

带方向性接地检测技术

在线路实际运行过程中，常规分界开关的应用体验较差，经常发生非开关界内故障（开关电源侧故障）导致的误动作。分界开关通过加装零序电压传感器的检测技术，增加了零序电压检测判据，可以使接地保护具有“方向性”，从而有效锁定开关下游故障并对其进行保护，解决界外故障开关误动作的难题。

文/天津平高智能电气有限公司 禹锦绣 于洪宇

在10 kV架空线路中，80%以上的故障是接地故障，接地故障发生后可以带负荷运行2 h，这期间接地故障有自然消失的情况，但如果不能自然消失就容易发展为短路故障，从而引起整条10 kV配电线路停电。现在配电线路的高压用户入口处和分支线路“T”接处广泛使用了分界开关，俗称“看门狗开关”。但在线路实际运行过程中，经常会发生非开关界内故障（开关电源侧故障）导致的误动作，给配电网运维人员和高压用户造成极大困扰。

如图1所示，只依靠零序电力进行接地检测，不管是界内故障还是界外故障，零序电流都会流经分界开关，但界内故障和界外故障，流经开关的零序电流的方向是相反的。现有分界开关只依靠零序电流作为判据进行接地检测，当零序电流高于设定值时开关动作，因此无法确定故障发生在开关电源侧还是发生在开关负荷侧，所以无法准确对界内（负荷侧）故障进行保护。

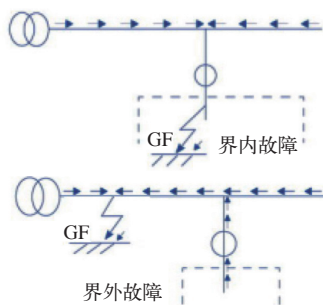


图1 接地故障

模型建立

为解决只依靠零序电流检测接地故障，导致开关误动作的问题，在分界开关检测零序电流的

同时，增加零序电压的检测，通过检测零序电流、零序电压、零序电流和零序电压的相位关系，综合判定接地故障，锁定开关负荷侧故障并对其进行保护。

如图2所示，在增设了零序电压传感器之后，分界开关通过检测零序电流、零序电压以及零序电流和零序电压的相位关系，综合判定接地故障，锁定开关负荷侧故障并对其进行保护。

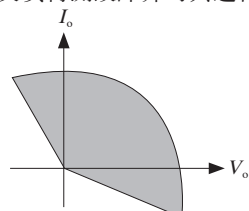


图2 接地保护动作

开关电源发生故障时，即使零序电流达到了保护设定值，因为零序电压特征或相位角保护（设定）范围不符，开关也不会动作，从而避免了接地检测时分界开关的误动作。图3所示为增加了零序电压传感器后的分界开关模型（原理图）。

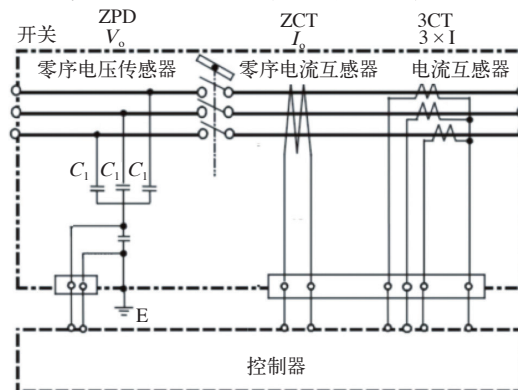


图3 分界开关原理图

试验验证

利用荣县新桥35 kV变电站的两个10 kV出线，分别设置试验开关901#、902#（新型）分界开关，对其接地检测的有效性进行了验证。试验

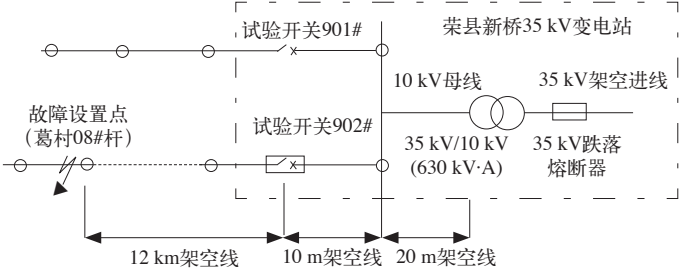


图4 试验线路示意图

接触地面引起的金属性接地。

如图4所示，在距902#试验分界开关约12 km处设置人工接地故障点。从10 kV架空线的B相引下一根铝绞线，按照以下两种情况设置接地点：①铝绞线缠绕到树木上并浇上水，形成高阻接地；②铝绞线缠绕到打入地下的钢钎上，形成金属性接地。设定901#、902#试验开关的零序电压保护定值、零序电流保护定值和保护动作延时时间。

2. 高阻接地试验

按照图5设置接地故障。设定保护定值之后，先操作901#开关合闸，再操作902#开关合闸，观察并记录901#、902#开关动作情况。

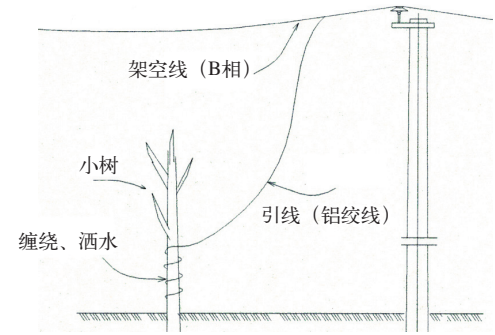


图5 （单相）高阻接地故障试验示意图

通过本试验验证了在发生高阻接地的情况下，新型分界开关的接地保护具有“方向性”（901#开关未动作）。试验结果如表1所示。

表1 高阻接地试验结果

序号	保护定值设定			901#开关 动作情况	902#开关 动作情况/A
	零序 电流/A	零序 电压/V	保护动作 延时/s		
1	0.3	700	10	未动作	跳闸0.3
2	0.3	700	10	未动作	跳闸0.32
3	0.3	700	10	未动作	跳闸0.35

3. 金属性接地试验

将图5中的小树替换为钢杆，进行金属性接地试验。设定保护定值之后，先操作901#开关

合闸，再操作902#开关合闸，观察并记录901#、902#开关动作情况。

1. 试验方案

线路上发生的接地故障主要有两种情况，即：裸导线搭接树木引起的高阻接地；导线直接

合闸，再操作902#开关合闸，观察并记录901#、902#开关动作情况。

通过本试验，验证了在发生金属性接地的情况下，新型分界开关的接地保护具有“方向性”（901#开关未动作）。试验结果如表2所示。

表2 金属性接地试验结果

序号	保护定值设定			901#开关 动作情况	902#开关 动作情况/A
	零序 电流/A	零序 电压/V	动作 延时/s		
1	5	700	5	未动作	跳闸32
2	5	700	5	未动作	跳闸29

结束语

通过上述两种情况下对新型分界开关的试验，验证了分界开关在增设零序电压检测后，接地保护具有方向性。通过试验证实，增加零序电压检测判据后，通过检测零序电流、零序电压以及零序电流和零序电压的相位关系，分界开关可有效锁定开关下游故障并对其进行保护和隔离。而对于非故障区域，因为新型分界开关具有“方向性”检测功能，不会发生误动作。该新型分界开关适合在“分支线路T接处”和“高压用户入口处”使用，可以有效保护开关负荷侧（界内）发生接地故障、过流故障和短路故障。开关上游发生的故障或临近其他分支线路发生的故障属于界外故障，开关不动作（开关电源侧故障通过上一级开关进行保护，临近线路故障通过所在线路的分界开关进行保护）。

新型分界开关解决了长期存在的接地保护“误动作”问题，通过“方向性”接地检测的方法，可以有效判定开关下游故障。通过这种检测方法，可以有效保护开关下游故障，并可锁定和隔离故障区域，具有很好的应用和推广价值。EA