

直流故障引起的线路保护误动作事件分析

刘孝刚¹, 黄浩声², 崔晓祥¹, 蔡振辉¹

(1.江苏省电力公司检修分公司, 江苏南京 211102; 2.江苏省电力公司电力科学研究院, 江苏南京 211103)

摘要:直流系统的可靠对于变电站的安全运行至关重要。文中针对一起区外故障下线路保护动作事件, 阐述了该故障分析思路和排查方法, 通过对直流监测系统动作信息、保护录波图进行分析, 确定故障原因是由于单个蓄电池内部故障引发的故障范围扩大, 最后针对存在的缺陷提出了整改和防范措施。

关键词:直流故障; 区外故障; 保护动作

中图分类号: TM773

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2014)04-0021-03

直流系统是至关重要的电源系统, 它为电力系统的控制回路、信号回路、继电保护、自动装置及事故照明等提供可靠稳定的不间断电源, 还为断路器的分、合闸提供操作电源。尽管直流电源相对稳定可靠, 但由于其在电力系统应用中的特殊性和重要性, 极易使得直流系统自身故障演化成电力系统更大的故障^[1]。

1 保护动作情况

某日, 220 kV 线路 1 因风筝挂线发生 AB 相间短路, 线路两侧开关三跳未重合, 保护正确动作。11 s 后, 相邻 220 kV 变电站 A 线路 2 第一套保护 WXH-803 距离 III 段动作, 跳开线路开关, 第二套保护 PSL-603 保护只启动, 未动作。故障系统接线示意图如图 1 所示。其中变电站 C 由变电站 A 通过线路 2 单线馈供。



图1 故障系统接线示意图

2 故障检查及分析

现场对 220 kV 变电站 A 线路 2 第一套 WXH-803 保护开展相关试验, 装置检查结果正常。检查发现变电站内第一套保护均启动。另外, 还发现站内 II 段直流电源消失, 恢复供电后进行模拟全站所用电全失试验, 发现在切断直流 II 段充电机交流电后, 直流电压有短时下降现象。为查找直流电压下降原因, 对站内直流电源系统进行了检查, 同时对直流系统故障原因开展分析。

2.1 II 段直流母线电压告警分析

故障发生时, 直流绝缘在线监测装置记录到 II 段母线相关告警信息, 告警值为 69.2 V。装置 II 段直流电压欠压定值为 198 V, 而此次动作值显示仅为 69.2

V, 表明故障发生时刻, 直流母线电压从额定 220 V 急剧下降, 导致在装置动作时, 第一个采样点幅值(69.2 V)已远低于定值。

2.2 II 段直流母线电压降低原因分析

针对直流电压下降的情况进一步开展分析, 图 2 为 II 段直流系统脱开充电装置后, 由蓄电池组给直流负载带电的系统简图。绝缘监测装置中平衡桥的 2 个电阻阻值相等约 47 kΩ, 钳制直流正负母线对地电压。

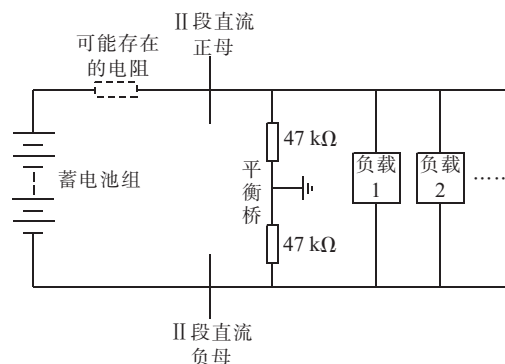


图2 II段直流系统简图

绝缘监测装置检测的直流电压是正母线与负母线之间的电压, 母线直流电压降低有可能是蓄电池组故障或是蓄电池组至直流母线电压之间有电阻分压, 如螺丝没有拧紧、接触不良等。对该回路进行了仔细的检查, 发现蓄电池组与正负母线的回路接触良好, 排除蓄电池组至直流母线电压之间存在电阻分压的可能。进一步检查 II 段母线上蓄电池组在线监测装置相关告警信息, 发现故障当日凌晨, 在运行人员送上充电机交流电源给蓄电池组充电过程中, 30 号蓄电池电压 3 次超限, 最高电压达到 11.58 V, 如表 1 所示。根据 DL/T 724—2000《电力系统用蓄电池直流电源装置运行与维护技术规程》规定, 蓄电池组充电电压调整范围为 90%~130%(6 V, 12 V 阀控式蓄电池)^[2], 变电站站内蓄电池单节标称电压为 6 V, 充电电压范围应为 5.4~7.8 V, 30 号蓄电池充电电压明显过高。

充电过程中蓄电池电压过高是蓄电池内部存在故

表 1 单节蓄电池超限信息

故障类型	编号	报警值/V	时间
电压超限	30号第2组	11.58	03-24 04:37
电池恢复	30号第2组	07.50	03-24 13:02
电压超限	30号第2组	07.91	03-24 16:20
电池恢复	30号第2组	07.35	03-24 16:36
电压超限	30号第2组	09.40	03-24 23:13
电池恢复	30号第2组	07.48	03-24 23:58

障的一个特征,蓄电池内部故障会导致蓄电池组放电时端电压迅速下降,因此在变电站充电装置断电,由第二组蓄电池组直接带负载时,由于其30号蓄电池内部存在故障,致使蓄电池组直流电压迅速下降,造成直流系统失电故障。事后将该组蓄电池更换,对30号蓄电池进行电导测试,测试结果为0 S,即内阻无穷大,表明蓄电池内部确实存在物理故障。

2.3 故障过程分析

线路1因风筝挂线发生AB相间短路,导致变电站A 220 kV 母线AB相电压下降,35 kV 母线电压随之下降,变电站A 1号所用变(35 kV 侧电压取自本站一段母线)、2号所用变(35 kV 侧电压取自L1线路,由变电站C转某35 kV 变电站再接回变电站A)低压侧401,402开关因失压瞬时脱扣跳开,站内直流母线I,II的充电装置失去交流电,由2组蓄电池给负载供电。变电站A直流系统结构如图3所示。

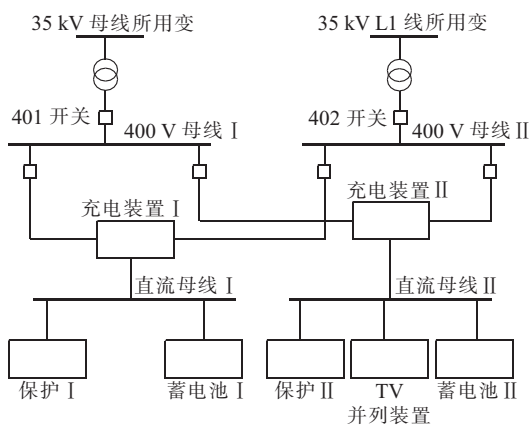


图 3 变电站 A 直流系统结构

I 段直流母线的蓄电池组带负载成功, II 段直流母线蓄电池组由于单节电池内部虚断,造成直流母线电压跌落,使接于 II 段直流母线的 220 kV 电压互感器(TV)并列装置中的交流电压切换继电器(单位置继电器)失去直流电而返回,导致全站保护失去母线电压。在区外线路故障的影响下,线路2第一套保护装置

WXH-803 启动,当三相母线电压消失后,相间测量阻抗为 0,由于保护正处于启动后的故障处理程序中,不判 TV 断线,因此在达到距离三段的延时后,保护动作出口跳开线路开关。WXH-803 保护故障录波如图 4 所示。

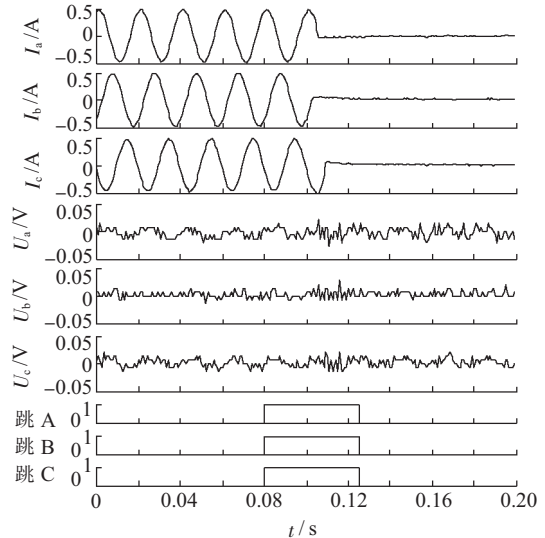


图 4 WXH-803 保护录波图

由图 4 可见,在保护跳闸前,线路 2 二次三相电压均已消失,而三相电流仍为正常的负荷电流,呈典型的 TV 断线特征。

线路 2 第二套保护由于 II 段直流母线失电造成装置失电,保护只启动没有动作出口。因此,本次故障是由于区外线路故障引起变电站 35 kV 母线电压下降,所变低压侧总开关因低压瞬时脱扣,造成 1 号、2 号充电机交流失电,全站直流负荷由 1 号、2 号蓄电池组供电。由于 2 号蓄电池组单节电池内部故障,II 段直流母线电压急剧下降,导致接于 II 段直流母线的 TV 并列装置失电,线路 2 第一套保护 WXH-803 装置三相电压消失,距离 III 段动作出口。

3 整改措施

本次故障暴露了诸多问题,如该变电站所用变交流电源设计不合理、蓄电池组在线监测系统功能不够完善及所变低压侧开关低压脱扣方式不合理等,需及时采取以下措施加以解决。

(1) 加强直流系统的运行和维护。蓄电池正常都以浮充方式运行,因长时间不放电,负极板上的活性物质易产生硫化铅结晶,不易还原,为保证放电容量和延长使用寿命,必须对其进行定期充放电和日常维护。

(2) 完善现有蓄电池在线监测系统功能。当某只蓄电池内部开路而引起其他蓄电池过充时能适时发出过充告警,蓄电池开路达到一定延时即可发出电池开路报警^[4]。

(3) 规范所用变低压侧失压脱扣装置运行方式。

脱扣装置需带一定延时,以便与继电保护动作时间相配合,避免由于区外故障的短时扰动即导致所变低压侧失电。

(4) 严格执行反措,规范电压并列及切换回路设计。对 TV 并列装置进行严格检查,确保 TV 并列装置刀闸接点双位置开入^[3]。因 TV 并列装置涉及全站电压,其一旦失电,影响全站保护正常运行,必须使用双位置继电器,即使直流电源失去,由于继电器具有自保持功能,保护不会失去电压。

(5) 对于重要的 220 kV 联络变电站,所用变的两路交流电源应取自不同的可靠电源点,避免所用变两路电源同时失电。

4 结束语

通过详细地现场检查与分析,确定了区外故障下线路保护不正确动作的原因及直流蓄电池故障所在,

并进一步提出了整改措施,为防止类似直流系统故障的发生提供了借鉴。

参考文献:

- [1] 谭重伟,梅俊,欧阳德刚,等. 500 kV 变电站直流系统故障分析及应对措施[J]. 湖北电力,2006,06(3):29-31.
- [2] DL/T 724—2000,电力系统用蓄电池直流电源装置运行与维护技术规程[S].
- [3] 国家电网公司. 国家电网公司十八项电网重大反事故措施[M]. 北京:中国电力出版社,2005:76-89.
- [4] 黄森炯,王晓,王晴. 蓄电池故障对 110 kV 变电站安全运行影响分析探讨[J]. 蓄电池,2012,49(5):212-214.

作者简介:

刘孝刚(1971),男,湖南郴州人,高级工程师,从事继电保护工作;
黄浩声(1979),男,浙江温岭人,工程师,从事继电保护工作;
崔晓祥(1979),男,江苏兴化人,高级工程师,从事继电保护工作;
蔡振辉(1976),男,江苏启东人,工程师,从事继电保护工作。

The Analysis of a Mal-operation Accident of Relay Protection Caused by DC System Fault

LIU Xiaogang, HUANG Haosheng, CUI Xiaoxiang, CAI Zhenhui

(1. Jiangsu Electric Power Maintenance Branch Company, Nanjing 211102, China;

2. Jiangsu Electric Power Company Electric Power Research Institute, Nanjing, 211103, China)

Abstract: Reliable operation of DC system is very important for safe operation of substation. This paper uses an actual accident of the mal-operation of line protection caused by the rapid decline of DC voltage during the external fault to elaborate the analytical means of accidents. By analyzing the trip reports in DC system and fault records in line protection, it is confirmed that the expansion of fault area is caused by the internal fault of a single battery. Finally, several methods to improve supply reliability and avoid the similar accident are proposed.

Key words: DC fault; external fault; protection action

国家电网上半年投入 1588 亿元用于电网建设

2014年7月7日,国家电网公司召开年中工作会。根据会议公布的数据,2014年上半年,国家电网完成固定资产投资 1676 亿元,其中电网投资 1588 亿元,同比增长 8.9%;售电量 1.7 万亿 kW·h,同比增长 5.1%。国家统计局的相关统计表明,今年 1 至 5 月,拉动经济增长的“三驾马车”——投资、消费、出口的同比增速分别下降 3.2、0.5、13.9 个百分点,显示出我国经济增长仍面临较大下行压力。在这一背景下,电网投资保持较高增速,进一步凸显出其对我国经济增长的正面带动作用。国家电网公司是我国最大的电力供应企业,也是全球最大的公用事业企业。记者发现,经过持续投资,特高压电网、智能电网工程领域建设均取得重大进展。今年以来,国家电网公司特高压电网建设全面提速,哈密南—郑州、溪洛渡—浙西±800 kV 特高压直流工程建成投运,浙北—福州特高压交流工程进展顺利。国家电网“四交四直”8 项特高压工程和 3 条常规输电通道纳入国家大气污染防治行动计划。截至 6 月底,国家电网已建成投运“两交四直”特高压工程,在运在建特高压线路长度超过 1 万 km,变电(换流)容量超过 1 亿 kV·A。在智能电网工程领域,国家电网全力推进智能电网建设,目前浙江舟山柔性直流输电科技示范工程已建成投运,这是世界首个五端柔性直流输电工程。山东文登、河南天池、重庆蟠龙抽水蓄能项目获得核准,建成北京、上海、杭州电动汽车互动服务平台,积极推进京港澳、京沪等高速公路快充站建设。与此同时,国家电网还启动了 6 类 16 项智能电网创新示范工程。国家电网公司相关人士表示,我国已提出要推动能源消费革命、供给革命、技术革命和体制革命,强调发展远距离大容量输电技术,以坚强智能电网建设承载和推动这一要求,符合我国的战略部署。因此,下半年国家电网将继续推动特高压和智能电网建设,在坚强智能电网发展上实现新突破。