

微机母线保护及其整定计算

朱晓华

(广东省电力调度中心,广东 广州 510600)

摘要: 阐述了 WMH-800、WMZ-41、BP-2B 以及 RCS-915 等几种微机母线保护装置各自采用的原理和解决抗 TA 饱和等问题的不同方法,并总结了母线差动保护的整定计算方法。

关键词: 母线保护; 抗饱和; 整定计算

中图分类号: TM774 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2004)05-0062-04

0 引言

在计算机技术高速发展的今天,微机继电保护装置在使用中由于有原理先进、可靠性高、操作简单、维护管理方便等优势,广东省 220 kV 以上电网继电保护装置中的线路保护已基本实现微机化,元件保护也正在向全面微机化过渡。如今广东省变电站和电厂共有 220 kV 母线保护约 170 多套,其中各种型号的微机母线保护约有 90 多套。

1 母线保护的作用

母线故障如未装设专用的母线保护,需靠相邻元件的保护作为后备,将延长故障切除时间,并且往往要扩大停电范围,甚至酿成系统性大面积停电。由于母线保护涉及开关较多,误动作后果特别严重,所以要求它比其他保护具有更高的安全性。在《继电保护和安全自动装置技术规程》中规定高压电网母线保护的装设应遵循以下原则:

对 220~500 kV 母线,应装设能快速、有选择地切除故障的母线保护。对一个半断路器接线,每组母线宜装设两套母线保护。

2 母线差动保护的原理

母线差动保护的動作原理建立在基尔霍夫电流定律的基础上。把母线视为一个节点,在正常运行和外部故障时流入母线电流之和为零,而内部短路时为总短路电流。假设母线上各引出线电流互感器的变比相同,二次侧同极性端连接在一起,按照图 1 接线则在正常及外部短路时继电器中电流为零。

实际上,由于电流互感器有误差,在外部短路时继电器中有不平衡电流出现,差动保护的启动电流必须躲开最大的不平衡电流才能保证选择性。

3 微机母差要解决的几个问题

3.1 区外故障电流互感器饱和的问题

在外部短路情况下,该母线的引出线路中,故障线路电流是所有非故障线路电流之和。如图 1,故障线路电流很大,其电流互感器饱和,二次侧电流很小。此时差动保护的不平衡电流很大。差动保护在此情况下应不失去选择性。

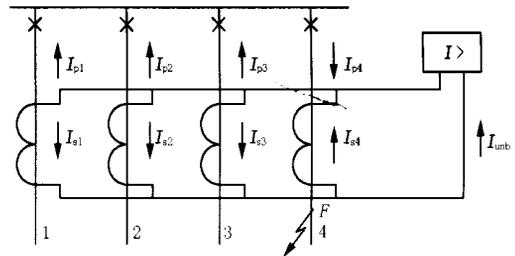


图 1 单母线差动保护的原理图

Fig. 1 Block diagram of single-bus differential protection

基于饱和 TA 有以下两个特点: 无论一次电流有多大,在系统发生故障瞬间,TA 不可能同时发生饱和。从故障发生到 TA 饱和至少有 1/4 周波的时间,TA 能正确传变一次电流; TA 进入饱和后,二次电流波形出现畸变、缺损,但在一次电流过零点附近,饱和 TA 二次侧仍有一个线性传变区。

关于这个问题,不同的保护装置有不同的处理方法。

(1) WMZ-41 母线保护装置使用的抗 TA 饱和方案称为同步识别法,即判别“故障启动”与“差流越限”是否同步发生。

若是同步发生,则认为“差流越限”是由母线区内故障引起,此时差动保护在 5 ms 以内抢在 TA 未发生饱和前快速判别出是区内故障,发差动出口信号并记录下来,以确保各断路器可靠跳闸。

若先发生“故障启动”,后发生“差流越限”,则认为“差流越限”是由母线区外故障,TA饱和引起的。这时母差保护将闭锁一个周波,在下一个周波内判别区外故障是否发展成区内故障。是则发出差动出口命令;否则继续在随后的每个周波内判别是否有故障发展,直到区外故障消失。

(2) WMH-800 母线保护装置也是利用 TA 饱和时差动保护动作时间滞后于故障发生时刻的特点来处理这一问题。即先判断故障的发生时刻,若此时差动保护不动即判为母线外部故障,闭锁差动保护一周,然后利用波形识别法来开放差动保护,以便在母线区外转区内故障时,差动保护能动作。

(3) BP-2B 型母线保护装置的 TA 饱和检测元件称为自适应全波暂态监视器。该监视器判别区内故障不同于区外故障发生 TA 饱和情况下故障分量差电流 I_d 元件与故障分量和电流 I_r 元件的动作时序,利用 TA 饱和时差电流波形畸变和每个周波都存在线性传变区等特点,检测出饱和发生的时刻。

(4) RCS-915 型母线保护根据 TA 饱和波形特点设置了两个 TA 饱和检测元件。

TA 饱和检测元件一采用自适应阻抗加权抗饱和方法,即利用电压工频变化量起动元件自适应地开放加权算法。当发生母线区内故障时,工频变化量差动元件 $BLCD$ 和工频变化量阻抗元件 Z 与工频变化量电压元件 U 基本同时动作;而发生母线区外故障时,由于故障起始 TA 尚未进入饱和, $BLCD$ 元件和 Z 元件的动作滞后于 U 元件。利用 $BLCD$ 元件、 Z 元件和 U 元件动作的相对时序关系的特点,得出抗 TA 饱和的自适应阻抗加权判据。此判据充分利用了区外故障发生 TA 饱和和时差流不同于区内故障时差流的特点,抗 TA 饱和、区内故障和故障由区外转至区内时能迅速切除。

TA 饱和检测元件二由谐波制动原理构成。利用了 TA 饱和时差流波形畸变和每个周波存在线性传变区等特点,根据差流中谐波分量的波形特征检测 TA 是否发生饱和。在区外故障 TA 饱和后发生转换性故障情况下能快速切除母线故障。

3.2 母线运行方式改变的问题

当母线为双母线接线时在一条母线上发生短路时应有选择地仅切除故障母线,使健全母线继续运行。因此,要求母线保护能适应母线的任意一种连接方式。由于电流互感器二次侧不允许开路,不能随着一次引出线进行相应的切换,这使双母线差动保护在母线任何连接方式下都使选择性发生困难。

解决这个问题的方法是在每条母线上装设分差动保护。如图 2 所示。

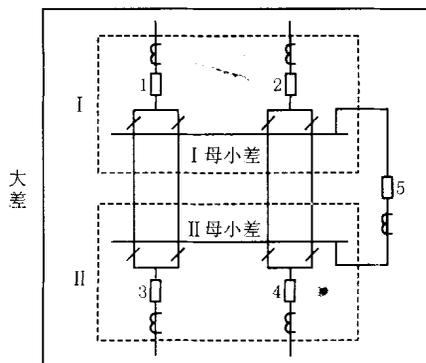


图 2 双母线系统大差、小差保护范围

Fig. 2 Different protecting range of double-bus system

则:大差动元件 $I_D = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$

母小差动元件 $I_d = I_1 + I_2 + I_5$

母小差动元件 $I_d = I_3 + I_4 + I_5$

其中大差动元件动作只能区分母线内部还是外部短路,而小差动元件则用于选择故障母线。

传统的模拟保护靠二次回路接线完成电流的相加。由于母线上引出线的连接方式经常发生变化,接入分差动保护的电流互感器的二次侧须随着作相应变化,才能保证分差动保护正确动作。为避免切换,采取固定母线连接方式的方法,即只有当母线按规定的连接方式运行时才能有选择性地切除一条故障母线,否则不经分差动保护直接将两条母线全部切除。当双母线上引出线较多时母线常常不能按规定的连接方式运行,所以分差动保护很少能发挥作用。

微机保护的发展使这个问题迎刃而解。把隔离开关的辅助接点位置输入微机母线保护,软件就实现了电流互感器抽取电流的切换。

3.3 电流互感器变比一致性的问题

模拟保护需要加装中间变流器进行调整,微机保护则在装置内部通过软件进行补偿,使这个问题的解决大大简化。

4 常用的几种微机母线差动保护原理的比较

4.1 WMH-800 型和 WMZ-41 型

采用不带比率制动的电流差动判据式(1)作为启动出口条件;带比率制动的电流差动判据式(2)作为差动出口条件。

$$\left| \sum_{j=1}^N I_j \right| - I_{di} \quad (1)$$

$$\left| \sum_{j=1}^N I_j \right| - K \cdot \sum_{j=1}^N |I_j| \quad 0 \quad (2)$$

若同时满足以上两基本判据,则差动保护动作。差动保护的制动特性如图 3 所示。

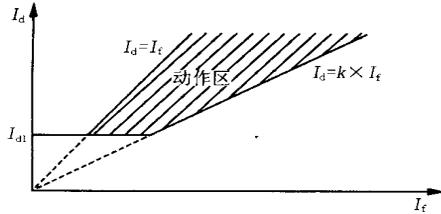


图 3 差动保护制动特性

Fig. 3 Restraint characteristics of differential protection

4.2 BP-2B 型

其差动元件由分相复式比率差动判据和分相突变量复式比率差动判据组成。

(1) 复式比率差动判据的动作表达式为:

$$I_d > I_{dset} \tag{3}$$

$$I_d > K_r \times (I_r - I_d) \tag{4}$$

图 4 为复式比率差动元件动作特性。复式比率差动判据相对于传统的比率制动判据,由于在制动量的计算中加入了差电流,使其在母线区外故障时有强的制动特性,而母线区内故障时无制动,因此能明确区分区外故障和区内故障。

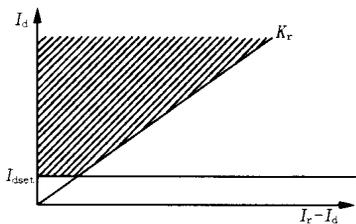


图 4 复式比率差动元件动作特性

Fig. 4 Operating characteristics of compound ratio differential components

(2) 故障分量复式比率差动判据采用如下数字算法提取故障分量:

$$i(k) = i(k) - i(k - N)$$

式中: $i(k)$ 为当前电流采样值; $i(k - N)$ 为一个周波前的采样值,在故障发生后的一个周波内,其输出能较为准确地反映包括各种谐波分量在内的故障分量。

“故障分量差电流” $I_d = \left| \sum_{j=1}^m I_j \right|$; “故障分量和电流” $I_r = \sum_{j=1}^m |I_j|$ 。

动作表达式为:

$$I_d > I_{dset} \tag{5}$$

$$I_d > K_r \times (I_r - I_d) \tag{6}$$

$$I_d > I_{dset} \tag{7}$$

$$I_d > 0.5 \times (I_r - I_d) \tag{8}$$

由于电流故障分量的暂态特性,故障分量复式比率差动判据仅在和电流突变起动后的第一个周波投入,并受使用低制动系数的复式比率差动判据闭锁。

4.3 RCS-915 型

采用由差流构成的常规比率差动元件和工频变化量电流构成了工频变化量比率差动元件,与低制动系数的常规比率差动元件配合构成快速差动保护。

工频变化量比率差动元件的优点在于装置不受负荷电流影响以及受过渡电阻影响小,动作灵敏。其动作判据为:

$$\left| \sum_{j=1}^N I_j \right| > DI_T + DI_{cdzd} \tag{9}$$

$$\left| \sum_{j=1}^N I_j \right| - k \cdot \sum_{j=1}^N |I_j| > 0 \tag{10}$$

5 母线差动保护的整定计算

计算母差保护的主要工作量在于以下几个值的计算,经总结归纳,计算方法如下:

(1) 比率差动元件的比率差动门坎按包括检修方式的各种运行方式下,母线发生各种类型短路的最小总短路电流(相电流)有足够灵敏度计算,灵敏度 4,并尽可能躲过母线出线最大负荷电流。

比率差动门坎要整定得躲过母线出线最大负荷电流是为了防止 TA 断线时母线差动保护误动。

(2) 低电压闭锁元件

以电流判据为主的差动元件,可以用电压闭锁元件来配合,提高保护整体的可靠性。复合电压闭锁包括母线线电压(相间电压)、母线 3 倍零序电压和母线负序电压。其动作表达式为:

$$U_{ab} > U_{set}$$

$$3U_0 > U_{0set}$$

$$U_2 > U_{2set}$$

以上 3 个判据中的任何一个被满足,则该段母线的电压闭锁元件动作。

U_{set} 按母线对称故障有足够灵敏度整定,灵敏度 1.5。且应在母线最低运行电压下不动作,而在故障切除后能可靠返回,一般取 65% ~ 70% U_e 。

U_{0set} 按母线不对称故障有足够灵敏度整定,灵敏度 4。且应躲过母线正常运行时最大不平衡电压的零序分量,一般取 6 ~ 10 V。

U_{2set} 按母线不对称故障有足够灵敏度整定,灵

敏度 4。且应躲过母线正常运行时最大不平衡电压的负序分量,一般取 4~8 V。

1995 年广东 220 kV 梅林站曾有一次因水梅线 #2 刀支柱撞倒隔离开关开断抢弧导致 A 相线路侧刀闸接地,梅林站母差保护差动继电器动作,母差保护动作信号掉牌,但母差保护未出口跳闸。该母差保护只有负序电压及低电压闭锁,没有零序电压闭锁。事故后根据录波图分析及模拟故障计算,因故障点离梅林 220 kV 母线电气距离较远,负序电压及低电压均未达到整定值,因而没有及时开放母差保护。这次故障由于梅林站母差保护没有及时动作隔离故障点,约 3 s 后母线侧刀头引起 母线对地故障,母线电压降低,母差保护出口跳闸。已经导致事故扩大。所以,低电压闭锁元件中的任一个判据都是必要的。

6 结束语

目前广东省电网中各种型号的微机母线保护都有使用,运行情况良好。由于母线故障的几率较小(据不完全统计,每条母线 17 年故障一次),需要在

更长时间的运行使用中不断积累经验和分析统计其动作情况,才能更好地掌握各种型号的微机母线保护的性能。

参考文献:

- [1] DL 400-91, 继电保护和安全自动装置技术规程(Technical Regulations of Relay and Safty Auto Instrument) [S].
- [2] 王梅义,等(WANG Meir-yi, et al). 高压电网继电保护运行技术(Operating Technique of High voltage Power Relaying) [M]. 北京:电力工业出版社(Beijing: China Electric Power Industry Press), 1981.
- [3] 朱声石(ZHU Sheng-shi). 高压电网继电保护原理与技术(Principle and Technique of High voltage Power Relaying) [M]. 北京:中国电力出版社(Beijing: China Electric Power Press), 1995.

收稿日期: 2003-06-16; 修回日期: 2003-09-17

作者简介:

朱晓华(1971-),女,硕士,工程师,现从事继电保护整定计算工作。

Microprocessor-based bus protection and its setting calculations

ZHU Xiao-hua

(Power Dispatch Center of Guangdong Province, Guangzhou 510600, China)

Abstract: This paper illustrates the theory and techniques of antisaturation adopted by several kinds of microprocessorbased bus protection such as WMH-800, WMZ-41, BP-2B and RCS-915, and summerizes the methods of setting calculation for bus differential protection.

Key words: busbar protection; antisaturation; setting calculation

(上接第 61 页 continued from page 61)

- [2] 张培仁,等(ZHANG Pei-ren, et al). 自动控制技术和应用—监控网络设计(Autocontrol Technology and Applications—Design of Surveillance and Control Network) [M]. 合肥:中国科技大学出版社(Hefei:University of Science and Technology of China Press), 2001.

作者简介:

管保安(1963-),男,硕士,讲师,主要从事电力系统微机五防的设计开发工作;

唐明明(1977-),女,硕士研究生,主要从事电力系统通讯的应用开发工作;

罗永旭(1960-),男,大专,高级工程师,主要从事电力系统调度自动化应用管理工作。

收稿日期: 2003-07-03; 修回日期: 2003-07-18

Substation safety and integrated management information system

GUAN Bao-an, TANG Ming-ming, LUO Yong-xu

(School of Electrical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: This paper introduces the substation safety and integrated management information system, which adopts the solving scheme for the software and hardware based on CANbus. The system enhances effectively the modernization and standardization of the substation management. This paper discusses the development of the substation safety and integrated management information system combining with the success full running instance in Xuepo 220 kV substation in Xuchang.

Key words: substation; safety; mangement information system(MIS); CAN bus