

方向电流保护的整定对灵敏度及可靠性的影响

齐向阳

(广东深圳职业技术学院楼宇装备工程系, 广东 深圳 518055)

摘要: 为提高供电的可靠性,需要采用方向电流继电器保护,并且灵敏度要高。探讨了方向电流保护的整定对灵敏度及可靠性的影响,包括谐波、功率方向继电器等的影响,还探讨了一些新的整定计算方法及灵敏度、可靠性研究方面的新动向。方向电流保护的整定除满足电流整定一般原则外,还应考虑负荷电流突然增大、故障电流零序分量及与相邻线路保护的灵敏系数配合等因素。另外,可优先采用在线整定。方向继电器的内角需合理整定。谐波滤除中数字滤波器应用越来越多,较快的滤波算法意味着实时性好、可靠性高。

关键词: 方向电流保护; 整定计算; 功率方向继电器; 灵敏度; 可靠性

中图分类号: TM77 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2006)15-0021-03

0 引言

为提高供电的可靠性,现在的电网多由原来的单侧电源辐射形供电发展到单电源环网供电或双电源辐射形电网。对于单电源供电,发生短路故障时,要求继电保护有选择性地动作,仅仅无时限或有时限的电流速断保护不能满足这一要求而需要采用方向电流保护^[1],如图1所示,考察当k1处发生短路时母线B处应该工作的短路保护,由于流过保护3的短路功率是从母线B流向线路的,所以保护3应该动作,而保护2不应动作;同样,当k2点发生短路时,保护2应该动作,而保护3不该动作。这就是方向电流保护的含意,可以在保护3或2上各安装一个功率方向继电器来完成。对于仅靠时限保护不能有选择性动作的双侧电源供电,也需要采用方向电流保护。

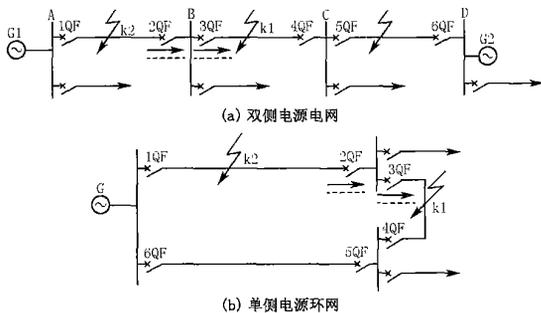


图1 方向电流保护网络图

Fig 1 Diagram of directional overcurrent protection

1 方向电流保护的电流整定计算

方向电流保护的整定原则跟通常非方向电流保

护的整定计算相同,但有它自己的特点。

一般,电流整定最基本的就是要避开被保护线路中最大负荷电流,即

$$I_{op} = \frac{K_{rel}}{K_{re}} I_{Lmax} \quad (1)$$

式中: I_{Lmax} 为最大负荷电流, K_{rel} 为可靠系数,一般取1.3, K_{re} 为电流继电器的返回系数,一般取0.8。在单电源环网中,还应同时考虑负荷电流的突然增加及此刻电动机自启动的影响。

在大电流接地电网中,由于非故障相电流除负荷电流外,还包含故障电流的零序分量,所以,仅按照式(1)整定是不够的,还需按照下式整定:

$$I_{op} = K_{rel} I_{unf} = K_{re} (I_L + K3I_0) \quad (2)$$

式中: K 为非故障相零序电流跟故障相电流的比例系数, I_{unf} 为非故障相电流, I_L 为负荷电流, $3I_0$ 为故障电流的零序分量。

除式(1)、(2)外,尚应考虑与相邻线路保护的灵敏系数配合,既沿同一方向各个保护装置的动作电流从远离电源最远处开始逐级增大,增大系数一般取1.1。

整定一般是离线整定,存在着一些缺点^[2]。首先是事先确定的整定值面对复杂的电力系统不是最佳值,就会降低保护性能。尤其是对于某些特殊运行方式,整定的结果偏离太大,比如电力系统最小运行方式下发生最不利的故障,此时可能发生拒动或误动。其次离线整定需对线路可能出现的各种运行状态及故障进行考虑、计算,整定复杂。随着微机继电保护的应用,在线整定成为可能,比如自适应继电保护系统。

2 方向电流保护的整定对灵敏度和可靠性的影响

图 2 为方向电流保护的原理图, KW 是功率方向继电器, KA 是电流继电器, KT 是时间继电器。可以看出,只有 KW 及 KA 同时动作时,才会使得保护装置动作,起到方向电流保护的作用。

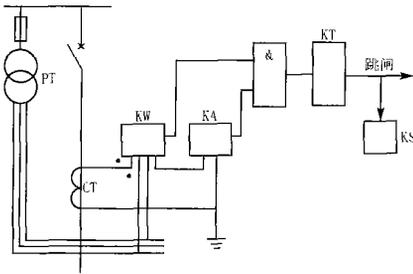


图 2 方向电流保护原理图

Fig 2 Scheme of directional overcurrent protection

电流保护的灵敏系数 K_s 为:

$$K_s = I_{kmin} / I_p \quad (3)$$

式中: I_{kmin} 为保护点最小短路电流, I_p 为保护动作电流值,灵敏系数的最小值 K_{smin} 为 1.3 ~ 1.5, 线路越长,此值越小。

式 (3) 表明,方向电流保护的灵敏性主要由电流元件决定。不过,还是受功率方向继电器的影响。

可靠性指在发生故障时,不会出现拒动和误动。对于方向电流保护来说,就是正方向发生短路时不拒动,反方向发生短路时不误动。

应避免低压元件整定值过高而导致方向电流保护失败^[3],某线路末端发生两相短路,其短路电流大于电流元件整定值,但是由于线路残压大于整定值,导致电流保护被闭锁,保护装置拒动。所以保护整定值不能只按照理论计算,应根据电网运行方式和负荷变化来对计算进行调整。

数字继电保护装置的可靠性研究目前处于探索阶段,有研究首先建立装置的硬件和软件的失效模型,然后得到状态空间图,对装置可靠性和灵敏度进行了定量分析^[4],这样的方法对具体研究方向电流保护有启发作用。

2.1 方向继电器内角整定对灵敏度和可靠性的影响

须合理整定内角,使得短路时方向继电保护的灵敏度较高,同时保证反方向的保护装置不会动作。

相间短路保护功率方向继电器的动作方程为:

$$U_k I_k \cos(\phi_d - 90^\circ + \alpha) > 0 \quad (4)$$

式中: U_k 为方向继电器上的电压, I_k 为方向继电器的电流, ϕ_d 为线路阻抗角即各相电流滞后于相应相电压的角度, α 为方向继电器的内角。

微机型方向继电器内角的整定计算对保护灵敏度和可靠性有影响^[5],内角 α 的整定值为

$$\alpha_{zd} = 90^\circ - \phi_d \quad (5)$$

这样,如正方向发生三相短路,式 (4) 中的 $\cos(\phi_d - 90^\circ + \alpha) = 1$,方向继电器的保护灵敏度最高;如反方向发生三相短路,式 (4) 中的 $\cos(\phi_d - 90^\circ + \alpha + 180^\circ) = -1$,对应的方向继电器可靠地不误动。因此,对三相短路,只要整定 α 在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 之间,就可保证灵敏度及可靠性。

进一步研究两相短路,可以归纳出,需整定在 $30^\circ \sim 60^\circ$ 之间,如果按照式 (5) 计算得到的 α_{zd} 在 $30^\circ \sim 60^\circ$ 的范围内,则取计算值为整定值;如果 α_{zd} 计算值小于 30° 则取整定值为 30° ;如果 α_{zd} 计算值大于 60° 则取整定值为 60° 。这种整定方法与传统的模拟式方向电流保护只能选取整定值为 30° 或 45° 相比,动作灵敏度更高,并且由于可以按照线路的实际情况选取整定值,所以可靠性更高。

2.2 谐波对灵敏度和可靠性的影响

包括方向电流保护在内的各种继电保护中,多是利用电流、电压的基频分量来采样、计算,但是故障电流和电压中还包含有大量衰减的直流分量、高次谐波等,所以必须先滤除谐波。比较简单的滤波方法是采用有源或无源的低通滤波电路,比如二阶 RC 无源滤波电路。

随着微机继电保护应用的扩大,数字滤波器应用得越来越多。由于继电保护装置实时性要求高,并且其谐波是故障暂态信号,所以对数字滤波器有特殊要求。滤波算法应快速、可靠。通常采用全周期傅里叶算法,也可以采用一种 $1/4$ 窗相量算法^[6],其原则是检测到故障后,以 $1/4$ 周期为数据窗长快速地进行相量计算,这种计算具有较好的计算精度,并且节约了计算时间,意味着实时性好,可靠性高。

3 功率方向继电器对保护灵敏度和可靠性的影响

功率方向继电器从构成原理上主要有幅值比较和相位比较两种,从构成上分集中控制式的微机继电保护和分布式的面向被保护线路的继电保护两大类,可以利用图 3 所示的动作特性来分析功率继电器的保护性能。图 3 中, U_r 是电压互感器的输出, I_r 是电流互感器的输出,它们反应了一次电压和电流。

在实际中,为使方向继电器的测量功率最大,灵敏度最高,继电器应该有可以调整的内角。

一个关键问题就是如何构成功率方向继电器。一个新方法是采用乘法器和积分器作为基本元件来构成方向继电器^[7],这种方法不需要进行内角整定,灵敏度高,在工作范围内具有相同的灵敏度,通用性也比较好的。

对于功率方向继电器,还应注意尽量减小其电压死区及消除潜动问题。

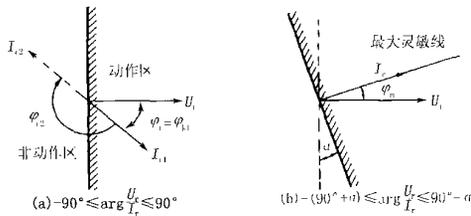


图3 功率方向继电器的动作特性

Fig 3 Operation characteristics of power directional relay

4 结论

方向电流保护的整定不仅是理论计算,还应根据实际线路进行修正,随着微机继电保护应用的扩大,在线整定越来越有优势。保护灵敏度和可靠性之间存在着一定矛盾,需要综合考虑。还应把新的理论研究和应用在整定计算、灵敏度及可靠性方面。

参考文献:

- [1] 张保会,尹项根. 电力系统继电保护 [M]. 北京:中国电力出版社, 2005.
ZHANG Bao-hui, YN Xiang-gen Protective Relaying in Electric Power System [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2005.
- [2] 曾耿晖,刘玮,继电保护在线整定系统的探讨 [J]. 继

电器, 2004, 32(9): 38-42

ZENG Geng-hui, LIU Wei Discussion About on Line Setting System of Protective Relaying [J]. Relay, 2004, 32(9): 38-42

- [3] 饶建生. 方向电流保护低压元件整定值过高引发事故 [J]. 农村电气化, 2000, (5): 37.
RAO Jian-sheng Over High Setting Value of Low Voltage Component in Directional Overcurrent Protection Result in Accident [J]. Rural Electrification, 2000, (5): 37.
- [4] 王钢,丁茂生,等. 数字继电保护装置可靠性研究 [J]. 中国电机工程学报, 2004, 24(7): 47-52
WANG Gang, DING Mao-sheng, et al Research at Reliability of Digital Protective Relaying [J]. Proceedings of the CSEE, 2004, 24(7): 47-52
- [5] 姚晴林,姚武,等. 微机型功率方向继电器内角整定计算研究 [J]. 继电器, 2000, 28(4): 9-12
YAO Qing-lin, YAO Wu, et al Research at Inner Angle Setting of Micro Power Directional Relay [J]. Relay, 2000, 28(4): 9-12
- [6] 段玉倩,常宝波,等. 一种用于微机继电保护的实用滤波算法 [J]. 电力系统自动化, 2004, 28(12): 71-75.
DUAN Yu-qian, CHANG Bao-bo, et al A Practical Filtering Algorithm Applied in PC Protective Relaying [J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(12): 71-75.
- [7] 李升源,梁礼明. 构成功率方向继电器的一种新方案 [J]. 电网技术, 2000, 24(4): 43-46
LI Sheng-yuan, LIANG Li-ming A New Formula of Conformation About Power Directional Relay [J]. Power System Technology, 2000, 24(4): 43-46

收稿日期: 2006-06-16

作者简介:

齐向阳 (1969-),男,硕士,讲师,主要研究方向为电力电子技术在楼宇设备及智能化方面的应用。E-mail: qxy@oa.szpt.net

Influence of directional overcurrent protection setting on sensitivity and reliability

Q I Xiang-yang

(Department of Building Equipment Engineering, Shenzhen Polytechnic College, Shenzhen 518055, China)

Abstract: Directional overcurrent protection with a high sensitivity is necessary to prompt reliability of electric power. The influence on sensitivity and reliability caused by setting calculation of directional overcurrent protection is discussed, including influence on those of high frequency components and power directional relay. New setting calculation methods and researches on sensitivity and reliability are described. Setting of directional overcurrent protection should consider surge of bad current, zero sequence component short current and sensitivity co-operation factor with near power line. In addition, online current setting should be used in priority. Inner angle of directional overcurrent protection relay should be reasonably set. On harmonic waves filtering off, digital filter is widely applied, and faster filtering algorithm means better real time characteristic and higher reliability.

Key words: directional overcurrent protection; setting calculation; power directional relay; sensitivity; reliability