

# Analysis of Bypassing 220 kV Transformer Caused Differential Protection Action

Wenbin Chen, Zhijian Li

Zhangzhou Power Supply Company, Zhangzhou  
Email: [wenbin306296234@126.com](mailto:wenbin306296234@126.com)

Received: Dec. 17<sup>th</sup>, 2013; revised: Jan. 6<sup>th</sup>, 2014; accepted: Jan. 26<sup>th</sup>, 2014

Copyright © 2014 Wenbin Chen, Zhijian Li. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. In accordance of the Creative Commons Attribution License all Copyrights © 2014 are reserved for Hans and the owner of the intellectual property Wenbin Chen, Zhijian Li. All Copyright © 2014 are guarded by law and by Hans as a guardian.

**Abstract:** The process of bypassing transformer of Daxing leads to differential protection action and transformer's three side of switch trip. According to the simulation experiment of short circuit CT terminals, it is sure that the thing that five-prevention key falsely touches the current terminals leads to short circuit phase A and B, the appearance of differential current and the start of differential protection. The paper proposes to enhance the measure of anti false touch and specify secondary operation, in order to improve the technology level of operators.

**Keywords:** Differential Protection; Bypass Transformer; Anti False Touch

## 220 kV 旁代主变操作引起差动保护动作分析

陈文滨, 李志坚

漳州供电公司, 漳州  
Email: [wenbin306296234@126.com](mailto:wenbin306296234@126.com)

收稿日期: 2013 年 12 月 17 日; 修回日期: 2014 年 1 月 6 日; 录用日期: 2014 年 1 月 26 日

**摘要:** 大兴变旁代主变过程导致差动保护动作, 主变三侧开关跳闸, 经短接 CT 电流端子模拟试验, 确认为五防钥匙误碰 CT 电流端子, 导致 AB 相短路, 出现差流启动差动保护。本文提出加强现场防误碰措施、规范二次操作, 以提高运行人员技术水平。

**关键词:** 差动保护; 旁代主变; 防误碰

### 1. 引言

在 220 kV 变电站中, 220 kV 等级的主接线大多采用双母线带旁路母线的方式<sup>[1]</sup>。当运行中的任何一个 220 kV 线路开关或主变开关故障时, 可通过旁代操作保证供电的连续性。旁代操作是电网运行中经常性的一种操作, 在电网 220 kV 电气设备的倒闸操作中占很大比重。旁代操作不但要进行一次设备的操作, 还涉及到保护装置、稳控装置等二次设备的切换操作,

操作过程较为复杂, 考虑的方面多, 如果出现操作错误, 将导致系统解环、继电保护保护误动或拒动, 甚至可能发生恶性误操作事故, 直接影响到整个电网的安全稳定运行<sup>[2]</sup>。

2012 年 3 月 5 日 13 点 02 分左右, 220 kV 大兴变在旁代 2 号主变过程中, 发生误操作恶性事件, 导致 2 号主变差动保护动作, 2 号主变三侧开关全部跳开。旁代主变的操作较为复杂, 因此有必要对其旁代过程进行研究。

## 2. 差动保护原理

差动保护范围为主变三侧开关电流互感器(CT)至主变之间的设备。差动保护是变压器的主保护,是按循环电流原理设计的<sup>[3]</sup>。正常运行及外部故障时,差动回路上的电流为零。实际上由于两侧电流互感器的特性不可能完全一致等原因,在正常运行和外部短路时,差动回路中仍有较小的不平衡电流  $I_k = I_1 - I_2 = I_{umb}$  流过,在适当选择好三侧 CT 的变压和接线方式下,该不平衡电流值很小,且小于差动保护的動作电流,故保护不动作。当变压器内部发生相间短路故障时,在差动回路中由于  $I_2$  改变了方向或等于零(无电源侧),这时流过继电器的电流为  $I_1$  与  $I_2$  之和,即:  $I_k = I_1 + I_2 = I_{umb}$ , 大于差动保护的動作电流,差动保护动作于跳闸<sup>[4]</sup>,如图 1 所示。

## 3. 旁代的基本要求

旁路代倒闸操作的基本原则是安全、可靠,基本要求为:

- 1) 杜绝运行人员的电气误操作和继电保护人员“三误”事故的发生,保证倒闸操作过程中的人身、设备和系统的安全;
- 2) 保证供电可靠性,操作过程中不能使被代设备供电中断<sup>[5]</sup>;
- 3) 旁代前必须保证旁路开关与被代开关运行于同一母线上;
- 4) 旁路保护应与被代线路保护通道接口相同、保

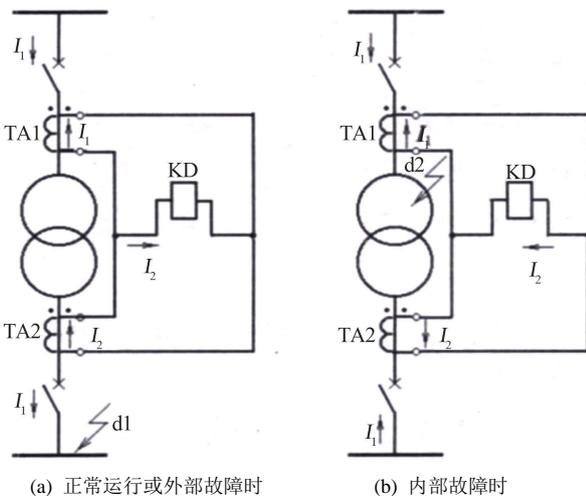


Figure 1. The principle of differential protection  
图 1. 差动保护原理

护定值一致;

- 5) 合环前,退出被代线路的纵联保护;
- 6) 合环后应检查负荷分配,确认旁路确已带上负荷才可停运被代开关<sup>[6]</sup>。

如图 2 所示设备,当前运行方式为:221 运行于 I 母,222 运行于 II 母,1#主变运行,223 热备用于 II 母,220 联络 I 母、II 母运行。

## 4. 旁代主变过程

### 4.1. 旁代主变具体操作步骤如下

- 1) 退出 1#主变电气量保护跳闸出口压板;
- 2) 将 1#主变差动保护定值区切换至高压侧套管 CT 区;
- 3) 将 1#主变差动保护高压侧 CT 回路切换连片由“开关 CT”位置切换至“套管 CT”位置;
- 4) 投入 1#主变电气量保护跳闸出口压板;
- 5) 用 223 开关对 III 母充电,正常后拉开 223 开关;
- 6) 合上变压器支路旁刀 2223;
- 7) 检查 223 开关综合重合闸方式把手确在“停用”位置;
- 8) 检查 223 开关重合闸出口压板确在“退出”位置;
- 9) 检查变压器支路电流;
- 10) 用旁路开关合环;
- 11) 检查 223 开关与 222 开关确已并列运行
- 12) 将 222 开关转检修;

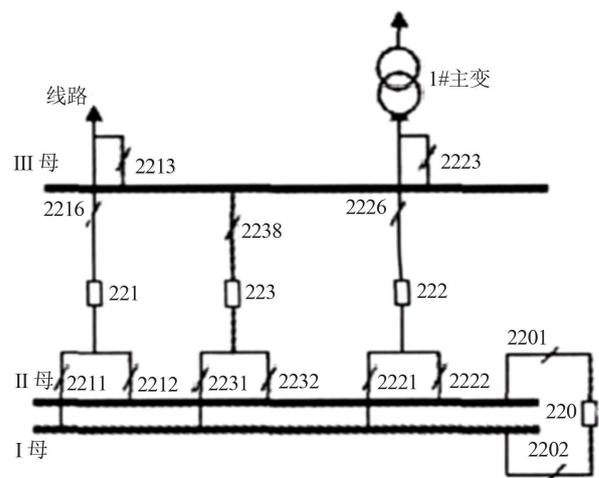


Figure 2. Double lines with the bypass line  
图 2. 双母带旁母接线

## 4.2. 旁代过程分析

### 1) CT 的切换、变比。

本侧保护电流回路需切换至旁路或套管 CT，由旁路支路 CT 二次线圈数量决定，若主变保护屏未敷设旁路支路 CT 二次线圈电缆，本侧保护电流回路需切换至套管 CT。变比不一致时应切换差动保护和后备保护定值。

2) 切换到套管 CT 与旁路 CT 的差别在转代前后，套管 CT 的电流始终为主变该侧负荷电流，在切换 CT 回路过程中总会有差电流出现，需要将差动保护和该侧后备保护退出运行。此做法使差动保护范围缩小了。

切换到旁路 CT，如果在旁路合环前先将旁路 CT 短路线拆下、接入差动保护回路；合上旁路、拉开被代断路器后再断开并短接主变 CT，如 CT 变比一致，则可以避免差电流，保护可以不退出。此做法保证差动保护范围不变，但工作量大，极易造成 CT 二次开路，一般不采用。

3) 旁路 CT 作为差动保护的一侧接入。理想的做法应该是在主变保护中增加电流回路，正常接入旁路 CT 的电流，由主变断路器旁路刀闸信息来控制是否将该电流计入差动回路及切换相应后备保护所用电流和定值。但刀闸辅助开关切换不到位问题又严重影响了该方案的可靠性。

## 5. 事故过程分析

### 5.1. 事故前运行方式

大兴变配有两台 220 kV Y/Y/  $\Delta$  变压器，连接组别 Y/Y/d11, 220 kV、110 kV 侧中性点经间隙接地，10 kV 中性点不接地，220 kV、110 kV 均采用双母带旁母接线方式。主变高压侧变比 600/5，低压侧变比 3000/5，主变差动保护型号 PST-1202BS 数字式保护装置，CT 变比 600/5，二次采用全星形接线方式。

220 kV 系统：#1 主变 220 kV 侧 23A 开关、海角 I 路 233 开关、角兴 I 路 235 开关、角李 I 路 239、角东 I 路 236 开关接 I 段母线运行；海角 II 路 231 开关、#2 主变 220 kV 侧 23B 开关、角兴 II 路 234 开关、角东 II 路 238 开关接 II 段母线运行；母联 23M 开关运行；漳角线 237 开关、角李 I 路 239 开关、角李 II 路 232 开关热备用；220 kV 旁路 230 开关代角东 II 路 238 开关接 II 段母线热备用。

110 kV 系统：#1 主变 110kV 侧 13A 开关、角文 I 线 131 开关、美里线 133 开关、角海线 135 开关、角观线 137 开关接 I 段母线运行；2 号主变 110 kV 侧 13B 开关、角文 II 线 132 开关、角江线 136 开关、角紫线 138 开关接 II 段母线运行；母联 13 M 开关运行；旁路 130 开关代角江线 136 开关接 II 段母线热备用，如图 3 所示。

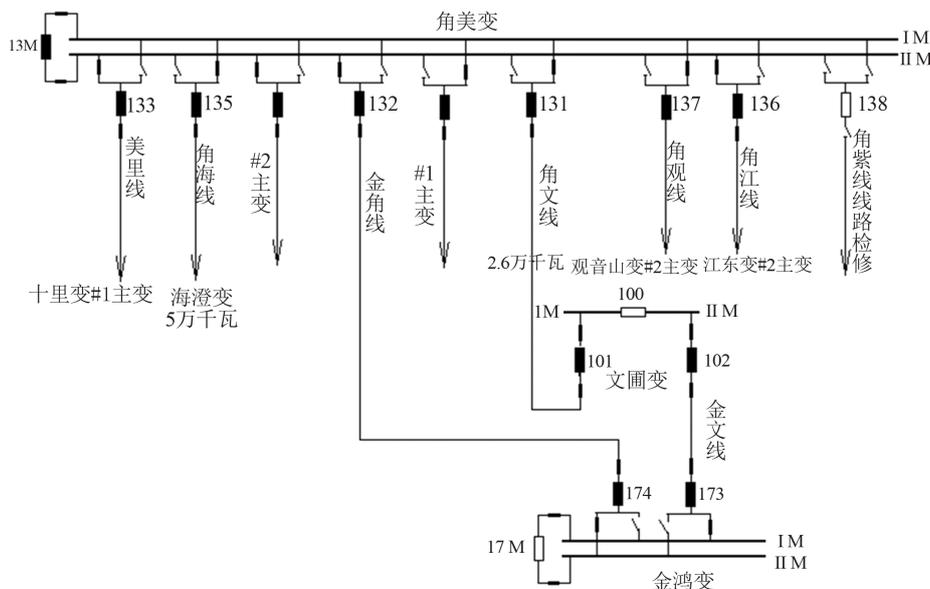


Figure 3. Connection mode of 110 kV system

图 3. 110 kV 系统接线方式

10 kV 系统: 仅有一条馈线 908 处于热备用状态。

### 5.2. 事故过程

2012 年 3 月 5 日 10 时 40 分, 大兴运维站运行人员在执行大兴变 2 号主变 110 kV 侧 13B 开关由运行改为检修(旁代)的任务时, 当将大兴变 110 kV 旁路 130 开关 CT 接入 2 号主变 A 套保护时, 五防钥匙前端金属部分不慎碰到 2 号主变 110 kV 侧 13B 电流试验端子 A、B 相连接处(见图 4), 造成 A、B 相电流回路瞬间短路, 引起主变产生差流, 造成主变差动保护动作, 三侧开关跳闸。因大兴变 220 kV、110 kV 母联合环运行, 10 kV 仅有一条馈线 908 处于热备用状态, 未造成负荷损失。

### 5.3. 事故分析

2012 年 3 月 5 日 13 点 02 分, 事故报警响起, 主变三侧开关 23B, 13B, 93B 开关信号位置灯红灯闪

亮, 2 号主变控制屏“差动保护动作”。故障录波如图 5,  $I_{a3}, I_{b3}$  为 13B 开关 CT A、B 两相短接时波形。其中:



Figure 4. short circuit of A phase and B phase of 13B current terminals

图 4. 13B 电流端子 A、B 相短路

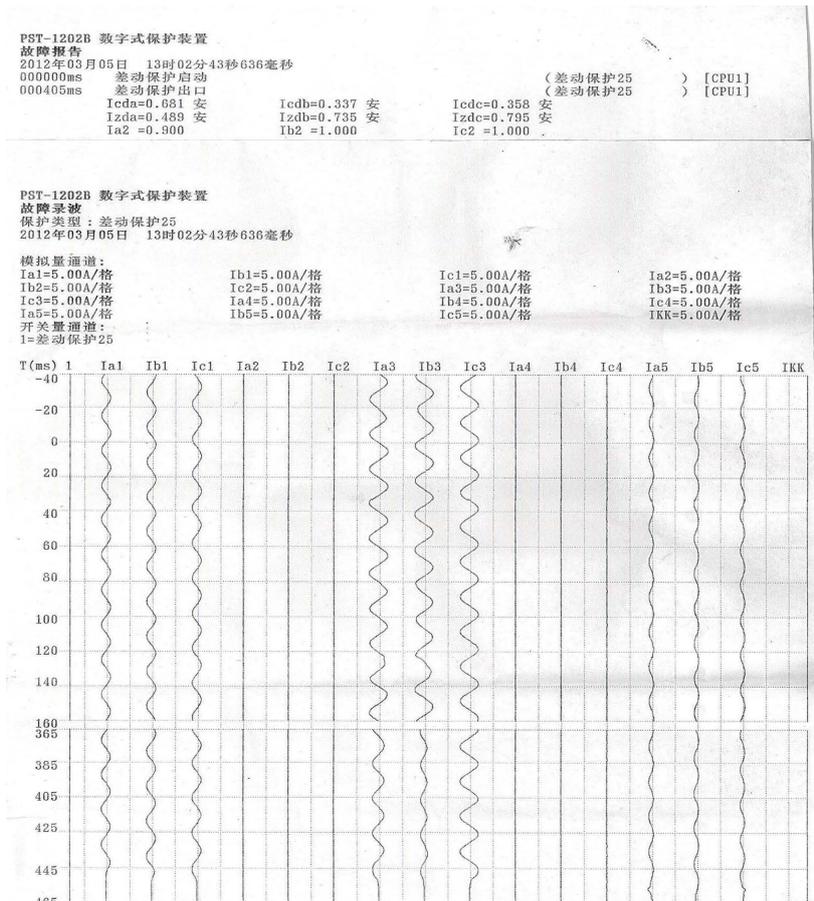


Figure 5. Waves of short circuit AB two phases of 13B switch  
图 5. 13B 开关 CT AB 两相短路(五防钥匙误碰)波形

A 相

差动动作电流 动作量 0.681A

制动动作电流 制动力量 0.489A

B 相

差动动作电流 动作量 0.377A

制动动作电流 制动力量 0.735A

C 相

差动动作电流 动作量 0.358A

制动动作电流 制动力量 0.795A

5.4. 模拟试验现象

大兴 2 号主变正常带负荷运行状态，退出 2 号主变保护屏 A 柜的所有出口压板。用短接片短接前端金属部分 2 号主变 110 kV 侧 13B 电流试验端子 A、B 相连接处，模拟 A、B 相电流回路瞬间短路，模拟试验引起 A 柜产生差流，造成 2 号主变保护屏 A 柜差动保护动作，故障波形如图 6。其中：

A 相

差动动作电流 动作量 0.674A

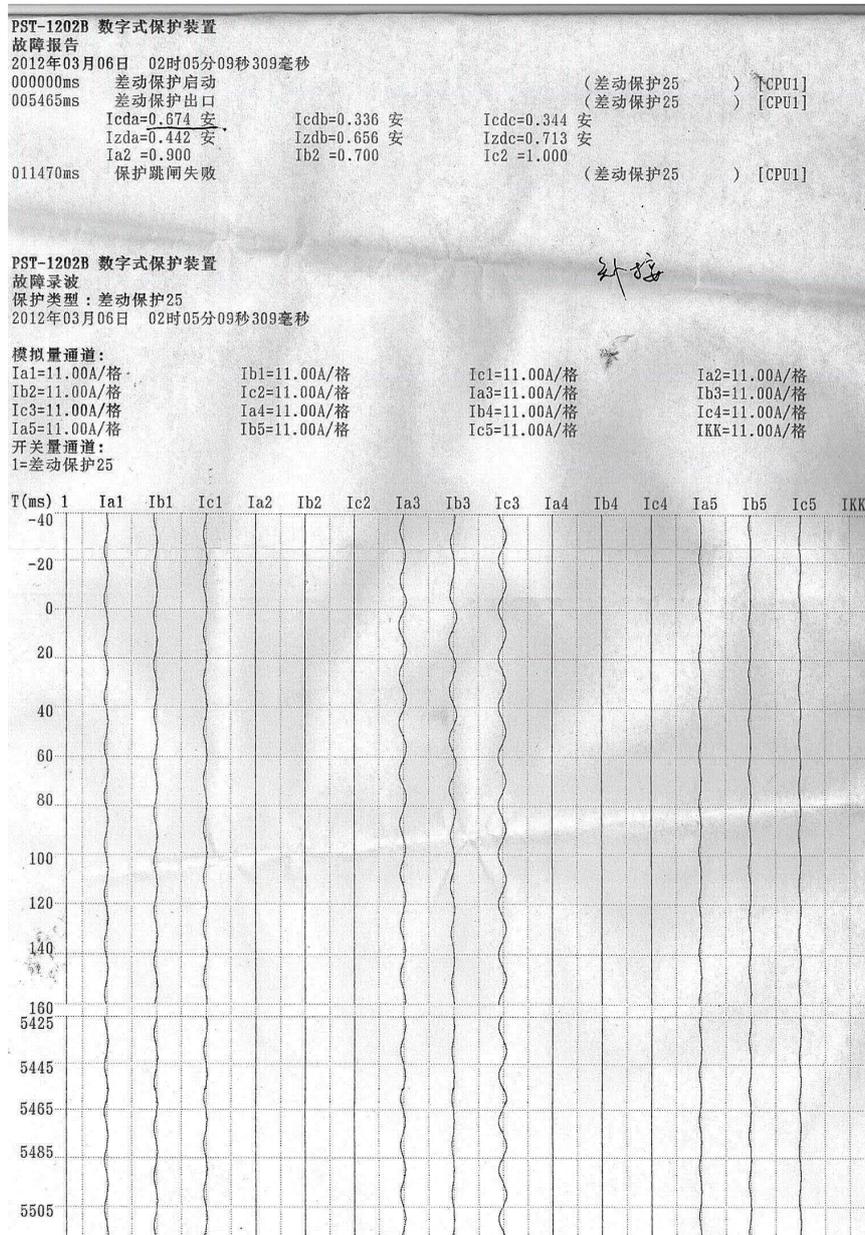


Figure 6. Waves of simulating short circuit of current terminal  
图 6. 模拟电流端子短路波形

制动动作电流 制动量 0.442A

B 相

差动动作电流 动作量 0.336A

制动动作电流 制动量 0.656A

C 相

差动动作电流 动作量 0.344A

制动动作电流 制动量 0.713A

通过试验结果与跳闸波形比对,用五防钥匙误碰和用短接片短接 13B 开关 CT 的 AB 两相,两者一致。证明了此次跳闸事故是由于运行人员用五防钥匙误碰 CT 端子,导致两相短路,差动保护动作条开 2 号主变三侧开关。

## 6. 总结

主变是电力系统中十分重要的供电元件,差动是其主保护,一旦差动保护动作,跳开主变三侧开关,将严重影响供电的可靠性和电网的稳定性,此次大兴变在旁代主变过程,误用五防钥匙碰触 CT 电流端子,导致 2 号主变三侧开关跳闸事件是由于运行人员疏忽大意,在今后的工作中必须加强对保护装置的“反措”执行,运行维护管理,避免同类事件再次发生,并做到:

1) 复杂的倒闸操作应加强组织管理,做好复杂操作的危险点分析和预控,操作前做好事故预想。

2) 强对运行人员在主变旁代等二次设备复杂操作的技能培训,开展有针对性的培训,加强操作监护,对于类似的保护屏内的二次设备倒闸操作,严格按照操作规范,

3) 加强设备隐患排查与整治,提升设备本质安全。开展保护屏电流试验端子专项普查,对运行中的保护屏裸露电流试验端子边应进行显著的标示,加防护罩防止误碰。

## 参考文献 (References)

- [1] 国家电力调度通信中心 (2000) 电力系统继电保护典型故障分析. 中国电力出版社, 北京.
- [2] 贺家李 (2004) 电力系统继电保护原理. 增订版, 中国电力出版社, 北京.
- [3] 国家电力调度通信中心 (2000) 电力系统继电保护实用技术问答. 第二版, 中国电力出版社, 北京.
- [4] 王磊, 王越男 (2005) 220 kV 变电站变压器差动保护动作原因分析. *佳木斯大学学报*, **16**, 34-38
- [5] 袁文嘉, 李敏霞, 姬希军 (2009) 一起区外故障引起主变差动保护动作的分析. *电力系统保护与控制*, **23**, 130-132.
- [6] 戴志辉, 王增平 (2010) 继电保护可靠性研究综述. *电力系统保护与控制*, **15**, 161-167.