110 kV终端变电站小电源故障解列实例研究

梁兆庭,黄　金
(广西电网公司贺州供电局,广西 贺州　542800)

摘　要:带小电源的终端变电站在发生进线瞬时故障时,一般由故障解列装置在重合闸延时时间内迅速将其所带的小电源解列,再进行重合。而贺州电网带小水电的 110 kV金牛变电站在发生进线故障时,却出现了故障解列装置不动作的现象,导致进线断路器无法重合,全站失压。通过故障录波文件对 110 kV金牛变电站发生的几次故障解列装置未及时动作情况作出了分析,分析指出由于电压和频率的波动导致装置发生了功能闭锁,并针对这一现象提出了改进方法和防治措施。

关键词:变电站;小电源;故障解列;闭锁

Abstract: When transient fault occurs in transmission line, the small power source of terminal substation will be rapidly broke down by fault disconnection apparatus in the delay time of reclosing, and then it is reclosed. But when the breakdown of transmission line happened on 110 kV Jinniu Terminal Substation with small hydropower in Hezhou power grid, the phenomenon that there is no action of fault disconnection apparatus occurred, which causes the circuit-breaker cannot be reclosed, and the entire substation lost the voltage. Through fault record files, the situation that fault disconnection apparatus can not act in time for several times occurring in 110 kV Jinniu Terminal Substation is analyzed. It is pointed out that the function of fault disconnection apparatus is blocked because the fluctuation of voltage and system frequency. At last, the improvement methods and prevention measures are proposed.

Key words: substation; small power source; fault disconnection; blocking

中图分类号:TM732　**文献标志码**:B　**文章编号**:1003-6954(2011)02-0038-03

0　引　言

在水电产业链中不乏地方小水电,大部分都要通过 110 kV终端变电站向主网系统供电,因此在现有电网中的 110 kV变电站常常会接有上网的地方小水电,广西电网贺州网区的 110 kV金牛变电站就属于这类型的终端变电站。这类变电站的特殊之处在于:①上网的地方小水电,机组容量不大,一般仅有一回线路向大电网系统送电。②当送电线路发生瞬时故障跳闸后,对侧大电网先进行重合(对侧重合闸延时为 1.7 s,本侧重合闸延时为 3 s),对侧重合闸成功后输电线路已带电;对本侧而言,线路和母线均有电压,但由于小水电突然甩负荷会造成母线电压震荡。鉴于此,金牛变电站保护装置的重合闸采用了检无压方式,并根据实际情况取用了母线 TV电压。因此在金牛变电站出线故障后需要解列地方小水电(这里指为金牛坪水电站),使母线电压为零,重合闸才能重合。而解列上网小水电常由变电站内故障解列装置来实现[1]。

而近年来,贺州网区 110 kV金牛变电站发生数次大电网系统进线故障,该站内的故障解列装置却出现不能及时解列上网小水电的恶性情况,导致金牛变电站先和小水电孤网运行后又解列小水电,最后全站失压。下面将对这一状况进行分析和阐述,并提出了一些建议和改进措施,以便为今后电网中出现同类似的情况提供一些思路及依据。

1　变电站运行概况

贺州网区内的 110 kV金牛变电站(2×50 MVA)是一个带地方小水电的 110 kV终端变电站,其 110 kV侧通过平金线接入 220 kV平浪变电站,另有一条在建的金太线接入 110 kV太平变电站;35 kV侧和 10 kV侧分别接有地方小水电,其中 35 kV侧接入百花滩电站(3×1.6 MW),10 kV侧接入金牛坪电站(3

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

×20 MW)。其网络接线示意图如图 1所示。

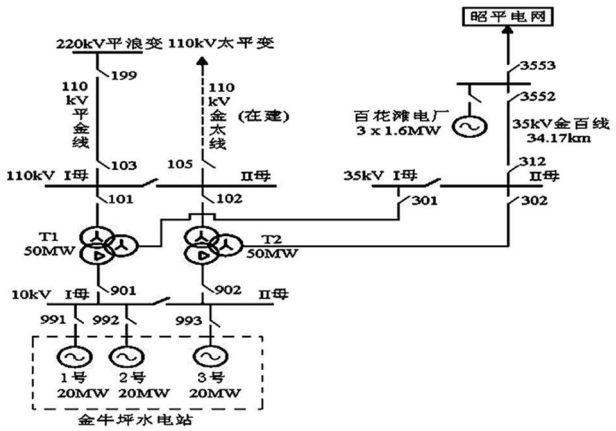

图 1 金牛变电站网络接线图

2 事故情况概述

(1)第一次事故

2009年 6月,金牛变电站 110 kV平金线发生几次瞬时故障,而金牛变电站内本应解列地方小电源的故障解列装置 RCS—9612A并未动作,使平金线断路器不能重合而导致全站停电。

根据参考文献[2]的事故分析报告指出:110 kV平金线发生线路故障,断路器跳闸后,金牛变电站、金牛坪电站和百花滩电站构成孤立电网运行。因为百花滩电站的总装机容量不到金牛坪电站总装机容量的 1/10,单机容量也远不及金牛坪电站机组,所以孤网的运行特性主要由金牛坪电站的机组运行特性决定[2]。而对金牛坪电站来说,由于甩负荷使机组原动力远大于其有功出力,导致频率迅速增长[3],在达到高周解列动作整定延时(2.3 s)前,孤网频率就已经超过 RCS—9612A型故障解列装置工作频率的范围 38.5~65 Hz造成故障解列装置闭锁,无法及时将小电源解列,线路断路器因 110 kV母线有电压而无法重合,10 s后重合闸延时返回。经过此次事故后,贺州电网重新整定了 RCS—9612A型故障解列装置的定值,减少了动作延时时间,其中高周解列 I段定值为 51 Hz,0.2 s;II段定值为 50.8 Hz,0.7 s。定值更改后,金牛变电站未再发生类似故障。

(2)第二次事故

2009年 9月,由于金牛变电站原有的 RCS—9612A型故障解列装置出口数量不满足需要,贺州电网更换了故障解列装置。新换的 SSD—540F型故障解列装置工作频率范围的上限为 55 Hz,远低于原有故障解列装置工作频率范围的上限(65 Hz),为此相关部门也重新整定了故障解列装置的定值,以保证解列装置能可靠动作[4]。但是 2010年 9月 26日,金牛变电站 110 kV平金线再次发生线路故障,断路器跳闸后新换的 SSD—540F型故障解列装置也再次出现未能及时解列金牛坪电站的现象,断路器重合闸在延时时间内没有实现重合。金牛变电站在孤网运行后不久跳开联络金牛坪电站的 1、2、3线 991、992、993开关,导致全站失压。

现场高周解列的定值:

I段定值为 51 Hz,0.2 s;

II段定值为 50.8 Hz,0.7 s。

提取现场故障录波数据如图 2所示,通过分析可以发现:110 kV平金线 103开关动作跳闸后,线路电流明显中断,110 kV母线电压仍然存在,断路器没有重合。在对故障解列装置检验时发现线路跳闸后 SSD—540F发生闭锁。

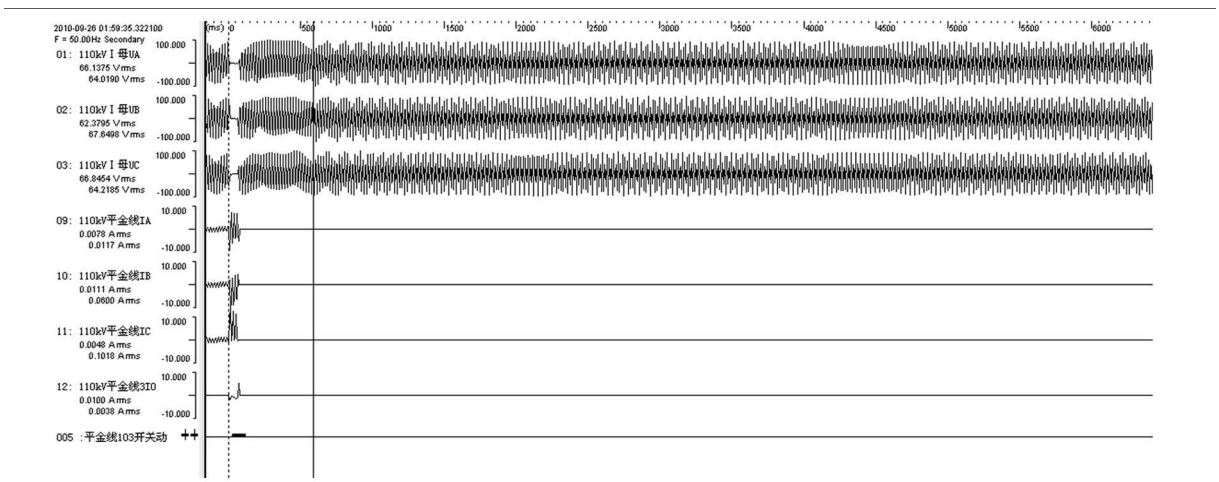

图 2 故障录波图

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

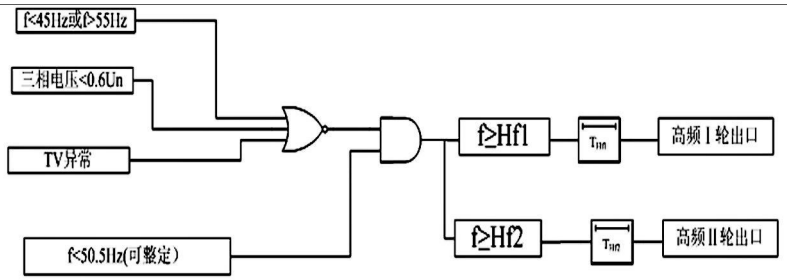

图 3 SSD－540F故障解列装置闭锁逻辑图

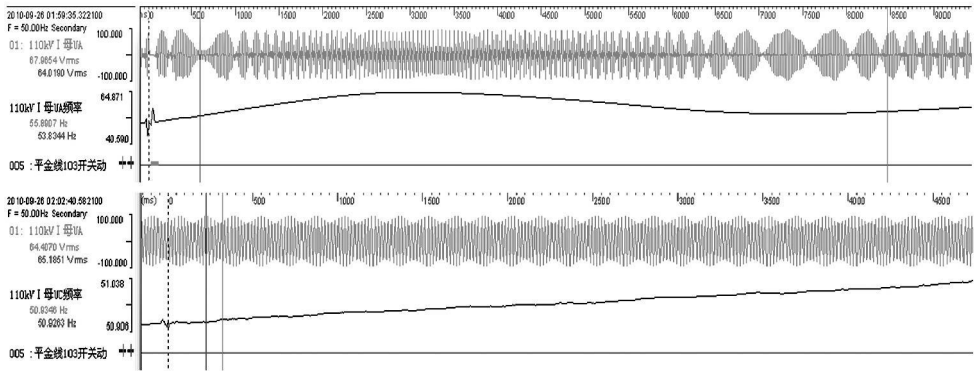

图 5 平金线跳闸后系统电压及频率波形图

根据 SSD－540F故障解列装置的闭锁逻辑，(见图 3)，该装置设置有低压闭锁和频率异常闭锁。

低压闭锁：当任一相电压低于 0.6倍额定电压后，装置将闭锁高频功能。而实际上当平金线发生故障后断路器跳闸前，系统一次电压很低，110 kV约 2.8 kV，如图 4所示，此时低压闭锁动作。

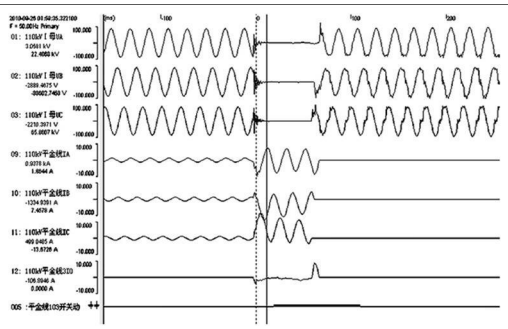

图 4 平金线跳闸前后系统电压波形图

由于解列装置在闭锁后还需要满足频率低于高频启动值 50.5 Hz的条件才能开放闭锁，而此时孤网系统已经甩掉了约 20 MW 负荷，系统频率迅速上升，且在重合闸延时时间 (10 s)内均高于 50.5 Hz如图 5所示。因此解列装置在重合闸返回前始终处于闭锁状态，无法解列金牛坪电站，重合闸也因检测到 110 kV母线带有电压而无法重合，10 s后返回，此时装置高频功能仍处于闭锁状态[5]。根据以上分析可知，故障解列装置高频功能闭锁是由于低压闭锁动作引起的。

频率异常闭锁：当频率大于 55 Hz或者小于 45 Hz后，装置也将闭锁高频功能。而实际中故障后平金线跳闸前，由于系统电压很低，装置不计算频率，频率异常逻辑也将闭锁而不动作。平金线跳闸后，孤网由于甩负荷频率在大约 0.75 s时超过 55 Hz而高周解列定值为“Ⅰ段定值：51 Hz 0.2 s；Ⅱ段定值：50.8 Hz 0.7 s”，解列装置本可以正确动作，但因为频率异常闭锁而未动作[6]。

随着孤网继续运行，系统频率也在不断波动。根据图 5所示的故障录波，频率在波动过程中曾经一度恢复到 50.5 Hz以下，这时解列装置高频闭锁解除。在频率继续波动的情况下，又出现超过 50.8 Hz的情况，(见图 5)。此时在满足高周解列 Ⅱ段定值 (50.8 Hz 0.7 s)后，故障解列装置动作，图 1中电站 1、2、3线解列 2出口，迅速切除了金牛坪电站，使金牛变电站全站停电，详情见图 6。

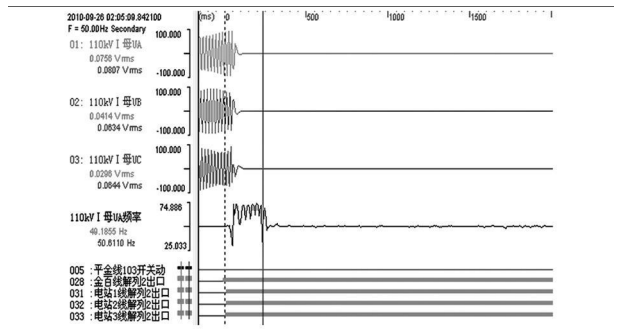

图 6 故障解列装置动作图

(下转第 59页)

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

角为 13°),母线电流也有所下降。

仿真结果表明,所提出的大型风电场动态无功补偿稳压控制方法,可以满足大型风电场的并网及运行过程中的无功需求,使母线电压能够维持在高水平电压下运行,即 $|U| \geqslant 0.95U_N$,进而维持母线上其他设备的正常运行。

4 结 论

所提出的基于动态无功补偿的大型风电场快速并网稳压控制方法可以有效抑制大型风电场接入系统引起的电压波动,使风力发电机机端及母线电压水平维持在高电压水平下运行,降低系统功率损耗,保证系统安全、稳定、优质、经济的运行。

参考文献

[1] 陈树勇,申洪,张洋,等.基于遗传算法的风电场无功补偿及控制方法的研究[J].中国电机工程学报,2005,25(8):1—6.

[2] 李广凯.风力发电中的无功控制[J].国际电力,2005,9(4):31—33.

[3] 张平,刘国频,曾祥君,等.风电场无功电源的优化配置方法[J].电力系统保护与控制,2008,36(20):33—37,44.

[4] SAIMANK, ANITAI J. Windmill Modeling Consideration and Factors Influencing the Stability of a Grid—connected Wind Power—based Embedded Generator[J]. IEEE Transon Power Systems, 2003, 18(2): 793—802.

[5] Fan Hong, Liu Zhuangzhi, Sun Baokui et al. A Study on New Connection Types of the Main Circuits of Low Voltage Dynamic Reactive Power Compensation Device and Its Synchronous Trigger Circuits[C]. Power System Technology, Proceedings Power Con 2002 International Conference on, 2002(4): 2516—2521.

[6] 陈文彬.电力系统无功优化与电压调整[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,2002.

作者简介:

卿 泉(1979),男,研究生学历,从事电网节能调度;

袁贵川(1976),男,调度长,从事电网调度;

陈 颖(1985),男,研究生学历,从事电网调度。

(**收稿日期:** 2010—10—14)

(上接第 40页)

4 总 结

由于平金线发生故障使金牛变电站 110 kV母线电压降低,导致 SSD540F故障解列装置的低压闭锁动作,闭锁其高频功能。而金牛坪电站又主要是通过平金线向系统供电,因此断路器跳闸后会因大量甩负荷而造成频率快速上升,超过解列装置高频启动值 50.5 Hz,使金牛变电站故障解列装置高频功能长时间处于闭锁状态。对于金牛变电站来说小电源得不到及时的解列,断路器就无法重合,这时引起金牛坪电站、百花滩电站与金牛变电站的孤网运行。

因此为保证故障解列装置能及时动作,根据金牛变电站的实际情况,建议取消低压闭锁逻辑。

对于金牛坪电站由于其水电机组惯性时间常数很小,导叶关闭速度受限,是平金线跳闸后,孤网频率上升速度过快、最大值过高,使解列装置延时动作时间内超出工作频率上限而无法动作的根本原因。相关部门可以从近来几次事故的实况对金牛坪电站机组采取相应改进措施。

参考文献

[1] DL/T 584—1995, 3～110kV电网继电保护装置运行整定规程[S].

[2] 高立克,刘蔚.地方电网小水电故障解列问题分析研究[J].广西电力,2010,3(33):5—9.

[3] (加)昆德(Prabha Kundur).电力系统稳定与控制[M].北京:中国电力出版社,2002:111—113.

[4] 杨萍,王翠霞,张杏元.并网小电源故障解列的探讨[J].西北电力技术,2003(6):49—53.

[5] 杜浩良,何云良.对一起故障解列装置拒动的分析与判据完善[J].浙江电力,2008,27(1):61—63.

[6] 楼凤丹,陈源.地区小电源的保护配置与整定[J].浙江电力,1996,15(3):9—29,50.

作者简介:

梁兆庭(1980),海南人,男,中级师,现在主要从事继电保护技术工作。

黄 金(1984),湖南人,男,硕士,现在主要从事继电保护技术工作。

(**收稿日期:** 2011—01—17)

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net