：真空灭弧室真空度的测量用断口耐压代替。辅助回路和控制回路的绝缘电阻、放电线圈二次回路绝缘电阻、辅助回路和控制回路的交流耐压、操作机构合闸接触器和分合闸电磁铁的动作电压、干式电流互感器二次绕组的绝缘电阻和交流耐压、干式电压互感器二次绕组的绝缘电阻和交流耐压等项目结合二次设备定检进行。</p>				

### 7 工期定额

本项作业工作时间为1天/间隔。

### 8 设备主要参数

设备主要参数见附录A。

### 9 作业流程

作业流程图见图1。

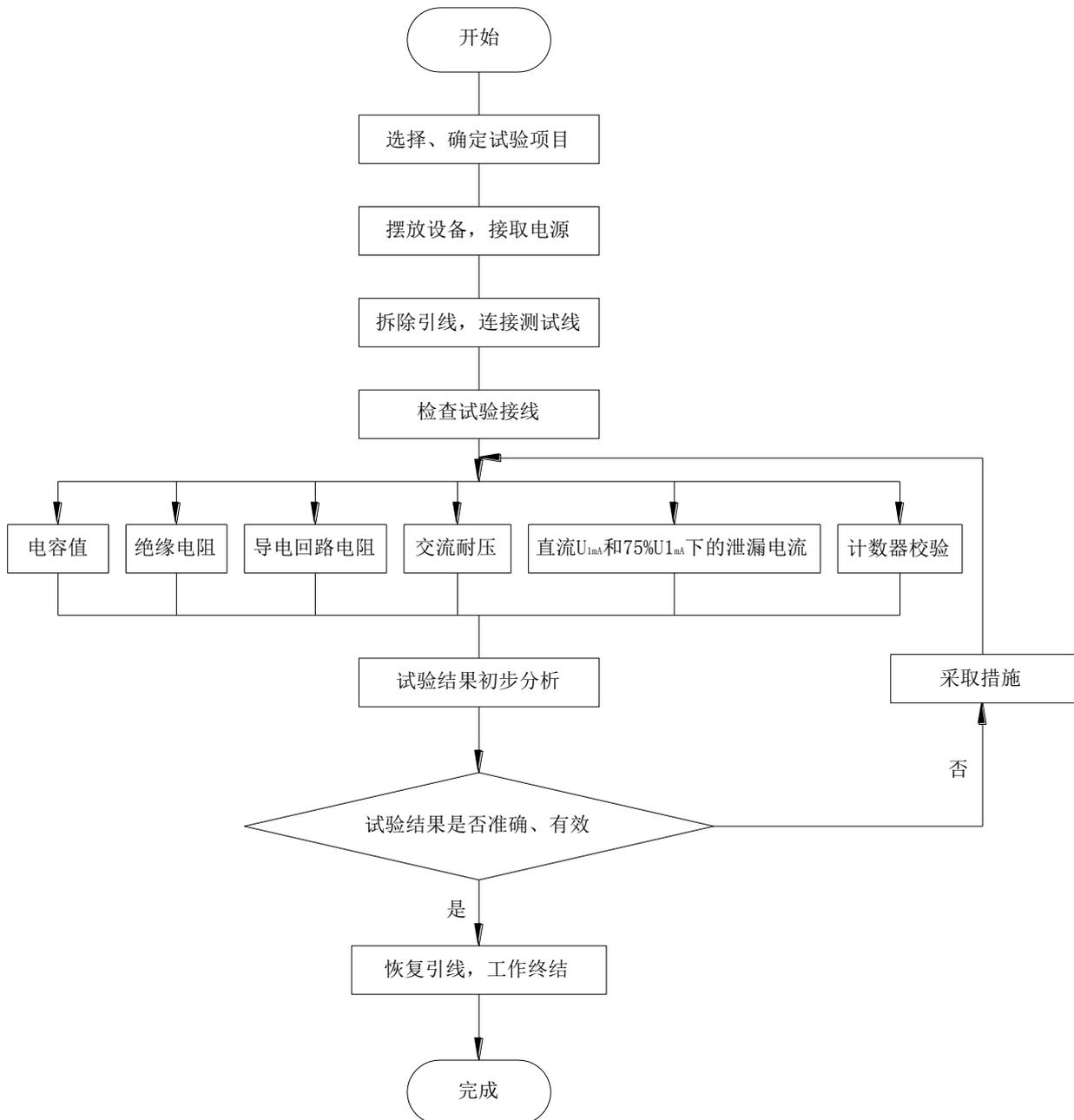


图 1 作业流程图

## 10 作业项目、工艺要求和质量标准

本作业指导书规范的作业项目、工艺要求包括表5测量导电回路电阻、表6测量绝缘电阻、表7检查避雷器放电计数器动作情况、表8测量避雷器直流1mA电压 $U_{1mA}$ 及 $0.75U_{1mA}$ 下的泄漏电流、表9交流耐压试验、表10测量放电线圈一次绕组直流电阻、表11测量油浸式串联电抗器绕组直流电阻、表12测量电容器电容值、表13测量橡塑电缆的外护套绝缘电阻9项内容、各项目质量标准见表3中要求、说明栏。

### 10.1 试验前准备工作

试验前准备工作见表4。

表 4 试 验 前 准 备 工 作

序号	工作内容	操作及工艺	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下进入工作现场，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	工作负责人应在值班人员的带领下检查工作地点、已拉开的隔离开关、已合上的接地开关等情况
2	现场安全、技术措施交底	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，并交代现场安全措施及注意事项	1) 工作任务和安全措施交代是否详尽、清晰 2) 防止走错间隔	工作负责人应在工作开始前向全体工作成员交代清楚工作地点、工作任务、已拉开的隔离开关和已合上的接地开关的情况，检查安全围栏和标示牌等安全措施，特别注意与临近带电设备的安全距离，防止走错间隔
3	试验准备	1) 搬运仪器、工具、材料等 2) 在试验现场四周装设试验专用警示围栏 3) 可靠连接试验所需接地线 4) 检查试品，应可靠接地 5) 抄录被试设备铭牌 6) 记录现场环境温度、湿度	搬运仪器、工具、材料时与带电设备应保持足够的安全距离	1) 工作人员应注意现场环境，严禁跨越安全围栏 2) 搬运仪器、工具、材料时与带电设备应保持足够的安全距离

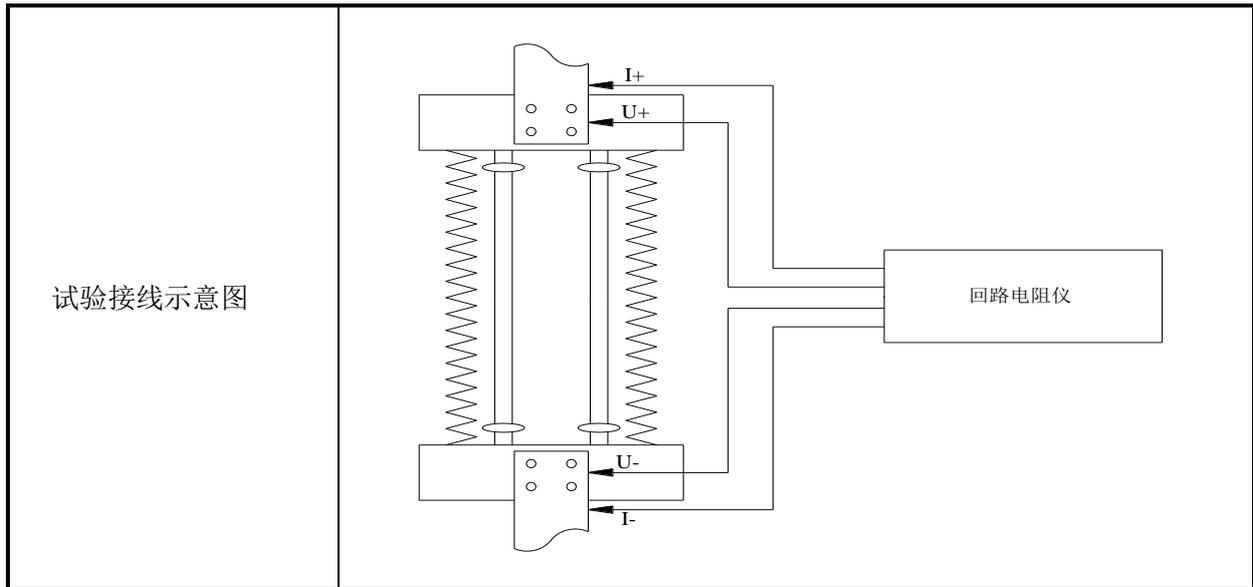
4	接取试验电源	使用符合安全要求的电源线架，将电源线从试验地点拉至检修电源箱，接取电源	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 防止误接非检修电源</li> <li>2) 检查电源电压是否过高或断相</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 检查电源是否为独立检修电源，防止误跳运行设备</li> <li>2) 在接取试验电源前用万用表测量电源电压是否符合试验要求</li> </ul>
---	--------	-------------------------------------	--	--

## 10.2 测量导电回路电阻

测量导电回路电阻见表5（以测量真空断路器为例）。

表 5 测量导电回路电阻

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放回路电阻测试仪，连接测试线	将回路电阻测试仪接地端可靠接地，参考试验接线示意图，通过专用引线和被试真空断路器连接，电压测量线应在电流输出线内侧	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 接线应正确、连接应牢固、可靠，保证接触良好</li> <li>2) 防止感应电伤人，损坏试验设备</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 将被试真空断路器一端接地，减小感应电的影响</li> <li>2) 检查被试真空断路器应在合闸状态</li> <li>3) 使用专用测试线，认真检查测试线的连接</li> <li>4) 必要时用砂纸打磨</li> </ul>
2	开始测量，读取并记录测量结果	启动测试仪开始测量，待测量值稳定，仪器指示无变化时，记录测量电阻值	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 注意测试电流输出值的大小</li> <li>2) 测量值是否稳定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 测试电流输出值不小于100A</li> <li>2) 保证足够的稳定时间</li> </ul>
3	停止测量	停止测量	注意测量回路未放电，或放电不彻底会危及人身安全、损坏测试设备	必须等待测试仪显示已完全放电才能断开测试回路，进行后续工作
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏		



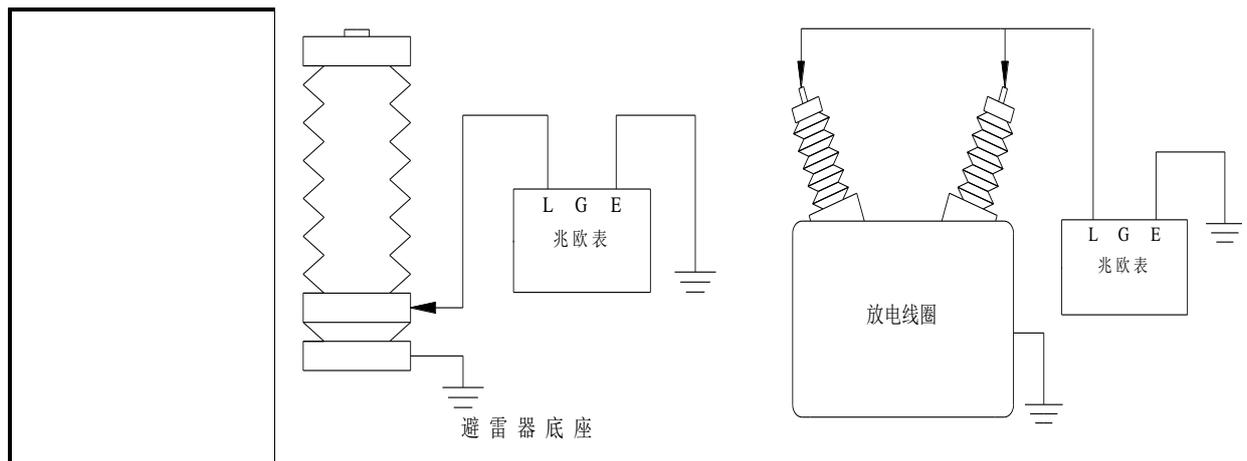
### 10.3 测量绝缘电阻

测量绝缘电阻见表6。

表 6 测量绝缘电阻

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放兆欧表、兆欧表检查	选择合适位置，将兆欧表水平放稳，试验前对兆欧表本身进行检查	1) 兆欧表摆放位置应安全，摆放应水平、稳固 2) 兆欧表检查	1) 兆欧表摆放位置应安全、应水平放稳 2) 试验前对兆欧表进行“短路”、“开路”测试检查
2	连接测试线和接地线	参考试验接线示意图，将兆欧表的接地端与被试品的接地端连接，将带屏蔽的连接线接到被试品的高压端（必要时接上屏蔽环）	1) 连接应牢固、可靠 2) 防止测试线绝缘不良 3) 兆欧表的输出端不能接错	1) 检查被试回路状态 2) 试验用的导线应使用绝缘护套线或屏蔽线 3) 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
3	开始测量，读取并记录测量结果	启动兆欧表开始测量，记录60s时的测量值	1) 保持直流输出电压稳定 2) 注意读数时间正确	1) 防止绝缘电阻低，导致端电压降低 2) 注意仪表指示测量时间应正确
4	停止测量，短路放电并接地	停止测量，放电并接地（对带保护的整流电源型兆欧表，否则应先断开接至被试品高压端的连接线，然后停止测量）	确保已彻底放电，防止充电电荷放电损坏兆欧表、造成人身伤害	注意仪表显示已放电完毕，才将被试品短路接地

<p>根据相关试验规程对测试结果进行判断</p>	<p>见表3中要求、说明栏</p>
<p>试验接线示意图</p>	<p>The diagrams illustrate the test wiring for various electrical components:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>断路器合闸 (Circuit Breaker Closed):</b> Shows a circuit breaker with a megohmmeter (兆欧表) connected between the top and bottom terminals.</li> <li><b>断路器分闸 (Circuit Breaker Open):</b> Shows a circuit breaker with a megohmmeter connected between the top and bottom terminals.</li> <li><b>电抗器 (Reactor):</b> Shows a reactor with six terminals labeled A, B, C, a, b, c. A megohmmeter is connected between terminal C and terminal a.</li> <li><b>电容器 (Capacitor):</b> Shows a capacitor with a megohmmeter connected between the top and bottom terminals.</li> <li><b>避雷器本体 (Surge Arrester Body):</b> Shows a surge arrester with a megohmmeter connected between the top and bottom terminals.</li> </ul>



### 10.4 检查避雷器放电计数器动作情况

检查避雷器放电计数器动作情况见表7。

表 7 检查避雷器放电计数器动作情况

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	用放电计数器校验仪检查放电计数器动作情况	用放电计数器校验仪对放电计数器放电3~5次，计数器应可靠动作		
2	停止测量，将测试仪放电完毕后收好	关闭仪器电源并放电完全	放电计数器校验仪残余电荷伤人	每次试验完成后，须将放电计数器校验仪放电完全
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏。		
试验接线示意图				

### 10.5 测量避雷器直流 1mA电压 $U_{1mA}$ 及 0.75 $U_{1mA}$ 下的泄漏电流

测量避雷器直流 1mA电压 $U_{1mA}$ 及 0.75 $U_{1mA}$ 下的泄漏电流见表8。

表 8 测量避雷器直流 1mA电压 $U_{1mA}$ 及 0.75 $U_{1mA}$ 下的泄漏电流

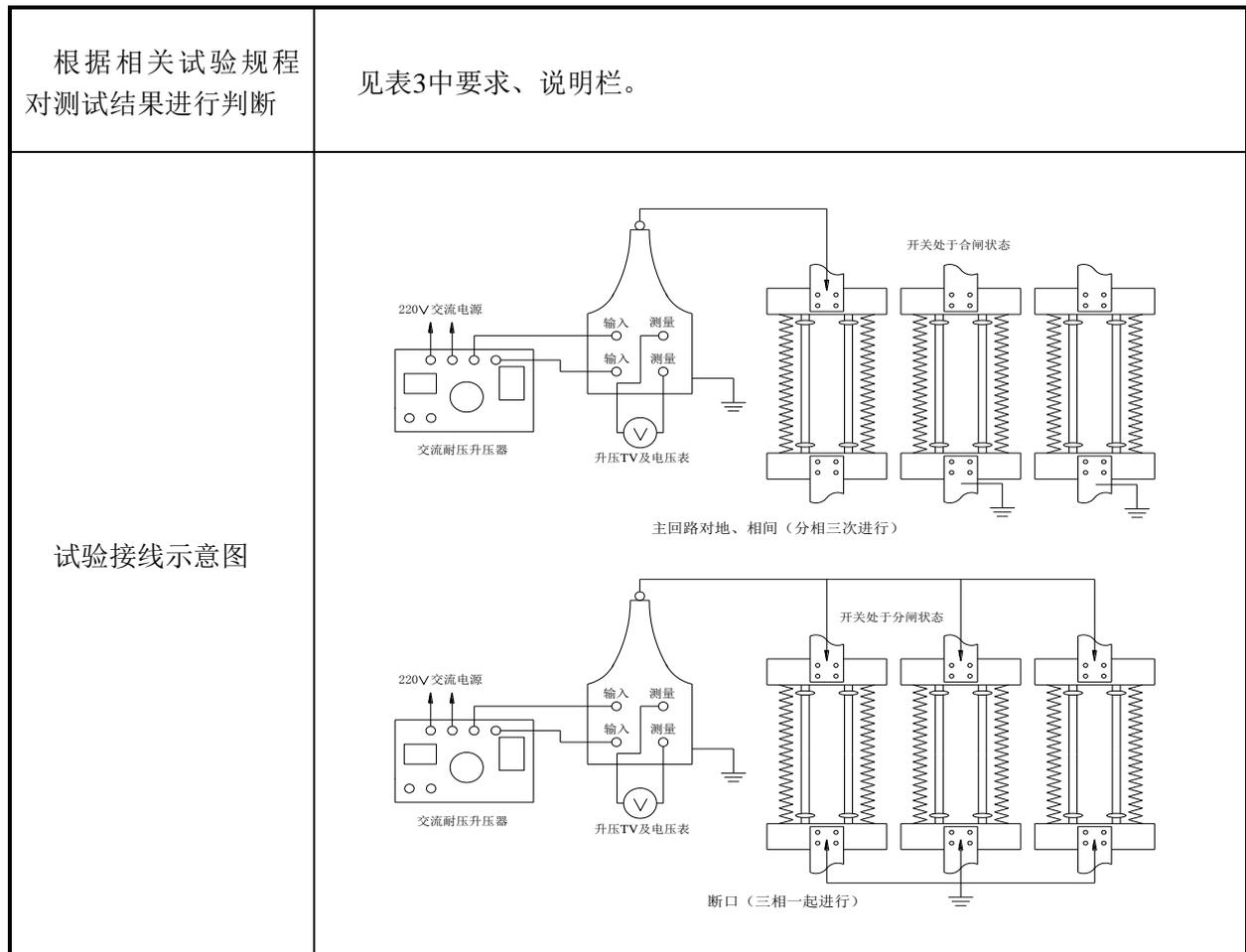
序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放直流发生器、将仪器接地	选择合适位置将直流发生器平稳放置，将仪器接地端可靠接地	注意预留高压引线的走向以及与被试避雷器连接的角度满足要求	仪器放置应安全、平稳，保证预留高压引线的走向以及与被试避雷器连接的角度满足要求
2	按相应的试验方法布置试验接线	参照试验接线示意图与仪器使用说明书，通过试验专用连接线按相应的试验方法布置试验接线	1) 防止接线错误 2) 注意外部的电磁干扰影响测试结果	1) 认真对照接线示意图检查 2) 高压引线选用屏蔽线，长度和角度合适，保持与邻近物体和接地部位有足够的绝缘距离
3	开始测量，读取并记录测量结果	启动直流发生器进行测量，读取并记录测量结果	注意升降压速度保持匀速	注意升降压速度保持匀速，避免上升过快电流超量程
4	停止测量，断开直流发生器电源，将被试品短路放电并接地	停止测量，断开直流发生器电源，将被试品短路放电并接地	确保被试品已彻底放电，防止设备、人身伤害	注意将被试品短路接地
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏。		
试验接线示意图				

## 10.6 交流耐压试验

交流耐压试验见表9（以真空断路器为例）。

表 9 交流耐压试验

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放仪器、接地	选择合适位置将工频耐压装置平稳放置，将接地端可靠接地	1) 注意预留高压引线的走向以及与被试断路器连接的角度满足要求 2) 注意试验变压器和高压引线周围带电体和接地体保持足够的安全距离	1) 仪器放置应安全、平稳，保证预留高压引线的走向以及与被试断路器连接的角度满足要求 2) 试验变压器和高压引线周围带电体和接地体的安全距离足够
2	连接高压线、测试线和接地线	参考试验接线示意图，正确连接高压引线和接地线	1) 连接应牢固、可靠 2) 防止接线错误 3) 注意高压引线与周围带电体、接地部位距离	1) 检查被试断路器状态 2) 认真对照接线示意图检查 3) 高压引线长度合适，布局合理，保持与邻近物体有足够的绝缘距离
3	施加试验电压	1) 试验过程中应观察仪表变化情况，如试品出现闪络、冒烟、击穿等异常情况，应立即降压，做好安全措施并进行检查，根据检查情况确定重新试验或终止试验 2) 读取并记录测量数据及试验电压、加压时间	1) 防止加压时精神不集中 2) 注意选择正确的试验电压，避免损坏被试设备	1) 加强全过程监护。 2) 按要求选择正确的试验电压
4	停止测量，断开电源，将试验回路的高压端短路放电并接地	停止测量，断开电源，短路放电并接地	确保已彻底放电，防止设备、人身伤害	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

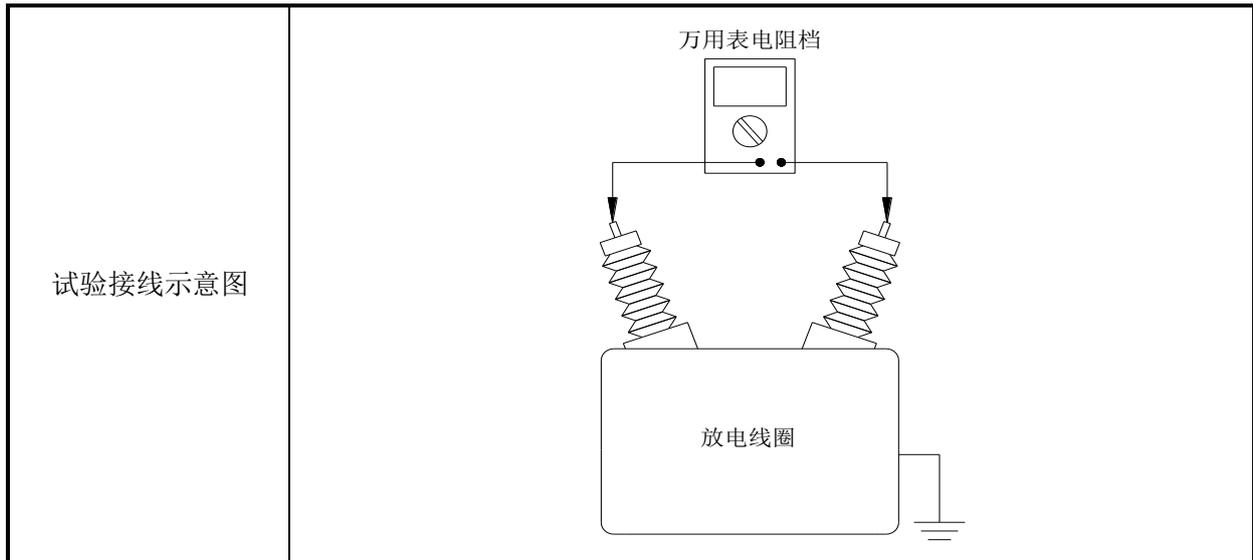


### 10.7 测量放电线圈一次绕组直流电阻

测量放电线圈一次绕组直流电阻见表10。

表 10 测量放电线圈一次绕组直流电阻

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	选定测试仪器	采用万用表		
2	选择合适的测量档	估算电阻值并选择合适的测量档位		
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏		



### 10.8 测量油浸式串联电抗器绕组直流电阻

测量油浸式串联电抗器绕组直流电阻见表11。

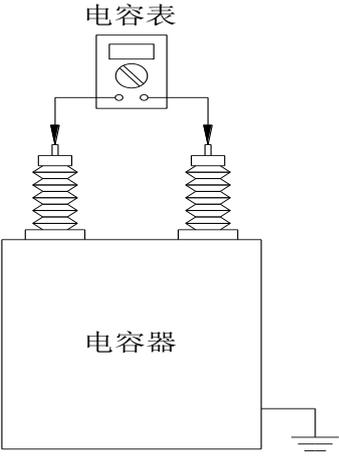
表 11 测量油浸式串联电抗器绕组直流电阻

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	选定测试仪器	使用变压器直阻测试仪		
2	连接测试线	仪器的测试接线端子通过专用引线和绕组连接，电压测量线应在电流测量线内侧		
3	读取测量数据并记录	被试绕组要有足够的充电时间，当仪器指示无变化时，记录读数；注意电阻值单位换算		
根据相关试验规程对数据进行判断		见表3中要求、说明栏		
试验接线示意图		<p>The diagram shows a three-phase reactor with windings labeled A, B, C and a, b, c. A DC resistance tester is connected to the windings. The tester has terminals U1, A1, A2, and U2. The connections are as follows: U1 is connected to the common ground of the reactor; A1 is connected to winding A; A2 is connected to winding a; and U2 is connected to winding C. The tester is also grounded at its own base.</p>		

### 10.9 测量电容器电容值

测量电容器电容值见表12。

表 12 测量电容器电容值

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	选定测试仪器	1) 采用数字式电容表或电容电桥。并根据铭牌电容值选择合适的测量档位 2) 采用电容电桥测量时，不需解开电容器套管引线		
2	连接测量线	1) 将电容表的两根测量线接至被测电容器两极 2) 用电容电桥测量时，将电压线接在被测电容器两极上，用钳型电流表钳在电容器某套管上		
3	读取测量数据并记录	注意电容值单位换算		
根据相关试验规程对数据进行判断		见表3中要求、说明栏		
试验接线示意图				

### 10.10 测量橡塑电缆的外护套绝缘电阻

测量橡塑电缆的外护套绝缘电阻见表13。

表 13 测量橡塑电缆的外护套绝缘电阻

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放兆欧表、兆欧表检查	选择合适位置，将兆欧表水平放稳，试验前对兆欧表本身进行检查	1) 兆欧表摆放位置应安全，摆放应水平、稳固 2) 兆欧表检查	1) 兆欧表摆放位置应安全、应水平放稳 2) 试验前对兆欧表进行“短路”、“开路”测试检查
2	连接测试线和接地线	参考试验接线示意图，将兆欧表的接地端与开关柜的地线连接，将带屏蔽的连接线接到被试电缆的外护套（必要时接上屏蔽环）	1) 连接应牢固、可靠 2) 防止测试线绝缘不良 3) 兆欧表的输出端不能接错	1) 检查被试回路状态 2) 试验用的导线应使用绝缘护套线或屏蔽线 3) 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
3	开始测量，读取并记录测量结果	启动兆欧表开始测量，记录60s 时的测量值	1) 保持直流输出电压稳定 2) 注意读数时间正确	1) 用500V兆欧表 2) 防止绝缘电阻低，导致端电压降低 3) 注意仪表指示测量时间应正确
4	停止测量，短路放电并接地	停止测量，放电并接地（对带保护的整流电源型兆欧表，否则应先断开接至被试品高压端的连接线，然后停止测量）	确保已彻底放电，防止充电电荷放电损坏兆欧表、造成人身伤害	注意仪表显示已放电完毕，才将被试品短路接地
根据相关试验规程对数据进行判断		见表3中要求、说明栏		
试验接线示意图				

### 10.11 试验终结

试验终结见表14。

表 14 试验终结

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	检查试验结果	检查各项试验项目、数据是否齐全、数据记录是否准确，工作负责人及各试验人员在现场试验记录本上签名确认		
2	拆除试验电源，清理、撤离现场	拆除试验电源，将仪器、工具、材料等搬离现场	1) 防止触电 2) 搬运仪器、工具、材料时与带电设备应保持足够的安全距离 3) 防止走错间隔	1) 拆除试验电源应有专人监护 2) 搬运仪器、工具、材料与带电设备应保持足够的安全距离 3) 防止走错间隔
3	结束工作	向运行人员办理工作终结手续，会同运行人员赴现场检查，确认已恢复试验前状态，已清理工作现场		

### 11 作业中可能出现的主要异常现象及对策

作业中可能出现的主要异常现象及对策见表15。

表 15 作业中可能出现的主要异常现象及对策

序号	工作内容	主要异常现象	处理对策
1	测量导电回路电阻	测试数据异常	1) 采用专用的测试线，检查测试线的连通是否良好 2) 测试线与被试设备的连接要牢固可靠 3) 电压测试夹在电流测试夹的内侧 4) 用砂纸打磨清理测试夹与出线套管接触面 5) 在额定电压下电动操作断路器，消除接触电阻影响 6) 选用合适的电流档测量，实际输出电流不小于100A 7) 选用另一台仪器做对比试验

2	绝缘电阻测试	测试数据异常	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 采用专用屏蔽型测试线</li> <li>2) 采取清抹、屏蔽等措施，重新测试</li> <li>3) 调整测试线与接地部分的距离</li> <li>4) 判断是否因湿度造成外绝缘对测量结果影响很大，考虑在湿度相对较小的时段（如午后）进行测量</li> </ol>
3	交流耐压试验	试验过程发生闪络、放电异常、击穿	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 高压测量引线对地绝缘距离是否足够，应保持足够的安全距离</li> <li>2) 试品内部发生放电，应停止试验，检查试验设备是否损害，检查试品是否损坏，查找放电点</li> <li>3) 判断是否因湿度造成，清抹外绝缘，考虑在湿度相对较小的时段（如午后）进行试验</li> <li>4) 进行第二次耐压试验，如试品仍放电，则试验不通过</li> </ol>
4	直流 1mA 电压 $U_{1mA}$ 和 75% $U_{1mA}$ 下的泄漏电流测试	测试数据异常	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 采用专用屏蔽型测试线</li> <li>2) 采取清抹、屏蔽等措施，重新测试</li> <li>3) 判断是否因湿度造成，清抹外绝缘，考虑在湿度相对较小的时段（如午后）进行试验</li> </ol>
5	检查放电计数器动作情况	放电计数器不动作	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 放电计数器校验仪充电时间要足够</li> <li>2) 检查放电计数器校验仪电量是否足够</li> <li>3) 检查放电计数器校验仪是否质量有问题</li> <li>4) 用放电计数器校验仪检验不动作的，可尝试用小电容充电再对放电计数器放电的方法</li> <li>5) 各种方法都不动作的情况可考虑更换</li> </ol>
6	橡塑电缆的外护套绝缘电阻	测试数据异常	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 采用专用屏蔽型测试线</li> <li>2) 检查对侧外护套接地端是否解开</li> <li>3) 绝缘电阻低时，改用万用表复测</li> </ol>
7	电容器电容值	测试数据异常	采用不同的方法、仪器进行对比
8	油浸式串联电抗器绕组直流电阻	测试数据异常	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 采用专用的测试线</li> <li>2) 测试线与被测绕组的连接要牢固可靠，减少测量误差</li> <li>3) 绕组充电时间不够</li> <li>4) 非被试绕组不能短路</li> <li>5) 用砂纸打磨清理测试夹与出线套管接触面</li> <li>6) 选用合适的电流档测量</li> </ol>

## 12 作业后的验收与交接

工作组成员在现场试验记录上签名。

工作负责人填写变电站试验检修现场记录本，由运行人员签名确认。

工作负责人和运行人员结束工作时在工作票上签名确认。

## 附录 A (规范性附录) 10kV 电容器组间隔试验记录

安装地点: \_\_\_\_\_ 名称: \_\_\_\_\_ 运行编号: \_\_\_\_\_ 试验条件: \_\_\_\_\_ (不拆线)  
 试验性质: \_\_\_\_\_ (预试) \_\_\_\_\_ 试验日期: \_\_\_\_\_ 年 月 日 天气: \_\_\_\_\_ (晴、阴、雨) \_\_\_\_\_ 温度: \_\_\_\_\_ °C 湿度: \_\_\_\_\_ %

设备规范	额定电压	型 号	制造厂家	出厂编号	出厂日期
	kV				

### 1、真空断路器

型 号	额定电压	额定电流	开断电流	出产厂家	出厂日期	出厂编号
	kV	A	kA			

### 试验数据

#### 1.1 导电回路电阻 (μΩ)

测量相别	A相	B相	C相
测量值			

仪表规范： \_\_\_\_\_

备 注： \_\_\_\_\_

1.2 相对地及相间绝缘试验（（连/不连）电流互感器）

相别	绝缘电阻MΩ		试验电压	试验结果
	耐压前	耐压后		<u>（通过/不通过）</u>
A				
B				
C				

仪表规范： \_\_\_\_\_

备 注： \_\_\_\_\_

1.3 断口绝缘试验

相别	绝缘电阻MΩ		试验电压	试验结果
	耐压前	耐压后		<u>（通过/不通过）</u>
A				
B				
C				

仪表规范：\_\_\_\_\_

备 注：\_\_\_\_\_

2、氧化锌避雷器（有/无）

型号	额定电压	生产厂家	持续运行电压	$U_{N1mA}$	出厂日期
	kV		kV	kV	

试验数据：

相别	出厂编号	$U_{1mA}$ kV	$I_{0.75U_{1mA}}$ $\mu A$	本体 绝缘电阻 $M\Omega$	底座 绝缘电阻 $M\Omega$	计数器（有/无）
A相						_____ → _____ 结论（正常/不正常）
B相						_____ → _____ 结论（正常/不正常）
C相						_____ → _____ 结论（正常/不正常）

仪表规范：\_\_\_\_\_

备 注：\_\_\_\_\_

## 3、放电线圈

型号	生产厂家	出厂日期

试验数据：

	A相	B相	C相
出厂编号			
绝缘电阻 MΩ			
一次绕组直流电阻 Ω			

## 4、橡塑电缆（有/无）

测量相别	A相	B相	C相
外护套绝缘电阻 MΩ			
电缆长度 km			

仪表规范：\_\_\_\_\_

备 注：\_\_\_\_\_

## 5、油浸式串联电抗器（有/无）

型号	出厂编号	生产厂家	出厂日期

## 试验数据：

	A相	B相	C相
绝缘电阻 MΩ			
直流电阻 Ω			

仪表规范：\_\_\_\_\_

备 注：\_\_\_\_\_

## 6、电容器

铭牌	电压 kV	型 号	制造厂	日期

## 6.1 分体式电容器试验数据：

运行 编号	设备 编号	$C_{\text{铭}}$ $\mu\text{F}$	$C_{\text{测}}$ $\mu\text{F}$	偏差 %	绝缘 电阻 $\text{M}\Omega$	运行 编号	设备 编号	$C_{\text{铭}}$ $\mu\text{F}$	$C_{\text{测}}$ $\mu\text{F}$	偏差 %	绝缘 电阻 $\text{M}\Omega$
A1						B1					
A2						B2					
A3						B3					
A4						B4					
A5						B5					
A6						B6					
A7						B7					
A8						B8					
A9						B9					
A10						B10					
A11						B11					
A12						B12					
C1						C7					
C2						C8					
C3						C9					
C4						C10					

C5						C11					
C6						C12					

6.2 集合式电容器试验数据:

位置	设备编号	$C_{\text{铭}} \mu\text{F}$	$C_{\text{测}} \mu\text{F}$	偏差 %	绝缘电阻 $\text{M}\Omega$
A-A1					
A-A2					
B-B1					
B-B2					
C-C1					
C-C2					
C总					

仪表规范: \_\_\_\_\_

备 注: \_\_\_\_\_

试验结论: \_\_\_\_\_ (合格、不合格、缺陷、待查)

工作结束前检查: 自装安全围栏和短路接地线已拆除并无遗留工具和测试线。

检查人: \_\_\_\_\_

试验说明：

工作负责人：

试验人员：

记录人：

# 10kV出线开关间隔预防性试验 （电气部分） 作业指导书

# 10kV出线开关间隔预防性试验（电气部分）作业指导书

## 1 范围

本作业指导书适用于10kV出线开关间隔（包括真空断路器、干式电流互感器、氧化锌避雷器）周期性的预防性试验（电气部分）工作。

## 2 规范性引用文件

**GB3906—2006** 3.6kV~40.5kV交流金属封闭开关设备和控制设备

**GB11032—2000** 交流无间隙金属氧化物避雷器

**GB50150—2006** 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

**DL/T 474.4-2006** 现场绝缘试验实施导则 第4部分:交流耐压试验

**DL/T 474.5-2006** 现场绝缘试验实施导则 第5部分:避雷器试验

**国家电网安监[2009]664号** 《电力安全工作规程》（发电厂及变电站电气部分）

**DL/T 596—2006** 电力设备预防性试验规程

南方电网 “两票”管理规定（试行）

## 3 支持文件

开关柜（包括真空断路器、干式电流互感器、氧化锌避雷器）使用说明书

开关柜（包括真空断路器、干式电流互感器、氧化锌避雷器）出厂试验报告

开关柜（包括真空断路器、干式电流互感器、氧化锌避雷器）交接试验报告

历次预防性试验报告

## 4 安全及预控措施

### 4.1 安全措施

4.1.1 试验应填写变电第一种工作票。

4.1.2 试验负责人应由有经验的人员担任，开始试验前，试验负责人应对

全体试验人员详细布置试验中的安全注意事项。

- 4.1.3 试验需要拆线时，拆前应做好标记，接后应进行检查。
- 4.1.4 试验装置的金属外壳应可靠接地；高压引线应尽量缩短，必要时用绝缘物支持牢固。
- 4.1.5 试验现场应装设遮栏或围栏，向外悬挂“止步，高压危险！”的标示牌，并派人看守。
- 4.1.6 试验需加高压时，加压前必须认真检查试验接线与仪表的开始状态，正确无误，通知有关人员撤离到安全区域，并取得试验负责人许可，方可加压。加压过程中应有人监护并呼唱。高压试验工作人员应穿绝缘鞋，在全部加压过程中，应精力集中，不得与他人闲谈，随时警戒异常现象发生。
- 4.1.7 变更接线或试验结束时，应首先断开试验电源，放电，并将升压设备的高压部分短路接地。
- 4.1.8 试验结束时，试验人员应拆除自装的试验引线和接地短路线，并对被试设备进行检查和清理现场。

## 4.2 危险点及预控措施

危险点及预控措施见表1。

表 1 危险点及预控措施

序号	工作内容	危险点	预控措施
1	试验前准备	把有故障的试验设备带到现场或遗漏设备	出发工作前应检查试验设备是否齐备、完好，是否在有效期内，对所需工器具应逐一清点核对

		<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 现场安全措施不能满足要求</li> <li>2) 工作负责人对工作任务和 安全措施交代不详尽、不清晰</li> <li>3) 走错间隔</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 工作负责人应在值班人员的带领 下核实工作地点、任务，确定现场安全 措施满足工作要求</li> <li>2) 工作负责人应在开始工作前向全 体工作成员交代清楚工作地点、工作任 务、已拉开的隔离开关和已合上的接地 开关的情况，检查安全围栏和标示牌等 安全措施，特别注意与临近带电设备的 安全距离，防止走错间隔</li> </ol>
		装设试验专用警示围栏，搬运 仪器、工具、材料时，与带电设 备安全距离不够	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 工作人员应注意现场环境，严禁 跨越安全围栏</li> <li>2) 搬运仪器、工具、材料时与带电 设备应保持足够的安全距离</li> </ol>
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 误接非检修电源</li> <li>2) 放置电源线时触及带电设 备</li> <li>3) 电源电压过高</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 检查电源是否为独立检修电源， 防止误跳运行设备</li> <li>2) 放置电源线时严禁将电源线抛起、 甩动，放置完成后电源线必须固定</li> <li>3) 在接上检修电源前用万用表测量 电源电压是否符合试验要求</li> <li>4) 接、拆电源，必须2人进行</li> </ol>
2	测量导电回路 电阻	触电	试验范围有带电部位时，应采取装设 隔离挡板等安全措施
3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 测量绝缘电 阻</li> <li>2) 交流耐压试 验</li> <li>3) 测量直流 1mA 下 <math>U_{1mA}</math> 和 75%<math>U_{1mA}</math> 下的 泄漏电流</li> <li>4) 检查放电计 数器动作情况</li> </ol>	人员误触碰带电的高压试验 引线	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 在加压之前清理无关人员，同时 对工作组成员交代安全注意事项</li> <li>2) 加压过程中设专人监护，并呼唱</li> <li>3) 试验结束后，确认试品已降压、 放电、接地后，再进行更换接线工作</li> </ol>
		高压试验引线松脱或对接地 体距离不够	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 绝缘杆应挂牢。高压试验引线必 须与被试品连接牢固，对接地体保持足 够的安全距离，必要时采用绝缘胶带固 定，防止松脱掉下</li> <li>2) 移动绝缘杆和试验引线时，必须 加强监护，注意与临近带电体保持足 够的安全距离</li> <li>3) 微安表处于高压端时，应固定牢 靠，高压引线要短，应用屏蔽导线，对 地保持足够的距离</li> </ol>

4	试验现场清理	1) 试验引线和临时接地线未拆除 2) 现场遗留工具	工作负责人在试验工作结束后进行认真检查，确认试验引线和临时接地线已拆除，现场无遗留工具和杂物
---	--------	-------------------------------	--

## 5 作业准备

### 5.1 工作人员的准备

5.1.1 电气试验人员一般不少于3人，其中工作负责人应由具有中级工及以上职称资质，且有从事相关工作3年及以上经验的人员担任。

5.1.2 专业技术要求：经过高压专业培训，掌握10kV高压开关柜（包括真空断路器、干式电流互感器、氧化锌避雷器）结构原理及相关试验仪器的使用，熟悉本作业指导书。

### 5.2 资料的准备

5.2.1 试验规程：**DL/T 596—2005** 电力设备预防性试验规程。

5.2.2 本作业指导书。

5.2.3 历次预防性试验报告。

5.2.4 试验记录。

### 5.3 仪器及工具的准备

仪器及工具的准备见表2。

表 2 仪器及工具的准备

序号	名称	数量	备注
1	试验警示围栏	若干	
2	标示牌	若干	
3	安全带	若干	
4	万用表	1 只	
5	便携式电源线架	若干	带漏电保护器
6	绝缘操作杆	若干	
7	绝缘绳、绝缘带	若干	

8	温湿度计	1 支	
9	计算器	1 个	
10	工具箱	1 个	
11	试验测试线（绝缘导线、接地线等）	若干	
12	绝缘放电棒	若干	
13	直流高压发生器	1 台	一般采用40~60kV直流高压发生器
14	整流电源型兆欧表（俗称电动摇表）	1 只	输出电压：500V、1000V、2500V、5000V
15	回路电阻测试仪	1 台	输出电流：不小于100A
16	交流耐压试验装置	1 套	输出电压 50kV，容量不低于 2kVA
17	放电计数器校验仪	1 台	
18	试验记录	若干	

## 6 作业周期

作业周期及要求见表3。

表 3 作业周期及要求

序号	项目	周期	要求	说明
1	开关柜 绝缘电阻	1) 1~3年 2) 大修后 3) 必要时	1) 开关柜绝缘电阻应符合 制造厂规定 2) 各元件按以下要求考核： 真空断路器断口和有机物 制成的提升杆的绝缘电阻大 修后不低于1000MΩ；运行中 不应低于300MΩ 避雷器本体绝缘电阻不小 于1000MΩ，底座绝缘电阻不 小于5MΩ 干式电流互感器一次绕组 对地的绝缘电阻与出厂值及 历次数据比较，不应有显著变 化	1) 采用2500V兆欧表 2) 必要时，如怀疑绝缘不 良时

2	交流耐压试验(主回路对地、相间及断口)	1) 1~3年 2) 大修后 3) 必要时	试验电压值按出厂试验电压值的0.8倍	1) 更换或干燥后的绝缘提升杆必须进行耐压试验 2) 相间、相对地及断口的耐压值相同 3) 12kV等级运行中有如下情况的, 耐压值为28kV: —中性点有效接地系统 —进口开关设备其绝缘水平低于42kV 4) 必要时, 如怀疑绝缘不良时
3	断路器、隔离开关及隔离插头的导电回路电阻	1) 1~3年 2) 大修后 3) 必要时	1) 大修后应符合制造厂规定 2) 运行中应不大于制造厂规定值的1.5倍	1) 用直流压降法测量, 电流不小于100A 2) 必要时, 如怀疑接触不良时 3) 隔离开关和隔离插头回路电阻的测量在有条件时进行
4	检查放电计数器动作情况	1) 每年雷雨季前 2) 必要时	测试 3~5 次, 均应正常动作, 测试后计数器指示应调到“0”	
5	直流 1mA 电压 $U_{1mA}$ 及 $0.75U_{1mA}$ 下的泄漏电流	1) 每年雷雨季前 2) 必要时	1) 不低于 GB11032 规定值 2) $U_{1mA}$ 实测值与初始值或制造厂规定值比较, 变化不应大于 $\pm 5\%$ 3) $0.75U_{1mA}$ 下的泄漏电流不应大于 $50\mu A$	1) 要记录环境温度和相对湿度, 测量电流的导线应使用屏蔽线 2) 初始值系指交接试验或投产试验时的测量值 3) 避雷器怀疑有缺陷时应同时进行交流试验
注: 真空灭弧室真空度的测量用断口耐压代替。辅助回路和控制回路的绝缘电阻、辅助回路和控制回路的交流耐压、操作机构合闸接触器和分合闸电磁铁的动作电压、干式电流互感器二次绕组的绝缘电阻和交流耐压等项目结合二次设备定检进行。				

## 7 工期定额

本项作业工作时间为1天/间隔。

## 8 设备主要参数

设备主要参数见附录A。

## 9 作业流程

作业流程图见图1。

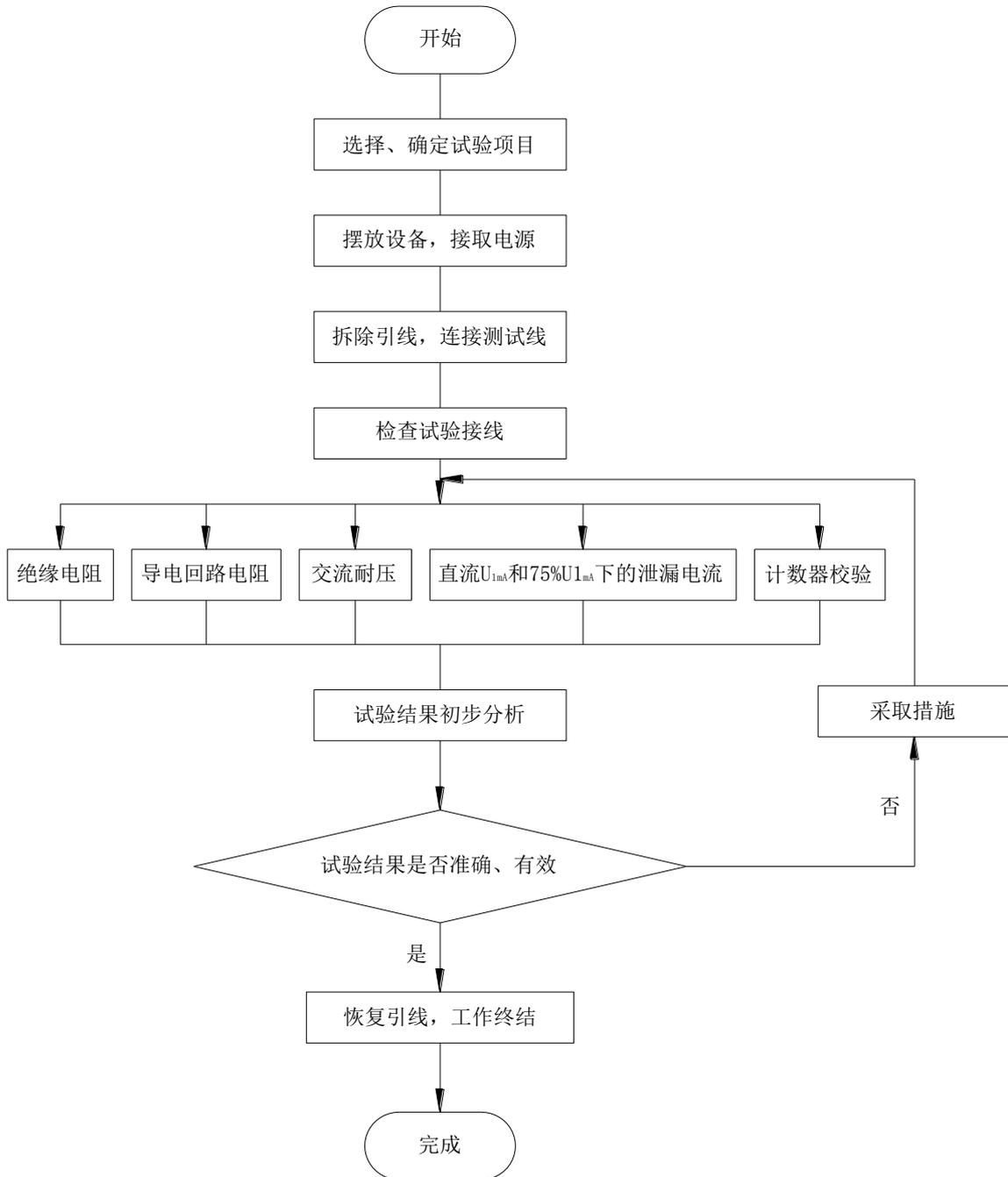


图 1 作业流程图

## 10 作业项目、工艺要求和质量标准

本作业指导书规范的作业项目、工艺要求包括表5测量导电回路电阻、表6测量绝缘电阻、表7检查避雷器放电计数器动作情况、表8测量避雷器直

流1mA电压 $U_{1mA}$ 及 $0.75U_{1mA}$ 下的泄漏电流、表9交流耐压试验5项内容、各项质量标准见表3中要求、说明栏。

### 10.1 试验前准备工作

试验前准备工作见表4。

**表 4 试验前准备工作**

序号	工作内容	操作及工艺	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下进入工作现场，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	工作负责人应在值班人员的带领下检查工作地点、已拉开的隔离开关、已合上的接地开关等情况
2	现场安全、技术措施交底	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，并交待现场安全措施及注意事项	1) 工作任务和 安全措施交待是否详尽、清晰 2) 防止走错间隔	工作负责人应在工作开始前向全体工作成员交代清楚工作地点、工作任务、已拉开的隔离开关和已合上的接地开关的情况，检查安全围栏和标示牌等安全措施，特别注意与临近带电设备的安全距离，防止走错间隔
3	试验准备	1) 搬运仪器、工具、材料等 2) 在试验现场四周装设试验专用警示围栏 3) 可靠连接试验所需接地线 4) 检查试品，应可靠接地 5) 抄录被试设备铭牌 6) 记录现场环境温度、湿度	搬运仪器、工具、材料时与带电设备应保持足够的安全距离	1) 工作人员应注意现场环境，严禁跨越安全围栏 2) 搬运仪器、工具、材料时与带电设备应保持足够的安全距离
4	接取试验电源	使用符合安全要求的电源线架，将电源线从试验地点拉至检修电源箱，接取电源	1) 防止误接非检修电源 2) 检查电源电压是否过高或断相	1) 检查电源是否为独立检修电源，防止误跳运行设备 2) 在接取试验电源前用万用表测量电源电压是否符合试验要求

## 10.2 测量导电回路电阻

测量导电回路电阻见表5（以测量真空断路器为例）。

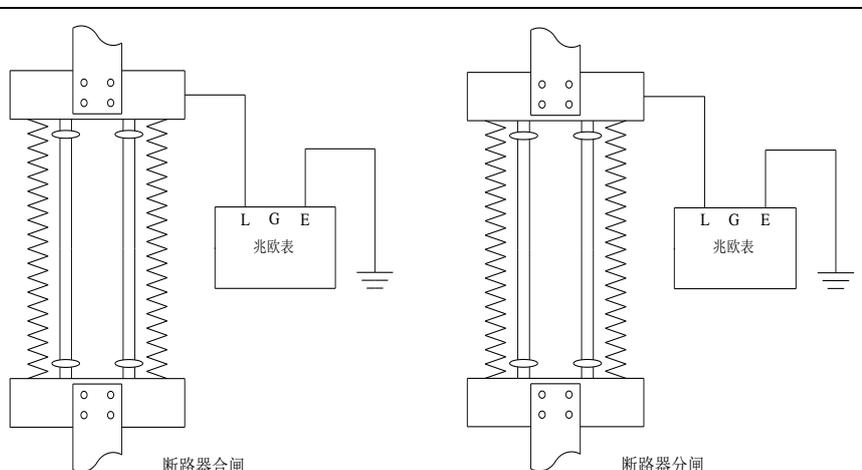
表 5 测量导电回路电阻

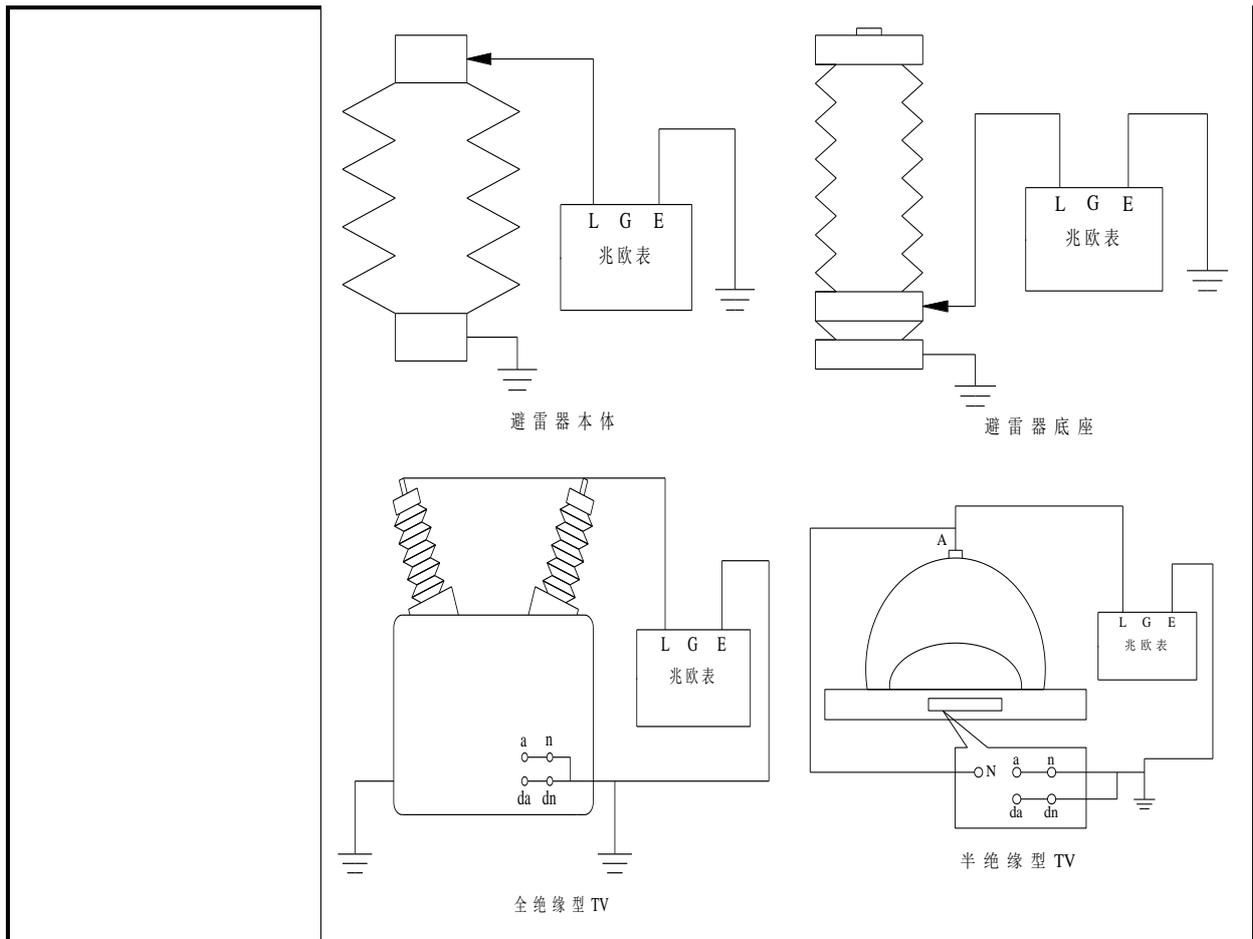
序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放回路电阻测试仪, 连接测试线	将回路电阻测试仪接地端可靠接地, 参考试验接线示意图, 通过专用引线和被试真空断路器连接, 电压测量线应在电流输出线内侧	1) 接线应正确、连接应牢固、可靠, 保证接触良好 2) 防止感应电伤人, 损坏试验设备	1) 将被试真空断路器一端接地, 减小感应电的影响 2) 检查被试真空断路器应在合闸状态 3) 使用专用测试线, 认真检查测试线的连接 4) 必要时用砂纸打磨
2	开始测量, 读取并记录测量结果	启动测试仪开始测量, 待测量值稳定, 仪器指示无变化时, 记录测量电阻值	1) 注意测试电流输出值的大小 2) 测量值是否稳定	1) 测试电流输出值不小于100A 2) 保证足够的稳定时间
3	停止测量	停止测量	注意测量回路未放电, 或放电不彻底会危及人身安全、损坏测试设备	必须等待测试仪显示已完全放电才能断开测试回路, 进行后续工作
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏		
试验接线示意图				

### 10.3 测量绝缘电阻

测量绝缘电阻见表6。

表 6 测量绝缘电阻

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放兆欧表、兆欧表检查	选择合适位置，将兆欧表水平放稳，试验前对兆欧表本身进行检查	1) 兆欧表摆放位置应安全，摆放应水平、稳固 2) 兆欧表检查	1) 兆欧表摆放位置应安全、应水平放稳 2) 试验前对兆欧表进行“短路”、“开路”测试检查
2	连接测试线和接地线	参考试验接线示意图，将兆欧表的接地端与被试品的接地端连接，将带屏蔽的连接线接到被试品的高压端（必要时接上屏蔽环）	1) 连接应牢固、可靠 2) 防止测试线绝缘不良 3) 兆欧表的输出端不能接错	1) 检查被试品状态 2) 试验用的导线应使用绝缘护套线或屏蔽线 3) 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
3	开始测量，读取并记录测量结果	启动兆欧表开始测量，记录60s 时的测量值	1) 保持直流输出电压稳定 2) 注意读数时间正确	1) 防止绝缘电阻低，导致端电压降低 2) 注意仪表指示测量时间应正确
4	停止测量，短路放电并接地	停止测量，放电并接地（对带保护的整流电源型兆欧表，否则应先断开接至被试品高压端的连接线，然后停止测量）	确保已彻底放电，防止充电电荷放电损坏兆欧表、造成人身伤害	注意仪表显示已放电完毕，才将被试品短路接地
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏		
试验接线示意图				

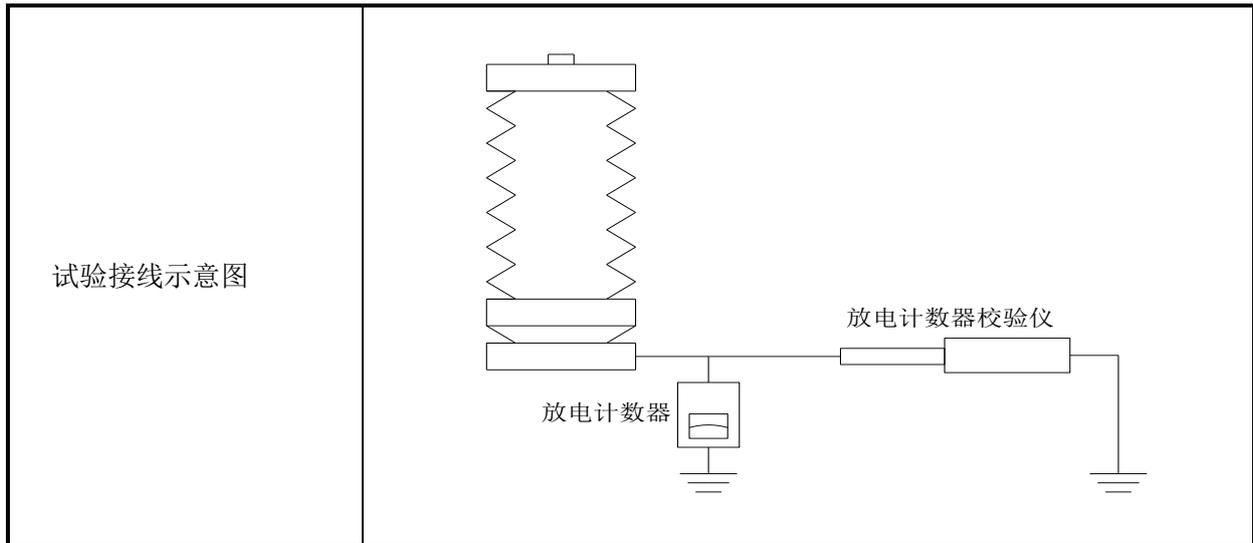


### 10.4 检查避雷器放电计数器动作情况

检查避雷器放电计数器动作情况见表7

表 7 检查避雷器放电计数器动作情况

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	用放电计数器校验仪检查放电计数器动作情况	用放电计数器校验仪对放电计数器放电3~5次，计数器应可靠动作		
2	停止测量，将测试仪放电完毕后收好	关闭仪器电源并放电完全	放电计数器校验仪残余电荷伤人	每次试验完成后，须将放电计数器校验仪放电完全
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏。		

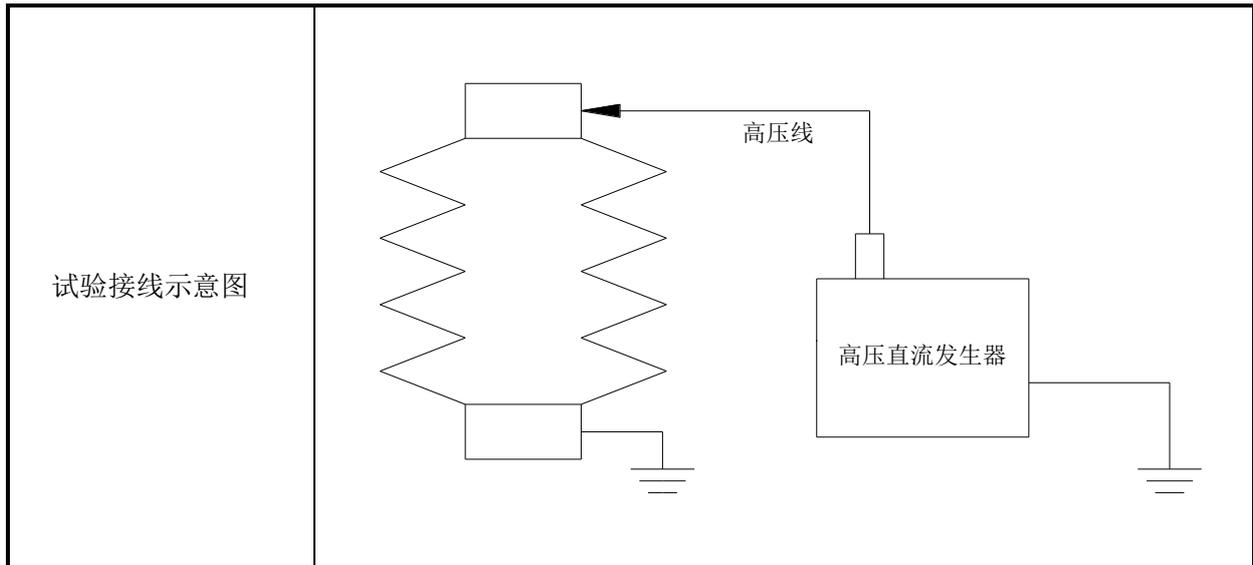


### 10.5 测量避雷器直流 1mA电压 $U_{1mA}$ 及 0.75 $U_{1mA}$ 下的泄漏电流

测量避雷器直流 1mA电压 $U_{1mA}$ 及 0.75 $U_{1mA}$ 下的泄漏电流见表8。

表 8 测量避雷器直流 1mA电压 $U_{1mA}$ 及 0.75 $U_{1mA}$ 下的泄漏电流

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放直流发生器，将仪器接地	选择合适位置将直流发生器平稳放置，将仪器接地端可靠接地	注意预留高压引线的走向以及与被试避雷器连接的角度满足要求	仪器放置应安全、平稳，保证预留高压引线的走向以及与被试避雷器连接的角度满足要求
2	按相应的试验方法布置试验接线	参照试验接线示意图与仪器使用说明书，通过试验专用连接线按相应的试验方法布置试验接线	1) 防止接线错误 2) 注意外部的电磁干扰影响测试结果	1) 认真对照接线示意图检查 2) 高压引线选用屏蔽线，长度和角度合适，保持与邻近物体和接地部位有足够的绝缘距离
3	开始测量，读取并记录测量结果	启动直流发生器进行测量，读取并记录测量结果	注意升降压速度保持匀速	注意升降压速度保持匀速，避免上升过快，电流超量程
4	停止测量，断开直流发生器电源，将试验回路的高压端短路放电并接地	停止测量，断开直流发生器电源，短路放电并接地	确保已彻底放电，防止设备、人身伤害	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
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏。		



### 10.6 交流耐压试验

交流耐压试验见表9。

表 9 交流耐压试验

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	摆放仪器、接地	选择合适位置将工频耐压装置平稳放置，将接地端可靠接地	1) 注意预留高压引线的走向以及与被试断路器连接的角度满足要求 2) 注意试验变压器和高压引线周围带电体和接地体保持足够的安全距离	1) 仪器放置应安全、平稳，保证预留高压引线的走向以及与被试断路器连接的角度满足要求 2) 试验变压器和高压引线与周围带电体和接地体的安全距离足够
2	连接高压线、测试线和接地线	参考试验接线示意图，正确连接高压引线和接地线	1) 连接应牢固、可靠 2) 防止接线错误 3) 注意高压引线与周围带电体、接地部位距离	1) 检查被试断路器状态 2) 认真对照接线示意图检查 3) 高压引线长度合适，布局合理，保持与邻近物体有足够的绝缘距离
3	施加试验电压	1) 试验过程中应观察仪表变化情况，如试品出现闪络、冒烟、击穿等异常情况，应立即降压，做好安全措施并进行检查，根据检查情况确定重新	1) 防止加压时精神不集中 2) 注意选择正确的试验电压，避免损坏被试设备	1) 加强全过程监护 2) 按要求选择正确的试验电压

		试验或终止试验 2) 读取并记录测量数据及试验电压、加压时间		
4	停止测量，断开电源，将试验回路的高压端短路放电并接地	停止测量，断开电源，短路放电并接地	确保已彻底放电，防止设备、人身伤害	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
根据相关试验规程对测试结果进行判断		见表3中要求、说明栏。		
试验接线示意图		<p>220V 交流电源</p> <p>交流耐压升压器</p> <p>升压TV及电压表</p> <p>输入 测量</p> <p>输入 测量</p> <p>主回路对地、相间（分相三次进行）</p> <p>开关处于合闸状态</p> <p>开关处于分闸状态</p> <p>断口（三相一起进行）</p>		

### 10.7 试验终结

试验终结见表10。

表 10 试验终结

序号	工作内容	操作及工艺	质量控制点	控制措施
1	检查试验结果	检查各项试验项目、数据是否齐全、数据记录是否准确，工作负责人及各试验人员在现场试验记录本上签名确认		

2	恢复被试设备的引线	用专用工具恢复被试设备的引线	注意作业安全	对照危险点分析内容，采取相应防范措施
3	拆除试验电源，清理、撤离现场	拆除试验电源，将仪器、工具、材料等搬离现场	注意作业安全	对照危险点分析内容，采取相应防范措施
4	结束工作	向运行人员办理工作终结手续，会同运行人员赴现场检查，确认已恢复试验前状态，已清理工作现场		

## 11 作业中可能出现的主要异常现象及对策

作业中可能出现的主要异常现象及对策见表11。

表 11 作业中可能出现的主要异常现象及对策

序号	工作内容	主要异常现象	处理对策
1	测量导电回路电阻	测试数据异常	1) 采用专用的测试线，检查测试线的连通是否良好 2) 测试线与被试设备的连接要牢固可靠 3) 电压测试夹在电流测试夹的内侧 4) 用砂纸打磨清理测试夹与被试设备的接触面 5) 操作断路器（隔离开关）数次，消除接触电阻影响 6) 选用合适的电流档测量，实际输出电流不小于100A 7) 选用另一台仪器做对比试验
2	绝缘电阻测试	测试数据异常	1) 采用专用屏蔽型测试线 2) 采取清抹、屏蔽等措施，重新测试 3) 调整测试线与接地部分的距离 4) 判断是否因湿度造成外绝缘对测量结果影响很大，考虑在湿度相对较小的时段（如午后）进行测量
3	交流耐压试验	试验过程发生闪络、放电异常、击穿	1) 高压测量引线对地绝缘距离是否足够，应保持足够的安全距离 2) 试品内部发生放电，应停止试验，检查试验设备是否损害，检查试品是否损坏，查找放电点 3) 判断是否因湿度造成，清抹外绝缘，考虑在湿度相对较小的时段（如午后）进行试验 4) 进行第二次耐压试验，如试品仍放电，则试验不通过

4	直流 1mA 电压 U <sub>1mA</sub> 和 75%U <sub>1mA</sub> 的泄漏电流测试	测试数据异常	1) 采用专用屏蔽型测试线 2) 采取清抹、屏蔽等措施，重新测试 3) 判断是否因湿度造成，清抹外绝缘，考虑在湿度相对较小的时段（如午后）进行试验
5	检查放电计数器 动作情况	放电计数器不动 作	1) 放电计数器校验仪充电时间要足够 2) 检查放电计数器校验仪电量是否足够 3) 检查放电计数器校验仪是否质量有问题 4) 用放电计数器校验仪检验不动作的，可尝试用小电容充电再对放电计数器放电的方法 5) 各种方法都不动作的情况可考虑更换

## 12 作业后的验收与交接

工作组成员在现场试验记录上签名。

工作负责人填写变电站试验检修现场记录本，由运行人员签名确认。

工作负责人和运行人员结束工作时在工作票上签名确认。

## 附录 A

### (规范性附录)

### 10kV 出线开关间隔试验记录

安装地点: \_\_\_\_\_ 名称: \_\_\_\_\_ 运行编号: \_\_\_\_\_ 试验条件: \_\_\_\_\_ (不拆线)  
 试验性质: \_\_\_\_\_ (预试) \_\_\_\_\_ 试验日期: \_\_\_\_\_ 年 月 日 天气: \_\_\_\_\_ (晴、阴、雨) \_\_\_\_\_ 温度: \_\_\_\_\_ °C 湿度: \_\_\_\_\_ %

设备规范	额定电压	型 号	制造厂家	出厂编号	出厂日期
	kV				

#### 1、真空断路器

型 号	额定电压	额定电流	开断电流	出产厂家	出厂日期	出厂编号
	kV	A	kA			

#### 试验数据

##### 1.1 导电回路电阻 (μΩ)

测量相别	A相	B相	C相
测量值			

仪表规范： \_\_\_\_\_

备 注： \_\_\_\_\_

1.2 相对地及相间绝缘试验（（连/不连）电流互感器）

相别	绝缘电阻 MΩ		试验电压	试验结果
	耐压前	耐压后		<u>（通过/不通过）</u>
A				
B				
C				

仪表规范： \_\_\_\_\_

备 注： \_\_\_\_\_

1.3 断口绝缘试验

相别	绝缘电阻 MΩ		试验电压	试验结果
	耐压前	耐压后		<u>（通过/不通过）</u>
A				
B				
C				

仪表规范：\_\_\_\_\_

备 注：\_\_\_\_\_

2、氧化锌避雷器（有/无）

型号	额定电压	生产厂家	持续运行电压	$U_{N1mA}$	出厂日期
	kV		kV	kV	

试验数据：

相别	出厂编号	$U_{1mA}$ kV	$I_{0.75U_{1mA}}$ $\mu A$	本体 绝缘电阻 M $\Omega$	底座 绝缘电阻 M $\Omega$	计数器（有/无）
A相						_____ → _____ 结论 <u>（正常/不正常）</u>
B相						_____ → _____ 结论 <u>（正常/不正常）</u>
C相						_____ → _____ 结论 <u>（正常/不正常）</u>

仪表规范：\_\_\_\_\_

备 注：\_\_\_\_\_

结 论：\_\_\_\_（合格、不合格、缺陷、待查）\_\_\_\_

工作结束前检查：自装安全围栏和短路接地线已拆除并无遗留工具和测试线。

检查人：\_\_\_\_\_

试验说明：

工作负责人：

试验人员：

记录人：