

# 一种适用于母差保护的 CT 饱和判据

李建新<sup>1</sup>, 桂小军<sup>1</sup>, 俞镛伟<sup>2</sup>

(1. 许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000; 2. 国家继电器产品质量监督检测中心, 河南 许昌 461000)

**摘要:** 母线是发电厂和变电站的重要组成部分, 一般均装设母线保护, 而母线保护工作的可靠性将直接影响发电厂和变电站工作的可靠性。如何防止母线保护在外部故障 CT 饱和时误动, 一直是继电保护人员探讨的问题。

**关键词:** 母线保护; CT 饱和; 波形判别法; 瞬时值算法

**中图分类号:** TM77      **文献标识码:** A      **文献编号:** 1003-4897(2000)03-0044-02

母线是发电厂和变电站的重要组成部分。在母线上连接着发电厂和变电站的发电机、变压器、输电线路、配电线路和调相设备, 母线工作的可靠性将直接影响发电厂和变电站工作的可靠性。此外, 变电站的高压母线也是电力系统的中枢部分, 如果母线的短路故障不能迅速地被切除将会引起事故扩大, 破坏电力系统的稳定运行, 造成电力系统的瓦解事故。因此装设母线保护是保证电力系统安全运行的重要环节之一。而母差保护的一个重要环节就是如何在外部故障 CT 饱和的情况下不误动。

目前国内较常采用的母差保护有中阻抗型和微机型保护, 并且在 110kV 及以上电压等级的电网中广泛使用, 具有较高的稳定性和可靠性。其中中阻抗型母差保护是利用 CT 饱和时其励磁阻抗降低, 而保护装置本身是中阻抗, 此时由于 CT 饱和造成的不平衡电流大部分被饱和 CT 的励磁阻抗分流, 流入差动回路的电流很少, 再加之制动特性, 可以使外部故障 CT 饱和时保护不误动。而对于内部故障 CT 饱和的情况, 利用保护的快速性在 CT 饱和前即可起动出口, 不会出现拒动的现象。微机型母差保护防 CT 饱和的方法主要是利用 CT 饱和时电流在过零点总有一段真实传变区, 在该段时间内, 如果是外部故障, 电压元件动作, 而电流元件不动作, 而在内部故障时, 电压闭锁元件和电流元件是同时动作, 这样利用动作的先后时序作为判别条件就可判出外部故障 CT 饱和。

在近期的开发设计工作中, 我们采用了一种新的 CT 饱和判别方法, 提供给大家共同商讨。该方法只以电流量作为判别量, 主要是利用波形相位的

比较关系来进行判别, 可以称之为波形判别法。该方法简单易行, 主要适用于微机型母差保护装置。

母差保护要求内部故障时快速切除故障, 一般保护装置动作时间在 10 ~ 20ms 之间。正是由于快速性的要求, 微机型母差保护大多采用瞬时值差动算法, 同时为了提高可靠性和抗干扰性, 一般采用多点判别法, 比如每周波采样 16 点, 常采用 6 取 4 方法, 即连续 6 点判别中有 4 点满足动作条件, 就判为区内故障发跳闸命令。波形判别法就是基于瞬时值算法的一种 CT 饱和判别方法, 因此适用于瞬时值差动算法的母差保护。

首先取正、负两个电流门槛值, 该门槛值的选取使得所有回路的正常负荷电流的峰值都在其范围内。同时我们可以肯定这么一个前提: 微机型母差保护属于低阻抗型保护, CT 负荷较小, 不会因为负荷过大造成 CT 饱和, 故一般 CT 饱和是因为电流过大造成的。因此可以认为区外故障时如果能够造成 CT 饱和, 短路电流必定很大, 母线上必定有一进一出电流的有效值至少大于 5 倍的额定值, 否则短路电流较小不会造成 CT 饱和。这样我们就很容易选取门槛值, 来区分是否存在有故障。

假定额定电流有效值 A/D 转换结果为 1000 点, 则其峰值为  $\pm 1414$  点。当门槛值选取大于 1414 点时, 在正常运行情况下所有电流值均在其范围内, 不会越限。对于每周波 16 点采样的保护, 在 5 倍额定值下过零点第一点的采样值为  $\pm 1414 \times 5 \times \sin 22.5^\circ$  点, 即  $\pm 2705$  点, 该值远远大于额定值时的峰值, 并且有将近 2 倍的余度, 我们可以选取该值为门槛值。这样可以在每次中断中计算差动(以单母线为例)的同时引入两个计数器, 分别为正计数器、负计数器, 附初值为 0, 当有任一回路电流值越过正门槛时正计数器加 1, 当有任一回路电流值越过负门槛时负计数器加 1。由上述分析可知, 在每次中断计算中:

收稿日期: 1999-10-19; 改回日期: 1999-11-08

作者简介: 李建新(1970-), 男, 工程师, 大学本科, 研究方向为电力系统继电保护。

1) 在正常运行时,正、负计数器均为 0。

2) 当有外部故障时,且故障电流较小(所有电流均小于 5 倍额定值),正、负计数器可能为 0 也可能为 1,但由于 CT 真实传变,不会造成母差误动。

3) 当有外部故障时,且故障电流较大(有电流大于 5 倍额定值,可能造成 CT 饱和),正、负计数器均大于或等于 1,有可能造成母差误动。

4) 当内部故障没有流出电流时,正计数器大于或等于 1,而负计数器为 0;或者负计数器大于或等于 1,而正计数器为 0。

5) 当内部故障有流出电流时,如果流出电流小于 5 倍额定值,比较结果同外部故障切故障电流较小时相同;如果流出电流大于 5 倍额定值,比较结果同有外部故障且故障电流较大时相同。

当正、负计数器均大于或等于 1 时认为波形比较结果成立,否则认为波形比较结果不成立。

众所周知,当 CT 饱和时,电流在过零点有 3~4ms 的真实传变区,再结合上述波形比较的分析,分以下几种运行工况分析 CT 饱和的判据:

1) 当正常运行时,电流元件不会动作,波形比较结果不成立。

2) 当外部故障时,分以下几种情况:

(1) 故障电流较小,电流元件不会动作,波形比较结果可能成立也可能不成立。

(2) 故障电流较大,CT 没有饱和,电流元件不会动作,波形比较结果成立。

(3) 故障电流较大,CT 出现饱和,电流元件动作,波形比较结果成立。但由于 CT 饱和时电流在过零点有 3~4ms 的真实传变区,对于每周波 16 点采样,3~4ms 就是 2~3 个中断周期,在此时间段内波形比较结果成立,正、负计数器均大于或等于 2~3。之后电流差动元件才会因为 CT 饱和而动作。

3) 当内部故障时,分以下几种情况:

(1) 没有流出电流,电流差动元件动作,波形比较结果不成立。

(2) 有流出电流但流出电流较小时,波形比较结果可能成立也可能不成立,但即使成立,同时电流

元件动作。

(3) 有流出电流且流出电流较大时,电流差动元件动作的同时波形比较结果成立。

(4) 对于区内故障 CT 饱和时,在未饱和前电流元件已经动作,而此时波形比较结果不成立。

综上所述,可以得出以下结论:以电流差动元件动作为 CT 饱和判据的启动条件,可以有效地减少计算量,要么是区内故障,要么是区外故障 CT 饱和。当电流差动元件在中断中第一次判为动作时启动检查波形判别结果,当正、负计数器均大于或等于 2~3 时认为区外故障 CT 饱和,否则不判为 CT 饱和。判为 CT 饱和时即闭锁保护出口。又由于每一过零点 CT 都有一段真实传变区,故每一次闭锁时间可以设定为一周波时间,之后重新开放保护,重新判别 CT 饱和,以防止转换性故障时拒动或动作时间过长。

另外需要指出的是,当由区外故障转换为区内故障时,如果在转换中间电力系统恢复正常时间大于 20ms,在转换为区内故障时保护可以瞬时跳闸;如果直接由区外故障转换为区内故障或者由区外故障转换为区内故障中间电力系统恢复正常的时间不大于 20ms,此时满足区外故障 CT 饱和判据,则在转换为区内故障时保护有可能存在 0~20ms 的延时,具体延时长短和区外故障时间长短有关。但为了能够正确地判别出 CT 饱和,在故障几率不大的转换性故障中牺牲较短的时间应该是允许和可以接受的。

在母联死区故障的情况下,要求一段母差保护瞬时跳闸,另一段母差保护延时跳闸,延时时间一般为 150~250ms,此时第二段母差保护有可能多延时 0~20ms,也有可能以正确的延时跳闸,这和保护程序的编制有关。

上述的一些判据在微型机保护中是很容易实现的,而且我们在实际应用中已经采用,并且采用该判据的保护装置在国家继电器产品质量监督检测中心动模实验室已经顺利通过动模实验,在各种运行工况下保护动作行为正确。

### CT saturation criterion suited for busbar differential protection

LI Jian - xin<sup>1</sup>, GUI Xiao - jun<sup>1</sup>, YU Yong - wei<sup>2</sup>

(1. XI Electric Corporation, Xuchang 461000; 2. The National Centre for Quality Testing and Supervision of Relay Product & Protective Equipment, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** Busbar is an important unit of power system and the reliability of busbar protection will directly affect the reliability of generating plant and substation. How to prevent the busbar protection from maloperation in saturated CT and external fault is still a question to be discussed.

**Key words:** busbar protection; saturated CT; waveform identification; instantaneous value algorithm

限 10s;使锅炉炉膛停止工作,那么势必引起该发电机组解列停机;特别是对有些地处电网末端的调峰小型火力发电厂(如我们象山电厂),当遇系统检修停电,而该发电厂只有一台发电机组在带本地区负荷运行时,那么当厂用电消失后,系统也无电压,厂用电可能长时期得不到恢复,而无法重新启动该发电机组,同时也无法启动该发电厂的其他发电机组;不但严重影响该发电厂和本地区的生产,同时也有可能引起设备的损坏。

我认为,当装机台数已扩建到二台及以上的小型火力发电厂的厂用母线(低压),按单母线分段设计还是可行的。但厂用负荷的供电方式应符合下述两条原则(见图 3)。

(1) 所有设有备机的第 I 类厂用电动机(如给水泵、凝给水泵、循环水泵等电动机)采用交叉供电的方式;即第 I 类运行的厂用电动机接在本机组的段甲(或段甲)半段厂用母线上,第 II 类备用的厂用电动机接在另一台机组的段乙(或段乙)半段厂用母线上;

(2) 第 I、II 类厂用负荷可以保持原接线方式不

变(即按机组分段),也可以采用交叉供电的方式,根据具体情况均衡分布即可。

那么当其中一台机组的厂用母线本身或其引出部份发生持续性相间(或接地)短路故障失去电压时,但其第 II 类备用的厂用电动机是接在另一台发电机组的厂用母线上,并不中断供电。而第 I、II 类厂用负荷是允许手动切换恢复电压的,那么保证了该发电机组能继续正常运行。

如果小型火力发电厂在只有一台发电机组时,已将厂用母线接线,供电方式设计成单母线按机组分段的方式,扩建后再将该发电机组的全部第 II 类备用电动机从该发电机组的厂用母线上改接到另一台发电机组的厂用母线上有困难的话,那么可以保持原厂用负荷接线方式不变(如图 1),将厂用母线的连接方式作适当更改即可(如图 4)。作此改动后接线方式就如同图 3,再出现上述恶性故障亦可不中断供电。

如果该发电厂只有一台发电机组,其厂用负荷的接线方式我在另文已有论述(见 1999 年第 2 期继电器杂志),本文不再重述。

### Discussion on the supply mode of load used for small thermal power plant

DUAN Sheng-rong

(Xiangshan Thermal Power Plant, Xiangshan 315731, China)

(上接第 59 页)

### 3 总结

当我们对零序电流保护进行校验时,发现零序 CT 一次侧未加入电流,而二次侧却有电流(mA),则应从以下几方面检查:

(1) 检查电缆头接地线是否穿过零序 CT 铁芯窗口后接地,接地是否良好;电缆头与支架是否绝缘。若接地不好,电缆头与支架绝缘低,均会造成沿电缆外皮流进零序 CT 铁芯窗口的地中的杂散电

流,不能通过电缆头接地线全部流出,在零序 CT 的铁芯窗口中就不能相互抵消,就会产生磁通,从而形成二次侧电流。

(2) 检查三相短路接地线是否通过零序 CT 的铁芯窗口后再接地。

望有关测试人员在校验电缆线路零序电流保护时,对上述出现的问题,引起重视,否则,误认为零序 CT 有问题,锯掉电缆头,换上新零序 CT,换好后,还得重新做电缆头,这样,势必影响正常送电,并造成经济损失。

### Things to be noted in testing the zero sequence current protection of cable line

LI Zhi-yong

(Thermal Power Plant of Jiaozuo Mine Bureau, Jiaozuo 454191, China)