

母线保护的仿真与分析

陈政靖*

福建省送变电工程有限公司, 福建 福州 350000

摘 要 : 母线在电力系统中是一个重要的存在。要是母线上出现了故障, 会直接让所有连接在上面的设备的安全及可靠运行遭到威胁, 有可能会大致大面积的停电和设备的破坏, 随着电力系统各种新型技术的开发和应用, 对母线保护的“四性”(快速性、灵敏性、可靠性、选择性)也提出了更高的要求。

关 键 词 : 母线; 安全性; 可靠性

Simulation and Analysis Based the Bus Protection

Chen Zhengjing*

Fujian Power Transmission and Transformation Engineering Co., Ltd, Fuzhou, Fujian 350000

Abstract : Bus bar is the important power system equipment. If the bus had problems, directly let all connections in the above the safety equipment and reliable operation being threatened, might be roughly widespread blackouts and equipment damage, along with the power system technology unceasing development, the network voltage level upwards, to the bus protection of the output and sensitivity, reliability, selective demand more and more is also high.

Key Words : bus; safety; reliability

一、研究背景

从原理上来说, 母线保护的原理是相对比较简单, 但是由于母线保护中却存在着各种因素的影响, 比如电流互感器饱和, 以及母线保护与断路器失灵保护、线路保护、死区保护、充电保护存在逻辑上的启动和闭锁等联系, 大大的增加了母线保护的复杂性^[1]。随着电力系统技术的不断发展, 电网电压等级的不断升高, 对母线保护的快速性、灵敏性、可靠性、选择性的要求也越来越高^[2]。

二、研究意义

母线差动保护对于电网安全、稳定运行和连接设备的安全具有非常重要的意义, 母线保护的動作对整个区域的电力系统的稳定运行和安全具有决定性的意义^[3]。所以, 对于母线差动保护未来的发展方向对于整个电力系统来说也是很有意义的。

母线是作为电力系统的一个重要的枢纽, 一个重要组成元件^[4]。根据发生的事件概率, 例如单相接地短路故障、相间短路故障都有可能出现。出现母线的故障的时候, 会是连接在母线上面的元件停电, 有些甚至造成破坏。在故障母线修复期间, 就对造成停电, 有时候停电还是大面积的, 如果不能及时的解决会对人们的日常生活带来不便, 也会对日常的生产和发电带来影响, 所以应该用一些相应的办法来解决和减小母线上出现故障的时候引起的破坏^[5]。

(一) 母线保护的简介

一般来说母线上发生故障的概率会比线路上发生故障的概率小的, 但是一旦发生母线的故障危害和影响是非常之大的^[6]。这主要是因为母线上往往要连接比较多的电气元件, 如果母线上出现故障的话就会使这些元件停电或者遭到破坏, 所以可能会因此造成大面积停电

事故, 并且对电力系统的稳定性的影响也是非常大的, 是故障的严重性进一步的扩大, 所以母线故障是最严重的电气故障之一, 因此利用母线保护清除和缩小故障造成的后果, 是十分必要的^[7]。

一般来说母线故障可以利用供电元件的保护来切除如图2-1。



>图2-1 利用供电元件切除母线故障

(二) 母线完全差动保护原理

母线完全差动保护就是将母线上的所有的各连接支路的电流互感器按照同名相、同极性接到差流回路^[8]。各个支路装置的电流互感器应该具有相同的变比和特性, 如果电流互感器的变比不是一样的时候, 可用中间变流器等方式对其进行补偿^[9]。母线差点保护可分为完全差动保护和不完全差动保护。

① 通常情况和在外部发生故障时候, 母线的矢量之和是0 (流出值和流入值的相加)。

$$I_{in} = I_{out} \quad (2-1)$$

因此, 电流互感器的不同特性会导致在母线差流的原本的回路中的电流变成不平衡电流, 不过其产生的电流本身是很小的。一次侧的电流为

$$\sum I = I_1 + I_2 + I_3 = 0 \quad (2-2)$$

二次侧的电流

$$\sum I_j = I'_1 + I'_2 - I'_3 = 0 \quad (2-3)$$

② 当在母线上设置一个故障时, 所有的短路电流就像水往下流一样, 都会朝着故障点的方向流去, 这时候是包含了所有电源连接点的支路。此时的电流在母线差流回路中的是

$$\sum I = I_1 + I_2 + I_3 = I_d \quad (2-4)$$

* 作者简介: 陈政靖, 1989~11, 男, 汉族, 福建莆田, 大学本科, 中级工程师, 福建省送变电工程有限公司, 从事变电站建设管理。

二次侧的电流

$$\sum I_j = I'_1 + I'_2 - I'_3 = \frac{I_0}{N} > I_{dz} \quad (2-5)$$

(2) 整定计算及其原则:

两个条件:

①按照躲开外部短路时可能产生的最大的不平衡电流^[10]。当差动继电器采用具有速饱和铁心的继电器,且所有线路上的电流互感器的二次负载阻抗按照百分之十的误差曲线来选择时,其动作电流的计算为

$$I_{act} = K_{rel} K_{er} I_{k.max} / N_{TA} \quad (2-6)$$

②电流互感器二次回路的出现短线的可能性,取决于母线保护的电流回路中所连接的支路数量的大小。所以要是想在CT(LH)二次回路断线时不产生误动作,要使所有连接支路中的最大负荷电流不得大于动作电 I_{act}

$$I_{act} = K_{rel} I_{L.max} / N_{TA} \quad (2-7)$$

三、动作的实现

在正常运行以及外部故障时,母线流出和流入的电流之矢量和为0。因此,母线差流

回路中的电流是由于各电流互感器的特性不同而引起的不平衡电流,其值相对来说是比较小的。^[11]在出现母线上的故障时,所有与电源相连的支路都向故障点输送短路电流,其值很大。所以母线差动保护动作,让所有连接支路的断路器全部跳闸^[12]。

(一) 电流比相式母线保护

电流相位比较式母线保护的基本原理是根据母线在内部故障和外部故障时各连接支路电流的相位变化来实现的,

当母线正常运行或者外部故障d1故障时:电流 i_1 流入母线,电流 i_2 流出母线,按照规定的正方向 i_1 和 i_2 大小相等角度相差 180° 。

母线上出现故障时:母线故障的时候两个电流都是流向母线所以相位是相同的。也就是相位角度差为 0° 。

电流相位比较式母线保护就是利用比相元件的特性来对是母线上故障还是外部故障做出判断。

(二) 系统仿真元件的选择和设置

Simulink的电力系统模块集使用起来十分方便,不仅可以模拟你要的各种的故障,同时还容易在线路上实现,同时也是清晰明了,其中控件Fault就是用来模拟在实际场景中可能会出现各种故障,经常出现的各种故障如:三相接地短路、两相接地短路、两相短路、单相接地短路、三相短路。

(三) 动作特性分析

对线路进行仿真运行,并利用fault产生的各种故障,所有故障的分析的原理还是归于其相位的比较,幅值的数值的多少并不会影响相位的比较。所以,在使用这个方法的时候,电流互感器饱和和产生的电流幅值的误差对相位比较而言就没有什么影响。当然对于母线保护的整个系统也不是那么死板,例如电流互感器在型号和变比发生变化时候,整个保护还是可以使用的,这个也使得母线保护的灵敏性得到进一步的提高。

四、系统模型的搭建

只要三相电流是从一个个连接在元器件上的电流互感器中引出,就有办法实现母线的完全保护^[13],然后将原来回路中的计算值和各相的小母线进行比较,当然此时小母线上的电流是从回路送回的。利用电流大小比较器特性来对差动电流做出判断,如果做出跳闸的判断,就是把输入的0信号通过信号输出,输给断路器,当断路器接收到0信号就会做出跳闸的动作。

五、故障分析

当出现母线的外短路故障时,这时候的外部的故障电流会变大,让制动电 I_r 也随之增大,及时CT饱和回出现不平衡电流,但是也有足够的制动能力,对CT饱和产生的故障不平衡电流具有较强的制定能力。可是当母线内部发生故障的时候,母线内部故障时保护的灵敏度就会下降由于制动电流会继续存在的原因^[14]。

如果三相故障的情况出现在母线上:在模拟整个故障出现的时候。我们需要的做的是安排人员对一次系统的运行状态进行监测、当然对母线保护逻辑元件的状态、保护的出口信号状态、保护判据有关测量值的变化都要实时记录,这样才能对整个仿真试验的全过程进行真实有效的记录,最终可以分析母线上的元器件的是否动作,动作是否合理,需不需要再进一步优化保护逻辑。

母线完全差动保护的仿真与分析,根据原理图搭建仿真模型,利用元件设置各种母线上的故障,将线路上出现的故障电流记录于表格中,然后对母线的保护动作特性进行分析,分析母线保护灵敏性的提高和其避免断路器误动的能力

参考文献:

- [1] 陈珩.电力系统稳态分析.中国电力出版社,1985.
- [2] 李光琦.电力系统暂态分析.中国电力出版社,1985.
- [3] 王春生,等.母线保护[M].北京:中国电力出版社,1987
- [4] 贺家李,宋从矩.电力系统继电保护原理[M].北京:水利电力出版社,1985
- [5] John S A T,Aggarwal R K,Song Y H.Improved Techniques for Modeling Fault Ares on Faulted EHV Transmission Systems[J].IEEE Proceedings —Generation, Transmission and Distribution,1994,141(2):148-154.
- [6] 李晓华,张哲,尹项根等.故障分量比率差动保护整定值的选取.电网技术.2001.25:pp.47.
- [7] 王志鸿,郑玉平,贺家李.通过计算谐波比确定母线保护中电流互感器的饱和.电力系统及其自动化学报.2000.12:pp.19.
- [8] 王建平,路盛元.电力系统计算机继电保护.(译自ComputerRelaying for Power System)成都:成都出版社.
- [9] 罗珊珊,贺家李,王荣琴.母线保护中电流互感器饱和检测新判据.电力系统及其自动化学报.1996.3:pp.29.
- [10] 李忠安,何奔腾.一种利用小波变换开放电流互感器线性区的方法.继电器.2002.28:pp.20.
- [11] 李忠安,何奔腾.制动动母线差动保护研究.继电器.2000.28:pp.10.
- [12] H L.Jou, J. C. Wu, H. YChu. New single-phase active power filter[J]. IEEE Proc—Electr Power Appl,1994,141(3):129-134.
- [13] 陈青,潘贞存,江世芳.极性比较式母线保护研究.电力系统及其自动化学报.1996.8:pp.41.
- [14] 丁宇,李海峰,王钢等.母线暂态方向保护的研究全国高等学校电力系统及其自动化专业第十八届学术年会论文集.2002,pp.917.