

基于有限交叠多分区的站域后备保护方案

马 静,史宇欣,马 伟,王增平

(华北电力大学 新能源电力系统国家重点实验室,北京 102206)

摘要: 站域保护可方便获取站内电气量,因此提出一种基于有限交叠多分区的站域后备保护方案。根据作用域范围将站域划分为母线-线路融合区、母线-变压器融合区、多元件协同融合区 3 类有限交叠分区。根据各分区可能出现的故障情况,设计了每个分区的动作方案。当站域范围内发生故障且主保护拒动时,通过不同的有限交叠分区之间的协调配合,可选择性地快速隔离故障。实际变电站故障案例分析结果表明,该方案解决了传统阶段式后备保护动作时限长的问题,有效改善了高中低压元件的后备保护性能,简单灵活、可靠性高。
关键词: 继电保护;有限交叠;多分区;站域保护;故障分析;后备保护

中图分类号: TM 77

文献标识码: A

DOI: 10.16081/j.issn.1006-6047.2015.01.015

0 引言

变电站传统保护仅能获取本地单间隔或局部信息,这造成保护无法同时兼顾选择性、速动性和灵敏性,且愈加不能满足复杂电网对保护提出的更高要求^[1-2]。同时,随着计算机、通信技术的不断进步,获取全站信息^[3-4]实现站域保护已成为可能,研究站域保护对保证电网安全稳定运行具有重要意义^[5-6]。

目前,站域保护主要有集中式和分布式 2 种方案^[7]。集中式站域保护^[8-9]是将所有信息集中到一个主站系统,对信息进行集中处理。文献^[10]对变电站各类主设备故障进行了电气量特征分析之后,基于差动原理,利用站域冗余信息构建了保护判据,提出了一套面向变电站的站域保护方案。文献^[11]提出了一种基于站域方向信息矩阵的故障定位算法,利用站内各元件的方向信息构造可以反映拓扑关

系的方向信息矩阵,按照设定的逻辑关系,判断故障位置。另一方面,分布式站域保护^[12-14]主要针对分布式母线;文献^[15]基于 IEC61850 标准,提出了一种基于多 Agent 的分布式母线保护的原理及结构,并设计了具体实现的技术方案;文献^[16]改进了智能变电站下母线差动保护整定方式,针对母线故障有电流流出的问题,提出了一种新的制动判据,提高了母线差动保护的可靠性及灵敏性。

集中式站域保护的决策中心能够获取更多信息,从全站的层面定位故障,简化了保护在动作时间上的配合关系,并能提高保护的选择性和可靠性。基于此,本文采取集中式站域保护,提出了一种基于有限交叠多分区的站域保护方案。该方案完全独立于现有的保护,首先按照作用域范围定义了 3 类有限交叠分区,并根据各分区可能出现的故障情况进行分析,设计了每个分区的动作方案;当站域范围发生故障且主保护不动作时,通过 3 类有限交叠分区之间的协调配合,有选择性地快速隔离故障。实际变电站故障案例分析结果表明,该方案有效地改善了高中低压元件的后备保护性能,解决了传统阶段式后备保护难以配合且动作延时长等问题,简单可靠,易于实现。

1 站域分区

以典型变电站及相邻连接线路为例,见图 1,变压器三侧电压等级分别为 220 kV、110 kV、35 kV;站内母线为 M_{03} 、 M_{04} 、 M_{07} 、 M_{08} 、 M_{11} 、 M_{12} ,通过线路 L_1 — L_8 与相邻变电站连接;Load₁—Load₃ 为等值负荷; G_1 — G_8 为等值电源; B_{01} — B_{33} 为断路器。按照作用域范围划分为以下 3 类有限交叠分区:母线-线路融合区、母线-变压器融合区、多元件协同融合区。以图 1 为例,说明各区域划分原则。

a. 为使站内任一断路器至少被某一区域包含,3 类有限交叠分区均包含 2 个及以上元件,母线-线路融合区包括本站出线及相连的本站母线,如线路 L_1 的

收稿日期:2014-01-18;修回日期:2014-11-13

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973 计划)项目(2012-CB215200);国家自然科学基金资助项目(51277193);中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(2014ZZD02);教育部留学回国人员科研启动基金资助项目(教外司留[2011]1139);中国电机工程学会电力青年科技创新项目(电机学[2012]46号);国家电网公司资助项目(PD71-13-031);河北省自然科学基金资助项目(E2012502034);北京市科技新星支持计划(Z141-101001814012);北京市优秀人才支持计划(2013B009005000-001);霍英东教育基金资助项目(141057)

Project supported by the National Basic Research Program of China (973 Program) (2012CB215200), the National Natural Science Foundation of China (51277193), the Fundamental Research Funds for the Central Universities (2014ZZD02), the Scientific Research Foundation for the Returned Overseas Chinese Scholars of State Education Ministry ([2011]1139), the Electric Power Youth Science and Technology Creativity Foundation of CSEE ([2012]46), Program of State Grid Corporation of China (PD71-13-031), Hebei Natural Science Foundation (E2012502034), Beijing Support Program for Science and Technology Nova (Z141101001814012), Support Program for the Excellent Talents in Beijing City (2013B009005000001) and the Fund of Fok Ying Tung Education Foundation (141057)

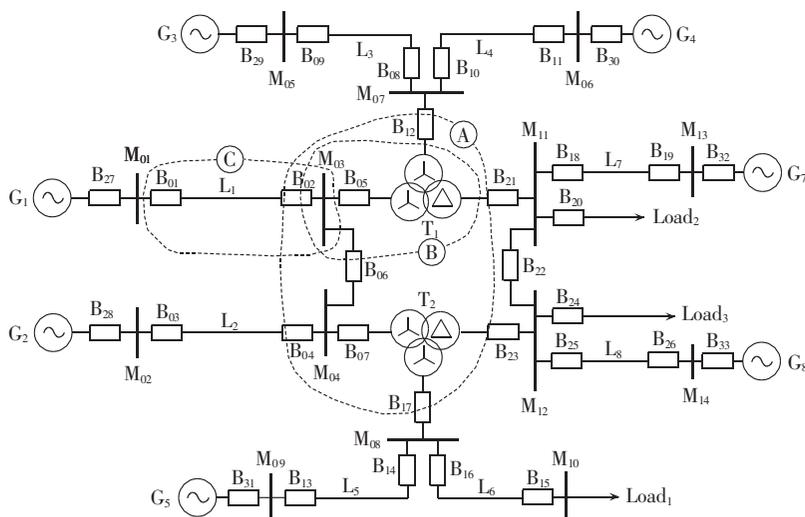


图 1 典型变电站及相邻电网接线示意图

Fig.1 Typical connection between substation and adjacent network

母线-线路融合区包含线路 L_1 和母线 M_{03} , 该区域由边界断路器 B_{01} 、 B_{05} 、 B_{06} 构成, 如图 1 中区域 C 所示。

b. 母线-变压器融合区包括本站 1 台变压器及相连的 1 条母线, 如变压器 T_1 的高压侧母线-变压器融合区包含变压器 T_1 以及母线 M_{02} , 该区域由边界断路器 B_{02} 、 B_{21} 、 B_{12} 构成, B_{06} 为断开状态, 不计入边界断路器, 如图 1 中区域 B 所示, 此时分段断路器为断开状态或者该电压等级侧没有分段断路器。

c. 当分段断路器为闭合状态时, 依据母线-变压器融合区的保护范围, 分段断路器 B_{06} 为其边界断路器 (不在该区域中), 同时分段断路器 B_{06} 也为母线-线路融合区的边界断路器 (不在该区域中)。由于边界断路器未包含在 2 个区域中, 不满足分区原则, 因此设计了多元件协同融合区, 覆盖 2 个同电压等级的母线-变压器融合区, 包括站内的 2 台变压器以及电压等级相同的 2 条对应母线, 如高压侧站域多元件协同融合区包含变压器 T_1 、 T_2 以及母线 M_{03} 、 M_{04} , 区域由边界断路器 B_{02} 、 B_{04} 、 B_{17} 、 B_{23} 、 B_{21} 、 B_{12} 共同构成, 如图 1 中区域 A 所示。多元件协同融合区动作跳开其区域内的分段断路器后, 将形成 2 个母线-变压器融合区。

按照上述区域划分原则, 在图 1 所示的变电站中, 共有 2 个多元件协同融合区 (记为 A_1 、 A_2), 各区命名及其所保护对象、边界断路器编号见表 1; 共有 6 个母线-变压器融合区 (记为 B_1 — B_6), 各区命名及所保护对象、边界断路器编号见表 2。母线-线路融合区数目同线路数目, 对应所保护线路编号分别命名为 C_1 、 C_2 、 \dots 、 C_8 。站域后备保护方案整体流程图如图 2 所示, 该方案由母线-线路融合区、母线-变压器融合区、多元件协同融合区 3 个部分组成, 依据融合区边界断路器对应的电流所构成的差动是否满足启动条件, 判断融合区是否启动。方案中包含 t_1 、 t_2 2 个延时, t_1 取后备保护动作时间 0.5 s, t_2 比 t_1 增

表 1 多元件协同融合区保护对象、边界断路器编号

Table 1 Numbering of protection objects and boundary breakers in multi-component integration division

多元件协同融合区	保护对象	边界断路器编号
A_1	T_1 、 T_2 、 M_{03} 、 M_{04}	B_{02} 、 B_{04} 、 B_{12} 、 B_{17} 、 B_{21} 、 B_{23}
A_2	T_1 、 T_2 、 M_{11} 、 M_{12}	B_{05} 、 B_{07} 、 B_{12} 、 B_{17} 、 B_{18} 、 B_{20} 、 B_{24} 、 B_{25}

表 2 母线-变压器融合区保护对象、边界断路器编号

Table 2 Numbering of protection objects and boundary breakers in bus-transformer integration division

母线-变压器融合区	保护对象	边界断路器编号
B_1	T_1 、 M_{03}	B_{02} 、 B_{12} 、 B_{21}
B_2	T_1 、 M_{07}	B_{05} 、 B_{08} 、 B_{10} 、 B_{21}
B_3	T_1 、 M_{11}	B_{05} 、 B_{12} 、 B_{18} 、 B_{20}
B_4	T_2 、 M_{04}	B_{04} 、 B_{17} 、 B_{23}
B_5	T_2 、 M_{08}	B_{07} 、 B_{14} 、 B_{16} 、 B_{23}
B_6	T_2 、 M_{12}	B_{07} 、 B_{17} 、 B_{24} 、 B_{25}

加时限 Δt , t_2 取 1.0 s。由图 2 可知, 该保护方案中站域多元件协同融合区保护范围包含母线-变压器融合区的保护范围, 同时, 母线-变压器融合区与母线-线路融合区的保护范围有交叠, 利用这些区域之间的包含关系及交叠关系, 切除站域范围内故障元件。

1.1 母线-线路融合区动作分析及方案

母线-线路融合区 C_1 见图 3, C_1 启动说明故障可能发生在母线 M_{03} 或线路 L_1 上。若母线 M_{03} 故障, 则跳开断路器 B_{02} 、 B_{05} 、 B_{06} ; 若线路 L_1 故障, 则跳开断路器 B_{01} 、 B_{02} 。但无论母线 M_{03} 还是线路 L_1 故障, 均需跳开断路器 B_{02} , 若 B_{02} 跳开, 线路 L_1 已不能向变电站供电, 且该站也不能通过线路 L_1 向外送电, 即使是母线故障, 跳开 B_{01} 也不会造成影响。因此, 母线-线路融合区动作, 达到延时 t_1 跳开其区域内线路两侧断路器。这种情况下, 若是线路故障, 则切除故障, 若是母线故障, 则跳开其中 1 个母线关联断路器。

1.2 母线-变压器融合区动作分析及方案

母线-变压器融合区 B_1 如图 4 所示, 此时分段断

路器 B_{06} 为断开状态。 B_1 启动说明故障可能发生在母线 M_{03} 、变压器 T_1 上。若母线 M_{03} 故障,则跳开断路器 B_{02} 、 B_{05} ;若变压器 T_1 故障,则跳开断路器 B_{05} 、 B_{12} 、 B_{21} 。无论是母线 M_{03} 还是变压器 T_1 故障,均需跳开断路器 B_{05} 。若变压器故障跳开 B_{02} ,或母线故障跳开 B_{12} 、 B_{21} ,均扩大了故障切除范围,因此母线-变压器融合区动作,达到延时 t_1 先跳开其区域内母线-变压器关联断路器,再通过各区域的配合后可以有效切除故障,在第 2 节中将对对其进行具体分析。

1.3 站域多元件协同融合区动作分析及方案

站域多元件协同融合区 A_1 如图 5 所示,此时分段断路器为闭合状态。若 A_1 启动,说明故障可能发

生在变压器 T_1 、 T_2 或者母线 M_{02} 、 M_{04} 上。若任一母线故障,均需跳开 B_{06} ;若变压器故障,则需跳开变压器三侧断路器。若跳开 B_{06} ,则切断了故障变压器三侧电源负荷与非故障变压器的联系,虽有一定的影响,但是避免了非故障变压器严重过负荷。另外,站域保护也有就地备自投等功能,在这种情况下,与跳开 B_{06} 的影响相比,变压器故障而保护拒动将带来更为严重的问题。因此,站域多元件协同融合区动作,达到 t_1 延时后跳开站域多元件协同融合区内的分段断路器。

图 5 中, A_1 动作跳开 B_{06} 之后,形成 2 个母线-变压器融合区 B_1 、 B_4 ,然后按照母线-变压器融合区的

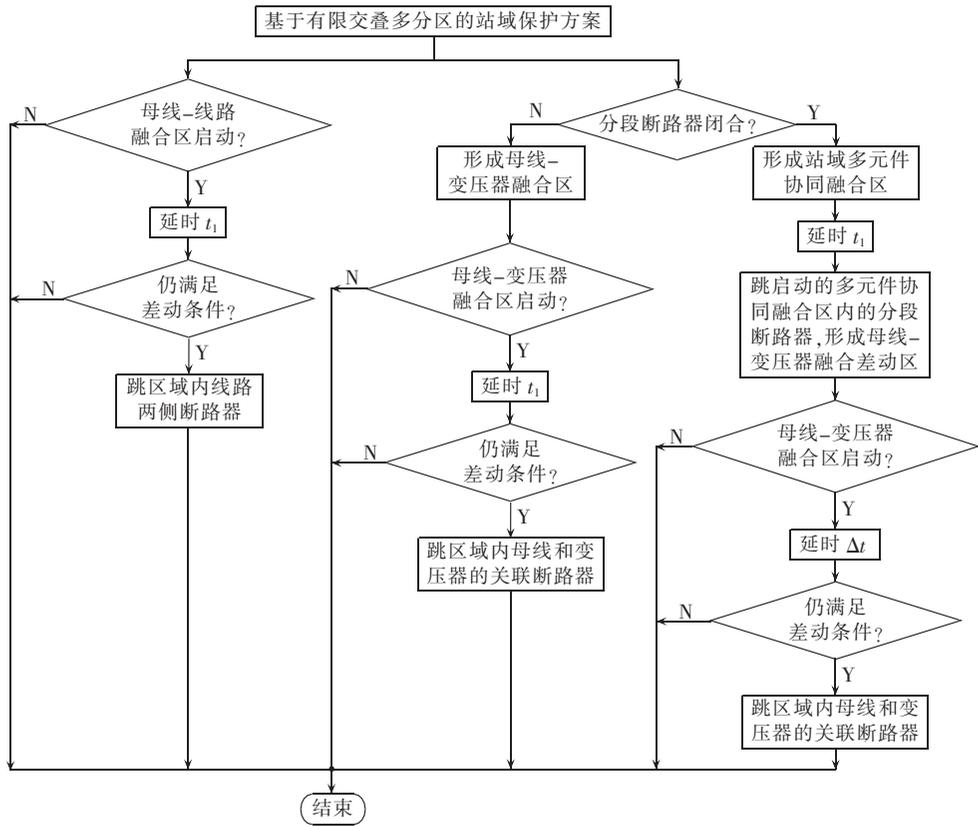


图 2 站域保护方案流程图

Fig.2 Flowchart of proposed substation protection

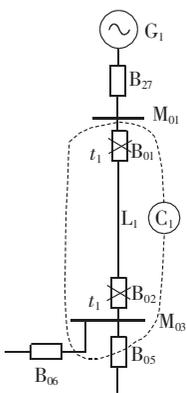


图 3 母线-线路融合区 C_1

Fig.3 Bus-line integration division C_1

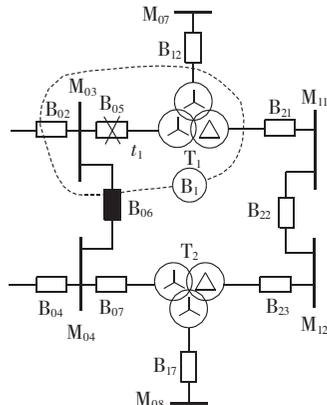


图 4 母线-变压器融合区 B_1

Fig.4 Bus-transformer integration division B_1

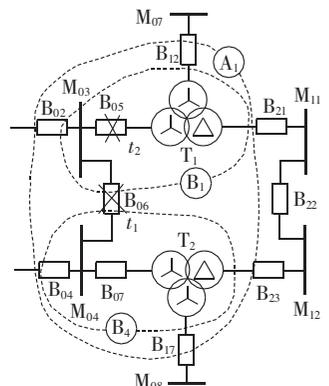


图 5 多元件协同融合区 A_1

Fig.5 Multi-component integration division A_1

动作方案,原有的站域多元件协同融合区分为 2 个母线-变压器融合区,二者各自判断本区域是否满足启动条件,若满足,则经延时 Δt 即达到 $t_2(t_2 = t_1 + \Delta t)$ 延时后,跳开该区域内的母线-变压器关联断路器。

2 典型故障案例

2.1 变压器故障

a. 分段断路器均断开。若变压器 T_1 故障,且变压器主保护拒动,未将变压器故障切除,见图 6。

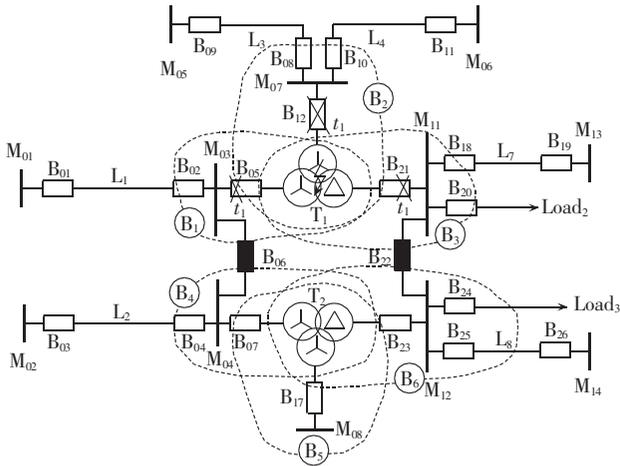


图 6 变压器主保护拒动且分段断路器均为断开状态下,所提方案的动作情况

Fig.6 Actions of proposed scheme when main transformer protection refuses to act and both segment breakers are open

设高压分段断路器 B_{06} 和低压分段断路器 B_{22} 均处于断开状态,此时形成母线-变压器融合区 B_1 — B_6 ,其中, B_1 、 B_2 、 B_3 这 3 个启动的融合区在达到 t_1 延时后,跳开 B_1 区内的母线-变压器关联断路器 B_{05} 、 B_2 区内的母线-变压器关联断路器 B_{12} 以及 B_3 区内的母线-变压器关联断路器 B_{21} 。最终在 t_1 延时后将变压器故障切除,未扩大故障切除范围。

b. 分段断路器不全是断开状态。若 2 个分段断路器并不全是断开状态,设高压分段断路器 B_{06} 处于闭合状态,低压分段断路器 B_{22} 处于断开状态,如图 7 所示,此时形成站域多元件协同融合区 A_1 以及母线-变压器融合区 B_2 — B_6 。其中, A_1 、 B_2 、 B_3 这 3 个区域启动,在达到 t_1 延时后,跳开 A_1 区内的分段断路器 B_{06} 、 B_2 区内的母线-变压器关联断路器 B_{12} 以及 B_3 区内的母线-变压器关联断路器 B_{21} ,然后区域 A_1 分为 2 个母线-变压器融合区 B_1 、 B_4 ,再经过 Δt 延时, B_1 动作跳开区内的母线-变压器关联断路器 B_{05} ,最终在 t_2 延时后将变压器故障切除。若 2 个分段断路器均处于闭合状态,则低压侧也将先形成站域多元件协同融合区 A_2 ,其动作情况类似 A_1 ,最终在 t_2 延时后将变压器故障切除。

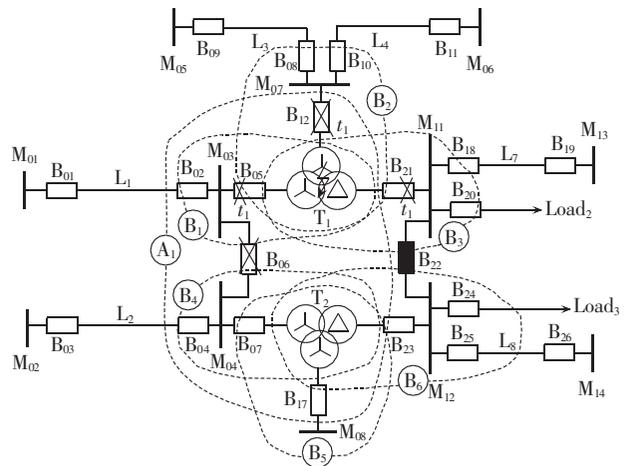


图 7 变压器主保护拒动且部分分段断路器为闭合状态下,所提方案的动作情况

Fig.7 Actions of proposed scheme when main transformer protection refuses to act and partial segment breakers are closed

2.2 母线故障

a. 分段断路器为断开状态。

若母线 M_{03} 故障,而其对应的母线主保护拒动,未将母线故障切除,如图 8 所示。分析站内故障母线侧融合区,设与故障母线相连的分段断路器 B_{06} 处于断开状态,此时形成母线-变压器融合区 B_1 、 B_4 ,在达到 t_1 延时后, B_1 区动作跳开 B_{05} ,同时母线-线路融合区 C_1 跳开区内线路两侧断路器 B_{01} 、 B_{02} ,最终在 t_1 延时后将母线 M_{03} 的故障切除,跳开的 B_{01} 并未扩大故障切除范围。

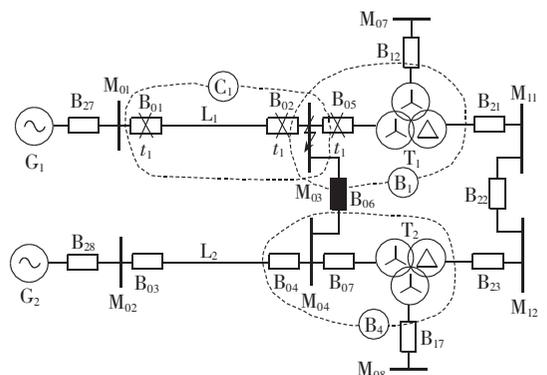


图 8 母线主保护拒动且分段断路器均为断开状态下,所提方案的动作情况

Fig.8 Actions of proposed scheme when main bus protection refuses to act and both segment breakers are open

b. 分段断路器为闭合状态。

设与故障母线相连的分段断路器 B_{06} 处于闭合状态,如图 9 所示,此时形成站域多元件协同融合区 A_1 ,在达到 t_1 延时后,跳开 A_1 区内的分段断路器 B_{06} ,同时母线-线路融合区 C_1 将跳开区内线路两侧断路器 B_{01} 、 B_{02} ,然后 A_1 分为 2 个母线-变压器融合区 B_1 、 B_4 ,再经过 Δt 延时, B_1 区动作跳开区内的母线-变

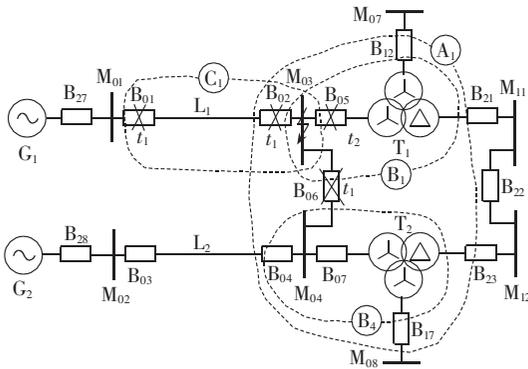


图 9 母线主保护拒动且分段断路器均为闭合状态情况下,所提方案的动作情况

Fig.9 Actions of proposed scheme when main bus protection refuses to act and both segment breakers are closed

器关联断路器 B_{05} ,最终在 t_2 延时后将母线故障切除,跳开 B_{01} 并未扩大故障切除范围。

2.3 线路故障

如图 10 所示,若线路 L_1 发生故障,而其主保护拒动,此时仅母线-线路融合区 C_1 启动,在达到 t_1 延时后, C_1 跳开区内线路 L_1 两侧断路器 B_{01} 、 B_{02} ,最终在 t_1 延时后将线路故障切除,未扩大故障切除范围。

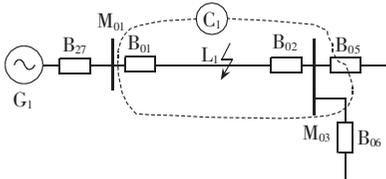


图 10 线路主保护拒动时所提方案的动作情况

Fig.10 Actions of proposed scheme when main line protection refuses to act

若母线上有多条线路,此时其中 1 条线路故障,仅该故障线路所在母线-线路融合区启动,跳开区内线路两侧断路器,将故障切除。

3 方案性能分析

本方案是一套完全独立于现有保护的站域保护方案,从信息的采集到数据的处理,到最后的出口跳闸,均与现有主保护完全独立,不依赖于主保护的信息,且出口跳闸的延时长于主保护。因此本方案的分析是基于主保护未能切除故障的情况,是主保护拒动时的有效补充,同时提升了后备保护的性能。

a. 传统后备保护配置中,中低压元件的后备保护通常为阶段式过电流保护,高压元件的后备保护通常为距离保护;本文利用站域后备保护可直接获取多处电气量的特点,采取基于电流差动原理的保护作为后备保护,简化了后备保护整定困难、配合复杂的问题,同时,更加保证了保护的选择性。

b. 传统后备保护采取阶段式配合方式,其动作时限往往较长。以图 1 所示电网为例,若采取传统电

流后备保护,线路 L_7 的近后备保护动作时限最短为 0.5 s,远后备保护动作时限最短为 1.0 s,变压器的近后备保护动作时限最短为 1.0 s。实际中,由于出线有多级线路,后备保护动作时限往往要达到 1.5 s 及以上,甚至 3 s。本文的站域保护方案中,线路故障的动作时限为 0.5 s,变压器和母线故障的最长动作时限为 1.0 s,保证了保护的速动性。

4 结论

本文提出了一套基于有限交叠多分区的区域后备保护方案,该方案具有以下特点:

a. 按作用域范围划分了 3 类有限交叠分区,各区域保护范围交叠覆盖,可在最小范围内有选择性地切除故障;

b. 相比于传统的后备保护,显著提高了中低压元件的后备保护性能,有效改善了高压元件的后备保护性能,方案可靠易行;

c. 作为主保护拒动时的有效补充,解决了传统阶段式后备保护动作时限长的问题,保证了动作的速动性。

参考文献:

- [1] 曹润彬,董新洲,王宾,等. 数字化集成保护控制系统的实现方案[J]. 电力自动化设备,2014,34(5):149-155.
CAO Runbin,DONG Xinzhou,WANG Bin,et al. Implementation of digital integrated protection and control system[J]. Electric Power Automation Equipment,2014,34(5):149-155.
- [2] 姚创,李永丽,张卫正,等. 变压器后备保护拒动原因分析与改进[J]. 电网技术,2014,38(1):248-254.
YAO Chuang,LI Yongli,ZHANG Weizheng,et al. Analysis and improvement on mal-operation of transformer backup protection[J]. Power System Technology,2014,38(1):248-254.
- [3] 赵家庆,钱科军,俞瑜,等. 智能变电站采样值组网分布式同步技术及应用[J]. 电力自动化设备,2014,34(9):154-158.
ZHAO Jiaqing,QIAN Kejun,YU Yu,et al. Distributed synchronization technology of smart substation SV network and its application[J]. Electric Power Automation Equipment,2014,34(9):154-158.
- [4] 李广华. 数字化变电站组网技术[J]. 电力自动化设备,2013,33(2):142-146.
LI Guanghua. Digital substation networking technologies[J]. Electric Power Automation Equipment,2013,33(2):142-146.
- [5] ZHU L,SHI D,DUAN X. Evidence theory-based fake measurement identification and fault-tolerant protection in digital substations[J]. IET Generation Transmission & Distribution,2011,5(1):119-126.
- [6] 孔令号,焦彦军,戴志辉. 基于灰色关联度的站域保护原理[J]. 电网技术,2014,38(8):2274-2279.
KONG Linghao,JIAO Yanjun,DAI Zhihui. A new substation area protection principle based on gray correlation degree[J]. Power System Technology,2014,38(8):2274-2279.
- [7] 陈磊,张侃君,夏勇军,等. 智能变电站站域后备保护研究综述[J]. 华东电力,2013,41(5):947-952.

- CHEN Lei,ZHANG Kanjun,XIA Yongjun,et al. Research overview of substation area protection in intelligent substation[J]. East China Electric Power,2013,41(5):947-952.
- [8] 刘东超,王开宇,胡绍刚,等. 基于数字化变电站的集中式保护[J]. 电力自动化设备,2012,32(4):117-121,128.
- LIU Dongchao,WANG Kaiyu,HU Shaogang,et al. Integrated protection based on intelligent substation[J]. Electric Power Automation Equipment,2012,32(4):117-121,128.
- [9] 鲍凯鹏,吕航,张绍纯,等. 集中式保护测控系统中母线保护同步方案[J]. 电力自动化设备,2013,33(1):165-169.
- BAO Kaipeng,LÜ Hang,ZHANG Shaochun,et al. Synchronization scheme of busbar protection for integrated protection and measuring system[J]. Electric Power Automation Equipment,2013,33(1):165-169.
- [10] 周泽昕,王兴国,杜丁香,等. 一种基于电流差动原理的变电站后备保护[J]. 电网技术,2013,37(4):1113-1120.
- ZHOU Zexin,WANG Xingguo,DU Dingxiang,et al. A substation backup protection based on current differential protective principle[J]. Power System Technology,2013,37(4):1113-1120.
- [11] 胡忠山. 基于站域信息的继电保护组网方案研究[D]. 北京:华北电力大学,2012.
- HU Zhongshan. Research on power system protection scheme based on substation area information[D]. Beijing:North China Electric Power University,2012.
- [12] 邹贵彬,王晓刚,高厚磊,等. 新型数字化变电站分布式母线保护[J]. 电力自动化设备,2010,30(11):94-97.
- ZOU Guibin,WANG Xiaogang,GAO Houlei,et al. Distributed busbar protection of digital substation[J]. Electric Power Automation Equipment,2010,30(11):94-97.
- [13] 蔡小玲,王礼伟,林传伟,等. 基于智能变电站的站域保护原理和实现[J]. 电力系统及其自动化学报,2012,24(6):128-133.
- CAI Xiaoling,WANG Liwei,LIN Chuanwei,et al. Principle and realization of substation-area protection based on smart substation [J]. Proceedings of the CSU-EPSA,2012,24(6):128-133.
- [14] 唐治国,汪思满,康丰,等. 多级级联分布式母线保护方案[J]. 电力自动化设备,2012,32(11):136-141.
- TANG Zhiguo,WANG Siman,KANG Feng,et al. Multilevel cascading solution for distributed busbar protection[J]. Electric Power Automation Equipment,2012,32(11):136-141.
- [15] 徐良骏. 基于多 Agent 的分布式母线保护在数字化变电站中的应用研究[D]. 上海:上海交通大学,2011.
- XU Liangjun. Applied research for distributed bus protection based on multi-Agent system in digital substation[D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University,2011.
- [16] 孙伟兵. 面向智能变电站的分布式母线保护研究[D]. 济南:山东大学,2012.
- SUN Weibing. Research on distributed bus protection in smart substation[D]. Ji'nan:Shandong University,2012.

作者简介:



马 静

马 静(1981—),男,山西阳泉人,副教授,博士后,研究方向为电力系统保护、稳定与控制(E-mail:hdmajing@aliyun.com);

史宇欣(1990—),女,山西运城人,硕士研究生,主要从事电力系统继电保护等方面的研究工作;

马 伟(1990—),男,甘肃平凉人,硕士研究生,主要从事电力系统继电保护等方面的

研究工作;

王增平(1964—),男,河北辛集人,教授,博士研究生导师,博士,研究方向为电力系统自动化、继电保护、变电站综合自动化。

Substation backup protection scheme based on multiple limitedly overlapped divisions

MA Jing,SHI Yuxin,MA Wei,WANG Zengping

(State Key Laboratory for Alternate Electrical Power System with Renewable Energy Sources, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: Since the electrical variables of substation can be easily obtained, a substation backup protection scheme based on multiple limitedly overlapped divisions is proposed, which divides the substation zone into multiple integration divisions based on three types: bus-line, bus-transformer and multi-component. Operation schemes are designed for each division according to its probable faults. When an in-zone fault occurs while the main protection does not act properly, the fault can still be isolated selectively and quickly by the coordinated actions among multiple divisions. The case analysis of an actual substation fault shows that, compared to traditional multi-stage backup protection, the proposed simple scheme has shorter time-limit and higher reliability, which effectively improves the performance of backup protections for HV and MV components.

Key words: relay protection; limited overlapping; multi-division; substation protection; failure analysis; backup protection