

一起倒闸现象的分析

孙晓薇¹, 杨星²

(1.北京铁路局石家庄供电段, 河北 石家庄 050000; 2.湖南省长沙电业局设计院, 湖南 长沙 410015)

摘要: 通过对西站变电所倒闸操作中控制盘计量表计异常指示的分析, 判断出电流经 B3 开关倒送到 7# 馈线的可能原因是 A → 2032 → 2042 → 高压母排 2 → B 段母排有接续点接触不良或松动或母联隔开的铜铝过渡接线板处接触不良。经过实地测试, 发现各接续点和铜铝过渡接线板连接牢固, 接触电阻符合要求, 现象产生的原因是 6、7 馈线末端并联的断路器在分位, 6# 馈线没有机车负荷, 7 KX 上有机车负荷引起的。

关键词: 倒闸操作; 表计指示异常; 电流路径; 母排接续点; 试验测量

Analysis of the phenomenon of inverse switching

SUN Xiao-wei¹, YANG Xing²

(1. Shijiazhuang Power Supply Section, Beijing Railway Bureau, Shijiazhuang 050000, China;

2. Changsha Electric Power Bureau, Changsha 410015, China)

Abstract: Though the analysis of the unusual instruction of the gauge table needle in a control panel during the operation of inverse switching in the transformer substation of the west station, the possible reason why the electric current pours from the B3 switch to the 7# feed line is that the contact is lost or not good in the splice position of the busbar arrangement or that the contact is not good in the tag board of the transition between copper and aluminum separated by the connection of the busbar arrangement during the A → 2032 → 2042 → highvoltage-busbar arrangement → B section. By tests on the spot, it is found that the connection in each splice position and the tag board of the transition between copper and aluminum is reliable and it is also found that contact resistances conform to the requirement. The reason produced by the phenomenon is that a circuit breaker paralleled in the end of 6 and 7 feed lines is separating the position, the 6# feed line doesn't have locomotive load, and there is locomotive load in the 7KX.

Key words: inverse switching operation; unusual instruction of a table needle; current path; splice position of the busbar arrangement; experimental test

中图分类号: TM762 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2008)05-0081-03

0 引言

在变电所倒闸操作过程中, 经常出现设备拒动或相关指示信号异常等现象, 这说明控制保护或信号回路的某些设备存在缺陷, 为确保变电所的可靠供电, 需要对有疑问的回路或设备进行检查和处理。

1 倒闸现象简介

1.1 现象描述以及相关报文记录

2007年6月14日, 由于西站变电所216保护跳闸后无任何跳闸信息, 所以决定对216保护进行检查。在办理用B3开关代替216开关向6#馈线(上行)送电的倒闸操作中, 出现了一个奇怪现象:

(1) 在合上B3开关后, 控制盘上的B3、216计

量回路的电流表指示均增大, 由0 A升至200 A, 微机保护盘216主界面显示负荷角为37°, B3主界面显示负荷角为220°; 分下B3开关后, 控制盘上的B3、216计量回路的电流表指示均由220 A降至0 A。

(2) 合上B3开关, 分下216开关后, 控制盘上的B3、216计量回路的电流表指示均由200 A降至0 A; 合上216开关后, 控制盘上的B3、216计量回路的电流表指示均增大, 由0 A升至220 A, 微机保护盘216主界面显示负荷角为37°, B3主界面显示负荷角为220°。

(3) 在分下B3或216开关时, 虽然控制盘上的B3、216计量回路的电流表指示均都降至0 A, 但在216室外馈出侧验电, 验电器表明有电。

(4) 整个操作过程中,控制盘上 217 计量回路的电流表指示为 450 A。

1.2 西站变电所 216、217、B3 一次布置情况说明

西站变电所 216、217、B3 一次布置图见图 1。

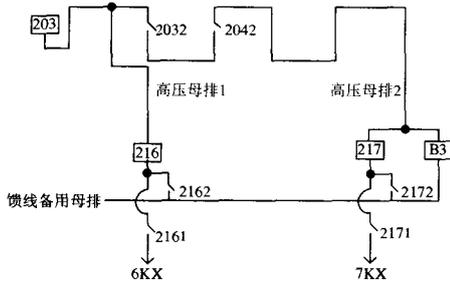


图 1 西站变电所 216、217、B3 一次布置图

Fig.1 Primary arrangement of 216, 217 and B3 in the transformer substation of the west station

注: 203 为电源侧开关, 216、217、B3 为馈线开关, 2032、2042 为母联隔离开关, 2161、2171 为馈线隔离开关, 2162、2172 为备用隔离开关。6# 馈线是石太上行、7# 馈线是石太下行。馈电线“<”与馈线备用母排“—”没有交点。

1.2 西站变电所 216、217、B3 开关正常运行时的电流走向说明

设备正常运行时,若 216 开关向 6KX 送电,电流的流经路径为 203→高压母排 1→216 开关→2161 隔离→6KX; 若 B3 开关向 6KX 送电,电流的流经路径为 203→2032→2042 高压母排 2→B3 开关→2162 隔离→2161 隔离→6KX; 若 217 开关向 7KX 送电,电流的流经路径为 203→2032→2042→高压母排 2→217 开关→2171 隔离→7KX。

电流具体走向见图 2。

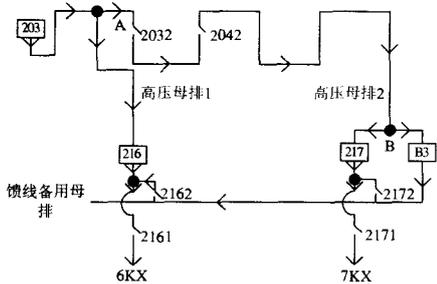


图 2 设备正常运行时电流走向示意图

Fig.2 Current trend in the normal movement of equipment

2 现象分析

2.1 6 月 14 日倒闸时电流在 216、217、B3 开关中

的走向

根据现象绘制电流实际走向示意图见图 3。

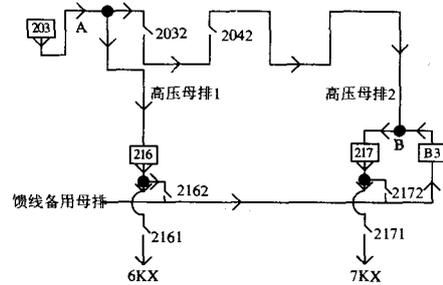


图 3 6.14 B3 代替 216 向 6# 馈线送电时电流走向示意图
Fig.3 Current trend in delivering electricity from B3 instead of 216 to 6#

由图 3 可知在 B3 代替 216 向 6# 馈线送电时,电流在流经 B3 的路径与平时相反,发生了电流倒送现象即:

203→高压母排 1→216 开关→2162 隔离→

B3 开关→217 开关→2171 隔离→7KX;

203→高压母排 1→216 开关→2161 隔离→6KX。

当时微机保护盘 216 主界面显示负荷角为 37°, B3 主界面显示负荷角为 220° 也表明了 216 通过 2162 开关向 B3 倒送的事实。

3 理论分析

由于 216、B3 二次计量回路没有公共通路,问题不可能出现在二次回路中。如果图 3 中 A→2032→2042→高压母排 2→B 间的接续点有接触不良或松动现象存在或母联隔离的铜铝过渡接线板处接触不好,都会造成 A→2032→2042→高压母排 2→B 间的阻值比 A→高压母排 1→216 开关→2162 隔离→B3 开关→B 间的阻值大的多,根据并联电路的基本原理:各支路分配的电流与该支路的电阻成反比。那么流经 A→2032→2042→高压母排 2→B 段母排的电流就会小于流经 A→高压母排 1→216 开关→2162 隔离→B3 开关→B 段的电流。

在整个倒闸操作过程中,控制盘上 7# 馈线计量回路的电流表指示为 450 A,说明 7#KX 的负荷没有变化,通常情况下,7#KX 的负荷取流是流经 A→2032→2042→高压母排 2→B 间的电流,在流经 A→2032→2042→高压母排 2→B 的电流变小的情况下,会有一部分电流通过 A→高压母排 1→216 开关→2162 隔离→B3 开关→B 流入 217 开关。理论上上述两回路电流分配走向示意图如图 4。

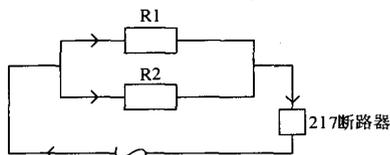


图4 理论上两回路电流分配走向示意图

Fig.4 Two loops current distribution trend in theory

图中: ∞为电流源; R1 为 A→2032→2042→高压母排 2→B 间电阻; R2 为 A→高压母排 1→216 开关→2162 隔离→B3 开关→B 间电阻。

4 实际验证

由于 6 月 14 日不能全所停电,所以在检查完 216 信号正常外,没有进一步检查母排及母排上的接续点。2007 年 6 月 21 日石太线有垂直天窗,西站变电所全所停电。我们对有怀疑的设备进行了办票检查,检查情况如下:

(1) 216、B3 开关分位,母联开关 2032、2042 合位的情况下,利用双臂电桥测量 A→2032→2042→高压母排 2→B 间的接触电阻 R1,阻值为 1464 μΩ。

(2) 断开母联开关 2032,合上 216、B3 开关,利用双臂电桥测量测量 A→高压母排 1→216 开关→2162 隔离→B3 开关→B 间的接触电阻 R2,阻值为 1450 μΩ。

(3) 单体测试母联隔离铜铝过渡接线板的接触电阻为 36 μΩ,铜触指的阻值为 10 μΩ,母排上铝接续点处接触电阻为 14 μΩ。

根据并联支路电路的电流分配原理有:通过 A→高压母排 1→216 开关→2162 隔离→B3 开关→B 支路的电流为: $450A \times \{1464 / (1464 + 1450)\} = 226 A$ 。

通过 A→2032→2042→高压母排 2→B 支路的电流为: $450A \times \{1450 / (1464 + 1450)\} = 224 A$

计算结果和控制盘上的 B3、216 计量回路的电流表 220A 的指示近似相等,说明计量回路正常,电流表指示正确。

5 结论

通过上述测量数据比较,没有发现阻值过大的接续点,两条不同路径的阻值也基本相等。说明不存在母排接续点接触不良设备或母联隔离的铜铝过渡接线板处接触不好的现象,B3 电流倒送不是母排接续点造成的。

通过电力调度了解到,在 2007 年 6 月 14 日倒闸操作过程中,6 馈线上没有机车负荷,7 KX 上有机车负荷,6、7 馈线末端并联的断路器在分位。由

于 A→2032→2042→高压母排 2→B 段和 A→高压母排 1→216 开关→2162 隔离→B3 开关→B 段的接触电阻近似相等,所以在倒闸操作过程中,从 203 开关流向 216 开关的电流大部分经过 2162 隔离开关和 B3 开关流入 217 开关向 7# 馈线送电。倒闸中出现的电流倒送现象是正常的。当时电流的流经路径示意图如图 5。

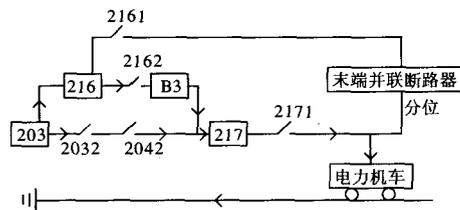


图5 电流的流经路径示意图

Fig.5 Current flowing way

6 几点体会

1) 加强高压室内母线接续点的测温工作

变电所的测温一般都是测量室外一次设备的接续点,高压室内的测温没有及时跟上,如果测温及时,当天即可排除母排接续点接触不良或母联隔离的铜铝过渡接线板处接触不好的怀疑。

随着高速重载列车的开行,机车的取流增大很多,如西站变电所的 7KX 最大负荷电流由以前的 930 A 增大到 1163 A,流经高压室母排上的电流也随之增大,一旦母排上的接续点有接触不良或母联隔离的铜铝过渡接线板处接触不好的部位,将发生局部过热,严重的将影响供电。因此,应实时调整了测温计划,将高压室设备和母排接续点纳入测温范围,随同室外设备每月进行测温一次,以防止高压室内设备或母排接续点发生过热,危及供电安全。

2) 分析问题,要了解与问题相关的全部事件

在分析的过程中逐一甄别、排除干扰因素,找出问题发生的真相。若当天就了解了 6、7KX 的负荷情况,当时能测温,通过分析即可判断现象发生是正常的,而无须再办票试验核实。这就要求工程技术人员在分析问题时要认真细心,掌握问题的详细情况,避免因情况掌握不细,给分析带来干扰或造成找不着真正原因。

参考文献

- [1] 潘启敬.牵引供电系统继电保护[M].北京:中国铁道出版社,1996.
- PAN Qi-jing. Hauling Power Supply System Relay Protection[M]. Beijing:China Railroad Press,1996.

(下转第 87 页 continued on page 87)

$$(0 + U_{BII}e^{-j150^\circ} + U_{CII}e^{j150^\circ}) \times \sqrt{3} =$$

$$(-3U_{AII}) \times \sqrt{3} = -300 \text{ V}$$

注: U_{AII} 、 U_{BII} 、 U_{CII} 为故障发生后电压互感器三次绕组的三相电压;

U_{AII} 、 U_{BII} 、 U_{CII} 为故障发生后电压互感器二次绕组的三相电压;

U_{AIII} 、 U_{BIII} 、 U_{CIII} 为正常运行时电压互感器三次绕组的正常三相电压, 额定相电压为 100 V;

U_{AII} 、 U_{BII} 、 U_{CII} 为正常运行时电压互感器二次绕组的正常三相电压, 额定相电压为 57.7 V;

U_N 为故障发生后中性点发生偏移的电压。

1DL 开关跳开前后, 自产及外加零序电压基数由 100 V 变为 300 V, 相当于把自产及外加零序电压的误差同时放大了 3 倍, 而判据仍然为两者之差大于 8 V, 如果恰逢一个为正误差、另一个为负误差, 使得满足这个条件变得相当容易, 导致误闭锁事件的发生。因此必须采取措施避免类似事件的发生, 如果单纯采用提高 8 V 的门槛值, 势必导致正常方式下判单相 PT 断线的可靠性降低。

4.3 完善后的 PT 断线判据

从故障发生时的具体现象着手分析, 单相 PT 断线与单相接地故障最明显的区别就是: 接地故障时存在外加 $3U_0$ 、PT 断线时无外加 $3U_0$, 共同点是两者均有自产 $3U_0$, 就可以附加一个闭锁判据:

$$\text{外加零序电压有效值 } 3U_0 < 8 \text{ V}$$

$$\text{自产零序电压有效值 } 3U_{OSUM} > 8 \text{ V}$$

因此中性点接地系统单相 PT 断线的判据应完善为:

$$\left| (U_A + U_B + U_C) \times \sqrt{3} - 3U_0 \right| \geq 8 \text{ V}$$

$$\text{自产零序电压有效值 } 3U_{OSUM} > 8 \text{ V}$$

$$\text{外加零序电压有效值 } 3U_0 < 8 \text{ V}$$

(上接第 83 页 continued from page 83)

[2] 许继集团电气保护及自动化事业部.WKH-891 型电铁微机保护装置说明[Z].2002.

Electrical Protection and Automation Enterprise Department in XJ Group Corporation.WKH-891 Electricity Iron Microcomputer Protection Installment Instruction[Z].2002.

[3] 谭秀炳, 刘向阳.交流电气化铁道牵引供电系统[M].成都: 西南交通大学出版社, 2002.

完善了 PT 断线判据后, 故障解列装置能正确动作。

5 结论

针对目前的系统接线情况, 在终端变电所安装功能完善的故障解列装置, 可以提高系统侧检无压重合闸的成功率, 尤其适用于小水电丰富的山区变电所。在我局的 110 kV 尖山变、清溪变、石柱变都曾经发生故障解列装置拒动的情况, 对 PT 断线判据原理做了上述更改之后, 能可靠动作。

目前, 我局所有的故障解列装置 (共计 29 套) 都按该原理进行了反措, 在今年夏天的台风等恶劣天气中经受住了考验, 取得了预期的效果, 保证了电源侧线路保护重合闸的可靠动作, 提高了供电可靠性。

参考文献

- [1] 国家电力调度通讯中心.电力系统继电保护实用技术问答[M].北京:中国电力出版社,2000.
Chinese Power Load Dispatching Communication Center.The Applied Technology Q&A of the Electric Power System Relay Protection[M]. Beijing: China Electric Power Press,2000.
- [2] 电力系统继电保护与安全自动装置整定计算[M].北京:中国电力出版社,1990.
The Setting and Calculation of the Electric Power System Relay Protection and Safe-Automatic Apparatuses[M]. Beijing:China Electric Power Press,1990.

收稿日期: 2007-08-09; 修回日期: 2007-10-18

作者简介:

杜浩良 (1977-), 男, 工程师, 长期从事继电保护整定计算及运行管理工作; E-mail:jh2864@126.com

郝力颀 (1967-), 男, 工程师, 长期从事继电保护检修及管理工作;

滕学军 (1967-), 男, 助理工程师, 长期从事电气维修工作。

TAN Xiu-bing, LIU Xiang-yang. Exchange Electrification Railroad Hauling Power Supply System[M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2002.

收稿日期: 2007-07-30; 修回日期: 2007-09-02

作者简介:

孙晓薇 (1972-), 女, 工程师, 从事继电保护检修; E-mail: sxw9808@126.com

杨 星 (1971-), 女, 本科, 主要从事电力设计工作。