

同杆并架双回线继电保护工程应用实践

李瑞生¹, 鄢安河², 樊占峰¹, 曹丽璐¹

(1. 许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000; 2. 河南省电力公司, 河南 郑州 450052)

摘要: 同杆并架双回输电线路由于其良好的经济性, 在 220 kV 输电线路得到了广泛的推广, 但由于其结构上的特殊性, 故障情况十分复杂, 现有的继电保护功能不能很好地适应其发展。在洛阳牡-马同杆并架双回输电线路工程实践中, 通过对双回输电线路进行深入研究, 采用基于故障分量方向的综合选相元件、基于六相序阻抗的距离保护原理、自适应重合闸判据及顺序重合策略、横联差动保护, 并能够实现五相运行、“准三相”及其运行情况下各项后备保护功能。

关键词: 同杆并架; 准三相; 五相运行; 六相序阻抗; 应用实践

Application of relay protection for double-circuit lines on the same pole

LI Rui-sheng¹, YAN An-he², FAN Zhan-feng¹, CAO Li-lu¹

(1. XJ Electric Co., Ltd, Xuchang 461000, China; 2. Electric Power of Henan, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: Double-circuit lines on the same pole, as a result of its good efficiency, obtains the widespread promotion on the 220 kV transmission line. Because of the special structure of double-circuit lines, the situation of fault is complex. The existing relay protection function is not suitable for the development. By analyzing the project in Luoyang Mu-Ma double-circuit lines on the same pole, a new double-circuit lines protection device with many features and advantages is researched, which has phase selecting based on fault component direction, distance protection based on six foreword impedance, adaptive auto throw-in and gradational throw-in strategy, and six-sequence transverse differential protection. The proposed device can achieve five phases and quasi- three- phase running.

Key words: double-circuit lines on the same pole; quasi- three- phase; five phases running; six-phase impedance; application

中图分类号: TM773 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)05-0082-03

0 引言

经济的发展对电力的需求日益增加, 电网的建设已向超高压、大容量、长距离发展, 但由于征地费用的日益昂贵, 输电线路走廊费用所占的比重越来越大, 为减少投资, 节约土地资源, 提高单位线路走廊的输送容量, 同时考虑城市及山区地理环境的限制, 同杆并架双回线在 220 kV 及以上电压等级线路中已得到积极应用。同杆双回线发生各种故障时继电保护的動作正确性及可靠性将极大地影响电力系统的供电可靠和稳定运行。

同杆并架双回线路的故障非常复杂(据统计共 120 种), 早期应用较多的无通道保护(如横联差动保护、电流平衡保护等)的性能不能充分满足高压输电系统的要求。利用数字通道传输线路两侧电流信息的分相式电流差动保护因其结构简单, 具有天然选相跳闸能力而成为同杆双回线保护的首选, 但

同杆双回线路对保护的要求不同于单回线路, 如跨线故障下不能全切双回线而需考虑将剩下的健全相构成“准三相”运行方式; 双回线之间还存在着零序互感的影响, 甚至还有可能存在正序间和负序间的耦合影响, 这样有可能会造成接地距离保护的保護范围缩短或超越; 双回线发生故障时非故障相可能流过邻近故障相电流; 这些都使同杆双回线的故障特征与单回线故障特征不一样, 因此, 需要对同杆并架双回线路的故障特征及故障下的保护動作特性进行深入的研究。

1 洛阳 500 kV 牡马 I / II 回线工程应用

1.1 洛阳 500 kV 牡马 I / II 回线工程简介

洛阳 500 kV 牡马 I / II 回线连接洛阳 500 kV 马寺开关站和洛阳 500 kV 牡丹变电站。本次工程是对该同杆并架双回输电线路二次继电保护进行改造, 提高二次保护的性能, 更加适应双回线特殊接线形

式。工程建设中主要开展了双回线发生跨线故障时仅切除故障相, 实现按相顺序重合及永久故障识别功能, 对于跨线永久性故障, 跳开故障相同时检查两回线剩下的健全相能否构成“准三相”运行, 最大化保证输电线路两端变电站的电气联系, 保证双回线路的输送能力, 同时考虑“准三相”运行情况下后备保护、三相不一致等问题, 提供有效解决方案。工程实践过程中考虑到纵联差动保护对于纵联光纤通道质量等因素的过度依赖, 提出了在主保护异常不能正常工作时, 将邻线信息通过光纤通信实现互通, 采用基于六相信息的横差保护。同时开展双回线光纤通信技术、同步手段、功能配置、保护装置功能调试、工程设计、现场安装调试、运行维护等方面内容的研究和探讨。工程的成功实施提高了洛阳 500 kV 牡马 I/II 回线二次系统整体技术水平, 最大化保证了 500 kV 牡丹和马寺变电站之间的联系, 保证了供电的可靠和连续。

1.2 同杆并架双回线的保护功能

同杆并架双回线保护装置差动元件针对线路保护区内各种故障类型配置了分相稳态量差动、分相故障分量差动及零序电流差动。稳态量差动元件设置快速区元件及灵敏区元件, 快速区元件采用短窗相量自适应算法实现快速动作, 灵敏区采用全周傅氏向量算法作为快速区的补充; 故障分量差动不受负荷影响, 对于区内高阻故障及振荡中故障性能优越, 元件本身采用全周傅氏向量算法并略带延时保证其可靠性; 零序电流差动作为稳态量差动及故障分量差动的后备, 延时 100 ms 动作, 主要针对缓慢爬升的高阻故障。

配置基于横联通道数据的横差保护, 主要对双回线的电流量进行横向比较, 判断该相是否为区内故障以及选择故障线路。该保护主要用于判断异名相的跨线故障, 由于此时两回线路的电气条件已经不一致, 总有一相在一回线是故障相而在另一回线是非故障相。一般来说, 两同名相中故障相电流大于非故障相电流, 若同名相中两相均为非故障相, 则其相电流小于故障相电流。对于同名相跨线故障, 由于此时流过两回线的电流相等, 横差保护无法进行故障识别。

同时配置六相序阻抗保护、具备切换“准三相”运行功能及其运行条件下的整套主、后备保护功能; 由三段式相间和接地距离保护及四段零序保护构成的全套后备保护; 配置自动重合闸、按相自动重合闸及三相不一致保护等。

2 同杆并架保护研究的关键技术

2.1 基于故障分量方向的综合选相元件

分析了同杆并架输电线路在发生跨线故障时相电流、相电压突变量的方向与区内、外故障相别的关系, 综合利用电压选相元件, 提出了一种跨线故障选相元件。利用该元件可以可靠地选出跨线故障时区内和区外的故障相别, 同时采用电压量选相元件比电流量选相元件在出口故障和弱馈端故障时更加可靠、准确, 因为弱馈端故障时, 电流量元件灵敏度不足, 而电压元件不受影响, 同时大容量出口短路时, 可能会导致 CT 饱和, 电流波形发生畸变, 从而影响选相准确度, 而在此情况下, 电压选相元件正好最灵敏。

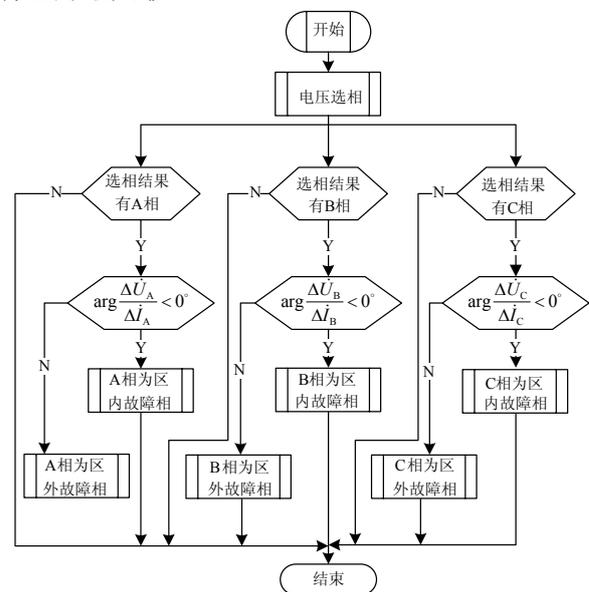


图 1 基于故障分量方向的综合选相元件选相流程

Fig.1 Phase selecting based on fault component direction

2.2 同杆并架双回线互感对后备保护的影响

同杆并架双回线间不仅有电气联系, 也存在磁联系。由于双回线完全换位难以实现、导线间几何电气距离不可能完全对称, 两回线电压电流通过互感作用, 使得母线上的残压不仅取决于本线的电流, 还受另一回线的影响, 这些影响会导致健全线的距离保护超越、零序方向元件误动作等。本工程通过理论分析和大量的仿真试验, 发现双回线异名相跨线接地故障时纵联零序方向保护有可能误判、拒动; 接地距离保护由于零序互感的影响, 可能出现误动; 在双回线发生两回线跨线不接地故障时, 距离保护几乎不可用。因此提出了基于六相序阻抗的距离保护, 避免双回线互感对保护性能的影响。

2.3 基于六相序阻抗的距离保护

基于六相序阻抗的距离保护就是把同杆并架的两回线作为一个整体来设计距离保护功能,利用双回线中六个电流和保护安装处的电压来计算测量阻抗或者是计算距离而构成的保护,从而使保护动作性能不受双回线线间互感的影响。考虑到五相运行和“准三相”的特殊性,在此期间保护自动退出,保留常规距离保护。基于六相序的距离保护在故障线路中能正确地反应故障距离,准确地测量跨线不接地故障距离,同时也解决了线间互感对距离保护的影响问题。

2.4 横差保护在同杆并架双回线中的应用

利用相邻线保护装置间的光纤通信,互传相邻线信息,采用正序电压极化的横联差动电流方向保护,从而可以解决因双回线通道故障失去光纤电流差动主保护的问题,同时该保护功能还具有方向角固定,不随故障点位置和双侧电源功角差变化而变化的特点。

2.5 自适应重合闸判据及重合策略

将同杆双回线综合成一回线,根据线路故障的性质,实现无故障或非严重故障按相顺序重合,从而在故障期间最大限度地保持两端系统联系,具有最多的可以启动重合闸的机会和恢复双回线运行的可能性,并利用双回线断开相端电压的特征,构造了永久性故障识别判据,从而提高了重合闸的成功率。

2.6 “准三相”及五相运行策略

双回线的一个重要特点就是能够提高输电线路的输电能力,但如果发生跨线故障,尤其是永久性跨线故障,传统的做法是将双回线都跳开,这样就无法充分发挥双回线的特点。本工程研究“准三相”及五相运行的条件及可行性,当线路发生故障时,双回线采用“准三相”或五相运行方式,可以继续保持两端系统的电气联系,最大限度地保证输送功率。

3 结束语

同杆双回输电线路采用先进的同杆并架双回线六相式保护系统,克服现有双回线常规保护单独配置、无法配合、常规重合闸对系统冲击大等缺点,能够适应双回线路要求快速切除区内故障并能最大化保证两端系统电气联系,保证供电的连续性。“五相运行”、“准三相运行”、“六相序的横联保护”、“永久故障识别”等多项技术的应用,使同杆双回输电线路二次系统设备功能优化、操作简捷、维护

简便,大大提高了二次系统的安全运行水平。改造后的洛阳 500 kV 牡马 I/II 回线技术水平和运行可靠性得到显著提高,创造了巨大的经济效益和安全效益,为我国同杆双回输电线路继电保护建设提供了宝贵的工程应用实践经验。

参考文献

[1] 俞波. 超高压同杆并架双回线路微机保护的研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2003.
YU Bo. Research on Microprocessor-based Protective Relay for EHV Double Circuit Lines on Same Tower[D]. Beijing: North China Electric Power University, 2003.

[2] 文明浩, 李瑞生. 基于阻抗比较的同杆并架选相新方法[J]. 继电器, 2006, 34(17): 1-3.
WEN Ming-hao, LI Rui-sheng. A New Fault Phase Selector for Double Circuit Lines on the Same Tower Based on Impedance Comparison[J]. Relay, 2006, 34(17):1-3.

[3] 鄢安河, 李夏阳, 姚晴林, 等. 正序电压极化的横差保护选择元件的动作研究[J]. 继电器, 2008, 36(8): 6-10.
YAN An-he, LI Xia-yang, YAO Qing-lin, et al. Research on Selectors of Transverse Differential Protection Using Positive Sequence Polarizing Voltage[J]. Relay, 2008, 36(8): 6-10.

[4] 张太升, 鄢安河, 赵一, 等. 同杆双回线的新型继电保护方案研究[J]. 继电器, 2008, 32(8): 16-19,30.
ZHANG Tai-sheng, YAN An-he, ZHAO Yi, et al. The Study of a New Relay Protection Scheme for Double Circuit Lines on the Same Pole[J]. Relay, 2008, 32(8): 16-19, 30.

[5] 李海艳. 同杆并架线路零序互感对零序电流保护的影响[J]. 宁夏电力, 2006(5): 5-8.
LI Hai-yan. Influence of Zero-sequence Mutual Inductance of the Same Pole Parallel Laying Line on Zero-sequence Current Protection[J]. Ningxia Electric Power, 2006(5): 5-8.

收稿日期: 2009-03-09; 修回日期: 2009-04-29

作者简介:

李瑞生 (1966-), 男, 教授级工程师, 从事继电保护方面的研究; E-mail: ruishengl@xjgc.com

鄢安河 (1952-), 男, 高级工程师, 从事电网技术, 电力系统调度、生产的研究和管理工作;

樊占峰 (1974-), 男, 工程师, 从事继电保护研究与开发方面的工作。