

单相接地浅析

孙 逸

(无锡供电公司, 江苏 无锡 214061)

摘 要: 本文从中性点不接地系统的故障出发, 针对该领域国内外现状, 了解配电网中的单相接地故障。简要叙述几种基本单相接地的故障, 以及故障的识别方法, 几种常用保护动作的工作原理。

关键词: 单相接地故障; 中性点不接地系统; 配电网

0 引言

随着社会经济的发展, 对电力需求日益增长, 同时对供电质量和配电自动化的水平提出了更高的要求。配电网大多采用小电流接地系统, 因此小电流接地系统中的单相接地故障定位研究一直是电力系统的研究热点。在电力系统中, 单相接地故障占全部故障的 60% 以上, 而单相接地故障产生的特点又与电力系统中的工作方式有关, 所以有必要对各种中性点运行方式下的工作方式进行研究。

1 配电网接地故障研究现状

1.1 配电网判别单相接地故障的技术现状

配电网是电力系统的重要组成部分, 是连接输电系统和电力用户的桥梁, 配电网的安全稳定运行直接关系到用户的利益, 是生产生活中不可缺少的一部分, 一旦停电, 所有的用电设备都不能正常运行。配电网直接担负为千家万户供电的责任, 只要配电网发生故障, 就会降低对用户供电的可靠性和影响供电质量, 带来恶劣的影响。因此, 当配电网发生故障时, 以最短的时间, 把故障隔离在最小的范围, 保证其余绝大部分用户正常用电, 并且迅速排查故障线路处理故障点, 已经成为电力行业工作人员刻不容缓的责任。

随着技术的发展, 近年来, 随着计算机技术、微电子、DSP、通信技术和网络技术的飞速发展及其在电力系统继电保护领域的广泛应用, 出现了微机在线自动选线装置。这种选线装置通过检测发生单相接地后各条线路及系统的电气量变化提取故障特征和辨识故障线路, 在保证持续供电的条件下实现自动选线功能。长期以来, 国内外继电保护工作

者对此类小电流接地系统单相接地故障选线装置进行了不懈的研究与探索, 提出了基于不同方面故障特征的多种原理的选线方案, 并且研制了相应的装置, 在电力系统中发挥了相应的作用。但是基于配电网区别于输电网固有的特点: 节点多, 分支线路多, 广泛分布于城市及农村、直达所有的用户, 这给配电网的单相接地故障选线和测距带来了困难。小电流接地系统单相接地保护看似简单易行, 但实践证明是十分复杂的, 这也是一些国家不采用小电流接地方式的主要原因之一。目前, 配电自动化系统的选线功能远不及人们所要求的那样完美, 有待人们进一步认识小电流接地系统的特点完善配网自动化功能, 提高对用户供电的可靠性和供电质量。因此进一步研究中低压配电网的单相接地故障检测方法并开发出相应的现场装置, 具有很强的理论和实际意义。

1.2 我国配电网判别单相接地故障的存在问题

我国的电力系统中, 电压等级在 110kV 以下、6kV 以上的中低压配电网主要为中性点不接地系统或者中性点经消弧线圈接地系统。这样的系统在发生单相接地故障后, 短路电流很小, 三相线电压还是不对称的, 因此一般为小电流接地系统。

在实际中, 由于各种因素的影响, 对小电流接地故障的判断存在一些误差, 产生误差的主要原因主要有以下几个方面:

(1) 电流信号太小。小电流系统单相接地时产生的零序电流其太小与系统规模的大小线路类型有关, 数值不大。经中心点接入消弧线圈补偿后, 改用零序电流的谐波分量, 其数值更小。

(2) 干扰打, 信噪比小。

(3) 电容电流波行的不稳定。

(4) 其他随机因素影响的不确定。

在配电网中发生小电流单相接地故障时，除了有误差方面的影响，还有一些技术方面的影响，主要有以下几个方面：

(1) 配电网自动化程度的重要标志是通讯是否符合自动化的要求，它担负着设备及用户与自动化的联络，起着纽带作用。担负着信息的处理、命令的发送和返回。所有数据的传递，没有可靠有效的通讯，配电网无法与自动化相联系。

(2) 配电网结构复杂，环网联络接点较多。

2 配电网中性点运行方式分析及接地故障分析

2.1 中性点不接地

接地相对地电压降为零，其他两相对地电压上升为线电压，系统出现零序电压，其值等于电网正常运行时的相电压，且处处相等。非故障线路保护安装处流过的是本线路的零序电容电流，方向由母线指向线路，相位超前零序电压 90° 。故障线路保护安装处流过的是所有非故障元件的零序电容电流之和，其方向由线路指向母线，相位滞后零序电压 90° 。以上这些特点，是构成中性点不接地电网接地保护的依据。

2.2 中性点经消弧线圈接地

22~66kV 电网单相接地时，若故障点的电容总和大于 10A，10kV 电网电容电流总和大于 20A，3-6kV 电网总和大于 30A 时，中性点应采取消弧线圈接地的运行方式。

在中性点不接地系统中，当发生接地故障时，接地电流为电容电流，其特点是：(1) 非故障线路的零序电流数值等于本身对地电容电流，由母线流向线路，即超前零序电压 90° 。(2) 故障线路的零序电流数值等于所有非故障线路的零序电流之和。

3 单相接地故障

3.1 中性点不接地情况下发生单相接地故障

中性不接地系配电系统中的单相接地故障，一般在配电所或变电所母线上装设接地监视信号。有条件安装零序电流互感器的线路，如电缆线路或经电缆引出的架空线路，当单相接地电流能满足保护的选择性和灵敏性要求时，应装设作用于信号的单相接地保护。如线路不能安装零序电流互感器，而

单相接地电流又足以克服电流二次回路中不平衡电流的影响，如单相接地电流较大或保护装置反应接地电流的暂态值等，也可将保护装置接在由三个电流互感器构成的零序电流回路中。根据中性点不接地系统单相接地的特点，针对网络的具体情况，可以采用下面几种保护。

(1) 零序电流保护。利用单相接地时，故障线路零序电流大，非故障线路零序电流小的特点，可以实现选择性的保护——零序电流保护。对于架空线路采用零序电流滤序器的接线方式。

(2) 零序方向保护。在出线较少的情况下，非故障线路零序电流与故障线路零序电流差别可能不大，采用零序电流保护灵敏度很难满足要求。可采用零序方向保护。在中性点不接地电网发生单相接地时，非故障线路零序电流超前零序电压 90° ；故障线路零序电流滞后零序电压 90° 。因此，采用零序方向继电器可以明显区分故障线路与非故障线路。

(3) 功率方向保护。当电网总得接地电容电流不大时，可以采用零序基波或其他谐波原理的功率方向保护。当功率方向为沿线路流向母线时，保护动作，反之则制动。

(4) 绝缘监视装置。绝缘监视装置是利用单相接地时出现虚电压的特点构成的。三相五柱式电压互感器的一次绕组接于发电厂或变电所母线上，二次侧的两个绕组，一个接成星形，用 3 只电压表分别接入各相对地电压，另一个接成开口三角形，在开口处接入一个过电压继电器，反应接地故障时出现的零序电流。

(5) 谐波。由于微机型保护技术的迅速发展，目前国内已生产多种不同型号的微机选线装置，有的利用计算机的特长采用了新的原理。如功率积分原理等构成微机型接地选线装置。

3.2 中性点经消弧线圈接地发生单相接地故障

消弧线圈有三种补偿方式：全补偿、过补偿和欠补偿。一般的做法是让消弧线圈工作在过补偿状态，脱谐度为 5%-10%。这样做的原因在于全补偿方式虽然使单相接地故障的接地电流最小，却容易引起串联谐振，使中性点出现很高的位移电压。而欠补偿方式存在的缺点有：

(1) 当电网发生故障或切除部分线路，或者系统频率降低时，欠补偿趋向于全补偿容易引发串联

谐振。

(2) 不能满足电力系统发展的要求。

(3) 弧隙恢复电压的恢复速度较快。这些缺点在过补偿的电网中完全不会发生。

4 结论

本文首先对中性点不接地电网发生单相接地故障的特点以及中性点经消弧线圈接地电网接地故障的特点进行了介绍,并画出了中性点不接地系统以及中性点经消弧线圈接地系统单相接地时的电流走向图。其次,对中性点不接地情况发生单相接地

和中性点经消弧线圈接地发生单相接地进行了分析。了解了中性点不接点系统就是除保护或测量用途的高阻抗接地以外,中性点没有人工接地的非有效的接地系统。明白了中性点经消弧线圈不仅具有全补偿、过补偿、欠补偿三种补偿方式,还具有提高电力系统的供电可靠性、发生永久性接地故障时不被动、对全网电力设备有保护作用和电磁兼容性好四个优点。

作者简介:

孙逸(1988-),男,营业电费部高压用检二班。