

母联充电保护应用分析

张太升¹, 张继武², 刘海洋³

(1. 河南电力调度通信中心, 河南 郑州 450052; 2. 湖北省武汉供电公司武昌分公司, 湖北 武汉 430062;
3. 阜阳华润电力有限公司, 安徽 阜阳 236158)

摘要: 根据规程, 结合运行实际对母联(分段)开关充电保护的配置和使用进行了详细的分析, 单独配置的充电保护和包含在母差中的充电保护在配置上各有优缺点, 在实际运用中, 应根据使用目的不同, 权衡利弊加以选择。继电保护本身不是万能的, 不可能包罗万象、适应各种系统运行要求。在采用某一个方案的过程中, 一方面要看到这个方案带来的好处, 另一方面也要同时承受该方案可能产生的任何后果。

关键词: 母联开关; 充电保护; 保护配置

Applied analysis of charge protection used by busbar connecting breaker

ZHANG Tai-sheng¹, ZHANG Ji-wu², LIU Hai-yang³

(1. Henan Power Dispatch & Communication Center, Zhengzhou 450052, China; 2. Wuchang Filiale, Wuhan Power Supply Corporation, Wuhan 430062, China; 3. Fuyang Huarun Electric Limited Company, Fuyang 236158, China)

Abstract: The key of transformer protection is to distinguish magnetic inrush from fault current. Effective simulations for magnetic inrush and fault current of transformer are the foundation of right division. In this paper, based on the study on the model of electrical transformer in EMTDC (Electro-Magnetic Transient in DC System), the simulations for magnetic inrush and fault current of three-phase transformer are done. And analysis are given to the simulation. The results show that EMTDC can effectively simulate the magnetic inrush and fault current of transformers under different conditions.

Key words: busbar connecting breaker; charge protection; protection's configuration

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2007)03-0069-04

0 引言

文献[1]第4.8.7条: 在母联或分段断路器上, 宜配置相电流或零序电流保护, 保护应具备可瞬时和延时跳闸的回路, 作为母线充电保护, 并兼作新线路投运时(母联或分段断路器与线路断路器串接)的辅助保护。

文献[2]第4.3条: 220 kV及以上电压等级的母联、母线分段断路器应按断路器配置专用的、具备瞬时和延时跳闸功能的过电流保护装置。

可以看出根据规程要求, 母联充电保护是对空母线或新设备充电时使用的保护, 而在实际中, 根据系统情况和使用习惯的不同, 母联充电保护在配置和用法上有差异, 在某些情况下这些差异会带来不同的后果, 针对这些差异和后果进行分析, 供运行中作参考。

1 充电保护配置

目前母联开关保护配置分两种情况, 一种是母差中含有的母联充电保护, 一种是单独配置的母联充电保护。

母差保护中含有的母联充电保护具备启动失灵功能, 在充电保护动作后, 一旦母联开关拒动, 失灵保护经短延时(此短延时的整定原则是可靠躲过充电保护动作时间、母联开关的开断时间及开关燃弧时间之和, 一般整定为0.15~0.3 s)出口跳开相关开关隔离故障。在微机母差中, 为防止充电过程中由于母联开关二次辅助触点不能及时切换母联电流, 造成被充电设备存在故障时或充空变压器时母差保护误动跳开健全母线上所有元件, 特别增加了充电保护投入、母联开关由分到合时短时(一般为0.3 s)退出母差的功能。

单独配置的母联充电保护不接启动母联开关失灵回路，主要是为了简化二次回路。在使用单独配置的母联充电保护时，如果充空母线，空母线上有故障，母联开关拒动，母联开关失灵保护不会动作，只有等本站所有联络线对侧开关后备保护动作才能隔离故障；如果母联开关串接充新设备（新线路或新变压器），由于被充设备的保护往往还没有经过校核，最可靠的保护就是母联充电保护，新设备内部有故障时，若新设备保护由于接线错误不出口、母联开关拒动，由于母联失灵保护不会启动，而且由于 220 kV 及以上电压等级的保护都是按近后备配置和计算的，本站线路对侧开关的后备保护可能感受不到，因此故障会一直持续发展到相关保护能动作跳开相关开关为止。

2 母差保护退出时母联充电保护的使用

当母差退出时，母差中含有的母联充电保护无法使用，对单独配置的母联充电保护来讲，有一种观点是一条母线发生故障时投入母联充电保护可以保护另一段母线，因此应投入母联充电保护（能够长时间投入的），瞬时动作。这样使用母联充电保护会产生一些问题。

首先是区外故障时，母线分列运行。当区外发生故障时，甚至是相隔较远的地方发生故障，只要母联充电保护能感受到，母联开关就会跳开，造成电网结构发生很大的变化。对于拥有 2 台及以上主变的变电站，如果中压侧并列运行，此时还会造成原来流过高压母联的负荷穿越变压器中压侧形成的电磁环网，产生对系统稳定运行不利的因素，而且会造成变压器过负荷。对于 2 根进线、1 台主变的变电站，如果和主变同母线运行的线路发生故障，因为故障线路两侧开关跳开，同时母联开关也跳开，会造成系统不必要的负荷损失。

其次是如何确定整定原则。按照使用的初衷，为保证在一条母线故障时保住另一条母线，整定原则应该按母线故障时有足够灵敏度来整定，但是对一些变电站按灵敏度给出的整定值可能躲不过最大负荷（根据某省的运行经验，方式给出的某些 220 kV 线路可能的最大负荷是 650 MW，按功率因数是 0.95 计算，负荷电流为 1 800 A），在出现最大负荷时母联充电保护就会动作跳开母联开关，这显然是不允许的。另一种整定原则是充电保护定值必须躲过最大负荷电流，这样的定值在小方式下母线发生故障时母联开关有可能跳不开，违背了使用母联

充电保护的初衷。当然最好的整定原则是既能保证在母线故障时有灵敏度，又能可靠地躲过最大负荷电流，而在实际系统往往有些变电站可以满足该整定原则，有些变电站满足不了。校核最小故障电流还经常碰到一些现实性的困难，在节假日或夜间，母差保护出现异常需退出母差保护，因为无法根据当前系统方式进行及时的短路计算，因而无法校核母线故障时定值是否有足够灵敏度。

3 讨论

因为微机保护已大面积使用，老的整流型、晶体管型、集成电路型保护处于淘汰中，下面的讨论均针对微机保护。

3.1 母联充电保护如何配置

根据前面的分析，对母差中所含的母联充电保护，因为其具有启动失灵和短时退出母差的功能，建议优先使用。

投运新开关时或老开关的 CT 二次回路改动后，接入母差的 CT 二次线圈的极性需要进行带负荷检查，此时按习惯的办法需要退出母差，母差中的充电保护无法使用，为保证待投运元件有保护（接入保护的新 CT 在带负荷检查极性前，认为相关保护是不可靠的），需要母联开关装设单独的母联充电保护。为简化二次回路，单独配置的母联开关充电保护通常不接启动失灵回路，这样做就应该承受如前所述的母联开关失灵所带来的后果。

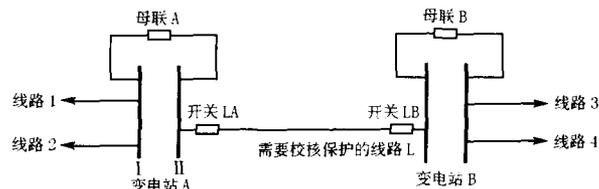


图 1 母联开关串接新线路

Fig.1 Busbar connecting breaker is used in a series circuit with a new line breaker

当线路或其它设备的保护需要带负荷检查时，解决母联开关失灵的另一个思路是母差保护不退出，仍采用母差保护中所带的充电保护（能长时间投入的，目前保护生产厂家对母联充电保护叫法不一致，但归结起来都具备两种功能，一种是在母联开关合闸后短时内起作用，一种是长时间起作用的），利用图 1 所示的系统进行分析。线路 L 是新线路，两侧开关保护需要带负荷校验极性，变电站 A 腾空 II 母，用母联开关 A 串接线路开关 LA，母差

保护正常投入, 利用母差保护中的母联开关充电保护, 充电保护电流定值按线末故障有灵敏度并躲过最大负荷整定(如按灵敏度计算的电流定值躲不过最大负荷, 为保证线路 L 在变电站 B 附近故障时有保护能可靠地切除故障, 要求调整系统运行方式, 降低通过线路 L 的负荷电流以满足保护灵敏度的要求)。假设开关 LA 的 CT 极性接错造成母差感受到的差电流(正常负荷状态下此差流是开关 LA 流过电流的 2 倍)没有达到 CT 断线闭锁母差的定值, 母差保护不会被闭锁, 或者达到定值而闭锁母差的延时未达到, 母差仍能工作, 在系统未发生故障的情况下, 由于母差中的电压闭锁元件不会动作, 母差的电流判据虽然判断出 II 母区内故障, 但是不会出口, 这种情况下可以进行带负荷校极性的工作; 在区外发生故障时, 母差中电压闭锁元件可能会动作, 母差保护出口跳开 II 母上的所有元件, 这种情况下可以利用母差保护的报告对开关 LA 的极性进行校核; 在变电站 A 的 I 母发生故障时, 由于 LA 的极性接错, 线路 L 提供的短路电流对母差来讲是汲出电流, 只提供制动量, 不提供动作量, 对元件较少的变电站会造成母差保护不动, 这和校极性时退出母差的结果是一样的(按照文献[3]的要求, 如果母差不动系统稳定满足不了单永考核, 应该采取相应措施。实际中经常采用的是线路对侧后备保护改为符合稳定要求的短延时), 在大多数的情况下母差保护还是能正确切除 I 母故障。假设开关 LA 的 CT 极性接错造成母差感受到的差电流达到 CT 断线闭锁母差的定值, 母差保护就会被闭锁, 但是母差中的母联充电保护仍能正常工作, 当然此时相当于母差保护退出运行, 需要采取相关措施。值得强调的是绝大多数情况下新设备的 CT 极性应该是正确的, 母差保护能正确工作。这种方法的优点是在带负荷校验新开关 CT 的过程中能最大限度地减少母差保护退出的时间, 尽量发挥母差的作用, 而且不必配置单独的母联开关充电保护, 缺点是这种方法只使用于微机母差保护, 作试验时应做好相关安全措施防止试验过程中误碰造成正常情况下误跳 I 母。

如果使用单独配置的母联充电保护串接新投开关, 在母差保护投入期间, 为防止合母联开关时母差保护误切健全母线, 母差保护中所含的母联充电保护也应投入运行, 而且应该投入母联开关充电闭锁母差的功能。

3.2 母差退出后如何使用母联充电保护

母联开关充电保护是用来充空母线或新设备用的。单独配置有母联充电保护时, 在母差保护退出后, 为在一条母线故障时保另一条完好母线正常运行而投入母联充电保护(能长时间投入的), 这是母联充电保护一种非正常的用法。

在某地区电网近 8 年的运行实践中, 在母差保护退出期间, 为单母故障时保另一段母线完好运行, 投入瞬时动作的母联充电保护(能长时间投入的), 由于没有发生过母差退出时母线故障的情况, 因此这种母联开关充电保护的使用方式没有表现的机会, 但是在区外故障时母联充电保护却多次动作跳开母联开关, 其中某枢纽变电站在母差退出定检期间母联充电保护曾三次在区外故障时将母联开关跳开。造成这种现象的原因一方面是母线故障几率很小, 在检修安排上, 天气不好时不安排母差退出定检, 当母差退出时不安排站内操作和工作(文献[2]第 7.2.3 条要求: 对重要变电所、发电厂配置单套母差保护的母线应尽量减少母线无母差保护运行时间, 严禁无母差保护时进行母线及相关元件的倒闸操作), 从而更减小了母差退出时母线故障的几率; 另一方面是线路发生故障的几率较大, 造成了线路故障时, 母联充电保护动作机会较多。

为了防止区外故障时母联充电保护动作跳开母联开关, 可以考虑和系统的主保护进行配合, 为母联充电保护加一个延时, 该延时应小于本站线路对侧 II 段的时间, 否则本站母线发生故障时母联开关还没跳开, 线路对侧开关已经跳开, 就失去了这种情况下使用母联充电保护的意义。这样作还会碰到一个问题, 当母差保护退出后, 系统稳定不满足母线单永故障考核的, 往往需要将线路对侧开关的对线末故障有灵敏度的后备保护段的时间改成短延时(一般为 0.25 s。按照规程要求 220 kV 及以上系统接近后备配置和计算保护, 失灵保护跳母联开关的时间也是 0.25 s, 对侧开关后备保护改短延时后已经无法与失灵保护跳母联的时间进行配合), 这样母联充电保护的延时就需要小于 0.25 s, 考虑到时间尽量配合只能取 0.1~0.15 s, 该延时不但与系统的失灵保护无法配合, 而且与主保护切除故障的时间(文献[4]经过试验和分析得出的数据: 220 kV 少油式断路器故障切除时间为 122 ms = 主保护动作时间 45 ms + 开关分闸时间 40 ms + 断路器燃弧时间 37 ms; 220 kV SF6 断路器故障切除时间为 106.5 ms = 主保护动作时间 45 ms + 开关

分闸时间 35 ms+断路器燃弧时间 26.5 ms) 也很难配合。

文献[3]要求“任一线路、母线主保护停运时,发生单相永久接地故障,应采取措施保证电力系统的稳定运行”,在实际运行中母差退出,方式部门经稳定计算后会对是否改短延时作出判断,稳定不满足单永故障考核时对侧必须改为短延时。采取这样的措施后,母联充电保护是否投入对电力系统能否稳定运行几乎没有影响,唯一的作用是投入后能在一段母线发生故障时保住另一段完好的母线。

4 结论和建议

在需要的时候,任何情况下都应优先采用母差保护中含有的母联开关充电保护。

母差退出后,投入母联充电保护与否对系统的稳定性没有实质性的影响,因此此时不建议使用母联充电保护。如果使用,应考虑各种情况下保护可能带来的后果,充分权衡各种利弊。

最后需要说明的是继电保护本身不是万能的,不可能包罗万象、适应各种系统运行要求。在采用

某一个方案的过程中,一方面要看到这个方案带来的好处,另一方面也要同时承受该方案可能产生的任何后果。

参考文献

- [1] GB/T-14285-2005,继电保护及安全自动装置技术规程[S].
- [2] 国家电力调度通信中心.国家电网公司十八项电网重大反事故措施(试行)继电保护专业重点实施要求[Z].2005.
- [3] DL 755-2001,电力系统安全稳定导则[S].
- [4] 河南省电力公司,中国电力科学研究院.河南电网220kV 线路故障切除时间及对计算稳定水平的影响研究[Z].2002.

收稿日期:2006-05-26

作者简介:

张太升(1969-),男,硕士,高级工程师,从事电力系统继电保护的研究;E-mail:zts@v86.net

张继武(1976-)男,本科,助理工程师,从事电力系统方面的研究;

刘海洋(1968-),男,大专,工程师,从事电力系统方面的研究。

(上接第 68 页 continued from page 68)

软件设计中,能够有效地提高软件的可移植性、装置的可靠性。在数字继电器设计中,ARM+RTOS(Real Time Operation System)设计理念将得到越来越广泛的应用,从而使得数字继电器的功能更加强大,性能更加优越,同时也会大大提高电力系统运行的可靠性与安全性,加速输变电系统自动化的发展。

参考文献

- [1] 刘曙光,姜雪明.一种低压数字继电器的设计[J].继电器,2004,32(19):45-48.
LIU Shu-guang, JIANG Xue-ming. Design of Low-voltage Digital Relay [J]. Relay, 2004, 32(19):45-48.
- [2] 李岩.基于S3C44B0X嵌入式μCLinux系统原理与应用[M].北京:清华大学出版社,2005.
LI Yan. Theory and Application of Embedded-μCLinux Based on S3C44B0X[M].Beijing:Tsinghua University Press, 2005.
- [3] 曹斌,张杭,张爱民. ARM微控制器在嵌入式综合数

字继电器中的应用[J]. 低压电器, 2005,(9):28-31.

CAO Bin, ZHANG Hang, ZHANG Ai-min. Application of ARM Microcontroller in Embedded Integrated Digital Relay[J]. Low Voltage Apparatus, 2005,(9):28-31.

- [4] 刘国梅,郑安平. μCLinux 下动态 Web 技术的实现方法[J].单片机与嵌入式系统应用,2004,(2):67-69.
LIU Guo-mei, ZHENG An-ping. Realization Method of Dynamic Web Technology Based on μCLinux[J].Micro-controller & Embedded Systems, 2004,(2):67-69.

收稿日期:2006-07-18; 修回日期:2006-10-13

作者简介:

范玉璋(1944-),男,教授,硕士生导师,主要从事控制与检测系统自动化方向的科研与教学工作;E-mail: fyz@zzti.edu.cn

张谦(1957-),男,副教授,硕士生导师,主要从事自动控制与嵌入式系统应用方向的科研与教学工作;

刘苡玮(1980-),男,助教,主要从事自动控制理论与应用方面的科研与教学工作。