

双母线接线系统中线路保护、母线保护、线路断路器失灵装置一体化方案的研究

曾铁军, 宋艳, 侯玉强

(国网电力科学研究院, 江苏 南京 210000)

摘要: 提出将双母线接线系统中线路保护、母线保护及线路断路器失灵保护一体化的方案, 并设计了装置内部模块结构图, 增加了原来线路保护、母线保护及线路断路器失灵保护分别配置时没有的一些功能, 减少了CT和PT的二次绕组及连接用的电缆, 取消了电压切换装置, 同时实现针对线路断路器装设的保护双重化。

关键词: 保护装置; 一体化; 方案研究

Scheme studying of the protection device combined transmission line protection, bus-bar protection and circuit breaker failure protection on double busbar connection substation

ZENG Tie-jun, SONG Yan, HOU Yu-qiang

(Nanjing Automation Research Institute, Nanjing 210003, China)

Abstract: This paper advances the design scheme of a combined transmission line protection, bus-bar protection and circuit breaker failure protection device on double busbar connection substation. It also designs the structure module in the device. This scheme has some functions which are not be seen on the scheme of separately configuring transmission line protection, bus-bar protection and circuit breaker failure protection devices, reduces CT's and PT's secondary windings and cables which connect CT or PT to the device, eliminates the device of voltage switching, and abolishes double configuration of relay protection for line circuit breaker.

Key words: protection device; integration; scheme studying

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)13-0100-04

0 引言

双母线接线系统中线路保护、母线保护、线路断路器失灵保护通常分别配置(以下简称常规配置)装置, 从而使得二次电缆过多, 这样不仅投资高, 而且导致系统过于复杂。二次电缆过多还会引入强电磁干扰。分布式母线保护^[1,2]可以节省电缆, 但对数据的同步采集和数据的传输时间要求严格, 目前我国并没有得到广泛的应用。常规的线路断路器失灵保护由于涉及线路所在母线上所有的元件, 二次接线多而复杂, 可靠性不高, 以至于有些变电站即使装设了线路断路器失灵保护也不投入运行。文献[3]提出将失灵保护置于母线保护中, 并实现了双重化。本文对双母线接线系统中线路保护、母线保护、线路断路器失灵保护分别配置装置所存在的问题进行了分析, 并提出将双母线接线系统中线路保护、母线保护及线路断路器失灵保护实现一体化的方案(以下简称一体化方案), 减少了CT的二次绕组及

连接用的电缆, 取消了电压切换装置, 同时实现针对线路断路器装设的保护双重化。

1 常规配置装置时存在的问题分析

对双母线接线来说, 常规方法是按被保护对象配置出线CT绕组, 在某条线路上装设一套线路保护(包括主保护和后备保护)需要1个CT绕组; 一套母线保护也需要一个CT绕组。按规程220kV及以上电压等级的母线和线路保护均需双重化配置, 从而一条线路的近母线侧至少需要4个CT绕组, 再计及监测线路断路器失灵用的电流CT绕组以及测量和计量用的CT绕组, 需要的CT绕组数量就会更多。常规配置方案如图1所示。

CT过多必然导致从CT到保护装置的连接电缆增加。这既容易引起电磁干扰, 又增加了经济投资费用。如果将线路保护、母线保护及失灵保护装置一体化, 则只需要原母线保护所用的CT和电缆即可。

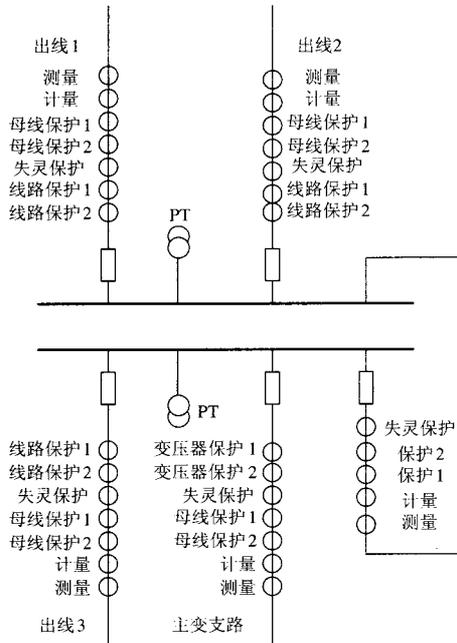


图1 双母线接线时出线 CT 常规配置图

Fig.1 Routine configuration of CT on double busbar connection substation

一体化方案时的 CT 配置方案如图 2 所示。这时某线路上的一个保护用 CT 绕组可同时应用于线路保护、母线保护、线路断路器失灵保护，母联上的一个保护用 CT 绕组可同时用于母联断路器失灵保护和母线保护。这样，线路和母联上的依断路器装设的重合闸、非全相保护等也具备了双重化的条件。

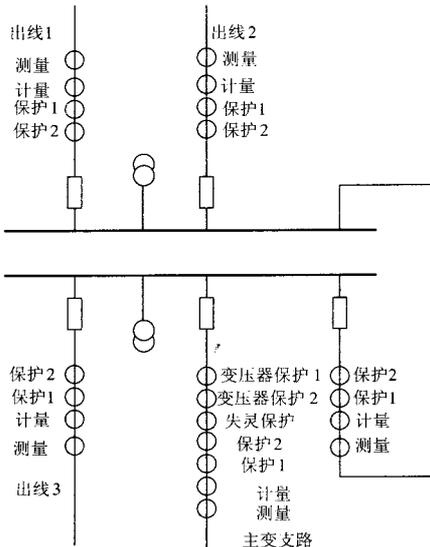


图2 双母线接线时装置一体化方案的 CT 配置图

Fig.2 Integration configuration of CT on double busbar connection substation

比较图 1 和图 2 可以发现，在每条出线上可节约 3 个 CT 绕组，在母联处可节约 1 个 CT 绕组。

减少 CT 绕组后还可以增大 CT 的额定负载，从而提高 CT 的负载能力和饱和倍数，提高保护的动作准确性。

2 可行性分析

2.1 CT 二次绕组的要求

常规配置时，原来装设在线路上的用于线路保护、断路器失灵保护、母线保护的 CT 绕组，只要故障不是发生在各个 CT 二次绕组之间，则流过各 CT 二次绕组的电流基本相同。而当故障发生在线路用 CT 二次绕组和母线用 CT 二次绕组之间时，母线保护和线路保护均需动作，所以这一段距离越短越好，而按装置一体化配置 CT 后，这一段距离将会变短。

就二次电流而言，不同的保护装置需要的二次电流可能不同，这时需要一些中间变流器，但对微机保护而言，原来为各保护配置的 CT 的二次侧电流大多为 1A，所以线路保护、母线保护及失灵保护装置一体化时只需一个变比，至于具体的保护功能需要的电流值可在微机中由软件转换。

用于线路保护的 CT 绕组在暂态特性上的要求为 2.0，而母线保护的 CT 绕组在暂态特性上的要求为 1.8，母线保护的 CT 要求要高于线路保护，所以若给线路保护配置母线保护用的 CT，必然能满足要求。

CT 二次绕组的二次负荷^[4,5]包括二次电缆和保护装置的等效负荷。若常规配置时都使用微机保护，则线路保护装置和母线保护装置的等效负荷基本相同。采用一体化方案时，只需要原来母线保护用的电缆即可。

由以上分析，减少 CT 二次绕组的数量是可能的，也是现实的。

2.2 线路保护、断路器失灵保护、母线保护功能的实现

三者都由微机实现，则在微机装置方面就有共性。其次还有下述几个方面的共性：

失灵保护与母线保护动作要跳的断路器是一样的，从而一体化时断路器失灵保护可利用母线保护的跳闸回路。

三者都要使用母线上的 PT，如能将三者作为装置一体化，则 PT 的二次回路必然能得到极大的简化。

目前的断路器失灵保护和母线保护动作时都要发出远跳命令，而线路纵联保护在动作时，先跳

的一侧也要发对端跳闸命令，所以可以将此功能统一起来。

2.3 集中式保护与分立保护的发展

微机保护产生之初就是用一台微机完成全站的保护功能，但是失败了，所以改用分散的微机保护装置。其原因包括：硬件可靠性，运行速度，内存资源的约束，系统的可维护性等。但从微机保护产生之初，就可以看到利用全站信息实现保护的优越性。目前计算机技术日新月异，硬件可靠性、运行速度、内存资源都得到了极大的发展，所以集中式保护有望得到发展。

3 一体化方案

本文提出的线路保护、母线保护及失灵保护一体化装置的保护装置内部模块结构，如图3。

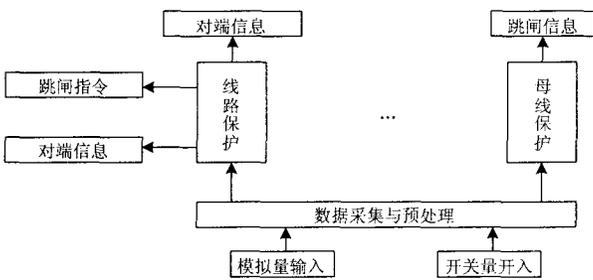


图3 保护装置内部模块配置结构图

Fig.3 Inner structure diagram in relay device

数据采集与预处理模块：由于线路、母线、断路器失灵保护都需要使用这个 CT 二次绕组采集到的信息，所以数据采集与预处理模块显得尤为重要，应使用专门的 CPU 负责。常规配置由于母线保护、线路保护及断路器失灵保护各自独立配置 CT 二次绕组，所以可以将采集到的信息直接送到各保护模块，但这里由于各保护均需及时得到相关信息，所以需要设置一个 RAM，用于快速读写。在这里，CPU 可以有两种方式处理数据，一种是将原始信息直接放到 RAM 中，具体处理由各保护模块自行实现；二是按各保护具体需要的数据形式进行处理后送到各具体的保护中，比如按某种方式处理后得到的相、正、负、零序数据既可用于断路器失灵保护，也可用于线路的后备保护，而某种快速方式处理的数据既可用于母线保护也可用于线路的快速保护。第一种方式有利于继承现有的微机保护技术，可将现有的保护模块直接移植到这里；第二种方式需要对现有的保护进行全面深入的分析、综合，但可降低后面各保护模块的工作量，节约不必要的资源开支。

各保护插件之间的相对独立性：线路保护模

块、母线保护模块、断路器失灵保护模块的功能之间相对独立，如线路保护模块发往和接收到对端的信息（纵联保护用的对端数据等）应直接处理，不应经过其他模块。在这里如要考虑到系统有双重化配置，某一模块故障仍需将保护装置退出的话，可在软件层面上进一步融合。

各保护插件之间的联系：各模块的跳闸回路部分可共用，如图2中线路1的保护的跳闸回路可与母线共用，但不能与线路1的失灵保护共用，因为线路保护和母线保护只须跳一个跳闸线圈而失灵保护需跳双线圈（如果有的话）。失灵保护和母线保护还可以共用线路保护的远跳回路。常规配置方案中，线路保护和母线保护动作后要先发跳闸命令，由跳闸继电器的触点启动线路断路器失灵保护，而在这里，由线路保护模块和母线保护模块直接将动作信息传给线路断路器失灵保护模块，减少了中间环节，增强了可靠性。

直流电源的要求：各模块应使用独立的直流电源，做到某个保护模块失去直流电源时不影响其他保护模块的工作。

一体化方案与常规配置相比可增加的功能：

常规配置时，当某线路上的某个线路用 CT 二次绕组发生断线时，常规配置的线路保护是要闭锁的，而在一体化方案中，由于可取得母线上其他相关 CT 的信息，可保留一套纵联保护短时继续运行。如图1中的用于线路保护1的CT断线，则依赖于该CT的线路保护，包括主保护和后备保护都要退出，这在另一套线路保护因检修而退出时是相当严重的，以至于没有保护而使该线路退出运行。而在一体化方案中，如图2中出线1上的一个CT二次绕组断线，则可以在该线路所连接的母线上的其他线路侧CT电流正常时，利用其和与出线1对端传过来的电流量作一个差动，而闭锁出线1上的距离保护和零序电流保护，因为其他线路侧CT电流之和与该断线的CT电流之间的差异可能会影响其正确动作。这样就保留了一套纵联差动保护，其意义是明显的。

在一体化方案中需将两条母线上的 PT 均接入装置中。如图2中，将 I 母和 II 母上的 PT 都接入一体化装置中。线路倒闸操作时线路保护不再需要进行电压切换操作，而由内部软件自行判断实现，从而既提高了保护的可靠性，节约了成本。

4 一体化方案与常规配置保护方案的比较

一体化方案与常规配置保护方案相比的优势：减少了 CT 二次绕组和二次电缆，在带来巨大的经济效益的同时，也降低了二次电缆之间的电磁干扰；

重合闸、非全相保护等原来针对线路断路器装设的保护均具备了实现了双重化的条件; 专用的 CPU 处理采集和预处理系统, 提高了数据采集的可靠性, 节约了资源; 线路保护和母线保护对线路断路器失灵保护的启动, 不必经过外部连接, 减少了干扰, 提高了可靠性; 母线保护和失灵保护共用线路保护的远跳回路, 提高了切除故障的速度和可靠性; 由于信息的冗余性, 即使某线路上的一个 CT 断线, 接于该线路上的线路保护和母线保护均不需闭锁, 从而即使发生线路故障而即使另一套保护拒动也能切除故障。

一体化方案与常规配置保护相比也存在一定的不足: 调试时若用硬件模拟故障, 则该线路上的线路保护、失灵保护及母线保护均有影响。由于数据采集回路和跳闸回路的共用, 因此两个回路的可靠性要求更高。

5 结语

本文针对双母接线系统中常规配置保护装置存在 CT 二次绕组过多、进而增加连接 CT 到保护装置的电缆、及其由此引入强电磁干扰的问题, 在计算机水平和通信条件有极大改善的今天, 提出将双母接线系统中线路保护、母线保护及断路器失灵保护一体化的方案, 减少了 CT 二次绕组的数量, 取消了电压切换装置。

参考文献

- [1] 李莹, 杨奇逊. 分布式微机母线保护的探讨[J]. 电力系统自动化, 1999, 23(21): 45-47.
LI Ying, YANG Qi-xun. A Study of Distributed Digital Bus Protection[J]. Automation of Electric Power Systems, 1999, 23(21): 45-47.

(上接第 99 页 continued from page 99)

4 结论

各型号的光纤电流差动保护有各自的特点, 通过联调试验能更好地掌握各型号光纤差动保护的性, 因此这方面的试验也不容忽视。

参考文献

- [1] 廖晓玉, 臧睿, 胡家跃. 光纤电流差动保护及整定计算[J]. 继电器, 2006, 34(21): 9-13.
LIAO Xiao-yu, ZANG Rui, HU Jia-yue. Line Fiber Optical Differential Protection and Its Setting Calculation[J]. Relay, 2006, 34(21): 9-13.
- [2] 王尔寒, 王强, 路光辉, 等. 浅析电压量在高压线路光纤差动保护中的作用[J]. 继电器, 2004, 32(23): 66-76.

- [2] 董杏丽, 徐瑞东, 薄志谦, 等. 分布式母线保护技术及实现[J]. 继电器, 2005, 33(14): 19-22.
DONG Xing-li, XU Rui-dong, BO Zhi-qian, et al. Technology and Implementation of Distributed Busbar Protection[J]. Relay, 2005, 33(14): 19-22.
- [3] 尤旦峰, 何雪峰, 李力, 等. RCS-915 系列微机母差保护中失灵保护及其双重化方案[J]. 电力系统自动化, 2001, 25(21): 58-60.
YOU Dan-feng, HE Xue-feng, LI Li, et al. RCS-915 Digital Bus and Breaker Fail Protection Intergration and Its Duplex Scheme[J]. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25(21): 58-60.
- [4] 陈建玉, 孟宪民, 张振旗, 等. 电流互感器饱和对继电器保护影响的分析及对策[J]. 电力系统自动化, 2000, 24(6): 54-56.
CHEN Jian-yu, MENG Xian-min, ZHANG Zhen-qi, et al. Influence of the Current Transformer Saturation on Relay Unit and Its Countermeasures in Medium Voltage Power Systems[J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24(6): 54-56.
- [5] 吴运祥, 吕军梅, 孙月琴. 增大电流互感器变比与减少电流互感器二次负担[J]. 继电器, 1999, 27(3): 52-55.
WU Yun-xiang, Lü Jun-mei, SUN Yue-qin. Increasing the Change Rate of CT to Decrease the Secondary Load of CT[J]. Relay, 1999, 27(3): 52-55.

收稿日期: 2008-06-23; 修回日期: 2009-04-15

作者简介:

曾铁军 (1983-), 男, 硕士, 研究方向为电力系统继电保护; E-mail: ztj182002@163.com

宋艳 (1981-), 女, 硕士, 研究方向为电力系统继电保护;

侯玉强 (1983-), 男, 硕士, 研究方向为电力系统自动化及稳定。

WANG Er-han, WANG Qiang, LU Guang-hui, et al. Brief Analysis of Voltage Effect on HV Differential Protection Based on Optical Fiber[J]. Relay, 2004, 32(23): 66-76.

- [3] 江苏省电力公司. 电力系统继电保护原理与实用技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006. 245-249.
Jiangsu Electric Power Co. Theory and Techniques of Power System Relay Protection[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2006. 245-249.

收稿日期: 2008-08-12

作者简介:

王巍 (1978-), 女, 硕士, 工程师, 从事现场继电保护安装、调试和维护工作。E-mail: wei316@163.com