

一起零序保护后加速误动分析及防范措施

上官帖, 谌争鸣, 熊华强

(江西省电力科学研究院, 江西 南昌 330006)

摘要: 单相重合闸过程中, 线路存在非全相运行, 单相重合闸要与零序电流保护密切配合。从微机保护的设计原理出发, 深入分析了开关位置继电器在重合闸过程中, 判别线路非全相的重要作用。微机保护把跳闸位置继电器 TWJ 常闭触点作为合闸位置判别, 有些装置会在开关未合闸时就误发已合闸变位的错误信息至零序电流保护, 造成零序保护后加速提前开放, 待零序后加速定值、延时到达后误动跳三相。提出了有效防范零序保护后加速误动的措施。

关键词: 继电保护; 重合闸; 误动; 分析; 防范措施

Analysis and countermeasure of misoperation of zero-sequence post-acceleration protection

SHANGGUAN Tie, CHEN Zheng-ming, XIONG Hua-qiang

(Jiangxi Electric Power Research Institute, Nanchang 330006, China)

Abstract: It exists non-all-phase running of power line during reclosure. The process of single-phase reclosing should be cooperates perfect with zero-sequence current protection. Since microcomputer protection regards normally closed contact of position relay as the criterion of switching on position, the reason of misoperation of zero-sequence post-acceleration protection is found out. This paper also analyzes how important role the position relay of break plays in differentiating non-all-phase running of power line during reclosure based on the design of microcomputer protection.

Key words: relay protection; reclosure; misoperation; analysis; countermeasures

中图分类号: TM762; TM77 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2008)08-0087-05

0 引言

由于架空线路大多数的故障都是瞬时性的, 永久性的故障一般不到 10%, 采用线路自动重合闸能大大提高供电可靠性, 减少停电损失。在电网中较为多见是采用单相重合闸方式, 单相重合闸过程中, 线路存在非全相运行。因此, 单相重合闸要与零序电流保护密切配合, 否则就会产生误动, 导致重合闸不成功。

1 事故简介

2006年11月9日22:05, 我省电网220kV金上线线路发生B相故障, 线路两侧双高频保护动作跳B相, 重合闸动作不成功跳三相。据故障录波图分析, 此次金上线故障为B相瞬时故障, 在两侧保护动作切除B相开关后, 重合闸动作时线路已无故障。令人不解的是开关已重合闸且线路已没有故障, 但两侧开关仍然三跳, 导致重合闸不成功。

金上线两侧均配置国电南自 PSL-601 型方向高

频保护、PSL-602 型高频闭锁保护和 FCX-12 型分相操作箱。金子山变侧配置 SW-6 型少油开关、上高变侧配置 SF6 型开关。通过对金上线两侧保护动作报告、故障录波图仔细分析, 得出两侧保护动作为如下:

1) 金子山变侧 17 ms 接地距离 I 段、29 ms 双高频保护动作跳 B 相, 80 ms B 相开关切除; 812 ms 发重合闸出口令 (831 ms 录波图显示 B 相 TWJ 变位); 933 ms 零序保护加速段动作; 960 ms A、C 相电流消失。

2) 上高变侧 37 ms 双高频保护动作跳 B 相, 69 ms B 相开关切除; 798 ms 发重合闸出口令 (818 ms 录波图显示 B 相 TWJ 变位); 871 ms B 相开关合闸; 923 ms 零序保护加速段动作; 957 ms A、C 相电流消失。

事后, 现场技术人员分别对金上线两侧的保护进行检查和带开关试验, 模拟了相关故障, 试验结果表明, 两侧保护正确动作, 开关跳合闸正常。

指出的是,“四统一”的设计中是以电流判别元件是否动作,来作为跳开相开关是否重合的判别条件,故障相电流判别元件动作后,即认为线路开关已重合,线路已恢复全相运行。

在微机线路保护中,如何获取线路已经重合的信息,比较真实有效的信息应该取自开关的合闸位置继电器 HWJ。但加上合闸位置继电器后,微机保护与外界的联系增加,使得二次回路复杂。现在微机保护大多数都已经引入了开关跳闸位置继电器(TWJ)信号,因此有的微机保护就将 TWJ 的返回当作 HWJ 的动作来判断,并启动后加速。我们了解到,有的厂家把电流判别仍作为反映线路跳开相开关是否已经合闸、线路已恢复全相运行的条件。也就是将 TWJ 返回和电流判别元件有流这两个条件,作为线路已恢复全相运行的判断条件。但也有有的厂家将 TWJ 和电流判别条件两个条件形成或门,作为线路恢复全相运行的判断条件。这样只要 TWJ 一返回,即认为开关已经合闸,线路恢复全相。PSL-600 型零序保护后加速的动作逻辑框图如图 3 所示。

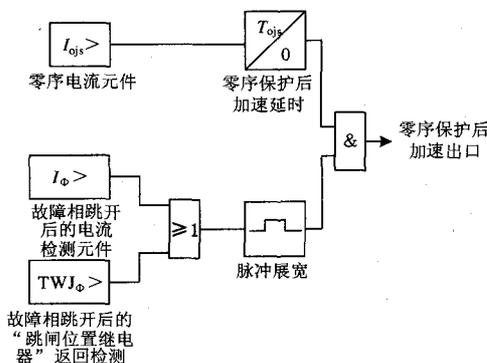


图3 PSL-600型零序保护后加速的动作逻辑框图

Fig.3 Logic block diagram of model PSL-600 zero-sequence protection post-acceleration

我们前面已作了详细分析,如图1所示,任意相的跳闸位置继电器(TWJ)是受重合闸继电器(ZHJ)控制的。只要ZHJ一动作,其动合触点闭合,则TWJ线圈被短接,TWJ将返回,它的动断触点将闭合(动合触点将断开),将微机保护零序后加速启动。理想情况下,如果是采用HWJ的动合触点来启动微机保护零序后加速,则只有待开关重合闸后,HWJ触点动作后才会启动零序后加速。而采用TWJ动断触点来取代HWJ动合触点,造成的后果是提前开放零序后加速。如果开关合闸时间稍长,线路负荷电流又较大,在TWJ启动零序后加速后,由于开关还未合上,非全相产生的零序电流可

能超过后加速段的零序定值,这样就会产生零序后加速误动作的严重后果。

我们可以通过金上线的零序保护后加速误动作过程来具体分析,保护及开关动作时序如图4所示。

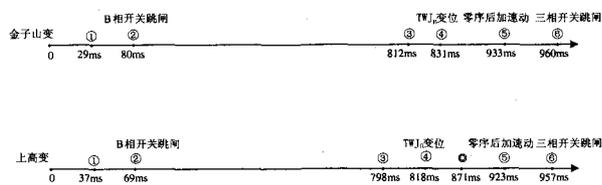


图4 保护及开关动作时序示意图

Fig.4 Time sequence diagram of operation of relay protection and circuit breaker

图4中说明:

金子山变:①双高频动作跳B相;②B相开关跳闸;③发重合闸出口令;④B相TWJ变位;⑤零序保护加速段动作;⑥三相关关跳闸

上高变:①双高频动作跳B相;②B相开关跳闸;③发重合闸出口令;④B相TWJ变位;⑤B相开关合闸;⑥零序保护加速段动作;⑦三相关关跳闸。

从以上时序示意图可以清楚看出,金上线两侧保护动作后,B相开关跳开,线路进入非全相运行。在保护发出重合闸令后,经过20ms,B相跳闸位置继电器TWJB被短接,TWJB触点变位,上高变的开关是SF6开关,合闸时间较短一些,在871ms时B相开关合上,由于金子山侧的开关是少油式开关,合闸时间稍长一些,超过120ms,(少油式开关合闸时间标称值 ≤ 200 ms)。这时线路已没有故障,尽管上高变的开关已合上,但金子山变的B相开关未合上,因此导致金上线仍然非全相运行,B相线路仍没有电流。而A、C两相负荷电流形成的零序电流早已超过零序保护后加速启动值。当时金上线在切除B相开关非全相运行时,金子山侧保护测量到的零序电流为1.39A,上高侧保护测量到的零序电流为1.36A,均大于两侧零序保护后加速段电流定值1.2A。按照我们前面的分析,当TWJB变位(动断触点由断开变为闭合)时,零序保护后加速即开始计时,经100ms左右延时后,零序保护后加速段出口跳闸。

综上所述,由于220kV金上线存在开关跳合闸位置回路设计和保护原理不相适应的问题。微机保护把跳闸位置继电器TWJ动断触点作为合闸位置判别,但在保护单跳发重合闸令后会立即短接TWJ,导致开关未合闸就误发已合闸变位的错误信

息至微机保护,造成提前开放零序保护后加速(上高变、金子山变侧 TWJ 变位比实际开关合闸分别提前 53 ms、127 ms),从而造成单相重合闸零序保护后加速提前开放,待零序保护后加速定值、延时到达后直接跳三相,从而造成零序保护后加速误动,单相重合闸不成功的严重后果。

3 防范措施

220 kV 金上线两侧的开关位置回路设计是符合有关原理规定的,但 PSL-601 型方向高频保护、PSL-602 型高频闭锁保护中,将跳开相有电流和开关合闸位置变位形成或门,共同构成零序保护后加速开放条件。这种开放条件是无法适应少油开关合闸时间较长的情况。如果微机保护后加速原理为开关跳闸位置变位与跳开相有电流形成或门,构成零序保护后加速的开放条件,在开关合闸时间稍长的情况下(例如超过 100 ms),若线路负荷电流又较大,将会造成零序保护后加速误动的后果。据我们了解 220 kV 金上线在此之前也有单相故障重合闸成功的实例,这也曾经对分析本次事故原因带来过误导。我们分析认为,金上线原先有单相故障重合闸成功的情况,那主要是因为当时负荷电流较小,非全相运行时产生的零序电流还没有达到零序保护后加速的定值。根据上述事故原因分析,为了避免产生这种零序保护后加速误动事故,可考虑采用以下对策:

(1) 微机保护的零序保护后加速启动条件,采用合闸位置继电器 HWJ 触点作为线路是否合闸的判断条件,即采用故障相的 HWJ 动合触点闭合作为故障相已经合闸的判别,而不是采用跳闸位置继电器 TWJ 的动断触点闭合(动合触点断开)来判别。采用 TWJ 来判断会提前开放零序保护后加速,所提前的时间取决于开关的合闸时间(一般少油开关的合闸时间能达到 150 ms 左右)。但是采用 HWJ 触点,将会使微机保护的二次回路对外接口复杂化。

(2) 增加零序保护后加速的延时,现在微机保护的零序保护后加速延时一般在 60~100 ms,如果考虑最长的开关合闸时间(200 ms 左右)和裕度,要取零序保护后加速延时 220~250 ms 较为合适,但是增加后加速时间,又将影响电网的安全稳定。

(3) 采用跳闸位置继电器 TWJ 变位和跳开相又出现电流的两个条件相与,或者将零序保护后加速启动再增加一个条件,即跳开相有电流。这样即使开关合闸时间较长,也必须等到跳开相又有电流,也就是开关真正合上后,才能启动零序保护后加速回路。因此采取这种判据就不会造成类似金上线零

序保护后加速误动的问了。

(4) 在开关动作时间方面,我们除了关注开关跳闸时间外,也要关注开关的合闸时间。因为合闸时间长也可能会引起一些不良后果。有条件的话要优先考虑将目前合闸时间较长的少油开关更换为合闸时间更短的 SF6 开关。

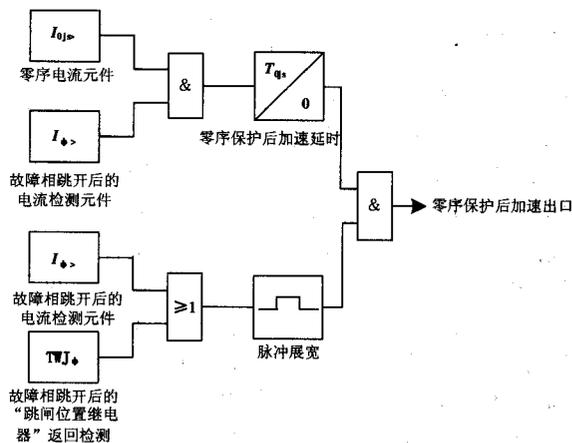


图 5 改进后 PSL-600 型零序保护后加速的动作逻辑框图

Fig.5 Logic block diagram of model PSL-600 zero-sequence protection post-acceleration after improvement

我们认为以上对策中,采用对策(3)是比较切实可行的。现在相关微机保护设备制造厂家已将重合闸零序保护后加速开放条件更改为跳开相有负荷电流,并将其增加作为零序保护后加速开放条件,从而避免产生类似金上线零序保护后加速误动的问题。改进后 PSL-600 型零序保护后加速的动作逻辑框图如图 5 所示。

4 结语

当前,微机保护越来越广泛地应用到电网新建扩建工程之中。在一些电网技术改造项目中,也不断地采用各种微机保护来代替原先的老型号线路保护。由于改造项目中基于一次设备和二次回路的问题,使得一些微机保护出现误动作,我们应当仔细分析,认真查找原因,不要被一些以前的运行状况所迷惑、所误导。220 kV 金上线以前也曾单跳重合成功过,我们如果据此就不怀疑保护和二次回路存在问题,那就会误入歧途,无法找到事故真正的原因。通过分析找到事故原因后,对于一些二次回路和微机保护不相适应的问题,就应采用有效的措施,避免类似事故的再次发生,确保电网安全稳定运行。

(下转第 94 页 continued on page 94)

事故情况下,可由集中监控中心先将主要故障信息立即汇报调度,同时通知相关操作队立即赶赴现场进行检查,操作队到达现场后将直接与相关调度联系。

4.4 规章制度的制订

在分工方面,集中监控中心与操作队之间的分工和责任应划分明确,减少模糊职责概念,各司其职,减少推诿扯皮现象,各自包好自己的责任田。

在值班制度方面,可根据监控中心和操作队的实际地理位置,采用部分值班人员白班制,以加强工作繁忙时间的值班力量等,改善单一的三班倒运行值班方式,提高人员的值班时效性,减少强制性无工作值班时间,提高人员值班效率。如集中监控中心每班2人,白天工作繁忙期间可以增加2~3人,加上站长技术员等,值班力量可达到7~8人,足以满足监控、传动、新站接入等诸多工作需要。

4.5 专业化管理的加强

由于少人管理多站,应聘用专业公司处理站内繁杂事务,提高值班员值班集中度。操作队主要负责设备的操作、巡视、事故处理和一二次设备卫生的正常维护等。其它一些诸如卫生保洁、绿化、照明、上下水系统、变电站门卫和车辆等非生产类的维护都是交由专业公司处理。这样,处理此类的工作比较好统一标准,统一管理,也使运行人员从繁忙杂乱的非生产性工作中解脱出来,有更多的精力来处理生产类的工作。

4.6 通讯的重要性

建立集中监控中心后,该中心负责着区域内众多变电站的远方运行监控,因此,应进一步完善和强化通讯通道的管理,监控中心与变电站之间的通讯宜采用双通道模式,自动切换,确保信号上送下达畅通。

5 结束语

变电站集中监控与操作队分设化的管理模式是缓解和解决目前电网发展所带来的一些矛盾的有效管理方法。这种模式使供电企业提出的“减员增效”目标得以成功实现,提高了运行人员值班的实效性和值班效率,在经济发达地区已经取得了明显的经济效益和社会效益,非常值得我们借鉴。同时我们在决定采用一种管理方案时,一定要与当地实际情况结合起来,及时调整思维方式,使管理模式更优化,少走弯路,并在人力与资金投入方面减少不必要的浪费和重复。

收稿日期:2007-08-16; 修回日期:2008-01-13

作者简介:

王修庞(1977-),男,工程师,主要从事超高压变电管理与运行;E-mail:wangxiupang@yahoo.com.cn

罗虎(1975-),男,主要从事超高压变电管理与运行;

李朝阳(1961-),女,主要从事超高压变电管理与运行。

(上接第86页 continued from page 86)

ZHAO Xiao-ming. Analysis of Earth Fault Compensation Factor in Digital Distance Relay and Its Application for Testing[J]. Zhejiang Electric Power, 2005,(5):20-23.

- [4] 黄少锋,王增平.微机保护中接地距离保护的检验方法[J].继电器,1995,23(3):19-22.

(上接第90页 continued from page 90)

参考文献

- [1] 王梅义.四统一高压线路继电保护原理设计[M].北京:水利电力出版社,1987.
WANG Mei-yi. Design of Principle of "Four Standardizations" Relay Protection in High-voltage Line[M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press, 1987.
- [2] 国家电力调度通信中心.电力系统继电保护规定汇编(第二版)[M].北京:中国电力出版社,2000.
State Electric Power Dispatch and Communication Center. The Collection of Provision of Electric Power System Relay Protection, Second Edition[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2000.

收稿日期:2007-09-05; 修回日期:2007-09-26

作者简介:

孟恒信(1953-),男,本科,从事电力系统继电保护试验与研究;E-mail:mhx4739@163.com

阴崇智(1969-),男,研究生,从事电力系统继电保护试验与研究。

- [3] PSL601(G)数字式线路保护装置技术说明书[Z].南京:国电南京自动化股份有限公司,2004.

- [4] The Technology Instructions of Model PSL-601(G) Digital Electric Power Line Protection Equipment[M]. Nanjing: Guodian Nanjing Automation Co., Ltd, 2004.

收稿日期:2007-08-21; 修回日期:2007-11-13

作者简介:

上官帖(1958-),男,教授级高工,从事专业技术管理工作;E-mail:sgtnc@163.com

湛争鸣(1957-),男,硕士研究生,从事继电保护专业技术工作;

熊华强(1972-),男,工程师,从事继电保护专业技术工作。