

级联线路的链式过电流保护方案研究

冯建勤, 冯巧玲

(郑州轻工业学院电气信息学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 提出了一种新型线路保护方案即链式过电流保护方案,分析了它的基本原理、保护构成及其实现方法。该型保护方案可实现级联线路全线故障的有选择性的快速切除,具有快速、可靠、灵活、简单、经济、实用等优点,可用于中低压短距离的单端电源供电的级联线路。

关键词: 过电流保护; 微机保护; 光纤通信; 电流纵差保护

中图分类号: TM773 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2006)08-0080-04

0 引言

电流保护是应用最早也是微机化最早的继电保护,广为技术人员和运行人员所熟知,人们在设计和运行中积累了丰富的经验。电流保护具有简单、经济、可靠、实用等优点,因而得到了广泛的应用。但传统的电流保护存在两方面的问题:一方面,它对不同的故障类型和系统运行方式有不同的灵敏度;另一方面,为了保证选择性,它需要与相邻线路的电流保护在动作时间上加以配合,因而难以实现全线故障的快速切除。第一个问题可采用自适应微机保护加以很好地解决^[1];第二个问题则可采用微机逻辑闭锁保护的方法加以有效地解决^[2]。但是,微机逻辑闭锁保护仅适用于相距较近的电流保护间的配合,不能解决线路的电流保护问题。

为实现线路保护的全线速动,过去多采用导引线实现线路纵差保护,或采用相差保护。但二者在技术上都存在明显不足^[3]。随着微机保护技术和光纤通信技术的发展,出现了光纤电流纵差微机保护^[3,4]。光纤电流纵差微机保护性能优越,但需要实现线路两侧数据的同步采样,这是一件非常复杂的事情^[4]。而且实现同步通讯方式要求的电路较为复杂,装置的整体造价较高,所以限制了它的应用^[5]。

随着我国国民经济的发展,电力系统中出现了越来越多的中低压短线路。对于这些短线路,传统的电流保护或距离保护在整定值与动作时间上都难以配合,各种线路纵差保护方案也都存在不足之处^[5]。文献^[5]提出的采用异步通讯方式的光纤纵差保护方案使情况有所改观,但该方案仍显复杂,且成本依然较高。

为此,本文提出了一种链式过电流保护方案。它能够实现级联线路全线故障的快速切除,又继承了过电流保护的简单、经济、可靠、灵活、实用等优点。

1 链式过电流保护原理

链式过电流保护的基本原理如图1所示。级联线路中各级线路的过电流保护,经过光纤传输通道连成一个系统,形成一个有机的过电流保护链。过电流保护链中的各个过电流保护装置应完成的基本功能是:检测本级线路的过电流状态;传送本级检测结果到上一级过电流保护装置;接收下一级过电流保护装置的检测结果;根据本级检测结果和下一级的检测结果决定本级保护装置是否动作跳闸。各级过电流保护装置的检测结果分为“已检测到过电流”和“未检测到过电流”两个状态。各级过电流保护装置的动作为“本级已检测到过电流”和“下一级未检测到过电流”。第一个条件为主判据,用以指示线路短路故障的发生;第二个条件指明本段发生了故障,用以保证保护动作的选择性。两个条件是“与”的关系,只有同时满足这两个条件,保护才能动作跳闸。

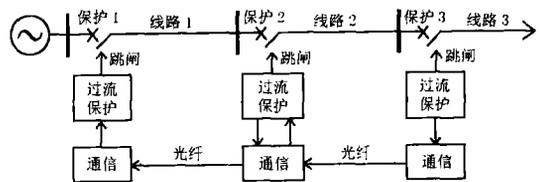


图1 链式过电流保护原理示意图

Fig 1 Schematic diagram of principle of chain-type over-current protection

但对于保护链末端的过电流保护装置来说,第二个条件是没有意义的。这时,只要满足第一个条件,就能动作跳闸。另外,末端的过电流保护也可以根据需要延时动作,这不会影响前面各级保护的正常工作。

现以图 1 为例加以说明:线路 1 短路时,保护 1 检测到过电流,保护 2 未检测到过电流。保护 1 同时满足两个动作条件,故立刻动作跳闸。线路 2 短路时,保护 1 和保护 2 都检测到过电流,保护 3 未检测到过电流。保护 1 满足第一个条件,不满足第二个条件,故不会动作。保护 2 同时满足两个动作条件,故立刻动作跳闸。线路 3 短路时,保护 1、保护 2 和保护 3 都检测到过电流,保护 1 和保护 2 只满足第一个条件,不满足第二个条件,故都不会动作。保护 3 满足第一个动作条件,因其处于保护链的末端,不考虑第二个条件,故立即动作跳闸。可见,链式过电流保护能够有选择地快速切除全线故障。

借助于微机通讯技术和光纤通讯技术,链式过电流保护中的各过电流保护装置很好地实现了协调动作。保护链中的各过电流保护装置不再需要动作时限的配合以保证选择性,因而都可以实现速动。链式过电流保护成功地克服了传统过电流保护的致命缺点,实现了有选择性的全线速动。另外,各过电流保护装置间传递的信息仅是过电流检测结果(已检测到过电流或未检测到过电流),传输的数据量极少。因此,采用异步通信方式进行数据传输,不仅完全可行,而且非常快速。较之光纤纵差保护,链式过电流保护更经济、更快速、更简单,因而在某些场合更实用。

2 链式过电流保护方案

2.1 通信方案

光纤传输不受电磁干扰的影响,通信误码率低,工作稳定,具有很高的安全性和可靠性。同时,光纤通道频带宽,容量大,可以缓解电力系统的通道拥挤问题。因此,利用光纤传输的微机线路保护得到了越来越广泛的研究和应用^[3-5]。目前,光纤通信技术已逐渐变得成熟,因而链式过电流保护中的信息传输通道宜采用光纤传输通道。由于链式过电流保护中的数据传输量极少,因而可以采用成本低且易于实现的异步串行通信方式进行数据传输。

通信出错会严重影响到保护的正常工作,甚至会造成保护的误动或拒动。所以链式过电流保护中的各过电流保护装置应实时监测通道及保护装置的

通信情况,并能在出错时及时报警。同时,应采取措施,避免通信出错时保护的误动和拒动。具体的措施将在后面论述。

2.2 后备保护

链式过电流保护可实现有选择性的全线速动,因而可以作为线路的主保护。但当出现通讯故障时,可能会出现保护的误动或拒动。更为严重的是,若末端保护出现故障,由于后级保护装置对前级保护装置的闭锁作用,有可能造成各级保护装置都不动作。因此,必须使用后备保护加以解决。

在传统的过电流保护中,各级线路的过电流保护装置既是本级线路的主保护,又是后级线路的后备保护。链式过电流保护也可以实现这一功能。方法是:如果本级保护装置检测到过电流,同时正确收到了下一级保护装置的状态且为“未检测到过电流”状态,则本级保护装置瞬时动作。这种速断性的过电流保护用作本级线路的主保护。如果本级保护装置检测到过电流,却未能正确接收到下一级保护装置的状态(通信出错时),或者虽然正确接收到下一级保护装置的状态,但状态为“已检测到过电流”状态,则本级保护装置延时动作。这种延时动作的过电流保护用作本级线路的后备保护(通信故障时),同时也用作后级线路的后备保护(后级保护拒动时)。用作后备保护时,对于通信故障的情况,延时动作时限可取 0.5 s;对于后级保护拒动的情况,各级保护装置的延时动作时限可按阶梯形原则整定。

至于首端线路,可采用两套过电流保护装置同时运行的方式,二者互为热备用,即互为后备保护。这样可大大提高链式过电流保护的可靠性。

2.3 保护配置

链式过电流保护的典型配置如图 2 所示。首端线路配置两套过电流保护装置,它们互为热备用,用作首端线路的主保护和后备保护,同时作为后级线路的后备保护。中间各级线路各配置一套过电流保护装置,它们各自用作本级线路的主保护和后备保护,又分别作为后级线路的后备保护。末端线路配置一套过电流保护装置作为其主保护,后备保护由前级过电流保护装置实现。

对于通信装置来说,首端仅配置接收器,末端仅配置发送器,而各中间级需要同时配置接收器和发送器。

2.4 保护逻辑

链式过电流保护中各过电流保护装置的工作过

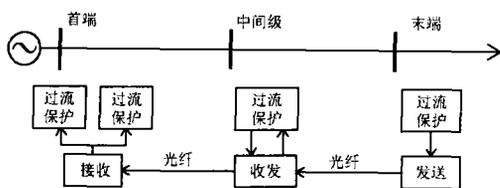


图 2 链式过电流保护的典型配置

Fig 2 Typical structure of chain-type over-current protection

程与保护逻辑如下(以中间级为例):

- (1) 实时检测线路电流。
- (2) 检测结果发送到上一级保护装置。
- (3) 接收下一级保护装置的检测结果。
- (4) 判断和下一级装置的通信是否正常,并决定是否发出“通信异常”报警。
- (5) 未检测到过电流状态,清除延时,回到(1);已检测到过电流状态,转到(6)。
- (6) 通信异常,则进行延时,转到(7);否则,转到(8)。
- (7) 延时时间到,则动作跳闸,回到(1);否则,直接回到(1)。
- (8) 下一级装置未检测到过电流状态,则动作跳闸,回到(1);否则,转到(9)。
- (9) 下一级装置已检测到过电流状态,进行延时,转到(10)。
- (10) 延时时间到,则动作跳闸,回到(1);否则,直接回到(1)。

2.5 灵活性

在链式过电流保护的典型配置中,各级线路的保护装置均采用瞬时动作的过电流保护,以实现整个级联线路的全线速动。但根据链式过电流保护的原理,保护链末端的保护装置并非必须采用过电流保护,也不一定瞬时动作。链式过电流保护的这一特点将使其具有更大的灵活性、适用性和实用性。

当级联线路末端为“线路-变压器”组时,保护链末端的保护装置可以采用具有电流速断保护和延时动作的过电流保护的两段式微机保护,对前一级保护装置的闭锁仍然由过电流保护实现。这样,链式过电流保护可以很好地与变压器负荷侧的保护相配合。

更重要的是,由于保护链末端的过电流保护装置可以采用延时动作的过电流保护,所以链式过电流保护可以仅用于级联线路的前面几级,甚至仅用于前面一二级,而后面各级线路仍采用一般的过电

流保护。但这时应重新审视链式过电流保护的后备保护方案。

3 结语

链式过电流保护方案的实现方法是:把级联线路中各级线路的微机式过电流保护装置,经光纤传输通道连成一个系统,使各过电流保护装置协调动作,形成一个有机的过电流保护链。基本原理是:利用微机式过电流保护装置的通讯功能,通过光纤传输通道,以异步串行通讯方式把级联线路中各级线路的过电流保护装置的状态,实时传送到相邻上一级线路的过电流保护装置去,用后级线路的过电流保护的启动闭锁其前级线路的过电流保护,从而保证过电流保护的选择性和速动性。其功能是:实现级联线路全线故障的有选择性地快速切除。其优点是:简单、经济、可靠、灵活、实用等。应用场合:中低压短距离的单端电源供电的级联线路,既可以用于整个级联线路,又可以用于靠近电源的首端线路。

参考文献:

- [1] 葛耀中,赵梦华,彭鹏,等. 微机式自适应馈线保护的研究和开发[J]. 电力系统自动化, 1999, 23(3): 19-22. GE Yao-zhong, ZHAO Meng-hua, PENG Peng, et al Study and Development of Microprocessor-based Adaptive Protection for Distribution Feeders[J]. Automation of Electric Power Systems, 1999, 23(3): 19-22.
- [2] 俞波. 低压配电系统微机逻辑闭锁保护的原理与设计[J]. 电力自动化设备, 2001, 21(1). YU Bo Principle and Design of Digital Logic Blocking Protection for Low Voltage Distribution System[J]. Electric Power Automation Equipment, 2001, 21(1).
- [3] 李保恩,员保记,冯秋芳,等. 微机分相电流差动保护的应用研究[J]. 继电器, 1998, 26(3): 33-37. LI Bao-en, YUAN Bao-ji, FENG Qiu-fang, et al Application Research on Microprocessor-based Phase-splitting Current Differential Protection[J]. Relay, 1998, 26(3): 33-37.
- [4] 廖泽友,鲍伟廉,杨奇逊,等. 数字式高压线路电流纵差保护的通信技术[J]. 电力系统自动化, 1999, 23(18): 25-27, 31. LAO Ze-you, BAO Wei-lian, YANG Qi-xun, et al Communication Technology of Digital Current Differential Protection for High Voltage Transmission Line[J]. Automation of Electric Power Systems, 1999, 23(18): 25-27, 31.
- [5] 贺敏,陆于平,宋斌,等. 一种适用于中低压短线路的

- 光纤纵差保护方案 [J]. 继电器, 2003, 31 (9): 34-37, 42
- HEM in, LU Yu-ping, SONG Bin, et al Application Research of Optical Fiber Differential Protection Used in Medium-low Voltage Shorter Transmission Line [J]. Relay, 2003, 31 (9): 34-37, 42
- [6] 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, 1995.
- ZHU Sheng-shi Principle and Technology of Relay Protection for High Voltage Electric Power Net[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1995.
- [7] 许正亚. 变压器及中低压网络数字式保护 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004.

XU Zheng-ya Digital Protection for Power Transformer and Medium-low Voltage Electric Power Net[M]. Beijing: China Water Power Press, 2004.

收稿日期: 2005-01-17; 修回日期: 2005-07-25

作者简介:

冯建勤 (1962 -), 男, 副教授, 硕士, 从事电力系统自动化和微机测控技术的教学和科研工作; E-mail: feng_jianqin@126.com

冯巧玲 (1960 -), 女, 副教授, 硕士, 从事供电系统及其自动化的教学和科研工作。

Study of chain-type over-current protection for cascaded lines

FENG Jian-qin, FENG Qiao-ling

(Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: A new protection for lines, chain-type over-current protection, is proposed. And its basic principle, structure and method of realization are respectively presented. Furthermore, the protection can rapidly and selectively switch off each of the lines which are cascaded when short-circuit faults occur. Besides, it has many other advantages such as working reliably, operating rapidly, being constructed easily and economically, and so on. So it can be applied in mid-low voltage and short distance and cascading lines with power supplied in one direction.

Key words: over-current protection; microcomputer-based protection; fiber-optical communication; current differential protection

(上接第 69 页 continued from page 69)

- [2] 史志鸿, 魏剑啸, 伍道勇. 用 Delphi 6 开发的部颁 CDT 远动规约解释器 [J]. 继电器, 2003, 31 (5): 44-48.
- SHI Zhi-hong, WEI Jian-xiao, WU Dao-yong CDT Telecontrol Protocol Explainer Developed by Delphi 6.0 [J]. Relay, 2003, 31 (5): 44-48.
- [3] 李予州, 杨宛辉, 许珉, 等. 部颁 CDT 循环规约的 VC++ 程序实现 [J]. 继电器, 2001, 29 (4): 34-37.
- LI Yu-zhou, YANG Wan-hui, XU Min, et al VC++ Program for CDT Protocol [J]. Relay, 2001, 29 (4): 34-37.

收稿日期: 2005-09-08; 修回日期: 2005-10-17

作者简介:

史丽萍 (1964 -), 女, 教授, 博士生导师, 主要从事配电网自动化及大型机电设备的监控研究工作;

赵朝阳 (1977 -), 男, 工程师, 硕士研究生, 研究方向为配电网自动化及电机故障诊断; E-mail: cumtzczy@126.com

胡泳军 (1964 -), 男, 副教授, 博士, 主要从事电力拖动自动化方面的研究。

Study and application of information integration based on PLC and the technology of OPC

SHI Liping, ZHAO Chao-yang, HU Yong-jun, CHEN Li-bing

(College of Information and Electrical Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China)

Abstract: The method of parsing the power system CDT protocol based on PLC is detailed, and at the same time, issuing data by using the technology of OPC. The result of practical application shows this system can work steadily and reliably, and it is a new way for integrating information of substation into the main monitoring and control system of enterprise.

Key words: PLC; OPC; CP340; CDT; protocol parsing; information integrating