

零序解列装置的几种异常动作行为分析与对策

马永才, 孙昕

(衢州电力局, 浙江 衢州 324002)

摘要: 文章通过对零序解列装置的几种异常动作行为的分析与阐述, 提出了相应的对策, 为防止同类事故的发生提供借鉴。

关键词: 解列; 异常; 分析; 借鉴

中图分类号: TM774 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2005)12-0077-05

0 引言

随着计算机技术的飞速发展, 微机保护及自动装置以其性能稳定、接线简单、运行维护方便等特点, 愈来愈多地被采用。但由于微机保护具有这些优点, 使得在实际使用过程中, 往往容易忽视两个方面的工作。其一, 不重视对外回路的接线检查。其二, 过分信赖设备厂家的软件功能设置, 很少利用试验手段对装置作必要的功能检验。因此, 在这些方面所引起的事故也相对较多。下面介绍几种零序解列装置的不正确动作行为, 供大家参考。

1 压变开口三角并列回路开路所引起的误动

1.1 事故起因

2002 年 9 月, 衢州局某变电所 110 kV 段母线压变进行停役操作, 在拉开该压变闸刀过程中, 发生了一起 110 kV 零序解列装置误动事故。

该变电所的 110 kV 母线为单母线闸刀分段接线。当时的运行方式为: 母线分段闸刀合上, 作单母线运行。为配合检修, 运行人员对 110 kV 段母线压变进行停役操作。首先合上 110 kV 段母线电压并列开关, 使段母线压变二次电压通过电压并列装置进入段电压小母线, 以保证相关的保护和测量装置不失压; 然后取下母压变三相低压熔丝; 最后拉开母压变闸刀, 事故发生。

1.2 原因调查

从如图 1 所示的故障录波图中可以看出, 在操作母线压变闸刀过程中, 开口三角回路确有零序电压产生, 其幅值和宽度均大于零序解列装置的动作整定值 (10 V, 1 s)。由此可见, 造成事故的原因不在于零序解列装置本身, 而是由于零序电压的出现。

显然, 在母线压变闸刀拉闸过程中, 如果剔除三相触头的不同期分闸时间, 零序电压是不应该产生的。那么为什么会出现此类异常现象呢? 为了查明

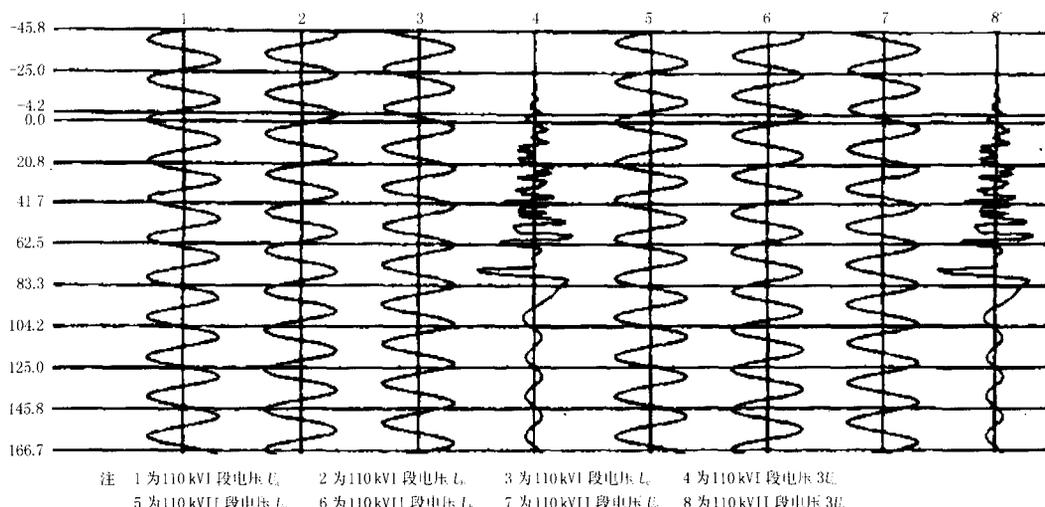


图 1 母线闸刀拉闸引起零序解列误动时的录波图

Fig 1 Record wave of zero-sequence sectionalizing maloperation caused by bus switch undrawed

原因,我们做了多次拉闸试验,并录下了相关的电压波形。

首先,模拟与解列装置动作时相同状态下的拉闸试验,其录波结果同图 1 波形基本一致。零序电压依然存在,并一直延续至闸刀辅助触点转换后断开时刻才消失。

接着,放上母压变三相低压熔丝后做拉闸试验,录波情况如图 2 所示。此时的零序电压波形与前者相比,具有以下几点区别:

- 1)幅值明显增大;
- 2)前者为基波,而后者为三次谐波。

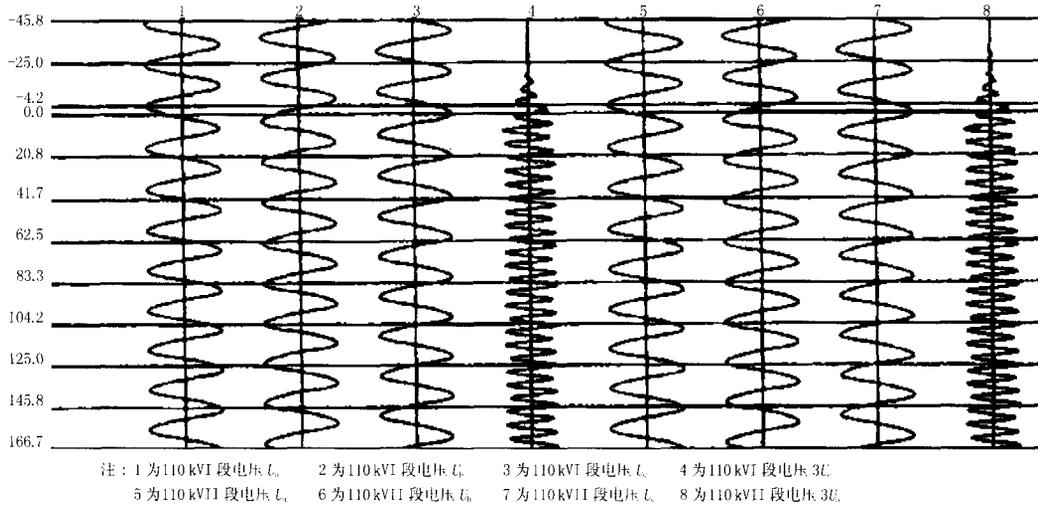


图 2 压变三相低压熔丝放上时的拉闸试验录波图

Fig 2 Record wave of switch undrawing test when three-phase low-voltage fuses added

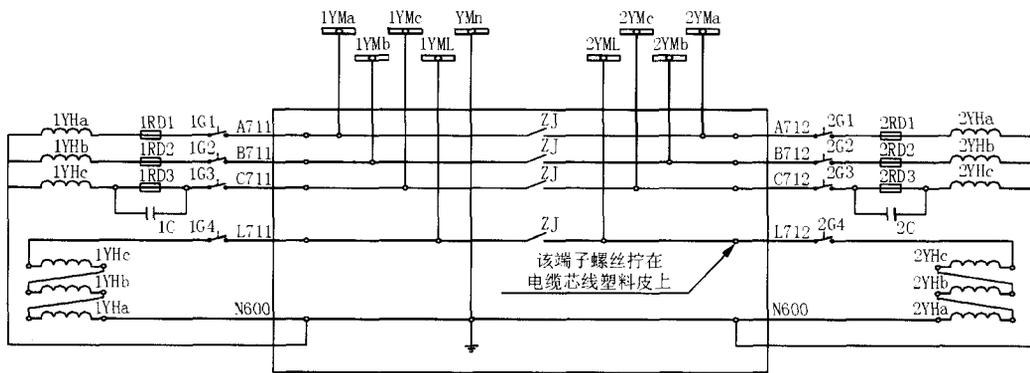


图 3 母线压变二次电压回路接线原理图

Fig 3 Connection principle of bus voltage transformer secondary loop

从图 3 所示的母线压变二次回路接线原理上分析,出现这种现象的原因只有一种可能,这就是段母线压变二次电压倒送至段母线压变所致。因为三相熔丝拔下后,在辅助触点断开前,虽然 A、B 两相已无通路,但 C 相却与熔丝两端所并的电容构成通道,使得母压变通过二次绕组反充电,感应到三次绕组,开口三角出现了基波电压。波形前端宽度为 90 ms 的谐波分量,是电容器充电的暂态过程引起的。而当三相熔丝放上时,则 A、B、C 三相均不能

将通路断开。因此,也同样存在着段母压变二次的三相电压向段母线压变倒充电的过程。此时,在励磁电流的作用下,三相电压互感器铁芯中,除了基波磁通外,还含有较大幅值的三次谐波磁通。所以在每相压变中分别产生了基波电动势和三次谐波电动势。在开口三角回路中,基波电动势三相叠加为零,而同方向的三次谐波电动势相加,出现了高达 45 V 的三次谐波。

单就电压互感器的接线原理而言,以上的分析

有它一定的道理,但从实际使用的角度来看,产生这么高幅值的零序电压是不应该的。不然,类同的操作将必须先停用解列装置。但事实上,这样的正常操作,却从来没有出现过解列装置误动的现象。可见,事故的真正原因并不是这样。

经过反复检查,终于在电压并列屏端子排上找

到了问题,即 110 kV 段母线压变开口三角 L 回路的电缆芯线被螺丝拧在的塑料皮上。也就是说,段母线压变开口三角并列回路处于开路状态。处理正常后,再次做 母压变闸刀正常拉闸试验,此时零序电压消失,情况恢复正常。其录波情况见图 4。

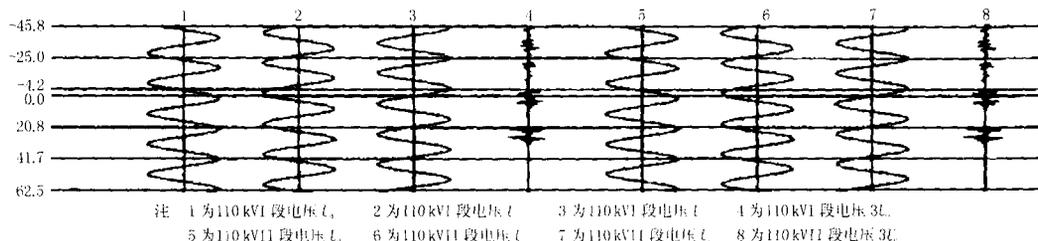


图 4 处理正常后的拉闸试验录波图

Fig 4 Record wave of switch undrawing test after normal disposal

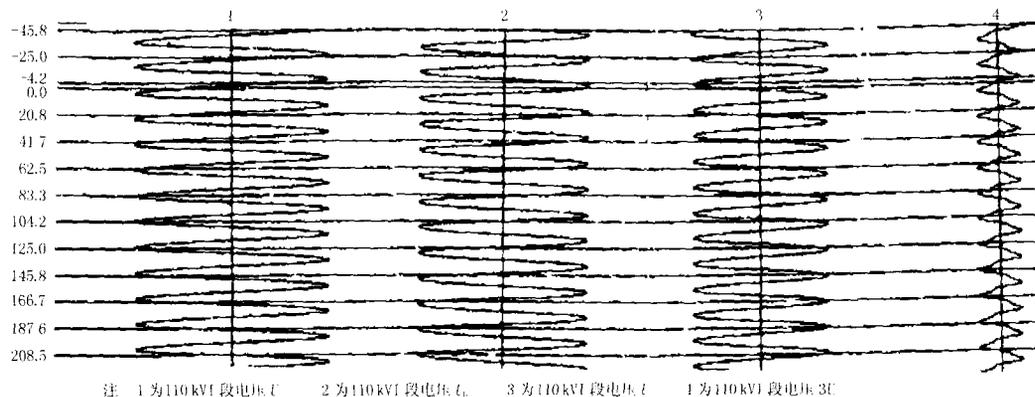


图 5 零序解列动作时的录波图

Fig 5 Record wave when zero-sequence sectionlized

1.3 结论分析

很明显,由于开口三角回路没有真正并列,失去了母压变本身的电源钳制,所以在拉开母压变闸刀过程中,母压变的 C 相二次电压,通过母压变二次 C 相熔丝两端所并的电容与零线构成通路,母压变 C 相二次绕组与该电容分压所感受到的电压感应到三次绕组,出现了较大的零序电压。直到闸刀辅助触点转换到位,断开回路后该零序电压才消失。而辅助触点又要等到闸刀完全拉到位后才能转换,时间比较长。该时间随操作速度的快慢而变化,一般在 2 s 左右,使得零序解列装置无法躲过而动作出口。

2 负载端三相电压中性点漂移引起的误动

2.1 事故起因

2003 年 6 月,衢州局某变电所发生了一起 110 kV 零序解列装置误动事故。

2.2 检查结果

从录波图(见图 5)中反映出,跳闸时三相电压极不平调,且伴有零序电压。其值分别为: $U_A = 69$ V; $U_B = 57$ V; $U_C = 47$ V; $3U_0 = 14$ V。可见,零序解列装置的误动,应该是三相电压不平衡产生的零序电压所造成的。

在压变端子箱和电压并列屏端子排的电压引入端子上测量电压,数值正常。每相电压 57 V;相间电压 99 V;开口三角电压 0.2 V。在电压并列屏端子排的电压引出端子和解列装置上测量电压,相间电压正常,但相电压不平衡,且开口三角回路的 L 与 N 端也有电压,其数值均同故障录波图中所反映的吻合。那么,可以断定问题必将出在这几个端子上面。检查发现:在电压并列屏后端子排上,母线压变二次电压 N600 引入端子与引出端子之间的连接片螺丝松动(见图 6),紧固后测量电压恢复正常。

2.3 原因分析

事故原因已经很清楚,由于该连接片螺丝没有拧紧,因而在电缆敷设过程中触动了屏后所接电缆,使螺丝松动程度加剧,等于在星形电路中中性线上接入了一个负载,在零线与地(在O与O')之间产生了一个电位,使得负载端中性点漂移,所以引起了三相电压的不平衡。同样,接入装置的开口三角回路也随着中性点电位的升高而产生了一个14V的零序电压,因此造成了零序解列装置的误动。对此结论,可以通过如图7所示的向量分析得出。

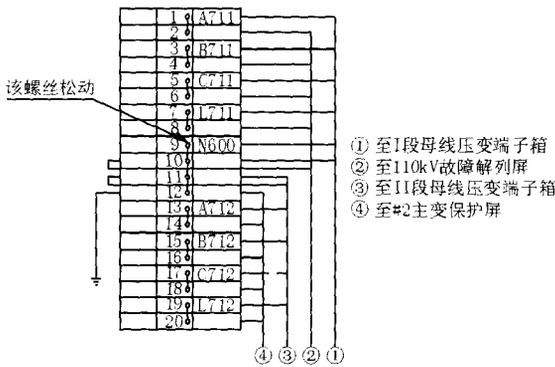


图6 电压并列屏端子排接线示意图
Fig 6 Connection of voltage parallel

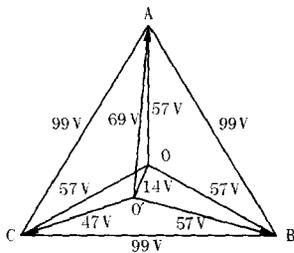


图7 负载端电压中性点漂移向量图

Fig 7 Vector of voltage neutral point at bad side departing

3 程序版本选择不当引起的拒动

3.1 问题的提出

大家知道,为了避免在压变二次回路断线时的误动,故障解列装置一般都设置了断线闭锁功能,其中一个判据是: $|(U_A + U_B + U_C) - 3U_0| > 8V$ 。即利用自产 $3U_0$ 与外接 $3U_0$ 的差值大小来判别为压变二次回路断线还是系统接地。当断线时,两者之差大于设定值,装置被闭锁。相反,当系统接地时,两者之差接近于零,开放零序解列出口。

值得一提的是,相同型号的故障解列装置,分别用于不同接地方式的系统中,它的程序编制是应当有所区别的,这主要是接地反闭锁功能中的自产

$3U_0$ 折算系数不同。如果没有按照系统的实际要求来合理选配程序版本,则势必引起零序解列装置的拒动。之所以提出这个问题,是鉴于笔者在实际工作中曾经发现过此类情况。

3.2 原理分析

在小电流接地系统单相接地时,故障相电压为零,非故障相电压抬高了 $\sqrt{3}$ 倍,解列装置自产 $3U_0$ 为173V,外接 $3U_0$ 输入为100V(压变三次绕组每相额定电压33V)。而大电流接地系统单相接地时,故障相电压为零,非故障相电压基本不变,解列装置自产 $3U_0$ 为57.7V,外接 $3U_0$ 输入仍为100V(压变三次绕组每相额定电压100V)。

图8和图9分别是两种不同接地系统A相接地时的向量分析。

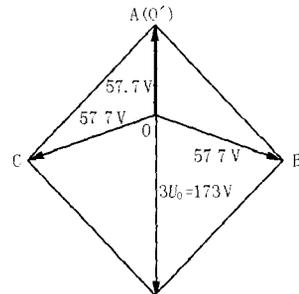


图8 小电流接地系统A相接地时的电压向量图
Fig 8 Voltage vector of phase A grounding in system with neutral ungrounded

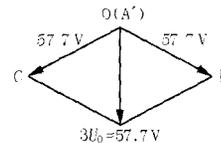


图9 大电流接地系统A相接地时的电压向量图
Fig 9 Voltage vector of phase A grounding in system with neutral grounded

可见,不同的接地系统接地,解列装置输入的外接 $3U_0$ 数值相同,而自产 $3U_0$ 的数值却不相等,两者之比为三倍关系。因此,接地反闭锁自产 $3U_0$ 的折算系数应当有严格的区分。该系数在用于小电流接地系统中,应是 $1/\sqrt{3}$;而用于大电流接地系统时,应为 $\sqrt{3}$ 。这样才能保证在各种系统接地时自产 $3U_0$ 与外接 $3U_0$ 的差值为零,使零序解列装置正确动作。否则,将被误判为压变二次回路断线,闭锁解列装置,造成零序解列装置拒动。

3.3 对策

为了防止装置的不正确动作,我们应在以下两

个方面采取对策:

1)在订购设备时,应在技术协议书中注明装置是用在大电流接地系统还是小电流接地系统中,以保证设备生产厂家在供货时提供符合现场实际运行所需要的软件程序。

2)在投产前,应通过对零序反闭锁功能的试验来进一步确认厂家所提供的软件程序满足系统要求。

4 结束语

尽管微机保护装置大多采用自产 $3U_0$,很少需要接入外加 $3U_0$,但也不能因此而轻视对开口三角回路的检查。前面所介绍的两起事故说明,这是保证保护及自动装置正确动作的一个不可缺少的重要环节,它不仅包括对端子螺丝松紧度的检查,还需要利用系统电压检验回路的接线正确性。

另外,在设备订货时,大家对保护装置程序版本的要求也可能不会引起重视,设备生产厂家在装置的使用说明书中也不一定对此类特殊情况做出专门解释,这样就有可能在运行过程当中出现疏漏。所

以,在技术协议书中加以注明的同时,充分利用试验手段对保护装置作认真的功能性检验,也是防止事故的必要措施之一。

参考文献:

- [1] 刘万顺. 电力系统故障分析 [M]. 北京:水利电力出版社,1986
L U Wan-shun Malfunction Analysis of Electric Power System [M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press, 1986
- [2] 牛维扬. 电机学 [M]. 北京:中国电力出版社,1998
N U Wei-yang Electromechanics [M]. Beijing: China Electric Power Press, 1998

收稿日期: 2004-09-23; 修回日期: 2004-10-21

作者简介:

马永才(1957-),男,高级技师,大专,从事继电保护技术管理工作;

孙昕(1973-),男,助理工程师,本科,从事继电保护技术管理工作。E-mail: sun-xin@qz zpepc.com.cn

Analysis and measures against the abnormal operation of zero sequence sectionalizing equipment

MA Yong-cai, SUN Xin

(Quzhou Electric Power Bureau, Quzhou 324002, China)

Abstract: Through analysis and illustration of several abnormal operation of zero sequence sectionalizing equipment, this paper gives the countermeasures. It provides reference for preventing the same accidents.

Key words: sectionalization; abnormal; analysis; reference

(上接第 31 页 continued from page 31)

Abstract: The paper takes the 20Hz AC source as an example. Under different modes of neutral point ground, considering the rejection mode of outside source from neutral point, the influence of outside sources on the current criterion is analyzed. And the influence that leakage reactance of transformer and leakage induction of extinction coil on the admittance criterions is detailed and its measurement errors are analysed.

Key words: outside sources; inherent resistance; stator; ground-fault protection

(上接第 74 页 continued from page 74)

Analysis and improvement of CT secondary breakage criterion in generator differential protection

L I De-jia¹, J I Xiao-hong²

(1. Qinsan Nuclear Power Joint Venture Co., Ltd, Haiyan 314300, China;

2. Electric Power Branch, Xi'an Design Research Institute of Coal Industry, Xi'an 710054, China)

Abstract: Through the analysis of CT secondary break in generator differential protection, this paper studies the principles of CT secondary breakage of the domestic microcomputer-based generator differential protection. And practical CT secondary breakage criterion is concluded.

Key words: differential protection; CT secondary breakage; generator