数字通道对纵联线路保护影响的探讨

王强[1], 王尔寒[1], 樊占峰[1], 王伟[2], 桑仲庆[1], 朱景云[1]
(1. 许继电气保护及自动化事业部,河南 许昌 461000; 2. 华能北京热电厂,北京 100023)

摘要: 随着光纤等数字通道在高压输电线路保护中的逐渐推广应用,充分利用数字通道来完善成套保护的原理就显得尤为重要。从距离保护的振荡闭锁、非全相识别、高频保护、自动重合闸、实测线路参数等几个方面提出改进保护性能的措施,并提出保护原理进一步改进的可能性及方向。

关键词: 纵联保护; 光纤差动; 数字通道

中图分类号: TM773 **文献标识码**: A **文章编号**: 1003-4897(2003)12-0013-03

1 引言

国内外 220 kV 以上高压输电线路由于继电保护选择性的需要,皆配有纵联保护,以确保全线路范围内故障都能瞬时切除,并具有较高的灵敏度,使之具有一定的耐过渡电阻能力。同时配有距离、零序电流(方向)等后备保护。由于后备保护原理上的缺陷使其不能保证全线路故障两端保护同时快速切除故障,尤其是零序电流(方向)保护的灵敏度随系统的变化而波动,难有有效的保护范围。因此纵联保护就成为不可缺少的主保护,确保电力系统安全运行。

纵联保护及后备保护目前已经历了整流型、晶体管型、集成电路型、微机型等几个阶段,目前国内线路保护微机化率已超过 95 %。微机保护从 8 位单片机发展到 32 位微机系统,由于硬件平台性能的提高,微机保护原理也日趋完善。但到目前为止,大多数纵联保护通道为模拟通道,通道传输信息仅为一组或几组有无信号。近几年随着光纤主网的建设,基于光纤通道的纵联差动保护发展迅速,并以其优于常规纵联方向(距离)类保护的诸多特点逐渐成为主流保护,高压输电线路开始采用一套光纤纵差、一套(载波)高频方向(距离)配置方案,甚至许多有条件的省份已开始采用双光纤通道方案,配置一套光纤差动,一套光纤方向(距离)。由于光纤通道为数字通道,传输信号为成帧数字信息,且有 CRC 码等校验方法确保传输信息的正确性,使得基于光纤通道的纵联保护避免了载波通道的诸多不可靠因素,大大降低了拒动、误动的几率,维护也更为方便。

纵联差动保护的优异性能皆源于其数字通道,而目前高频保护都是利用通道传递非常简单的逻辑信号,而后备保护是单端保护,动作边界难以准确把握,只能采用复杂的原理来解决。但数字通道的发展和使用,完全可以使成套线路保护发生巨大的变化,性能得以完善,为电网的安全运行做出更大的贡献。

许继公司的 WXH - 803 微机光纤差动保护装置在这方面已做了一些有益的工作。比如实现了两侧互传定值,进行定值互检,当两侧定值不一致时将给出告警提示信息,两侧保护投退状况互检;两侧纵差保护投退不一致时给出告警信息;通过信息交换实现的主从自适应方式;适应性更强的 TA 异常(断线)识别逻辑,能指出哪一侧 TA 异常,并使两侧保护同时退出;简单可靠的永久性故障判别[2]逻辑,可避免系统的二次冲击;基于两端电流电压的故障测距功能,对区内各种金属性及带过渡电阻故障或区内外转换性故障均能准确测距,且能消除电容电流的影响。其实数字通道的应用远不止此,当对其进行深入分析时,能发现更多可用之处。

2 充分利用数字通道的高带宽,实现多种电气量的互传

电力系统的振荡对继电保护是严重的考验,因为阻抗元件、过流元件都可能进入动作区,很难与故障区别开来,尤其是瞬时动作的阻抗 I 段容易误动。传统的做法是采用振荡闭锁逻辑,但如果知道两侧电压的相位关系,则容易判别系统是否振荡,以及振荡中心是否在本线。此时保护装置采取相应的处理措施就很有针对性了。

如图 1 所示,功角 δ 代表了送功的程度,当 $\delta >$ 90 时系统发生振荡而且振荡中心[2]就在本线,此时按欧姆定律 $U_m - U_n = I \cdot Z_L$, I 为流过线路电流, Z_L 为线路阻抗。而保护安装处 $U_m = I \cdot Z_D$, Z_D 为

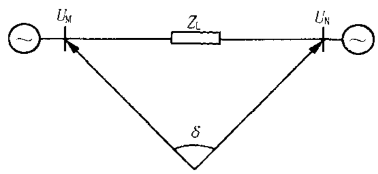

图 1　两侧电压相位关系

Fig. 1　Phase relationship of U_m and U_n

保护测量阻抗。可见当 U_m 与 U_n 夹角大于 90 时将使 $|U_m - U_n| < |U_m|$,则测得阻抗 Z_D 将小于 Z_L,此时距离保护可能误动,必须采取闭锁措施;如果系统没有振荡或振荡中心不在本线,距离 Ⅰ段是不会误动的,也不需要闭锁。同理可对阻抗 Ⅱ段采取相应闭锁措施,阻抗 Ⅲ段一般靠延时躲过,故不需考虑。该方法识别振荡,没有延时且简单可靠。显然,基于两侧的电压电流量,还会产生很多用于距离保护的判据。

3　伴随采样数据帧,实现两侧保护装置的状态信息互传

输电线路一些非正常运行状况也将使保护性能复杂化。比如一侧开关单相(C 相)偷跳后引起系统振荡,另一侧距离、零序保护如果不能进入非全相逻辑及正确识别相别,就可能因零序电流大于门槛值而误开放导致误动。如果我们通过数字通道将 N 侧的位置信号传到 M 侧,M 侧则能正确进入非全相逻辑,如图 2 所示。

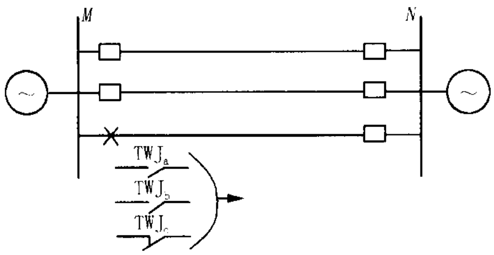

图 2　远传跳位信息

Fig. 2　Transfer info of TWJ_a, TWJ_b, TWJ_c

另外也可通过零序电流差动制动门槛来实现:

$$|I_{M0} + I_{N0}| > k|I_{M0} - I_{N0}| \qquad (1)$$

式中:K 取 0.1～0.2。

若式(1)满足,则可判为有区内故障,否则是穿越性零序电流,保护不应开放。

4　数字通道对传统的基于载波通道高频保护的影响

高频方向(距离)保护通过通道传递信号,现在都是通过 SF - 600 等专用收发信机完成,相互之间通过空接点配合,可实现允许式或闭锁式逻辑,这已是成熟的经验。但当通道为光纤通道时,还可以借用差动保护的方法,直接向对侧传递数字信号,而数字信号的含义可以很丰富,可以加入校验码,可彻底解决传递信号受干扰的问题。在此情况下,原来的允许式、闭锁式已无太大意义,因为完全可以传递多个元件的正、反方向信号,在收到对侧正方向信号,而本侧也判为正方向且到动作门槛时即可速动,而且很容易实现分相停信及出口逻辑。可见,在基本原理不变的前提下,因为少了许多继电器传输延时及抗干扰延时,动作速度快了许多,而且可靠性毫无问题。当然,如果采用 OPGW 光缆输电线路,若要考虑区内故障使光缆中断的可能性,还需增加在故障后短时间(< 1 s)内收不到通道信号时的单侧出口逻辑。

5　数字通道对自动重合闸的影响

有了数字信号传输通道,自动重合闸使用方式也可改变,两侧重合闸可实现自动配合。在两侧都跳开后开始重合闸计时,以免一侧断路器动作延时或拒动时,故障点未完全熄弧、恢复绝缘,另一侧就重合闸出口,导致重合失败。另外当因为某种原因一侧三跳后,另一侧即使单跳,收到对侧三跳位置信号后也走三重逻辑实现重合,以免合于非同期。如图 2 所示。另外,类似于 WXH - 803 装置中永久性故障识别逻辑的使用,在一侧合闸成功后另一侧经短延时(小于 100 ms)即可重合。如果先合侧合于故障,后合侧无论是单相故障还是多相故障都可不合,免于对系统的再次冲击。可见两侧重合闸通过数字通道自动配合,可以大大缩短重合闸延时,对系统稳定尤为有利。如果考虑同杆并架双回线的组合对称运行方式(如 IAIIBC 等),则基于两端跳闸信息的重合闸配合就显得更加可靠。

6　数字通道对故障录波的影响

继电保护系统的故障信息纪录非常重要,其主要目的是对正确或不正确的动作行为进行事后分析。一般装置都是拿两侧的分析报告对到一起看,但基于数字通道后,完全可以自动合成两侧的动作报文和录波内容,在单侧就能提供给现场完整的动作分析报告,有利于现场快速方便地找出故障原因。

7　充分利用数字通道实现线路参数实测

对 500 kV 以上电压等级的输电线路,电容电流

不容忽略,不只是差动保护受影响,对高频、距离、零序等保护也可能产生不利影响,严重时可能引起保护误动或拒动。最好的解决办法就是根据模型参数实测电容电流,并进行相应补偿,以消除对差动或其它保护的影响。但传统的现场实测线路参数如正序电纳及零序电纳相当不方便,如果保护装置能够自动实测该线路参数,并打印出来以便现场整定,或者实现两侧保护装置自动整定,定会受到用户的欢迎。

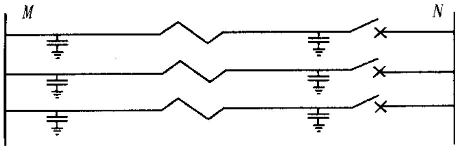

图3　π形线路等值电路示意图

Fig. 3　π - type equivalent circuit

如图3所示,N侧开关不合,M侧合于空线路,装置正常运行,M侧装置实测电流即为全线电容电流,由于已知线路全长,故基于π形等值电路的正序电纳可以推算出;然后使M侧一相断开,在上一次计算的基础上可以测出零序电纳参数。该实测过程可通过人机接口中的一个菜单命令控制,实现实测、打印、整定过程。

8　数字通道对传统的现场试验仪的影响

另外,差动保护对通道要求较高,比如传输延时、收发通道延时对称度等。其中,差动保护的一个关键参数——比例制动系数k值,一般在0.6～1之间,但该参数受通道同步效果影响较大,一般的测试设备也不能进行双端实验检验。如果我们采用通道复用技术,在不影响保护稳定通信的前提下,保护装置给出RS - 232接口供试验仪使用,可以实现两侧试验仪的通信,差动保护装置再提供一个双端同步触发的脉冲信号,即可实现区内外各种故障的测试试验,既能对装置的精度、灵敏度进行校验,又能对数字通道进行测试,不至于装置投运时才发现通道问题。

9　结论

通过以上几例分析,可以看出数字通道的使用,对线路纵联成套保护的原理开发、完善必将产生深远影响。通过我们不懈的探索,充分发挥数字通道的高带宽、高可靠性优点,就可以更大程度地改善成套保护的性能,为电力系统的安全稳定运行做出更大的贡献。比如基于数字通道的光纤差动和纵联方向(距离)保护原理相结合,在差动保护高灵敏性的基础上提高其可靠性,基于整条线路概念的两侧主、后备保护相配合,开发出更完美的保护装置,是我们今后应该尽快研究的问题。

参考文献:

[1]　葛耀中. 新型继电保护与故障测距原理与技术[M]. 西安:西安交通大学出版社,1996.

[2]　朱声石. 高压电网继电保护原理与技术[M]. 北京:中国电力出版社,1981.

收稿日期: 2003-09-10;　**修回日期**: 2003-11-04

作者简介:

王　强(1969 -),男,在职硕士研究生,主要从事电力系统继电保护的研究与设计;

王尔寒(1975 -),男,在职硕士研究生,主要从事电力系统继电保护的研究与设计;

樊占峰(1974 -),男,大学本科,主要从事电力系统继电保护的研究与设计。

Influence of the digital channel to the pilot protection in transmission line

WANG Qiang[1],WANG Er-han[1],FAN Zhan-feng[1], WANG Wei[2], SANG Zhong-qing[1],ZHU Jing-yun[1]

(XJ Electric Corporation,Xuchang 461000,China)

Abstract: Along with the wide spread of data - channel such as optical fiber in UHV transmission line protection,it is more important to improve protection's principle. The paper brings foward some new ways to do it such as oscillation block, open - phase indentification, H - frequency protection, automatic reclosure and real computed line parameters, and points out the possibility and direction to improve protection's principle.

Key words: transmission line protection; differential current protection of optical fiber; data - channel