

一起直流接地事件的分析及改造

赖志刚, 毛鹏, 杨杰

(江西省电力公司超高压分公司, 江西 南昌 330006)

摘要: 变电站直流系统对于保护的正确动作至关重要。结合某 500 kV 变电站一起直流系统接地事件, 详细分析了事件的排查过程, 最后确认是由于 UPS 绝缘隔离原因, 以及 UPS 电源应用不当等综合因素, 导致交流系统串入直流系统, 致使直流系统对地绝缘下降, 部分间隔指示灯亮度异常, 严重影响变电站二次系统的正常运行。最后提出了具体的整改措施和设备验收、检验建议。

关键词: 直流系统, 接地故障, UPS

Analysis of one grounding fault in DC system and modification

LAI Zhi-gang, MAO Peng, YANG Jie

(Extra Voltage Branch, Jiangxi Electric Power Company, Nanchang 330006, China)

Abstract: DC system in substation is important to correct performances of protective relays. One grounding fault in 500kV substation is presented in this paper, and the detecting process is analyzed in detail. Because of integrated factors such as badness of insulation in UPS equipment and improper application of UPS source, the AC source is inducted into the DC system. So the insulation degradation between the DC system and the earth is caused and some signal lamps unconventionally glowed. The event badly affects the normal running of the secondary system in substation. The improved measure and some advices are presented finally.

Key words: DC system; grounding fault; UPS

中图分类号: TM77; TM714 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)12-0106-03

0 引言

500 kV 变电站直流系统的运行状况对于保护及自动装置等二次设备动作行为具有重要影响, 直流系统接地故障导致保护装置动作异常情况时有发生^[1,2]。但相比于保护装置而言, 电网运行部门对直流系统的运行维护重视程度还有欠缺^[3]。本文结合某 500 kV 变电站因交、直流系统未能很好隔离, 交流回路发生接地后导致直流系统运行异常的事件, 详述了缺陷排查过程, 分析了事件原因, 并提出了具体的整改措施和建议, 对于直流系统接地事故的查找和维护具有一定的借鉴作用。

1 现象及直流系统二次回路的排查分析

某 500 kV 变电站一次扩建工程后, 直流监测系统显示对地绝缘下降, 但对地电阻值尚在允许范围内, 保护检修人员对直流系统增加回路检查并未发现异常。

隔一段时间后, 该变电站 220 kV 母线由双母线

结构改造为双母单分段结构, 其中新增 220 kV 分段开关 (233) 的二次配置为: 南瑞继保的 RCS-9705C-BS 测控装置和 CJX-21 三相操作箱。本开关没有独立的保护装置, 其跳闸回路分别为: ① #1 和 #2 主变 A 套保护装置, 以及 220 kV A 套母差保护装置至第一组跳闸线圈; ② #1 和 #2 主变 B 套保护, 以及 220 kV B 套母差保护至第二组跳闸线圈; ③ 测控装置与操作箱之间的遥控分、合屏内线; ④ 操作箱至开关的合闸、跳闸 I、跳闸 II、正电源、负电源接线。分段 233 开关的合闸及第一组跳闸回路示意图如图 1 所示。

在验收分段开关 (233) 二次设备时, 发现开关在分位时, 合位灯有比较明显的亮度; 把开关合上时, 跳位指示灯也会亮, 但亮度比合位灯在开关处于断开状态下要低一些。发现此异常情况后, 保护检修人员对直流系统检测结果为: ① 直流系统电源正极对地电压为 83 V, 负极对地电压为 -147 V, 正负对地不平衡; ② 断开直流电源开关, 测量各回路对地及各回路之间的绝缘均在 20 MΩ 以上, 二次回

路接线未发现异常; ③送上直流电源开关, 当开关在分位时, 在操作箱跳闸出口端子 4D29 上测量有 111 V 左右的对地直流电压, 而当开关在分位时操作箱跳闸出口至负电源回路为断开状态, 此端子上的直流电压理论上为 83 V。端子 4D29 只与保护装置来的三路跳闸回路有关联, 在保护端子上排上拆除 #1 主变过来的跳闸回路时, 发现合位灯亮度有所变暗, 发现此现象后我们又拆除了 #2 主变过来的跳闸回路, 合位灯亮度再度变暗, 在拆除三路跳闸回路时, 合位灯熄灭。

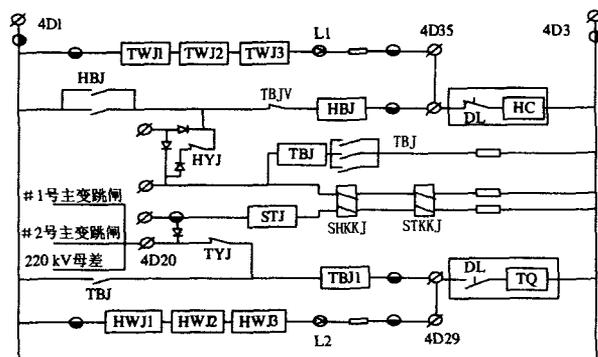


图 1 分段开关 (233) 合闸及第 I 组跳闸回路示意图
Fig.1 Close circuit of breaker 233 and trip circuit

如果 4D29 的对地电压为纯直流分量, 由回路可知, 此时在合位灯上呈现反向的电压降, 合位灯不应该点亮。综合上述排查过程的一系列试验, 检修人员的初步判断是: 在直流系统中串入了交流成份, 鉴于三路跳闸回路的电缆较长 (约 100 多米), 由对地电容效应导致跳闸出口处电压升高, 引起指示灯异常点亮。带着此疑问, 用万用表的交流电压档测量了直流系统的对地电压, 直流系统正、负极对地都有 120 V 的电压。采用手持式录波仪器对直流系统正极对地检测, 其波形如图 2 所示。

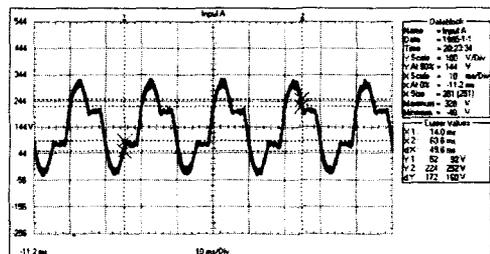


图 2 电压检测波形

Fig.2 Waveform of recorded voltage

由图可以肯定的是交流电源串入了直流系统。而交直流的结合部位只有 UPS 逆变设备。

2 交直流回路的排查

站内 UPS 电源回路示意图如图 3 所示。

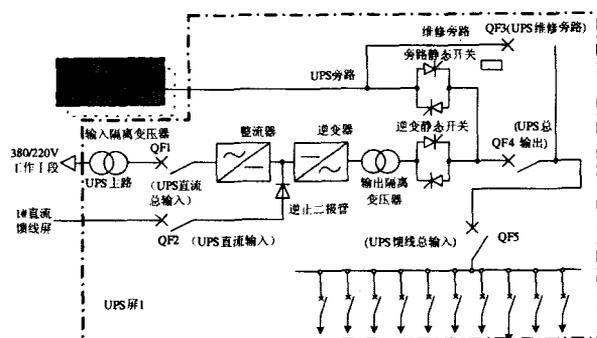


图 3 UPS 电源回路示意图
Fig.3 UPS circuit sketch map

由图可知: 两套直流系统各输出一路电源给对应的 UPS 屏; 另外, UPS 屏同时接入交流电源。UPS 的输出回路与直流系统同为不接地系统, 理论上讲不会出现直流系统对地绝缘下降现象, 综合上述现象和初步判断分析, 继电保护检修人员做了如下试验:

1) 分别断开直流系统至 UPS 屏的电源开关, 直流系统绝缘恢复正常, 测量直流正、负对地交流电压为零, 233 开关操作箱的指示灯恢复正常。由此确认问题出在了 UPS 屏。

2) 在正常运行状态下, 拆除 UPS 备用屏至主屏间的输出联接电缆 (主屏运行), 备用屏所对应的 #2 直流系统绝缘恢复正常, 并无交流电压成份。由此排除屏内故障的可能。

3) 断开 UPS 屏上至 35 kV 保护小室的输出开关 (35 kV 小室扩建过 #2 主变), #1、#2 直流系统绝缘恢复正常, 测量直流正、负对地交流电压为零, 233 开关操作箱的指示灯恢复正常。确认问题出在 UPS 电源至 35 kV 小室的输出回路上。

4) 在 35 kV 小室 UPS 分电箱屏上断开电源总开关, 直流系统恢复正常。其分支回路有四路分别至: #2 主变电度表屏、#2 主变在线油色谱分析屏、#1 主变本体端子箱、#1 主变电度表屏。火线经开关控制, 零线不经开关控制并接在端子排上。分别断开四支路火线开关, 直流系统未恢复正常, 确认为负载间接地。

5) 分别拆开四支路零线, 直流系统绝缘有所恢复, 在全部拆除时绝缘恢复正常, 在拆除至 #1 主变本体端子箱时绝缘恢复最大。

从以上试验可以看出接地的最大可能发生在至 #1 主变本体端子箱回路, 在 #1 主变本体端子箱内

UPS 电源同时供温控器及箱内加热照明等回路使用。经查, 温控器回路没有接地情况, 而在断开 B 相本体端子箱的加热回路时接地消失, 确认 UPS 电源在此箱内发生了接地。断开加热电源开关查找接地点: 用万用表测加热开关下端火线、零线对地有 120 V 交流电压, 由于是零线接地, 把接地点定在加热电阻部份。切断投加热电阻切换开关, 火线对地电压为零, 零线对地电压为 120 V。在查找接地情况时发现加热电阻的零接线柱与端子箱箱体靠在了一起, 造成接地。把加热电阻接地情况处理完后, 投入所有开关及接线, 直流系统绝缘恢复正常, 测量直流正、负对地交流电压为零, 233 开关操作箱的指示灯恢复正常。

3 事件分析及整改措施

由异常排查过程及结果分析, 可知此站直流系统存在如下问题:

1) UPS 系统的逆变隔离不合格, 虽然 UPS 负载为不接地系统, 但即使出现交流接地事件, 鉴于交直流隔离措施, 不应导致交流分量串入直流系统, 影响直流系统运行, 此点是导致直流系统异常的重要因素。

2) UPS 电源负载应用不当, 其负载应为不能失电的重要设备, 而加热、照明等辅助回路接入 UPS 负载, 不但增加 UPS 电源的负担, 更重要的是增加了发生接地的概率。

综上所述结果, 制定如下整改措施:

1) 取消 UPS 对加热、照明等辅助回路的供电, 改为交流系统直接供电方式。

2) 改进 UPS 交直流逆变设备的隔离措施, 不致使交直流两系统互相影响。

4 结语

直流系统的正常运行对于电网二次设备的作用正确发挥至关重要, 文章详述了一起直流运行缺陷的排查过程及事故原因分析, 由此可以看出: 直流系统的任何不正常现象的出现, 应引起运行检修人员的足够重视, 彻查其原因并予以消除, 防止出现重大隐患; 另外, 一流的仪器和设备对于缺陷的排查非常重要, 可在一定程度上减少对经验的依赖。

参考文献

- [1] 陈志军. 500kV 变电站直流系统负荷分配对保护装置的影响[J]. 继电器, 2006, 34 (7): 74-77.
CHEN Zhi-jun. The Influence of Load Distribution in 500kV Substation DC System on Protector[J]. Relay, 2006, 34(7): 74-77.
- [2] 李冬辉, 史临潼. 发电厂和变电站直流系统接地故障检测总体方案[J]. 电网技术, 2005, 29 (1): 56-59.
LI Dong-hui, SHI Lin-tong. An Overall Scheme to Detect Grounding Faults in DC System of Power Plants and Substations[J]. Power System Technology, 2005, 29(1):56-59.
- [3] 王坚敏. 直流回路一点接地引起保护误动的实例分析[J]. 继电器, 2003, 31 (增刊): 65-68.
WANG Jian-min. Analysis of Incorrect-operation of Protection Caused by One-point Earth-fault on Direct Current Circuit[J]. Relay, 2003, 31 (S): 65-68.

收稿日期: 2008-07-25; 修回日期: 2008-09-03

作者简介:

赖志刚 (1977-), 男, 高级技师, 专科, 长期从事继电保护维护、检修及技术管理工作;

毛 鹏 (1973-), 男, 博士后, 高级工程师, 主要从事电力系统故障分析、继电保护原理研究, 以及二次系统运行维护工作。E-mail: maopeng7073@vip.sina.com.cn

(上接第 81 页 continued from page 81)

- [4] 陈光大, 周鑫玉. 一种测量电信号基波分量的快速算法[J]. 电站系统工程, 1998, 14(1): 58-61.
CHEN Guang-da, ZHOU Xin-yu. A Fast Algorithm for Measurement of Fundamental[J]. Power System Engineering, 1998, 14(1): 58-61
- [5] 王雷. 无功补偿计算及电压无功投切判据分析[J]. 电力自动化设备, 2001, 21(6): 17-19.
WANG Lei. Var Compensation Calculation and Criterion Analysis of Voltage & Var Control[J]. Electric Power Automation Equipment, 2001, 21(6): 17-19.
- [6] 赵闻蕾, 叶家金. 基于 FFT 算法的牵引供电系统智能电量变送器[J]. 大连铁道学院学报, 2001, 22 (3): 77-81.
ZHANG Wen-lei, YE Jia-jin. A Study of Intelligent

Electric Transducer Based on FFT in Traction Power System[J]. Journal Dalian Railway Institute, 2001, 22 (3): 77-81.

收稿日期: 2008-07-30; 修回日期: 2008-08-26

作者简介:

孙 勇 (1983-), 男, 硕士研究生, 研究方向为智能电器理论及应用; E-mail: sunlove25@163.com

汪玉凤 (1962-), 女, 教授, 主要从事直线电机和电力电子及自动化的工作;

赫 飞 (1978-), 男, 讲师, 从事电力电子与检测技术的教学和科研工作。