

变压器功率方向保护校验方法探讨

钟聪

(深圳供电局,广东 深圳 518020)

摘要: 提出变压器相间、接地功率方向保护的一种校验方法。该方法通过对电力系统变压器相间、接地故障的分析,结合 PT、CT的接线极性,模拟系统故障进行整组试验,能够简单可靠地对变压器功率方向保护进行校验。

关键词: 功率方向保护; 极性分析; 相间故障; 接地故障; 试验

中图分类号: TM77 **文献标识码:** C **文章编号:** 1003-4897(2002)03-0053-03

1 引言

变压器功率方向保护(包括相间功率方向保护和零序功率方向保护)是变压器的重要后备保护之一。它作为相邻元件及变压器内部故障的后备保护,在防止故障范围的扩大,保障系统安全运行方面起着重要的作用。其方向性的正确与否,和电流互感器的一次、二次接线、电压互感器的二次接线及保护装置的二次接线都有关系,在实际运行当中,很容易由于接线极性的错误而造成保护误动或拒动。本文试图通过对功率方向保护的探讨,总结出一种简单可靠的校验方法。结果表明,通过模拟电力系统的实际故障,结合 CT、PT 接线极性的分析,能够简单可靠地对功率方向保护方向的正确性进行检验,在设备验收和日常定检工作中,大大简化了工作量。

2 问题的提出

功率方向保护方向的正确性,可以通过检查保护的电压、电流接线极性来检查,但是对于现场的实际装置,二次线繁多,接法复杂,难以理清各线的走向,容易出错。而且,对于应用日益广泛的微机变压器保护,功率方向保护的方向指向一般通过软件控制字整定,方向性的确定是在保护软件模块默认系统的电压电流接线极性的条件下,由保护计算软件来控制确定的。比如,对于 WBZ-500 微机变压器保护,其配置中带方向的功能,方向的确定必须在以下极性接线方式下:CT 极性是当一次电流流入变压器时,装置的感应电流为正极性电流流入装置;PT 极性为正极性接入装置。这样,就无法和分立元件保护一样地通过检查继电器电压电流接法的极性来检查功率方向保护的方向性。比较简单可靠的方法是结合保护的整组试验,依据保护的整定和 CT、PT 的

接线极性,模拟出系统的正、反方向故障,给保护加入模拟的故障电压和电流,校验其动作的角度和灵敏性。

3 相间功率方向的校验

要模拟系统故障,进行整组试验,首先要分析系统一次故障的情况。

我局的 220kV 变压器相间功率方向保护正方向的整定都是指向母线的。首先考虑正方向故障的情况。如图 1 所示,母线外线路发生相间故障时,对变压器保护 CT,以母线流向变压器为电流的正方向。设线路阻抗角是 70° ,则可作出一次电压电流的向量图如图 2。可见故障电流 I_k 滞后相间电压 U_k 160° 。

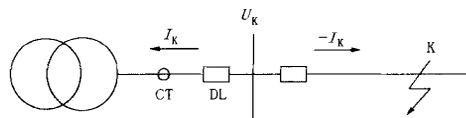


图 1 系统正方向相间故障

对于二次电压电流的向量关系,则要视 PT、CT 的接法极性不同而有所不同。一般 PT 采用减极性接法,其二次绕组的极性端接入保护(PT 接线图见后面图 9)。对于 CT,也是采用减极性接法(CT 接线图见后面图 10),当一次绕组 L1 指向母线,二次侧电流从 K1 流出时,可以认为二次电流和一次电流同相位,此时可作出二次电压电流向量图如图 3 所示;反之,当二次侧电流从 K2 流出时,二次电流和一次电流的相位相反,二次电压电流向量关系如图 4。

我们在进行相间功率方向校验时,首先查明 PT、CT 的接线方式,再模拟系统正反方向故障,在保护端子上加入上述关系的二次电压和二次电流,检查保护动作的情况,确定保护的動作区和灵敏角。

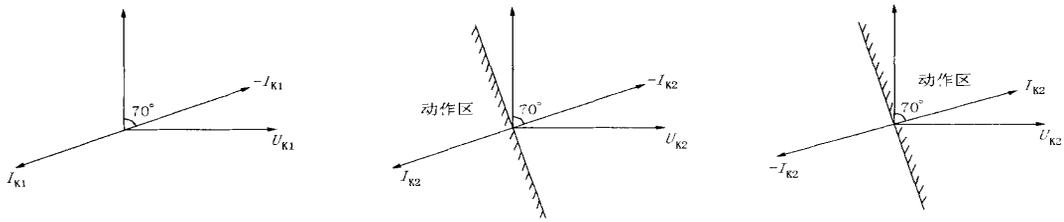


图2 正方向相间故障一次向量图 图3 正方向相间故障二次向量图和动作区 图4 正方向相间故障二次向量图和动作区

如果在正方向故障时保护能够正确动作,而在反方向故障时保护应可靠不动作,则表明保护接线正确,性能完好。

试验,不但可以校验保护功能的完好性,还可以校验保护功率方向接线的正确性,方法简洁可靠。

例如,CT一次绕组L1指向母线,二次侧电流从K1流出,在保护加入如图3所示二次电压 U_{K2} 和二次电流 I_{K2} ,则此时相当于系统母线外部故障的情况,在以方向指向母线为正方向时,故障属于正方向故障,保护应该正确动作。由此可校验出保护的動作区和灵敏角,如图3示。

4 零序功率方向的校验

用模拟故障的方法校验零序功率方向,首先要分析正方向接地故障时零序电压电流的关系。如图5所示,系统K点发生接地故障,作出零序网络图。由图可以看出,零序网络中M侧流过零序电流 I_K ,母线侧零序电压 U_{M0} 为:

以LG-11相间功率方向继电器为例,当其灵敏角整定为 -30° ,采用90接线时,在上述PT、CT接线极性和方向指向的情况下,保护要在正方向故障下动作,就要求继电器电流线圈和电压线圈反极性接入二次电压电流,如电压线圈极性端接PT二次的极性端,则电流线圈的极性端要接CT二次的非极性端,这样才能使得动作区和故障时一致,方向性得以保证。此时,继电器的动作区的范围为 I_K 超前 $U_K 120^\circ$ 至 300° 。

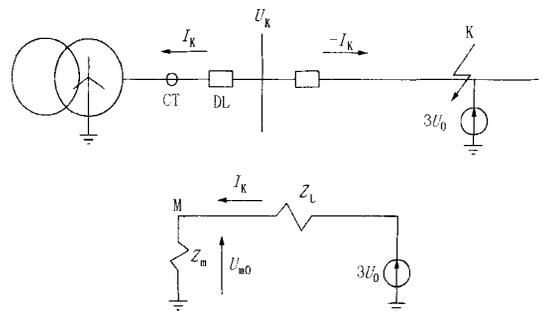


图5 系统正方向接地故障零序等值网络

$$U_{M0} = I_K \times Z_M$$

式中, Z_M ——M侧零序阻抗;

Z_M 主要决定于变电所中性点接地变压器的零序阻抗,阻抗角约在 85° 以上。

由式可作出一二次零序电压 U_{K1} 与一次零序电流 I_{K1} 相量关系如图6,零序电压超前零序电流约 85° 。

二次零序电压和二次零序电流的相量关系则与PT及CT的接线有关。

当CT一次绕组L1指向母线,二次侧是从K2流出时,在上述正方向故障时,二次电压电流间的关系正好反了 180° ,见图4。在保护加入此种关系的二次电压 U_{K2} 和二次电流 I_{K2} 时,也正好是系统母线外故障的情况,保护应正确动作。此时动作区的范围为 I_K 滞后 $U_K 60^\circ$ 至超前 $U_K 120^\circ$ 。如采用LG-11相间功率方向继电器,可以推断,此时继电器的电压、电流线圈是正极性接入二次电压电流。

我局的220kV变压器零序功率方向保护正方向的整定都是指向母线的,零序电压通过PT开口三角取得,其接线采用 $-3U_0$ 接线,即一次零序电压和二次零序电压反相位。如图9示。

可以类推:

当CT一次绕组L1指向变压器,二次侧从K1流出时,作出保护的動作区同图4所示时,才可以确定功率方向保护的正确性。

零序电流取套管CT二次中性线上流过的零序电流时,当CT一次侧L1指向母线,二次侧从K1引出接至保护,可认为一次零序电流与二次零序电流同相位,二次零序电压 U_{K2} 和二次零序电流 I_{K2} 的向

当CT一次绕组L1指向变压器,二次侧从K2流出时,动作区应同图3。

可见,在校验功率方向保护时,依据PT、CT接线的极性和保护的方向整定,模拟出系统一次故障的情况,对保护加入二次电压和二次电流进行整组

量关系如图7;反之,当CT一次侧L1指向母线,二次从K2引出接至保护,可认为一次零序电流与二

次零序电流反相位,二次零序电压 U_{k2} 和二次零序电流 I_{k2} 的向量关系如图8所示。

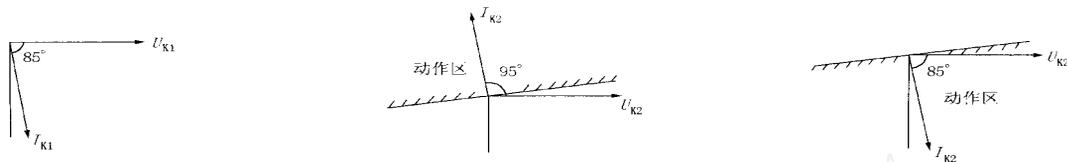


图6 正方向接地故障一次零序电压电流 图7 正方向接地故障二次向量图和动作区 图8 正方向接地故障二次向量图和动作区

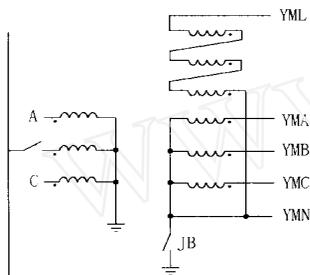


图9 PT二次电压-3U₀ 接线图

同样地,对零序功率方向保护进行校验时,首先查明PT、CT的接线方式,再模拟故障的情况,在保护端子上加入上述关系的二次零序电压 U_{k2} 和二次零序电流 I_{k2} ,检查保护动作的情况,确定保护的动

要接CT二次的非极性端),才可以保证在正方向故障时,二次零序电流超前二次零序电压的情况下继电器能够正确动作。

当CT一次绕组L1指向母线,二次侧电流从K2流出时,二次零序电流正好反了180°,如图8。对于以方向指向母线为正方向的零序功率方向保护,在保护加入图8所示二次零序电压 U_{k2} 和二次零序电流 I_{k2} ,则正好是正方向故障的情况,保护应该正确动作,而在反方向故障时应不动作。根据上述动作条件确定保护的动

同样可以推得:

当CT一次绕组L1指向变压器,二次侧从K1流出时,作出保护的动作用同图8所示时,才可以确定零序功率方向保护的正确性。

当CT一次绕组L1指向变压器,二次侧从K2流出时,动作区应同图7。

可见,在校验零序功率方向保护时,和校验相间功率方向保护一样,依据PT、CT接线的极性和保护的方向整定,模拟出系统一次故障的情况,对保护加入二次电压和二次电流进行整组试验。值得注意的是PT开口三角的接线方式,采用-3U₀和3U₀的不同接法时结果正好相反。

例如,CT一次绕组L1指向母线,二次侧电流从K1流出,对于以方向指向母线为正方向的零序功率方向保护,在保护加入如图7所示的二次零序电压 U_{k2} 和二次零序电流 I_{k2} ,则此时相当于母线外部故障的情况,保护应该正确动作,而在反方向故障时应不动作。根据上述动作条件确定保护的动

5 结论

(1) 实际运行结果表明,本文提出的模拟系统故障,利用整组试验的方法,能够简单可靠地对变压器功率方向保护接线正确性和保护功能完好性进行校验。特别是对于微机变压器保护,其优点更加明显。

(2) 应该指出,对系统正、反方向故障时二次电压和二次电流相位关系分析的正确性是建立在PT、CT接线极性的正确确定的基础上 (下转第61页)

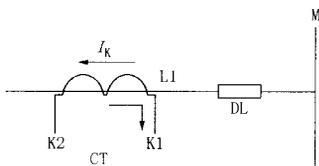


图10 CT接线图

对于LG-12零序功率方向继电器,灵敏角为70°时,在上述情况下,继电器的电压和电流线圈应是反极性接入二次零序电压和二次零序电流(如电压线圈极性端接PT二次的极性端,则电

站改造来说,施工不便。

3.4 在有人值班时,操作把手应复位。手动操作是远方遥控的一级后备。

4 结语

(1) 我们的信号继电器的远方复归采用图2(b)所示的方法实现。实际中有两个问题:(1)有些信号继电器如系统接地信号继电器的远方复归中必须并在某一路开关的信号继电器之中。(2)变电站值班人员手动复归某一路开关的某一个信号继电器时,这路开关的其它信号继电器也被复归,这是因为手动复归时正电源串入连在一起的远方复归回路。我们正在积极解决。

(2) 我们采用发光字牌信号的办法来解决遥控时的事故音响和闪光问题;并用单独的一路摇控发光字牌信号。注意:遥控对象是一个虚对象,只能用

对象选择中间继电器的触点或合闸中间继电器的触点;还有光字牌信号的保持问题。

(3) 在采用电容式重合闸的变电站,把对象选择中间继电器的触点用于了重合闸放电,信号继电器的远方复归采用单独的一路摇控实现。这样就将每一路开关的负信号线通过继电器线圈连在了一起,在查找直流接地时应考虑到。

(4) 我们的施工原则是最小改动,因此级连继电器方式没有过多考虑。本文是两个站的设计及施工之所得,愿交流和分享。

收稿日期: 2001-03-16

作者简介: 龙家文(1970-),男,硕士,工程师,从事调度自动化系统维护、开发与研究; 刘学国(1962-),男,大学本科,中心主任,从事电网运行管理工作; 刘连才(1954-),男,大专,工程师,从事电力远动运行工作。

Realization of substation remote control function in Dagang oilfield

LONGJia-wen, LU Xue-guo, LU Lian-cai

(Hydro Power Plant of Dagang Oilfield, Tianjin 30028, China)

Abstract: This paper presents the electrical power system automation in DAGANG oilfield and discusses remote control chassis connection to the secondary circuit.

Key words: substation remote control; secondary circuit

(上接第55页)的,因此,校验结果的正确性也是建立在这个基础上。

参考文献:

[1] 贺家李,宋从矩.电力系统继电保护原理[M].水利电力出版社,1991.

[2] 李光琦.电力系统暂态分析[M].西安交通大学,1995.

收稿日期: 2001-09-27

作者简介: 钟聪(1976-),男,大学双学士,从事电力系统继电保护及其自动化研究。

The method of test on transformer's directional power protection

ZHONG Cong

(Shenzhen Power Supply Bureau, Shenzhen 518020, China)

Abstract: A method of test on transformer's directional power protection is proposed in this paper. By analyzing phase-to-phase and ground fault of transformer and polarity of PT,CT, simulating system fault and having complete test, transformer's directional power protection can be tested simply and reliably.

Key words: directional power protection; polarity; phase-to-phase fault; ground fault; test