

功率方向保护在变压器保护中的应用探讨

汪志彬¹, 郭光荣²

(1. 重庆新世纪电气有限公司, 重庆 400041; 2. 重庆电力高等专科学校, 重庆 400053)

摘要: 差动保护因 TA 的饱和造成保护误动, 采用功率方向保护避免因 TA 饱和造成误动。

关键词: 差动保护; 不平衡电流; 误动; 功率方向

中图分类号: TM588 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2003)S0-0026-02

1 引言

电力变压器是电力系统内一类重要的变配电设备, 在国民经济建设中起着重要的作用。

传统的继电保护和现代微机保护都将差动保护作为电力变压器绕组和引出线相间短路的主保护。实际上现代微机保护几乎都是沿袭传统继电保护的原理, 用程序来替代常规的保护元器件。由于二者都是采用同一种保护方式, 虽然微机保护的绩效较常规保护优越许多, 也不能摆脱因采用同一种保护模式带来的遗留问题。

2 不平衡电流

理论和事实上引起差动保护误动作的主要原因是平衡电流。不平衡电流可以分为稳态不平衡电流和暂态不平衡电流。

引起稳态不平衡电流的原因有:

(1) 变压器各侧的电流互感器型号不同, 即各侧电流互感器的饱和特性和励磁电流不同而引起的不平衡电流, 它必须满足电流互感器的 10% 误差曲线的要求。

(2) 实际电流互感器的变比和计算变比不同而引起的不平衡电流。

(3) 由改变变压器分接头引起的不平衡电流。

产生暂态不平衡电流的主要原因有:

(1) 短路电流的非同期分量主要为电流互感器的励磁电流, 使其铁芯饱和误差增大, 引起不平衡电流。

(2) 变压器空载合闸产生的励磁涌流, 引起不平衡电流。

已有的差动保护靠提高其整定值来躲过空载合闸时的励磁涌流以及变压器各侧电流互感器饱和特性和励磁电流不同产生的不平衡电流。采用谐波制动来防止变压器励磁涌流引起差动保护误动作。对

变压器各侧电流互感器特性不同采取的措施, 即必须采用 D 级电流互感器, 由于无法保证各台电流互感器的特性相同, 所以因电流互感器的特性不同产生的不平衡电流只有通过提高整定值来躲过。

笔者认为引起差动保护误动作的根本原因是不平衡电流。实例: 系统内某一终端站主变压器的容量为 8000 kVA, 电压为 35 kV/10 kV, Y/Δ-11 接线, 设置 BCH-2 型差动保护装置。由于 10 kV 侧出线附近短路, 引起主变差动保护误动作跳闸。从理论上进行分析可知: 主变外部短路故障时主变差动保护不应该动作, 而应由主变后备保护(过流)动作。后经过现场调查和检验, 发现主变差动保护误动是因为 35 kV 侧电流互感器的误差已超过 10% 造成的。

上述实例表明差动保护自身存在无法避免的缺陷, 即受制于外部硬件——电流互感器的励磁特性的局限。笔者提出将一种已成熟的保护——功率方向保护作为电力变压器绕组和引出线相间短路的主保护。

3 功率方向判别

3.1 接线方式

为保证在相间短路的情况下, 母线电压有一定的幅度, 能满足方向判别的基本要求, 方向判别采用传统的 90° 接线方式, 即用 I_a 与 U_{bc} 、 I_c 与 U_{ab} 间的相角差来判别功率方向(电压带记忆)。

3.2 方向判别的相量图

90° 接线的功率方向判别相量图如图 1 所示。设负荷功率因数为 1, 则 I_a 与 U_a 同相。正常时 I_a 超前 U_{bc} 90°。

(1) AB 相间正向短路: 如 A、B 相间短路, 最严重时 $U_a \approx 0$ 、 $U_b \approx 0$, 则 $U_{bc} = U_b - U_c \approx -U_c$, I_a 的方向随短路性质, 可能滞后 U_a 0° ~ 90°, 故 I_a 与 U_{bc} 相角差在超前 60° 到滞后 30° 之间, 即 -60° ~ +30° 之

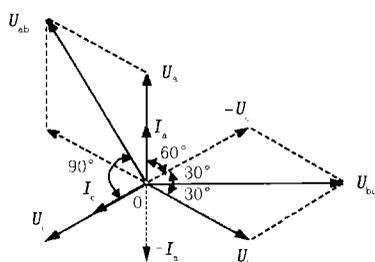


图1 判别功率方向的向量图

Fig.1 Phasor diagram of identifying power direction

间。

(2) AC相间正向短路:如A、C相间短路,最严重时, $U_a \approx 0$ 、 $U_c \approx 0$,则 $U_{bc} \approx U_b$, I_a 与 U_a 间的相角差在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 之间,故 I_a 与 U_{bc} 间相角差为 I_a 超前 U_{ab} $120^\circ \sim 30^\circ$ 之间,即 $-30^\circ \sim -120^\circ$ 之间。

(3) AB相间反向短路:这时电压相量与AB相间正向短路相同,而 I_a 反相, I_a 与 U_{bc} 的相角在 $120^\circ \sim 210^\circ$ 之间。

(4) BC相间反向短路:这时电压 U_{bc} 相量与AC相间正向短路相同,但因 I_a 反相,故 I_a 与 U_{bc} 间的相角差在 $60^\circ \sim 150^\circ$ 之间。

综上所述:如正方向短路,电流 I_a 与电压 U_{bc} 之间的相角在 $-120^\circ \sim 30^\circ$ 之间;反方向短路, I_a 与 U_{bc} 的相角差在 $60^\circ \sim 210^\circ$ 之间。故保护判别中,如 I_a 与 U_{bc} 间的相角差在 $-120^\circ \sim 30^\circ$ 之间时,保护起动,不在此范围内则闭锁。

同理, I_a 与 U_{ab} 之间的相角差在 $-120^\circ \sim 30^\circ$ 之间时保护起动;在判别中,两个方向只要有一个为正,保护即开放。

上述判据已广泛成功应用于现代微机保护装置中,笔者将其作为主变各侧方向判别的主判据。

4 判据

(1) 主变正常运行时,主变各侧功率方向之“&”为0,功率方向保护不起动。

(2) 主变压器绕组和引出线相间故障时主变各侧的功率方向均为正,各功率方向之“&”为1。功率

方向保护起动。

(3) 主变压器外部短路故障时,主变各侧功率方向之“&”为0,功率方向保护不起动,外部故障切除后,励磁涌流有可能导致主变各侧功率方向均为正。因外部故障切除后,母线电压升高,出现励磁涌流,在此引入母线电压予以判别,若母线电压在正常值附近则功率方向保护不起动。

(4) 空载合闸时,若主变压器无故障点,主变压器两侧均无功率,功率方向保护不起动。

(5) 空载合闸时,若变压器已存在故障点,空载合闸后,一侧功率方向为正,另一侧无功率方向,引入母线电压予以判别,若母线电压低于定值,则确定为内部故障,功率方向保护起动。

(6) 调节变压器分接头时,虽产生不平衡电流,但不会改变功率方向,即主变两侧功率方向相反,功率方向保护不起动。

5 结论

综上所述,功率方向保护作为主变内部相间短路的主保护,较差动保护有如下优越性:

(1) 功率方向保护不对用于保护的电流互感器的型号、饱和特性、励磁电流作严格一致的要求,这对电流互感器生产厂家就降低了要求。

(2) 不会因电流互感器变比和计算变比不同产生的不平衡电流而引起保护误动,而且也没有繁琐的整定值计算,减轻了继电保护工作者的工作量,也不会出现因整定计算产生的误差引起保护误动。

(3) 因为电流数值的大小不再作为保护的直接判据,所以任何引起不平衡电流的因素都不会对功率方向保护产生任何影响。

(4) 功率方向保护已经是一种成熟的保护模式,将其移植作为电力变压器主保护的可能性和可行性是存在的。

作者简介:

汪志彬(1975-),男,助理工程师,从事电力系统继电保护的理论与实际工程应用。

Research on application of directional power protection on transformer protection

WANG Zhi-bin¹, GUO Guang-rong²

(1. Chongqing New Century Electrical Co. Ltd, Chongqing 400041, China; 2. Chongqing Electric Power College, Chongqing 400053, China)

Abstract: Differential protection's unwarranted trip is often caused by saturation of TA. Avoid it by directional power protection.

Key words: differential protection; unbalanced current; unwarranted trip; power direction