

[变电站]

小电流接地选线在变电站出线保护装置的应用

文/丁 琨

中国石油集团电能有限公司战略发展部

为了保障用户的安全供电，要能够准确快速地发现故障线路，并及时进行排除。传统的小电流接地选线装置在实际应用中存在一定问题。对小电流接地选线装置的工作原理进行分析，并提出了相应的解决措施，提高了变电站出线保护装置的运行水平。

随着我国国民经济的快速发展，对电力的需求越来越大，特别是在一些大城市和地区，居民用电量不断增加，需要对其进行不断的建设和完善，为人们的生产生活提供充足的电能。小电流接地方式是我国电力系统中采用的一种比较常用的接地方式，主要是指当系统发生单相接地故障时，通过人工或自动的方式进行查找。而当系统发生单相接地故障时，不能通过人工操作的方式进行查找，只能在故障发生后进行查找。传统的小电流接地选线装置在实际应用中存在一定问题，本文主要对小电流接地选线装置存在的问题进行分析和研究。在传统的小电流接地选线装置中，一般是在电网系统发生单相接地故障时才能进行选线，而对于不同系统线路发生单相接地故障时的选线时间是不同的。在以往电网系统发生单相接地故障时，工作人员需要根据经验来判断故障线路所在地点。由于这一现象与实际情况存在较大差异，因此在实际应用中往往不能准确快速地找到故障线路。

变电站出线单相接地处理方式现状

1. 接地试拉处理单相接地

在单相接地故障中，当接地电流大于1 A时，系统的电压升高，若在这一过程中，电网还保持稳定的运行状态，就会出现一个小电流接地系统，由于

此时的电压高于电网正常运行时的电压，因此不会对系统中的电气设备造成影响。当单相接地故障发生后，短时间内迅速产生巨大的电流。如果此时能够及时发现故障并对故障进行处理，就能够避免系统产生更大的负荷。但是在实际应用中，在处理单相接地故障时，很容易出现工作失误的情况。例如在一些变电站中，因为工作人员的失误等原因导致系统发生单相接地故障。如果没有及时发现问题，那么在系统发生单相接地故障后出现较大的负荷电流，对电网造成较大的影响。应该按照相关规定操作，并严格按照规程对设备进行检查，避免出现严重的后果。

2. 专用小电流接地选线装置

专用小电流接地选线装置可以对不同的线路进行检测，通过设置不同的判据实现对不同线路故障的准确识别。这种装置在实际应用中具有较高的准确性和可靠性，有效提升系统的运行水平。同时，专用小电流接地选线装置还具有以下优点。

1) 可靠性高，有效提升系统运行的稳定性。在目前的电力系统中经常会发生接地故障，这种情况下传统的保护装置无法准确及时地进行故障判断和处理。而专用小电流接地选线装置可以通过对系统故障线路进行分析，判断出故障线路的

位置，并及时处理，有效提高了系统运行的稳定性。

2) 具有较强的灵活性和适应性。专用小电流接地选线装置根据实际情况的变化来进行调整和设置，不受原有保护装置的限制。在实际应用中，该装置具有较强的适应性和灵活性。

基于故障暂态信号的小电流接地选线原理

1. 暂态首半波法

暂态首半波法是发生单相接地故障时，根据零序电压、零序电流、故障线路零序电压和故障线路零序电感的首半波的差别来判断故障线路的方法，暂态首半波法通过对中性点不接地系统中发生单相接地的故障进行分析，波形如图1、图2所示。研究发现，当发生单相接地故障时，系统中有零序电压及零序电流，但系统中的各个元件都不会有变化。当发生单相接地故障后，系统中的各个元件发生一定变化，通过对暂态首半波法进行分析发现，在系统出现单相接地故障时，系统中会有零序电压以及零序电流的存在，并且在暂态过程中存在一定差异。系统出现单相接地故障后，由于系统中的各个元件都不会出现变化，因此在暂态过程中也不会有变化。当发生单相接地故障时，由于线路之间存在一定差异性，因此在暂态过程中也会有一定差异。如果系统发生单相接地故障后的暂态过程中只存在零序电流以及零序电压，那么在暂态过程中就不存在首半波法所说的变化。当系统出现单相接地故障时，在暂态过程中存在一定差异性。但是在暂态首半波法计算过程中会受到干扰因素的影响。在实际应用中要通过合理选择保护装置来提高选线准确率。因此当发生单相接地故障时在零序电流值较小的情况下出现明显变化。

2. 启动继电器

启动继电器是指一种能够使电气设备正常运行的继电器，工作原理为：当系统出现故障时，启动继电器中的线圈发生相应的变化，从而使系统中的相关元件正常工作。启动继电器在运行过程中需要注意几点问题：首先是当系统发生故障时，启动继电器不能够使保护装置正常工作，因为故障电流对启动继电器造成影响；其次是当系统发生故障时，如果启动继电器中的线圈没有得到及时的

冷却，会对线圈造成损伤；最后是当系统发生故障时，启动继电器不能够使相关元件正常工作，导致故障电流对其产生影响。在运行过程中需要注意以上几点问题，才能提高小电流接地选线装置的运行水平。

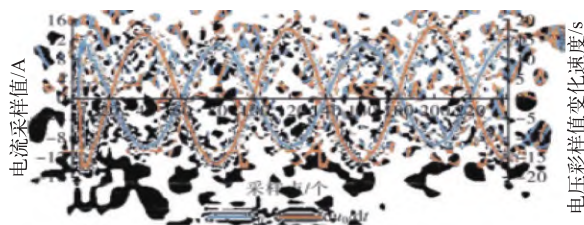


图1 不接地系统单相接地波形

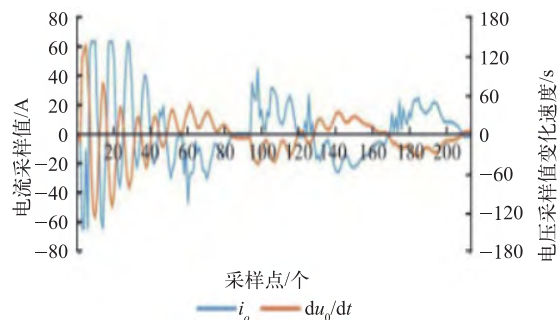


图2 消弧线圈接地系统单相接地波形

装置的调试问题及解决措施

该装置在调试过程中，经常出现以下问题：

1) 装置的调试方法不正确，导致装置无法正常运行。由于在小电流接地选线装置的运行过程中需要通过检测系统零序电压来实现选线，而系统零序电压一般不稳定，导致装置在调试过程中需要对零序电压进行检测，但检测过程中却忽略了对零序电流的检测，从而导致装置不能正常运行。

2) 装置的选线功能不完善。在实际运行过程中，由于系统接地故障的情况较多，导致装置在选线方面存在一定的滞后性，当系统出现故障时，其选线功能无法发挥作用。

3) 选线元件选择不合理。在实际运行过程中，由于一些变电站并未安装选线元件，而是使用了一些模拟量进行代替，但模拟量容易出现误选现象，导致该装置无法正常运行。

4) 故障信号收集不到位。在实际运行过程中，故障信号收集不到位也会影响装置的正常运行。

装置的调试存在问题的解决措施

1. 系统零序电压的检测

在小电流接地系统中,系统零序电压的变化十分复杂,主要受以下因素影响:①系统对地电容、系统电阻以及系统阻尼等因素对其产生影响;②线路发生故障时,线路电感等都产生变化;③系统电压互感器饱和、电阻接地、消弧线圈不稳定以及消弧线圈补偿不当等因素都会对系统零序电压产生影响。在实际运行过程中,由于部分变电站的接地方式是不可靠的,导致部分线路经常出现接地故障。在这种情况下,如果采用小电流接地选线装置对其进行检测,则导致系统零序电压波动较大,使该装置无法正常运行。因此,在实际运行过程中,需要通过合理的检测方法对系统零序电压进行检测。根据系统对地电容、线路电感以及消弧线圈不稳定、消弧线圈补偿不当等因素影响,将其视为零序电压信号进行检测。

2. 装置的选线功能

1) 该装置在进行调试过程中,首先需要检测系统的零序电压,对系统零序电压进行检测。由于该装置对零序电压的检测方法较为简单,因此在检测过程中容易出现错误,导致该装置的选线功能无法发挥作用。

2) 当系统发生接地故障时,故障电流较大,导致系统零序电流出现波动,使该装置在选线方面存在一定的滞后性。此外,系统的接地故障电流也较大,导致装置在选线方面存在一定的难度。

3) 该装置在实际运行过程中,其选线功能并未实现。虽然在小电流接地选线装置中有故障信号的收集,但由于该装置的零序电压检测存在一定的滞后性,导致系统发生接地故障时,其零序电压无法发挥作用。另外,该装置在选线方面也存在一定的滞后性。

3. 选线元件的选择

根据现场情况,在变电所出线保护装置中,线路末端单相接地故障的选线元件通常选用零序电流互感器。当系统发生单相接地故障时,在零序电流互感器中出现零序电流,其中零序电压与零序电流之比为零序电压的倍数。如果系统发生单相接地故障时,零序电压与零序电流之比等于各线路的零序阻抗之比,因此该选线元件能够在零序

阻抗发生突变的情况下进行选线,具有一定的可靠性。

对于中性点不接地、经消弧线圈接地以及经高阻接地故障等情况,由于系统中会出现不同程度的高频分量,导致故障线路和非故障线路之间存在着一定的差异,因此在选择选线元件时需要对这些差异进行考虑。对于中性点不接地系统而言,其故障线路和非故障线路之间的差异主要表现为零序阻抗与零序电流之比、各线路的零序电压之比、零序阻抗与零序阻抗之比等方面。

结束语

小电流接地选线装置能够对35 kV及以下的小电流接地系统进行选线,减少电力系统故障,提高供电可靠性。根据以往的运行经验,在实际应用过程中,该装置在选线方面存在选线不准确的情况。针对该问题,本文首先对小电流接地选线的原理进行阐述,其次结合某变电站的实际情况,提出了利用零序电流比幅法来实现选线的方法,并对该装置在运行过程中出现的问题进行分析。实践证明,该装置能够准确选线,为变电站安全可靠运行提供保障。EA

(收稿日期:2023-04-14)

参考文献

- [1] 陆帅,姜梦,卞林林.小电流接地选线在变电站出线保护装置的应用[J].宁夏电力,2022(4):19-23.
- [2] 齐郑,白芮瑄,杨以涵.数字化变电站中小电流接地选线装置的设计[J].电力系统自动化,2010,34(13):88-90,93.
- [3] 齐郑,郭锐,杨以涵.基于数字化变电站的小电流接地故障选线实现方案[J].电力系统自动化,2009,33(24):54-57.
- [4] 武全.小电流接地选线系统在变电站中的应用[J].现代制造技术与装备,2021,57(4):180-181.
- [5] 尹扬,薛涛.基于投切装置的小电流接地故障定位方法研究[J].电气应用,2021,40(6):88-94.