

线路纵差保护 CT二次断线判据分析

文明浩

(华中科技大学电气与电子工程学院,湖北 武汉 430074)

摘要: 电流差动保护为了提高安全性一般都有 CT二次断线判据,以区分内部故障和 CT二次断线,并根据判据的结果决定是闭锁还是开放保护,因此 CT二次断线判据可能影响线路差动保护正确动作。从弱馈系统、单侧电源、高阻接地等多个角度探讨 CT二次断线判据对线路差动保护的影响,并在此基础上论证了引入两侧电压突变检测的必要性。分析表明,两侧电压突变检测 CT断线判据可以较有效地减少 CT断线检测判据对线路差动保护灵敏度的影响,提高保护装置的整体性能。

关键词: 电流差动; 输电线路; CT断线

中图分类号: TM773 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2006)18-0001-03

0 引言

光纤电流纵差保护已被广泛地应用到高压输电线路,电流互感器断线与饱和、分布电容、单侧电源、弱馈系统和高阻接地等都是光纤电流差动保护设计中需要考虑的因素。CT二次回路断线的可能性较小,但电流差动保护为了提高安全性一般都有 CT二次断线判据,根据判据的结果决定是闭锁还是开放保护^[1]。探讨 CT二次断线判据对线路差动保护的影响,对提高光纤电流差动保护性能十分重要。

1 影响 CT二次断线判据主要因素^[2~5]

电流互感器二次断线最明显的特征是电流下降,断线相因电流消失而差动保护动作。如果根据电流消失这一特点来闭锁保护,遇到的主要问题是CT断线时负荷电流的大小。为了提高CT断线判据的灵敏度,就只有降低检测门槛。但是线路保护是复杂的,存在着单侧电源、弱馈系统、高阻接地等情况。在弱馈侧或无电源侧,变压器中性点不接地,内部故障时无电源侧没有故障电流,变压器中性点接地内部故障时无电源侧有零序电流。另外,轻负荷情况下发生高阻接地内部故障,远故障侧保护能检测到的电流可能就比较小。线路差动保护一侧电流较小甚至无电流时如何区分内部故障和CT断线将比较困难。并且,电流互感器二次断线有可能是因为接头松动引起的,此时CT二次电流可能出现断续,但不一定全部消失。因此不能将CT断线电流检测门槛设置得过低。

CT断线判据并不是要求任何情况下CT断线

都能闭锁保护。有些极端状态CT断线判据是可以不考虑的:CT断线和外部故障同时发生,线路差动保护两侧同时发生CT断线,CT断线和PT断线同时发生等。基于这些考虑,对于线路差动保护,目前比较经典的方案^[1]是:设电流启动元件,并通过通道相互传送启动元件的启动信号;只有两侧电流启动元件都启动,差动元件的动作才是有效的。一侧CT断线时两侧差动元件都会误动,但另一侧启动元件不会启动,两侧保护不可能误动作。如果一侧是弱电源甚至是无电源,变压器中性点不接地,各种内部故障电流差动保护都将拒动;变压器中性点接地,在接地故障时差动元件可能会动作,但也有可能拒动。因为在一侧弱馈或无电源时,强电源侧高阻接地,故障电流较小并且零序电流的大部分流向强电源侧,此时保护必然无法两端启动而引起保护拒动。例如在图1所示系统中,在强电源M侧线路出口发生单相接地故障,图中所示阻抗均为折算到500kV的M侧系统(包含系统电源和变压器T1)、线路、变压器T2的正序和零序阻抗。无电源侧流过的零序电流只有另一侧的1/35。若额定电流为2000A,金属性单相接地短路时无电源侧流过电流 I_0 约为0.2倍额定电流,经过100 Ω 过渡电阻短路时大约只有0.04倍额定电流。通过图1算例不难看出,即使变压器中性点接地,弱馈或无电源侧电流启动仍存在一定的困难。

为了防止无电源或弱馈侧不接地故障时差动保护拒动,有的线路差动保护设置了低电压启动判据:差动元件动作,无电源或弱馈侧差动动作相关相低电压启动,也允许保护出口跳闸。但由于此低电压

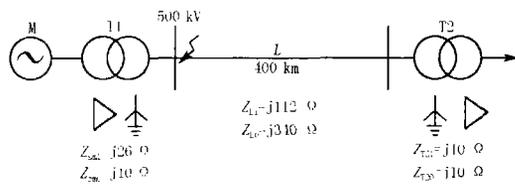


图 1 单侧电源系统图

Fig 1 Circuit of one-terminal power supply

启动判据主要是为了解决无电源或弱馈系统金属性故障拒动问题,一般启动门槛为 60%左右的额定电压,这对于高阻接地故障还是没有什么帮助。

2 两侧电压突变检测判据

由于不需要考虑线路差动保护两侧同时发生 CT断线,因此只要线路两侧差动保护的电流启动元件都启动,就可以判定没有发生 CT断线。当然这时外部故障和内部故障都有可能,电流差动保护元件自然能做出准确地判断。问题的关键在于只有一侧电流启动的情况下,如何改进电流互感器二次断线判据,减少断线判据对差动保护灵敏度的影响,提高线路电流差动保护装置整体性能。

只有一侧电流启动的情况下,区分 CT二次断线,电压量是一个相对于电流量完全独立的判定指标。光纤电流差动保护大范围应用时间不长,有些专家不倾向于在电流差动保护中采用电压量。然而,只要线路两侧电流元件都能启动,就可以迅速排除 CT二次断线,开放电流差动保护,整个判断过程与电压量没有任何关系。这里只是在仅一侧电流启动,区分 CT断线和线路故障有困难的情况下引入了电压量,期望提高保护性能。

基于线路两侧电压突变检测的 CT二次断线判据为:在线路只有一侧电流元件启动的情况下,任一侧电压突变量启动,就开放电流差动元件;否则,电流差动元件将被闭锁,如果任何一相差流的有效值大于告警门限值,而且连续满足该动作条件的超过整定时间(秒级)时,保护装置发出差流异常告警信号。

此判据为什么要使用两侧电压突变检测?线路电流差动元件通过光纤传送,每侧电流差动元件都获得了完全一致的两侧电流数据,并且采用了同样的动作判据,从而保证了光纤电流差动保护两侧动作特性的一致。而发生故障时,不论是外部故障还是内部故障,线路两侧的相电压突变是有差异的。如果采用这样的电压突变检测的 CT二次断线判据:在线路只有一侧电流元件启动的情况下,若本侧

电压突变量启动就开放本侧电流差动元件,那么光纤电流差动保护两侧的动作特性将出现不一致。如果采用另一种电压突变检测的 CT二次断线判据:在线路只有一侧电流元件启动的情况下,在电流元件没有启动的一侧判电压突变量启动,若该侧电压突变量启动就开放两侧电流差动元件,那么很有可能因为电流元件没有启动的一侧判电压突变启动的灵敏度也不够,从而造成内部故障时闭锁了电流差动保护元件。以上给出了两个假定判据,但内部故障两侧相电压突变差异较大时,第一个假定判据可能造成一侧保护动作,一侧不动作;第二个假定判据可能造成两侧保护都不动作。无论是单侧还是双侧拒动,从线路差动保护整体来看,作为主保护的电流差动保护没有将故障从系统中切除,即拒动。

为进一步说明使用两侧电压突变检测必要性,下面给出了一个具体的算例。在图 2所示系统中,在电源 M侧线路出口发生单相接地故障,图中所示阻抗均为折算到 500 kV的 M侧系统(包含系统电源和变压器 T1)、线路、N侧系统(包含系统电源和变压器 T2)的正序和零序阻抗。如不考虑两侧电源电势角差,当发生金属性接地故障时,M侧故障相二次电压突变量为 57.7 V(线电压 500 kV对应二次电压 100 V),N侧故障相二次电压突变量为 9.2 V;当发生经 50 Ω过渡电阻接地故障时,M侧故障相二次电压突变量为 19.4 V,N侧故障相二次电压突变量为 3 V;当发生经 300 Ω过渡电阻接地故障时,M侧故障相二次电压突变量为 3.4 V,N侧故障相二次电压突变量为 0.5 V。此算例的结果验证了:发生故障时,线路两侧的相电压突变是可能出现较大差异的,只有采用两侧电压突变检测 CT断线判据才能使电流差动保护具有足够的灵敏度、线路两侧电流差动保护动作特性一致。

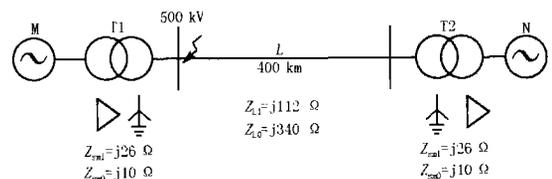


图 2 双侧电源系统图

Fig 2 Circuit with double-end source

两侧电压突变检测门槛定值的设置只需躲过正常的电压波动并保持一定的裕度即可,因此一般情况下,只要是线路发生内部故障,两侧电压突变检测元件总会有一侧能检测到电压突变,从而尽可能保证了在线路只有一侧电流元件启动的情况下,电流

差动元件不会被闭锁。对于光纤电流差动保护,两侧电压突变检测 CT断线判据也并不会增加什么通道负担,此判据不需要将本侧的电压量传送到对侧,只需要将本侧电压突变量是否启动的标志传送到对侧。这即使对于 64 kbit/s 光纤电流差动保护也是可以接受的,更何况 2 Mbit/s 光纤通道传输率正逐渐成为电流差动保护主流通道速率。

3 结论

分析 CT二次断线判据对线路差动保护的影响表明,两侧电压突变检测 CT断线判据可以较有效地减少 CT断线检测判据对线路差动保护灵敏度的影响。由于电流互感器二次断线保护是否应该跳闸一直存在着争议,国内继电保护装置一般通过控制字来决定 CT断线后是否跳闸。若采用 CT断线闭锁保护方式,两侧电压突变检测 CT断线判据可以较有效地减少 CT断线检测判据对线路差动保护灵敏度的影响,提高保护装置的整体性能。此判据已在 WXH-803 电流差动保护中应用,经过了多次的动模、数模试验和几年的现场运行,效果良好。

参考文献:

- [1] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术 [M]. 北京: 中国电力工业出版社, 1995.
ZHU Sheng-shi Protection Theory and Techniques for High Tension Networks[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1995.

- [2] 张悦. 电流互感器二次回路断线在差动保护中的应用 [J]. 山西电力技术, 2001, (2): 33-34.
ZHANG Yue. Application of CT s Circuits Fault in Current Differential Protection [J]. Shanxi Electric Power, 2001, (2): 33-34.
- [3] 蔡桂龙, 唐云. 变压器差动保护电流互感器二次回路断线闭锁分析 [J]. 继电器, 2001, 29(8): 62-66.
CAI Gui-long, TANG Yun. Analysis of the Second Circuit Breaking Blocking Operation of a CT of Differential Protection for Transformer [J]. Relay, 2001, 29(8): 62-66.
- [4] 王尔寒, 王强, 等. 浅析电压量在高压线路光纤差动保护中的作用 [J]. 继电器, 2004, 32(23): 66-68.
WANG Er-han, WANG Qiang, et al. Brief Analysis of Voltage Effect on HV Differential Protection Based on Channel of Optical Fiber [J]. Relay, 2004, 32(23): 66-68.
- [5] 胡霞, 孙天增, 李洪忠. 微机变压器差动保护 CT二次断线新判据的研究 [J]. 山东理工大学学报 (自然科学版), 2003, 17(3): 78-81.
HU Xia, SUN Tian-zeng, LI Hong-zhong. Study on Second Loop Break Criterion of CT Used in Microprocessor Differential Protection of Transformer [J]. Journal of Shandong University of Technology (Sci & Tech), 2003, 17(3): 78-81.

收稿日期: 2006-04-28; 修回日期: 2006-06-27

作者简介:

文明浩 (1973 -), 男, 副教授, 从事电力系统继电保护与控制方面的科研和教学工作。E-mail: swenmh@263.net

Analysis of second loop break criterion of CT used in differential protection of transmission line

WEN Ming-hao

(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: To enhance system security, there are CT s second loop break criterions, being expected to distinguish between internal fault and CT s second loop break, in a transmission line differential protection commonly. Moreover, whether locking or opening the differential protection may depend on the judgement of this criterion. Thus CT s second loop break criterion can affect the performance of transmission line differential protection. The influence of CT s second loop break criterion on transmission line differential protection is discussed on several conditions, such as weak power feeder, line of one-terminal power supply, high resistance grounding fault etc. Then it is demonstrated why voltage change detection of two terminals is adopted in the criterion. The study indicates that the influence of CT s second loop break criterion upon transmission line differential protection is weakened greatly by using the criterion based on voltage change detection of two terminals and the protection performance is improved.

Key words: current differential; transmission line; TA s second loop break