

交流高压接地开关开合感应电流试验

1 主题内容与适用范围

本标准规定了交流高压接地开关开合感应电流试验的术语、额定参数、试验方法、试验判据以及型式试验报告等内容。

本标准适用于额定电压 63 kV 及以上、额定频率 50 Hz 的具有开合感应电流能力的交流高压接地开关。

注：额定电压 63 kV 以下的接地开关有时也要求开断和关合感应电流，但其感应电流额定参数及型式试验对这类开关不属正常要求，试验可由用户和制造厂商定。

2 引用标准

GB 2900.1 电工术语 基本术语

GB 2900.20 电工术语 高压开关设备

3 术语

本标准所采用的术语按 GB 2900.1 和 GB 2900.20 的规定，并增加下列术语。

3.1 开合感应电流的接地开关(以下简称接地开关)

额定电压 63 kV 及以上的接地开关，在多回路输电线路共塔或并行布置情况下，可能要求关合、流过和开断相邻带电线路与停电线路耦合产生的感应电流。

3.2 电磁感应电流

通流的带电线路与停电线路并行且相邻；当停电线路的一端接地，另一端由接地开关接通或分开来控制接地与否时，接地开关所必须关合和开断的感性电流。

注：一端接地的停电线路的感性电流大小取决于带电线路的电流和与带电线路的耦合系数。

3.3 电磁感应电压

通流的带电线路与停电线路并行且相邻，当停电线路的一端接地，另一端接地由接地开关分开时，在接地开关断口间感性感应电流电弧熄灭后出现的电压。

注：当线路一端接地时，另一端接地开关断口间的电磁感应电压取决于带电线路上的电流大小、与带电线路相邻的接地线路部分的长度和与带电线路的耦合系数。

3.4 静电感应电流

带电线路与停电线路并行且相邻，停电线路的一端不接地，当另一端由接地开关接通或分开时，接地开关所必须关合和开断的容性感应电流。

注：一端接地的停电线路的容性感应电流大小取决于带电线路的电压、接地端与开路端之间接地线路的长度和与带电线路的耦合系数。

3.5 静电感应电压

带电线路与停电线路并行且相邻，停电线路的一端不接地，而另一端接地由接地开关分开时，在接地开关断口间容性感应电流电弧熄灭后出现的电压。

注：当线路一端不接地时，另一端接地开关断口间的静电感应电压取决于带电线路的电压和与带电线路的耦合系数。

4 额定参数

额定参数与线路的情况有关。

额定电压 63 kV 及以上的接地开关，可能要求规定额定感应电流和电压。根据开合操作方式的严酷程度，把接地开关分为如下两类：

A 类——适用于线路比较短或与相邻带电线路耦合比较弱的线路使用的接地开关。

B 类——适用于线路比较长或与相邻带电线路耦合比较强的线路使用的接地开关。

注：在某些场合（如停电线路有很长的区段与带电线路相邻，带电线路上的负荷很大，带电线路的运行电压比停电线路高的场合），感应电流和电压可能高于所给定的额定值。对此情况，其额定值应由制造厂和用户协商确定。

4.1 额定感应电流

额定感应电流是接地开关在额定感应电压下能够开断和关合的最大电流，电磁感应电流和静电感应电流额定值应分别规定。

两类接地开关的额定感应电流标准值列于表 1 中。

4.2 额定感应电压

额定感应电压是接地开关能够开断和关合额定感应电流下的最大工频电压。电磁感应电压和静电感应电压额定值应分别规定。

两类接地开关的额定感应电压标准值见表 1。

表 1 接地开关额定感应电流和电压标准值

额定电压 kV	电 磁 耦 合				静 电 耦 合			
	额定电磁感应电流 A(有效值)		额定电磁感应电压 kV(有效值)		额定静电感应电流 A(有效值)		额定静电感应电压 kV(有效值)	
	类 别		类 别		类 别		类 别	
	A	B	A	B	A	B	A	B
63	50	100	0.5	4	0.4	2	3	6
110	50	100	0.5	6	0.4	5	3	6
220	80	160	1.4	15	1.25	10	5	15
330	80	200	2	20	1.25	15	8	15
500	80	200	2	25	1.6	25	8	25

注：额定感应电压是单相或三相试验对地电压值。参见 5.4 条和 5.6 条。

5 试验方法

5.1 被试接地开关的布置和状况

被试接地开关应完整地装在自身的支架上或一等价的支架上。其操动机构应在规定的方式下操作，如果是电动（气动、液压）操作的，应分别在最低操作电（气、液）压下操作。

在开断和关合试验之前应进行空载操作，并详细记录接地开关的操作特性，如运动速度、分闸时间和合闸时间等。

对气体绝缘的接地开关，试验应在最低运行气体密度下进行。

配人力操动机构的接地开关，可用一动力操作装置遥控进行操作，只要其操作速度与人力操作的速度相等。

若在三极接地开关的一极上进行单相试验时，必须证明下列条件均不比完整的三极接地开关的条件更为有利：

- 关合速度；
- 开断速度；

c. 相邻相或相邻带电相的影响。

注：如能证明燃弧时间和电弧到达的范围不会涉及相邻的带电相，则单相试验可足以证明接地开关的开断和关合性能。若单相试验证明电弧可喷射到相邻的带电相，则应采用接地开关规定的布置进行三相试验。

5.2 试验回路与接地开关的接地

试验回路应通过接地开关的接地端子接地。

5.3 试验频率

接地开关应在额定频率下进行试验，频率允许偏差为 $\pm 10\%$ 。

5.4 感应电流开断和关合试验的试验电压

关合前和开断后的试验电压，应按能在接地开关断口上提供适当的工频恢复电压来选择，电磁感应电流开断试验的恢复电压标准值见表2。对感性开断，恢复电压应在电流开断后立即测量；对容性关合，试验电压应在接地开关触头接通之前立即测量。

一般仅需进行单相试验。如需进行三相试验时，则每相的试验电压与平均试验电压之差不得超过平均试验电压的10%。

开断后，工频恢复电压应至少维持0.3s。

表2 电磁感应电流开断试验的恢复电压标准值

kV

额定电压	A 类			B 类		
	工频恢复电压 (有效值)	瞬态恢复电压 (峰值)	峰值时间 μs	工频恢复电压 (有效值)	瞬态恢复电压 (有效值)	峰值时间 μs
63	0.5	1.1	100	4	9	400
110	0.5	1.1	100	6	14	600
220	1.4	3.2	200	15	34	1100
330	2	4.5	325	20	45	1300
500	2	4.5	325	25	57	1630

注：① 恢复电压是单相或三相试验值。

② 预期瞬态恢复电压波形可为三角形或 $(1-\cos\varphi)$ 波形(见5.6.1条)。峰值时间对两种波形均适用。

③ 表中各值的允许偏差：工频恢复电压有效值和瞬态恢复电压峰值为 $0\sim+10\%$ ，峰值时间为 $-10\%\sim 0$ 。

5.5 感应电流开断和关合试验的试验电流

试验电流应等于额定感应电流标准值(允许偏差为 $0\sim+10\%$)，列于表1。

开断电流应该是对称的，其衰减小到可忽略不计。接地开关的触头应在回路闭合时引起的瞬态电流衰减完成之后才能分离。

当进行三相开断和关合试验时，试验电流应按三相电流平均值计算。每相试验电流与平均试验电流之差不得超过平均试验电流的10%。

对容性电流开断试验，在接地开关的触头分离之前的试验电流波形应尽量接近正弦波。如果实际电流的有效值与基波分量的有效值之比不超过1.2，则认为此试验条件已满足。在触头分离之前，试验电流在每个工频半波内应只过零一次。

5.6 感应电流开断和关合试验的试验回路

可在现场进行直接试验或在试验室进行等价试验。对试验室试验，输电线路可用电容、电感和电阻组成的集中元件来代替。

如需进行三相试验，三相试验回路的每相内应包含单相试验回路中的相同元件，以产生合适的试验电压和试验电流。电源回路的中性点应接地。

注：① 可采用能产生所要求的试验电流、试验电压和合适的瞬态恢复电压参数的本规定以外的其它试验回路。

② 对现场试验，可以不满足所要求的试验电流和试验电压偏差。经制造厂和用户协商，可以不考虑偏差要求。

应该注意：若被接地的线路上接有电压互感器进行开合时，则有可能产生铁磁谐振，它取决于互感器的特性和接地线路的长度。

5.6.1 电磁感应电流开断和关合试验的试验回路

单相试验回路如图 1 所示。它由能产生合适的试验电压和试验电流的电源回路组成，回路的功率因数应不大于 0.15。阻尼电阻 R 可与电容 C 串联或并联。

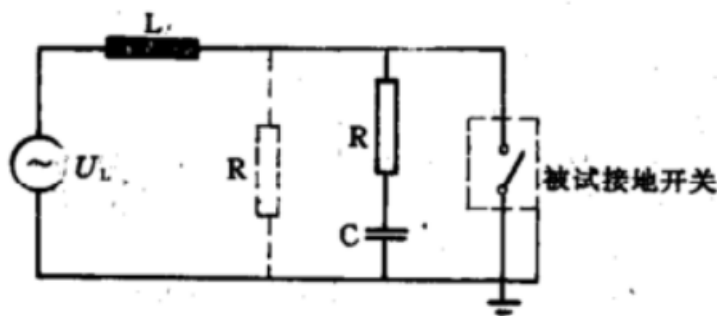


图 1 电磁感应电流开断和关合试验的试验回路

电源电压 U_i 和电感 L 值可由表 1 中给出的值进行计算，以得到合适的试验电流和工频恢复电压值。预期瞬态恢复电压波形应具有因所连结的输电线路的波阻抗引起的三角形振荡波，但为便于试验，允许瞬态恢复电压采用 $(1-\cos\phi)$ 波形。

R 与 C 值可以按能产生表 2 中规定的合适的瞬态恢复电压参数进行选择。

5.6.2 静电感应电流开断和关合试验的试验回路

为方便试验室试验，可选用图 2 所示的试验回路 I 或 II。因为只要满足给出的回路参数关系式，该两回路就是等价的。

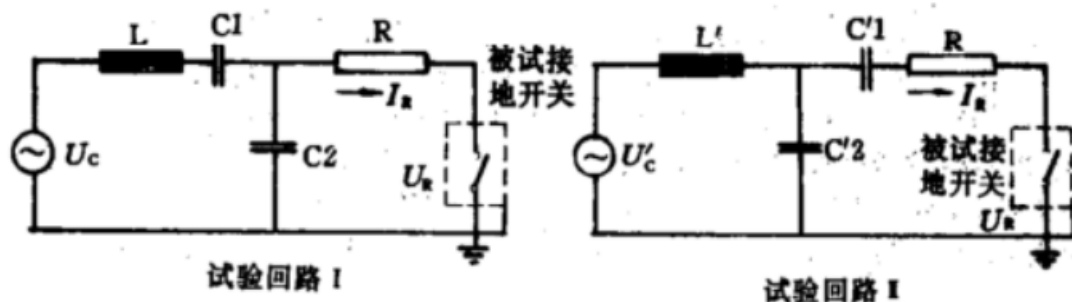


图 2 静电感应电流开断和关合试验的试验回路

$$L = Z_0^2 \times C_1;$$

$$U_c = I_R / (\omega C_1);$$

$$C_2 = C_1 [(U_c / U_R) - 1];$$

$$L' = L \times [C_1 / (C_1 + C_2)]^2;$$

$$U'_c = [C_1 / (C_1 + C_2)] \times U_c \text{ 或 } U'_c = U_R;$$

$$C' = C_1 + C_2;$$

$$C'_2 = C_2 [1 + (C_2 / C_1)]$$

式中： Z_0 ——线路波阻抗：63~110 kV—425 Ω
 220 kV—380 Ω
 330 kV—325 Ω
 550 kV—275 Ω

I_R ——表 1 中的额定静电感应电流

U_R ——表 1 中的额定静电感应电压

试验回路的功率因数应不大于 0.15。对于试验回路 I，试验回路中元件的参数 (L 和 C_1) 和电压

(U_c) 的值。可以从表 3 给出的 C_1 值与表 1 中给出的额定静电感应电流和额定静电感应电压值, 应用图 2 中所列的关系式进行计算, 以便得到合适的试验电流、试验电压、合适的涌流频率以及试验回路的波阻抗。而试验回路 I 中元件的参数值, 则可从试验回路 I 计算得到的值, 应用图 2 中所列的关系式计算获得。

电阻 R 的值应不超过工频下 C_1 容抗值的 10%, 且可与 C_1 串联。但是, 所选用的电阻值不应大于被考虑的输电线路的波阻抗, 这样才不会导致接地开关关合时涌流的非周期性衰减。

表 3 静电感应电流开断和关合试验的试验回路电容(C_1 值)

额定电压 kV	A 类 $\pm 10\%$ μF	B 类 $\pm 10\%$ μF
63	0.07	0.27
110	0.07	0.40
220	0.15	0.80
330	0.29	1.18
500	0.29	1.47

表 3 中, C_1 值可用公式 $C_1 = (6l) / (\pi Z_0)$ 计算。

式中: l ——线路长度, km

Z_0 ——线路波阻抗, Ω ; 取: 63~110 kV—425 Ω

220 kV—380 Ω

330 kV—325 Ω

500 kV—275 Ω

5.7 试验的操作循环、间隔和次数

对电磁感应和静电感应电流开断和关合试验, 均进行 10 个“开断—关合”操作循环。

注: 10 个操作循环不能认为已充分验证了电寿命。

关合操作后随之是开断操作, 两者之间至少有一个足以使瞬态电流消失的时间间隔。

5.8 试验过程中对接地开关的要求。

接地开关应成功地进行开合试验而无机械或电气损伤。

试验时, 对敞开式接地开关允许向开关外边喷出火花或金属微粒, 但不得损坏接地开关的绝缘性能或危害操作者; 对气体绝缘接地开关, 不应损坏其设备的绝缘性能。

试验过程中不得对接地开关进行检修。

5.9 试验后对接地开关的要求

接地开关的机械性能和绝缘性能应基本上和试验前相同, 导电回路接触良好。如有怀疑时, 接地开关应重新进行短时耐受电流和峰值耐受电流试验。

只要不会影响接地开关的机械性能, 允许存在有因电弧造成的烧损和腐蚀痕迹; 供灭弧用的材料性能(如有的话)允许损伤并降低到正常水平以下; 允许绝缘子上覆盖有因灭弧介质分解而造成的沉淀物。

通过对接地开关的目视检查和空载操作, 通常可充分地检验出上述要求是否满足。试验后, 应对气体绝缘接地开关的断口间和对地绝缘采用 80% 额定工频耐受电压或 80% 额定操作冲击耐受电压进行耐压试验。

6 试验判据

被试接地开关在试验中和试验后, 如符合本标准中第 5.8 条、第 5.9 条规定要求, 则为试验合格。

7 型式试验报告

全部型式试验结果应记入型式试验报告中, 报告中应包含证明接地开关符合本标准的足够数据。另

外,还应包括有能鉴定被试接地开关主要零部件的足够资料。

试验报告应包括下列资料:

- a. 试验回路;
- b. 试验电流;
- c. 试验电压;
- d. 工频恢复电压;
- e. 预期瞬态恢复电压;
- f. 燃弧时间范围;
- g. 开断和关合操作次数;
- h. 脱扣线圈通电时间(如有的话);
- i. 典型示波图或类似的记录;
- j. 触头烧损情况。

还应有接地开关有关支持结构的一般资料,并应记录接地开关的动作时间和试验时所用的操动机构型号。

试验报告应按本标准中第6章的规定作出合格与否的明确结论。

附加说明:

本标准由全国高压开关设备标准化技术委员会提出并归口。

本标准由沈阳高压开关厂负责起草。

本标准主要起草人庞圣海、杨大锷、赵诚、柯自力。

www.bzxz.net

免费标准下载网