

降低变电所低压侧母线故障对主变损害的继电保护措施

吴宏斌, 陈国平

(金华电业局, 浙江 金华 321000)

摘要: 母线故障不仅严重危害系统的安全稳定运行, 而且会导致与其相邻的变压器内部绕组、铁心等元器件严重受损。考虑到一般情况下 110 kV 及以下变电所内不安装母线保护, 同时为保证选择性, 主变后备保护动作时间较长, 为消除变电所低压侧母线发生故障给主变带来的危害, 提出了一些解决方案, 并在相互比较中判断其优劣, 以供选择和应用。

关键词: 母线故障; 主变损害; 保护措施

Measures of protection relay on reducing the damage of main transformer caused by medium-voltage and low-voltage busbar fault

WU Hong-bin, CHEN Guo-ping

(Jinhua Electric Power Bureau, Jinhua 321000, China)

Abstract: Busbar faults not only make the power system work unsmoothly, but also severely damage electrical windings and cores inside the transformers. In ordinary circumstances, protection equipments for busbar are not to be installed in 110kV and below 110kV transformer substations. Meanwhile, for the sake of ensuring the selections, the actuation time of the main transformer back-up relaying lasts long. The paper puts forward some schemes in order to remove the danger caused by medium-voltage and low-voltage busbar fault. Furthermore, the paper analyses and assesses these schemes for selection and application.

Key words: busbar fault; damage of main transformer; measures of protection relay

中图分类号: TM772 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)21-0119-03

0 引言

电力变压器作为一种关键主设备, 在电力系统中占有极其重要的地位。当与其相连接的各种元件发生短路故障时, 由于保护动作和断路器跳闸需经过一段时间才能切除故障, 变压器中的各个元件都将受到由此短路电流产生的电动力学的严酷考验, 使绕组、压板和夹件产生变形或损坏, 匝绝缘损坏, 从而破坏整个绕组的主、纵绝缘结构。此外, 由于短路时绕组中流过的电流比其额定电流大几十倍, 因此其负载损耗将比额定运行时大几百倍, 将使绕组的温度迅速上升, 遭到热的破坏。因此不论变压器内部还是外部发生故障时, 都要求保护装置能在最短时间内快速动作, 以减小对变压器的损坏。

1 主变及母线保护配置情况

主变压器是电压变换和电能传递的核心设备, 母线是电能汇集和分配的主要场所, 作为变电所内最重要的主设备, 任何时候都处在高度关注和保护中。

1.1 220 kV 及以上变电所内主变、母线保护的配置情况

对于 220 kV 及以上电压等级的枢纽变电所, 主变一般配置两套主、后一体的电气量保护和一套非电量保护, 能够在几毫秒内切除主变各侧电流互感器之间的所有故障。在各侧母线上一般配置 1~2 套母线差动保护, 也可以在几毫秒内隔离母线故障, 不仅减少了对母线本身的损害, 而且也使流过主变的短路电流时间大大缩小, 避免了对它的进一步损害。线路上的各种故障按照整定要求进行动作, 一般近处故障为瞬时跳闸, 而远处故障由于短路电流较小, 对主变影响也较小, 不会造成大的损害。

1.2 110 kV 及以下变电所内主变、母线保护的配置情况

对于 110 kV 及以下电压等级的降压变电所, 主变一般配置一套主、后分开的电气量保护和一套非电量保护, 也能够几毫秒内切除主变各侧电流互感器之间的所有故障。而由于变电所低压母线故障对系统的稳定运行的影响不大, 为减小设备安装和

维护费用,除特殊情况外,一般不安装母线差动保护,母线发生故障时由主变后备保护动作切除。

在 110 kV 降压变电所中,高压母线故障时短路电流不经过主变,即使在低压侧有小容量电源,也会在较短的时间内由解列装置解开,不会造成故障扩大,对主变基本没有影响。

当低压母线发生带地线合闸或检修缺陷导致的相间短路等情况时,按照目前的保护配置和整定原则,将不能快速隔离故障,导致短路电流长时间流过主变两侧线圈,强大的短路电流产生的电动力和高温在烧毁母线的同时,也给主变带来极大的损害。

主变差动保护范围是三侧电流互感器之间,由于不需要与其他保护配合,因此整定动作时间是 0 s,而低压侧后备保护动作时间与对应的母分和线路保护配合,动作时间一般整定在 1.5 s 以上(具体配合见图 1),而这个时间已经远远超过主变的承受能力。

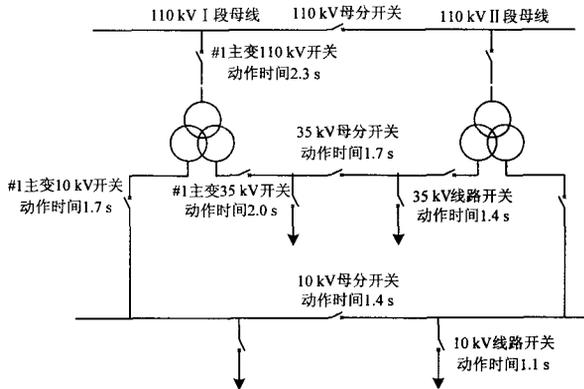


图 1 110 kV 主变保护时间配合图

Fig.1 Protective time of 110 kV main transformer

2 减小主变保护动作时间的方法

从上面分析可以清楚地知道降低变电所低压母线故障对主变损害的关键是缩短主变低侧后备保护动作的时间,但为满足主变与线路保护之间的选择性,时间已经不可能进一步压缩,因此需要通过其他途径来解决这个问题。

2.1 更改保护定值

为保证对变电所低压侧母线冲电时主变保护的快速性和选择性,一般采用缩短主变后备保护动作时间的方法进行冲击。在这种运行方式下,要求在主变开关冲击前先由检修人员更改定值,冲击完成后拉开断路器,将定值改回主变正常运行定值。

这种方法虽能保证母线故障时主变快速动作,但其要求定值进行两次更改,断路器重复停役,操

作繁琐,耗费大量精力,容易发生遗漏,一旦发生故障将引起更严重的后果。

2.2 增加保护段数

根据母线故障的特点,增加瞬时动作保护段,其定值可以大于所有线路保护的速断保护,同时时间也稍长,一般在 0.5 s 左右。但由于系统方式在实时变化,按照大方式下计算的数据极有可能在小方式下可能出现主变速断保护拒动的情况,甚至在大方式下由于配合原因也有很大的拒动几率,因此这个方案执行起来有较大的弊端。

2.3 增加母线速断保护逻辑

母线速断保护逻辑是指当变电所低压侧无电源时,可以由变压器低压侧后备保护中的电流元件作为启动元件,而母线上所有出线单元中瞬时动作的电流元件作为闭锁元件,一起构成母线速断保护。所有闭锁元件的出口触点并联后接入后备保护装置以闭锁启动元件。母线发生故障时,由于线路保护没有短路电流,所有闭锁元件均不动作,仅启动元件动作后,以小延时(如 0.3 s)跳开变压器低压侧断路器切除母线故障。母线外部出线单元上发生故障时,该出线单元的闭锁元件瞬时动作(为保证安全性,出线单元电流闭锁元件输入的闭锁信号展宽 2s),闭锁启动元件。保护原理见图 2。

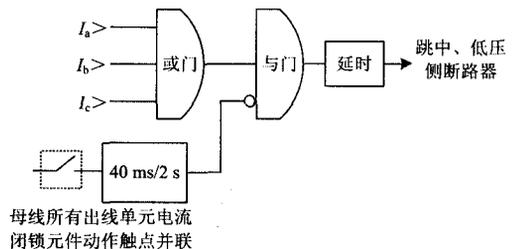


图 2 母线速断保护动作原理

Fig.2 Principle of bus quick disconnect protection operation

母线速断保护的启动元件和闭锁元件的电流定值都应避开最大负荷电流。由于变压器低压侧的负荷电流肯定大于任何一条出线的负荷电流,所以启动元件和闭锁元件的灵敏度能够得到配合,且对母线上各种故障有足够的灵敏度。

这种母线速断保护的优点是整定简单,不增加一次设备投资,没有差动保护的不平衡电流问题,对变电所低压母线,母线速断保护在灵敏性和快速性上可以满足要求。缺点是需要增加所有主变和线路保护的逻辑和增加相应的二次接线,相对而言可靠性降低;当变电所低压侧有电源时需要在线路保护增加方向元件,灵活性不足;同时在两台降压变压器低压侧并列运行时,母线速断保护无法区

分故障段母线, 相应两台变压器的两套母线速断保护均应退出, 对运行要求较高。

2.4 在主变低压侧保护内增加充电保护(手合加速)逻辑

按照母线检修后投入充电保护的要求或手合线路故障时保护加速动作的原理, 设置一种限时电流速断保护, 仅在手合操作时短时投入, 由开入引入开关把手合闸动作或利用开关位置触点, 并在手合或开关变位后经延时数秒, 在整组复归时间后退出(动作逻辑见图3)。

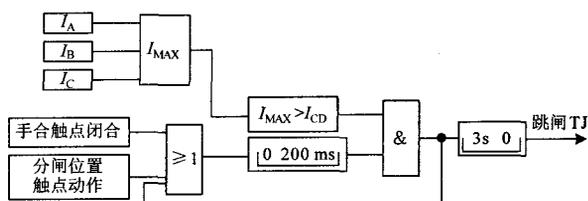


图3 充电(手合加速)保护动作逻辑

Fig.3 Logic of charging protection operation

具体要求为:

1) 对于变电所低压侧不接地系统, 采用相电流过流保护;

2) 跳闸位置与手合触点只要接一个开入即可起动充电保护;

3) 加速保护记忆时间为 3 s, 即在断路器由跳位变合位或手合触点动作的 3 s 时间内, 保护均能有效动作。

此方案不需要增加一次设备和外部接线的改动, 在对母线充电时不增加运行人员的工作量, 当出现带地线合闸和检修原因引起的短路故障后有较大的灵敏度, 能够以最快的速度切除故障, 保护整组复归后能够与变电所低压母线的母分保护和线路保护配合, 满足动作的选择性, 因此有较大的灵活性和可操作性。其不足之处是对正常运行情况下母线发生的故障不能快速动作, 但考虑到低压侧母线出现故障的概率, 因此可以不考虑这种情况。

由于此动作逻辑判据只判开关由合到分和手合触点, 动作时间又短, 因此需要考虑各种运行方式下的动作行为。

1) 主变低压开关充空母线。此时只有母线发生故障才有电流, 因此可以按主变低压后备保护的电流整定充电保护定值。

2) 主变开关充带所用变(电容器)的母线。为减少所用变或电容器的涌流影响, 可以采用带 200 ms 延时的方法防止保护误动。

3) 主变开关带单条母线负荷冲击。为防止电机

负荷启动时的影响和可能出现的谐振, 除需要采用带 200 ms 延时的方法外, 还应适当提高动作电流量, 但必须保证母线故障时有足够的灵敏度。

4) 主变开关带全所负荷冲击。此时要考虑的影响与第 3 点一致, 但程度要求更高, 需要统筹兼顾动作时间和定值的配合。

3 电网内运行情况与要求

目前电网内 110 kV 主变保护主要由南瑞继保、国电南自、北京四方、深圳南瑞等八家国内厂家生产, 其主变保护逻辑原理基本一致, 但在母线保护方面的配置却有较大差异, 其内部判据和动作逻辑也由于考虑方式和角度不同而各异, 其中大部分厂家的设备没有考虑这些情况。

由于各种类型的保护装置内部逻辑功能差别较大, 为保证调度和操作的统一性, 目前电网内 110 kV 变压器低后备保护一般不使用充电保护功能, 同时调度部门也没有具体使用要求。因此很有必要制定统一的逻辑程序, 在电网内试运行成熟后及时投入使用, 以确保电网的安全。

参考文献

- [1] 傅知兰. 电力系统电气设备选择与实用计算[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
FU Zhi-lan. Selection and Functional Calculation of Electronics Equipment in Power System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2004.
- [2] 国家电力调度中心. 电力系统继电保护典型故障分析[M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.
State Electric Power Dispatching Center. Typical Fault Analysis of the Relay Protection in Power System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2001.
- [3] 贺家李, 宋从矩. 电力系统继电保护原理(增订版)[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
HE Jia-li, SONG Cong-ju. The Principle of the Relay Protection in Power System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2004.
- [4] 王世阁, 钟洪壁. 电力变压器故障分析与技术改进[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
WANG Shi-ge, ZHONG Hong-bi. Fault Analysis and Technological Improvement of Power Transformer[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2004.

收稿日期: 2008-11-10; 修回日期: 2008-11-24

作者简介:

吴宏斌(1976-), 男, 本科, 工程师, 长期从事继电保护技术监督、检修维护和整定计算工作; E-mail:jhepwbb@163.com

陈国平(1961-)男, 本科, 高级工程师, 长期从事电网调度、运行技术管理工作。