

变电站直流系统安全隐患的排查和处理

邓明燕

(四川电力送变电建设公司, 四川 成都 610051)

摘要:遂宁 500 kV 变电站投运前两段 220 V 直流系统母线电压一直处于波动状态,直接影响到遂宁变电站的投运,通过现场排查发现导致直流系统母线电压循环波动原因:6 台直流母线绝缘监测装置轮值分时工作循环投入和退出平衡桥公共接地点造成。改进措施:退出绝缘监测装置不平衡桥和轮值分时工作模式,永久投入平衡桥和公共接地点,有效解决了直流系统电压波动问题。

关键词:220 V 直流系统; 母线电压波动; 安全隐患; 现场排查; 改进措施

Abstract: The two segments of bus voltage of 220 V DC system are always in a situation of fluctuation in Suining 500 kV Substation, which directly impacts on the substation being put into operation. Through the on-site investigation, the reasons led to the cyclical fluctuations of bus voltage of DC system are found, that is, the rotating time division mode of 6 sets of DC bus insulation monitoring device has been put into use repeatedly and the common grounding point of the balance bridge has been exited. The improvement actions are proposed, that is, to exit the unbalance bridge and rotating time division mode of insulation monitoring device, and to put the balance bridge and the common grounding point into operation permanently, which can effectively solve the voltage fluctuations of the DC system.

Key words: 220 V DC system; bus voltage fluctuation; security risk; site investigation; improvement action

中图分类号:TM645 文献标志码:B 文章编号:1003-6954(2011)05-0077-03

0 概述

2010年3月底,新建遂宁500kV变电站投产在即,但由于遂宁变电站两段220V直流系统电压均一直处于波动状态,在各直流绝缘接地巡检装置液晶屏上显示的正、负对地电压幅值虽然有拉偏但还稳定,用万用表直接监测I、II段直流系统正、负母线对地电压幅值既不平衡也不稳定,正极对地电压和负极对地电压一直持续往复波动,正、负对地电压幅值波动范围相对应地从43.0V升到177.0V然后又降至43.0V,周而复始,几乎不到一分钟就循环往复一次,用专业术语表述为典型的“乒乓效应”,此时正、负母线之间电压幅值一直稳定在220V,如图1所示遂宁500kV变电站220V直流系统电压波动图(注:II段直流系统电压波动图与I段完全一致)。

1 原因排查

遂宁500kV变电站220V直流系统配置为两段,各自独立工作,没有电气联系,各段采用分布式辐

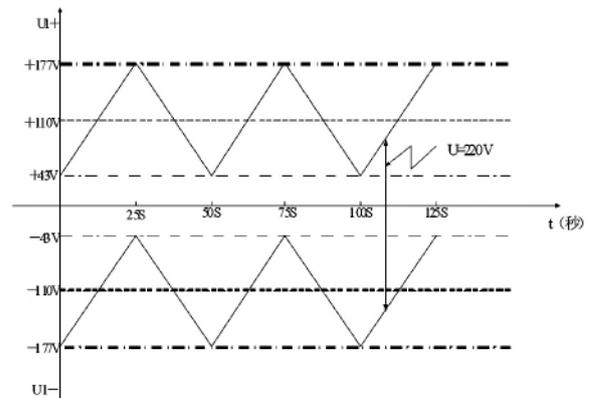


图1 遂宁500kV变电站220V I段直流系统电压波动图
射网络供电,各直流屏均配置一台哈尔滨光宇公司生产的DIM5A型分布式微机绝缘监测装置来进行直流系统接地巡检工作,该装置采用平衡桥和不平衡桥相结合的方式(该设计原理是该公司推出的新技术,遂宁变电站是首个使用),完成正负母线对地电压、正负母线对地电阻的监测;支路检测不需要外加信号,根据电流差原理对支路因接地产生的对地漏电流进行在线无接触测量,从而实现各支路正负对地电阻监测以及接地故障的选线定位,其工作原理结构简图如图2所示。

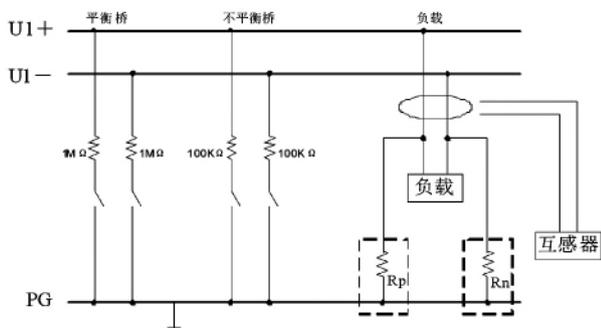


图2 DIM5A 分布式微机绝缘直流系统接地
巡检仪原理结构简图

1.1 直流系统工作原理

本站有一个主控楼和4个保护小室,其中主控楼220V直流总控室有2段直流母线,2台直流绝缘接地巡检装置,主变压器小室及220kV小室有6个分屏,6台直流绝缘接地巡检装置,2个500kV小室,每个小室各有2个分屏,2台直流绝缘接地巡检装置。

每段直流母线各带6台直流绝缘接地巡检装置运行,其工作原理为6台绝缘监测装置采取并机运行方式,轮值分时工作,当工作令牌到达哪个绝缘监测装置时,此绝缘监测装置开始工作,首先投入平衡桥,该平衡桥臂 K_p 开关自动合上,投入1MΩ平衡桥,实时监测直流正、负母线对地电压状况,当监测到母线出现绝缘降低后,绝缘监测装置根据预先设好的定值来判断直流电压拉偏情况而决定是否投入该装置不平衡桥臂 K_b 开关,即是否投入100kΩ不平衡桥;当母线电压对地拉偏值超过绝缘降低预期设定值后,这时绝缘监测系统会根据检测到电压的情况启动支路检测方案,绝缘监测系统投入不平衡桥进入母线及支路对地阻值检测程序从而实现接地故障的选线定位,而此时由于绝缘降低被拉偏的直流母线电压会因为绝缘监测装置不平衡桥的投入导致被拉偏的直流母线电压更加深度拉偏。

遂宁变电站220V直流系统改进前等效回路简化工作原理如图3所示(注:II段与I段完全一致)。

1.2 电压波动原因分析

通过现场绝缘检测发现遂宁500kV变电站现场绝缘状况不是很理想,因为抢工期土建和电气安装施工交叉严重,房屋门窗未安装,墙面未粉刷,二次设备均安装就位,导致保护屏盘及端子积灰严重;220kV户外GIS装置特别是开关和隔离开关机构箱,一下雨绝缘就整体明显下降。但即使如此,也只会导致直流系统电压拉偏,而不是造成直流系统电压循环波动。

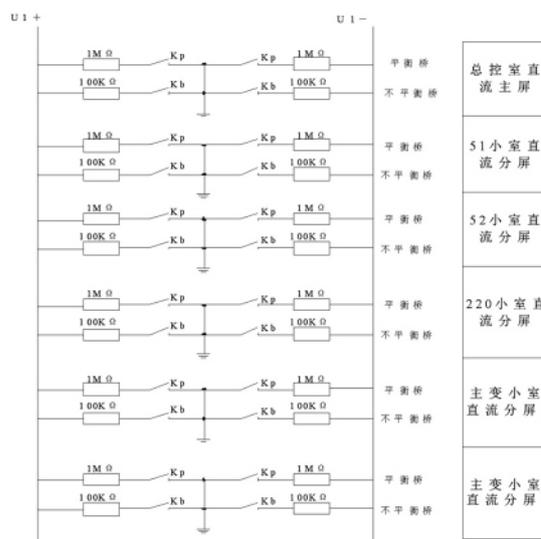


图3 遂宁变电站直流系统改进前220V I段
直流系统等效回路简化图

为了准确判断遂宁500kV变电站220V直流系统电压波动的真实原因,调试人员首先将总路和各支路计6台直流绝缘接地巡检装置全部退出运行,将各支路桥臂接地解开,同时退出外部所有直流负载支路,在正极和负极母线对地之间各外接一只100kΩ电阻平衡桥臂,确保直流系统正、负对地母线电压完全平衡, $U_+ = 110V$, $U_- = 110V$,然后逐一投入各负载支路。

这期间发现由于500kV遂洪线高抗本体和高抗保护屏未安装完毕,导致5052断路器和5053断路器支路绝缘偏低,暂时退出直流;由于220kV遂桐I、II线保护屏未搬迁到场,二次电缆未完成接线导致支路绝缘偏低,也暂时退出直流;对全站保护屏盘及接线端子进行除灰和吸潮处理;对220kV户外GIS装置机构进行加热器烘干处理,同时对受潮严重的接线端子和接点进行更换。

通过以上方法对遂宁变电站直流系统进行绝缘排查后,两段220V直流系统正、负对地母线电压相对平衡,直流系统正、负母线对地电压分别为107.0V和113.0V,符合规程要求,整个过程没有电压波动情况发生。

此时再将1台直流绝缘接地巡检装置接入直流系统,直流系统正、负母线电压没有发生波动,但当接入6台直流绝缘接地巡检装置后,直流系统正、负母线电压波动情况再次发生,通过反复试验最终发现,造成220V直流系统正、负母线电压波动的根本原因是:每段直流母线6台直流绝缘监测装置运行方式是

轮值分时工作,当 1 号机开始工作时,1 号机投入平衡桥,当电压平衡时 1 号机断开平衡桥退出转为待机模式(即退出公共接地点:直流系统公共接地点退出时直流正、负母线对地电压是悬浮的),其余装置工作过程与之类似。这样就存在系统并机时,当前一台机器平衡桥退出到下一台机器平衡桥投入时存在时间差,即该时间段直流系统内没有平衡桥(即没有公共接地点) 6 台装置的循环投入和退出也就是公共接地点的循环投入和退出,从而导致直流系统正、负母线对地电压循环波动。

2 改进措施及效果

由于直流系统正、负母线对地电压循环往复的持续波动对分析直流系统故障原因带来困难,无法正确判断直流系统是否有绝缘降低或接地,一旦投运将会严重危及系统安全运行。

为了确保系统安全稳定运行,调试人员向厂家提出修改设计原理,避免 6 台绝缘监测设备间因轮值工作间隙退出平衡桥而丢失公共接地点导致直流系统电压波动的工作模式,避免直流系统绝缘降低时由于投入各装置的不平衡桥导致直流系统电压被深度拉

偏的工作模式。厂家也接受该建议,现场立即着手修改软件,变更了出厂的设计原则,修改了平衡桥的运行方式:即退出所有不平衡桥,取消每段直流母线 6 台直流绝缘监测装置轮值分时工作模式,改为永久投入 6 台装置平衡桥(即公共接地点永久存在)的工作模式。经过厂家现场反复修改软件和试验检测,最终有效解决了直流系统正、负对地电压波动问题,遂宁变电站 220 V 直流系统已投入系统运行,性能稳定,状况良好。

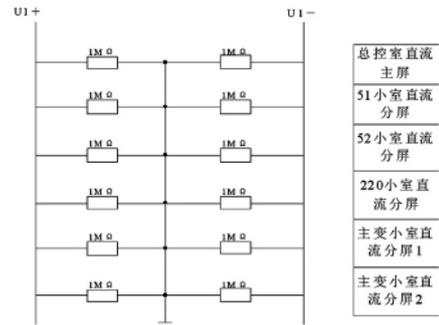


图 4 遂宁变电站改进后 220 V I 段直流系统等效回路简化图

遂宁变电站 220 V 直流系统厂家设计程序改进后等效回路简化工作原理如图 4 所示(注:II 段与 I 段完全一致)。

(收稿日期:2011-06-16)

(上接第 57 页)

表 4 接地开关参数计算结果汇总

电容电压 /kV	电容电流 /A	电感电压 /kV	电感电流 /A
35.1	4.42	2.02	159

5 结 论

(1) 对于同塔双回线路中一回线运行,另一回线停运时,在停运线路上将因静电耦合和电磁耦合感应产生较高幅值的电压和电流。线路两端接地开关需要合理选择,使其具有开合感应电流、感应电压的能力。

(2) 静电感应电流大小与线路长度有关,基本呈正比例关系。静电感应电压大小与线路长度关系不大。电磁感应电流大小与线路长度基本无关。电磁感应电压大小与另一回线路长度有关,基本呈正比例关系。静电感应与运行线路电压有关,而与负载电流关系不大;电磁感应与运行线路负载电流有关而与运行电压关系不大。

(3) 参照 IEC 标准选择的 B 类接地开关参数不一定能满足 750 kV 同塔双回线路的要求,往往需要结合具体工程条件,经仿真计算提出接地开关参数设计要求。

(4) 根据接地开关参数计算结果,建议西宁一日月山双回 750 kV 线路两端接地开关都选容性电压大于 35.1 kV 的超 B 类接地开关。

参考文献

- [1] 750 kV 西宁—日月山—乌兰输电线路工程设计计划[R]. 西安:西北电力设计院,2009.
- [2] IEC 62271-102 High-voltage Wwitchgear and Controlgear - Part 102: Alternating Current Disconnectors and Earthing Wwitches[S]. IEC 2001.
- [3] Rule Book Alternative Transient Program.

作者简介:

钟蓉(1968),女,工程师,长期从事电力系统输变电工程建设。

(收稿日期:2011-05-23)