

10kV配网自动化系统中故障定位隔离技术研究

李莹莹

国网河南省电力公司民权县供电公司 河南 商丘 476800

[摘要]近些年,我国技术水平快速提升,推动了电力企业的发展。在配电网运行过程中应用现代科学技术,能够有效提升配电网的运行质量。10kV配电线路是与电力客户最接近的部分,一旦10kV配电网发生故障会造成大范围停电,不但直接影响客户的电力使用,也会影响电力企业的发展。所以,利用现代化技术对10kV配电网配电线路故障实施自动定位和隔离,可以有效缩短故障处理时间,同时确保用户用电质量,对推动电力企业经济效益发展具有重要的现实意义。

[关键词]10kV配电线路;快速定位;隔离装置

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.11.1296

引言

目前大量智能开关、馈线终端(简称FTU)应用于10kV配电线路中,实现了线路的分段监测和控制。基于配网自动化系统的线路故障定位隔离技术成了研究热点。在10kV配电线路中设置故障快速定位隔离装置,可以有效提升配电线路运行的稳定性和可靠性。因县域内10kV线路长、分支线多、各段线路型号差异较大,速断定值无法准确设置,造成线路故障时,分段开关无法准确动作,扩大了停电范围。

1 配网自动化系统的组成框架

配网自动化系统主要由配电自动化终端、通信网络、集控主站构成,如图1所示。配电自动化终端就地安装于配网各一次设备处,完成数据采集、设备控制、远方通信等功能,主要包括馈线终端(简称FTU)、配变终端(简称TTU)等。针对配网线路故障,主要是应用FTU来实现故障定位隔离。FTU就地安装于线路智能开关处,一是实现开关位置、终端状态等开关量和电压、电流等模拟量的数据采集功能;二是实现故障检测、开关分合闸控制等保护控制功能;三是通过目前国网公司现有的GPRS网络,实现与集控主站进行数据上传、控制指令接收等通信功能。集控主站硬件主要包括服务器、工作站、网络设备等,主要实现各类配电自动化终端上传数据的收集、处理、分析,下发控制指令,并与国网公司现有系统进行数据交互。

2 配网自动化系统中故障定位隔离的问题

在目前的配网自动化系统中,单条线路发生短路故障时,线路上各级智能开关通过电流速断保护定值来判断是否跳闸。通常单条线路上从电源侧到负荷侧,各级智能开关速断保护定值依次减小,以实现线路故障处智能开关优先跳闸,缩小停电范围。由于县域内单条10kV线路较长、分支线多,各段线路和变压器型号差异化较大,各级智能开关电流速断整定值无法准确设置,造成发生短路故障时,开关无法正确动作,扩大了故障停电范围。为实现配网故障准确定位、快速隔离,缩小线路停电范围,保障非故障区域电力的正常供应,本文重点对基于FTU纵联差动与基于矩阵运算的故障定位隔离方案进行分析研究。

3 基于FTU纵联差动的故障定位隔离方案

差动保护原理基于基尔霍夫电流定律,即任意时刻,所有流入电路某一节点的电流总和等于所有流出该节点的电流总和。差动保护具有原理简单、保护范围明确、动作迅速的特点,广泛应用于变电站主变、发电机、输电线路主保护。随着配网自动化的建设,大量带电流互感器的智能开关和FTU被广泛使用,纵联差动能够被应用于配电线路中。目前,县域内10kV线路多为单电源树状的辐射型网络,以图1所示线路为例,具体阐述基于FTU纵联差动的故障定位隔离具体实施方案。首先根据智能开关及FTU对线路进行差动保护区段划分。第1个和第2个FTU之间为差动保护区段1,第2个和第3、4、5个FTU之间为保护区段2,第3个和第6个FTU之间为差动保护区段3,第6个和第7、8个FTU之间为保护区段4。

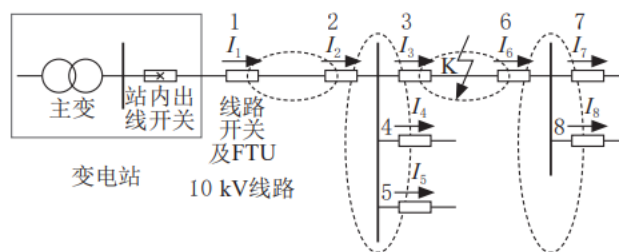


图1 10kV线路简图

各保护区段内FTU相互通信,交换各自实时的电流数据,当保护区段线路正常供电或保护区外故障时,电源侧FTU流入的电流值等于负荷侧FTU流出的电流值,差动保护不动作。当保护区段线路存在故障时,电源侧FTU流入的电流值不再等于负荷侧FTU流出的电流值,差动保护动作,控制保护区段内开关跳闸,隔离故障。如图所示的线路保护区段3,当区段3内正常供电或保护区外故障,则 $I_3-I_6=0$,差动保护不动作;当区段3内发生故障, $I_3-I_6 \neq 0$,差动保护动作,控制第3和第6个开关跳闸,隔离故障。

4 基于矩阵运算的故障定位隔离方案

在该方案中,线路发生故障的时候,故障区段线路及以上分段线路的FTU均会采集到故障大电流值,立即向集控主站

发送故障信息。集控主站收集到各FTU上传的故障信息之后，通过矩阵运算，即可判断出发生故障的线路区段，从而向其FTU发送跳闸指令，控制故障区段线路上的开关跳闸，用以隔离故障线路，保证非故障区段线路正常电力供应。

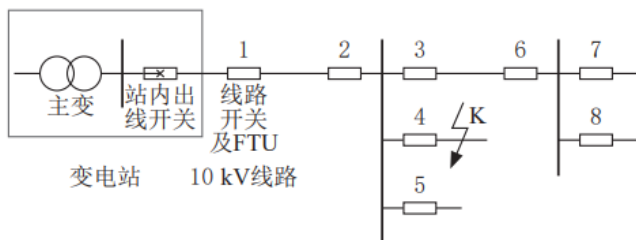


图2 10kV线路简

4 两种方案优缺点分析及建议

基于FTU纵联差动的故障定位隔离方案，它的优点为保护原理简单，保护范围明确，保护动作快。但是保护区段内各FTU需要配置专用的光纤通信线路以实现电流数据的实时交换，并且各FTU应严格对时；保护区段内电流互感器性能应一致，避免线路正常运行时出现差流，保护误动作，因此设备改造投资较大。该方案适用于对供电可靠性要求较高、配网自动化改造程度较高的地区使用。基于矩阵运算的故障定位隔离方案，优点为依据现有的配网自动化系统，集控主站扩展矩阵算法即可应用，设备改造投资少。但该方案对FTU与集控主站的通信要求较高：一是FTU要准确快速地将故障信息通过通信网络上传至集控主站；二是集控主站要有FTU误报、漏报故障信息的冗错算法；三是集控主站需要将控制跳闸指令快速准确地通过通信网络下发至故障区段FTU，控制开关跳闸，隔离故障。

5 10kV配电线路故障快速定位隔离技术应用

5.1 配电线路故障自动定位系统

对于10kV配电网建设来说，特别是对于案例中的分公司来说，要按照具体需求和实际资金情况选择最佳的故障定位方式。通过通信技术和故障指示器的有效结合进行线路故障监测，能够快速准确地实现线路故障的自动定位，从而有效提升10kV配电网的供电可靠性。配电线路故障定位隔离装置一般应用在单相接地短路故障方面，在系统开启后故障指示器的灯会出现红色，这时线路故障指示器会发出相应的编码信息（可以被IPU接受的无线调制编码信息），之后通过IPU实施相应的解调解码操作，最后对指示器发出的编码信息和其他信息进行综合后将其发送到监控中心。监控中心设置有数据处理和转发系统，能够接收IPU发送的信息并对其实施相应的解码，之后利用104规约接口将前述完成处理的信号传送到监控中心的计算机。监控中心计算机受到信号后对其信息数据实施必要的综合处理，主要包括错误信息校正和逻辑判断的运算。完成上述操作后，按照综合处理结果确定故障

情况，并且通过显示技术将故障线路和区域定位到电子地图上，从而帮助维修人员明确故障区域，以便快速准确地对其进行维修，排除故障。

5.2 10kV配电网配电线路故障自动隔离

对于故障定位系统来说，在发现线路故障后不但可以及时将信息数据传送给控制中心，也可以最大程度上缓解故障对整个配电线路的影响。为了防止配电线路出现大范围故障问题，设置了自动隔离系统。一旦故障定位系统发现故障并进行相应提示后，自动隔离系统可以响应定位系统的故障信息，从而实现相应的功能，包括自动单相接地切除、短路自动隔离以及定位故障点等，对电网全线进行实施保护，为今后的维修工作奠定基础。现阶段来看，我国10kV配电线路绝大多数都设置了过流和重合闸保护，但是灵活性和选择性相对不足。为了能够有效提升隔离系统的灵活性和选择性，可以通过更加智能的分界负荷开关形成故障隔离系统。此种系统具有测控和通信功能，如果要对某些区域实施故障隔离，那么通过这些功能就可以更加准确地隔离故障线路，同时不会影响其他线路的正常供电。虽然此种系统不能覆盖所有线路，但是此种系统的结构相对简单且具有较高的可靠性，在10kV配电线路故障快速定位隔离中得到了有效推广和应用。

结束语

本文首先论述了配网自动化系统的整体组成架构，及目前线路故障定位隔离方法存在的问题。然后重点研究了基于FTU纵联差动与基于矩阵运算的故障定位隔离方案，并论述了该两种方案的优缺点及建议。

参考文献

- [1]林波. 10kV配网自动化系统建设与规划[J]. 中国高新技术, 2019, 4(19): 76-78.
- [2]刘玉宝. 配网自动化故障定位问题的研究及应用[J]. 通信电源技术, 2019, 36(12): 52-53.
- [3]全业生, 徐钟祝, 余阳, 赵海龙. 配网故障定位方法研究[J]. 现代工业经济和信息化, 2018, 8(13): 123-124.
- [4]李勋, 陶红华, 钟声, 肖隆恩, 陈堂. 应用于分布式智能FA的区域差动保护实现机制的研究[J]. 农村电气化, 2019(8): 54-57.
- [5]唐群纲, 林景栋, 宋洁. 一种基于FTU的配网故障定位矩阵单元化算法[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2006, 4(5): 128-131.
- [6]黄泰鑫. 10kV配电网中配电线路故障自动定位与隔离技术应用探析[J]. 低碳世界, 2017, (5): 18-19.
- [7]赵先军. 配电线路故障的快速切除与隔离技术初探[J]. 通信世界, 2017, (5): 88-91.