

备自投组在 110 kV 扩大外桥和 10 kV 单母IV分段 主接线变电站中的应用

吕浩, 何胜利, 龚志辉

(国网南京自动化研究院, 江苏 南京 210003)

摘要: 通过对 110 kV 扩大外桥和 10 kV 单母IV分段的接线方式下主要运行方式的分析, 给出了在 110 kV 侧和 10 kV 侧各配置两个备自投来实现全站备自投的方案。110 kV 备自投除了考虑两条进线互为备用的逻辑外, 还考虑了主变区内故障时备自投的动作逻辑, 同时通过 110 kV 备自投动作逻辑直接动作于部分 10 kV 侧开关, 大大缩短了 10 kV 侧的停电时间; 10 kV 侧桥备自投逻辑在动作时, 考虑了各台主变过负荷的情况, 一旦预测到动作后主变会出现过负荷, 则备自投放电, 防止在备自投动作后出现主变过负荷而造成事故的扩大化。

关键词: 备自投组; 扩大外桥; 单母IV分段; 主变区内故障; 主变过负荷; 均分负荷压板

Application of back-up switching equipments in 110 kV enlarged external bridge and 10 kV single busbar with IV segments connection substation

Lü Hao, HE Sheng-li, GONG Zhi-hui

(Nanjing Automation Research Institute, Nanjing 210003, China)

Abstract: Through the analysis of main operation modes in 110kV enlarged external bridge and 10kV single busbar with IV segments, this paper presents a solution in substation by layouting two back-up switching equipments in every 110kV side and 10kV side. 110kV back-up switching equipments consider except mutual spares in two lines, but also the logic of transformer internal faults. Meanwhile, By acting on partial 10kV switches, it cuts down the power failure time of 10kV side largely. 10kV back-up switching equipments consider overload among several transformers. If forecasting the transformer overload while 10kV back-up switching equipments act, they will discharge. By this way, further failure resulted by the transformer overload after back-up switching equipments acted can be avoided.

Key words: back-up switching equipments; enlarging external bridge; single busbar with IV segments; transformer internal faults; transformer overload; equal division load holddown

中图分类号: TM762.1 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)05-0081-03

0 引言

110 kV 外桥接线, 10 kV 单母分段接线是 110 kV 终端变电站的典型接线^[1]。近年来, 随着用电负荷的增加和负荷的日益集中, 越来越多的变电站的负荷趋于饱和, 因而必须对这些变电站进行增容。增加一台主变, 110 kV 侧变成扩大外桥形式, 10 kV 侧变成单母IV分段形式的方案由于满足了 N-1 原则, 供电可靠性高, 运行方式灵活而得到了广泛应用。增容后的主接线如图 1 所示。在这种主接线下, 传统备自投的配置方案和备自投逻辑已经无法满足现场运行方式的需要^[2, 3], 因此, 本文通过完善备自投的配置方案和优化备自投的逻辑来实现

该主接线方式下 110 kV 和 10 kV 的备自投。

1 运行方式分析

备自投逻辑和运行方式是密切相关的^[4], 只有在了解了变电站主要的运行方式后, 才能给出备自投的配置方案和写出备自投的逻辑, 从而让备自投可靠动作。该变电站的主要运行方式有: (1), #1 进线通过 #1 主变带 10 kV I 段母线; #2 进线通过 #2 主变和 #3 主变分别带 10 kV II 段母线和 10 kV III、IV 段母线, 10 kV 侧的两个分段开关处于热备用状态。(2), #2 进线通过 #2 主变带 10 kV II 段母线; #1 进线通过 #1 主变和 #3 主变分别带 10 kV I 段母线和 10 kV III、IV 段母线, 10 kV 侧的两个分段开关

处于热备用状态。(3), #1 进线通过#1 主变和 10 kV 分段开关 (110DL) 带 10 kV I、III 段母线; #2 进线通过#2 主变和 10 kV 分段开关 (210DL) 带 10 kV II、IV 段母线, #3 主变各侧开关处于热备用状态。由此, 给出全站备自投的配置方案如图 1 所示: 110 kV 侧和 10 kV 侧各配置两个备自投。

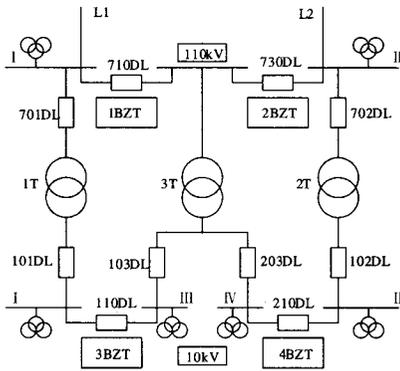


图 1 变电站主接线

Fig.1 Main connection of substation

2 备自投逻辑分析

2.1 1BZT 逻辑分析

2.1.1 对于运行方式 1

充电条件: 110 kV I 母和 II 母有压, 710DL 跳位, 730DL 合位, 无闭锁量。

启动条件 1: 110 kV II 母无压, I 母有压, 进线 2 无流。备自投启动后先同时跳开 730DL 和 702DL 后, 合上 710DL, 实现#1 进线通过#1 主变和#3 主变分别带 10 kV I 段母线和 10 kV III、IV 段母线, 10 kV II 段母线的恢复供电将由 4BZT 动作后实现。

启动条件 2: 110 kV I 母无压, 进线 1 无流。备自投启动后跳开 701DL, 10 kV I 段母线的恢复供电将由 3BZT 动作后实现。

闭锁条件: #3 主变保护动作。

2.1.2 对于运行方式 3

充电条件: 110 kV I 母和 II 母有压, 710DL, 730DL, 103DL, 203DL 跳位, 无闭锁量。

启动条件 1: 110 kV I 母无压, II 母有压, 进线 1 无流。备自投启动后先同时跳开 701DL 和 101DL 后, 同时合上 730DL 和 103DL, 实现#2 进线通过#2 主变和 10 kV 分段开关 (210DL) 带 10 kV II、IV 段母线; 通过#3 主变和 10 kV 分段开关 (110DL) 带 10 kV I、III 段母线。

启动条件 2: #1 主变差动或重瓦斯动作, 701DL 和 101DL 已经跳开, 110 kV I 母有压, 进线

1 无流。备自投启动后同时合上 710DL 和 103DL, 实现#1 进线通过#3 主变和 10 kV 分段开关 (110DL) 带 10 kV I、III 段母线, #2 进线通过#2 主变和 10 kV 分段开关 (210DL) 带 10 kV II、IV 段母线。

闭锁条件: 其他闭锁信号。

2.2 2BZT 逻辑分析

2.2.1 对于运行方式 1

充电条件: 110 kV I 母和 II 母有压, 710DL 合位, 730DL 跳位, 无闭锁量。

启动条件 1: 110 kV I 母无压, II 母有压, 进线 1 无流。备自投启动后先同时跳开 710DL 和 701DL 后, 合上 730DL, 实现#2 进线通过#2 主变和#3 主变分别带 10 kV II 段母线和 10 kV III、IV 段母线, 10 kV I 段母线的恢复供电将由 3BZT 动作后实现。

启动条件 2: 110 kV II 母无压, 进线 2 无流。备自投启动后跳开 702DL, 10 kV II 段母线的恢复供电将由 4BZT 动作后实现。

闭锁条件: #3 主变保护动作。

2.2.2 对于运行方式 3

充电条件: 110 kV I 母和 II 母有压, 710DL, 730DL, 103DL, 203DL 跳位, 无闭锁量。

启动条件 1: 110 kV II 母无压, I 母有压, 进线 2 无流。备自投启动后先同时跳开 702DL 和 102DL 后, 同时合上 710DL 和 203DL, 实现#1 进线通过#1 主变和 10 kV 分段开关 (110DL) 带 10 kV I、III 段母线; 通过#3 主变和 10 kV 分段开关 (210DL) 带 10 kV II、IV 段母线。

启动条件 2: #2 主变差动或重瓦斯动作, 702DL 和 102DL 已经跳开, 110 kV II 母有压, 进线 2 无流。备自投启动后同时合上 730DL 和 203DL, 实现#1 进线通过#1 主变和 10 kV 分段开关 (110DL) 带 10 kV I、III 段母线, #2 进线通过#3 主变和 10 kV 分段开关 (210DL) 带 10 kV II、IV 段母线。

闭锁条件: 其他闭锁信号。

2.3 3BZT 逻辑分析

充电条件: 10 kV I 母和 III 母有压, 101DL 和 103DL 合位, 110DL 跳位, 无闭锁量。

启动条件 1: 10 kV I 母无压, III 母有压, I_1 (I_1 为流经 101DL 的电流) 无流, 10 kV I 母失压前 I_1 和 I_3 (I_3 为流经 103DL 的电流) 之和小于#3 主变额定电流的 1.2 倍。备自投启动后先跳开 101DL 后, 合上 210DL, 再跳开 203DL, 最后合上 110DL。实现#3 主变通过 10 kV 分段开关 (110DL) 带 10 kV I、III 段母线, #2 主变通过 10 kV 分段开关 (210DL) 带 10 kV II、IV 段母线。

闭锁条件:手跳 101DL。

启动条件 2: 10 kV III母无压, I母有压, I_3 无流, 10 kV III母失压前 I_1 和 I_3 之和小于#1主变额定电流的 1.2 倍。备自投启动后先跳开 103DL 后, 合上 110DL。实现#1主变通过 10 kV 分段开关(110DL)带 10 kV I、III段母线, #2主变带 10 kV II段母线, #3主变带 10 kV IV段母线。

闭锁条件:手跳 103DL。

2.4 4BZT 逻辑分析

充电条件: 10 kV II母和IV母有压, 102DL 和 203DL 合位, 210DL 跳位, 无闭锁量。

启动条件 1: 10 kV II母无压, IV母有压, I_2 (I_2 为流经 102DL 的电流)无流, 10 kV II母失压前 I_2 和 I_4 (I_4 为流经 203DL 的电流)之和小于#3主变额定电流的 1.2 倍。备自投启动后先跳开 102DL 后, 合上 110DL, 再跳开 103DL, 最后合上 210DL。实现#1主变通过 10 kV 分段开关(110DL)带 10 kV I、III段母线, #3主变通过 10 kV 分段开关(210DL)带 10 kV II、IV段母线。

闭锁条件:手跳 102DL。

启动条件 2: 10 kV IV母无压, II母有压, I_4 无流, 10 kV IV母失压前 I_2 和 I_4 之和小于#2主变额定电流的 1.2 倍。备自投启动后先跳开 203DL 后, 合上 210DL。实现#2主变通过 10 kV 分段开关(210DL)带 10 kV II、IV段母线, #1主变带 10 kV I段母线, #3主变带 10 kV II段母线。

闭锁条件:手跳 203DL。

3 特殊问题的处理

3.1 110 kV 备自投对主变区内故障信号的处理

对于运行方式3下的 110 kV 备自投的启动方式 2, 是对应#1主变或#2主变发生区内故障时的动作逻辑。该启动条件必须同时满足主变差动或重瓦斯动作和主变两侧开关已经跳开, 而在实际运行中, 主变差动动作信号或重瓦斯动作信号和主变两侧开关跳位信号共存的时间很短, 特别是重瓦斯动作信号, 其返回只和本体机构有关, 和主变两侧开关的跳位是无关的, 因而两者几乎没有共存时间, 此时, 程序中必须将主变差动动作信号和重瓦斯动作信号做延时处理, 使其和主变两侧开关的跳位信号共存, 从而使备自投正确动作。

3.2 10 kV 备自投对均分负荷的处理

对于备自投过负荷的处理, 传统的备自投是动作后提供联切输出接点, 用于切除次要负荷来满足主变的正常运行^[5], 若时间不能很好地配合, 就可能

造成主变过载运行。本文根据失压前两台运行主变低压侧的负荷电流之和与未失压主变1.2倍的额定电流的大小来判断备自投动作后主变是否会出现过负荷, 如果预测到备自投动作后主变会出现过负荷, 则闭锁备自投。考虑到两台主变容量和低压侧CT变比有可能不一致, 为此, 必须采用不同的处理方法。

3.2.1 两台主变容量相同, 10 kV 侧 CT 变比相同

当两台主变的电流之和大于主变额定电流的 1.2 倍, 则备自投放电。

3.2.2 两台主变容量不同, 10 kV 侧 CT 变比相同

当 10 kV 一台主变失压, 备自投准备启动时, 检查两台主变的电流之和是否大于未失压主变额定电流的 1.2 倍, 大于则备自投放电。

3.2.3 两台主变容量相同, 10 kV 侧 CT 变比不同

在备自投菜单中设置 CT 变比系数的整定, 该系数是较小的 CT 变比除以较大的 CT 变比之值, 即较大的 CT 变比的数值为 1, 较小的 CT 值在 0-1 之间。在逻辑处理中将较小 CT 变比的低压侧电流及该主变额定电流乘以这个系数作为过负荷判断的计算值。当两台主变的电流之和大于未失压主变额定电流的 1.2 倍, 则备自投放电。

3.2.4 两台主变容量不同, 10 kV 侧 CT 变比不同

只需将上述主变容量不同和 10 kV 侧 CT 变比不同的处理方法综合起来即可。

3.2.5 均分负荷压板使用

对于 10 kV 备自投的启动条件 2, 为了达到主变均分负荷的效果, 动作过程中需要分别跳合 2 个开关, 其中一旦有一个环节出现故障, 就可能导致备自投动作失败。同时, 如果全站负荷较小时, #3主变的容量允许同时带 10 kV II、III、IV段母线时, 该动作过程就可以简化为跳开 101DL (或 102DL) 后, 直接合上 110DL (或 210DL), 通过减少备自投的跳合开关的个数, 来缩短 10 kV 母线的停电时间, 同时也提高了备自投的动作成功率, 为此, 专设了一个负荷均分压板, 可以根据全站负荷的大小来决定该压板的投退。

4 结束语

本文提出的备自投配置方案和备自投逻辑, 满足了扩大外桥主接线下主要运行方式的备用电源自投的需要, 提高了全站供电的可靠性。该配置方案和逻辑已经在南京供电公司成功投运多套, 在几年的运行过程中, 备自投均能正确动作, 保障了电网的安全可靠供电。

(下转第 102 页 continued on page 102)

LIU Xiao-lei, YU Fei, LIU Xi-mei. Application of a Neural Network to HVDC Control System[J]. Journal of Qingdao University of Science and Technology, 2005, 26(6): 526-529.

[16] 许秀芳, 李兴源. 高压直流输电单神经元自适应 PID 控制器的研究[J]. 电力设备, 2007, 8 (1): 38-40.
XU Xiu-fang, LI Xing-yuan. Research on Adaptive PID Controller of Single Neuron for HVDC Power Transmission[J]. Electrical Equipment, 2007, 8 (1): 38-40.

[17] 庄侃沁, 李兴源. 高压直流输电系统在线模糊神经控制器的研究[J]. 电力系统自动化, 2001, 25 (24): 3-6.
ZHUANG Kan-qin, LI Xing-yuan. Study of an On-line HVDC Controller Based on Fuzzy Logic and ANN[J]. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25(24): 3-6.

[18] 许秀芳, 李兴源, 颜泉, 等. 改善系统暂态稳定性的 HVDC 模糊神经控制器[J]. 继电器, 2004, 32(11): 16-19.
XU Xiu-fang, LI Xing-yuan, YAN Quan, et al. HVDC Fuzzy Neural Controller for Improving the Transient Stability of System[J]. Relay, 2004, 32 (11): 16-19.

[19] 孔慧超, 都洪基, 何洪波, 等. 基于 Matlab 的高压直流输电系统逆变器的模糊神经网络控制研究[J]. 继电器, 2005, 33 (23): 25-30.
KONG Hui-chao, DU Hong-ji, HE Hong-bo, et al. Study of HVDC Fuzzy Neural Converter Controller Based on Matlab[J]. Relay, 2005, 33 (23): 25-30.

[20] 都洪基, 孔慧超, 李启亮, 等. 基于 MATLAB 的模糊神经网络高压直流输电换流控制器的研究[J]. 广东电力, 2006, 19 (4): 5-11.
DU Hong-ji, KONG Hui-chao, LI Qi-liang, et al. Study of HVDC Fuzzy Neural Inverter Controller Based on Matlab[J]. Guangdong Electric Power, 2006, 19 (4):

5-11.

[21] Dash P K, Routray A, Mishra S. A Neural Network Based Feedback Linearising Controller for HVDC Links[J]. Electric Power Systems Research, 1999, 50: 125-132.

[22] 管霖, 程时杰, 陈德树. 神经网络电力系统稳定器的设计与实现[J]. 中国电机工程学报, 1996, 16 (6): 384-387.
GUAN Lin, CHENG Shi-jie, CHEN De-shu. Design and Implementation of a Neural Network Based Power System Stabilizer[J]. Proceedings of the CSEE, 1996, 16 (6): 384-387.

[23] 谭振宇, 程时杰, 魏璇. 基于神经网络的自适应电力系统稳定器[J]. 电力系统自动化, 2000, 24 (15): 1-6.
TAN Zhen-yu, CHENG Shi-jie, WEI Xuan. A Neural Network Based Adaptive Power System Stabilizer[J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24(15): 1-6.

[24] 赵成勇, 张一工, 贾秀芳, 等. 直流输电控制系统参数优化[J]. 中国电力, 1999, 32(1): 32-34.
ZHAO Cheng-yong, ZHANG Yi-gong, JIA Xiu-fang, et al. Parameter Optimization for DC Transmission Control System[J]. Electric Power, 1999, 32(1): 32-34.

收稿日期: 2008-04-30; 修回日期: 2008-06-10

作者简介:

陈小龙 (1983-), 男, 硕士研究生, 研究方向为高压直流输电及交、直流电力系统稳定性分析与控制研究; Email: riendy@163.com

毛晓明 (1971-), 女, 博士, 副教授, 从事高压直流输电及交、直流电力系统稳定性分析与控制研究。

(上接第 83 页 continued from page 83)

参考文献

[1] 任祖怡, 窦乘国, 许华乔. 新型智能备用电源自投装置[J]. 电力系统自动化, 2003, 27 (9): 86-87.
REN Zu-yi, DOU Cheng-guo, XU Hua-qiao. A New Intelligent Equipment for Automation Bus Transfer[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27 (9): 86-87.

[2] DL/T 526-2002 静态备用电源自动投入装置技术条件[M]. 北京: 中国电力出版社, 2002.
DL/T 526-2002 General Specification for Automatic Bus Transfer Equipment[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2002.

[3] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护规定汇编[M]. 北京: 中国电力出版社, 2000.
State Electric Power Dispatching Center of China. Compilation of Power System Relay Protection Regulation[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2000.

[4] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用 (第二版)

[M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.

WANG Wei-jian. Protection Relay Theory of Electrical Main Equipment and Its Application (Second Edition) [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2001.

[5] 古卫婷, 刘晓波, 古卫涛. 变电站备自投装置存在的问题及改进措施[J]. 继电器, 2007, 35 (10): 70-71.
GU Wei-ting, LIU Xiao-bo, GU Wei-tao. Problems Existing in Bus-bar Automatic Transfer Switch and Measures for Improvement[J]. Relay, 2007, 35 (10): 70-71.

收稿日期: 2008-05-03; 修回日期: 2008-09-02

作者简介:

吕浩 (1982-), 男, 本科, 助理工程师, 从事电力系统继电保护工作; E-mail: lv922@163.com

何胜利 (1975-), 男, 本科, 助理工程师, 从事电力系统继电保护工作;

龚志辉 (1965-), 男, 大专, 从事电力系统继电保护工作。