

# 10kV 及以下电力工程 交接试验标准及要求

(作业指导书)

2012 年 06 月 04 日

# 试验目录

项 目	页 码
第一部分：变压器试验	2-7
第二部分：高压开关柜试验	8-9
第三部分：高压电力电缆试验	10
第四部分：高压氧化物避雷器试验	11
第五部分：高压过电压保护器（阀式避雷器）试验	11
第六部分：高压电流互感器试验	12
第七部分：高压电压互感器试验	13-14
第八部分：高压电容器试验	15
第九部分：高压电抗器试验	16
第十部分：其它设备交接试验	17
第十一部分：继电保护试验	18
第十二部分：继电综合保护装置试验	19
第十三部分：直流屏试验	20
第十四部分：中央信号屏试验	20
第十五部分：接地电阻试验	21
第十六部分：0.4kV 电容器试验	21
第十七部分：0.4kV 断路器试验	22

## 第一部分：变压器试验

### 1. 变压器极性试验（试验仪器：变比自动测试仪）

变比自动测试仪会能自动检测变压器接线方式，一般 11 代表 D, yn11, 12 代表 Y, yn0 等。

说明：三相配电变压器的联结组标号常用为 Dyn11、Yyn0，宜选用 Dyn11

### 2. 变压器变比试验（试验仪器：变比自动测试仪）

1) 接线方法：变比自动测试仪一般为高、低压各三条线（黄、绿、红三色），按色相接，高压：黄、绿、红对应高压侧的 A、B、C 三相，低压：黄、绿、红对应低压侧的 a、b、c 三相。

2) 试验标准及计算方法

试验标准

- 1 电压等级在 35kV 以下，电压比小于 3 的变压器电压比允许偏差不超过±1%
- 2 其他所有变压器额定分接下电压比允许偏差不超过±0.5%；
- 3 其它分接的电压比应在变压器阻抗电压值(%)的 1/10 以内，但不得超过±1%。

计算方法 ((测量值-标准值) / 标准值) \* 100%

说明：试验过程中接线高、低压侧接线不可以反接，防止仪器烧毁。

### 3. 变压器直流电阻试验（试验仪器：变压器直流电阻测试仪）

1) 接线方法：变压器高压侧一般有多个档位，试验需对其每个档位都进行试验，每个档位一般要测量三个数据（如 AB、BC、CA），而低压侧则没有档位的，要测量三个数据（如 ao、bo、co 或者 ab、bc、ca），有些变压器低压侧有两组出线，要对其分别试验（如 a1b1、b1c1、c1a1 及 a2b2、b2c2、c2a2）具体视现场实际而定。

2) 试验标准

- a. 1600kVA 以上变压器，各相绕组电阻相互间的差别不应大于三相平均值的 2%，无中性点引出的绕组，线间差别不应大于三相平均值的 1%
- b. 1600kVA 及以下的变压器，相间差别一般不大于三相平均值的 4%，线间差别一般不大于三相平均值的 2%
- c. 与以前相同部位测得值比较，其变化不应大于 2%

3) 变压器的直流电阻，与同温下产品出厂实测数值比较，相应变化不应大于 2%；不同温度下电阻值按照下式换算：

$$R_2 = R_1 (T + t_2) / (T + t_1)$$

式中  $R_1$ 、 $R_2$ ——分别为温度在  $t_1$ 、 $t_2$  时的电阻值；

$T$ ——计算用常数，铜导线取 235，铝导线取 225。

计算方法

$$\text{不平衡率} = \frac{\text{三相实测最大值} - \text{最小值}}{\text{三相算术平均值}} \times 100\%$$

说明(注意): 试验过程中人体不得触摸变压器高、低压侧，以防触电。

#### 4. 空载损耗试验（试验仪器：变压器损耗参数测试仪）

1) 接线方法：变压器损耗参数测试仪有三条输出线（黄、绿、红三色），黄、绿、红对应低压侧的 a、b、c 三相。

2) 试验标准（见附表 A、D、E）

（备注：表中没有标准的参照出厂报告，另外：国标=按表（省标）\*1.15）

#### 5. 负载损耗试验（试验仪器：变压器损耗参数测试仪）

1) 接线方法：变压器损耗参数测试仪有三条输出线（黄、绿、红三色），黄、绿、红对应高压侧的 A、B、C 三相，低压侧要用粗线短接。

2) 参数设置

➤ 额定电压：10kV

➤ 额定电流：变压器高压侧电流（如 630kVA 为 36.4A）

➤ 额定温度：75℃ 当前温度：输入当前的温度

➤ 额定容量：输入变压器额定容量

➤ 试验项目选择：三相三线负载损耗试验

3) 试验方法：发电机的 380V 电源经调压器后接入变压器损耗参数测试仪，在测试仪中查看加入 1/4 额定电流（一般为 10-15A 电流），记录好数据。

#### 6. 绝缘电阻、交流耐压试验及吸收比试验（试验仪器：交流耐压及兆欧表）

1) 耐压试验标准：

表 6-1：电力变压器和电抗器交流耐压试验电压标准 kV

系统 标称电压	设备 最高电压	交流耐压	
		油浸式电力变压器和电抗器	干式电力变压器和电抗器
<1	≤1.1	—	2.5
3	3.6	14	8.5
6	7.2	20	17
10	12	28	24
15	17.5	36	32
20	24	44	43
35	40.5	68	60
66	72.5	112	—
110	126	160	—
220	252	316(288)	—
330	363	408(368)	—
500	550	544(504)	—

中山现行标准(供参考)：

10kV 交接试验 { 油变：高压侧，28kV；低压侧，4kV  
干变：高压侧，24kV；低压侧，2.5kV

10kV 预防性试验 { 油变：高压侧，28kV；低压侧，2.5kV  
干变：高压侧，24kV；低压侧，2.5kV

## 2) 绝缘电阻试验标准:

1 绝缘电阻值不低于产品出厂试验值的 70%。

2 当测量温度与产品出厂试验时的温度不符合时,可按表 7.0.9 换算到同一温度时的数值进行比较;

表 7.0.9 油浸式电力变压器绝缘电阻的温度换算系数

温度差 K	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
换算系数 A	1.2	1.5	1.8	2.3	2.8	3.4	4.1	5.1	6.2	7.5	9.2	11.2

注: 1 表中 K 为实测温度减去 20°C 的绝对值。

2 测量温度以上层油温为准。

当测量绝缘电阻的温度差不是表中所列数值时,其换算系数 A 可用线性插入法确定,也可按下述公式计算:

$$A=1.5^{K/10} \quad (7.0.9-1)$$

校正到 20°C 时的绝缘电阻值可用下述公式计算:

$$\text{当实测温度为 } 20^{\circ}\text{C} \text{ 以上时: } R_{20}=AR_t \quad (7.0.9-2)$$

$$\text{当实测温度为 } 20^{\circ}\text{C} \text{ 以下时: } R_{20}=R_t/A \quad (7.0.9-3)$$

式中  $R_{20}$ ——校正到 20°C 时的绝缘电阻值(M $\Omega$ );

$R_t$  ——在测量温度下的绝缘电阻值(M $\Omega$ )。

3 变压器电压等级为 35kV 及以上,且容量在 4000kVA 及以上时,应测量吸收比。吸收比与产品出厂值相比应无明显差别,在常温下应不小于 1.3;当  $R_{60s}$  大于 3000M $\Omega$  时,吸收比可不作考核要求。

说明:

- 1) 测量前被试绕组应充分放电
- 2) 耐压试验前,需检查变压器油位是否足够
- 3) 交流耐压试验加压时间为 1min,施加规定电压持续 1min 无异常时为合格
- 4) 试验时被试绕组的引出线端头均应短接,所有非被试绕组引出线端头应短路并接地
- 5) 测量温度以顶层油温为准,尽量使每次测量温度相近

6) 尽量在油温低于 50°C 时测量,不同温度下的绝缘电阻值最低允许值参照下表

10°C	20°C	30°C	40°C
450M $\Omega$	300 M $\Omega$	200 M $\Omega$	130 M $\Omega$
50°C	60°C	70°C	80°C
90 M $\Omega$	60 M $\Omega$	40 M $\Omega$	25 M $\Omega$

## 7. 变压器绝缘油、电气强度实验（击穿电压试验）

投运前耐压试验标准：

500kV：≥60kV

330kV：≥50kV

60～220kV：≥40kV

35kV 及以下电压等级：≥35kV

说明：

1 按《绝缘油 击穿电压测定法》GB/T 507 或《电力系统油质试验方法 绝缘油介电强度测定法》DL/T429 中的有关要求进行试验

2 油样应取自被试设备

3 该指标为平板电极测定值，其他电极可按《运行中变压器油质量标准》GB/T 7595 及《绝缘油 击穿电压测定法》GB/T 507 中的有关要求进行试验

4 对注入设备的新油均不应低于本标准

## 8. 术语和定义

### 1) 配电变压器

由较高电压降至最末级配电电压，直接做配电用的电力变压器。

### 2) 油浸式配电变压器

铁心和绕组都浸入油中的变压器。任何绝缘液体(矿物油或其他制品)都看作为油。

### 3) 干式配电变压器

铁心和绕组都不浸入绝缘液体中的变压器。

### 4) 非晶合金

以铁、硼等元素为原料，用急速冷却等工艺使该物质的原子排列呈现无序化的合金。

### 5) 非晶合金配电变压器

用具有软磁特性的非晶合金带材制成的铁心作为导磁材料的配电变压器。

### 6) 波纹油箱

油箱壁外表面呈瓦楞形，主要用于中小型密封式油浸式变压器，其波纹处应具有弹性。

## 附录 A

S11 型三相油浸式电力变压器技术参数表

序号	项 目	技 术 参 数 要 求															
1	电压比	10.5 (10) / 0.4 kV															
2	高压相数	三相															
3	低压相数	三相四线															
4	额定容量 kVA	30	50	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600
5	高压分接范围 %	$\pm 5$ 或 $\pm 2 \times 2.5$															
6	额定电流 A	1.73	2.89	3.64	5.77	7.22	9.24	11.55	14.43	18.2	23.1	28.9	36.4	46.2	57.7	72.2	92.4
7	额定频率 Hz	50															
8	空载损耗 W	100	130	180	200	240	280	340	400	480	570	680	810	980	1150	1360	1640
9	负载损耗 W	630/ 600	910/ 870	1310/ 1250	1580/ 1500	1890/ 1800	2310/ 2200	2730/ 2600	3200/ 3050	3830/ 3650	4520/ 4300	5410/ 5150	6200	7500	10300	12000	14500
10	总损耗 W	730/ 700	1040/ 1000	1480/ 1430	1780/ 1700	2130/ 2040	2590/ 2480	3070/ 2940	3600/ 3450	4310/ 4130	5090/ 4870	6090/ 5780	7010	8480	11450	13360	16140
11	短路阻抗 %	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
12	噪声水平(声功率级) dB	50	50	52	52	54	54	56	56	58	58	59	59	62	62	65	65
13	噪声水平(声压级) dB	37	37	38	39	41	41	42	42	44	44	45	45	48	49	52	52

注：对于额定容量为 500kVA 及以下的变压器，表中斜线上方的负载损耗值适用于 Dyn11 联结组，斜线下方的负载损耗值适用于 Yyn0 联结组；空载损耗实测值应无正偏差，负载损耗实测值允许偏差应在 3%以内，总损耗实测值允许偏差应在 3%以内，短路阻抗实测值允许偏差 10%以内；噪声水平按国家标准《6kV～500 kV 级电力变压器声级》(JB/T 10088-2004)规定值(声功率级值)，因在实际使用(测量)中多使用声压级，上表提供国标声功率级数值折算为声压级的数值。《声环境质量标准》(GB 3096-2008)内数值为声压级。

## 附录 D

SC(B)10 型三相干式电力变压器技术参数表

序号	项 目	技 术 参 数 要 求															
1	额定电压	10.5 (10) / 0.4 kV															
2	高压相数	三相															
3	低压相数	三相四线															
4	额定容量 kVA	30	50	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600
5	高压分接范围 %	$\pm 2 \times 2.5$ 或 $\pm 5$															
6	额定电流 A	1.73	2.89	3.64	5.77	7.22	9.24	11.55	14.43	18.2	23.1	28.9	36.4	46.2	57.7	72.2	92.4
7	额定频率 Hz	50															
8	空载损耗 W	190	270	370	400	470	540	620	720	880	980	1160	1345	1695	1985	2385	2735
9	负载损耗 W	F 级 (120℃)	710	1000	1380	1570	1850	2130	2530	2760	3470	3990	4880	5960	6960	8130	9690
10		H 级 (145℃)	760	1070	1480	1690	1980	2280	2710	2960	3730	4280	5230	6400	7460	8760	10370
11	总损耗 W	F 级	900	1270	1750	1970	2320	2670	3150	3480	4350	4970	6040	7305	8655	10115	12075
		H 级	950	1340	1850	2090	2450	2820	3330	3680	4610	5260	6390	7745	9155	10745	12755
	短路阻抗 %	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6
12	噪音水平(声功率级) dB	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	65
13	噪音水平(声压级) dB	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	52

注：空载损耗实测值允许偏差应在 3% 以内，负载损耗实测值允许偏差应在 5% 以内，总损耗实测值允许偏差应在 4% 以内，空载电流实测值允许偏差 30% 以内，短路阻抗实测值允许偏差 10% 以内；噪声水平按国家标准《6kV~500 kV 级电力变压器声级》(JB/T 10088-2004) 给定的为声功率级值，由于在实际使用(测量)中多应用声压级，上表按声压级给出噪音水平。《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 内数值为声压级。



## 附录 E

SG(B)10 型三相干式电力变压器技术参数表

序号	项 目	技 术 参 数 要 求															
1	额定电压	10.5 (10) / 0.4 kV															
2	高压相数	三相															
3	低压相数	三相四线															
4	额定容量 kVA	30	50	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600
5	高压分接范围 %	$\pm 2 \times 2.5$ 或 $\pm 5$															
6	额定电流 A	1.73	2.89	3.64	5.77	7.22	9.24	11.55	14.43	18.2	23.1	28.9	36.4	46.2	57.7	72.2	92.4
7	额定频率 Hz	50															
8	空载损耗 W	190	270	370	400	470	540	620	720	780	890	1040	1345	1695	1985	2385	2735
9	负载损耗 W H 级 (145℃)	790	1140	1570	1830	2120	2480	2880	3300	3970	4640	5530	6800	7900	9420	11140	13650
10	总损耗 W H 级	980	1410	1940	2230	2590	3020	3500	4020	4750	5530	6570	8145	9595	11405	13525	16385
11	短路阻抗 %	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6
12	噪音水平(声功率级) dB	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	65
13	噪音水平(声压级) dB	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	52

注：空载损耗实测值允许偏差应在3%以内，负载损耗实测值允许偏差应在5%以内，总损耗实测值允许偏差应在4%以内，空载电流实测值允许偏差30%以内，短路阻抗实测值允许偏差10%以内；噪声水平按国家标准《6kV~500 kV级电力变压器声级》(JB/T 10088-2004)给定的为声功率级值，由于在实际使用(测量)中多应用声压级，上表按声压级给出噪音水平。《声环境质量标准》(GB 3096-2008)内数值为声压级。

## 第二部分：高压开关柜试验

### 1. 导电回路电阻试验（试验仪器：导电回路电阻测试仪）

1) 接线方法：高压开关柜逐相两端接线（如果接线有困难可以两个高压柜一同试验），交接试验时，测试方法应符合产品技术条件的规定（采用直流压降法测量，电流不小于 100A）

2) 要求及标准：电阻值应符合产品技术条件的规定（建议不大于 1.2 倍出厂值）

### 2. 绝缘电阻试验（试验仪器：兆欧表）

整体应符合制造厂的技术规定（国标没有详细标明）

（参考）

断路器绝缘电阻

{	6-15kV	> 1000MΩ
	20-220kV	> 3000MΩ

说明：

1) 绝缘电阻用 2500V 兆欧表，在合闸和分闸状态下进行

2) 交流耐压试验在合闸状态对地及分闸状态的断口之间进行。试验前后绝缘电阻下降不超过 30% 为合格

### 3. 耐压试验（试验仪器：交流耐压）

1) SF<sub>6</sub> 断路器耐压试验按出厂试验电压的 80%

2) 其他断路器的 1min 工频耐压试验标准见下表 (kV)

额定电压	最高工作电压	耐压电压值
3	3.6	25
6	7.2	32
10	12	42

说明：

1) 试验电压施加方式：共箱全密封式按合闸时各相对地及相间，分闸时各相断口，非共箱全密封式按相对地或外壳进行。合闸位置、断口的试验电压相同

2) 10kV 级有如下情况的：进口开关设备其绝缘水平低于 42kV，耐压值为 28kV

3) 同一电压等级不同试验标准的电气设备，连接在一起时应分离出来单独试验，设备没法分离时可以一起进行试验，试验标准应采用连接的各种设备中的最低标准

### 4. 断路的机械特性试验（试验仪器：高压开关机械特性测试仪）

要求及标准：

1) 分、合闸时间，分、合闸同期性应符合制造厂规定

2) 合闸时触头的弹跳时间 40.5kV 以下断路器不应大于 2ms。40.5kV 及以上断路器不应大于 3ms；

说明：在额定操作电压下进行

#### **5. 机械或电气闭锁装置检查**

要求及标准：应符合制造厂规定，应该准确可靠

#### **6. 操作机构动作情况检查**

要求及标准：应符合制造厂规定，灵活、无卡涩

#### **7. 熔断器及撞针动作情况检查**

要求及标准：用万用表测量熔断器应接通，模拟熔断器熔断动作，操作机构应能正常动作跳闸

### 第三部分：高压电力电缆试验

#### 1. 高压电缆相色核对试验（试验仪器：万用表或兆欧表）

- 1) 测试方法：电缆一端一相导体、金属屏蔽或金属套和铠装层一起接地，另一端万用表（导通档）一端接地，一端逐相测量
- 2) 作用：确定电缆的相色及走向

#### 2. 绝缘电阻试验（试验仪器：兆欧表）

##### 1) 绝缘电阻标准：

$$\text{绝缘电阻} \left\{ \begin{array}{l} 10\text{kV} \left\{ \begin{array}{l} \text{相间} > 700\text{M}\Omega \\ \text{对地} > 400\text{M}\Omega \end{array} \right. \\ 6\text{kV} > 200\text{M}\Omega \\ 1\text{kV} > 50\text{M}\Omega \end{array} \right.$$

说明：

1) 0.6/1kV 电缆:用 1000V 兆欧表。

0.6/1kV 以上电缆:用 2500V 兆欧表；6/6kV 及以上电缆也可用 5000V 兆欧表。

橡塑电缆外护套、内衬套的绝缘电阻不低于  $0.5\text{M}\Omega/\text{km}$ ；

橡塑电缆外护套、内衬套的测量:用 500V 兆欧表。

2) 测量绝缘电阻时，应分别在每一相上进行。对一相进行试验或测量时，其它两相导体、金属屏蔽或金属套和铠装层一起接地

3) 耐压试验前后，绝缘电阻测量应无明显变化（绝缘电阻大于  $1000\text{M}\Omega$ ， $R_{60}$  与  $R_{15}$  之间的比值（吸收比）一般不小于 1.3）

#### 3. 交流耐压试验（试验仪器：调频串联谐振试验设备）

要求及标准：使用频率 20HZ-300HZ 谐振耐压试验或工频耐压试验, 2.5 倍  $U_0$ , 时间 5min；或 2 倍  $U_0$ , 时间 60min；无放电击穿现象

中山现行标准(供参考)：

$$\text{交流耐压} \left\{ \begin{array}{l} \text{新电缆: } 2.5 \times 8.7\text{kV} = 21.7\text{kV} \\ \text{旧电缆: } 1.6 \times 8.7\text{kV} = 13.9\text{kV} \end{array} \right.$$

#### 4. 直流耐压试验（试验仪器：直流高压发生仪）

要求及标准：泄漏电流稳定，不随试验电压升高而急剧上升，不随试验时间延长而上升

1) 直流电压下的电场分布与交流电场分布不同，不能反映实际运行状况

2) 直流耐压可能对绝缘有害，在条件不具备的情况下，才允许对  $U_0$  为 18kV 及以下的橡塑电缆采用直流耐压试验

18 / 30kV 及以下电压等级的橡塑绝缘电缆直流耐压试验电压应按下列式计算：

$$U_t = 4 \times U_0 ;$$

中山现行标准(供参考)：

$$\text{直流耐压} \left\{ \begin{array}{l} \text{新电缆: } 37\text{kV} \\ \text{旧电缆: } 25\text{kV} \end{array} \right.$$

## 第四部分：高压氧化物避雷器试验

### 1. 绝缘电阻试验（试验仪器：兆欧表）

要求及标准：绝缘电阻（10kV）>1000MΩ（说明采用 2500V 兆欧表）

### 2. 直流 1mA 电压 ( $U_{1mA}$ ) 及 75 % $U_{1mA}$ 下的泄漏电流（试验仪器：直流高压发生仪）

直流 1mA 电压 ( $U_{1mA}$ ) 及 75 % $U_{1mA}$ 下的泄漏电流	1) 直流 1mA 参考电压值 ( $U_{1mA}$ ) 不得低于下表规定值 (kV)		
	避雷器额定电压 (有效值)	避雷器持续运行电压 (有效值)	$U_{1mA}$
	5	4.0	7.5
	10	8.0	15
	12	9.6	18
	15	12.0	23
	17	13.6	25
2) $U_{1mA}$ 实测值与制造厂规定值比较，变化不应大于±5%			
3) 75 % $U_{1mA}$ 下的泄漏电流不应大于 50 μA 或符合产品技术条件规定			

说明：要记录试验时的环境温度和相对湿度，测量电流的导线应使用屏蔽线  
要求及标准：（补充）

氧化锌直流  $U_{1mA}$  电压：
 

{	新装：≥25kV（个别厂家技术参数为≥24kV）
	运行：≤新装±5%

## 第五部分：高压过电压保护器（阀式避雷器）试验

### 1. 绝缘电阻试验（试验仪器：兆欧表）

要求及标准：绝缘电阻 FS-10kV>2500MΩ（说明采用 2500V 兆欧表）

### 2. 工频放电电压试验电流

要求及标准：

- 1) 每两次的试验间隔不得小于 10S
- 2) 工频放电电压，测量三次，求其平均值，应符合产品技术条件的规定
- 3) 工频放电电压试验时，放电后应快速切除电源，切断电源时间不大于 0.5S，过流保护动作电流控制在 0.2~0.7A
- 4) 工频放电电压有效值 kV：

FZ-10kV {
 

{	新装：26-31kV
	运行：23-33kV

## 第六部分：高压电流互感器试验

### 1. 变比检查（试验仪器：大电流发生器及伏安表）

要求及标准：与制造厂铭牌相符

### 2. 极性试验（试验仪器：干电池及直流毫安表）

要求及标准：必须符合设计要求, 应与铭牌和标志相符

备注:使用万用表及干电池测量电压互感器极性的试验方法

(电磁单元绕组的极性检验一般用直流法进行, 用 1.5V 干电池的正极接在一次绕组的 A 端, 负极接在一次绕组的 X 端, 直流毫安表的正极接在二次绕组的 a 端, 负极接在二次绕组的 n 端, 瞬间接通开关, 电流表按顺时针方向摆动为减极性)

### 3. 绕组直流电阻测量

应符合下列规定：同型号、同规格、同批次电流互感器一、二次绕组的直流电阻和平均值的差异不宜大于 10%。当有怀疑, 应提高施加的测量电流, 测量电流（直流值）一般不宜超过额定电流（方均根值）的 50%。

### 4. 励磁特性试验（试验仪器：交流耐压操作箱、伏安表及万用表）

要求及标准：与制造厂提供的特性曲线比较无明显差别

### 5. 二次负载试验（试验仪器：交流耐压操作箱、伏安表万用表）（国标没要求）

1) 要求及标准：容量应不大于绕组额定容量

电流互感器容量相关指标为二次负荷额定容量, 一般用 VA 表示, 如 5VA、10VA 等。选择互感器时, 注意实际容量应在额定二次负荷的 25%-100%之间。

2) 说明：在二次负载侧加额定电流, 读取电压值

### 6. 绕组的绝缘电阻试验（试验仪器：兆欧表）

要求及标准：

测量一次绕组对二次绕组及外壳、各二次绕组间及其对外壳的绝缘电阻, 不宜低于 1000M $\Omega$ （说明：采用 2500V 兆欧表）

### 7. 交流耐压试验（试验仪器：交流耐压）

要求及标准：

交流耐压试验	应按出厂试验电压的 80%进行		
	额定电压	最高工作电压	耐压电压值
	3	3.6	20
	6	7.2	24
	10	12	33
二次绕组之间及其对外壳的工频耐压试验电压标准应为 2kV;			

说明：

1) 加压方法：试验时被试绕组的引出线端头均应短接, 非被试绕组引出线端头

应短路接地

2)同一电压等级不同试验标准的电气设备,连接在一起时应分离出来单独试验,设备没法分离时可以一起进行试验,试验标准应采用连接的各种设备中的最低标准

#### 示例分析: 5p20 电流互感器二次负载电阻怎么计算

这个互感器是保护用互感器,5p 表示准确度等级为 5 级,也就是说,额定情况下,允许误差在 $\pm 5\%$ 范围以内。20 是准确限值系数,表示互感器可以过载 20 倍,准确度等级仍能控制在 5 级。

至于二次负载电阻计算,要看互感器的额定容量(也有称额定负荷的),用 VA 数表示的就是。假设额定容量是 20VA,二次额定电流是 5A,那么,电阻可以选  $20/5^2=0.8\Omega$ 。

额定的二次负荷就是指允许长期接入的负荷最大值。

## 第七部分: 高压电压互感器试验

### 1. 接线组别及极性试验(试验仪器: 自动变比测试仪或干电池及直流毫安表)

要求及标准:

检查互感器的接线组别和极性,必须符合设计要求,应与铭牌和标志相符

试验目的:

检验互感器的极性是否正确,为后面的试验项目做好准备,防止误差试验时仪器故障。标有大写体和小写体的同一字母的端子,在同一瞬间应具有同一极性,即所谓减极性。

备注:使用万用表及干电池测量电压互感器极性的试验方法

(电磁单元绕组的极性检验一般用直流法进行,用 1.5V 干电池的正极接在一次绕组的 A 端,负极接在一次绕组的 X 端,直流毫安表的正极接在二次绕组的 a 端,负极接在二次绕组的 n 端,瞬间接通开关,电流表按顺时方向摆动为减极性)

### 2. 变比试验(试验仪器: 变比自动测试仪)

1) 接线方法: 变比自动测试仪一般为高、低压各取两条线(黄、绿二色),按色相接线,高压: 黄、绿对应高压侧的 A、N 接线端,低压: 黄、绿对应低压侧的 a、n 接线端。

2) 试验标准及计算方法

试验标准: 必须符合设计要求

计算方法:  $((\text{测量值}-\text{标准值})/\text{标准值}) \times 100\%$

说明: 试验过程中接线高、低压侧接线不可以反接,防止仪器烧毁

### 3. 绕组的直流电阻(试验仪器: 万用表)

要求及标准:

一次侧与同温出厂值相比,相差不大于 10%

二次侧与同温出厂值相比,相差不大于 15%

#### 4. 熔断器检查（试验仪器：万用表）（国标没要求）

要求及标准：用万用表测量应能接通

备注：计量用电压互感器进行一次侧绝缘电阻及交流耐压试验

#### 5. 励磁特性试验（试验仪器：交流耐压操作箱及伏安表）

要求及标准：励磁电流不大于出厂试验报告值的 30%

说明（试验方法）：电压互感器高压侧开路，低压侧通以额定电压，读取电流一般情况下，励磁曲线测量点为额定电压的 20%、50%、80%、100% 和 120%。

对于中性点直接接地的电压互感器（N 端接地），电压等级 35kV 及以下电压等级的电压互感器最高测量点为 190%；对于额定电压测量点（100%），励磁电流不宜大于其出厂试验报告和型式试验报告的测量值的 30%，同批同型号、同规格电压互感器此点的励磁电流不宜相差 30%；

#### 6. 绕组的绝缘电阻试验（试验仪器：兆欧表）

要求及标准：

测量一次绕组对二次绕组及外壳、各二次绕组间及其对外壳的绝缘电阻，不宜低于 1000MΩ（说明：采用 2500V 兆欧表）

#### 7. 交流耐压试验（试验仪器：交流耐压）

要求及标准：

工频耐压试验	应按出厂试验电压的 80%进行		
	额定电压	最高工作电压	耐压电压值
	3	3.6	20
	6	7.2	24
	10	12	33
二次绕组之间及其对外壳的工频耐压试验电压标准应为 2kV；			

说明：

- 1) 加压方法：试验时被试绕组的引出线端头均应短接，非被试绕组引出线端头应短路接地
- 2) 同一电压等级不同试验标准的电气设备，连接在一起时应分离出来单独试验，设备没法分离时可以一起进行试验，试验标准应采用连接的各种设备中的最低标准

#### 举例：多绕组特殊电压互感分析（举例说明及应用）

变比（以 10000/√3/100/√3/100/3 为例），变比为两组，即

$$a、10000/\sqrt{3}\div 100/\sqrt{3}=100 \quad b、10000/\sqrt{3}\div 100/3=173.2$$



伏安特性也是两组,即

a、 $100/\sqrt{3} = 57.7 \text{ V}$  , 的 0.2 倍、0.5 倍、0.8 倍、1.0 倍、1.2 倍。

b、 $100/3 = 33.3 \text{ V}$  , 的 0.2 倍、0.5 倍、0.8 倍、1.0 倍、1.2 倍。

注意: 未屏接地的互感器耐压试验应为额定电压的 1.5 倍, 绝缘应解开末屏接地才能测量。

## 第八部分: 高压电容器试验

### 1. 电容值试验 (试验仪器: 电容表或电容测试仪)

要求及标准:

耦合电容器电容值的偏差应在额定电容值的 $-5\% \sim +10\%$  范围内, 电容器叠柱中任何两单元的实测电容之比与这两单元的额定电压之比值的倒数之差不应大于 5%; 断路器电容器电容值的偏差应在额定电容值的  $\pm 5\%$  范围内。对电容器组, 还应测量各相、各臂及总的电容值。

### 2. 绝缘电阻试验 (试验仪器: 兆欧表) (国标没有详细标明)

要求及标准: 不小于  $2000 \text{ M}\Omega$

说明: 采用 2500V 兆欧表, 在电极对外壳及地之间进行

### 3. 交流耐压试验 (试验仪器: 交流耐压)

要求及标准:

1min 工频试验电压见下表 (kV)	
额定电压	试验电压
3	18.7
6	22.5
10	31.5

说明:

当产品出厂试验电压值不符合规定时, 交接试验电压应按产品出厂试验电压值的 75% 进行

### 举例: 电容值是否合格浅析 (举例说明及应用)

试验标准: 测量值与标准值对比 ( $-5\% \sim +10\%$ )

例: 标准值  $369 \mu\text{F}$ ,

A-BC 地= $244 \mu\text{F}$       B-AC 地= $255 \mu\text{F}$       C-AB 地= $251 \mu\text{F}$

即测量值= $(244+255+251)/2=375 \mu\text{F}$

比差= $(\text{测量值}-\text{标准值})/\text{标准值} \times 100\% = -5.9\%$  , 即该组电容不合格。

备注：如果铭牌没有标准值,可以加以计算：

$$C=Q/WU^2, W=2\pi f=2\times 3.14\times 50=314$$

(其中 Q 为标准容量, U 为额定电压, f 为额定频率 50Hz)

例：Q=30kVar、U=415V、f=50Hz

则：C=Q/2 $\pi$ f\*U<sup>2</sup>=(30\*1000)ar/314\*415\*415

$$=30000/54078650$$

$$=5.547475759842378e-4F$$

(单位转换：5.547475759842378e-4F=5.547475759842378e-4F\*1000000 $\mu$ F=554.7475759842378 $\mu$ F)

## 第九部分：高压电抗器试验

### 1. 绕组直流电阻试验（试验仪器：直流电阻测试仪）

要求及标准：三相电抗器绕组直流电阻值相互间差值不应大于三相平均值的 2%

电抗器与同温下产品出厂值比较相应变化不应大于 2%。

### 2. 绝缘电阻试验（试验仪器：兆欧表）

绝缘电阻值不低于产品出厂试验值的 70%

要求及标准：不小于 1000 M $\Omega$ （国标没有详细标明）

说明：采用 2500V 兆欧表

### 3. 交流耐压试验（试验仪器：交流耐压）

要求及标准：

1min 试验电压值如下(kV)：		
额定电压	试验电压	
	油浸式	干式
3	14	8.5
6	20	17
10	28	24

说明：

对分级绝缘的耐压试验电压标准，应按接地端或末端绝缘的电压等级来进行

加压方法：试验时被试绕组的引出线端头均应短接，非被试绕组引出线端头应短路接地

### 3. 绝缘油试验

要求及标准:

外观	透明、无杂质或悬浮物
击穿电压	35kV 及以下电压等级: $\geq 35\text{kV}$

说明:

1) 按 GB/T507-1986 或 DL/T429. 9-1991 方法进行试验

2) 油样应取自被试设备, 试验油杯采用平板电极

## 第十部分: 其它设备交接试验

### 1. 绝缘电阻试验 (试验仪器: 兆欧表)

要求及标准:

1) 高压隔离开关传动杆 (3-15kV) 的绝缘电阻不低于  $1200\text{M}\Omega$

2) 高压支柱绝缘子、母线、计量柜绝缘电阻不低于  $500\text{M}\Omega$

3) 0.4kV 避雷器绝缘电阻不低于  $2\text{M}\Omega$

4) 0.4kV 低压电缆、隔离开关、支柱绝缘子及母线绝缘电阻不小于  $1\text{M}\Omega$

5) 二次回路的绝缘电阻不小于  $1\text{M}\Omega$ ; 在潮湿的地方, 可不小于  $0.5\text{M}\Omega$

说明:

10kV 设备采用 2500V 兆欧表

0.4kV 设备采用 500V 或 1000V 兆欧表, 二次回路设备采用 500V 兆欧表

### 3. 交流耐压试验 (试验仪器: 交流耐压)

要求及标准:

交流耐压	1) 支柱绝缘子、隔离开关		
	额定电压	工频试验电压	
		纯瓷	固体有机
	3kV	25 kV	22 kV
	6kV	32 kV	26 kV
	10kV	42 kV	38 kV

	2) 10kV 计量柜按出厂试验值 0.8 倍进行耐压试验，以 33kV 为试验参考值 3) 0.4kV 设备试验电压为 1000V，在绝缘电阻大于 10 MΩ 时，可采用 2500V 兆欧表代替耐压试验 4) 0.4kV 避雷器不做耐压试验
--	---

说明：

- 1) 耐压时间均为 1min
- 2) 同一电压等级不同试验标准的电气设备，连接在一起时应分离出来单独试验，设备没法分离时可以一起进行试验，试验标准应采用连接的各种设备中的最低标准
- 3) 除 0.4KV 刀闸、补偿电容器可短接一起试验记录外，其他设备如低压母线、进线缆、避雷器等要分相进行试验记录

## 第十一部分：继电器保护试验

### 1. 二次回路绝缘电阻试验（试验仪器：兆欧表）

小母线在断开所有其它并联支路时，不应小于 10MΩ；

二次回路的每一支路和断路器、隔离开关的操动机构的电源回路等，均不应小于 1MΩ。在比较潮湿的地方，可不小于 0.5MΩ。

说明：采用 500V 兆欧表（国标没有详细标明）

### 2. 二次回路交流耐压试验（试验仪器：交流耐压或兆欧表）

要求及标准：

试验电压为 1000V，绝缘值在 10MΩ 以上时，可采用 2500V 兆欧表代替，试验持续时间为 1min，或符合产品技术规定。48V 及以下电压等级回路可不做交流耐压试验

说明：回路中有电子元器件设备的，试验时应将插件拔出或者将其两端短接

注：二次回路是指电气设备的操作、保护、测量、信号等回路及其回路中的操动机构的线圈、接触器、继电器、仪表、互感器二次绕组等。

### 3. 继电器校验（试验仪器：单相继电保护测试仪）

要求及标准：

电流（压） 继电器	电流和过电压继电器返回系数在 0.85-0.9 之间，低电压继电器返回系数不大于 1.2，动作值与整定指示值应基本相符
--------------	---

时间、中间、信号、冲击继电器	1) 线圈电阻不超过出厂值 $\pm 10\%$ 2) 时间继电器直流动作电压不大于 70%额定值，交流动作电压不大于 80%额定值，返回电压不小于 5%额定值，时间取三次动作平均值，能符合整定要求 3) 中间继电器动作电压不大于 70%额定值，动作电流不大于额定值 4) 出口中间继电器动作电压为 50-70%额定值，返回值不小于 5%额定值；具有保持线圈的，保持电流不大于 80%额定值，保持电压不大于 65%额定值 5) 电流型信号继电器动作电流不大于额定值，电压型信号继电器不大于 70%额定值 6) 冲击继电器冲击电流不大于 0.2A，返回电压不大于 80%额定值
----------------	--

例子：交流继电器试验（电流保护、低电压）

继电器名称	铭牌参数	整定值 (A)	动作值 (A)	返回值 (A)	返回系数	试验结果
1LJ A 相速断	DL-31 #170	22	22	19.5	0.89	合格
1YJ AB 相低电压	DY-36 100V #0607	70	70	80V	1.14	合格

#### 4. 一次升流试验（试验仪器：大电流发生器）

接线方法：在高压电流互感器两端逐相加入模拟故障电流

要求及标准：在全部继电器做完试验，检查端子排和连接压板接触良好后，应做一次升流试验，保护应能可靠动作，信号指示正确

说明：如试验设备电流值不能达到整定值时，可进行二次升流试验

## 第十二部分：继电综合保护装置试验

### 1. 二次回路绝缘电阻试验（试验仪器：兆欧表）

小母线在断开所有其它并联支路时，不应小于  $10M\Omega$ ；

二次回路的每一支路和断路器、隔离开关的操动机构的电源回路等，均不应小于  $1M\Omega$ 。在比较潮湿的地方，可不小于  $0.5M\Omega$ 。

说明：采用 500V 兆欧表（国标没有详细标明）

### 2. 二次回路交流耐压试验（试验仪器：交流耐压或兆欧表）

要求及标准：

试验电压为 1000V，绝缘值在  $10M\Omega$  以上时，可采用 2500V 兆欧表代替，试验持续时间为 1min，或符合产品技术规定。48V 及以下电压等级回路可不做交流耐压试验

说明：回路中有电子元器件设备的，试验时应将插件拔出或者将其两端短接

### 3. 交流电流、电压通道测试（试验仪器：大电流发生器或继电保护测试仪）

要求及标准：显示值与标准值应该相符

如：交流电流通道平衡度及线性度检查( $I_n=5.0A$ )

通入电流有效值(A)	测量通道显示值(A)				保护通道显示值(A)			
	$I_A$	$I_B$	$I_C$	$I_0$	$I_A$	$I_B$	$I_C$	$I_0$
0.0 $I_n$								
0.1 $I_n$								
0.5 $I_n$								
1.0 $I_n$								
5.0 $I_n$								

### 4. 定值传动试验（试验仪器：大电流发生器或继电保护测试仪）

要求及标准：显示值与标准值应该相符，95%故障电流不动作，100%故障电流或105%故障电流可靠动作

如：限时电流速断（整定值： $I_{zd}=0.80A$ ， $T=0.30S$ ）

加入电流量(A)	动作时间(mS)			试验结果
	A相	B相	C相	
1.05 $I_{zd}$	342	349	344	合格
0.95 $I_{zd}$	不动作	不动作	不动作	合格

### 5. 一次升流试验（试验仪器：大电流发生器）

接线方法：在高压电流互感器两端逐相加入模拟故障电流

要求及标准：在全部继电器做完试验，检查端子排和连接压板接触良好后，应做一次升流试验，保护应能可靠动作，信号指示正确

说明：如试验设备电流值不能达到整定值时，可进行二次升流试验

### 第十三部分：直流屏试验

#### 1. 直流母线电压值试验（试验仪器：万用表）

要求及标准：

要求	
正母线对地	1) 正、负母线对地电压都等于直流控制电源电压一半 2) 符合直流控制电源电压要求
负母线对地	
正负极间	

说明：

正、负母线对地电压不等，直流控制回路绝缘强度不足，存在接地可能性

#### 2. 充电机直流电压值试验（试验仪器：万用表）

要求及标准：符合直流控制电源电压要求

#### 3. 蓄电池组电压值试验（试验仪器：万用表）

要求及标准：符合直流控制电源电压要求

### 第十四部分：中央信号屏试验

#### 1. 检查光字牌

要求：光字牌整体试验时显示正常，故障或预告报警时相应设备光字牌应正常显示

#### 2. 检查电铃

要求：手动试验时应响铃，有预告信号应响铃报警

#### 3. 检查电笛

要求：手动试验时应鸣笛，有故障信号应鸣笛报警

## 第十五部分：接地电阻试验

### 1. 接地电阻值试验（试验仪器：接地电阻测试仪）

要求及标准：

试验项目	要求
配电装置	不大于 $4\Omega$
杆塔部分	不大于 $10\Omega$
1kV 以下电力设备容量 100kVA 以下	不大于 $10\Omega$
1kV 以下电力设备容量 100kVA 及以上	不大于 $4\Omega$
发电厂或变电站独立地网	不大于 $0.5\Omega$

说明：测量接地电阻时，应避免土壤结构不均匀的影响，如在必须的最小布极范围内土壤电阻率基本均匀，可采用各种补偿法，否则，应尽量采用远离法

### 2. 检查接地线与电气设备及接地极连接情况

要求及标准：

- 1) . 接地引下线有无丢失、断股、损伤
- 2) . 接头接触是否良好，线夹螺栓有无松动、锈蚀。
- 3) . 接地体有无外露、严重腐蚀，在埋设范围内有无土方工程。

## 第十六部分：0.4kV 电容器试验

### 1. 绝缘电阻试验（试验仪器：兆欧表）

要求及标准：不小于  $1M\Omega$

说明：采用 500V 兆欧表，在电极对外壳及地之间进行

### 2. 交流耐压试验（试验仪器：交流耐压或兆欧表）

要求及标准：

耐压电压 2.25kV，时间 1min，可用 2500V 兆欧表代替

说明：当产品出厂试验电压值不符合规定时，交接试验电压应按产品出厂试验电压值的 75% 进行

### 3. 电容值试验（试验仪器：电容表）

要求及标准：电容器相间基本平衡（计算方法同高压电容）



## 第十七部分：0.4kV 断路器试验

### 1. 绝缘电阻试验（试验仪器：兆欧表）

要求及标准：不小于  $1\text{M}\Omega$

说明：采用 500V 兆欧表, 在电极对外壳及地之间进行, 耐压前测试

### 2. 交流耐压试验（试验仪器：交流耐压或兆欧表）

要求及标准：

耐压电压 1000V, 时间 1min, 当回路的绝缘电阻值在  $10\text{M}\Omega$  以上时可用 2500V 兆欧表代替

### 3. 电动机构操作动作情况检查

要求及标准：正常操作电压下应能正确合, 分闸, 电动储能机构应能正确动作

### 4. 手动机构操作动作情况检查

要求及标准：手动操作应能正确合, 分闸, 储能机构应能正确动作

参考资料： 国标 <电气装置安装工程电气设备交接试验标准> GB50150—2006

2006 国标 <三相配电变压器能效限定值及节能评价值> GB20052—

2006 国标 <高压开关设备和控制设备的的共用技术要求>DL 593—

2006 中国南方电网公司企业标准 <电力设备预防性试验规程>Q/CSG1

0007-2004 广东省广电集团有限公司文件：广电生[2004]55 号 关于印发 S11 型配电变压器检验管理方法的通知

2009 广东电网公司：10kV 配电变压器技术规范(广东电网公司统一编码：S.00.00.05/Q103-0001-0909-6221)