

「电流互感器」

选择电流互感器的动稳定和短时热电流的方法

文/青岛海湾化工设计研究院有限公司 宗成省 龙海滨 潘云珠

分析了10 kV电网系统短路电流的特点，并介绍了根据10 kV系统短路电流选择电流互感器的额定动稳定电流、短时热电流、一次电流、二次负荷的方法。

随着国家经济飞速发展，我国的电力系统的传输容量越来越大，系统的短路容量也快速增加。以10 kV系统为例，短路容量从以前的几千安增大到了几十千安。如果在选择电流互感器时不对电流互感器的额定动稳定电流和额定短时热电流（以下简称动稳定电流和短时热电流）进行正确选择及校验，就可能发生电流互感器烧坏或爆炸，而且还会引起断路器等其他设备的损坏，甚至引起更严重的后果。因此，大家应十分重视电流互感器的动、短时热稳定电流、一次电流、二次负荷的选择和校核工作。

电流互感器的一次电流选择

电流互感器的额定一次电流由电力工程的实际负荷来决定，一般情况下按负荷电流乘以1.2~1.25的系数来确定互感器的额定电流，此值应变换到互感器国标GB1208中规定的标准电流值。在中压开关柜中，一些用户往往按断路器的标准电流值作为互感器的额定电流，这种选择方法在大多数情况下是可以，但有几档电流值不适合互感器。例如断路器额定电流标准值中有31.5 A、63 A、315 A、630 A、3 150 A等，而互感器与之相应的电流标准值为30 A、60 A、300 A、600 A、3 000 A等。如按断路器标准选择，对设

计制造及使用都是不利的，对设计制造而言，这些电流可能使二次绕组匝数出现分数匝。在使用时，误差校验及电流表、电度表的制度要重新制订，有的规则均要更改，难度太大。所以，对互感器额定电流数值的确定应对应互感器的标准。

电流互感器额定二次负荷的选择

互感器的额定二次负荷是决定互感器准确级、外形尺寸、成本的关键参数，应该根据工程的实际情况来合理选择。很多用户认为互感器的额定负荷容量选得越大越好，这个观点是不正确的。

按照国家标准GB1208《电流互感器》规定，测量准确级误差限值的保证条件除了对一次电流的数值大小有要求外，既不同的测量准确级误差限值对应不同的一次电流，例如：1%、5%、20%、100%和120%的额定一次电流（ I_N ），二次负荷的范围是25%~100%的额定负荷。这样，当工程实际中二次负荷超出这个范围，则其误差就不能保证在相应准确级误差限值范围内，特别是当实际负荷小于25%的额定负荷时，互感器的实际误差可能要超出限值，因为互感器的设计制造过程中一般采取了一定的因数补偿，补偿前与补偿后的误差曲线是平移的，结果往往使得其反。

另外，现在对于测量级一般都有仪表保安

系数(FS)的要求,例FS小于5。按国家标准GB1208规定,FS只是在额定二次负荷下保证的。因为对于已经是制造完成的互感器,其仪表保安系数与二次负荷成反比关系。因此,如果工程实际负荷小于额定负荷,则实际的仪表保安系数就增大,仪表保安系数大于5或大于10,仪表保安系数就不“保安”了,原来提出FS的初衷也就无意义了。因此,希望实际负荷要与额定负荷相接近。对于保护用电流互感器,从继电保护使用上讲,实际负荷小于额定负荷对继电保护是有利的。但过大的额定负荷使互感器的体积和成本过大而不经济。

电流互感器额定动稳定、短时热电流和试验方法

电流互感器的短时热电流(I_{th})是在二次绕组短路的情况下,电流互感器在1s内承受住且无损伤的最大一次电流方均根值。而额定动稳定电流(I_{dyn})是在二次绕组短路的情况下,电流互感器能承受其电磁力的作用而无电气或机械损伤的最大一次电流峰值。并且动稳定电流通常为短时热电流的2.5倍。

在电流互感器的型式试验中,需试验电流互感器的动稳定电流和短时热电流是否达到铭牌值,其短时热电流的试验方法:对于短时热电流(I_{th})试验,互感器的初始温度应在 $5\sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间,本试验应在二次绕组短路下进行,所加电流 I 和持续时间 t 应满足 (I^2t) 不小于 $(I_{th})^2$,且 t 在 $0.5\sim 5\text{ s}$ 之间。

动稳定试验应在二次绕组短路下进行,所加一次电流的峰值,至少有一个峰不小于额定动稳定电流(I_{dyn})。

动稳定试验可以与上述热试验合并进行,只需试验中电流第一个主峰值不小于额定动稳定电流(I_{dyn})。

电流互感器的动稳定电流、短时热稳定电流的选择

电流互感器的额定动稳定电流应满足下面的条件

$$I_{dyn} \geq i_{sh} = 2.55 I_k$$

电流互感器的额定短时热电流应满足以下条件

$$I_{th}^2 T \geq I_k^2 t_k$$

式中, I_{th} 为设备的短时热稳定的电流铭牌值; T 为电流互感器铭牌的短时热稳定电流值持续的时间; I_k 为短路电流稳态值; t_k 为短路电流持续时间,短路发生到开关切断电流的时间,一般用保护动作时间代替。

在电流系统中,电流互感器安装地点不同,流过的短路电流不同,10kV线路都为单电源,短路电流情况最为简单,便于分析说明选择原则,以下就以10kV出线电流互感器为例,分析说明电流互感器的动、短时热稳定电流的选择方法,其分析方法也同样适用于其他安装地点的电流互感器的选择。

对于10kV出线的电流互感器,线路的任一点发生短路,短路电流都会流过该电流互感器,短路电流随短路点离母线距离越远短路电流而变小,当短路点发生在出线端时,短路电流最大,其值与母线短路电流基本一样。对于负荷侧变电站母线,流过进线电流互感器的短路电流也是与负荷侧母线的短路电流基本相同,因此,在选择电流互感器动、短时热稳定电流时,可以取临近的母线短路电流 I_k 。

短路电流持续时间越长,电流互感器发热越严重。在计算短路电流持续时间时,应考虑到断路器可能发生拒动的情况,由后备保护动作切断短路电流。另外,当断路器重合闸时,由于断路器两次动作时间间隔很短,电流互感器的热量来不及散发,温度不会发生明显变化,应该将两次短路电流持续时间相加作为短路电流持续时间 t_k 。一般情况下,后备保护动作时间比重合闸叠加时间更长,因此,应以该断路器的后备保护动作时间作为 t_k 。

根据上面的分析结果,很容易地计算出 I_k 和 t_k ,在根据上面电流互感器动、短时热稳定电流的应满足的条件,可以方便地确定电流互感器动、短时热稳定电流值。

电流互感器动稳定电流、短时热稳定电流的一般规定

电流互感器额定动稳定电流通常为额定短时热电流的2.5倍。如与此值不同,应在铭牌上标明。对电力系统的短路电流分析可知,短路时的冲击电流也基本上是稳态短路电流的2.5倍,因此,当电力互感器的短时热电流满足安装地点的
(下转第84页)

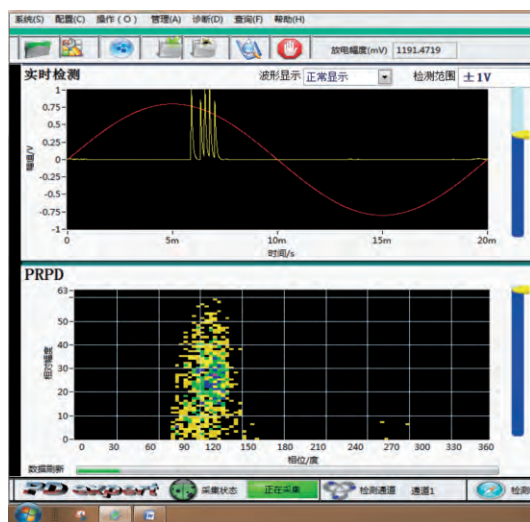


图10 2#主变上CT与开关间测试图谱

原因可能是GIS盆式绝缘子表面或刀开关、开关等动作机构存在金属毛刺，导致出现尖刺放

电；用超声法进行放电点确认和定位，因放电信号不大，未发现明显异常。但从各检测点信号幅值大小来判断，存在上CT与开关附近的可能性大，建议密切观察，必要时跟踪复查。

3. 五里岗变电站

五变110 kV GIS整体状态较好，局放风险等级均在3级以下，这里不做阐述。

结束语

在GIS局部放电检测中，超声波法和特高频法联合检测是非常有效的检测方法，能够及时发现GIS内部的缺陷。通过在油田110 kV GIS中的应用这种检测方法，基本掌握了油田110 kV GIS的绝缘状态，为110 kV GIS设备的运行和维护提供了指导。**EA**

(收稿日期：2017.05.30)

(编辑：刘群彦)

(上接第75页)

短路电流的要求时，动稳定电流一般都能满足要求。但在实际选择中，还是要注意电流互感器铭牌短路电流持续时间对结果的影响。电流互感器额定短时热电流的交流分量应从下列数值中选取(kA)：3.15, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 31.5, 40, 50, 63, 80, 100。

短路持续时间应在下列数值中选取(s)：1, 2, 3, 4, 5。

电流互感器短时热稳定电流、一次电流、二次负荷的选择示例

在10 kV及以下电流互感器的设计中，互感器一次和二次绕组导线截面是由短时热电流决定的，同时一次与二次绕组导线的匝数又与互感器的二次输出的容量直接相关，若要求一台电流互感器既要保证一定值的二次输出容量，又要保证其短时热电流时，此时的短时热电流就是一个很敏感的技术参数。

在10 kV及以下配电系统中，互感器的短时热电流（通常所说的热稳定电流）用户一般从断路器的开断电流来选择。这种选择对于额定电流较小的情况，互感器要满足其要求会有些困难，其原本也不是这样选取的。例如在10 kV系统中，

额定电流小于100 A，断路器开断电流40 kA/1 s或2 s、3 s、4 s，常规互感器很难满足。对于这种情况，可以将互感器额定电流比实际所需的额定电流选的大一些来解决。例如，对前者选取额定电流为200 A，为不影响测量精度，可将测量级由0.2改为0.2 s级来弥补。选用0.2 s级200 A比0.2级100 A的测量准确基本相当，甚至更好。提高了额定电流后，实际降低了短时电流倍数，穿过二次绕组的总的一次导线截面可减少，以致互感器的尺寸较小，且可做产品的短路电流就变大了。这种提高互感器额定电流的方法也是过去常用的办法，特别对于发电厂厂用变回路，其额定电流小而短路容量大是常见的，往往采用这种方法则可以得到满意的结果。提高额定电流的具体数用户可以跟制造厂沟通而定。

另外，还有一个方案就是将同一台互感器中的保护级绕组电流比选取得比测量级绕组的电流比大，一般情况下是2倍关系为宜，如测量级是0.2 200/5 A；而保护级为5P 400/5 A，这样也提高所要生产的互感器的短路电流，这也是比较常用的方案。在实际工程中也需与用户进行实际验算、确认。**EA**

(收稿日期：2017.06.18)

(编辑：白文亭)