继电保护的操作

常风然[1]，张洪[1]，高艳萍[2]

(1. 河北电力调度通信中心, 河北 石家庄 050021;　2 河北电力培训中心, 河北 石家庄 050021)

摘要: 在电力系统的一次设备操作前后的两个运行状态都是确定的, 保护的运行方式也是确定的, 在状态转换过程中, 也应尽量保持保护的可靠性、选择性、灵敏性和速动性。设备停电时, 应先停一次设备, 后停保护; 送电时, 应先投保护, 后送一次设备。设备由旁路开关转带时, 操作中应尽量缩短旁路开关和被带开关的并列时间, 注意纵联保护、零序保护、差动保护的切换和操作。在系统方式变更时, 调度员应当考虑系统内相关保护的操作与设备操作的配合关系。

关键词: 继电保护;　运行;　操作

中图分类号: TM 77　　**文献标识码**: B　　**文章编号**: 1003-4897(2003)10-0072-04

1　引言

在电力系统的一次设备操作中, 多年来的运行实践已使运行人员总结出一整套完善的操作规范, 制定了各种规程、制度, 采取了诸如五防等技术措施。继电保护装置作为系统的二次设备, 由于其自身的特点, 使运行人员对保护特性的掌握, 较一次设备要难, 其操作也不如一次设备规范。从大的原则上讲, 任何运行设备都不允许失去保护, 继电保护专业人员为达到这些要求, 从保护配置、整定、直流系统、二次回路、保护投停方式等方面, 做了大量工作, 使得系统各元件在正常运行时, 基本满足了上述要求, 构成了比较完备的继电保护系统。但是, 在系统一次设备操作过程中, 如何保持保护的可靠性、选择性、灵敏性和速动性呢?

一般地说, 一次设备操作前后的两个状态都是确定的, 对应地, 保护的运行方式也是确定的, 但在状态转换过程中, 也就是操作步骤上, 由于保护系统的具体特性不同, 需要运行人员与保护人员加强沟通, 共同制定出符合现场实际要求的操作规范。运行人员对保护的操作一旦不能保证保护的完整性, 也就破坏了保护系统对一次系统的完整支持作用, 进而可能造成系统事故或设备损坏。例如:

2000 年 4 月 20 日, XBP 电厂准备启动# 1 机组, 主开关 2312、2313 在分位(机构指示为分位), 当合上 2313- 5 刀闸(机组侧刀闸)时, 因 2312 开关 C 相触头实际未断开, 造成故障, 而此时# 1 机组保护尚未投入, 故未启动失灵保护, 造成本厂其余 3 台 300MW 发电机、2 台起备变、4 条 220 kV 联络线对侧跳闸, XBP 电厂全停。本次事故中, # 1 机组保护未在合 2313- 5 刀闸前投入, 是事故扩大的原因之一。

2000 年 3 月 20 日, LZ500 kV 变电站用旁路开关转带主变 212 开关, 在停止转带、恢复 212 开关前, 将差动保护退出, 接入 212B 相 CT 时, 差动保护动作。动作原因为: 该保护差动投入功能压板退出后, 延时 30 s 打印变位信息, 再经 40 余秒才退出差动保护。从打印报告看, 退出保护压板至倒 CT 操作间隔 23 s, 又因为 212CT 封锁回路的分流, 差动保护误动作。这次误动固然有保护软件缺陷的问题, 但也有旁路开关与主变开关 CT 切换的操作顺序问题, 反映出运行人员对保护特性及二次回路了解不够。

Improvement on the application of RADSS bus protection

JI Jian-ren
(Hangzhou Electric Power Bureau, Hangzhou 310009, China)

Abstract: The characteristics of RADSS bus protection and the problem of applying RADSS to special system are introduced. A solution to the above problems is worked out at last.

Key words: bus protection;　application;　improvement

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2001 年 6 月 6 日,DH220 kV 变电站旁路开关转带主变 211 开关, 在旁路开关和主变 211 开关合环后, 拉开 211 开关时, 旁路开关同时三相跳闸。检查发现, 变压器瓦斯保护跳旁路开关和主变开关的回路设计使用存在缺陷, 且旁路开关二次回路变动后, 现场未及时修改具体操作规程, 值班员对二次回路的了解有限, 使操作中产生了寄生回路, 造成两开关同时跳闸。

系统运行的经验和教训告诉我们, 合理实用的继电保护操作规范是保证系统和设备安全的重要环节。本文试图就几种常见的一次设备操作过程, 对调度端和站端保护的操作提出一些看法和建议, 与保护专业人员和运行值班人员共同探讨。

2　设备停送电

总的来说, 设备停电时, 应先停一次设备, 后停保护; 送电时, 应先投保护, 后送一次设备。在操作中应注意刀闸的操作顺序, 刀闸与开关之间的操作顺序自不必再说, 当一个设备有两个串联刀闸时, 应注意其操作除不致引起事故或事故损失、使事故影响最小外, 还要注意某些保护的直流电源回路、出口跳闸回路、保护功能投入等可能受刀闸控制。

线路的停电操作, 应先断开线路两侧开关, 然后依次断开线路侧刀闸、母线侧刀闸, 在整个过程中, 保护应始终保持正常运行。送电时, 应特别注意直流电源问题, 包括保护电源、失灵起动电源、操作电源等与刀闸间的操作次序。为保证操作安全, 合刀闸时, 开关的操作电源是断开的, 此时需注意保护电源和失灵起动电源应是正常的, 应待保护装置自检正常, 转入正常运行程序后, 再合母线侧刀闸、线路侧刀闸、开关。这样的操作, 即使开关由于某些原因未在断位, 一般也不会导致母线停电、事故扩大。

母线的送电操作, 应注意母线充电保护的投停, 现在微机型的充电保护都自动投停, 但为安全起见, 母线送电完毕, 仍宜人工退出充电保护的跳闸压板。倒母线操作时, 调度方面应注意母线运行方式对母差保护的影响, 是否需要改变母差保护的运行方式; 现场方面应注意电压切换、位置切换等继电器是否切换良好, 因为母差保护的正确动作对切换触点的依赖性是很高的, 不正确的位置切换会直接导致母差保护的误动或拒动。母线的操作需要改变母差保护的运行方式时, 例如母联电流相位比较式母差的“选择”和“非选择”方式的切换, 应尽可能使保护方式的切换操作与一次设备的对应操作相邻, 因此时母线的故障大部分由操作母线刀闸引起, 一般情况下, 应从防止母差保护的拒动出发, 使保护的“非选择”方式运行时段包含一次设备的对应运行时段。倒母线时, 母线差动保护的“非选择”开关合理的操作顺序是: ①双母线改为单母线运行前, 先合入“非选择”开关, 后取母联断路器直流控制回路熔断器; ②单母线改为双母线运行后, 先投入母联断路器直流控制回路熔断器, 后拉母线差动保护“非选择”开关。这样, 就能保证在任何情况下, 由母线差动保护装置动作切除故障。

变压器停送电操作时, 为防止过电压, 主变中性点必须接地, 但这就改变了系统的零序电源分布, 在系统故障时, 可能造成系统零序保护的不正确动作, 因此在操作中应尽量缩短主变中性点必须接地的时间。另外, 为缩短操作时间, 本变压器的保护可以按正常运行投停, 不再考虑此时接地后备保护的配置和配合问题, 例如间隙保护, 如果变压器正常不接地运行, 就可以投入。

变压器停送电时, 还应该考虑差动保护、后备保护的灵敏度问题。对单侧电源的, 当然是电源侧先送后停, 负荷侧先停后送; 多侧电源的, 应按保护的要求进行, 一般地, 应将大电源侧先送后停, 小电源侧先停后送。变压器在送电过程中, 要产生励磁涌流, 但由于励磁涌流的时间较短, 而且保护在原理、整定等方面已考虑了励磁涌流的影响, 故在操作中可不考虑励磁涌流带来的问题。

发电机的停送电操作, 较之变压器、线路等都要复杂, 但主要是发电机各部分的协调, 与电网的关系不太大。保护方面, 专门为起停机过程设置的起停机保护多种多样, 需要注意该类保护的投停, 还需要注意起停机过程中应退出可能误动的保护。

3　设备转带

设备由旁路开关转带时, 在操作中会出现两开关并列的过程, 此时由于两开关的分流作用, 保护可能出现起动、误动或拒动等问题, 操作中应尽量缩短此并列时间。

3.1　转带线路

按照技术规程规定,“在旁路断路器代替线路断路器期间, 如必须保持线路纵联保护运行, 可将该线路的一套纵联保护切换到旁路断路器上, 或者采用其他措施, 使纵联保护继续运行”。目前河北南网在 220 kV 线路上普遍采用切换高频通道的方式将双套配置的纵联保护中的一套切至旁路保护继续运

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

行。通行操作步骤如下: ①核对旁路开关的转带定值, 正确后投入旁路开关保护。②线路两侧同时退出不能切至旁路开关运行的高频保护。③用旁路开关向旁路母线充电, 充电成功后拉开旁路开关。④合上被转带开关的旁路母线刀闸。⑤用旁路开关合环。⑥被转带开关转备用。⑦切换线路高频保护至旁路保护。

实际上, 在旁路开关转带操作中, 关键是分析操作过程中以及此时线路发生区内外故障时保护的动作行为。按照上面的操作步骤, 分析以下几种保护, 高频保护以闭锁式为例:

(1) 不能切至旁路开关运行的高频保护, 在上面的操作中, 该保护被较早退出。其优点在于高频保护的退出涉及线路两端的操作, 需调度下令进行, 在该保护退出后, 其余操作均集中在转带侧变电站, 调度可下达综合操作令, 节省操作时间。其缺点在于保护被较早退出, 失去区内故障时正确动作的机会。假如调整该操作至"⑤用旁路开关合环。"前, 则主要破坏了转带侧变电站操作的综合完整性, 调度需分步下达转带操作令。假如调整该操作至"⑥被转带开关转备用"后, 也即与可切换的高频保护同时操作, 则因需要向调度回令并等待下令, 中间过程时间较长, 此时线路对侧高频保护因本侧开关"位置停信"的作用, 可能在本侧开关背后故障时, 造成对侧高频保护误动。这样, 虽然可以起到在区内故障时正确动作的作用, 但也带来了区外故障误动的风险, 考虑区内故障时其它保护尚可以动作, 因此该保护可提前退出。

(2) 切至旁路开关运行的高频保护, 在上面的操作中, 该保护最后切换。存在的问题是, 在合环后, 旁路高频保护为单侧高频保护, 可能出现区外故障误动, 所以不能在投入旁路保护时同时投入高频保护; 而且, 在"⑥被转带开关转备用"后, 因被转带开关"位置停信"的作用, 存在对侧高频保护误动的风险。假如调整该操作至"⑤用旁路开关合环"前, 则在合环前的时间内, 因旁路开关"位置停信"的作用, 存在对侧高频保护误动的风险; 在合环后, 对侧高频保护与旁路高频保护构成一套, 可保证旁路高频保护的正确动作, 被转带开关的高频保护变成单侧高频保护, 可能出现区外故障误动, 需先行退出。也就是说, 该保护何时切换, 都存在一定问题, 再考虑此时区内故障需要高频保护瞬时动作的需求, 所以, 该保护可以最后切换, 并可以在投入旁路保护时同时投入其高频保护。

(3) 纵联保护为电流差动保护。上面A、B 分析的情况, 均以闭锁式高频保护为例, 如果纵联保护为电流差动保护, 因合环时开关的分流作用, 不能再保证两侧电流的同一性, 在负荷电流较大、分流差较大时, 可能引起两侧差动保护动作跳闸, 因此, 电流差动保护一般应先行退出, 需要切换至旁路的, 应在被转带开关转备用后投入。

(4) 旁路和被转带开关的距离、零序保护。对距离保护, 因电压未改变, 电流减小, 阻抗增大, 测量元件不会误动, 但区内故障时灵敏度降低。在开关分流各相不均衡时, 还可能使选相不准确。对零序保护, 如果电流分配各相不平衡, 可能产生较大的零序电流, 极端情况下, 220 kV 线路负荷 100 MW 以上, 就可能使零序保护的末段(电流 300 A)起动, 如果此段零序保护未经方向元件闭锁, 或者方向元件动作功率较小, 在所用电压滤过器的不平衡输出下可能误动, 就会导致零序保护的误动。因此, 如不能确定零序延时段保护能否躲过这种异常工况时, 宜采取措施退出可能误动的段。在 11/101 系列的微机线路保护中, 零序保护动作跳闸受 $3U_0$ 突变量控制, 因旁路开关操作中, 一般不会引起电压量的突变, 故可防止零序保护误动跳闸, 但零序电流的存在可能使装置判断为 CT 断线而告警, 并闭锁部分保护。在 900 系列的微机线路保护中, 如果自产零序不平衡电压和自产零序电流恰使零序正方向元件动作(在 1) 自产零序电压大于 0.5 V, 2) 自产零序电流大于该段过流定值, 3) 灵敏角处零序功率(自产) 大于 1 VA, 4) 外接 $3I_0$ 大于零序启动定值时, 零序正方向元件就可能动作), 零序保护就可能动作跳闸, 因此, 宜在"⑤用旁路开关合环"前退出该装置的零序保护。当然, 在一些情况下, 为简化操作, 也可不退出被带开关的零序保护。

3.2 转带变压器

旁路开关转带变压器与转带线路的不同之处, 主要在于转带变压器时, 需要将变压器保护的电流回路(包括差动保护和后备保护)和出口跳闸回路进行切换, 旁路保护在必要时才投入其部分功能。回路切换应在向旁母充电良好, 合好变压器的旁路母线刀闸, 用旁路开关合环前进行。

在切换电流回路时, 需要区分电流回路是切换至变压器套管CT 还是旁路开关CT。需要切换至套管CT 的, 应临时退出差动保护, 封被转带开关 CT, 接入套管 CT, 再投入差动保护, 然后用旁路开关合环, 被转带开关转备用。这是因为切换至套管CT 的操作中, 不可避免地要在差动保护中产生差流, 为防

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

止差动保护误动, 必须退出差动保护进行电流切换。需要切换至旁路CT的, 可不退出差动保护, 只需先将旁路CT也接入差动保护中, 然后用旁路开关合环, 被转带开关转备用, 再封被转带开关CT。这就相当于变压器开关被转带侧为双开关接线。在切换电流回路的操作中, 还需要特别注意的是电流端子的具体操作, 切换至套管CT的, 因变压器在运行状态, 需严防CT开路; 切换至旁路CT的, 因此时开关在备用状态, 又两开关CT并联接入保护, 需防止CT被短路, 产生差流, 导致保护误动。

如果差动保护切换至变压器套管CT且系统稳定有要求时, 旁路保护需要投入能保护变压器引线及旁路母线的后备保护, 一般用距离、零序的Ⅰ、Ⅱ段即可, 只是要求此时旁路保护应能跳主变各侧开关。因此, 在操作中需注意, 在用旁路保护向旁路母线充电时, 旁路保护仅应投入跳旁路开关的压板; 在用旁路开关合环前, 应再投入旁路保护跳主变其他侧开关的压板。若差动保护切换至旁路CT, 旁路保护仅在向旁路母线充电时投入, 充电良好拉开旁路开关后即可退出。

在切换出口跳闸回路时, 需要注意原跳主变开关的保护改跳旁路开关的回路, 如果跳旁路开关的保护触点均不与跳主变开关的触点共用(理当如此), 可在用旁路开关合环前, 将跳旁路开关的回路均投入。如果跳旁路开关的保护触点与跳主变开关的触点共用, 也即跳两开关的回路为切换方式, 可在投入旁路保护的前提下, 在被转带开关转备用后再切换。

4　系统方式变更

在系统方式变更时, 除直接需要操作的一次设备对应的保护外, 系统内其它变电站的有关保护也可能需要变更运行方式, 如修改定值、改变保护方式等, 相关调度机构的调度员应当考虑这些操作与其它设备操作的配合关系。以常见的220 kV环网线路变为单电源辐射线路的操作为例。

纵联保护, 一般地, 环网线路配置双套, 如不能在单电源辐射线路上继续有效发挥作用, 考虑安全性需退出时, 应在系统方式变更完毕后操作, 因纵联保护的安全隐患并不严重且顾及环网运行阶段的可依赖性。如果需要修改定值才能在单电源辐射线路上有效发挥作用的, 如现在通用的投入弱电回授功能控制字, 则宜在系统方式变更前操作, 基本上不会降低纵联保护的可靠性。

重合闸, 如果线路所配保护不能实现单电源末端选相跳闸, 首端要改变线路开关重合方式, 宜在系统方式变更前操作。例如由单重转三重, 在系统方式变更前操作, 至多环网运行故障对系统冲击较大, 而系统方式变更后操作, 却可能辐射运行末端不跳闸, 首端单跳故障不切除。如果线路所配保护能实现单电源末端选相跳闸的, 可不改变两端重合方式。

母差保护, 如果母线保护不能适应单电源运行, 需要改变运行方式, 如双母线母联电流相位比较式母差保护(SMC), 在系统稳定有要求时需改投"非选择"方式, 可在系统方式变更前后操作, 关系不大。

单电源末端线路保护, 如果线路所配保护不能实现单电源末端选相跳闸的, 末端线路保护应在系统方式变更后退出, 因主要也是考虑保护的安全性。

首端线路保护需改定值, 这种情况大部分发生在纵联保护不能继续有效而系统稳定或保护配合又有要求时, 此时一般是提高后备保护的灵敏性, 降低其选择性。当对全线有灵敏度的后备保护段不需改为0 s时, 可先改定值, 依靠时间保证选择性。当要求后备保护段0 s保全线时, 宜根据负荷等情况决定先改或后改, 但无论在系统方式变更前后操作, 均难以兼顾安全性和可依赖性。

总之, 在保护方式和系统方式的操作配合上, 要尽量缩短方式转换时间, 尽量保证保护的可信赖性。

5　结束语

随着电力技术的不断发展进步, 尤其是变电站综合自动化技术的快速发展, 电气设备的操作走向软件化、智能化, 在编制、调试操作软件的过程中, 需要也值得广大相关专业技术人员密切配合, 使一、二次设备的操作均能逐步规范化、科学化, 更好地保证电网的安全运行。

参考文献:

[1]　常风然, 张洪, 赵春雷, 等. 单电源辐射线路保护若干问题分析[J]. 电力系统自动化, 2000, (13).

[2]　马彦敏. 220 kV主变开关代路操作分析[J]. 河北电力技术, 2001, (3).

收稿日期:　2002-12-02

作者简介:

常风然(1967-), 男, 高级工程师, 主要从事继电保护的运行、计算、管理工作; (下转第78页)

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

在合闸过程出现了正极接地使$U_+ = 0$ V, $U_- = U = 225$ V, 这样就使加在R_-两端的电压由$U/2$突然上升为电源电压U, 使本来就脆弱的R_-的工作条件变的更加严酷(R_-此时主要指 10 kV 馈线和电容器保护装置电源负极对地绝缘等效电阻), 当R_-中的某一个环节承受不了突然上升为电源电压的冲击时, 便被击穿, 进而演变为负极绝缘降低导致"直流接地的故障"再现, 即使直流接地故障排除, 因为 3516 开关正接地还存在, 当对 3516 开关进行合闸时, 导致直流接地现象重复出现。

综上所述, 引起直流反复接地的原因可以总结为以下几点:

① 3516 开关在合闸过程的瞬间正极接地是造成直流接地反复出现的诱因。

②MDM - B1C 型保护装置电源负极对地绝缘电阻降低是造成直流接地反复出现的主要原因。

③ 设备检修工艺不良是这次事故的导火线。

④ 运行人员未对检修设备进行全面把关验收, 便通电试验, 为这次事故点燃了火种。

4 结束语

1) 应该加强对设备检修质量的管理, 进一步提高检修工艺。

2) 设计部门对产品进行选型时, 尽量选用成熟可靠且具有运行经验的大中型企业的产品, 提高运行可靠性。

参考文献:

[1] 何永华. 发电厂及变电站的二次回路[M]. 北京: 中国电力出版社, 1997.

[2] 哈尔宾电力工程学院教研组. 电工基础[M]. 北京: 国防工业出版社, 1977.

收稿日期: 2003- 01- 22; 修回日期: 2003- 05- 13

作者简介:

吴建军 (1970-), 男, 本科, 工程师, 长期从事继电保护工作;

翟双鹏 (1973-), 男, 专科, 助理工程师, 长期从事继电保护工作。

Analysis of an abnormal occurrence caused by DC circuit grounding

WU Jian- jun, ZHAI Shuang- peng

(Longnan Electric Power Bureau, Longnan 742500, China)

Abstract: DC system of substation is very important to the safe operation of the whole network. The theoretical base and the reasonable explanation of processing and analyzing an abnormal occurrence of DC circuit grounding are introduced. And also the paper points out that product selection and equipment maintenance quality must be emphasized.

Key words: DC circuit grounding; abnormal occurrence; analysis

(上接第 75 页)

张 洪(1964-), 女, 高级工程师, 主要从事继电保护的运行、计算、管理工作;

高艳萍(1967-), 女, 高级讲师, 主要从事继电保护及自动装置的培训工作。

Operation of relaying protection

CHANG Feng- ran[1], ZHANG Hong[1], GAO Yan- ping[2]

(1. Hebei Electric Power Dispatching and Communication Centre, Shijiazhuang 050021, China;

2. Hebei Electric Power Education and Training Centre, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: The two operating states before after the primary equipment running in the power system are fixed, so is the operating mode of protection. During the switching betwean the two operating states, the reliability. Selectivity, sensitivity and celerity of the protection should be maintained. When cutting off the power. Primary equipment shluld be cut off earilier than the proteation; When supplying the power, the case is opposite to the above. When the equipment is replaced by bypass CB, the coperating time of the bypass CB and the replaced CB should be shorten to the utmost and attention should be paid to the swithing and operation of the pilot protection, differential protection and zero_ sequence component protection. At changing the system operation states, the dispatcher should take copulate relation of the equipment and protection into account.

Key words: relaying protection; operation; running

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net