

一起谐振过电压对电容器的影响分析

马德萍 蒋志军

国网宁夏吴忠供电公司

DOI: 10.12238/jpm.v4i8.6187

[摘要] 某110kV变电站,在10kV系统发生电压异常升高,引起10kV母线接地告警,造成电容器过电压保护动作开关跳闸和10kV母线电压互感器熔断器熔断。

[关键词] 变电站、谐振过电压、电容器

Analysis of the influence of the resonance overvoltage on the capacitor

Ma Deping, Jiang Zhijun

State Grid Ningxia Wuzhong Power Supply Company, Ningxia Wuzhong 751100

[Abstract] In a 110kV substation, the voltage rises abnormally in the 10kV system, causing the 10kV bus grounding alarm, causing the capacitor overvoltage protection action switch trip and the 10kV bus voltage transformer fuse fuse.

[Key words] substation, resonant overvoltage, capacitor

引言:

变电站是联系发电厂和用户的中间环节,起着变换和分配电能的作用,变电站内并联电容器是电力系统中的无功电源,起到改善电压、补偿的作用,电容器的正常运行对变电站及电网运行电压至关重要。某110kV变电站,在10kV系统发生电压异常升高,引起10kV母线接地告警,造成电容器过电压保护动作开关跳闸和10kV母线电压互感器熔断器熔断。

一、保护动作情况

08时15分24秒,变电站527、528电容器保护装置跳闸,告警、跳闸、跳位灯点亮,10kV II母电压互感器A、C相保险熔断,装置面板过电压保护动作;综自后台机显示“527电容器过电压保护动作”、“527断路器分”“528电容器过电压保护动作”“528断路器分”“527电容器PT断线动作”、“528电容器PT断线动作”、以及其他10kV II段线路报PT断线。

二、现场保护装置报文及一次设备情况

1. 保护装置现场情况:

1.1 527 电容器保护动作信息: 08:15:22:149ms 启动; 08:15:24:192ms, 相对时间 2043ms、过电压保护动作; 故障相别: AC、故障电压 $U_{ca}=166.01V$ 。

1.2 528 电容器保护动作信息: 08:15:22:158ms 启动; 08:15:24:209ms, 相对时间 2051ms 过电压保护动作; 故障相别: AC、故障电压 $U_{ca}=158.32V$ 。

2. 故障录波器屏处:

10kV 母线电压接入故障录波装置,故障录波正确,录波图完整。根据电压波形,初步判断故障时刻10kV II母存在基波谐振现象。

3. 10kV 配电室: 527、528 电容器断路器在分位。

三、现场调查及分析:

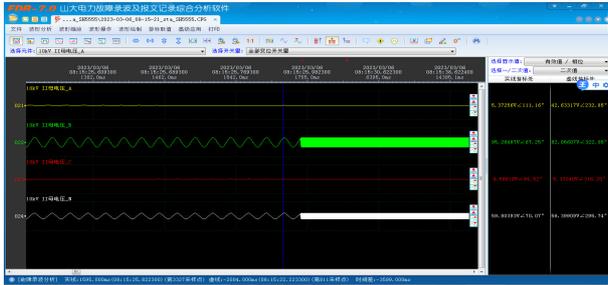
1 基波谐振分析

由录波图可以看出,08:15:21:489ms,10kV II母A相电压与零序电压逐渐增大,B、C逐渐略有减小,08:15:21:569ms,10kV II母零序达到32.79V,达到接地告警定值(30V),“10kV II母接地告警”信号动作,此时A、B、C三相电压均没有明显降低,可以判断系统实际没有发生接地故障,该信号是由于谐振导致零序电压升高造成的。

08:15:21:578ms,10kV II母A、C两相电压、零序电压同时逐渐升高,B相电压降低,08:15:21:806ms,10kV II母A相电压、零序电压继续逐渐升高,B、C两相电压逐渐降低,08:15:21:860ms,10kV II母A、B、C三相电压、零序电压同时逐渐升高,08:15:22:105ms,10kV II母C相电压降低至2.22V,A、B相电压接近相电压,零序电压为32V,判断此时10kV II母电压互感器C相保险已熔断。

08:15:25:822ms,10kV II母A相电压降低至5V左右,B相电压接近线电压,判断此时10kV II母电压互感器A相保险已经熔断,但谐振仍然存在。08:15:51:578ms,10kV II母B

相电压恢复至相电压, 零序电压接近开口三角绕组单相电压, 判断整个谐振过程结束。



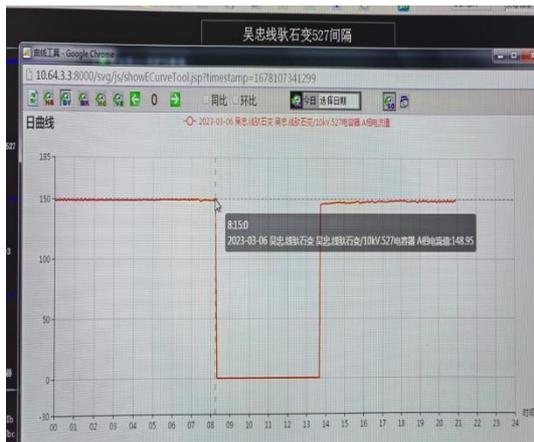
10kV II母谐振电压波形图

2 保护动作分析

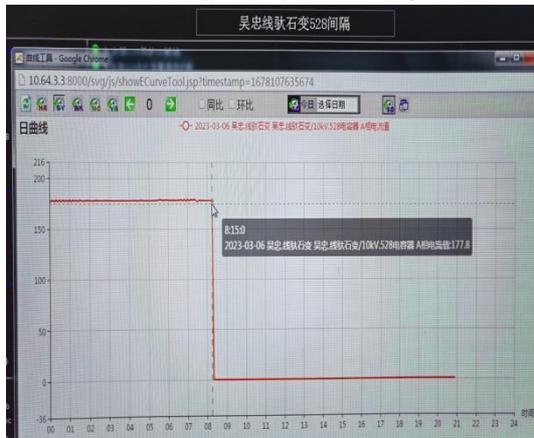
527 电容器开关跳闸后进行现场进行调查, 查看保护装置动作报告及故障录波器录波报告, 从录波图分析:

2.1 低电压保护分析:

根据定值单, 低电压动作定值 50V, 有流闭锁定值 1.3A。查看 527、528 电容器电流历史曲线, 电容器开关分闸前, 527 电容器电流值为 150A, CT 变比为 300/5, 折合二次值 2.5A, 528 电容器电流值为 178A, CT 变比为 300/5, 折合二次值 2.96A, 均大于低电压有流闭锁定值 1.3A, 因此在 B 相电压降低以及 C 相电压消失期间, 电容器负荷电流均大于有流闭锁定值, 闭锁低电压保护, 故低电压保护未动作。



527 电容器故障前电流曲线



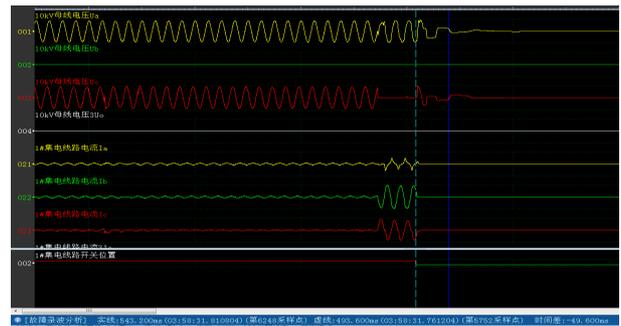
528 电容器故障前电流曲线

2.2 过电压保护分析: 过电压保护定值: 120V、时间定值: 2s。根据故障录波, 52-9PT C 相保险熔断前, 谐振过程中, 计算 10kV II 母各线电压最大值: $U_{ab}=103.73A$, $U_{bc}=103.61A$, $U_{ca}=43.32A$, 均小于过电压保护定值, 过电压保护不动作。52-9PT C 相保险熔断后, 铁磁谐振过程中, 10kV II 母各线电压最大值: $U_{ab}=84.7A$, $U_{bc}=118.8A$, $U_{ca}=163.8A$, U_{ca} 电压大于过电压动作值 120V, 过电压保护启动, 经延时 2s 后正确动作跳闸, 过电压保护正确动作。

四、判断结果:

整个谐振过程持续约 30s, 电压波形周期基本为 20ms, 电压变化包括单相电压升高、两相电压升高一相降低和三相电压同时升高, 符合基频共振的特点。

谐振开始时刻, 10kV II 母系统未发生接地、无开关分合闸操作, 但 10kV II 母上 524 有负荷突降 (由 90A 左右降低至 30A) 现象, 通过后台系统查询得知 524 线路上 T 接线分布式光伏电站, 而该电站上送遥测值为零, 经分布式光伏电站实地检查发现在分布式光伏电站 512 线路保护装置过流 I 段保护动作跳闸 (该电站唯一一条集电线路), 50ms 后 T 接点跌落保险脱扣。



线状石第一分布式光伏电站录波图

由以上初步判断是由于分布式光伏电站 512 集电线路跳闸造成系统扰动的同时改变了变电站 10kV II 母电网系统参数, 造成了铁磁谐振, 谐振过程中产生的过电压导致 527、528 电容器过电压保护动作跳闸, 由于谐振产生的大电流导致 10kV II 母电压互感器 A、C 两相保险熔断。

该变电站 10kV II 母电压互感器为半绝缘电压互感器, 没有配置消谐器。半绝缘电压互感器中性点绝缘水平较全绝缘电压水平低, 在系统有外部扰动时, 电压互感器中性点电压最低会升高为相电压, 加之没有配置消谐器, 综合原因导致谐振的发生。

五、措施建议:

对于谐振处理主要是投入消弧线圈和改变运行参数, 一般投入消弧线圈都能消除谐振, 对于发生基波和高频谐振, 只要消谐器可靠动作, 也能消除谐振, 但对于分频谐振具有零序性质, 一般消谐器无法消除谐振。根据实际情况提出以下建议:

1. 建议将半绝缘电压互感器更换为全绝缘电压互感器, 并

配置正确的流敏型消谐器。因 10kV II 母电压互感器为手车式, 开关柜为中置式开关柜, 内部空间狭小, 无法安装全绝缘电压互感器, 建议对开关柜整体进行改造。

2. 建议在母线上并联电容或电感补偿装置, 可加装消弧线圈, 改变系统电感参数。当系统发生单相接地故障时, 故障点流过电容电流, 消弧线圈可提供电感电流进行补偿, 有效降低故障电流。

3 建议在 10kV 及 35kV 系统新接入用户前对系统参数的变化进行评估, 防止用户接入后导致电网参数变化, 收到扰动后

造成谐振危害电网的安全稳定运行及供电质量。

[参考文献]

[1] 变电运行一次设备. 张全元. 中国电力出版社. 2010.1

[2] 电力系统分析. 孙秋野、李海涛. 人民邮电出版社. 2012.12

作者简介: 马德萍 (1979-), 女, 大学本科, 高级工程师, 变电站监控。

蒋志军 (1984-), 男, 大学本科, 高级工程师, 变电站运维