

一起 220 kV 主变差动保护异常跳闸的分析

吴文联¹, 刘岩水², 徐建平³, 黄腾¹, 黄涛¹

(1. 国网浙江省电力公司杭州供电公司, 杭州 310016; 2. 紧水滩发电厂, 浙江 丽水 323000;
3. 国网浙江省电力公司, 杭州 310007)

摘要: 通过对一起 220 kV 主变差动保护 RCS978 异常跳闸的现场检查 and 差动电流波形分析, 发现差动电流回路存在两点接地, 在受外界干扰时造成了差动保护的误动。揭示电流回路两点接地对继电保护系统的危害, 为主变保护异常跳闸特别是大电流试验端子引起的保护误动事故的处理分析提供借鉴。

关键词: 差动保护; 两点接地; 干扰分析

中图分类号: TM772

文献标志码: B

文章编号: 1007-1881(2014)11-0066-03

Analysis on an Abnormal Tripping of Differential Protection of 220 kV Main Transformer

WU Wenlian¹, LIU Yanshui², XU Jianping³, HUANG Teng¹, HUANG Tao¹

(1. State Grid Hangzhou Power Supply Company, Hangzhou 310006, China;

2. Jinshuitan Hydropower Station, Lishui Zhejiang 323000, China;

3. State Grid Zhejiang Electric Power Company, Hangzhou 310007, China)

Abstract: By field detection and analysis on differential current wave after abnormal tripping of differential protection RCS978 of 220 kV main transformer, it is founded that there is two-point grounding in differential current circuit, which results in misoperation of differential protection in case of external interference. The paper expounds harm of two-point grounding of current circuit to relaying protection system and hence provides reference for handling and analysis of abnormal tripping of differential protection of main transformer, especially protection misoperation accident caused by large-current testing terminals.

Key words: differential protection; two-point grounding; interference analysis

1 220 kV 变电站一次系统

某 220 kV 变电站运行超过 20 年, 220 kV 和 110 kV 一次主接线为双母线及专用旁路断路器的接线方式, 35 kV 为双母线方式。变电站共 2 台主变压器(简称主变)运行, 所用变压器接在低压侧 35 kV 系统, 系统接线如图 1 所示。

异常跳闸的当天 220 kV 分列运行, 110 kV 正、副母线并列均未带旁路运行, 35 kV 分列运行, 220 kV 升压站有敷设电缆和更换隔离开关的工作, 无任何主变上的工作。刚完成改造的主变保护采用南瑞继保的 RCS978 双重化配置。主变的第 1 套保护的 220 kV 和 110 kV 侧, 可以通过旁路电流的切换实现旁路运行, 切换的大电流端子安装在各自的旁路保护屏上, 实现 1 号主变、2 号主变的旁路运行。第 2 套主变保护不能进行

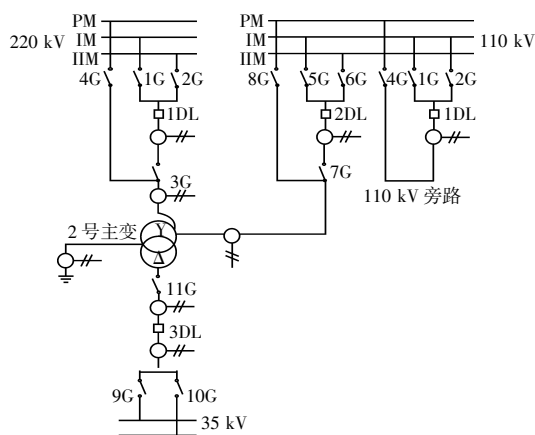


图 1 系统接线

旁路方式运行。

2 220 kV 主变差动保护异常跳闸

某日 9:40 该变电站 2 号主变第 1 套 RCS878

保护装置差动保护动作出口,跳开了主变3侧断路器。由于110 kV并列运行,110 kV所有负荷转移到1号主变,35 kV的备用电源自动投入装置正确动作,35 kV的Ⅱ段上的负荷也转移到1号主变上,未造成断电故障。2号主变第2套保护及变电站的其他保护均无异常,保护动作前曾有电子防盗报警系统故障的情况。

检查2号主变第1套主变RCS978保护的故障报告及故障波形(如图2所示)为:工频变化量差动保护21 ms出口,比率差动43 ms出口。保护装置在故障后1个周波多一点(21 ms)后发跳主变三侧断路器的跳闸脉冲,2个多周波(50 ms)后高压侧、中压侧电流消失,断路器完成灭弧。3个多周波(70 ms)后低压侧电流消失,断路器完成灭弧,2号主变与电力系统隔离。跳闸后主变的中压侧还存在断续的畸变电流波形,差动电流波形与其对应出现,A相电流是B与C相的2倍,相位相反。

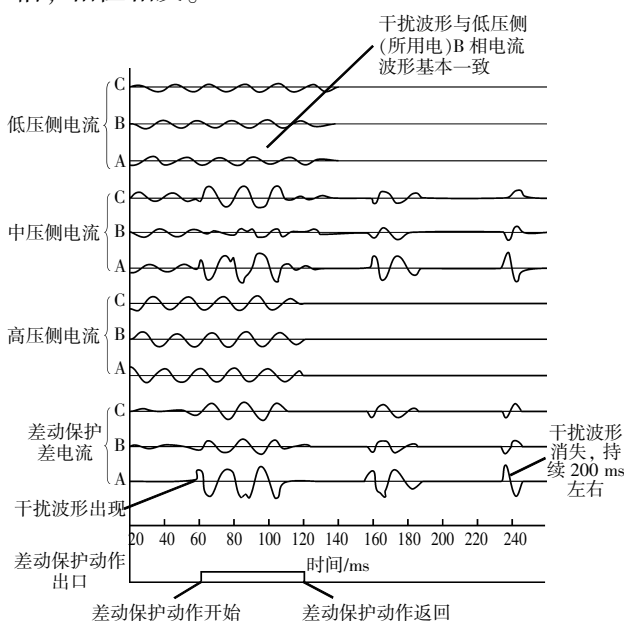


图2 主变差动保护动作时的电流波形

3 异常电流波形分析

RCS978主变差动保护装置的相位补偿采用:低压 Δ 侧向高、中压Y侧补偿,经低压侧电流转角后,使低压侧转角电流与高压侧电流相位一致,由软件进行3相差动电流的计算。

RCS-978保护为了解决了在Y侧(高、中压侧)区外短路接地故障时,两侧零序电流不平衡的

问题,高压侧电流采用以下计算方式:

$$\begin{aligned} \dot{I}_A &= \dot{I}_{AH} - \dot{I}_0, \\ \dot{I}_B &= \dot{I}_{BH} - \dot{I}_0, \\ \dot{I}_C &= \dot{I}_{CH} - \dot{I}_0, \end{aligned}$$

式中: $\dot{I}_A, \dot{I}_B, \dot{I}_C$ 为差动保护各相差动电流计算用高压侧电流; $\dot{I}_{AH}, \dot{I}_{BH}, \dot{I}_{CH}$ 为高压侧各相采样电流; \dot{I}_0 在单相接地故障时为故障电流的1/3。

这样在Y侧(高、中压侧)区外短路接地故障时,通过消零,解决了两侧零序电流不平衡可能导致差动保护误动的问题。在Y侧(高、中压侧)有单相接地电流时,如A相接地电流, I_0 为1/3 \dot{I}_A 的故障电流,A相的差动计算电流为2/3 \dot{I}_A ,其余两相相为-1/3 \dot{I}_A ,有电流相与无电流相的计算差流的相位相反,幅值相差2倍。

进一步分析主变差动保护动作时的电流波形:

(1)A相计算差流峰值在1.2Ie(额定电流),非故障相B与C相为0.6Ie,故障相与非故障相的相位相反(180°),幅值为2倍的关系。保护装置整定的定值为0.4Ie,计算比例差动保护在1.2Ie差流时能够可靠正确动作。根据RCS978保护装置的原理,符合A相接地短路的故障情况。但由于差流是由中压侧明显的电流畸变导致,其余各侧电流无变化,故障电流接近额定负荷电流,2号主变的第2套保护装置无任何故障启动信号,再结合故障时变电站内其他线路保护无异常的情况,这样可以排除主变本体或区外故障导致的保护动作。

(2)保护装置中的中压侧故障电流发生畸变,并导致保护装置差动出口,高压侧和低压侧的负荷电流均正常,确定跳闸原因是中压侧的电流回路异常引起的,中压侧的二次电流回路是异常动作检查的重点。

(3)保护装置差动出口跳开主变3侧断路器后,高、低压侧的负荷电流消失,中压侧的二次电流依然出现2次,间断40 ms,持续时间在30 ms与10 ms。可以明确中压侧二次电流回路受到了干扰,从波形中还可以看出断续的畸变电流为电弧性的干扰。干扰电流的波形与35 kV侧电压的B相电压波形接近,确定所用电B相的负荷电流接地并有电弧重燃过程,200 ms后完全断开。

综上所述得出动作原因为:中压侧二次电流回路受到了所用电B相接地故障电流干扰,二次

电流回路中的两点接地耦合到差动电流回路, 电流达到差动保护出口定值, 保护出口跳闸。

4 现场检查试验

在现场对 2 号主变第 1 套保护装置进行动作检查, 模拟保护动作定值正常, 中压侧的电流采样回路正常。检查二次电流回路的绝缘时, 发现 2 号主变中压侧旁路保护的电流回路绝缘偏低 (小于 $0.1 \text{ M}\Omega/1000 \text{ V}$), 进一步检查发现中压侧旁路保护屏的 4SD 大电流端子 A 相的 3 号端子裸露的穿心铜螺杆与柜体有碰触接地情况, 如图 3 所示。

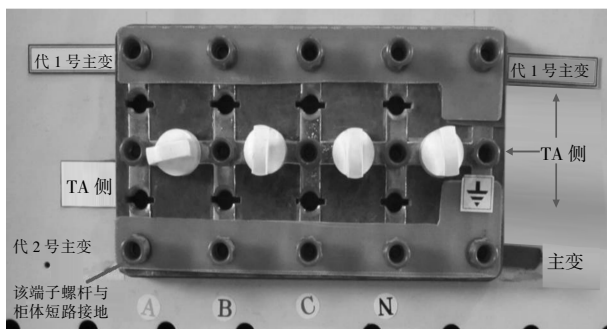


图 3 110 kV 旁路保护屏上的主变电流切换端子

该接地点与主变差动保护的公共接地点在 110 kV 旁路保护屏与 2 号主变保护屏间形成了 2 点接地, 相当于将 2 号主变 110 kV 的 A 相电流形成短路分流 (如图 4 所示), 其中 110 kV 旁路保护屏的异常接地点与主接地网相连, 2 号主变保护屏接地点与二次接地铜网相连, 两屏间相距在 8 m 左右, 所用电接地点在所用电变低压侧就地接入变电站一次接地网。当所用电负荷在某处 (本次检查后确认电子防盗报警系统 220 V 交流电源火线) 接地瞬间, 导致变电站的接地网不再是等电位, 而是有一定梯度的变化, 如图 5 所示。这样在 2 个接地点之间形成了电位差 ΔU , 该电位差在主变差动电流回路形成差流, 差流的波形与干扰电流在中压侧叠加的波形完全一致, 当远大于 2 点接地的分流时导致了保护装置的动作。

上述的 2 点接地在 110 kV 正常运行情况下 110 kV 侧负荷电流也会形成一定的分流, 分流的大小与 2 个接地点的接地阻抗及负荷电流的大小有关, 分流电流表现为保护装置的差动电流, 保护装置的 TA 断线报警整定为 $0.15I_e$, 然而主

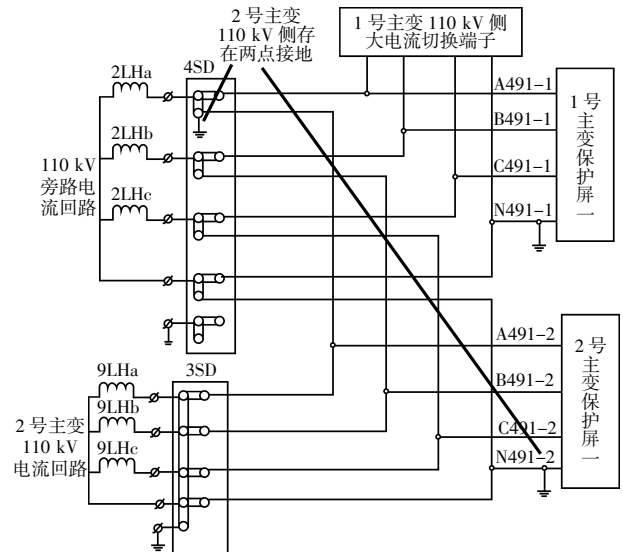


图 4 2 号主变 110 kV 的电流切换接线

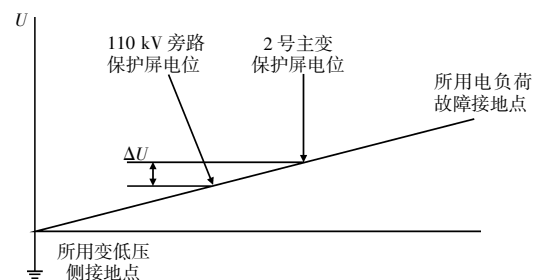


图 5 所用电负荷接地后的电位分布示意

变保护运行期间未发送差流异常告警行为。为此在 110 kV 旁路保护屏的异常接地点采用人为短路线直接接地法, 在 2 号主变 110 kV 就地端子箱处加模拟故障电流, 在二次电流达到 6 A 以上时差流达到 $0.4I_e$ 保护才会出口动作, 是主变 110 kV 侧额定电流 (2.98 A) 的 2 倍, 由于该主变的 110 kV 侧最大运行负荷电流一般在 $0.6I_e$, 差流在 $0.12I_e$, 考虑到异常接地点的实际接触阻抗要大于人为短路线的阻抗, 所以实际差流要远小于 $0.1I_e$, 差流告警不会动作。

对 110 kV 旁路保护屏上 2 号主变 A 相电流 3 号端子上裸露的穿心铜螺杆进行调整, 并加装绝缘筒与金属板隔离, 检查电流回路绝缘正常, 保护投入运行后工作正常。

5 结语

通过主变误动跳闸的分析, 2 号主变 110 kV 二次电流回路 2 点接地是主要原因, 所用电负

(下转第 72 页)

行为;同时准备充足的伺服阀、电磁阀等易堵部件的备品,以防急需。设备安装以应严格按照设计图纸进行,由于汽门相关系统动作速度快、力度大,任何细微的安装偏差都可能造成严重的不良后果。

(3)汽轮机汽门的调试过程不仅能检查安装质量,其结果也影响到机组能否顺利启动,影响到后续试验与运行过程的安全。调试过程中,不放过任何一个细节,测试数据一旦有异常,应分析其中原因,并及时处理。

参考文献:

- [1] 田丰,陈兴华,罗向东.完善机组涉网控制提高电网可靠性[J].电力系统及其自动化学报,2010,22(1):116-119.
- [2] 张宝.大型汽轮机汽门快速关闭过程测试[J].汽轮机技术,2010,52(4):309-311.

收稿日期:2014-05-27

作者简介:赵琦(1963-),男,浙江诸暨人,工程师,从事大型发电厂调试技术管理工作。

(本文编辑:陆莹)



(上接第68页)

荷的接地故障导致电位的梯度分布,形成了2个接地点的电位差,该电位差在主变差动电流中新增的差流达到一定幅值后差动保护误动出口。当110 kV正常运行时主变负荷电流不大,2点接地的分流很小,不容易发现,所以电流回路2点接地对继电保护的正常运行危害很大,在继电保护设备的安装调试中要严格检查,主变差动电流回路一点接地的唯一性是非常重要的。

参考文献:

- [1] 王美义.电网继电保护应用[M].北京:中国电力出版社,1998.

收稿日期:2014-05-27

作者简介:吴文联(1970-),男,浙江浦江人,高级技师,主要从事电力系统二次运维检修工作。

(本文编辑:杨勇)



·书讯·



浙江电力科技圖書公司
 欢迎访问网上书店 www.zjbooks.com

国家电网公司安全工作规定	9.00	电力建设施工管理问答丛书 安全工程师	21.00
电力安全事件监督管理规定	6.00	电力建设施工管理问答丛书 监理工程师	24.00
国家电网公司电力安全工器具管理规定	18.00	电力建设施工管理问答丛书 施工负责人	20.00
县供电企业安全性评价(2014年版)	估 29.00	电力前沿文集	128.00
县供电企业安全性评价查评依据(2014年版)	估 56.00	电力生产现场作业票管理指南	55.00
《浙江省电网设施建设保护和供用电秩序维护条例》 学习读本	8.00	电力市场风险控制理论与应用(上卷、下卷)	120.00
《燃煤发电厂液氨罐区安全管理规定》	16.00	电力系统故障电流限制技术原理与应用	78.00
变电运维一体化现场实用技术要点	45.00	特高压交直流输电保护与控制技术	56.00
变电站微机保护入门——原理及程序逻辑	45.00	现代电力系统丛书 智能电力系统与智能电网	49.00
变电站现场事故处理及典型案例分	80.00	新能源应用技术丛书 分布式发电系统中的光伏 发电技术(第2版)	48.00

地址:杭州市体育场路538号 邮 编:310007 传 真:0571-85116959 85117939
 电话:0571-85119095 85118853 系统电话:955122552 955122642 联系人:祝爱清