

智能变电站同杆双回线保护功能优化的探讨

申泉, 高云

(国电南京自动化股份有限公司, 江苏南京 210032)

摘要:同杆双回线的线路保护一般按单回线路独立配置,在保证可靠性的同时,往往牺牲了保护灵敏度。文中在同杆双回线保护按单回线路独立配置的原则下,通过站内通信网络共享两回线路的交流量和开关量信息,提出了双回线路保护性能优化的具体方法,为双回线跨线故障选相、零序互感影响、故障测距、距离保护等提供了新的解决思路。

关键词:智能变电站;双回线;线路保护;信息共享;故障选相

中图分类号: TM773

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2014)03-0035-02

出线走廊的限制使得同杆并架双回线路日益增多。与单回线路相比,同杆双回线路结构具有特殊性,不仅可能发生单回线对地故障或者单回线相间故障,还可能发生两回线线间的跨线故障。跨线故障情况复杂,给基于单回线信息的继电保护原理带来了许多新问题,例如故障选相困难,测距不准等。另外,双回线间的零序互感也给常用的纵联零序方向保护、接地距离保护等带来很大的影响。常规变电站中,为简化二次回路,方便调试和维护,双回线继电保护都是按单回线独立配置的,两回线路的继电保护装置之间没有任何联系,一回线的保护装置也不能获取相邻线任何电气量信息。应该说这种配置方案在传统变电站是发挥了积极作用的,降低了因二次回路问题导致保护不正确动作的几率,但由于保护获得的信息有限,限制了双回线路继电保护性能的改进。如今智能变电站建设正如火如荼的展开,站内信息数字化、网络化的特点为信息共享提供了方便,为进一步提高双回线保护性能提供了条件。文中主要在选相元件、距离保护、纵联零序保护和差动保护方面展开探讨。

1 基于电流平衡原理的选相方法

常规的选相原理均是基于单回线路故障特征所提出的,在同杆双回线路发生跨线故障时其选择性和可靠性难以保证^[1,2]。双回线故障选相是双回线路保护的一大难题,文中提出在智能变电站双回线保护中采用基于电流平衡原理的选相方法。

对称双回线区内无故障时两回线对应相电流完全相等,区内故障时两线对应故障相电流不平衡。电流平衡选相原理就基于此特征,判据如下:

$$\left| \left| I_{\phi I} \right| - \left| I_{\phi II} \right| \right| > 0.1 \times \left| \left| I_{\phi I} \right| + \left| I_{\phi II} \right| \right| \quad (1)$$

若故障后两回线 ϕ 相电流之间满足式(1)所示关系,则选 ϕ 为故障相。

对于单线故障或异名相跨线故障(IA_II B等)均能可靠选出故障相别,但是对于含同名相的故障,如IA_IIAB这样的故障,A相可能选不出来,还需要进一步甄别。另外,对于选出的相别也需要通过电流方向、幅值等进一步判别故障线。以A相故障为例,初步选相逻辑如图1所示。图中 I_{AI} 和 I_{AII} 分别为I线和II线的A相电流。

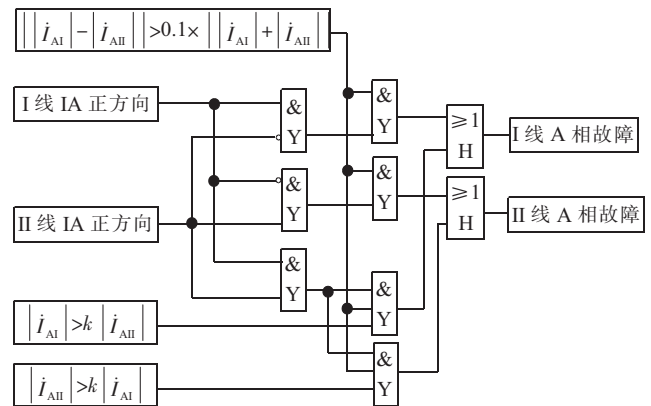


图1 电流平衡选相逻辑

2 自适应距离保护

2.1 距离I段定值自适应

双回线上接地距离保护受零序互感影响容易造成保护拒动或者误动^[3]。最严重的情况在于相邻线路两侧挂地运行,本线路末端母线故障,受零序互感影响,远端距离I段保护可能超越动作。为保证距离保护的选择性和安全性,双回线路距离I段保护范围整定的都比普通线路要小,这样就影响了双回线正常运行时候距离保护的灵敏度。文中在基于智能变电站双回线路信息充分共享的基础上提出了距离I段定值自适应方案。

保护通过GOOSE网络不仅采集线路开关的位置接点,同时采集相应接地刀闸位置接点。通过线路开关及接地刀闸位置可以实时判别两回线路运行状况。相邻线路空挂运行或者正常运行时,对本线路影响很小,

本线路距离 I 段保护定值可以按单回线运行考虑,保证其灵敏度;相邻线路两侧挂地运行时,保护自动缩小距离 I 段保护范围,以保证其安全性。

2.2 阻抗继电器自适应

常规的基于单回线电气量的阻抗继电器在双回线发生跨线故障时无法准确反应故障点位置和故障回路阻抗^[4]。智能变电站双回线路保护由于引入了相邻线路的交流量,可以计算基于线间的故障回路阻抗。

线路发生单回线相间故障则采用常规的相间阻抗继电器;若发生异名相跨线故障,则采用基于线间故障回路的阻抗继电器。以 IA_II 的故障为例,可以根据式(2)计算故障回路阻抗,并判别是否发生区内故障。

$$Z_{AB} = \dot{U}_A - \dot{U}_B / \dot{I}_{AI} - \dot{I}_{BI} \quad (2)$$

式中: \dot{U}_A, \dot{U}_B 分别为线路 A、B 两相电压; \dot{I}_{AI} 和 \dot{I}_{BI} 分别为线路 I 的 A 相和线路 II 的 B 相电流。其他类型跨线故障类似。该方法解决了基于单回线信息的阻抗继电器在发生跨线不接地故障时失去保护范围的问题。

3 纵联零序方向保护

纵联零序方向保护对于线路高阻故障的快速、可靠切除具有重要意义。但受平行双回线间零序互感的影响,在一回线故障时可能造成另一回非故障线路的纵联零序方向保护不正确动作,这是纵联零序保护最难解决的问题^[5-8]。

智能变电站中双回线保护新的配置方案下,两回线路的交流量及开关量信息都是共享的,很容易实现单回线故障时对另一回线纵联零序保护的关联闭锁。主要考虑如下几种情况:(1) 相邻线保护有跳闸;(2) 相邻线开关单相跳开;(3) 相邻线零序电流远大于本线零序电流。在满足上述任何一条的情况下短时闭锁线路纵联零序保护,可有效防止相邻线路故障情况下非故障线路纵联零序保护误动。

4 差动保护电容电流补偿方法

长距离、高压输电线路电容电流不能被忽略,对分相电流差动影响很大,尤其是线路单侧合闸容易造成差动保护误动,必须采用电容电流补偿技术^[9,10]。电容电流补偿原理众多,但均需考虑线路高抗的分流,而高抗电流实时估算是个迭代算法,初值问题解决不好会引起很大误差。

智能变电站在采样值组网传输的情况下,线路保护可以在不增加任何接线和设备的情况下通过站内采样值网络引入对应的高抗电流值,无需再用繁琐的迭代算法求取该电流,既简化了保护算法还提高了保护的可靠性。

差动保护需要线路两侧交换信息,可以考虑 2 种方案。其一,各侧均将电感电流和线路电流一并传给对侧,在对侧完成所有算法,需要多传 3 路交流量;其二,各侧都将自身线路电流和电感电流综合后送给对侧。

5 线路故障性质判别

高电压等级输电线路重合于永久性故障可能对机组造成严重损害,甚至威胁系统的稳定运行。近年来许多专家学者提出了多种各样的线路故障性质判别方法,但大多是基于断开相恢复电压特征的^[11,12],算法的适应性有待提高。文献[13]提出利用高压线路并联电抗电流幅值判别线路故障性质,该方法简单有效。但传统变电站中线路保护无法引入高抗电流,算法需在电抗器保护中实现,然后通过接点与线路保护(或断路器保护)的重合闸配合,使得二次接线复杂。

智能变电站采样值组网传输的方式下,线路保护可以通过站内采样值网络方便的采集对应高抗的电流值,利用高抗电流实现线路故障性质的判别。方案简单易行,无需复杂的二次回路,为实现自适应重合闸提供了新的解决思路。

6 结束语

智能变电站全站信息的数字化和信息共享标准化,为改善线路保护性能的新技术提供了可能性。文中所列几点仅为抛砖引玉,线路保护在共享信息的条件下还有许多功能可以优化,智能变电站的发展,必将给保护的功能和原理带来新的变革契机。

参考文献:

- [1] 俞波,杨奇逊,李营,等.同杆并架双回线选相元件研究[J].中国电机工程学报,2003,23(4):38-42.
- [2] 陈福锋,钱国明.基于同杆双回线跨线故障识别的选相方案[J].电力系统自动化,2008,32(6):66-70.
- [3] 刘天斌,张月品.同塔并架线路接地距离保护零序电流补偿系数整定[J].电力系统自动化,2008,32(10):101-103.
- [4] 朱晓彤,郑玉平,张俊洪,等.同杆并架双回线跨线不接地故障的距离保护[J].电力系统自动化,2003,27(19):61-64.
- [5] 赖庆辉,陈福锋,许庆强,等.纵联零序方向元件的特殊问题分析及解决方案[J].电力自动化设备,2010,30(12):88-91.
- [6] 徐振宇,杜兆强,孟岩,等.零、负序方向元件的特殊问题研究[J].电力自动化设备,2008,28(5):21-25.
- [7] 孙文华,袁宇波,黄浩声.一起不同电压同杆双回线纵联零序保护动作分析[J].江苏电机工程,2013,32(6):12-14.
- [8] 兰金波,钱国明,季玮,等.无锡 220 kV 西泾智能变电站关键技术[J].江苏电机工程,2012,31(2):26-29.
- [9] 陈福锋,钱国明,宋国兵.串联电容补偿线路行波差动保护的研究[J].中国电机工程学报,2009,29(28):89-94.
- [10] 苏斌,董新洲,孙元章.适用于特高压输电线路的差动保护分

高了同其他类型保护装置的兼容性,满足新一代智能变电站站域保护的需求;(2)采用新型的面向间隔对象的母线保护设计方法,保护装置的适应能力变强,仅需要修改装置配置文件即可适应特殊主接线;(3)分布式母线保护装置使现场保护安装更加灵活;(4)母线保护状态监测技术帮助运行人员实时了解保护装置的运行状态,按需安排保护检修。随着智能变电站的广泛推广和应用,新一代母线保护装置将不断改进完善以更好地服务于电力系统。

参考文献:

- [1] 吕航,王风光,鲍凯鹏. PCS-915 母线保护装置[J]. 电力系统自动化,2012,36(16):118-122.
- [2] 曾铁军,宋艳,侯玉强. 双母接线系统中线路保护、母线保护、线路断路器失灵装置一体化方案的研究[J]. 电力系统保护与控制,2009,37(13):77-80.
- [3] 王风光,焦彦军,张新国,等. 一种分布式母线保护的通信

方案[J]. 电网技术,2005,29(21):72-74,80.

- [4] 朱林,苏盛,段献忠,等. 基于 IEC 61850 过程总线的分布式母线保护研究[J]. 继电器,2007,35(S1):40-44.
- [5] 邹贵彬,王晓刚,高厚磊,等. 新型数字化变电站分布式母线保护[J]. 电力自动化设备,2010,30(11):94-97.
- [6] 金逸,刘伟,查显光,等. 智能变电站状态监测技术及应用[J]. 江苏电机工程,2012,31(2):12-15.
- [7] 管宜斌,严国平,陈久林,等. 继电保护装置运行失效特性分析与状态检修策略[J]. 江苏电机工程,2013,32(2):1-3.

作者简介:

王风光(1981),男,山东聊城人,工程师,从事电力系统继电保护工作;

高兆丽(1976),女,山东梁山人,工程师,从事电力系统运维工作;

潘东明(1967),男,山东济南人,工程师,从事电力系统运维工作;

宣喜文(1982),男,山西朔州人,助理工程师,从事电力系统继电保护工作。

Generation Busbar Protection Research and Application

WANG Fengguang¹, GAO Zhaoli², PAN Dongming², XUAN Xiwen¹

(1.NanJing Nari-relays Electric Co. Ltd., Nanjing, 211102; 2.Jinan Power Supply Company, Jinan, 250022)

Abstract: The new generation of busbar protection is realized on the unified and advanced UAPC platform, which is with modular-designed hardware and software and convenient for update and maintenance. A new object-oriented interval busbar protection design method is utilized, which makes the configuration of differential section feasible. The synchronization distributed busbar protection devices is with a high-performance on reliability and time. Busbar protection status monitoring technology improves reliability and reduces maintenance personnel's workload.

Key words: busbar protection; object oriented; distributed; status monitoring

(上接第 36 页)

- 布电容电流补偿算法[J]. 电力系统自动化,2005,29(8):36-40.
- [11] 李斌,李永丽,黄强,等. 单相自适应重合闸相位判据的研究[J]. 电力系统自动化,2003,27(22):41-44.
- [12] 朱建红,陈福锋,魏曜,等. 新型同杆双回线自适应重合闸方案研究[J]. 电力自动化设备,2007,27(4):47-51.
- [13] 索南加乐,孙丹丹,付伟,等. 带并联电抗器输电线路单相自

动重合闸永久性故障的识别原理研究[J]. 中国电机工程学报,2006,26(11):75-81.

作者简介:

申泉(1964),男,江苏南京人,高级工程师,从事电力自动化工作;

高云(1978),男,江苏句容人,工程师,从事电力自动化工作。

Discussion on Protection Optimization for Double Circuit Lines on the Same Tower in Smart Substation

SHEN Quan, GAO Yun

(Guodian Nanjing Automation Co. Ltd., Nanjing 210032, China)

Abstract: Line protection of double circuit lines on the same tower are generally designed with only considering each independent single line. This kind of design sacrifices protection's sensitivity for ensuring its reliability. Based on the principle of independent configuration, the paper proposes an approach that is proposed to optimize the performance of protection for both double circuit lines with sharing the information of two lines through the station communication network. The proposed approach provides solutions for double loop cross line fault phase selection, analyzing the influence of zero sequence mutual inductance, fault distance measurement and distance protection.

Key words: Smart substation, Double circuit lines, Line protection, Information sharing, Fault phase selection