



杭州高电

专业高试铸典范

Professional High Voltage Test

服务支持: <http://www.hzhv.com>

电力设备预防性试验规程

六、电力变压器及电抗器

杭州高电

专业高试铸典范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务



6.10 接地变压器

6.10.1 定期试验项目见表 5 中序号 3、6、7。

6.10.2 大修试验项目见表 5 中序号 2、3、6、7、9、15、16、22, 其中 15、16 项适用于更换绕组时进行。

表 5 电力变压器及电抗器的试验项目、周期和要求

序号	项目	周期	要求	说明
1	油中溶解气体色谱分析	1) 220kV 及以上的所有变压器、容量 120MVA 及以上的发电厂主变压器和 330kV 及以上的电抗器在投运后的 4、10、30 天(500kV 2) 设备还应增加 1 次在投运后 1 天) 运行中: a) 330kV 及以上变压器和电抗器为 3 个月; b) 220kV 变压器为 6 个月; c) 120MVA 及以上的发电厂主变压器为 6 个月; d) 其余 8MVA 及以上的变压器为 1 年; e) 8MVA 以下的油浸式变压器自行规定 3) 大修后 4) 必要时	1) 运行设备的油中 H ₂ 与烃类气体含量(体积分数)超过下列任何一项值时应引起注意: 总烃含量大于 150×10 ⁻⁶ H ₂ 含量大于 150×10 ⁻⁶ C ₂ H ₂ 含量大于 5×10 ⁻⁶ (500kV 变压器为 1×10 ⁻⁶) 2) 烃类气体总和的产气速率大于 0.25ml/h(开放式)和 0.5ml/h(密封式), 或相对产气速率大于 10%/月则认为设备有异常 3) 对 330kV 及以上的电抗器, 当出现痕量(小于 5×10 ⁻⁶)乙炔时也应引起注意; 如气体分析虽已出现异常, 但判断不至于危及绕组和铁芯安全时, 可在超过注意值较大的情况下运行	1) 总烃包括: CH ₄ 、C ₂ H ₆ 、C ₂ H ₄ 和 C ₂ H ₂ 四种气体 2) 溶解气体组分含量有增长趋势时, 可结合产气速率判断, 必要时缩短周期进行追踪分析 3) 总烃含量低的设备不宜采用相对产气速率进行判断 4) 新投运的变压器应有投运前的测试数据 5) 测试周期中 1) 项的规定适用于大修后的变压器
2	绕组直流电阻	1) 1~3 年或自行规定 2) 无励磁调压变压器变换分接位置后 3) 有载调压变压器的分接开关检修后(在所有分接侧) 4) 大修后 5) 必要时	1) 1.6MVA 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% 2) 1.6MVA 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% 3) 与以前相同部位测得值比较, 其变化不应大于 2% 4) 电抗器参照执行	1) 如电阻相间差在出厂时超过规定, 制造厂已说明了这种偏差的原因, 按要求中 3) 项执行 2) 不同温度下的电阻值按下式换算 $R_2 = R_1 \left(\frac{T+t_2}{T+t_1} \right)$ 式中 R ₁ 、R ₂ 分别为在温度 t ₁ 、t ₂ 时的电阻值; T 为计算用常数, 铜导线取 235, 铝导线取 225 3) 无励磁调压变压器应在使用的分接锁定后测量



3	绕组绝缘电阻、吸收比或(和)极化指数	1) 1~3 年或自行规定 2) 大修后 3) 必要时	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	1) 采用 2500V 或 5000V 兆欧表 2) 测量前被试绕组应充分放电 3) 测量温度以顶层油温为准, 尽量使每次测量温度相近 4) 尽量在油温低于 50℃ 时测量, 不同温度下的绝缘电阻值一般可按下式换算 $R_2 = R_1 \times 1.5^{(t_1 - t_2)/10}$ 式中 R1、R2 分别为温度 t1、t2 时的绝缘电阻值 5) 吸收比和极化指数不进行温度换算
4	绕组的 tg δ	1) 1~3 年或自行规定 2) 大修后 3) 必要时	1) 20℃ 时 tg δ 不大于下列数值: 330~500kV 0.6% 66~220kV 0.8% 35kV 及以下 1.5% 2) tg δ 值与历年的数值比较不应有显著变化(一般不大于 30%) 3) 试验电压如下: 绕组电压 10kV 及以上 10kV 绕组电压 10kV 以下 Un 4) 用 M 型试验器时试验电压自行规定	1) 非被试绕组应接地或屏蔽 2) 同一变压器各绕组 tg δ 的要求值相同 3) 测量温度以顶层油温为准, 尽量使每次测量的温度相近 4) 尽量在油温低于 50℃ 时测量, 不同温度下的 tg δ 值一般可按下式换算 $tg \delta_2 = tg \delta_1 \times 1.3^{(t_2 - t_1)/10}$ 式中 tg δ 1、tg δ 2 分别为温度 t1、t2 时的 tg δ 值
5	电容型套管的 tg δ 和电容值	1) 1~3 年或自行规定 2) 大修后 3) 必要时	见第 9 章	1) 用正接法测量 2) 测量时记录环境温度及变压器(电抗器)顶层油温
6	绝缘油试验	1) 1~3 年或自行规定 2) 大修后 3) 必要时	见第 13 章	
7	交流耐压试验	1) 1~5 年(10kV 及以下) 2) 大修后(66kV 及以下) 3) 更换绕组后 4) 必要时	1) 油浸变压器(电抗器)试验电压值按表 6(定期试验按部分更换绕组电压值) 2) 干式变压器全部更换绕组时, 按出厂试验电压值; 部分更换绕组和定期试验时, 按出厂试验电压值的 0.85 倍	1) 可采用倍频感应或操作波感应法 2) 66kV 及以下全绝缘变压器, 现场条件不具备时, 可进行外施工频耐压试验 3) 电抗器进行外施工频耐压试验



8	铁芯(有外引接地线的)绝缘电阻	1) 1~3年或自行规定 2) 大修后 3) 必要时	1) 与以前测试结果相比无显著差别 2) 运行中铁芯接地电流一般不大于 0.1A	1) 采用 2500V 兆欧表(对运行年久的变压器可用 1000V 兆欧表) 2) 夹件引出接地的可单独对夹件进行测量												
9	穿心螺栓、铁轭夹件、绑扎钢带、铁芯、线圈压环及屏蔽等的绝缘电阻	1) 大修后 2) 必要时	220kV 及以上者绝缘电阻一般不低于 500MΩ, 其它自行规定	1) 采用 2500V 兆欧表(对运行年久的变压器可用 1000V 兆欧表) 2) 连接片不能拆开者可不进行												
10	油中含水量	见第 13 章														
11	油中含气量	见第 13 章														
12	绕组泄漏电流	1) 1~3年或自行规定 2) 必要时	1) 试验电压一般如下: <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>绕组额定电压 kV</td> <td>3</td> <td>6~10</td> <td>20~35</td> <td>66~330</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>直流试验电压 kV</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>40</td> <td>60</td> </tr> </table> 2) 与前一次测试结果相比应无明显变化	绕组额定电压 kV	3	6~10	20~35	66~330	500	直流试验电压 kV	5	10	20	40	60	读取 1min 时的泄漏电流值
绕组额定电压 kV	3	6~10	20~35	66~330	500											
直流试验电压 kV	5	10	20	40	60											
13	绕组所有分接的电压比	1) 分接开关引线拆装后 2) 更换绕组后 3) 必要时	1) 各相应接头的电压比与铭牌值相比, 不应有显著差别, 且符合规律 2) 电压 35kV 以下, 电压比小于 3 的变压器电压比允许偏差为 ±1%; 其它所有变压器: 额定分接电压比允许偏差为 ±0.5%, 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%													
14	校核三相变压器的组别或单相变压器极性	更换绕组后	必须与变压器铭牌和顶盖上的端子标志相一致													
15	空载电流和空载损耗	1) 更换绕组 2) 必要时	与前次试验值相比, 无明显变化	试验电源可用三相或单相; 试验电压可用额定电压或较低电压值(如制造厂提供了较低电压下的值, 可在相同电压下进行比较)												
16	短路阻抗和负载损耗	1) 更换绕组后 2) 必要时	与前次试验值相比, 无明显变化	试验电源可用三相或单相; 试验电流可用额定值或较低电流值(如制造厂提供了较低电流下的测量值, 可在相同电流下进行比较)												



17	局部放电测量	<p>1) 大修后 (220kV 及以上)</p> <p>2) 更换绕组后 (220kV 及以上、120MVA 及以上)</p> <p>3) 必要时</p>	<p>1) 在线端电压为 $1.5U_m / 3$ 时, 放电量一般不大于 500pC; 在线端电压为 $1.3U_m / 3$ 时, 放电量一般不大于 300pC</p> <p>2) 干式变压器按 GB6450 规定执行</p>	<p>1) 试验方法符合 GB1094.3 的规定</p> <p>2) 周期中“大修后”系指消缺性大修后, 一般性大修后的试验可自行规定</p> <p>3) 电抗器可进行运行电压下局部放电监测</p>
18	<p>有载调压装置的试验和检查:</p> <p>1) 查动作顺序, 动作角度</p> <p>2) 操作试验: 变压器带电时手动操作、电动操作、远方操作各 2 个循环</p> <p>3) 检查和切换测试:</p> <p>a) 测量过渡电阻的值</p> <p>b) 测量切换时间</p> <p>c) 检查插入触头、动静触头的接触情况, 电气回路的连接情况</p> <p>d) 单、双数触头间非线性电阻的试验</p> <p>e) 检查单、双数触头间放电间隙</p> <p>4) 检查操作箱</p> <p>5) 切换开关室绝缘油试验</p> <p>6) 二次回路绝缘试验</p>	<p>1) 1 年或按制造厂要求</p> <p>2) 大修后</p> <p>3) 必要时</p>	<p>范围开关、选择开关、切换开关的动作顺序应符合制造厂的技术要求, 其动作角度应与出厂试验记录相符。</p> <p>手动操作应轻松, 必要时用力矩表测量, 其值不超过制造厂的规定, 电动操作应无卡涩, 没有连动现象, 电气和机械限位动作正常与出厂值相符</p> <p>三相同步的偏差、切换时间的数值及正反向切换时间的偏差均与制造厂的技术要求相符</p> <p>动、静触头平整光滑, 触头烧损厚度不超过制造厂的规定值, 回路连接良好</p> <p>按制造厂的技术要求</p> <p>无烧伤或变动</p> <p>接触器、电动机、传动齿轮、辅助接点、位置指示器、计数器等工作正常</p> <p>符合制造厂的技术要求, 击穿电压一般不低于 25kV 绝缘电阻一般不低于 1MΩ</p>	<p>有条件时进行</p> <p>采用 2500V 兆欧表</p>



19	测温装置及其二次回路试验	1) 1~3 年 2) 大修后 3) 必要时	密封良好, 指示正确, 测温电阻值应和出厂值相符 绝缘电阻一般不低于 1MΩ	测量绝缘电阻采用 2500V 兆欧表										
20	气体继电器及其二次回路试验	1) 1~3 年(二次回路) 2) 大修后 3) 必要时	整定值符合运行规程要求, 动作正确 绝缘电阻一般不低于 1MΩ	测量绝缘电阻采用 2500V 兆欧表										
21	压力释放器校验	必要时	动作值与铭牌值相差应在±10%范围内或按制造厂规定											
22	整体密封检查	大修后	1) 35kV 及以下管状和平面油箱变压器采用超过油枕顶部 0.6m 油柱试验(约 5kPa 压力), 对于波纹油箱和有散热器的油箱采用超过油枕顶部 0.3m 油柱试验(约 2.5kPa 压力), 试验时间 12h 无渗漏 2) 110kV 及以上变压器, 在油枕顶部施加 0.035MPa 压力, 试验持续时间 24h 无渗漏	试验时带冷却器, 不带压力释放装置										
23	冷却装置及其二次回路检查试验	1) 自行规定 2) 大修后 3) 必要时	1) 投运后, 流向、温升和声响正常, 无渗漏 2) 强油水冷装置的检查 and 试验, 按制造厂规定 3) 绝缘电阻一般不低于 1MΩ	测量绝缘电阻采用 2500V 兆欧表										
24	套管中的电流互感器绝缘试验	1) 大修后 2) 必要时	绝缘电阻一般不低于 1MΩ	采用 2500V 兆欧表										
25	全电压下空载合闸	更换绕组后	1) 全部更换绕组, 空载合闸 5 次, 每次间隔 5min 2) 部分更换绕组, 空载合闸 3 次, 每次间隔 5min	1) 在使用分接上进行 3) 由变压器高压或中压侧加压 3) 110kV 及以上的变压器中性点接地 4) 发电机变压器组的中间连接无断开点的变压器, 可不进行										
26	油中糠醛含量	必要时	1) 含量超过下表值时, 一般为非正常老化, 需跟踪检测: <table border="1" data-bbox="518 1467 1061 1541"> <tr> <td>运行年限</td> <td>1~5</td> <td>5~10</td> <td>10~15</td> <td>15~20</td> </tr> <tr> <td>糠醛mg/L</td> <td>0.1</td> <td>0.2</td> <td>0.4</td> <td>0.75</td> </tr> </table> 2) 跟踪检测时, 注意增长率 3) 测试值大于 4mg/L 时, 认为绝缘老化已比较严重	运行年限	1~5	5~10	10~15	15~20	糠醛mg/L	0.1	0.2	0.4	0.75	建议在以下情况进行: 1) 油中气体总烃超标或CO、CO2 过高 2) 500kV 变压器和电抗器及 150MVA 以上升压变压器投运 3~5 年后 3) 需了解绝缘老化情况
运行年限	1~5	5~10	10~15	15~20										
糠醛mg/L	0.1	0.2	0.4	0.75										
27	绝缘纸(板)聚合度	必要时	当聚合度小于 250 时, 应引起注意	1) 试样可取引线上绝缘纸、垫块、绝缘纸板等数克 2) 对运行时间较长的变压器尽量利用吊检的机会取样										
28	绝缘纸(板)含水量	必要时	含水量(质量分数)一般不大于下值: <table border="1" data-bbox="518 1892 1061 1960"> <tr> <td>500kV</td> <td>1%</td> <td>500kV</td> </tr> <tr> <td>330kV</td> <td>2%</td> <td>330kV</td> </tr> </table>	500kV	1%	500kV	330kV	2%	330kV	可用所测绕组的 tgδ 值推算或取样直接测量。有条件时, 可按部颁 DL/T580—96《用露点法测定变压器绝缘纸中平均含水量的方法》标准进行测量				
500kV	1%	500kV												
330kV	2%	330kV												



杭州高电

专业高试铸典范

Professional High Voltage Test

服务支持: <http://www.hzhv.com>

29	阻抗测量	必要时	与出厂值相差在±5%，与三相或三相组平均值相差在±2%范围内	适用于电抗器，如受试验条件限制可在运行电压下测量
30	振动	必要时	与出厂值比不应有明显差别	
31	噪声	必要时	与出厂值比不应有明显差别	按GB7328 要求进行
32	油箱表面温度分布	必要时	局部热点温升不超过 80K	

本文摘自 DL-T/596-2005 电力设备预防性试验规程