

# 基于双套大差动保护的 220 kV 主变代路新方法

屈世民, 李锦锦

(华北唐山供电公司调度中心, 河北 唐山 063000)

**摘要:** 主接线形式为双母线带旁路的 220 kV 变电站中, 旁路开关代主变开关运行时存在保护死区的问题。提出了基于双套大差动保护的 220 kV 主变代路的新方法, 详细分析了双套大差的可行性和实现方法。以唐山电网 220 kV 洼里变电站为例, 简单介绍了代路时, 主变差动保护电流回路切换的操作方法。理论分析和实践表明, 该方法具有简单、可靠、实际操作性强的特点。建议推广双套大差动保护的主变保护配置, 以提高主变差动保护在主变不同运行方式下的适应能力, 保证电网的安全稳定运行。

**关键词:** 主变; 代路; 死区; 操作

## New method for 220 kV main transformer bypass circuit based on double large differential protection

QU Shi-min, LI Jin-jin

(North China Tangshan Power Supply Company Dispatching Center, Tangshan 063000, China)

**Abstract:** In 220 kV substations with double busbar and bypass system, there is a problem of dead zone on protection during bypass circuit breaker replacing the CB of 220 kV main transformer. For this reason, a new method for 220 kV main transformer bypass circuit based on double large differential protection is proposed. The feasibility of the double large differential and the realization method are analyzed. Based on 220 kV Wali substation, the operation of the current changing-over on the differential protection is presented, when bypass circuit breaker replaces the CB of 220 kV main transformer. The theoretical analysis and practice show that the solution has the feature of simplicity, reliability and practicability. So this new method is recommended to gradually use, for enhancing the adaptation of main transformer differential protection in different situations and ensuring safe and stable operation of power system.

**Key words:** main transformer; bypass circuit; dead zone; operation

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2011)06-0144-03

## 0 引言

在我国电网中, 220 kV 变电站的 220 kV 侧、110 kV 侧普遍采用双母线带旁路的主接线方式<sup>[1]</sup>, 这种接线可避免检修断路器时造成线路或变压器停电, 对电网的稳定和保障用户的供电发挥了很重要的作用。目前运行的 220 kV 主变保护普遍采用一套大差动保护(大差)和一套小差动保护(小差)的双重化差动保护。当主变开关检修, 需用旁路开关代路运行时, 一般要将大差退出运行, 导致旁路开关电流互感器(CT)至主变高压侧套管 CT 之间失去快速保护, 出现保护死区<sup>[2]</sup>。这一死区的存在, 可能造成该站的全站停电, 从而造成大面积停电甚至电网稳定的破坏。为此, 本文提出 220 kV 主变采用双套大差的保护配置方案, 并给出了采用双套大差后主变代路时的具体操作方法。

## 1 现状分析

按规程规定, 220 kV 主变需配置双套主后一体的微机型主变保护和一套非电量保护<sup>[3]</sup>。目前运行的 220 kV 主变保护普遍采用一套大差和一套小差的双重化差动保护, 如图 1 所示。

大差保护采用主变各侧开关 CT(如图 1 中 1LH 或 2LH)构成电流差回路。小差保护采用主变高、中压侧套管 CT 及变压器低压进线开关 CT(如图 1 中虚线所示 LH)构成差回路。大差动保护范围在主变各侧开关 CT 之间, 而小差动保护范围在主变套管 CT 及变压器低压侧进线开关 CT 之间。大差动保护范围不仅完全包括小差动保护范围, 而且还包括主变高、中压侧套管至相应开关 CT 的引线部分。这种大小差配置, 能很好地满足主变在正常运行方式下快速保护的要求。

但是, 在主变高压侧或中压侧开关由旁路开关代路运行时, 由于此时主变高压侧 CT 或中压侧开关 CT 已退出运行, 为了防止大差动保护误动, 必须退出大差保护<sup>[4]</sup>, 只保留小差保护运行。这就造成了主变差动保护范围的缩小, 使主变高、中压侧套管至旁路开关 CT 的引线部分失去了快速保护。另外, 有的地区在代路时将大差保护由高压侧开关 CT 切换至旁路开关 CT, 但是在这个操作过程中, 为了防止误动, 大差保护也需要短时退出, 结果还是会造成该主变差动保护的保护区缩小, 从旁路开关 CT 至主变高压侧套管 CT 之间失去快速保护。

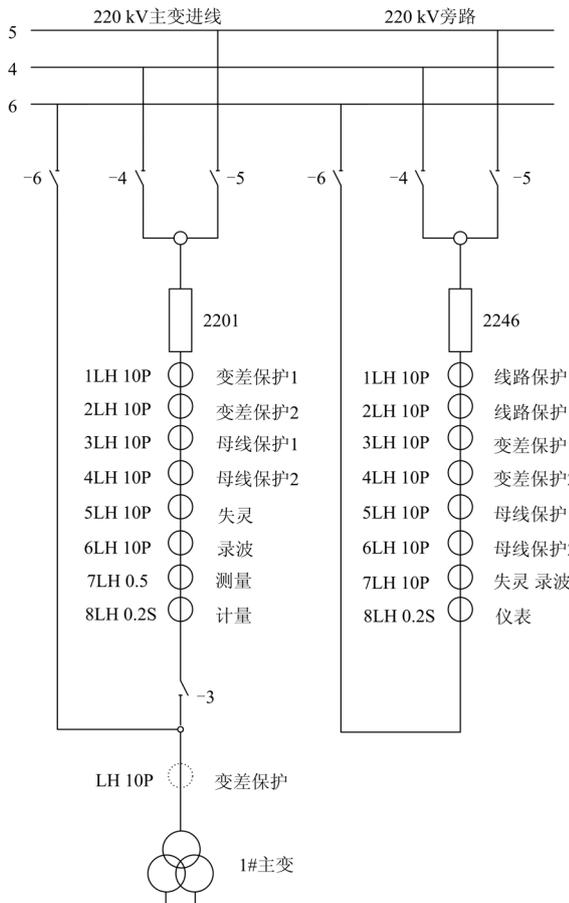


图 1 某 220 kV 变电站高压侧主接线及 CT 布置示意图

Fig.1 The simplified diagram of high-side main connection and CT arrangement in 220 kV substations

这个区域包括几十米甚至上百米的旁路母线和部分引线, 有人认为在这个区域内出现故障的可能性较小, 且主变有后备保护, 不必单独采取措施。但实际上, 主变后备保护的时限较长, 而且该区域又不在母差保护范围内, 母差保护不可能动作, 可以说这一区域是名副其实的“死区”。此时如果该区域发生故障, 只有靠 220 kV 线路对侧 II 段保护动

作跳闸切除故障, 从而造成与该站相连的 220 kV 线路均被切除, 使全站停电, 扩大了事故范围, 危及系统安全, 造成重大经济损失和不良社会影响。

## 2 解决方案

多年以来, 上述问题一直没有得到很好的解决, 有很多人提出了各种解决方案, 但都囿于大小差的接线方式和旁路 CT 的数量不足问题而不尽完善。近年来, CT 制造工艺的提高及保护主后一体化标准的实施, 为解决大小差动保护在主变代路运行中存在的问题提供了条件。现在 220 kV CT 都可以做到 8 个二次绕组, 而且后备保护不再需要采用独立的二次绕组, 这样就可以考虑取消小差, 使用双套大差。双套大差都使用主变开关 CT, 都可以切换到旁路开关 CT。具体接线如图 1 所示, 正常运行时采用主变开关 2201 的 1LH、2LH, 代路运行时采用旁路开关 2246 的 3LH、4LH。因此, 在整个主变代路过程中, 任一点发生故障, 都会有快速保护动作将其切除。

有一种说法认为, 当变电站具备两台及以上的主变, 代路时, 每台主变的每套差动保护都需要独立的旁路 CT 二次绕组, 目前旁路 CT 所具备的 8 个二次绕组仍然不能满足需要<sup>[5]</sup>。这是一种误解, 变电站内任一时刻旁路只能对一个间隔进行代路, 只要将旁路 CT 的二次电流并联提供给每台主变的差动保护, 如图 2 所示, 通过对连接片的操作将旁路电流切换进需要代路的主变保护, 就能实现用一组旁路 CT 的二次绕组对多台主变的代路。因此, 在具有两台及以上主变的变电站代路时, 通过采用上述方法, 也能完全实现双套大差的保护方案。

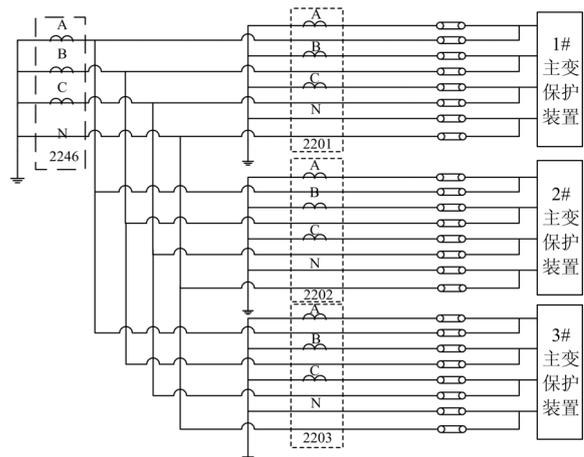


图 2 用一组旁路 CT 绕组对多台主变代路接线示意图

Fig.2 The simplified connection diagram when one bypass CT replaces several CT of 220 kV main transformer

### 3 代路时主变差动保护电流回路切换的操作方法

使用双套大差后，代路方法相应发生了很大的变化，为此，以唐山电网 220 kV 洼里变电站为例，提出使用双套大差时的主变代路方法。本站 220 kV 主接线方式为双母线带旁路，有 3 台主变，主变保护均按标准化设计采用三面屏布置，按双重化原则配置了双套主后一体的微机主变保护，其中 A 柜型号为南瑞继保的 RCS-978HQ，B 柜型号为许继电气的 WBH-801，高、中压侧电流都取自主变开关 CT，即大差保护电流接线；C 柜配置了一套南瑞继保的 RCS-974 非电量保护。

以主变开关 2201 转停电或转检修，旁路 2246 代 2201 为例，提出代路时主变差动保护电流回路切换的操作方法：

退出 A 柜保护屏上的 RCS-978HQ 差动保护  
 将 2246 差动电流回路 1 导入 RCS-978HQ  
 检查 A 柜保护屏上的 RCS-978HQ 装置无异常  
 投入 A 柜保护屏上的 RCS-978HQ 差动保护  
 退出 B 柜保护屏上的 WBH-801 差动保护  
 将 2246 差动电流回路 2 导入 WBH-801  
 检查 B 柜保护屏上的 WBH-801 装置无异常  
 投入 B 柜保护屏上的 WBH-801 差动保护  
 合上 2246 开关  
 拉开 2201 开关

退出 A 柜保护屏上的 RCS-978HQ 差动保护  
 将 2201 差动电流回路 1 导出 RCS-978HQ 并可靠封接

检查 A 柜保护屏上的 RCS-978HQ 装置无异常  
 投入 A 柜保护屏上的 RCS-978HQ 差动保护  
 退出 B 柜保护屏上的 WBH-801 差动保护板  
 将 2201 差动电流回路 2 导出 WBH-801 并可靠封接

检查 B 柜保护屏上的 WBH-801 装置无异常  
 投入 B 柜保护屏上的 WBH-801 差动保护

2201 恢复正常运行方式时的操作方法，与上述步骤相反。2246 代 2202、2203 时，方法同上。但需要注意的是，正常运行时，2246 代主变差动电流回路只在 1 号主变保护屏封接，不得在 2、3 号主变保护屏封接。如 2、3 号主变需要带路时，必须去 1 号主变保护屏解封，恢复正常方式后仍在 1 号主变保护屏封接。

这样就实现了基于双套大差的主变代路。在整个代路过程中，主变双套差动保护中至少有一套在运行状态，并且和母差保护范围交叉重叠，从而彻

底消除了保护死区。同时，操作过程能保证不产生错误方法或不良回路，避免了对操作人员和主变运行产生的潜在危险。

需要强调的是，如果 2201 CT 和 2246 CT 二次接地点在各自开关端子箱，当 2246 和 2201 开关并列运行时，高压侧电流是 2246、2201 开关 CT 二次电流之和。当站内母线或出线近距离接地故障时产生地电位差，有可能在 2246、2201 开关 CT 二次绕组接地两端产生电位差，从而导致主变差动回路中叠加出该电压产生的电流，可能使主变差动保护误动<sup>[6]</sup>。因此，应将 2246 开关代路主变的 CT 二次绕组接地点设在 1 号主变保护屏，2201、2202、2203 的差动电流二次绕组也分别在各自的保护屏接地，以消除地电位差产生的影响。

### 4 结束语

旁路代主变开关运行虽为一种特殊运行方式，但此方式下一旦发生引线部分故障（相当于母线故障），其短路电流是相当大的，设备的破坏力就可想而知了，故此方式下保护的死区问题不容忽视。本文所提出的基于双套大差的主变保护代路方法，有效地解决了旁路代主变运行时的保护死区问题。现已在唐山电网 220 kV 变电站十几台主变上采用，经过几年运行检验证明，简单方便，可靠性高，有力地保证了唐山电网的稳定运行。目前，网内 220 kV 变压器差动保护还有很多采用大小差配置，其差动保护在旁路代路运行时存在需改进的地方。综上所述，建议推广双套大差的主变差动保护配置，以提高主变差动保护在主变不同运行方式下的适应能力，保证电网的安全稳定运行。

### 参考文献

[1] 周立梅. 旁路代 220 kV 主变开关消除保护死区的方法探讨[J]. 继电器, 2002, 30 (7): 66-67.  
 ZHOU Li-mei. Discussion on eliminating the protection's dead-zone when by-pass circuit breaker replaces the CB of 220 kV main transformer[J]. Relay, 2002, 30 (7): 66-67.

[2] 潘志敏, 罗志平, 孙惠. 220kV 主变保护在旁路代运时的若干问题探讨[J]. 继电器, 2006, 34 (5): 72-75.  
 PAN Zhi-min, LUO Zhi-ping, SUN Hui. Analysis of some problems on 220 kV transformers in bypassing transformer's breaker[J]. Relay, 2006, 34 (5): 72-75.

[3] 华北电网有限公司. 华北电网继电保护标准化设计第一卷[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007: 53-54.

[4] 国家电力调度通信中心. 国家电网公司继电保护培训教材[M]. 北京: 中国电力出版社, 2009: 536-537.

(下转第 154 页 continued on page 154)

(6): 1480-1489.

[11] Francesco D M, Marco L, Alberto P. Overview of anti-islanding algorithms for PV systems. part II: active methods[C]. //Proceedings of 12th International Conference on Power Electronics and Motion Control. Portoroz, Slovenia, 2007: 1884-1889.

[12] Grebe T E. Application of distribution syatem capacitor banks and their impact on power quality[J]. IEEE Transactions on Industry Applications, 1996, 32 (3): 714-719.

[13] Kobayashi H, Takigawa K, Hashimoto E, et al. Method for preventing islanding phenomenon on utility grid with a number of small scale PV systems[C]. //Proceeding of IEEE Conference on the Photovoltaic Specialists. Las Vegas, USA, 1992, 1: 695-700.

[14] 郭小强, 赵清林, 郭伟扬. 光伏并网发电系统孤岛检测技术[J]. 电工技术学报, 2007, 22 (4): 157-162.  
GUO Xiao-qiang, ZHAO Qing-lin, WU Wei-yang. Islanding detection method for photovoltaic grid-connected power system[J]. Trans of China Electronical Society, 2007, 22 (4): 157-162.

[15] Jeong J B, Kim H J. Active anti-islanding method for PV system using reactive power control[J]. Electronics Letters, 2006, 42 (17): 1004-1005.

[16] 袁玲, 郑建勇, 张先飞. 光伏发电并网系统孤岛检测方法的分析与改进[J]. 电力系统自动化, 2007, 31 (21): 72-75.  
YUAN Ling, ZHENG Jian-yong, ZHANG Xian-fei. Analysis and improvement of islanding detection method for grid-connected photovoltaic inverters[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31 (21): 72-75.

[17] Vinod J, Zhihong Y, Amol K. Investigation of anti-islanding protection of power converter based distributed generators using frequency domain analysis[J]. IEEE Trans on Power Electronics, 2004, 19 (5): 1177-1182.

[18] Xu M, Melnik V N, Borup U. Modeling anti-islanding protection devices for photovoltaic systems[J].

Renewable Energy, 2004, 29 (15): 2195-2216.

[19] Yu Yuma S, Lchinese T, Kimoto K, et al. A highspeed frequency shift method as a protection for islanding phenomena of utility interactive PV systems[J]. Solar Energy Materials and Solar Cells, 1994, 35: 477-486.

[20] Hung G K, Chang C C, Chen C L. Automatic phase-shift method for islanding detection of grid-connected photovoltaic inverters[J]. IEEE Trans on Energy Conversion, 2003, 18 (1): 169-173.

[21] 曹海燕, 田悦新. 并网逆变器孤岛控制技术[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(9): 72-75.  
CAO Hai-yan, TIAN Yue-xin. Islanding control for grid-connected inverters[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(9): 72-75.

[22] Wang Xiaoyu, Freitas W, Wilsun Xu, et al. Impact of DG interface controls on the Sandia frequency shift anti-islanding method[J]. IEEE Transactions on Energy Conversion, 2007, 22 (3): 792-794.

[23] John V, Zhihong Y, Kolwalkar A. Investigation of anti-islanding protection of power converter based distributed generators using frequency domain analysis[J]. IEEE Transactions on Powe Electronics, 2004, 19 (5): 1177-1183.

[24] Karimi H, Yazdani A, Iravani R. Negative-sequence current injection for fast islanding detection of a distributed resource unit[J]. IEEE Trans on Power Electronics, 2008, 23 (1): 298-307.

收稿日期: 2010-04-02; 修回日期: 2010-07-15  
作者简介:

程启明 (1965-), 男, 教授, 硕导, 研究方向为电力系统自动化、发电过程控制、先进控制及应用等; E-mail: chengqiming@sina.com

王映斐 (1987-), 男, 硕士研究生, 研究方向为检测与控制、智能控制等;

程尹曼 (1990-), 女, 本科生, 研究方向为电力系统自动化等。

(上接第 146 页 continued from page 146)

[5] 罗志平, 梁勇超, 张旭宁. 对主变保护在现场应用时的若干问题的探讨[J]. 继电器, 2006, 34 (2): 16-19.  
LUO Zhi-ping, LIANG Yong-chao, ZHANG Xu-ning. Problems of the load transformer protection on the spot[J]. Relay, 2006, 34 (2): 16-19.

[6] 王梅义. 电网继电保护应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 1999: 155-156.

收稿日期: 2010-03-26; 修回日期: 2010-07-07  
作者简介:

屈世民 (1972-), 男, 学士, 工程师, 从事继电保护检修管理工作; E-mail: rcs901csc103@sina.com

李锦锦 (1982-), 女, 硕士, 工程师, 从事继电保护检修工作。