

220 kV 主变差动保护设计中几个问题的讨论

李文

(襄樊供电局,湖北襄樊 441002)

摘要: 分析比较了 220/110/10 kV 降压变压器差动保护设计中的几种接线的特点,提出了特殊运行方式下消除保护死区的设想,以及变压器差动保护装置生产设计中应注意改进的问题。

关键词: 变压器; 差动保护

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2002)11-0058-04

1 引言

220/110/10 kV 降压变电站在电气主接线设计时,220 kV 和 110 kV 配电装置采用双母带路接线,10 kV 配电装置采用单母线分段接线,且为限制 10 kV 侧短路电流,在主变压器 10 kV 出口装设串联电抗器。这种主接线方式十分典型、普遍。但在这种典型的设计中,主变差动保护的 protection 范围及差动电流回路的接线方式也因不同的观点存在着较大的差别,有一些具体问题有待于进一步的讨论和研究,尤其是随着电力系统的不断发展,系统短路容量越来越大,快速、可靠切除故障,保持系统稳定越来越重要,加之微机继电保护的发展和应用于过去普通型继电保护无法解决的问题寻找了解决的办法。新的反措也明确提出要求:220 kV 主变压器必须采用双差动微机保护,220 kV 母线保护必须采用双母线微机保护等等。本文结合多年来的运行经验和近年来的工程建设管理经验,对 220/110/10 kV 降压变压器差动保护设计中的几个问题进行了讨论和分析,以供设计参考。

2 220/110/10 kV 主变 10 kV 侧限流电抗器与主变差动保护

220/110/10 kV 主变压器 10 kV 侧一般都设有串联电抗器,以限制过大的短路电流,主变差动保护是否应将电抗器包括在其保护范围之内,设计手册及有关的设计规范中并未有作明确规定,因此在实际设计中有的将电抗器包括在差动保护范围之内,也有的未将其包括在差动保护范围之内。鉴于两种情况讨论如下。

(1) 差动保护不包括电抗器时(如图 1 所示),电抗器不在主变差动保护范围内,电抗器短路时差动保护不会动作。电抗器的短路故障一般由电抗器

速断保护作主保护来切除。但由于电抗器速断保护在整定上必须与出线的速断保护相配合,由于在电流定值上无法与出线的速断保护相区别,则只有在时间上来配合,一般在时限上比出线速断保护提高一个时间阶梯(0.3 s 或 0.5 s)。实际上它只能是一个限时速断保护,这样,在电抗器短路时,切除故障的时间就较长,随着系统容量的不断增长,电抗器处的短路电流越来越大,不能快速切除故障对系统的稳定及设备的安全是不利的。

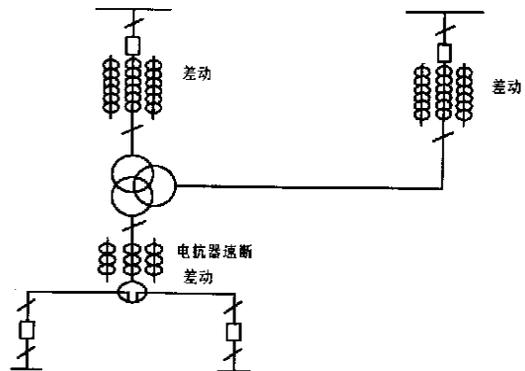


图 1 差动保护不包括电抗器时的差动 TA 示意图

Fig. 1 Illustration of differential TA when reactor isn't included in differential protections

(2) 差动保护包括电抗器时(如图 2 所示),电抗器在主变差动保护范围内,则差动保护作为电抗器的保护,电抗器限时速断和电抗器过流作为其后备保护。这样当电抗器发生短路故障时,差动保护则快速动作切除故障(跳开主变三侧开关,与电抗器速断保护动作所跳开关相同),有利于系统的稳定和设备的安。当然,差动保护包括电抗器时,差动保护的整定值会相应降低,但对保护的四性没有任何影响。

采用差动保护包括电抗器的接线又分两种,一种是 10 kV 差动 TA 设计在进线开关靠主变侧,不

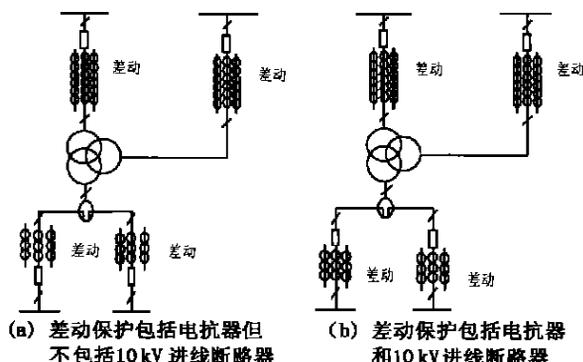
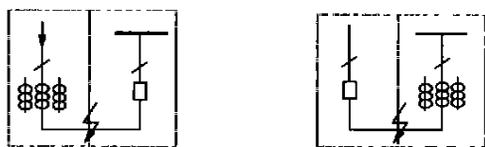


图 2 差动保护包括电抗器时的 TA 示意图

Fig. 2 Illustration of differential TA when reactor is included in differential protections

包括进线开关如图 2(a) 所示, 另一种是 10 kV 差动 TA 设计在进线开关母线侧, 包括进线开关如图 2(b) 所示。

从运行实际来看, 10 kV 多采用成套开关柜室内布置, 而 10 kV 进线又多采用两柜组合的方式, 两柜之间连接导线多布置在开关柜底部 (如图 3 所示)。且对地电气距离较小, 此处最容易发生小动物短路事故, 若 10 kV 差动 TA 设计在进线开关靠主变侧如图 3(a), 则该短路点在差动保护范围之外, 无法快速切除故障, 危及设备安全 (1990 年某 220 kV 变电站曾发生过此处小动物短路事故, 烧坏多面高压开关柜, 损失惨重)。若将 10 kV 差动 TA 设计在进线开关靠 10 kV 母线侧图如 3(b), 则该短路点在差动保护范围内, 差动保护动作, 快速跳开主变三侧开关, 在 10 kV 侧分列运行的情况下 (正常时 10 kV 侧一般均分列运行, 以限制短路电流) 主变停电后, 10 kV 母线侧无电源, 则故障被快速切除, 既没扩大停电范围, 又保证了系统的稳定。



(a) 差动保护不包括 10kV 进线断路器柜体结构图 (b) 差动保护包括 10kV 进线断路器柜体结构图

图 3 10 kV 进线采用两柜组合柜体结构示意图

Fig. 3 10 kV ingoing line adopting combined cabinet structure of two cabinets

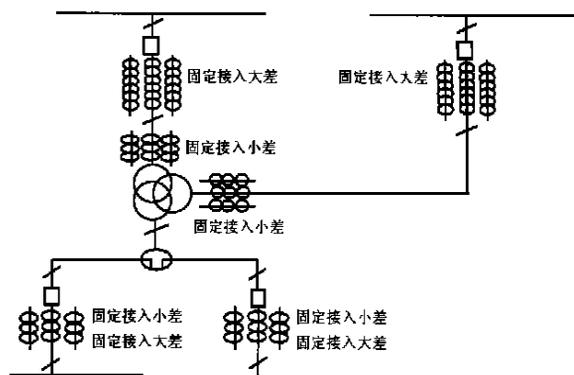
因此, 通过上述的讨论, 当 10 kV 侧带有限流电抗器时, 将电抗器包括在差动保护范围内, 有利无弊, 应采用和推广差动保护包括电抗器的设计方案。同时为了兼顾 10 kV 进线开关柜底部小动物短路事

故的快速切除, 还应将 10 kV 差动 TA 设计在进线开关靠 10 kV 母线侧。

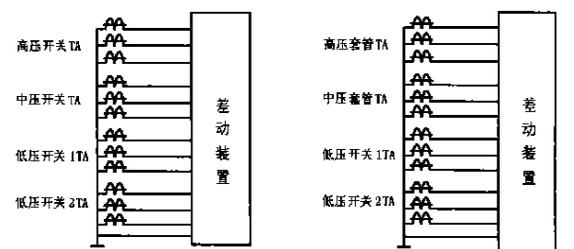
3 主变采用双差动保护时, 差动 TA 二次回路接法的比较

随着微机保护在电力系统的应用和发展, 主变压器保护逐渐趋向微机式保护, 微机式保护的应用为主变采用双差动保护提供了便利。目前不少厂家设计和生产出双差动的主变压器微机保护, 并投入系统运行。国家电力公司二十五项反措也要求 220 kV 及以上的主变压器微机保护主保护必须双重化。但对双差动保护的 TA 接线并没特别具体的规定 (仅要求两套差动保护的 TA 和直流电源应相互独立)。

双差动主变保护的差动 TA 二次回路的接法也有两种: 固定接入法和切换接入法。下面分别讨论。



(a) 固定接入式双差动保护电流示意图



(b) 由主变高、中、低三侧开关 TA 构成的大差 (c) 由主变高、中压侧套管 TA 与低压侧开关 TA 构成的小差

图 4 固定接入式双差动保护电流回路示意图

Fig. 4 Current circuit of fixedly connected double differential protections

(1) 固定接入法 (如图 4 所示), 即两套差动保护的 TA 分别固定接在变压器开关 TA 上构成大差如图 4(b) 和变压器套管 TA 上构成小差如图 4(c)。

这种接法的优点是: 取消了旁路开关代变压器开关运行时, 开关 TA 与套管 TA 的切换回路, 减少了运行人员操作的复杂性、操作时间及人为操作事故。同时也使主变高压侧的独立 TA 二次绕组数量

相对减少。

缺点是:代路时必须停用大差保护,单套差动保护运行(小差运行),同时在正常运行时有一套差动保护(由套管 TA 构成的小差)的范围被缩小。

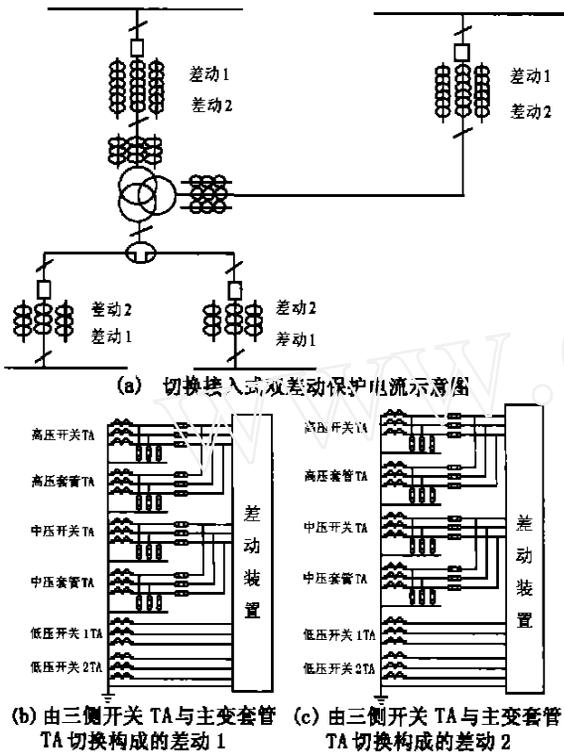


图 5 切换接入式双差动保护电流回路示意图

Fig. 5 Current circuit of switching-over double differential protections

(2) 切换接入法(如图 5 所示),即两套差动保护的 TA 均经过切换端子在变压器开关 TA 与变压器套管 TA 之间进行切换,正常时均接入变压器开关 TA,旁路开关代变压器开关运行时,切换至变压器套管 TA。

这种接法的优点是:正常运行时及旁路开关代变压器开关运行时,两套保护均运行,可靠性较高。

缺点是:代路时必须进行差动 TA 回路的切换操作,操作复杂,容易出错,增长操作时间,特别不受运行人员的欢迎。同时代路时,两套差动保护的保护区也缩小至主变套管 TA 处。

分析:主变差动保护其主要作用是保护主变压器本身,在可能的情况下尽量兼顾外部引线及其它设备,上述的固定接入法,不论是大差还是小差均能保护主变压器本身,同时大差还兼顾了外部引线。与切换接入法相比虽然外部引线少了小差一套保护,但因为主变压器外部引线距离短,相间电气距离比较大,发生故障的机率十分小,因此有一套大差作

保护就足够了。所以,笔者认为固定接入法与切换接入法相比,应首先考虑固定接入法。

4 旁路开关代变压器开关运行时,旁路母线保护死区的处理

不论是单差动还是双差动主变保护,在旁路开关代变压器开关运行时,大差变成了小差,则在对应的旁路母线及直接相连的设备上发生短路故障时(如图 6 所示)故障点在主变差动保护范围外,主变差动保护不会动作,故障点也不在母线差动保护范围内,母线差动保护也不会动作,成为保护的死区。在这种情况下,只有靠母线相联开关的对侧线路保护的二段保护来切除故障,一是切除故障的时间太长,危害系统稳定及设备安全,二是会造成母线失压,全站停电,扩大停电面积。因此在上述范围发生故障后果十分严重,应采取措施予以防范。

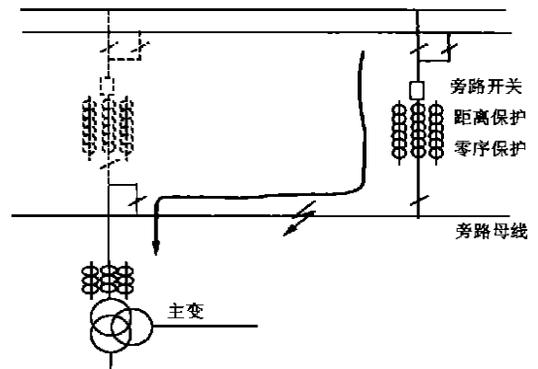


图 6 旁路开关代主变开关运行时旁路母线发生短路示意图

Fig. 6 Short circuit occurred on by-pass bus when by pass switch replaces main transformer switch

防范措施可以从以下两个方面进行考虑:

(1) 将旁路开关的线路保护(距离、零序)按主变速断保护整定原则整定加用。这一点在过去不太容易做到,因为,过去的旁路保护均为普通型保护,更改保护定值比较麻烦,若每次代路时都更改保护定值会给运行人员或继电保护人员增添负担。而在目前这一点却很容易做到,因为目前旁路保护均为微型保护,一般均可存放 10 套保护定值,如果是新订设备,还可在订货时要求厂家增加,成本不会增加多少。这样在代路时更改保护定值十分方便,并不会给运行人员或继电保护人员带来多大的负担。

当然,要使这种方式更加完善,还应将二次回路稍做改动,即旁路保护在代变压器开关运行时,保护动作后应同时接跳三侧开关,要做到这一点也并不

困难。因此,这种方式应提倡推广采用。

(2) 将主变压器开关 TA 与旁路开关 TA 进行切换。正常时,差动保护接在主变压器开关 TA 上工作,当旁路开关代主变压器开关运行时,将差动保护切换至旁路开关 TA (而不是主变套管 TA) 上工作。这样差动保护的范 围不缩小,并把旁路母线包括在差动保护的范 围之内,当旁路母线发生短路故障时,差动保护仍可快速动作切除故障。

这样做,目前来说并不困难,因为,过去之所以不能这样做主要是因为过去国产 TA 的二次绕组数量达不到要求(220 kV TA 只能达到 6 组,110 kV TA 只能达到 4 组)。目前,国产 TA 二次绕组的数量都能达到要求,并且成本不需增加多少。

这种接法的主要缺点是:TA 二次回路的切换操作麻烦,增加了运行人员操作时人为因素出错的机率,不受运行人员的欢迎。为尽量减少 TA 二次回路的切换操作,配置双差动保护时,最好将一组差动固定接入主变套管 TA 回路(即前面所述的固定接入法的小差),另一组差动(即前面所述的固定接入法的大差)经切换接入主变开关 TA 和旁路 TA,以减少运行人员操作的复杂性。

5 主变压器套管 TA 变比的选择及其它

(1) 若旁路开关代主变开关运行时,确实需要将主变差动保护由主变开关 TA 切换至主变套管 TA 时,就应在设计时考虑将主变套管 TA 的变比选择得与主变开关 TA 的变比一致,以避免在二次回路增加变流器,增加二次回路的复杂性,减少二次回路

故障的机率。

(2) 制造厂在生产主变保护柜时,应改进传统的差动保护 TA 切换端子,采用更便于操作的切换端子(当然工作的可靠性不能降低),以减少操作的复杂性,将操作时间及出错的可能性降至最低。

(3) 近几年,变电站自动化的应用越来越多,综合自动化设备的生产厂商也越来越多,但在执行规范标准方面参差不齐,有的厂家片面地理解变电站综合自动化的含意,不研究,不熟悉电力系统运行规程,随意减少保护压板,将主变差动保护与瓦斯保护、压力保护等共用一个出口压板,给实际运行操作带来了不便,有的甚至连通过控制字投退的软压板也不设,严重违背了变压器运行规程中关于变压器主保护不能同时停用的规定。因此,在设备订货时有必要向厂家提出明确要求,差动保护必须要设独立的出口压板,双差动保护每套都应有独立的出口压板,以便于运行操作。

参考文献:

- [1] 卓乐友,等. 电力工程电气设计手册. (电气二次部分) [M]. 北京:水利电力出版社,1990.
- [2] 王炳华.“防止电力生产重大事故的二十五项重点要求”辅导教材[M]. 北京:中国电力出版社,2001,9.

收稿日期: 2001-07-08

作者简介:

李文(1965-),男,工程师,从事变电站工程建设管理工作。

Discussion on several problems in 220 kV transformer protection design

LI Wen

(Xiangfan Power Supply Bureau, Xiangfan 441002, China)

Abstract: By analysing and comparing several wirings in differential protection design of 220kV/110kV/10kV step-down transformer, the author puts forward on assumption to dispel protection's dead zone under special operation mode and several problem which should be improved in producing and designing the transformer differential protection device.

Key words: power transformer; differential protection

(上接第 55 页)

The performance of directional element when PT secondary circuit open

YANGLi-fan, MAO Peng

(Yantai Dongfang Electronic Information Industry Co. Ltd, Yantai 264001, China)

Abstract: In this paper, the performance of directional element when PT secondary circuit open is studied. By the study and comparison, it is concluded that the directional element should not be canceled thoroughly. It is helpful for improving the relay's performance if deal it according to different cases.

Key words: line relay; PT circuit open; directional element