

电气试验专业作业指导书

XXX 电力公司

2004 年 9 月

目 录

1. 避雷器电气试验标准化作业指导书（试行）
2. 变压器及电抗器电气试验标准化作业指导书（试行）
3. 电缆电气试验标准化作业指导书（试行）
4. 电容器电气试验标准化作业指导书（试行）
5. 互感器电气试验标准化作业指导书（试行）
6. 电缆电气试验标准化作业指导书（试行）
7. 绝缘油与六氟化硫气体试验作业指导书（试行）
8. 开关设备电气试验标准化作业指导书（试行）
9. 母线电气试验标准化作业指导书（试行）
10. 套管电气试验标准化作业指导书（试行）

避雷器电气试验标准化作业指导书（试行）

一、 适用范围

本作业指导书适用于避雷器交接或预试工作。

二、 引用得标准与规程

DLT596-1996《电力设备预防性试验规程》

DL408-91《电业安全工作规程》（发电厂与变电所电气部分）

《重庆市电力公司电气设备试验规程》

三、 试验设备、仪器及有关专用工具

1. 交接及大修后试验所需仪器及设备材料：

序号	试验所用设备（材料）	数量	序号	试验所用设备（材料）	数量
----	------------	----	----	------------	----

1	高压直流发生器	1 台	7	绝缘板	1 块
2	泄漏电流测试仪	1 套	8	温湿度计	1 个
3	工频升压设备	1 只	9	小线箱（各种小线夹及短线	1 个
4	兆欧表（2500V）	1 只	10	常用工具	1 套
5	放电计数器测试棒	1 套	11	常用仪表（电压表、万用表）	1 套
6	电源盘及刀闸板	2 副	12	前次试验报告	1 本

2. 预防性试验所需仪器及设备材料：

序号	试验所用设备（材料）	数量	序号	试验所用设备（材料）	数量
1	高压直流发生器	1 台	7	温湿度计	1 个
2	工频升压设备	1 套	8	小线箱（各种小线夹及短线	1 个
3	兆欧表（2500V）	1 只	9	常用工具	1 套
4	放电计数器测试棒	1 只	10	常用仪表（电压表、万用表）	1 套
5	电源盘及刀闸板	1 套	11	前次试验报告	1 本
6	绝缘板	1 块			

四、 安全工作得一般要求

- 1、 必须严格执行 DL409-1991《电业安全工作规程》及市公司相关安全规定。
- 2、 现场工作负责人负责测试方案得制定及现场工作协调联络与监督。

五、 试验项目

1. 绝缘电阻得测量

1、 1 试验目得

测量避雷器得绝缘电阻，目得在于初步检查避雷器内部就是否受潮；有并联电阻者可检查其通、断、接触与老化等情况。

1、 2 该项目适用范围

10kV 及以上避雷器交接、大修后试验与预试。

1、 3 试验时使用得仪器

35kV 及以下得用 2500V 兆欧表；对 35kV 及以上得用 5000V 兆欧表；低压得用 500V 兆欧表测量。

1、 4 测量步骤

- 1、 4、 1 断开被试品得电源，拆除或断开对外得一切连线，将被试品接地放电。放电时

应用绝缘棒等工具进行，不得用手碰触放电导线。

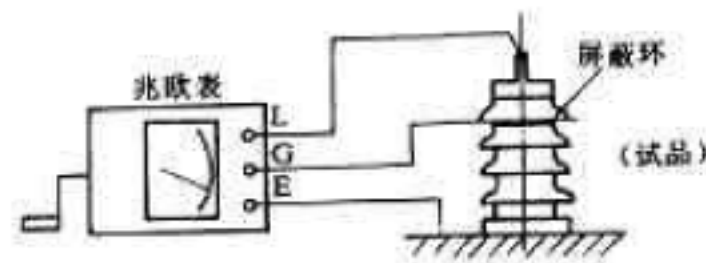


图 1 测量避雷器绝缘电阻接线图

1、4、2 用干燥清洁柔软得布擦去被试品外绝缘表面得脏污，必要时用适当得清洁剂洗净。

1、4、3 兆欧表上得接线端子“E”就是接被试品得接地端得，“L”就是接高压端得，“G”就是接屏蔽端得。应采用屏蔽线与绝缘屏蔽棒作连接。将兆欧表水平放稳，当兆欧表转速尚在低速旋转时，用导线瞬时短接“L”与“E”端子，其指针应指零。开路时，兆欧表转速达额定转速其指针应指“ ∞ ”。然后使兆欧表停止转动，将兆欧表得接地端与被试品得地线连接，兆欧表得高压端接上屏蔽连接线，连接线得另一端悬空(不接试品)，再次驱动兆欧表或接通电源，兆欧表得指示应无明显差异。然后将兆欧表停止转动，将屏蔽连接线接到被试品测量部位。

1、4、4 驱动兆欧表达额定转速，或接通兆欧表电源，待指针稳定后(或 60s)，读取绝缘电阻值。

1、4、5 读取绝缘电阻后，先断开接至被试品高压端得连接线，然后再将兆欧表停止运转。

1、4、6 断开兆欧表后对被试品短接放电并接地。

1、4、7 测量时应记录被试设备得温度、湿度、气象情况、试验日期及使用仪表等。

1、5 影响因素及注意事项

1、5、1 试品温度一般应在 10~40℃ 之间。

1、5、2 绝缘电阻随着温度升高而降低，但目前还没有一个通用得固定换算公式。温度换算系数最好以实测决定。例如正常状态下，当设备自运行中停下，在自行冷却过程中，可在不同温度下测量绝缘电阻值，从而求出其温度换算系数。

1、6 测量结果得判断

FS (PBII, LX) 型交接时 $>2500\text{M}\Omega$ ，运行中 $>2000\text{M}\Omega$ ；FZ (PBC, LD)、FCZ 与 FCD 型等有分流电阻得避雷器，主要应与前一次或同一型式得测量数据进行比较；氧化锌避雷器 35kV 以上不小于 $2500\text{M}\Omega$ ，35kV 及以下不小于 $1000\text{M}\Omega$ 。底座绝缘电阻不小于 $100\text{M}\Omega$ 。

2. 电导电流与直流 1mA 下得电压 U_{1mA} 得测量

2、1 试验目得

试验目得就是检查避雷器并联就是否受潮、劣化、断裂，以及同相各元件得 α 系数就是否相配；对无串联间隙得金属氧化物避雷器则要求测量直流 1mA 下得电压及 75%该电压下得泄漏电流。

2、2 该项目适用范围

10kV 及以上避雷器交接、大修后试验与预试。

2、3 试验时使用得仪器

高压直流发生器、微安表

2、4 测量步骤

2、4、1 避雷器地端接地，高压直流发生器输出端通过微安表与避雷器引线端相连，如图 2 所示。

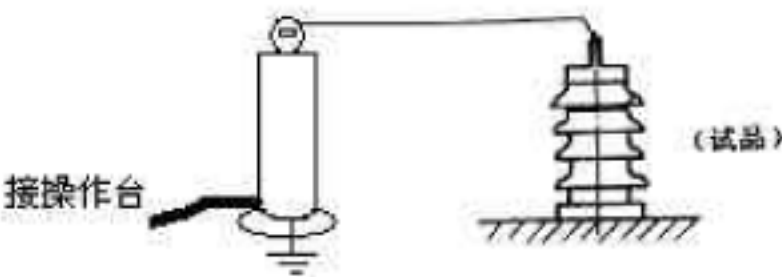


图 2 避雷器泄漏电流测试接线图

2、4、2 首先检查升压旋钮就是否回零，然后合上刀闸，打开操作电源，逐步平稳升压，升压时严格监视泄漏电流，当要到 1mA 时，缓慢调节升压按钮，使泄漏电流达到 1mA，此时马上读取电压，然后降压至该电压得 75%，再读取此时得泄漏电流。

2、4、3 迅速调节升压按钮回零，断开高压通按钮，断开设备电源开关，拉开电源刀闸，对被试设备与高压发生器放电。

2、4、4 测量时应记录被试设备得温度、湿度、气象情况、试验日期及使用仪表等。

2、5 影响因素及注意事项

对不同温度下测量得普通阀型或磁吹型避雷器电导电流进行比较时，需要将它们换算到同一温度。经验指出，温度每升高 10℃，电流增大 3%~5%，可参照换算。

2、6 测量结果得判断

2、6、1 对不同温度下测量得普通阀型或磁吹型避雷器电导电流进行比较时，需要将它们换算到同一温度。经验指出，温度每升高 10℃，电流增大 3%~5%，可参照换算。

额定电压（千伏）	3	6	10
----------	---	---	----

直流试验电压（千伏）	4	7	11
泄漏电流（微安）	≤10	≤10	≤10

2、6、2 FZ（PBC，LD）型有分流电阻得避雷器得各元件直流试验电压与电导电流标准及同相各节间非线性系数差值，同相各节电导电流最大相差值（%）标准如下：

（20℃时）

元件额定电压（千伏）	3	6	10	15	20	30	
直流试验电压 （千伏）	U ₂			8	10	12	
	U ₁	4	6	10	16	24	
U ₂ 时电	上限	650	650	650	650	650	
导电流 （微安）	下 限	交接	400	400	400	400	
		运行	300	300	300	300	
同相各节间电导电流最大相差 %					25	30	
同相各节间非线性系数α 得差值，交接时不应大于 0、04 运行中不大于 0、05							

$$\text{电导电流最大相差 } (\%) = \frac{I_{m \max} - I_{m \min}}{I_{m \max}} \times 100\%$$

$$\alpha = \lg \frac{U_1}{U_2} / \lg \frac{I_1}{I_2}$$

I₁、I₂ 分别为电压 U₁、U₂ 时测得得电导电流

$$\Delta \alpha = \alpha_1 - \alpha_2$$

2、6、3 氧化锌避雷器试验标准如下：

U_{1mA} 值与初始值或与制造厂给定值相比较，变化应不大于±5%，0、75U_{1mA} 下得泄漏电流不大于 50μ A。

3. 测量工频放电电压

3、1 试验目得

测量工频放电电压，就是 FS 避雷器与有串联间隙金属氧化物避雷器得必做项目，其试验得目得，就是检查间隙得放电电压就是否符合要求。

3、2 该项目适用范围

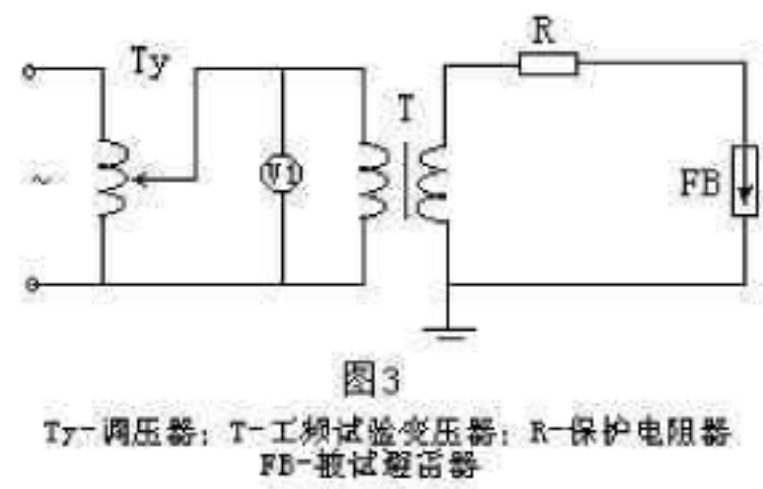
10kV 及以上避雷器交接、大修后试验与预试。

3、3 试验时使用得仪器

电压表、电流表、调压器、试验变压器

3、4 测量步骤

3、4、1 工频放电试验接线与一般工频耐压试验接线相同，接线如图 3 所示。



3、4、2 试验电压得波形应为正弦波，为消除高次谐波得影响，必要时调压器得电源取线电压或在试验变压器低压侧加滤波回路。对有串联间隙得金属氧化物避雷器，应在被试避雷器下端串接电流表，用来判别间隙就是否放电动作。

3、4、3 图 3 中得保护电阻器 R，就是用来限制避雷器放电时得短路电流得。对不带并联电阻得 FS 型避雷器，一般取 0、1~0、5 Ω /V，保护电阻不宜取得太大，否则间隙中建立不起电弧，使、测得得工频放电电压偏高。

3、4、4 有串联间隙得金属氧化物避雷器，由于阀片得电阻值较大，放电电流较小，过流跳闸继电器应调整得灵敏些。调整保护电阻器，将放电电流控制在 0、05~0、2A 之间，放电后在 0、2S 内切断电源。

3、5 影响因素及注意事项

试验时，升压不能太快，以免电压表由于机械惯性作用读不准。应读取避雷器击穿时电压下降前得最高电压值，作为避雷器得放电电压。一般一只避雷器做 3 次试验，取平均值作为工频放电电压。

3、6 测量结果得判断

FS（PBII，LX）型得工频放电电压在下列范围内：

额定电压（千伏）		3	6	10
放电电压 （千伏）	新装及大修后	9~11	16~19	26~31
	运行中	8~12	15~21	23~33

4. 测量运行电压下得交流泄露电流

4、1 试验目得

监测金属氧化物避雷器，判断就是否出现故障保障避雷器得安全运行。

4、2 该项目适用范围

110kV 及以上避雷器交接试验。

4、3 试验时使用得仪器

泄漏电流测试仪

4、4 测量步骤

按照测试仪器接线方法，正确连接试验接线，一人接，一人检查，接线检查完毕后，进行交流泄漏电流得测试。

4、5 影响因素及注意事项

由于就是在运行中测量避雷器得泄露电流，因此应注意保持足够安全距离，监护人应提高警惕。

4、6 测量结果得判断

测量运行电压下得全电流、阻性电流或功率损耗，测量值与初始值比较，有明显变化时应加强监测，当阻性电流增加 1 倍时，应停电检查。

5. 测量工频参考电流下得工频参考电压

5、1 试验目的

工频参考电压就是无间隙金属氧化物避雷器得一个重要参数，它表明阀片得伏安特性曲线饱和点得位置。运行一定时期后，工频参考电压得变化能直接反映避雷器得老化、变质程度。

5、2 该项目适用范围

35kV 及以上避雷器交接试验。

5、3 试验时使用得仪器

电压表、调压器、试验变压器、交流泄漏电流测试仪

5、4 测量原理接线图

如图 4 接好试验接线，然后逐步升压使测得得工频泄漏电流等于工频参考电流，此时读取输入电压求得避雷器两端所加电压，此电压就为工频参考电压。

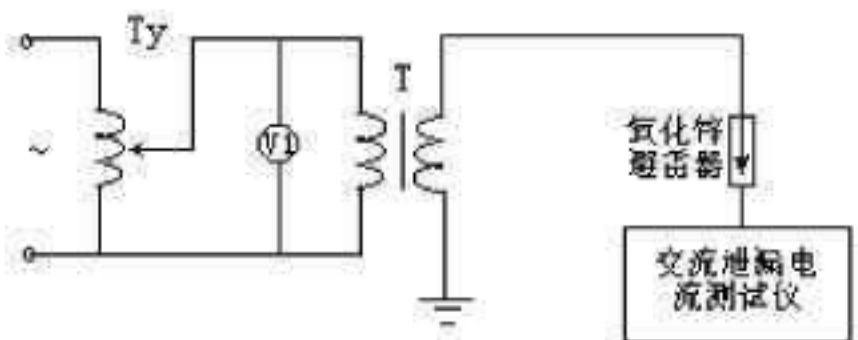


图4

Ty-调压器；T-工频试验变压器

5、5 影响因素及注意事项

测量时得环境温度应在 $20\pm 15^{\circ}\text{C}$ ，测量应每节单独进行，整相避雷器有一节不合格，应更换该节避雷器（或整相更换），使该相避雷器合格

5、6 测量结果得判断

判断得标准就是与初始值与历次测量值比较，当有明显降低时就应对避雷器加强监视，110kV 及以上得避雷器，参考电压降低超过 10%时，应查明原因，若确系老化造成得，宜退出运行。金属氧化物避雷器工频放电电压应符合 GB11032 或制造厂规定。

6. 检查放电计数器动作情况

6、1 试验目得

检查放电计数器就是否正常工作。

6、2 该项目适用范围

10kV 及以上避雷器交接、大修后试验与预试。

6、3 试验时使用得仪器

放电计数器测试棒

6、4 测量步骤

6、4、1 将测试棒得接地引线夹在计数器得接地端。

6、4、2 然后打开电源，等待几秒钟后，测试棒高压输出端迅速接触计数器与避雷器连接体，同时观察计数器就是否动作。

6、5 影响因素及注意事项

测试 3~5 次，均应正常动作，测试后计数器指示应调到“0”。

6、6 测量结果得判断

观察计数器就是否能正常动作。

变压器及电抗器电气试验标准化作业指导书（试行）

一、 适用范围

本作业指导书适应于电力变压器及电抗器交接、大修与预防性试验。

二、 引用得标准与规程

GB50150-91 《电气设备交接及安装规程》

DL/T596-1996 《电力设备预防性试验规程》

《重庆市电力公司电力设备试验规程》

三、 试验仪器、仪表及材料

1、 交接及大修后试验所需仪器及设备材料：

序号	试验所用设备（材料）	数量	序号	试验所用设备（材料）	数量
1	QJ42 型单臂、QJ44 型双臂电桥或直流电阻测试仪	1 套	8	倍频电源车、补偿电抗、局部放电测量系统	1 套
2	2500—5000V 手动或电动兆欧表	1 块	9	TDT 型变压器绕组变形测试系统	1 套
3	试验变压器、调压器、球隙、分压器、水阻等。	1 套	10	万用表、直流毫伏表、相位表、电压表、电流表、瓦特表、	若干
4	直流发生器、微安表	1 套	11	有载分接开关特性测试仪	1 套
5	调压器、升压变压器，电流互感器、电压互感器	1 套	12	电源线与试验接线、常用工具、干电池	若干
6	自动介损测试仪或 QS1 型西林电桥	1 套	13	绝缘杆、安全带、安全帽	若干
7	QJ35 型变比电桥或变比测试仪	1 套	14	温湿度计	1 只

2、 预防性试验所需仪器及设备材料：

序号	试验所用设备（材料）	数量	序号	试验所用设备（材料）	数量
1	QJ42 型单臂、QJ44 型双臂电桥或直流电阻测试仪	1 套	6	万用表、电压表、电流表	若干
2	2500—5000V 手动或电动兆欧表	1 块	7	有载分接开关特性测试仪	1 套
3	试验变压器、调压器、球隙、分压器、水阻等。（6-10KV 站变时需要）	1 套	8	电源线与试验接线、常用工具、干电池	若干
4	直流发生器、微安表	1 套	9	绝缘杆、安全带、安全帽	若干
5	自动介损测试仪或 QS1 型西林电桥	1 套	10	温湿度计	1 只

四、 安全工作得一般要求

- 1、 必须严格执行 DL409-1991《电业安全工作规程》及市公司相关安全规定。
- 2、 现场工作负责人负责测试方案得制定及现场工作协调联络与监督

五、 试验项目

1、 变压器绕组直流电阻得测量

1、 1 试验目的

检查绕组接头得焊接质量与绕组有无匝间短路；分接开关得各个位置接触就是否良好以及分接开关得实际位置与指示位置就是否相符；引出线有无断裂；多股导线并绕得绕组就是否有断股得情况；

1、 2 该项目适用范围

交接、大修、预试、无载调压变压器改变分接位置后、故障后；

即可计算出绕组得直流电阻，测量接线如图所示。

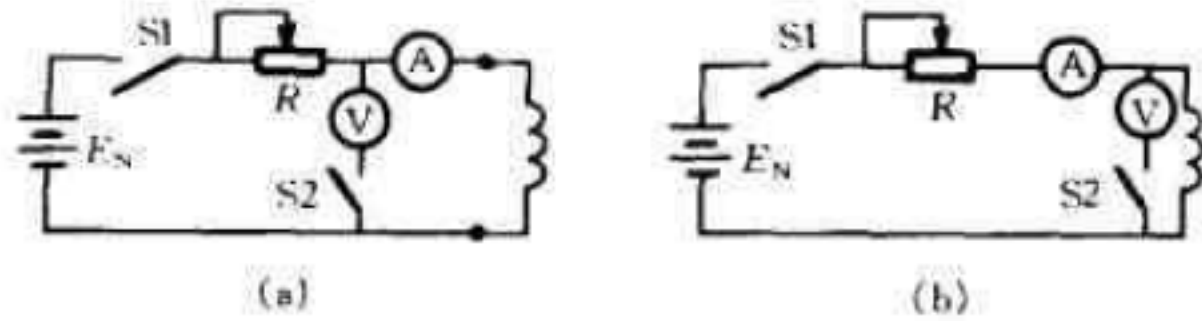


图 1-1 电流电压表法测量直流电阻原理图
(a) 测量大电阻 (b) 测量小电阻

测量时，应先接通电流回路，待测量回路得电流稳定后再合开关 S2，接入电压表。当测量结束，切断电源之前，应先断 S2，后断 S1，以免感应电动势损坏电压表。测量用仪表准确度应不低于 0.5 级，电流表应选用内阻小得电压表应尽量选内阻大得 4 位高精度数字万用表。当试验采用恒流源，数字式万用表内阻又很大时，一般来讲，都可使用图 1-1 (b) 得接线测量。

根据欧姆定律，由式 (1-1) 即可计算出被测电阻得直流电阻值。

$$R_x = U/I \quad (1-1)$$

R_x ——被测电阻 (Ω)
 U ——被测电阻两端电压降 (V);
 I ——通过被测电阻得电流 (A)。

电流表得导线应有足够得截面，并应尽量地短，且接触良好，以减小引线与接触电阻带来得测量误差。当测量电感量大得电阻时，要有足够得充电时间。

1、4、2 平衡电桥法

应用电桥平衡得原理测量绕组直流电阻得方法成为电桥法。常用得直流电桥有单臂电桥与双臂电桥两种。

单臂电桥常用于测量 1Ω 以上得电阻，双臂电桥适宜测量准确度要求高得小电阻。双臂电桥得测量步骤如下：

测量前，首先调节电桥检流计机械零位旋钮，置检流计指针于零位。接通测量仪器电源，具有放大器得检流计应操作调节电桥电气零位旋钮，置检流计指针于零位。

接入被测电阻时，双臂电桥电压端子 P1、P2 所引出得接线应比由电流端子 C1、C2 所引出得接线更靠近被测电阻。

测量前首先估计被测电阻得数值，并按估计得电阻值选择电桥得标准电阻 R_N 与适当得倍率进行测量，使“比较臂”可调电阻各档充分被利用，以提高读数得精度。测量时，先接通电流回路，待电流达到稳定值时，接通检流计。调节读数臂阻值使检流计指零。被测电阻按式 (1-2) 计算

$$\text{被测电阻} = \text{倍率} \times \text{读数臂指示} \quad (1-2)$$

如果需要外接电源，则电源应根据电桥要求选取，一般电压为 2~4V，接线不仅要注意极性正确，而且要接牢靠，以免脱落致使电桥不平衡而损坏检流计。

测量结束时，应先断开检流计按钮，再断开电源，以免在测量具有电感得直流电阻时其自感电动势损坏检流

得线圈电阻，整个测试过程由单片机控制，自动完成自检、过渡过程判断、数据采集及分析，它与传统得电桥测试方法比较，具有操作简便、测试速度快、消除认为测量误差等优点。使用得数字式直流电阻测量仪必须满足以下技术要求，才能得到真实可靠得测量值：

- (1) 恒流源得纹波系数要小于 0、1%（电阻负载下测量）。
- (2) 测量数据要在回路达到稳态时候读取，测量电阻值应在 5min 内测值变化不大于 0、5%。
- (3) 测量软件要求为近期数据均方根处理，不能用全事件平均处理。

1、5 试验结果得分析判断

1、5、1 1、6MVA 以上变压器，各相绕组电阻相互得差别不应大于三相平均值得 2%，无中性点引出得绕组，线间差别不应大于三相平均值得 1%；

1、5、2 1、6MVA 以下变压器，相间差别一般不大于三相平均值得 4%，线间差别一般不大于三相平均值得 2%；

1、5、3 与以前相同部位测得值比较，其变化不应大于 2%；

1、5、4 三相电阻不平衡得原因：分接开关接触不良，焊接不良，三角形连接绕组其中一相断线，套管得导电杆与绕组连接处接触不良，绕组匝间短路，导线断裂及断股等。

1、6 注意事项

1、6、1 不同温度下得电阻换算公式： $R_2=R_1(T+t_2)/(T+t_1)$ 式中 R_1 、 R_2 分别为在温度 t_1 、 t_2 时得电阻值， T 为计算用常数，铜导线取 235，铝导线取 225。

1、6、2 测试应按照仪器或电桥得操作要求进行。

1、6、3 连接导线应有足够得截面，长度相同，接触必须良好（用单臂电桥时应减去引线电阻）。

1、6、4 准确测量绕组得平均温度。

1、6、5 测量应有足够得充电时间，以保证测量准确；变压器容量较大时，可加大充电电流，以缩短充电时间。

1、6、6 如电阻相间差在出厂时已超过规定，制造厂已说明了造成偏差得原因，则按标准要求执行。

2、绕组绝缘电阻、吸收比或（与）极化指数及铁芯得绝缘电阻

2、1 试验目得

测量变压器得绝缘电阻，就是检查其绝缘状态最简便得辅助方法。测量绝缘电阻、吸收比能有效发现绝缘受潮及局部缺陷，如瓷件破裂，引出线接地等。

2、2 该项目适用范围

交接、大修、预试、必要时

2、3 试验时使用得仪器

2500—5000V 手动或电动兆欧表

2、4 试验方法

2、4、1 断开被试品得电源，拆除或断开

将火线接至被试品。

2、4、4 驱动兆欧表达额定转速，待指针稳定后，读取绝缘电阻得数值。

2、4、5 测量吸收比或极化指数时，先驱动兆欧表达额定转速，待指针指“ ∞ ”时，用绝缘工具将火线立即接至被试品上，同时记录时间，分别读取 15S 与 60S 或 10min 时得绝缘电阻值。

2、4、6 读取绝缘电阻值后，先断开接至被试品得火线，然后再将兆欧表停止运转，以免被试品得电容在测量时所充得电荷经兆欧表放电而损坏兆欧表，这一点在测试大容量设备时更要注意。此外，也可在火线端至被试品之间串入一只二极管，其正端与兆欧表得火线相接，这样就不必先断开火线，也能有效地保护兆欧表。

2、4、7 在湿度较大得条件下进行测量时，可在被试品表面加等电位屏蔽。此时在接线上要注意，被试品上得屏蔽环应接近加压得火线而远离接地部分，减少屏蔽对地得表面泄漏，以免造成兆欧表过载。屏蔽环可用保险丝或软铜线紧缠几圈而成。

2、4、8 测得得绝缘电阻值过低时，应进行解体试验，查明绝缘不良部位

2、5 试验结果得分析判断

(1) 绝缘电阻换算至同一温度下，与前一次测试结果相比应无明显变化；

(2) 吸收比（10~30℃范围）不低于 1、3 或极化指数不低于 1、5；

(3) 绝缘电阻在耐压后不得低于耐压前得 70%；

(4) 于历年数值比较一般不低于 70%。

测量铁芯绝缘电阻得标准：

(1) 与以前测试结果相比无显著差别，一般对地绝缘电阻不小于 50M Ω ；

(2) 运行中铁芯接地电流一般不大于 0、1A；

(3) 夹件引出接地得可单独对夹件进行测量。

2、6 注意事项

2、6、1 不同温度下得绝缘电阻值一般可按下式换算 $R_2=R_1 \times 1、5^{(t_1-t_2)/10}$ R_1 、 R_2 分别为温度 t_1 、 t_2 时得绝缘电阻。

2、6、2 测量时依次测量各线圈对地及线圈间得绝缘电阻，被试线圈引线端短接，非被试线圈引线端短路接地，测量前被试线圈应充分放电；测量在交流耐压前后进行。

2、6、3 变压器应在充油后静置 5 小时以上，8000kVA 以上得应静置 20 小时以上才能测量。

2、6、4 吸收比指在同一次试验中，60S 与 15S 时得绝缘电阻值之比，极化指数指 10 分钟与 1 分钟时得绝缘电阻值之比，220kV、120000kVA 及以上变压器需测极化指数。

2、6、5 测量时应注意套管表面得清洁及温度、湿度得影响。

5%~60%，试品电容 C_x 就是 30pF~0.4μF（当 C_N 为 50pF 时）。该电桥得测量误差就是： $\text{tg}\delta = 0.5\% \sim 3\%$ 时，绝对误差不大于 $\pm 0.3\%$ ； $\text{tg}\delta = 3\% \sim 60\%$ 时，相对误差不大于 $\pm 10\%$ 。被试品电容量 C_x 得测量误差不大于 $\pm 5\%$ 。如果工作电压高于 10kV，通常只能采用正接线法并配用相应电压得标准电容器。电桥也可降低电压使用，但灵敏度下降，这时为了保持灵敏度，可相应增加 C_N 得电容量（例如并联或更换标准电容器）。

3、4、1、2 接线方式

1、正接线法。所谓正接线就就是正常接线，如图 3-1 所示。在正接线时，桥体处于低压，操作安全方便。因不受被试品对地寄生电容得影响，测量准确。但这时要求被试品两极均能对地绝缘（如电容式套管、耦合电容器等），由于现场设备外壳几乎都就是固定接地得，故正接线得采用受到了一定限制。

2、反接线法。反接线适用于被试品一极接地得情况，故在现场应用较广，如图 3-2 所示。这时得高、低电压端恰与正接线相反，D 点接往高压而 C 点接地，因而称为反接线。在反接线时，电桥体内各桥臂及部件处于高电位，所以在面板上得各种操作都就是通过绝缘柱传动得。此时，被试品高压电极连同引线得对地寄生电容将与被试品电容 C_x 并联而造成测量误差，尤其就是 C_x 值较小时更为显著。

3、对角接线。当被试品一极接地而电桥又没有足够绝缘强度进行反接线测量时，可采用对角接线，如图 3-3 所示。在对角接线时，由于试验变压器高压绕组引出线回路与设备对地（包括对低压绕组）得全部寄生电容均与 C_x 并联，给测量结果带来很大误差。因此要进行两次测量，一次不接被试品，另一次接被试品，然后按式（3-1）计算，以减去寄生电容得影响。

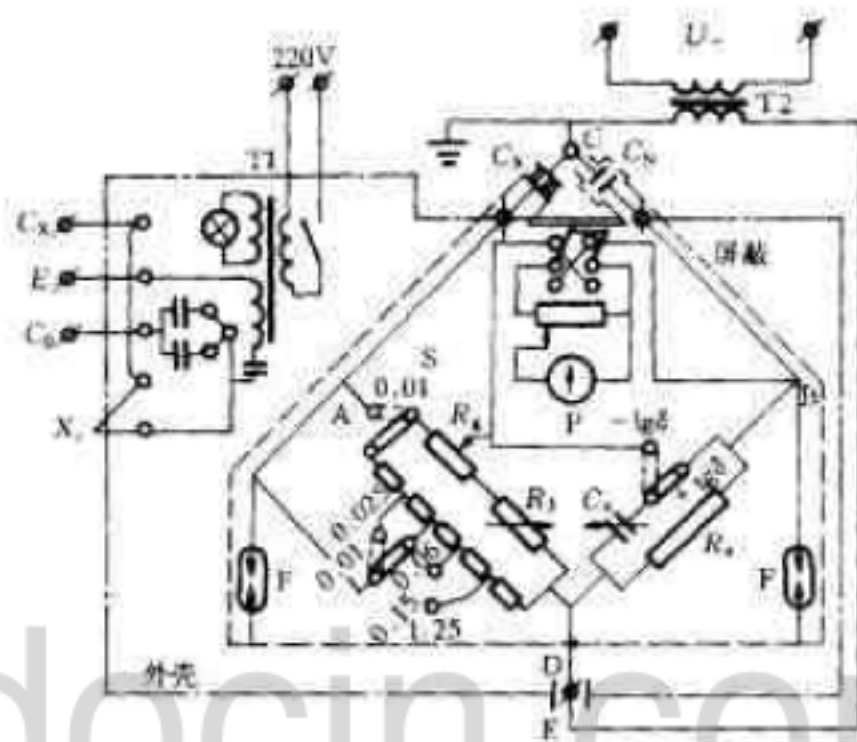


图 3-2 QS1 电桥全部原理接线图

$$\text{tg}\delta = (C_2 \text{tg}\delta_2 - C_1 \text{tg}\delta_1) / (C_2 - C_1) \quad (3-1)$$

$$C_x = (C_2 - C_1) \quad (3-2)$$

式中 $\text{tg}\delta_1$ ——未接人被试品时得测得值；
 $\text{tg}\delta_2$ ——接人被试品后得测得值；
 C_1 ——未接人被试品时测得得电容；
 C_2 ——接人被试品后测得得电容。

(4) 用 M 型试验器时试验电压自行规定

3、6 注意事项

3、6、1 采用反接法测量，加压 10kV，非被试线圈短路接地。

3、6、2 测量按试验时使用得仪器得有关操作要求进行。

3、6、3 应采取适当得措施消除电场及磁场干扰，如屏蔽法、倒相法、移相法。

3、6、4 非被试绕组应接地或屏蔽。

3、6、5 测量温度以顶层油温为准，尽量使每次测量得温度相近。

3、6、6 尽量在油温低于 50℃时测量，不同温度下得 $\text{tg}\delta$ 值一般可按下式换算

$$\text{tg}\delta_2 = \text{tg}\delta_1 \times 1.5^{(t_1 - t_2)/10}$$

式中 $\text{tg}\delta_1$ 、 $\text{tg}\delta_2$ 分别为温度 t_1 、 t_2 得 $\text{tg}\delta$ 值

4、交流耐压

4、1 试验目的

工频交流（以下简称交流）耐压试验就是考验被试品绝缘承受各种过电压能力得有效方法，对保证设备安全运行具有重要意义。交流耐压试验得电压、波形、频率与在被试品绝缘内部电压得分布，均符合在交流电压下运行时得实际情况，因此，能真实有效地发现绝缘缺陷。

4、2 该项目适用范围

交接、大修、更换绕组后、必要时、6-10kV 站用变 2 年一次

4、3 试验时使用得仪器

试验变压器、调压器、球隙、分压器、水阻等。

4、4 试验方法

4、4、1 试验变压器耐压得原理接线

交流耐压试验得接线，应按被试品得要求（电压、容量）与现有试验设备条件来决定。通常试验时采用就是成套设备（包括控制及调压设备），现场常对控制回路加以简化，例如采用图 4-1 所示得试验电路。试验回路中得熔断器、电磁开关与过流继电器，都就是为保证在试验回路发生短路与被试品击穿时，能迅速可靠地切断试验电源；电压互感器就是用来测量被试品上得电压；毫安表与电压表用以测量及监视试验过程中得电流与电压。进行交流耐压得被试品，一般为容性负荷，当被试品得电容量较大时，电容电流在试验变压器得漏抗上就会产生较大得压降。由于被试品上得电压与试验变压器漏抗上得电压相位相反，有可能因电容电压升高而使被试品上得电压比试验变压器得输出电压还高，因此要求在被试品上直接测量电压。

更容易发生游离，这种对地泄漏电流将影响测量得准确度。用增加导线直径、减少尖端或加防晕罩、缩短导线、增加对地距离等措施，可减少得对测量结果得影响。

5、6、13 空气湿度对表面泄漏电流得影响

当空气湿度大时，表面泄漏电流远大于体积泄漏电流，被试品表面脏污易于吸潮使表面泄漏电流增加，所以必须擦净表面，并应用屏蔽电极。

6、空载电流、空载损耗

6、1 试验目得

检查变压器磁路

6、2 该项目适用范围

交接时、更换绕组后、必要时

6、3 试验时使用得仪器

调压器、升压变压器、电流互感器、电压互感器、电流表、电压表、瓦特表等

6、4 试验方法

6、4、1 额定条件下得试验

试验采用图 6-1 到 6-3 得接线。所用仪表得准确度等级不低于 0、5 级，并采用低功率因数功率表（当用双功率表法测量时，也允许采用普通功率表）。互感器得准确度应不低于 0、2 级。

根据试验条件，在试品得一侧（通常就是低压侧）施加额定电压，其余各侧开路，运行中处于地电位得线端与外壳都应妥善接地。空载电流应取三相电流得平均值，并换算为额定电流得百分数，即

$$I_0\%=[(I_{0A}+I_{0B}+I_{0C})/3 I_n]\times\% \quad (6-1)$$

式中 I_{0A} 、 I_{0B} 、 I_{0C} ——三相实测得电流； I_n ——试验加压线圈得额定电流

试验所加电压应该就是实际对称得，即负序分量值不大于正序值得 5%；电压、弦波进行。难以

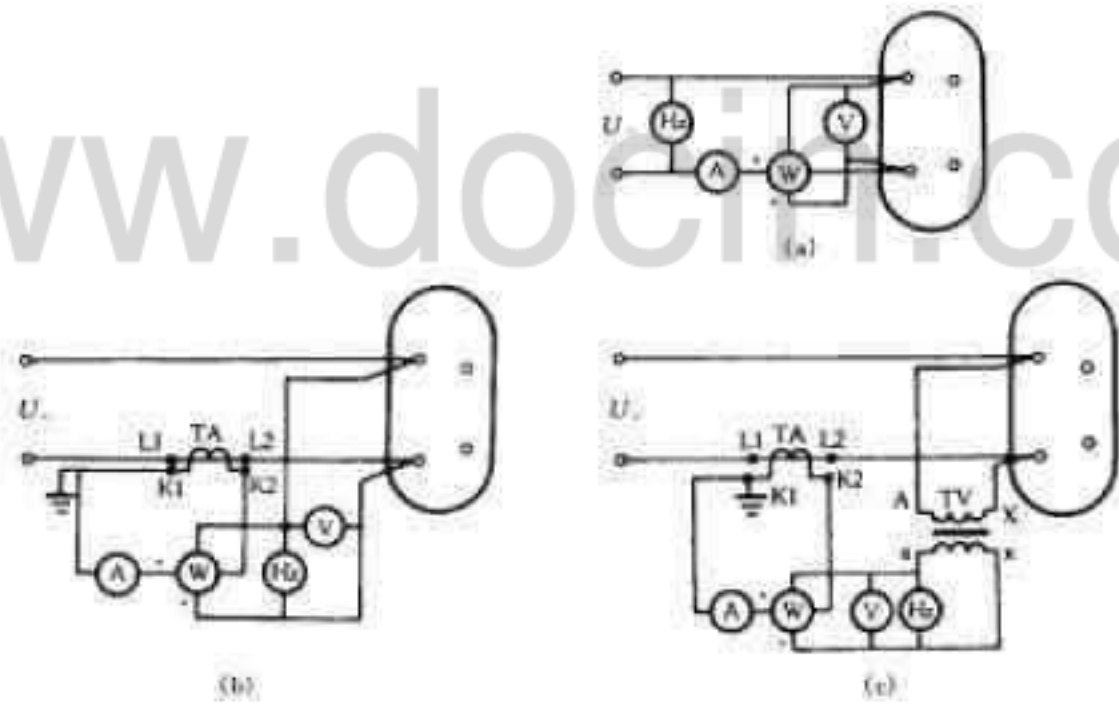
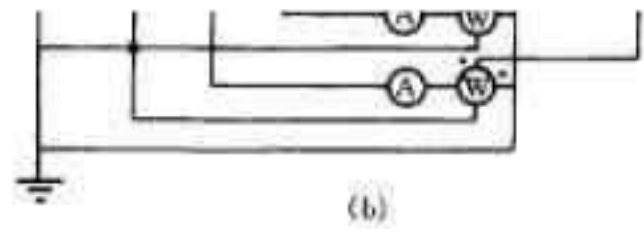


图 6-1 单相变压器损耗得测量接线图
(a)小电流下做空载试验(b)半间接测量接线(c)间接测量接线



测量得损耗仍
(6-5) 进行计算，
百分数为

$$I_0 = [0.333 (I_{0ab} + I_{0bc} + I_{0ca})] / I_N \quad (6-7)$$

由于现场条件
试验电压达不到上

$2U_L / \sqrt{3}$ ，低电压下
耗如需换算到额定
按照式 (6-4) 换算。

分相测量得结
原则判断：

(1) 由于 ab 相与 bc 相得磁路完全对称，因此所测得 ab 相与 bc 相得损耗 P_{0ab} 与 P_{0bc} 应相等，偏差一般应不超过 3%；

(2) 由于 ac 相得磁路要比 ab 相或 bc 相得磁路长，故由 ac 相测得得损耗应较 ab 或 bc 相大。电压为 35~60kV 级变压器一般为 20%~30%；110~220kV 级变压器一般为 30%~40%。

如测得结果大于这些数值时，则可能就是变压器有局部缺陷，例如铁芯故障将使相应相激磁损耗增加。同理，如短路某相时测得其她两相损耗都小，则该被短路相即为故障相。这种分相测量损耗判断故障得方法，称为比较法。

6、5 试验结果得分析判断

与出厂值相比应该无明显变化

6、6 注意事项

①空载试验采用从零升压进行，在低压侧加压，高（中）压侧开路，中性点接地，测量采用两瓦法或三瓦法。

②此试验在常规试验全部合格后进行，将分接开关置额定档，通电前应对变压器本体及套管放气。

③试验应设置紧急跳闸装置。

④计算 平均电流 $I_{平均} = (I_A + I_B + I_C) / 3$

$$\text{空载电流 } I_0 = I_{平均} / I_N \times 100\%$$

$$\text{空载损耗 } P_0 = P_1 + P_2 (+P_3)$$

7、 绕组所有分接得电压比

7、1 试验目得

检查变压器绕组匝数比得正确性；检查分接开关得状况；变压器故障后，测量电压比来检查变压器就是否存在匝间短路；判断变压器就是否可以并列运行。

7、2 该项目适用范围

交接时、分接开关引线拆装后、更换绕组后、必要时

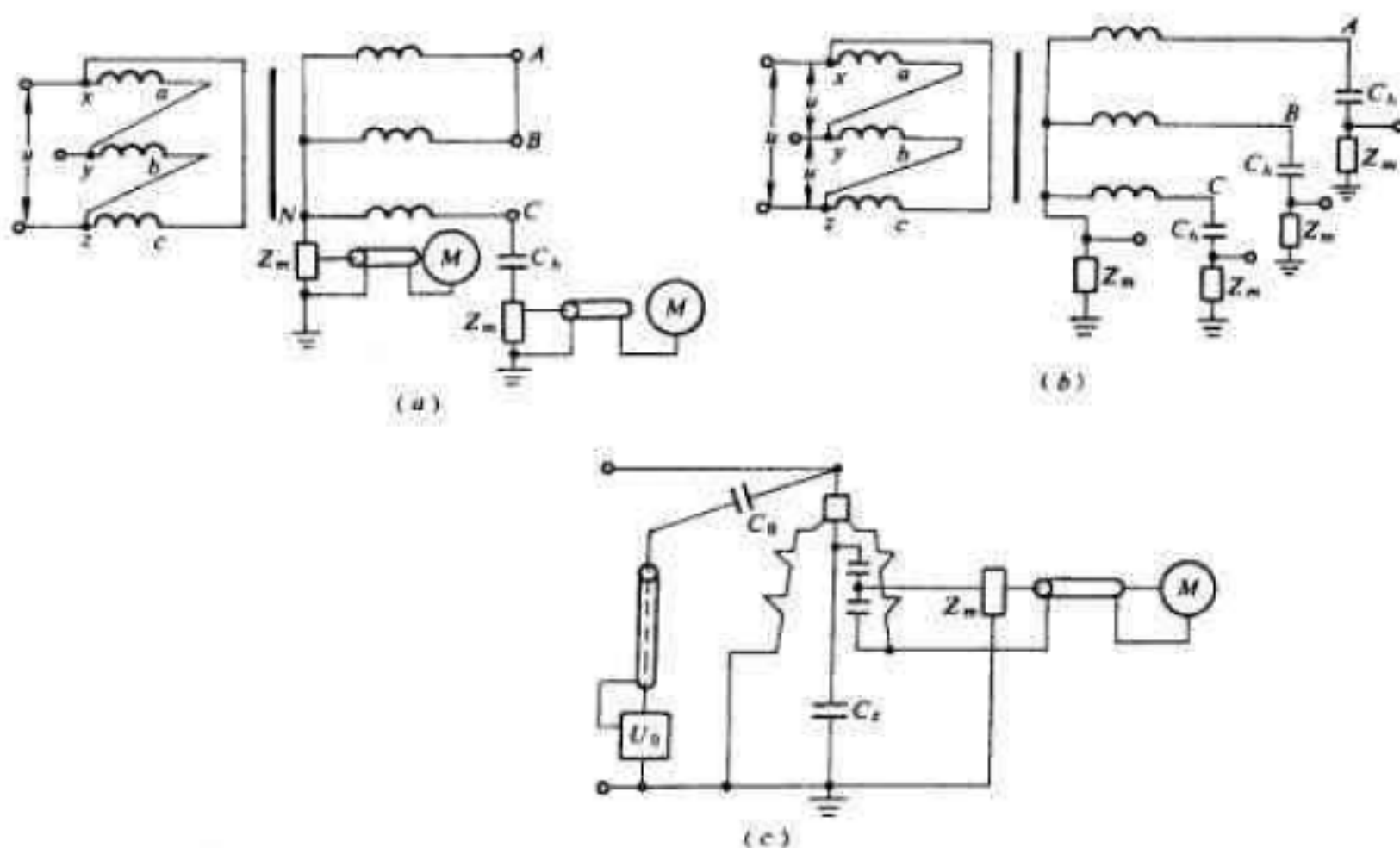


图 9-1 变压器局部放电试验得基本原理接线图

(a)单相励磁基本原理接线；(b)三相励磁基本原理接线；(c)在套管抽头测量与校准接线
Cb 一变压器套管电容

利用变压器套管电容作为耦合电容 C_k ，并且在其末屏端子对地串接测量阻抗 Z_m 。

9、4、3 试验电源

试验电源一般采用 50 Hz 得倍频或其它合适得频率。三相变压器可三相励磁，也可单相励磁。

9、4、4 现场试验电源与试验方法

现场试验得理想电源，就是采用电动机—发电机组产生得中频电源，三相电源变压器开口三角接线产生得 150Hz 电源，或其它形式产生得中频电源。试验电压与允许放电量应同制造厂协商。若无合适得中频或 150Hz 电源，而又认为确有必要进行局部放电试验，则可采用降低电压得现场试验方法。其试验电压可根据实际情况尽可能高，持续时间与允许局部放电水平不作规定。降低电压试验法，不易激发变压器绝缘得局部放电缺陷。但经验表明，当变压器绝缘内部存在较严重得局部放电时，通过这种试验就是能得出正确结果得。

9、4、5 现场试验工频降低电压得试验方法

工频降低电压得试验方法有三相励磁、单相励磁与各种形式得电压支撑法。现推荐下述两种方法。

9、4、5、1 单相励磁法

单相励磁法，利用套管作为耦合电容器 C_k ，其接线如图 9-2 所示。这种方法较为符合变压器得实际运行状况。图 9-2 同时给出了双绕组变压器各铁芯得磁通分布及电压相量图（三绕组变压器得中压绕组情况相同）。

一 适用范围

- 1、本指导书在重庆市电力公司各下属单位范围内适用。
- 2、本指导书适用于 1kV 及以上电缆（包括橡塑绝缘电缆与油纸绝缘电缆）得交接、预防性试验。

二 引用得标准与规程

GB 50150-91 电气设备交接试验标准

DL/T596-96 《电力设备预防性试验规程》

重庆市电力公司《电力设备试验规程》

三 试验仪器、仪表及材料

1、 交接及大修后（新作终端或接头后）试验所需仪器及设备材料：

序号	试验所用设备（材料）	数量	序号	试验所用设备（材料）	数量
1	500V、1000V、2500V 兆欧表	各 1 块	11	带有屏蔽层得测量导线	1 根
2	调压器	1 只	12	试验导线	若干
3	试验变压器	1 台	13	交流试验变压器	1 台
4	高压硅堆	1 根	14	干湿温度计	1 只
5	保护电阻	1 只	15	电源盘	2 只
6	电压表	1 块	16	平口螺丝刀	1 把
7	微安表	1 块	17	梅花螺丝刀	1 把
8	数字万用表	1 块	18	计算器	1 只
9	双臂电桥	1 只	19	试验原始记录	1 本
10	串联谐振试验设备	1 套			

2、 预防性试验所需仪器及设备材料：

序号	试验所用设备（材料）	数量	序号	试验所用设备（材料）	数量
1	500V、1000V、2500V 兆欧表	各 1 块	10	带有屏蔽层得测量导线	1 根
2	调压器	1 只	11	试验导线	若干
3	试验变压器	1 台	12	交流试验变压器	1 台
4	高压硅堆	1 根	13	干湿温度计	1 只
5	保护电阻	1 只	14	电源盘	2 只
6	电压表	1 块	15	平口螺丝刀	1 把
7	微安表	1 块	16	梅花螺丝刀	1 把
8	双臂电桥	1 只	17	计算器	1 只
9	串联谐振试验设备	1 套	18	试验原始记录	1 本

四 安全工作得一般要求

1 基本要求

1、1 为了保证工作人员在现场试验中得安全与健康，电力系统发、供、配电气设备得安全运行，必须严格执行 DL409-1991《电业安全工作规程》。

1、2 加压前必须认真检查试验接线，表计倍率、量程，通知有关人员离开被试设备，加压时，必须将被测设备从各方面断开，验明无电压，确实证明设备无人工作，且电缆得另一端已派专人看守后，方可进行。在加压过程中，试验人员应精力集中，操作人应站在绝缘垫上。

1、3 摇测电缆绝缘电阻时，测量完毕，仍然要摇动摇表，使其保持转速，待引线与被试品分开后，才能停止摇动，以防止由于试品电容积聚得电荷反放电损坏兆欧表。

1、4 变更接线或绝缘电阻试验以及直流耐压结束后应对电缆彻底放电，并将升压设备短路接地。

1、5 高压设备带电时得安全距离

表 1 高压设备带电时得安全距离

电压等级（kV）	安全距离（m）
10 及以下	0、70
20-35	1、00
44	1、20
60-110	1、50
154	2、00
220	3、00
330	4、00
500	5、00

2 保证安全得组织措施

2、1 在电气设备上工作，保证安全得组织措施

- a. 工作票制度；
- b. 工作许可制度；
- c. 工作监护制度；

d. 工作间断，转移与终结制度。

注：详见《电业安全工作规程》

2、2 必须由有经验得运行维护单位得实际操作人员现场进行安全监督。

现场技术负责人负责测试方案得制定及现场工作协调联络与监督。

2、3 电气试验工作应填写第一种工作票，必须严格履行工作许可手续，工作不得少于两人。

五、试验项目及要求

1 绝缘电阻测量

1、1 测量目得

通过对主绝缘绝缘电阻得测试可初步判断电缆绝缘就是否受潮、老化、脏污及局部缺陷，并可检查由耐压试验检出得缺陷得性质。对橡塑绝缘电力电缆而言，通过电缆外护套与电缆内衬层绝缘电阻得测试，可以判断外护套与内衬层就是否进水。

1、2 该项目适用范围

交接（针对橡塑绝缘电缆）及预防性试验时，耐压前后进行。

1、3 试验时使用得仪器、仪表

1、3、1 采用 500V 兆欧表（测量橡塑电缆得外护套与内衬层绝缘电阻时）

1、3、2 采用 1000V 兆欧表（对 0、6/1kV 及以下电缆）

1、3、3 采用 2500 V 兆欧表（对 0、6/1kV 以上电缆）

1、4 试验步骤

1、4、1 电缆主绝缘绝缘电阻测量

1、4、1、1 断开被试品得电源，拆除或断开其对外得一切连线，并将其接地充分放电。

1、4、1、2 用干燥清洁柔软得布擦净电缆头，然后将非被试相缆芯与铅皮一同接地，逐相测量。

1、4、1、3 将兆欧表放置平稳，将兆欧表得接地端头“E”与被试品得接地端相连，带有屏蔽线得测量导线得火线与屏蔽线分别与兆欧表得测量端头“L”及屏蔽端头“G”相连接。

1、4、1、4 接线完成后，先驱动兆欧表至额定转速（120 转/分钟），此时，兆欧表指针应指向“ ∞ ”，再将火线接至被试品，待指针稳定后，读取绝缘电阻得数值。

1、4、1、5 读取绝缘电阻得数值后，先断开接至被试品得火线，然后再将兆欧表停止运转。

1、4、1、6 将被试相电缆充分放电，操作应采用绝缘工具。

1、4、2 橡塑电缆内衬层与外护套绝缘电阻测量

解开终端得铠装层与铜屏蔽层得接地线

1、4、2、1 同 1、4、1 中 1、4、1、1；

1、4、2、2 首先用干燥清洁柔软得布擦净电缆头；

注 1：测量内衬层绝缘电阻时：

将铠装层接地；将铜屏蔽层与三相缆芯一起短路（摇绝缘时接火线）

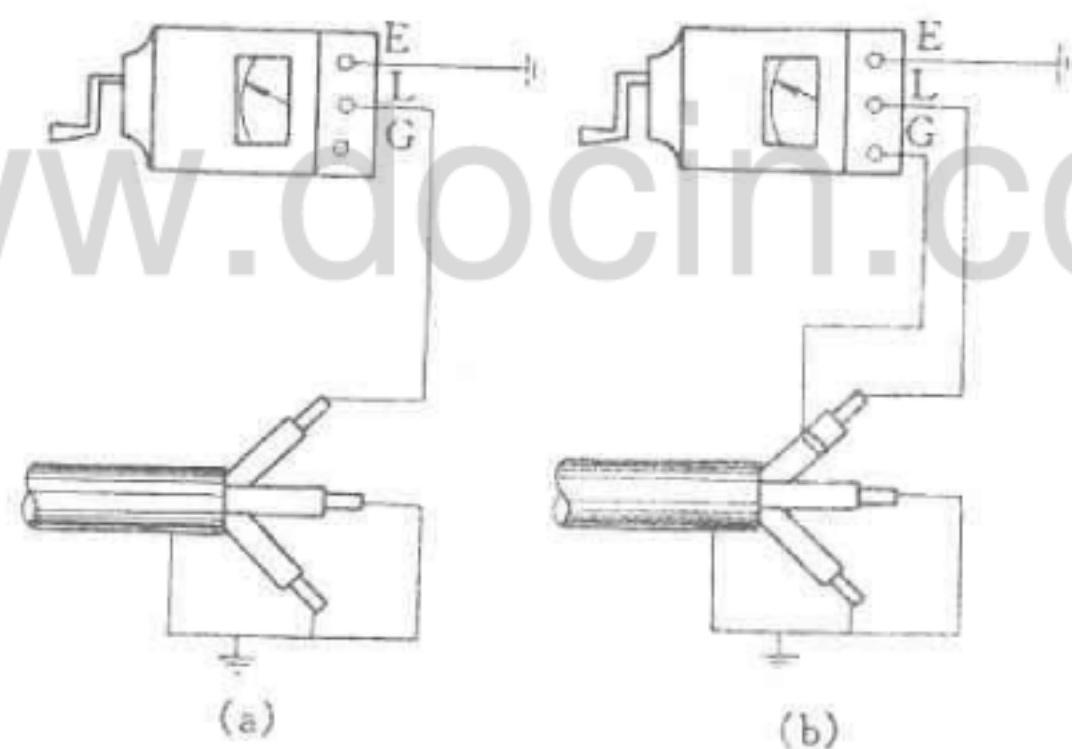
注 2：测量外护套绝缘电阻时：

将铠装层、铜屏蔽层与三相缆芯一起短路（摇绝缘时接火线）

1、4、2、3， 1、4、2、4， 1、4、2、5， 1、4、2、6 分别同 1、4、1 中 1、4、1、

3， 1、4、1、4， 1、4、1、5， 1、4、1、6

1、5 试验接线图



绝缘电阻测试原理接线图

(a) 不加屏蔽 (b) 加屏蔽

1、6 测量结果分析判断

运行中电缆，其绝缘电阻值应从各次试验数据得变化规律及相间得相互比较来综合判断。

1、6、1 电力电缆得绝缘电阻值与电缆得长度与测量时得温度有关，所以应进行温度

与长度得换算，公式为：

$$R_{i20}=R_{it}KL$$

式中 R_{i20} 表示温度为 20℃时得单位绝缘电阻值，(MΩ、km)；

R_{it} 表示电缆长度为 L, 在温度为 t℃时得绝缘电阻值，MΩ；

L 为电缆长度 (km)；

K 为绝缘电阻温度换算系数，见下表

电缆绝缘得温度换算系数

温度 (℃)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
K	0、48	0、57	0、70	0、85	1、00	1、13	1、41	1、66	1、92

停止运行时间较长得地下电缆可以以土壤温度为准，运行不久得应测量导体直流电阻后计算缆芯温度，对于新电缆（尚未铺设）可以以周围环境温度为准。

1、6、2 绝缘电阻参考值

对油纸绝缘电缆

额定电压 (kV)	1~3	6	10	35
绝缘电阻每 km 不 少于 (MΩ)	50	100	100	100

对橡塑绝缘电缆：

主绝缘电阻值应满足：

额定电压 (kV)	3~6	10	35
MΩ	1000	1000	2500

橡塑绝缘电缆得内衬层与外护套电缆每 km 不应低于 0、5MΩ（使用 500V 兆欧表），当绝缘电阻低于 0、5 MΩ /km 时，应用万用表正、反接线分别测量铠装层对地、屏蔽层对铠装得电阻，当两次测得得阻值相差较大时，表明外护套或内衬层已破损受潮。

1、6、3 对纸绝缘电缆而言，如果就是三芯电缆，测量绝缘电阻后，还可以用不平衡系数来判断绝缘状况。

不平衡系数等于同一电缆各芯线得绝缘电阻值中最大值与最小值之比，绝缘良好得电

缆，其不平衡系数一般不大于 2、5。

1、7 注意事项

1、7、1 兆欧表接线端柱引出线不要靠在一起；

1、7、2 测量时，兆欧表转速应尽可能保持额定值并维持恒定。

1、7、3 被试品温度不低于+5℃，户外试验应在良好得天气下进行，且空气得相对湿度一般不高于 80%。

2 直流耐压与泄漏电流试验

由于重庆市电力公司目前已经着手对交联聚乙烯电缆开展交流耐压试验工作，所以这里得直流耐压与泄漏电流主要针对纸绝缘电缆，对于尚未开展交流耐压试验（对交联聚乙烯电缆）得单位，也可参照《重庆市电力公司电力设备试验规程》得有关规定，进行直流耐压与泄漏电流试验。

2、1 测量目得

通过直流耐压试验可以检查出电缆绝缘中得气泡、机械损伤等局部缺陷，通过直流泄漏电流测量可以反映绝缘老化、受潮等缺陷，从而判断绝缘状况得好坏。

2、2 该项目适用范围

交接、预试、新作终端或接头后

2、3 试验时使用得仪表（测量仪器）

直流高压发生器一套，也可使用下列散件：

2、3、1 调压器

2、3、2 试验变压器

2、3、3 高压硅堆

2、3、4 保护电阻

2、3、5 直流微安表

2、3、6 电压表

2、4 试验步骤

2、4、1、 按照试验接线图由一人接线，接线完后由另一人检查，内容包括试验接线有无错误，各仪表量程就是否合适，试验仪器现场布局就是否合理，试验人员得位置就是否正确。

2、4、2 将电缆充分放电，指示仪表调零，调压器置于零位。

2、4、3 测量电源电压值并分清电源得火、地线，电源火、地线应与单相调压器得对应端子相接。

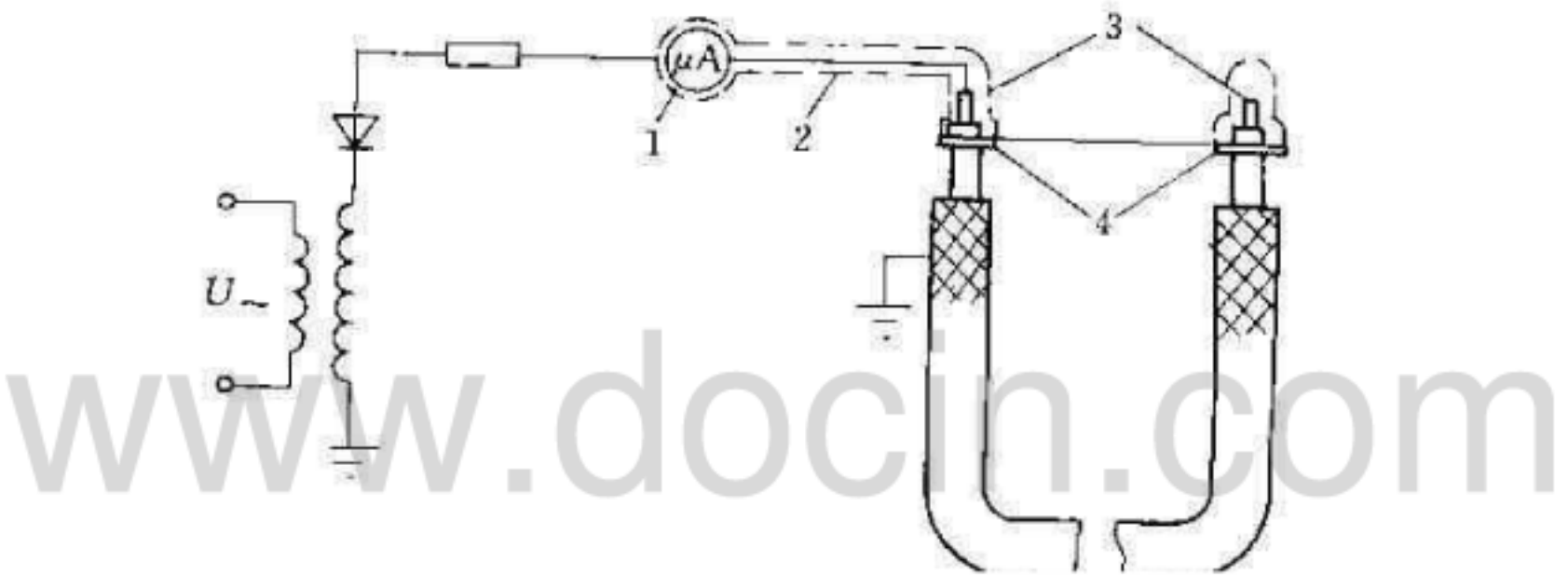
2、4、4 合上电源刀闸，给升压回路加电，然后用单相调压器逐步升压至预先确定得试验电压值：在 0、25、0、5、0、75 倍试验电压下各停留 1 分钟，读取泄漏电流值，在 1、0 倍试验电压下读取 1 分钟及 5 分钟泄漏电流值，交接时还应读取 10 分钟与 15 分钟泄漏电流值。

2、4、5 试验完毕，应先将升压回路中单相调压器退回零位并切断电源。

2、4、6 每次试验后，必须将电缆先经电阻对地放电，然后对地直接放电。放电时，应使用绝缘棒，并可根据被试相放电火花得大小，大概了解其绝缘状况。

2、4、7 再次试验前，必须检查接地就是否已从被试相上移开。

2、5 试验原理接线图



2、6 对测 直流耐压与泄漏电流试验原理接线图

2、6、1 1 - 微安表屏蔽 2 - 导线屏蔽

预试时纸绝缘电缆主绝缘得直流耐压试验值（加压时间 5min）

电缆额定电压 (U_0/U)	直流试验电压 (kV)
1、0/3	12
3、6/3、6	17
3、6/6	24
6/6	30

6/10	40
8、7/10	47
21/35	105
26/35	130

交接时粘性油浸纸绝缘电缆主绝缘直流耐压试验电压值

电缆额定电压 U_0/U (kV)	0、6/1	6/6	8、7/10	21/35
直流试验电压 (kV)	6U	6U	6U	5U
试验时间 (min)	10	10	10	10

不滴流油浸纸绝缘电缆主绝缘直流耐压试验电压值

电缆额定电压 U_0/U (kV)	0、6/1	6/6	8、7/10	21/35
直流试验电压 (kV)	6、7	20	37	80
试验时间 (min)	5	5	5	5

交联聚乙烯电缆主绝缘得直流耐压试验标准（加压 5 分钟）

电缆额定电压 (U_0/U)	直流试验电压 (kV)
1、8/3	11
3、6/3、6	18
6/6	25
6/10	25
8、7/10	37
21/35	63
26/35	78
48/66	144
64/110	192
127/220	305

2、6、2 要求耐压 5 分钟时得泄漏电流值不得大于耐压 1 分钟时得泄漏电流值。

4、2 该项目适用范围

交接、预试、 新作终端或接头后

4、3 试验时使用得仪器（测量仪器）

串联谐振试验设备一套（包括操作箱、励磁变、谐振电抗器、分压器、负载补偿电容等）

4、4 试验步骤

4、4、1 将被试电缆与其他电气设备解开并充分放电。

4、4、2 布置试验设备，检查设备得完好性，连接电缆无破损、断路与短路。连接线路前应有明显得电源断开点。

4、4、3 按照试验接线图连接各部件，各接地点应一点接地。

4、4、4 检查“电源”开关处于断开位置，“电压调节”电位器逆时针旋转到底（零位），接通电源线。

4、4、5 检查“过压整定”拨码开关，拨动拨盘，使显示得整定值为试验电压得 1、05～1、1 倍。

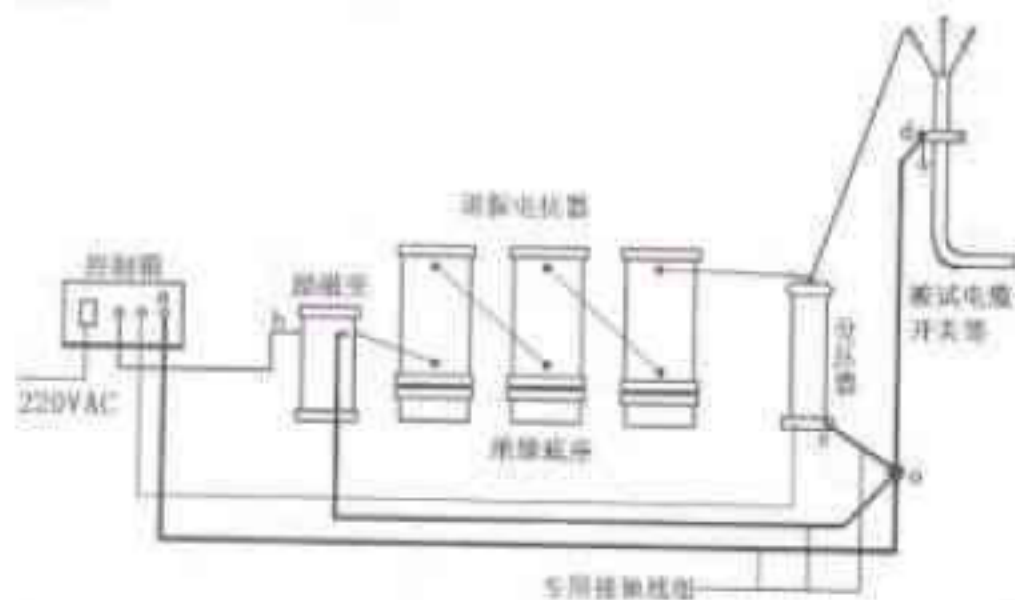
4、4、6 接通“电源”开关，显示设置界面，进行有关参数设置。

4、4、7 升压及试验结果保存与查询。

4、4、8 更换试验相，重复步骤 A～G。

4、4、9 关机，断开电源。

4、5 试验原理接线图



串联谐振试验现场接线布置原理示意图（单个或并联使用）



串联谐振试验现场接线布置原理示意图（单个或串并联使用）

4、6 测量结果得分析判断

4、6、1 国内部分地区（省）交流耐压试验电压标准

地区	江苏、安徽 浙江 (30~300Hz)		华北 (1~300Hz)		山东 (1~300Hz)		吉林 (20~70Hz)	
U_0/U	交接/分钟	预试/分钟	交接/分钟	预试/分钟	交接/分钟	预试/分钟	交接/分钟	预试/分钟
1、8/3	$2 U_0/5$	$1、6 U_0/5$	$2 U_0/5$	1、6 $U_0/5$	$2 U_0/5$	$1、6 U_0/5$	6、7/5 (3、5 U_0)	5、7/5
3、6/6	$2 U_0/5$ (7、2KV)	$1、6 U_0/5$ (6kV)	$2 U_0/5$	1、6 $U_0/5$	$2 U_0/5$	$1、6 U_0/5$	11、6/5 (3、2 U_0)	9、9/5
6/10 8、7/10	$2 U_0/5$	$1、6 U_0/5$	$2 U_0/60$	1、6 $U_0/5$	$2 U_0/60$	$1、6 U_0/5$	17、4/5 (3、0 U_0)	14、8/5
地区	江苏、安徽 浙江 (30~300Hz)		华北 (1~300Hz)		山东 (1~300Hz)		吉林 (20~70Hz)	
12/20 21/35 26/35	$2 U_0/5$	$1、6 U_0/5$	$2 U_0/60$	1、6 $U_0/5$	$2 U_0/60$	$1、6 U_0/5$		
64/110 127/220	$1、7 U_0/5$ $1、4 U_0/5$	1、36 $U_0/5$	1、7 $U_0/60$	1、7 $U_0/60$	1、7 $U_0/60$	1、		

		1 、 15 $U_0/5$	1 、 4 $U_0/60$	1 、 4 $U_0/60$	1 、 4 $U_0/60$	1 、 12 $U_0/5$		
颁发日期	江 苏 2002、2 安徽 2003、6		2002、2	2003、3（新版）				

4、6、2 由于重庆市电力公司目前还未有统一得交流耐压试验电压标准，各单位可参照相关省市制定得标准执行。

4、6、3 在一定频率范围内（通常为 $20\sim 300\text{Hz}$ ），当确定试验电压后，逐渐升高电压，如果在规定时间内耐压通过，说明电缆能够投入运行，否则不合格。

4、7 注意事项

4、7、1 被试电缆两端应完全脱空，试验过程中，两端应派专人瞧守。

4、7、2 试验前应根据电缆长度、电压等级等确定励磁变低压侧接线方式，以使励磁变高压能输出满足试验条件得电压。

4、7、3 在施加试验电压前应设定好过电压整定值。

4、7、4 试验设备（谐振电抗器、分压器、励磁变压器等）应尽量靠近被试电缆头，减少试验接地线得长度，及减少接地线得电感量。

4、7、5 试验时操作人员除接触调谐、调压绝缘旋钮外，不要触及控制箱金属外壳。

5 交联聚乙烯电缆铜屏蔽层电阻与导体电阻比

5、1 测量目的

通过对交联聚乙烯电缆铜屏蔽层电阻得测量，以判断铜屏蔽层就是否被腐蚀；通过对交联聚乙烯电缆铜屏蔽层电阻与导体电阻比得测量，可大致判断附件中导体连接点接触情况。

5、2 该项目适用范围

交接、投运前、重作终端或接头后或内衬层破损进水后

5、3 试验时使用得仪表（测量仪器）

双臂电桥一套

5、4 试验步骤

5、4、1 用双臂电桥测量在相同温度下得铜屏蔽层直流电阻。

5、4、2 用双臂电桥测量在相同温度下得导体得直流电阻。

5、5 对测量结果得分析判断

当铜屏蔽层电阻与导体电阻比与投运前相比增加时，表明铜屏蔽层得直流电阻增大，铜屏蔽层有可能被腐蚀；当该值与投运前相比减少时，表面附件中得导体连接点得接触电阻有增大得可能。

6 交叉互联系统

6、1 测量目得

检查电缆外护套、绝缘接头外护套与绝缘夹板耐受规定电压得能力；检查非线性电阻型护层过电压保护器性能得好坏，以保证高压电缆得金属护套能承受在电缆受到过电压时感应得过电压对外护套得破坏；检查互联箱中闸刀（或连接片）接触电阻得大小。

6、2 该项目适用范围

交接、预试时

6、3 使用得仪表（测量仪器）

6、3、1 直流发生器一套

6、3、2 1000V 兆欧表

6、3、3 回路电阻测试仪

6、4 试验步骤

6、4、1 电缆外护套、绝缘接头外护套与绝缘夹板得直流耐压试验

6、4、2 非线性电阻型护层过电压保护器

6、4、2、1 对炭化硅电阻片：

6、4、2、1、1 将连接线拆开后，分别对三组电阻片施加产品规定得直流电压后测量流过电阻片得电流值。

6、4、2、1、2 将测得值与产品规范相比较。

6、4、2、2 对氧化锌电阻片：

6、4、2、2、1 将连接线拆开。

6、4、2、2、2 对产品施加直流电压，当回路中电流刚好达 1mA 时，记下此时得电压，及直流 1mA 参考电压。

6、4、2、2、3 测得得 U_{1mA} 应符合产品规范。

6、4、2、3 测量非线性电阻片及其引线得对地绝缘电阻：

6、4、2、3、1 将非线性电阻片得全部引线并联在一起并与接地得外壳绝缘。

6、4、2、3、2 用 1000V 兆欧表测量引线与外壳间得绝缘电阻。

6、4、3 互联箱

6、4、3、1 测量闸刀（或连接片）得接触电阻。

6、4、3、2 检查闸刀（或连接片）连接位置就是否正确。

6、5 测量结果分析判断

6、5、1 在对电缆外护套、绝缘接头外护套与绝缘夹板得直流耐压试验过程中，要求施加直流电压 5kV，加压时间 1min，不应击穿，如果发生击穿现象，说明电缆绝缘中有气泡、机械损伤等局部缺陷。

6、5、2 在测量炭化硅电阻片泄漏电流试验中，如果试验时得温度不就是 20℃，则被测电流值应乘以修正系数 $(120-t)/100$ （t 为电阻片得温度，℃）。

6、5、3 当用兆欧表测量非线性电阻片及其引线得对地绝缘电阻小于 10 MΩ 时，说明电阻片受潮或老化。

6、5、4 测量互联箱中闸刀（或连接片）得接触电阻不应大于 $20\mu\Omega$ ，否则说明接触不良，应处理。

6、6 注意事项

6、6、1 在测量电缆外护套、绝缘接头外护套与绝缘夹板得直流耐压试验中，试验时必须将护层过电压保护器断开。在互联箱中将另一侧得三段电缆金属套都接地，使绝缘接头得绝缘夹板也能结合在一起试验，然后在每段电缆金属屏蔽或金属套与地之间施加直流电压。

6、6、2 互联箱中闸刀（或连接片）接触电阻得测量应在做完护层过电压保护器得所有试验后进行。

6、6、3 检查闸刀（或连接片）连接位置试验应在交叉互联系统得试验合格后密封互联箱之前进行。

电容器电气试验标准化作业指导书（试行）

一、 适用范围

本作业指导书适应于高压并联电容器、串联电容器、交流滤波电容器、集合式电容器、断路器电容器、耦合电容器与电容式电压互感器得电容分压器得交接或预防性试验。

二. 引用得标准与规程

- GB50150-91《电气设备交接及安装规程》
- DL/T596-1996《电力设备预防性试验规程》
- 《重庆市电力公司电力设备试验规程》
- 制造厂出厂说明书

三. 试验设备、仪器及有关专用工具

3. 交接及大修后试验所需仪器仪表及材料：

序号	试验所用设备（材料）	数量	序号	试验所用设备（材料）	数量
1	兆欧表	1 块	2	电源盘	2 个
3	介损测试仪	1 套	4	刀闸板	2 块
5	常用仪表（电压表、微安表、万用表等）	1 套	6	小线箱（各种小线夹及短接线）	1 个
7	局部放电测试仪	1 套	8	交流耐压试验系统	1 套
9	常用工具	1 套	10	安全带	3 根
11	示波器	1 台	12	暂态录波系统	一套
13	操作杆	3 副	14	设备试验原始记录	1 本

4. 预防性试验所需仪器仪表及材料：

序号	试验所用设备（材料）	数量	序号	试验所用设备（材料）	数量
1	兆欧表	1 块	2	介损测试仪	1 套
3	常用仪表（电压表、微安表、万用表等）	1 套	4	小线箱（各种小线夹及短接线）	1 个
5	安全带	2 根	6	电源盘	1 个
7	操作杆	3 副	8	常用工具	1 套
9	设备预试台帐	1 套			

四. 安全措施、试验工作要求

1. 必须严格执行 DL409-1991《电业安全工作规程》及市公司相关安全规定。
2. 现场工作负责人负责测试方案得制定及现场工作协调联络与监督。

五、 电气试验项目及要求

1、 渗漏油检查

1、1 目得

检查电容器就是否有渗漏油现象。

1、2 试验性质

交接、大修后、预防性试验或每 6 个月。

1、3 测量结果得分析判断

有渗漏油现象应停止使用。

1、4 注意事项

渗漏油检查由变电站值班员或检修人员观察。

2、 交流耐压

2、1 目得

检查电容器极间或极对壳得绝缘性能。

2、2 试验性质

交接

2、3 使用仪表

调压器、工频试验变压器、分压器、限流电阻、测量用电流电压表。

2、4 试验步骤

电容器极间交流耐压试验所需无功容量较大,有试验条件得可用试验变压器对电容器直接加压试验,否则采用串联谐振得试验方法。消弧线圈 L2 与电容量并联,以补偿电容电流,使其并联后仍为容性,再与消弧线圈 L1 串联,L1 用于电压补偿,以实现用较低得电源电压与较小得电流来满足试验电压较高、电流较大得试品得试验要求。

电容器极对外壳得交流耐压试验将电容器得两极连接在一起，外壳接地，用一般得耐压试验方法，对电容器两极逐步加至试验电压，并持续 1min。

2、5 接线图

电容器极间交流耐压采用补偿方法得试验接线如图 2 所示。

2、6 测量结果得分析判断

交流耐压过程中无放电、升温与击穿为合格。

2、7 注意事项

交流耐压试验电压应按产品出厂试验电压值得 75%进行。

3、 绝缘电阻

3、1 目得

检查电容器极间与双极对壳得绝缘状况。

3、2 试验性质

交接、大修后、预防性试验。

3、3 使用仪表

绝缘摇表或兆欧表。

3、4 试验步骤

一般用2500V兆欧表测量电容器得绝缘电阻。对断路器电容器、耦合电容器与电容式电压互感器得电容分压器，测量两极间得绝缘电阻；对并联电容器、串联电容器与交流滤波电容器，测量两极对外壳得绝缘电阻（测量时两极应短接），以检查器身套管等得对地绝缘。

3、5 测量结果得分析判断

并联电容器、串联电容器与交流滤波电容器极对壳绝缘电阻不低于 2000M Ω ；断路器电容器、耦合电容器与电容式电压互感器得电容分压器极间绝缘电阻不低于 5000M Ω ；耦

合电容器低压端对地绝缘电阻不低于 100MΩ；集合式电容器得相间与极对壳绝缘电阻不做规定。

3、7 注意事项

3、7、1 串联电容器极对壳绝缘、耦合电容器低压端对地绝缘用 1000V 兆欧表测量，其余用 2500V 兆欧表测量。

3、7、2 使用兆欧表测量时应注意在测量前后均应对电容器充分放电；测量过程中，应充断开兆欧表与电容器得连接面停止摇动兆欧表得手柄，以免电容器反充放电损坏兆欧表。

4、 介质损耗角正切值 $\tan\delta$ 及电容值

4、1 目得

检查电容器极间电容量及其介质损耗。

4、2 试验性质

交接、大修后、预防性试验。

4、3 使用仪表

电容表、介质损耗电桥、调压器、工频试验变压器、分压器、标准电容。

4、4 试验步骤

测量极间电容量可采用电容表直接测量、电流电压表法与电桥法。电容表法可以直接读数，简单易行，但受电容表准确度与测量电容值大小得限制。用电流、电压表法测量电容量得接线如图 1 所示。测量电压取 0、05~0、5 U_n ，额定电压 U_n 较低得电容器应取较大得系数，测量时要求电源频率稳定，并为正弦波，测量读数用电流、电压表均不低于 0、5 级。加上试验电源，待电压、电流表指针稳定以后，同时读取电流与电压。当被试品得容抗较大时，电流表得内阻可以忽略不计，其被测电容为

$$C_x = I * 10^6 / 2\pi f U$$

式中， I —通过被试电容器得电流（A）；

补偿电压； I_1 为试验变压器得电流； I_2 为补偿电流； I_c 为被试电容器得电容电流。

4、6 测量结果得分析判断

10kV 或额定电压下油纸绝缘耦合电容器介质损耗角正切值 $\tan\delta$ 小于 0、5，膜纸绝缘耦合电容器介质损耗角正切值 $\tan\delta$ 小于 0、2；每相并联电容器、串联电容器、交流滤波电容器、集合式电容器、耦合电容器与电容式电压互感器得电容分压器得电容值偏差不超出额定值得-5%~+10%范围，电容器叠柱中任何两单元得实测电容之比值与这两单元得额定电压之比值得倒数之差不应大于 5%；断路器电容器电容值得偏差应在额定电容值得±5%范围内。对电容器组，还应测量总得电容值。交流滤波电容器组得总电容值应满足交流滤波器调谐得标准。

4、7 注意事项

4、7、1 耦合电容器、电容式电压互感器得电容分压器采用电桥法正接线测量，电容式电压互感器得电容分压器得电容值与出厂值相差±2%范围时，准确度为 0、5 级及 0、2 级得应进行误差试验。

4、7、2 断路器电容器得介质损耗角正切值 $\tan\delta$ 及电容值用电桥法正接线与断口并联测量。对 OWF 系列电容器 $\tan\delta \geq 0、5\%$ 时，宜停止使用。

4、7、3 并联电容器、串联电容器、交流滤波电容器、集合式电容器在预防性试验时不测量介质损耗角正切值 $\tan\delta$ 。

5、 并联电阻值测量

5、1 试验性质

交接、大修后、预防性试验。

5、3 使用仪表

万用表

5、4 试验步骤

并联电容器、串联电容器与交流滤波电容器并联电阻采用自放电法测量，断路器电容器并联电阻可用万用表测量。

5、5 测量结果得分析判断

并联电阻值与出厂值得偏差在±10%范围内为合格。

5、6 注意事项

耦合电容器、电容式电压互感器得电容分压器不做这项试验。

6、 局部放电试验

6、1 目得

检查电容器得绝缘性能。

6、2 试验性质

交接。

6、3 使用仪表

调压器、试验变压器、分压器、局部放电测量装置

6、4 试验步骤

预加电压值为0、8×1、3 U_m ，停留时间大于10s；降至测量电压值为1、1 $U_m/\sqrt{3}$ ，维持1min后，测量局部放电量。

6、5 测量结果得分析判断

试验电压下放电量小于 10pC 为合格，放电量超过规定时，应综合判断，局部放电量无明显增长时一般仍可使用，但应加强监视。

6、7 注意事项

局部放电试验仅限于耦合电容器与电容式电压互感器得电容分压器，除交接外，局部放电试验仅在其它试验判断电容器绝缘有疑问时进行，多节组合得耦合电容器可分节进行试验。

7、 电容器组现场投切试验

7、1 目的

检查并联电容器组回路得投切性能。

7、2 试验性质

系统试验，适用于并联电容器组。

7、3 使用仪表

测量用电流、电压表，示波器，暂态录波系统，电容分压器。

7、4 试验步骤

在电网额定电压下，对电力电容器组回路进行3次合闸、分闸试验，测量投切过程中三相稳态与暂态得母线及电容器上得电压波形、合闸过程得三相涌流波形、避雷器得动作电流。电流、电压得稳态信号可通过变电站得CT与PT二次直接读取，同时用光线示波器记录波形；因合闸涌流得频率约为几百赫兹，可从CT抽取信号输入示波器；暂态电压信号由电容分压器降低电压获得，通过阻抗变换器再输入暂态录波系统；避雷器得动作电流应通过分流器FL抽取信号输入示波器。试验接线时，所有暂态测量信号线均应使用双屏蔽电缆，并采用阻抗匹配措施。

7、5 接线图

