

两种国内外典型微机母线保护原理的比较

董世勇

(内江电业局变电运检中心, 四川 内江 641000)

摘要: 母线保护快速、准确动作对电网的安全稳定运行至关重要, 是保证电网继电保护选择性的重要环节, 在保护电力设备安全方面的作用也不可忽视。对许继电气股份有限公司 WMH-800 型和美国通用电气公司 B90 型母线保护的原理进行了深层次的分析, 比较了两种保护中差动保护、TA 饱和、断路器失灵、母线区内外故障鉴别的异同。并提出了改进建议, 对进一步完善和发展中国的微机母线保护产品提供了依据。

关键词: 母线保护; TA 饱和; 死区; 断路器失灵; WMH-800; B90

Abstract: Rapid and accurate action of bus protection effects the safe and stable operation of power system. It is an important part to ensure the selectivity of bus protection and the protection of electric equipment. The working principles of two typical bus protection at home and abroad are comprehensively analyzed, which are WMH-80 (XJ Group Corporation) and B90 (GE). The similarities and differences of the two protections in some areas are analyzed, such as differential protection, TA saturation, breaker failure and the discrimination of inner and external fault. Some recommendations are proposed, which can provide a foundation for further development of bus protection products.

Key words: bus protection; TA saturation; dead zone; breaker failure; WMH-800; B90

中图分类号: TM773 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6954(2010)05-0053-04

0 引言

母线是电网的重要组成部分, 是发电、输配电中能量传输的枢纽。发电厂的发电机、变电站的变压器和输电线路等设备均通过母线相连接。由于母线上连接的电气设备众多, 母线一旦发生故障, 对电网的影响非常大, 甚至是毁灭性的。因此对不同电压等级母线配置相应的母线保护装置, 来准确迅速切除母线故障非常重要。但母线保护的拒动或误动同时也会给电力系统带来严重的危害。

国内外制造厂商相继推出的各种电压等级的微机母线保护, 国内的主要有 RCS-915、WMH-800^[1-2]、CSC-150 等系列母线保护产品。目前国内引进较多的母线保护是美国通用电气的 B90^[3] 型母线保护装置。这几种母线保护装置^[4] 的保护原理基本基于比率制动特性的电流瞬时值差动原理、复式比率差动原理等。但在制动电流选取、抗 TA 饱和、区内外故障判别、断路器失灵及死区故障上的处理方法不尽相同。目前的文献中几乎没有对此进行详细的分析。

下面以中国 WMH-800 和美国 B90 两种典型的母线保护产品为例, 对制动电流选取、抗 TA 饱和、区

内外故障判别、断路器失灵及死区故障等方面进行了深层次叙述, 分析了它们的优劣, 并提出改进建议, 为进一步完善和发展中国的母线保护产品提供了依据。

1 母线差动保护逻辑回路

母线保护^[5] 的相电流差动保护原理简单清晰、接线简单, 在两端电流同步的情况下对内、外故障有较好的方向性, 而且不受系统振荡的影响, 在母线保护中发挥了巨大的作用。关于母线差动保护 WMH-800 与 B90 略有差异。

1.1 WMH-800 差动保护逻辑回路

WMH-800 母线差动保护逻辑回路如图 1 所示。其中, I_d 为母线差动电流; I_{d0} 为母线大差电流定值; K 为比例制动系数; I_d' 为大差制动电流; I_{d1} 为 I 母差动电流; I_{d2} 为母线小差电流定值; I_{d3} 为小差制动电流; U_{I1} 为 I 母电压启动元件。

其主要特点如下。

(1) 采用原理比较成熟的具有比率制动特性的差动保护原理, 设置大差及各段母线小差大差作为母线区故障的判别元件, 小差作为故障母线的选择元件。

(2) 区外故障时, 由于差动电流较小, 突变量起

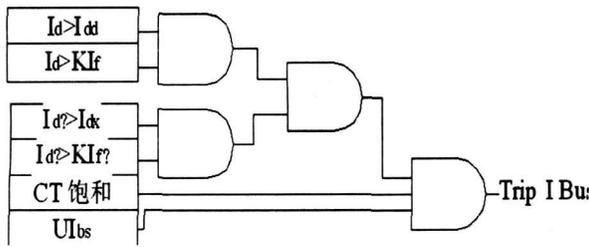


图 1 WMH—800 母线差动保护逻辑回路图

动元件以及稳态量起动元件都不会动作,并有专门的元件判断区内外故障,以保证区外故障不误动。

(3) 区内故障时,突变量起动元件以及稳态量起动元件均会动作,以保证故障被可靠切除。

(4) 采用瞬时值电流差动算法,保护动作速度快,可靠性高,抗干扰能力强,具有完善的抗 TA 饱和措施,确保母线区外故障 TA 饱和时装置不误动,而当发生区内故障或故障由区外转至区内时,保护可靠动作。

(5) 采用独立于差动保护复合电压元件作为差动保护的闭锁措施,保证装置的可靠运行。

1.2 B90 差动保护逻辑回路

B90 母线差动保护逻辑回路如图 2 所示。其中, I_d 为母线差动电流; I_f 为大差制动电流; I_{dmin} 为差动电流最小定值; I_{dmax} 为差动电流最大定值。

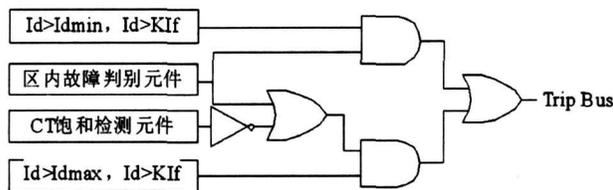


图 2 B90 母线差动保护逻辑回路图

其主要特点如下。

(1) 采用比率制动特性的母线差动保护,正常运行或区外故障时方向元件为零,TA 饱和检测元件为零,没有差动电流,以保证保护不误动(这时候保护动作判据就是比率制动式差动保护)。

(2) 区内故障时,方向元件为零,可靠开放差动元件,无论有没有饱和标志,保护装置都能可靠动作。

(3) 区外故障引起 TA 饱和时,方向元件为零,差动电流低定值不能动作,饱和检测元件为一,差动电流高定值不能动作,从而实现有效地闭锁保护装置可靠不动。

(4) 区外故障发展成为区内故障,区外故障,只有差动高定值有可能出口,如果转为区内,方向元件为零,开放低定值元件,保护可靠动作切除故障。

可以看出两种母线差动保护最显著的区别是: WMH—800 装设了电压闭锁元件,而 B90 没有相关的电压闭锁元件。笔者认为国内的母线差动保护灵活运用故障的基本特征即电流的增大和电压的降低,是比较好的作法,但也带来一系列问题如 TV 断线、高阻接地时电压元件的灵敏度等,如果 TV 断线处理得当,电压闭锁元件的整定值整定合理,WMH—800 的这种做法是优于 B90。

2 制动电流元件

WMH—800 主要采用电流标量和作为制动量,这样在母线区外故障时的制动量高,而区内故障时保护的灵敏度下降。

B90 采用电流最大幅值作为制动量,当母线区外故障时制动小,区内故障时保护灵敏度高,并且容易检测母线元件的 TA 饱和。

因此,两种保护中制动电流的选取方法各有利弊。

3 TA 饱和检测元件

在母线区外发生短路故障时,故障元件的电流互感器将流过很大的短路电流,尤其是变压器发生故障时,带有很大成分的直流分量和高次谐波,此时电流互感器的铁心很容易趋于饱和,励磁电流大大增加,二次电流则减小,使电流差动回路中流过很大的不平衡电流。电力系统曾多次发生在母线区外故障,由于电流互感器铁心饱和而发生母线保护误动作。饱和过程如图 3。

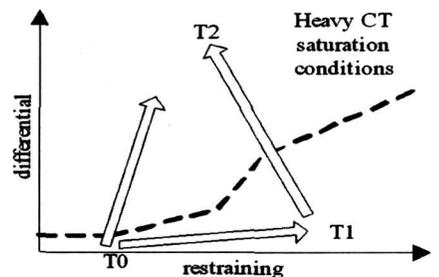


图 3 TA 饱和过程

可以看出,区外故障时,差动回路流过的不平衡电流很小(但不为零)。随着制动电流的增大,TA 饱和^[6-8],使差动回路中产生很大的不平衡电流,从而引起保护的误动作。

正常运行时候,保护标志清零,在区外故障时,先置饱和标志,闭锁保护,然后做以下判断。

(1)如果在一定时间内不满足差动电流起动条件,则清饱和标志位。

(2)如果此时满足差动电流条件,首先置深度饱和标志。

(3)只有在区外故障时才进行饱和判别,发现不是区内故障就马上置饱和标志。长时间饱和不返回则认为不是 TA 饱和,要清饱和标志。程序逻辑图如图 4 所示。

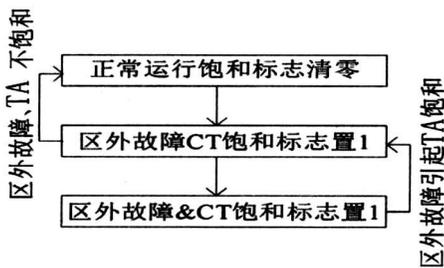


图 4 TA 饱和判别流程图

关于 TA 饱和检测, B₉₀ 和 WMH-800 母线保护的检测原理是基本一致的,首先判断故障的发生时刻,若此时差动保护不动即判为母线区外故障,闭锁差动保护一定时间,然后在展宽时间内判断 TA 是否饱和。如果饱和则继续闭锁差动,如果 TA 不饱和则开放差动保护。利用波形识别法来开放差动保护以确保母线区外转区内故障时差动保护能可靠动作,其前提是这种区外故障转换为区内故障的切除需要带有延时。

4 区内外故障判别元件

WMH-800 采用相电流突变量元件和电压闭锁元件,判别区内外故障,其逻辑如图 5。

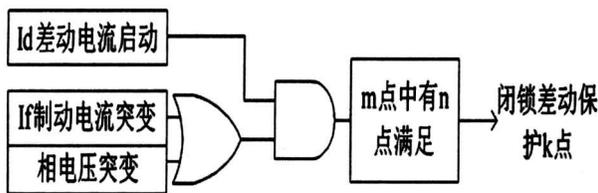


图 5 WMH-800 母线保护区内外故障判别元件逻辑

B₉₀ 的区内外故障判别元件的逻辑如下。

(1)选择最大贡献电流,其特点是电流幅值很大,有很大的突变量大于突变量门槛,大于制动电流乘以制动系数。

(2)检查贡献电流的相位和其他电流向量的相位关系,区外故障,其他所有电流之和与故障线路电流反相,区内故障,其他所有电流之和与故障线路电流同相。如图 6 所示。

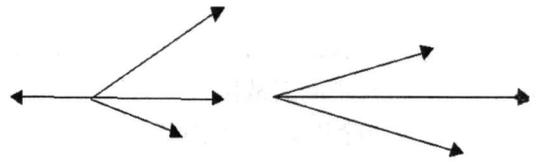


图 6 B₉₀ 母线保护区内外故障判别中电流方向

通过最大的相位差和极限值(厂家给定 90°)的比较,以辨别区内外故障,这是 WMH-800 所没有的。它可以比较清楚地辨别区内外故障,和差动电流构成了双重判据。在区外故障时,方向元件可靠不动作,避免了区外故障保护误动作。这种元件在系统发生振荡或两侧电源同步性较大时也具有一定的选择性。

5 断路器失灵及死区保护

WMH-800 配置的断路器失灵保护如图 7 所示。当装置识别到外部失灵启动触点以后,再判断一次该失灵元件的电流是否越限,经过一定延时后跳该元件所在母线上的所有元件。该失灵启动接点是由该元件的断路器跳位触点 TJ 和电流继电器触点 LJ 串联组成的。WMH-800 的失灵保护另外增加电流判别的目的是出于防失灵误动的考虑,但由此给定值整定部门增加了工作量,要整定每一个元件的断路器失灵电流定值。

当元件有跳闸命令发出后,通过检测断路器位置和电流判断,检查断路器失灵情况,当检查到断路器在跳位,每相都判断失灵启动,然后把判断结果传送给失灵保护箱,由其判断失灵保护是否出口,然后把判断结果传送给 ABC 三相各自出口跳闸,负责跳闸出口。逻辑回路如下。

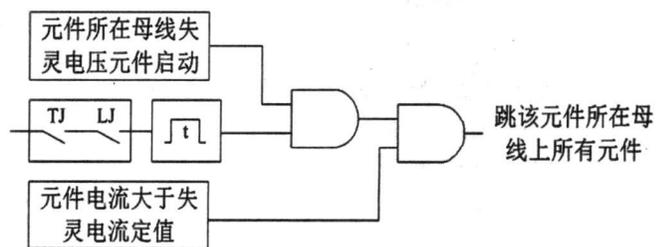


图 7 WMH-800 母线保护断路器失灵保护逻辑图

B₉₀ 母线保护有专门的断路器失灵保护,其原理

和 WMH-800 母线保护基本一致,即判断断路器跳位和电流。除此之外, B90 还针对元件 TA 安装位置配置了专门的死区保护即所谓末端故障保护。

当 TA 安装位置如图 8 所示时,断路器失灵及死区保护逻辑如下。

(1) 发生死区出故障时,属于母线区内故障,母线保护动作,断路器跳闸后故障没有切除,由线路保护或后备保护来切除故障(其性质和断路器失灵是相同的)。

(2) 当断路器处于跳位时,母线保护会自动缩小保护范围,即此电流互感器的电流不计入差动保护的差动电流计算,以避免母线保护误动作。

(3) 但是需要自动识别此电流互感器是否为母联互感器。

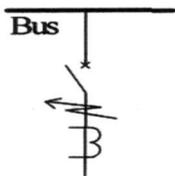


图 8 母线上元件 TA 安装在断路器外侧

当 TA 安装位置如图 9 所示时,断路器失灵及死区保护逻辑如下。

(1) 当发生死区处故障时,由线路保护动作跳闸,但是断路器跳开后,故障并没有切除。

(2) 检查到断路器处于分位时,自动扩大母线保护范围,此电流互感器电流不计入母线差动保护,以使死区处故障可靠切除。

(3) 这种情况同样适用于单电流互感器的母联断路器。

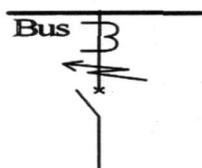


图 9 母线上元件 TA 安装在断路器内侧

有关失灵保护其基本思想国内外是相同的,但是国外有专门的断路器死区保护,而国内没有,可能一次系统的接线是有关系的,尤其是母线 TA 的接线,而且存在和其他保护配合的问题,如线路保护等。

6 结 语

通过对国内外两种典型的母线保护的对比与分析,认为 WMH-800 与 B90 这两套微机保护各有其特色和优势。由于两国电力系统结构及运行方式的不同,两种保护在原理和性能上有些差异,应该从实际情况出发,相互学习,取长补短,丰富、完善并开发出新的保护原理。通过对这两种保护详细地对比与分析,进一步加深了继电保护调试人员对微机母线保护原理的理解,开阔了眼界;同时也为进一步完善和研制新一代的母线保护装置奠定了基础。

参考文献

- [1] WMH-800 型微机母线保护装置说明书 [Z], 许继电气股份有限公司, 2003.
- [2] 周晓龙, 程天宝, 等. WMH-800 微机母线保护的整定计算原则及方法 [J], 继电器, 2003, 31(7): 77-80.
- [3] B90 母线差动继电器安装手册 [Z], GE Multilin, 2005.
- [4] 中华人民共和国国家标准. 《继电保护和自动装置技术规程》, 国家技术监督局, 1993.
- [5] 王春生, 等. 母线保护 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1997.
- [6] 李建新, 桂小军, 等. 一种适用于母差保护的 CT 饱和判据 [J], 继电器, 2000, 28(3): 44-45.
- [7] 曾次玲, 曾勤. 母线保护及其整定计算若干问题讨论 [J], 湖南电力, 2008, 28(2): 41-45.
- [8] 程利军, 龙翔, 杨奇逊. 基于采样值的 CT 饱和检测方案的研究 [J], 继电器, 2000, 28(8): 19-21.

作者简介:

董世勇 (1980), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为电力系统继电保护。
(收稿日期: 2010-05-31)

国内电压等级最高、容量最大 SVC 系统投运成功

龙泉桃乡 500 kV 变电站 SVC 系统主要用于提高川电外送输电通道动态稳定能力, 建成后将对四川电网的系统电压进行调节, 这对四川电网的安全稳定运行和川电外送战略的实施起到重要的保证作用。

龙泉驿 500 kV 变电站 SVC 系统试研院在调试工作遇上了不少的困难, 国内目前还没有能在安装现场对 SVC 功能和技术性能进行检验的仪器。SVC 性能试验是在 SVC 一次设备带电后, 利用系统电压对 SVC 控制系统的控制逻辑和触发角控制正确性进行检查。在一次设备带电条件下, 很难根据试验需要改变试验条件, 对 SVC 的功能和技术性能进行完整、全面的测试。

为解决 SVC 现场试验方法和手段问题, 试研院技术人员与中国电科院相关人员进行了深入技术交流, 对 SVC 系统进行了仿真与研究, 编写了详细的系统调试方案, 围绕 SVC 功能开展试验方法研究, 准备了试验所需要的专用仪器设备。