

一起 10kV 线路故障越级跳闸分析与思考

王清华, 张自伟

(连云港供电公司, 江苏 连云港 222004)

摘 要: 本文详细分析了某变电站 10kV 出线故障, 断路器拒动, 引起主变高压侧开关越级跳闸事故原因, 对主变压器带有分支开关保护的的动作原理和过程进行了细致探讨, 对设计上存在的缺陷进行剖析, 并给出了改进方法, 为今后大容量变压器安装设计、保护配合提供了有益的参考。

关键词: 越级跳闸; 分支开关; 负荷分配

0 引言

变电运维人员若能正确分析变电站异常保护动作行为, 理顺相关保护动作关系, 可快速判断故障类型, 加快恢复送电速度, 同时可确认一、二次设备运行状况, 及时发现设计缺陷, 提高系统安全运行与设备健康稳定水平, 确保供电可靠性^{[1][2]}。

1 故障现象

11 月 24 日 16 时左右, 110kV 甲变电站 10kV II 段母线城润 12G 开关保护动作, 城润 12G 开关未分开, 甲变电站 2 号主变高压侧 712、2 号主变低压侧 102A、102B 开关分闸, 甲变电站的 2 号主变、10kV VII 段母线失电。

2 基本情况

2.1 运行方式介绍

如图 1 所示, 110kV 甲变电站为线变组, 配置 2 台主变, 其中 1 号主变容量为 31500kVA, 2010 年对 2 号主变及 10kV II 段母线进行了更换技改工作, 新换 2 号主变容量为 80000kVA, 主变低压侧额定电流为 4481A, 而可选用的主变 10kV 侧开关额定电流最大为 4000A, 因此 2 号主变低压侧配置了 102A、102B 两台开关, 额定电流均为 4000A, 且 2 台开关均运行于 10kV II 段母线上。甲变电站正常运方为: 110kV 1 号、2 号主变分别带 10kV I、II 段母线运行, 2 号主变 102A、102B 开关并列运行于 10kV II 段母线, 10kV 母联 110 开关热备用, 投 10V 母联备自投。

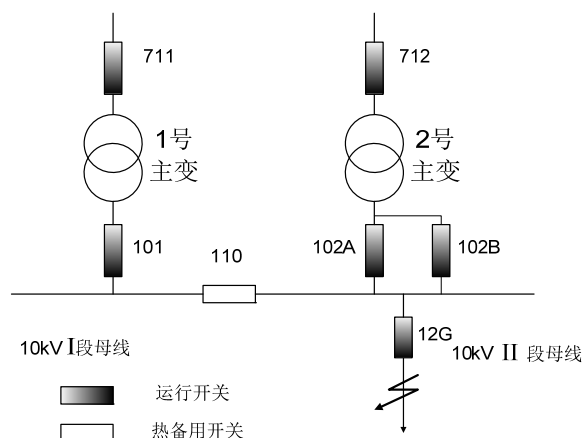


图 1 110kV 甲变电站主接线图

2.2 保护配置情况

2 号主变 102A 分支开关分别配置 DSA2324 型后备保护, 仅投低压侧后备复压过流 I 段。其中, 电流定值 6200A, 1.1s 跳 10kV 母联 110 开关, 1.4s 跳本侧 102A 开关。2 号主变 102B 分支开关保护配置同 102A 开关, 低后备复压过流第二时限跳本侧 102B 开关^[3]。

2 号主变高压侧配置 DSA2326 型高后备保护, 投复合电压过流 I 段, 电流定值 800A, 1.7s 跳 2 号主变高压侧 712 开关、2 号主变低压侧 102A、102B 开关。

甲站主变低压侧后备保护动作闭锁 10kV 母联备自投。

2.3 保护动作行为

事件发生后, 运维人员立即调阅相关保护保护动作信息。运维人员抄录城润 12G 开关保护动作为如下:

16: 27: 33: 842 限时电流速断 IC=76.93A

(一次电流 9231A)

16: 27: 33: 942 后加速动作 IC=76.93A

(一次电流 9231A)

16: 27: 34: 342 过电流保护动作 IC=76.93A

(一次电流 9231A)

16: 27: 35: 842 断路器失灵

运维人员抄录 2 号主变 10kV 一分支开关 102A 保护动作行为如下:

16: 27: 34: 867 复压过流 I.1 动作 IC=13.04A

(一次电流 6520A)

16: 27: 35: 167 复压过流 I.2 动作

2 号主变 10kV 二分支开关 102B 保护无保护动作信息。

运维人员抄录 2 号主变高后备保护保护动作行为如下:

16: 27: 35: 351 复压过流 I.1 动作 IA=8.07A

(一次电流 807A)

2 号主变差动保护、非电量保护无保护动作信息, 10kV 母联备自投无动作信息。

运维人员将抄录的保护动作信息汇报调度, 按照调度命令和相关规程进行事故处理。

3 故障分析判断

3.1 动作行为异常

经巡线发现, 在 10kV 城润 12G 出线发现故障点, 而城润 12G 开关拒动经试验确定原因为机械卡涩。因此, 这是一起典型的 10kV 出线故障而开关拒动引起的主变越级跳闸。

而查阅相关保护动作信息, 发现其中不免有些疑惑。甲站 10kV II 段母线上的出线故障开关拒动, 2 号主变 102A、102B 开关同时运行于 10kV II 段母线上。其中, 2 号主变 102A 分支开关低后备保护动作跳开 2 号主变 102A 开关, 而 2 号主变 102B 分支开关无任何保护动作信号, 最终依靠 2 号主变高压侧后备保护动作将 2 号主变 712 开关、低压侧 102B 开关跳开。

3.2 原因初探

经过仔细分析发现, 2 号主变低压侧 102A、102B 虽然都运行于 10kVII 段母线, 但 2 号主变 102B 分支开关在 10kV 开关室连接至 10kV II 段母线的铜排较长。因此, 2 号主变低压侧至 10kVII 段母线经 102A、102B 两分支开关并联连接, 但 102B 分支开

关的过渡电阻较大。

一般运方安排 2 号主变 102A 与 102B 开关并列运行: 从计量表计及后台测量读数发现, 2 号主变低压侧 102A 与 102B 开关连接至 10kV 母线过渡电阻电阻差别较大, 负荷电流多经 102A 开关流过。比如: 某正常运行时刻, 102A 三相电流分别为 625A、650A、637A, 102B 开关三相电流分别为 302A、306A、286A。而正是 102A、102B 两个分支开关电流分流不均导致 102B 分支开关低后备保护未能及时动作。

3.3 原因详解

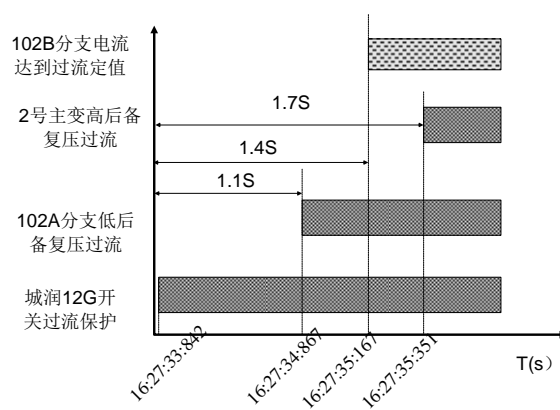


图 2 相关保护动作时序图

下面对本次故障及保护动作过程做一个分析:

城润 12G 出线短路故障点一次电流 9231A, 其中 2 号主变 102A 开关流过 6520A (低后备复压过流 I 段定值 6200A), 二者相差 2711A。由于 102A、102B 连接至 10kVII 段母线的过渡电阻差别, 流过 2 号主变 102B 开关短路电流应在 3000A 左右 (10kVII 段母线无故障母线正常负荷电流较小), 这与正常运方下, 两开关电流分配情况是对应的。此时, 2 号主变高压侧流过短路电流 807A, 已经达到 2 号主变高压侧后备复压过流 I 段定值 800A。

如图 2 所示, 故障发生初期, 城润 12G 过流保护动作, 开关拒动, 故障点未切除; 经过 1.1S, 即 16: 27: 34: 867 时刻, 2 号主变 102A 分支开关低后备复压过流 I 段第一时限动作跳 10kV 母联 110 开关 (10kV 母联 110 开关为热备用, 已分开); 又经过 0.3S, 即 16: 27: 35: 167 时刻, 102A 低后备复压过流 I 段第二时限跳开本侧 102A 开关; 此时, 流过 2 号主变 102B 开关短路电流仅 3kA 左右, 未达到复压过流 I 段定值, 无动作行为; 2 号主变 102A 开关分开后, 2 号主变低压侧短路电流全部流

过2号主变102B开关,且达到102B保护复压过流I段定值;而在16:27:35:351,2号主变高后备保护达到复压过流定值I段800A,且维持时间有1.7S,2号主变高后备同时跳开712开关、2号主变102A、102B开关;而2号主变102B分支开关低后备保护短路电流虽已达到定值,但故障点已被切除,故无动作行为。

总结原因:由于2号主变低压侧102A、102B开关到10kVII段母线过渡电阻差别较大,电流分配不均衡;在10kV II段母线出线故障且开关拒动或母线发生故障时,2号主变高后备保护将先于102B分支低后备保护动作将故障点隔离,2号主变同时受累停电。

4 解决对策

综上,2号主变高、低后备保护动作行为不仅使2号主变停电(停电范围扩大),还使保护动作行为复杂,不利于运行人员故障判断处理。为此,可采取以下以下解决方案:

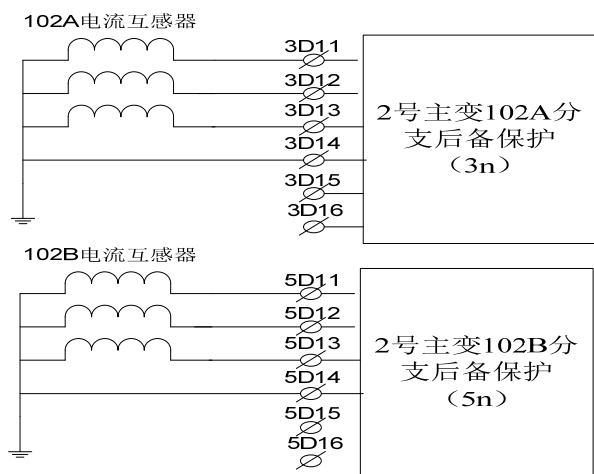


图3 改造两分支开关后备保护电流回路

①如图3所示,2号主变102A、102B两个分支开关后备保护电流分别引自各自流变。在这种配置方式下,2号主变102A、102B开关均接至10kVII段母线,发生10kVII段母线故障或出线故障开关拒动时,102A、102B两开关电流不平衡(102A开关分流较大,102B开关分流较小),致使102B开关的后备保护不能及时动作,无法切除故障,而主变高压侧后备保护越级动作跳闸,延长了故障切除时间,扩大了停电范围。若对2号主变102A、102B分支后备保护电流回路进行改造,如图4所示。102A、102B开关后备保护的电流引自102A、102B

开关和电流,保证了102A、102B开关后备保护均有灵敏度,分别跳开102A、102B开关,2号主变可继续运行。

缺点:电流回路接线比较复杂,连接点较多。

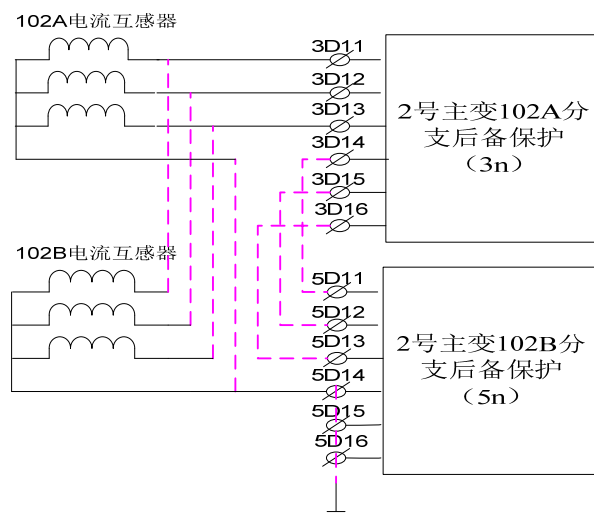


图4 改造后两分支开关后备电流回路

②测量2号主变低压侧102A、102B两台开关过渡电阻比值,根据过渡电阻比值,对两套主变低压侧后备保护定值重新整定,确保2号主变低压侧两台分支开关低后备保护具有相同的动作灵敏度。

缺点:102A、102B两台分支开关到10kV母线过渡电阻比值变化时,保护定值需要重新整定,适应性较差。

③对10kVII段母线进行改造。根据10kV II段母线负荷分配情况,将10kV II段母线分成10kV II、III段共两条母线,分别由2号主变低压侧102A、102B开关供电运行。这样不但有效控制两台开关的负荷电流,还可使2号主变高、低后备保护配合得当。但方案则需要对10kV II段母线分割,并增加一段10kV PT间隔,需要停电、增加一次设备。

缺点:需要对10kV母线设备切割,需要增加一个10kV PT间隔,成本较高;因分割后10kV II、III段母线之间无母联,当2号主变检修或发生故障,改造后的10kVIII段母线负荷将丢失。

④修改跳闸回路,使2号主变102A、102B开关后备保护中任一动作,都同时跳开102A、102B2个开关。需要修改保护装置二次出口回路,将一组备用跳闸出口引出至另一分支跳闸回路,并对出口矩阵定值做相应的修改。

缺点:二次跳闸回路非典型回路,接线比较复杂;保护装置出口矩阵须作修改并做整组联动试验。

⑤据统计, 2 号主变负荷率夏季最高为 63%, 2 号主变负荷不大(低压侧正常负荷电流小于 102A 额定电流 4000A), 可将运方安排为: 2 号主变 102A 开关运行, 102B 开关改为冷备用。

缺点: 当 2 号主变满负荷或过负荷运行时, 2 号主变低压侧开关额定电流将越限, 仍需要 2 号主变 102A、102B 开关并列运行。

对上述方案进行综合比较, 运维人员提出整改措施, 并被生技部门采纳。正常运方下, 2 号主变所带负荷不大, 采用方案⑤, 2 号主变 102A 开关运行, 102B 开关改为冷备用, 使 2 号主变高、低压侧后备保护满足配合要求。并尽快安排技改项目, 依据方案①对 2 号主变低压侧两分支开关后备保护进行图 4 所示改造。方案①仅对二次做相应修改就能弥补设计缺陷, 成本较小, 无需将跳闸回路复杂化, 综合效益较最好。

5 结束语

对一起 10kV 出线故障开关拒动引起越级跳闸的保护异常动作行为原因进行分析, 指出大容量

110kV 变压器低压侧配双分支开关设计上存在的问题, 并提供了切实可行的解决方案。希望相关阐述为今后类似问题的处理与相关大容量变压器设计提供一定的参考。

参考文献:

- [1] 张保会 尹项根. 电力系统继电保护 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [2] 张全元. 变电运行现场技术问答 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2009.
- [3] 国电南瑞科技股份有限公司.DSA2000-3 系列保护测控装置技术说明书 [Z]. 南京: 国电南瑞科技硅粉有限公司, 2010.

作者简介:

王清华(1965—)男, 江苏赣榆人, 大学本科, 工程师, 从事变电运维管理、继电保护方面研究工作, E-mail: lgdwqh@163.com;

张自伟(1985—)男, 江苏赣榆人, 工学硕士, 工程师, 从事变电运行工作。