

「供配电系统」

零序电流保护在10 kV不接地系统中的实际应用

文/青海云天化国际化肥有限公司生产维保中心 孙军威

对中性点不接地系统出现单相接地时故障电流较小，故障容易从单相故障演变为多相短路故障，造成10 kV系统电网电压波动的问题，提出了解决方案。

青海云天化10 kV电力供配电系统，采用中性点不接地系统（又称小接地电流系统），当系统发生单相接地时，由于故障点的电流很小，且三相之间的线电压仍然保持对称，对负荷供电没有影响，因此系统还能继续运行1~2 h，这也是采用中性点不接地系统的主要优点。

由于中性点不接地系统出现单相接地时故障电流较小，故障容易从单相故障演变为多相短路故障，造成10 kV系统电网电压波动。装置从2009年投运到2015年，已发生多次因电缆头制作工艺原因，导致电缆头单相击穿造成三相弧光短路故障，严重影响装置稳定运行，以2015年3月29号一期合成氨循环水泵A电缆头击穿为例，如图1所示，从出现单相接地故障演变为三相短路故障，

耗时120 ms，期间故障电流从50 A变为2 500 A，三相电压由5.7 kV变为2.1 kV，下降63%。

由于中性点不接地系统出现单相接地时，全系统都会出现零序电压，且非故障线路也存在零序电流，其数值等于本身的对地电容电流。基于以上两个特点，当10 kV系统出现单相接地时，各个配电室的小电流选线装置都会出现报警，故障点无法精确定位。出现这种情况时，以往的做法是将10 kV系统分段运行，判断故障点是在哪一段，再切除容易出现问题的回路，找到故障点大概需要1 h左右，有时只能等单相故障发展为相间故障，速断保护动作切除故障回路。

综上所述，分析了10 kV不接地系统的优点和实际运行中存在的问题，原有的三段电流保护与

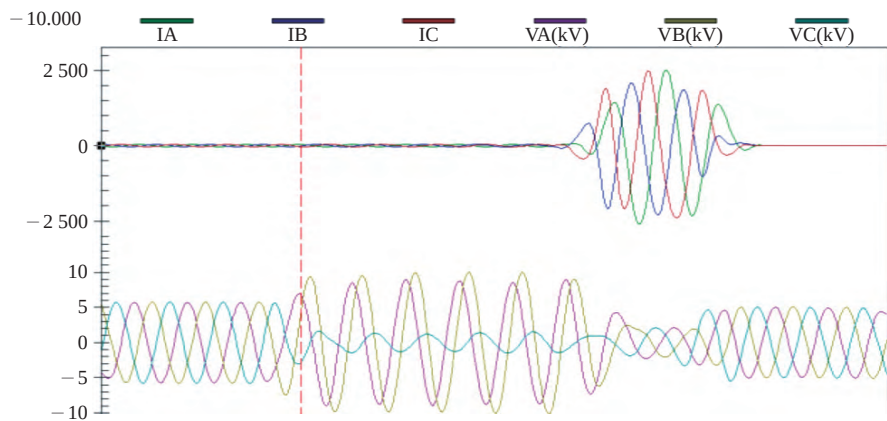


图1 故障电流及三相电压波形图

小电流选线装置,已不能解决实际存在的问题。

经过多方考虑,决定采用零序电流保护与零序电流报警作为10 kV高压电动机的后备保护,变压器与线路只采用零序报警。零序保护对于单相接地故障反应灵敏,能及时切断故障点或出现故障时精确选线。零序电流保护利用接地时产生的三相不平衡电流,通过三相电缆穿过零序电流互感器实现。

零序保护整定

10 kV不接地系统的零序电流保护整定为满足继电保护可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求,保护定值应躲过非故障线路的零序电流,能确保系统单相故障时非故障线路不动作,并能躲过断路器非同期合闸与系统电压波动等干扰因素产生的不平衡电流,还要求在出现系统接地电容电流前迅速切断故障点。所以零序保护定值 I_{op} 应大于本线路的电容电流,应小于最小运行方式时系统接地电容电流,即

$$I_{op} > 3\omega K_{rel} U_{\phi} C_0$$

$$I_{op} < \frac{I_{C\Sigma min} - I_{C0}}{1.3}$$

式中, K_{rel} 为可靠系数,取1.3; U_{ϕ} 为额定相电压有效值,取5 700 V; C_0 为被保护线路每相的对地电容,取 $0.18U_f$; $I_{C\Sigma min}$ 为最小运行方式时系统接地电容电流,取50 A。

经计算保护整定范围为 $1.25 \text{ A} < I_{op} < 37.7 \text{ A}$,在此整定范围内无法根据主观判断和理论计算确定最终的保护定值,原则上按可靠性和选择性优于灵敏性和速动性进行整定。根据以往发生单相接地时的故障录播为整定依据,以2015年3月11号一期NPK变压器高压侧出现单相故障为例,如图2所示横坐标为周期,纵坐标为电流,波形为单调增函数图中共出现3个突变点,分别是0.3 A升到

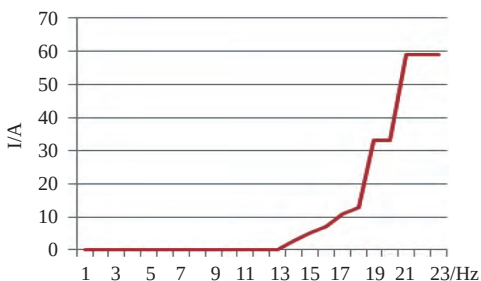


图2 零序电流波形

2.9 A, 13 A升到33 A, 38 A升到59 A(全系统电容电流与故障时运行的回路数有关),分析多个事故案例发现零序电流变化波形基本一致,取第二个突变点再前推1个周期(机械动作时间),再乘可靠系数1.3,算出动作电流10 A。报警电流按第一个突变点整定,得出报警电流5 A。

成效

2015年7月20号通过渣场变压器零序报警,精确判断故障回路。

2015年10月28号通过二期尿素2#循环水泵零序报警,精确判断故障回路。

2016年5月6号35T锅炉2#一次风机定子槽歧脱落零序保护动作,及时切除故障点。

2016年8月3号二期合成气C电缆头绝缘击穿零序保护动作,及时切除故障点。

2016年9月6号通过渣场变压器零序报警,精确判断故障回路。

2016年9月12号一期半贫液泵B电缆头绝缘击穿零序保护动作,及时切除故障点。

2016年12月26号二期合成氨循环水泵A电机引线绝缘击穿零序保护动作,及时切除故障点。

零序保护投运至今,保护动作4次,报警3次,未出现误动,也未出现电网波动,保证了装置的稳定运行。

结束语

本文的出发点与落脚点在于怎样有效的报警或切断单相接地故障点,从而预防故障演变为相间短路事故。单相接地故障在10 kV不接地系统中是可以短时间存在的,可以通过小电流选线和零序报警等手段,将故障点定位并联系工艺和设备按步骤停机,但由于电缆头制作工艺的问题,单相接地故障会很快演变为三相弧光短路,需要保护及时动作。

每次电缆头都是在半导体层的切口处击穿,从理论上讲电流是走“捷径”的,半导体层击穿后应该经铜屏蔽接地,从而不会出现三相弧光短路的问题。事故后将电缆头解体发现铜屏蔽接地良好,电缆头工艺制作的问题需进一步地落实取证。EA

(收稿日期:2017.12.01)

(编辑:刘群彦)