

关于闭环运行配电网中差动保护应用的探讨

曹丹怡¹, 董沁怡²

(1.国网常州供电公司, 江苏 常州 213003; 2.国电谏壁发电厂, 江苏 镇江 212006)

摘 要: 随着对供电可靠性要求越来越高, 以及分布式电源的大量接入, 中低压配电网的闭环运行将是未来智能配电网建设的发展趋势。由于常规电流保护在闭环运行电网中无法满足选择性要求, 具有良好选择性的差动保护是配电网闭环运行保护方案的一个不错选择。但由于中低压配电网常常采用小接地电流系统, 其运行方式与主网相比较有其特殊性, 对差动保护的配置和运行而言也有其不同的要求。本文就差动保护在配电网闭环运行条件下应用可能遇到的问题进行探讨, 并给出一些建议。

关键词: 闭环; 配电网; 差动保护

0 引言

随着我国国民经济的高速发展, 对电力的需求也在高速增长。为满足社会对电力能源日益增长的需求, 近年来, 建设了各种类型电源和以 500 千伏超高压为主网架的输电网络, 1000 千伏特高压和直流输电技术也逐步成熟并得到广泛应用, 主网系统已经较为坚强。相对于主网系统, 以 10 千伏、35 千伏电压等级为主构建的中低压配网系统发展相对滞后。这种滞后不是指建设规模上的, 而是指其运用的设备及运行方式。如, 目前配网大多仍然采用树式结构或链式结构, 按馈线方式进行运行。这种配电网虽然结构简单, 但供电可靠性较差。当配电线路发生永久性故障时, 会对电力用户造成停电, 无法满足电力用户对供电可靠性越来越高的要求, 对用户故障停电时间和影响范围较大。

采用闭式环网运行的配电网能很好地解决配电线路故障影响用户正常用电的问题。这一运行方式在新加坡、加拿大等发达国家已开展试点和推广。然而环网运行使得配电潮流变为双向的, 现有电流保护无法满足环网运行时切除故障的选择性。为此, 可以考虑采用差动保护来解决选择性問題。根据差动保护的工作原理, 其对保护范围内的各类电气故障均有良好的选择性。所以, 在闭式环网运行的配网系统中, 应用差动保护是个不错的选择。随着光伏电站等绿色分布能源大量接入电网, 两侧均有电源的配电联络线也越来越多, 在这种线路上采用常规电流保护有时也存在切除故障的选择性问题, 如果配置差动保护一般也能很好地解决其选择

性的问题。

在目前的配电网中之所以普遍采用电流保护而非差动保护, 其原因主要一是电流保护原理相对简单, 运行维护技术要求较低, 二是差动保护需要采用光纤等专用通道, 造价较高。但随着光纤通道建设成本的逐年下降和配网自动化改造的开展, 建设成本已不再是制约因素。

基于光纤通道的分相电流差动保护在高压输电网络中已运行多年, 应用非常广泛, 但因配电网有其运行方式的特殊性, 现就其特殊性对差动保护的影响探讨如下。

1 中低压配网系统运行的特点

在江苏电网中, 35 千伏及以下配网系统中变压器中性点一般采用不接地或经消弧线圈接地的小接地电流系统。当系统发生单相接地故障时, 虽然故障相对地电压等于 0, 非故障相对地电压上升到额定相电压的 $\sqrt{3}$ 倍, 但不会产生较大的故障电流, 所以系统仍能继续运行, 不会造成供电中断。按规程规定, 该运行时间最大允许 2h。当系统发生相间故障或两相以上的接地故障时, 将产生很大的故障电流, 需要通过保护立即切除故障。

所以配网使用的差动保护除解决采样同步、通信通道及电容电流影响等问题外, 还需要根据上述运行方式的特殊性进行考虑。

2 电流互感器的配置

由于发生单相接地故障时无短路电流, 小接地

电流系统常常只在 A、C 两相安装电流互感器，如图 1 所示。

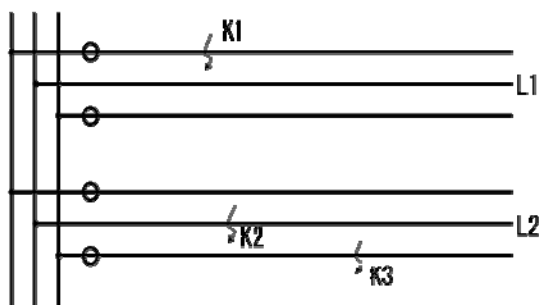


图 1 A、C 两相安装电流互感器的配电网图

这样做的好处一是节约了一只电流互感器，二是当不同线路异名相接地时，有三分之一情况下跳开两条线路，三分之二情况下只跳开一条线路，而每相安装电流互感器的全星形接线则任何不同线路异名相接地均跳两条线路，扩大了停电范围。如图中 K1、K2 点同时发生接地故障时，只有在 A 相安装电流互感器的线路 1 检测到故障电流并跳闸，线路 2 的 B 相因为没有安装电流互感器，所以不跳闸，能够在一点接地的情况下继续运行。当 K1、K3 点同时发生接地故障时，因线路 1 的 A 相与线路 2 的 C 相均安装了电流互感器，所以两条线路都会跳闸。

在 110 千伏及以上的大接地电流系统中，任何一相接地都会产生很大的短路电流，所以每相必须安装电流互感器。其差动保护的二次回路接线方式如图 2 所示。

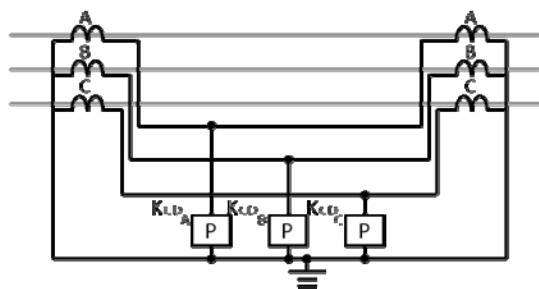


图 2 全星形差动保护二次接线图

在配电网系统，我们可以参经常规电流保护采用的电流互感器配置方式，使用非全星形的接线方式，如图 3 所示。这样同样能满足对该配电网线路的要求，并提高单相接地故障时的可靠性。

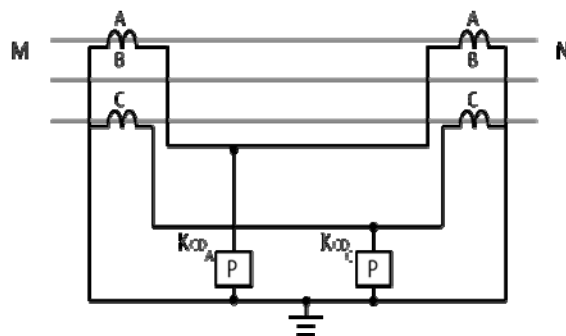


图 3 非全星形差动保护二次接线图

当然，我们也可以不考虑经济性和不同线路异名相接地故障问题而采用全星形接线的差动保护。这一点在采用电力电缆的分布电源接入联络线上显得非常重要，因为单相接地引起的非接地相电压升高往往会对电缆和发电设备造成损害。

3 应用于 T 接配电线路的差动保护

在高电压的输电系统中，线路往往是两个变电站之间的连接，线路差动保护只要考虑两端之间的配合。但在配电网系统中接线常常复杂很多，可能在联络线间直接接入负荷，形成 T 接线路。如图 4 所示。

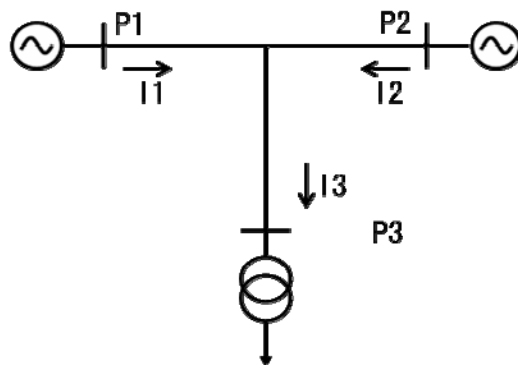


图 4 联络线 T 接负荷接线图

在这种情况下，必须在 P1、P2、P3 三点都安装差动保护装置，形成三点差动保护。如果在 P3 处不安装，负荷电流将被误认为差电流，差动保护无法正确工作。

4 单相接地运行期间对差动保护的影响

我们不可忽视在差动保护范围中线路的分布电容电流引起的差流的影响。由于小接地电流的配电网系统允许单相接地运行 2h，当接地点处于差动

保护范围内时,接地点出将流过整个系统的电容电流(或经过消弧线圈补偿的电流)。如图 5 所示。

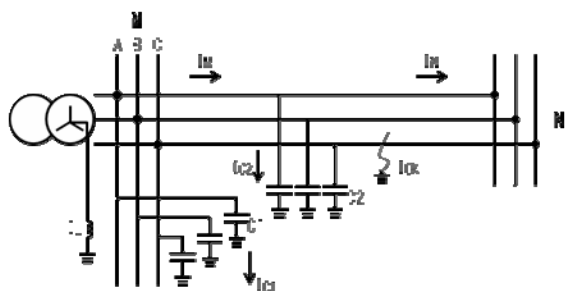


图 5 单相接地时的电流分布图

I_{ck} 为接地点通过的电容电流。该电流值一般在数安到数十安之间,这个电流将被差动保护视作差流,这样大小的电流一般虽不足以使差动保护动作,但这一电流可能会使监视差动电流二次回路断线的元件动作,以致闭锁差动保护装置,这将使我们在发生相继故障、最需要差动保护时失去保护功能,所以需要在保护装置整定时进行对单相接地故障可能产生的最大电容电流进行验算,采取措施防止单相接地故障时造成差动保护闭锁。

当然,接地电容电流对差动保护的影响也非全是负面因素。在小接地电流系统中,接地点的查找一直是一个技术难题,利用差动保护能检测到接地点电流的特点,可以为接地点查找提供一个新的途径。可以根据差动保护检测差流及系统接地情况综合判断,将接地点定位到某段线路范围。

5 后备保护配置

差动保护作为配电线路的主保护有其不容置疑的优越性,但根据继电保护配置原则,为其配置后备保护是必须的。否则差动保护一旦出现拒动等情况,将对配电系统安全运行产生不可预料的后果。

常规电流保护在闭式环网运行配电网系统运行中存在选择性问题,将其作为后备保护显然选择性問題仍然存在,采用带方向的电流保护则可以解决后备保护的选择性问题,但这又违背了差动保护不需依赖电压量这一优点,有时方向电流保护对在运行方式变化很大的配电网保证选择性也无能为力。所以我们可以采取以下两个办法解决问题。一是取消后备保护的速切 I 段,二是在速切 I 段上增加一个短延时,如 0.2s。这样当发生故障时,第一时间由差动保护动作,如差动保护切除故障出现异

常,由后备保护切除故障。后备保护切除故障时可能会牺牲部分选择性,但因为差动保护出现问题的概率很小,这种简化是值得的,也是可以接受的。

6 结束语

总之,随着电力用户对电能质量和供电可靠性的要求越来越高和分布式能源的快速发展,促使我们加快对配电网的建设与完善,也促使我们提高配电网智能化的水平,更需要我们解放思想,改变我们在配电网建设与运行中的保守观念,促进配电网系统全面采用闭式环网运行方式的这一天早日到来。

我们相信,随着通信技术及计算机技术的快速发展和电网应用,基于光纤通道的配电网全网集中式差动保护方法和技术终将可能得到广泛采用。这种技术是采用分散采样,通过实时网络通信平台将采样信息传输到计算机系统统一运算,再将运算结果传输至各断路器执行。该系统由集中式配电网保护设备与配电终端构成的集中式差动保护系统,不需要在每段线路额外配置差动保护设备,降低了成本,同时也能实现配电系统故障的准确定位,能够对故障迅速隔离,快速重构配电的网络,降低了非故障线路的停电机率,缩小故障停电范围,这就是配电系统的快速重构和自愈功能,它将使我们的供电可靠性再上一个新的台阶!

参考文献:

- [1] 王尔寒. 超高压线路光纤电流差动保护的研究[D].保定: 华北电力大学(河北), 2006.
- [2] 李斌, 于绚, 薄志谦, Andrew KLI MEK. 含分布式电源的闭式环网配电网保护方案(英文)[J]. 电力系统自动化, 2010(07): 79-84.

作者简介:

曹丹怡(1993-),女,江苏常州人,工科学士,从事继电保护工作;

董沁怡(1993-),女,江苏无锡人,工科学士,从事发电厂电气设备的运行维护工作。