

基于浮动门槛值的改进电流互感器饱和识别方法研究

张凌浩¹, 刘建坤², 卜京³

(1. 国网南京供电公司, 江苏 南京 210019; 2. 国网江苏省电力有限公司电力科学研究院, 江苏 南京 211103; 3. 南京理工大学自动化学院, 江苏 南京 210094)

摘要: 线路纵联通道中传统电流互感器(CT)与电子式电流互感器(ECT)混用时, CT饱和可能导致线路差动保护不正确动作。目前虚拟制动电流法是解决这一问题的常用方法, 但虚拟制动电流法开放差动保护门槛值固定, 并未考虑线路参数变化对其的影响, 使得开放差动保护时间较长。针对这一问题, 文中在虚拟制动电流法基础上, 提出了一种基于浮动门槛值的改进方法。通过对CT进行建模, 获取线路参数与饱和程度关系, 计算出浮动门槛值参考曲线, 并根据具体线路参数自适应选取门槛值, 以确保差动保护不误动, 同时缩短差动保护闭锁时间。仿真表明, 该方法能够有效提高灵敏性, 减小差动闭锁时间, 并具有较大的适用范围。

关键词: 电流互感器; 饱和; 浮动门槛值; 线路参数; 差动保护

中图分类号: TM452

文献标志码: A

文章编号: 2096-3203(2019)03-0115-06

0 引言

目前, 在我国电网智能化改造过程中, 线路两端会出现电子式电流互感器(ECT)和传统电流互感器(CT)混用的情况^[1-6]。由于线路两端CT饱和程度的差异, 在发生区外故障时, 易造成继电保护装置误动, 影响线路差动保护动作的正确性。对于线路两端均为传统CT的情况, 也存在一端CT深度饱和, 另一端略为饱和的问题。因此, 对CT饱和识别方法的研究具有重要意义。

为避免线路故障时CT饱和对线路差动保护的影响, 目前主要采用同步识别法(时差法)^[7-8], 该方法主要通过判别差动电流越限时刻与故障实际发生时刻的同步性来识别CT饱和状态, 但采用该方法后, 会使差动保护闭锁一段固定的时间, 若此时发生区外转区内故障, 差动保护将无法及时动作。文献[9]针对此不足, 提出了一种基于虚拟制动电流采样点差动的CT饱和识别方法。该方法能够根据差动电流自身特点, 实时开放、闭锁差动保护, 无需设置闭锁时间, 但实际中线路参数变化会对CT饱和程度造成影响, 该方法中门槛值选取固定, 不能有效根据线路具体情况来判断饱和状态。

针对上述问题, 文中在虚拟制动电流法的基础上, 提出一种基于浮动门槛值的改进方法。通过分析线路参数对CT饱和特性的影响, 依据线路参数动态调整门槛值, 使得在CT饱和不严重情况下, 减少区外转区内故障时开放保护所需时间, 并能扩大

CT严重饱和情况下的正确识别范围, 最后通过PSCAD仿真, 验证了该方法的有效性。

1 CT饱和特性的影响因素分析

1.1 CT饱和对差动保护的影响

CT正常运行时, 在额定一次电流作用下, 其铁芯工作在低磁密条件下, 励磁电流 I_{μ} 在零点附近小范围变化, 能够正确传变一次电流, 如图1(a)所示; 但在系统发生严重故障时, 其故障电流远大于CT额定电流, 超过几十倍甚至上百倍^[10], 其中故障电流的非周期分量会明显增大CT的励磁电流 I_{μ} , 将导致CT铁芯磁通迅速饱和, 如图1(b)所示。

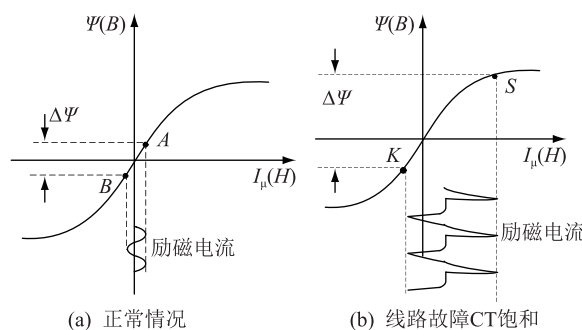


图1 CT磁化特性曲线

Fig.1 The characteristics of the CT magnetizing curve

虽然CT铁芯磁通迅速饱和, 使得二次电流出现畸变, 但CT依旧能在故障电流过零点附近正确传变一次电流, 此区间称为线性传变区^[9], 随着非周期分量的衰减, 线性传变区逐渐增大, 见图2。

CT饱和可能会使继电保护误动、拒动或者延迟动作, 也会影响故障测距的准确性^[11-13]。当前差动保护多采用比率制动方式, 其判据为:

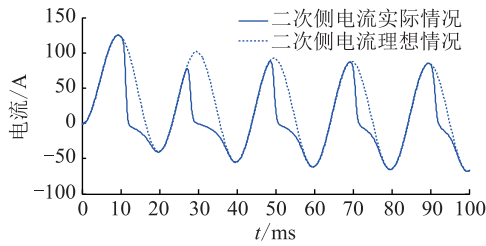


图2 CT饱和的二次电流

Fig.2 Comparison of secondary current between saturation and non-saturation CT

$$\begin{cases} i_d \geq i_{d0} \\ i_d \geq ki_f \end{cases} \quad (1)$$

式中: i_d 为差动电流, $i_d = |i_1 + i_2|$; i_f 为制动电流, $i_f = |i_1| + |i_2|$, i_1, i_2 为两端电流相量; k 为制动系数; i_{d0} 为差动电流的动作门槛值。

对于线路两端分别为 ECT 和 CT 的情况, 当线路发生严重故障时, CT 可能发生饱和, 导致二次传变电流产生畸变。对于区外故障, 纵联通道会出现较大的差动电流, 部分工作点会落在动作区域, 造成差动判据的误判使得差动保护动作。对于区内故障, 又可能因为 CT 饱和使得差动电流过小, 部分工作点跳出动作区, 落在制动区造成差动保护拒动。

由此可见, CT 饱和会对差动保护造成严重的影响, 有必要研究影响 CT 饱和的因素, 以便找到简单有效的方法识别出 CT 饱和, 减少因饱和而产生的保护误动或拒动情况。

1.2 影响 CT 饱和的因素分析

CT 等效电路如图 3 所示。其中: Z_1 为 CT 一次阻抗; Z_2 为 CT 二次阻抗; Z 为 CT 二次负载; Z_μ 为 CT 励磁阻抗。

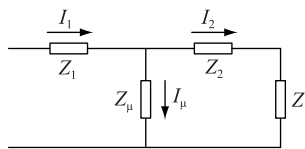


图3 CT等效电路

Fig.3 Equivalent circuit of CT

根据非线性时域等效电路模型理论^[14], 可以用几个电路元件分别模拟造成 CT 非线性的因素, 考虑饱和和磁滞来建立 CT 数学模型:

(1) 仅考虑饱和的情况。该情况下满足基本磁化曲线。由文献[15]可知:

$$\begin{cases} N_1(i_1 - i_\mu) = N_2 i_2 \\ N_2 \frac{d\varphi}{dt} = R_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} \\ \varphi = f(i_\mu) \end{cases} \quad (2)$$

式中: N_1, N_2 分别为 CT 一次侧和二次侧匝数; i_1, i_2 分别为一次侧和二次侧电流; L_2 为等效二次回路总电感; R_2 为等效二次回路总电阻; $\varphi = f(i_\mu)$ 为磁化曲线确定的函数。由电路理论可知:

$$\begin{cases} i_\mu = Hl_c/N_1 \\ \varphi = BS \\ d\varphi/dt = d\varphi/di_\mu \times (di_\mu/dt) \end{cases} \quad (3)$$

将式(3)代入式(2)进行化简, 可得:

$$\frac{di_\mu}{dt} = \frac{\left(N_1 R_2 i_1 + N_1 L_2 \frac{di_1}{dt} - N_1 R_2 i_\mu \right)}{\left(N_2^2 S \frac{N_1}{l_c} \frac{dB}{dH} + N_1 L_2 \right)} \quad (4)$$

式中: l_c 为磁路平均长度; S 为铁芯截面积; B 为磁通密度; H 为磁场强度。用四阶龙格-库塔法可求出励磁电流 i_μ , 二次侧电流也可得出。

(2) 考虑磁滞的情况。CT 建模过程中, 为更加贴近实际, 需考虑磁滞电流的影响。根据非线性时域等效电路模型理论, 只需将因饱和及磁滞产生的电流相互叠加即可得到更精确的励磁电流。磁滞电流 i_h 为^[14]:

$$i_h = k_h V^{\beta-1} = k_h \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^{\beta-1} \quad (5)$$

式中: β 为斯坦梅茨 (Steinmetz) 系数, 由铁磁材料的特性决定; k_h 一般设为 50 Hz 下的一个常数。

根据式(4)、(5)可得励磁电流如下:

$$i_0 = i_\mu + i_h \quad (6)$$

可以看出, 影响 CT 饱和的因素可分为两类: (1) CT 自身参数。如一次侧和二次侧匝数及比值, 磁路长度, 铁芯截面积, 二次回路阻抗等; (2) 一次侧电流波形。如一次侧电流的暂态分量和时间常数等。而影响一次电流大小的因素主要有故障点、故障类型、系统参数等。

一般情况下, CT 随着系统投运, 其型号和参数即确定, 虽然随着运行中环境因素的变化和老化因素的影响, 其参数可能会发生变化, 但文中研究均假设 CT 参数不变。对于 CT 运行参数的变化影响其饱和特性的问题, 有待进一步研究。

2 基于浮动门槛值的虚拟制动电流采样点差动识别 CT 饱和方法

2.1 基于虚拟制动电流采样点差动识别 CT 饱和方法

对于 ECT 与 CT 混用的线路来说, 发生故障时, 会出现 ECT 能正确传变一次电流, 而 CT 饱和的情

况。对于线路差动电流来说,区外故障时,在过零点线性区内其值为0,其他区间则不为0;区内故障时,仅在过零点其值才为0,其他时刻则不为0。利用这一特征,文献[3]和[9]设计出基于虚拟制动电流采样点差动的识别CT饱和方法,即通过识别线性区的大小来识别区内故障和区外故障。算法流程如图4所示,图中一个周波的采样点数为24, I_k 为差动电流采样值, k 为计数值, $k \in [1, 24]$, N 为一周波内大于制动电流 I_f 点数, M 为门槛值。

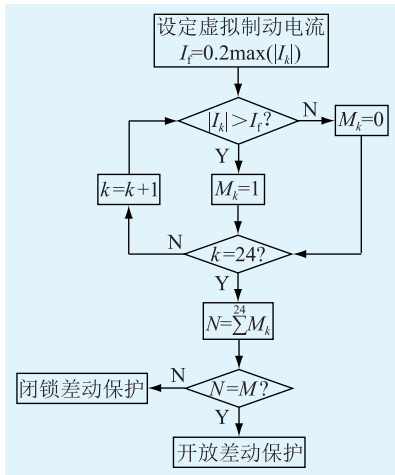


图4 虚拟制动电流采样点差动识别CT饱和方法流程

Fig.4 Flow chart of the virtual braking current sampling point difference to identify CT saturation method

文献[3]指出 M 值取值为16,能够保证在区外发生故障且CT饱和的状况下,可靠闭锁差动保护;发生区外转区内故障时,可根据判据具体情况,快速启动差动保护。但在实际运行中,线路运行方式可能发生改变,导致线路参数变化。如前分析,线路参数将会影响CT饱和特性,从而影响CT线性转变区的大小。因此,若 M 值取为固定,将有可能使该方法裕度过大,降低其灵敏性。如能设置浮动门槛,自适应调节 M 值,则能很好地解决这个问题。

2.2 基于浮动门槛值的改进识别方法

由前分析可知,线路参数将会影响CT的饱和特性,据此文中提出一种基于浮动门槛值的改进CT饱和识别方法,流程如图5所示:

(1) 设置系统故障时刻与类型,调整线路参数,在不同线路参数条件下,获取正常运行和故障情况下的一次侧电流,由式(6)计算励磁电流 i_0 ;

(2) 若 $i_0 > i_N$,则认为CT饱和,反之则为正常运行状态。其中, i_N 为阈值,CT的精度不同所选取的阈值也不同,5P型CT取为额定电流的1%,10P型取为3%;

(3) 由CT饱和时刻计算出线性区大小 T ;

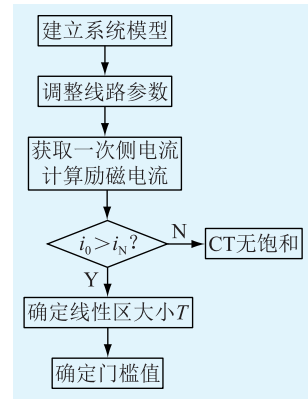


图5 门槛值选取流程

Fig.5 Flow chart of the threshold value selection

(4) 根据虚拟制动电流采样点差动识别CT饱和方法,由线性区大小 T 以及计算所得 N 值曲线,选取合适的门槛值,再依据 N 值曲线来检验所选取的门槛值并进行调整。

所选的门槛值要确保差动保护不发生误动,并且能够减少开放差动保护需要的时间。文中门槛值的选取原则如下:

设一个周波内电流波形线性区点数为:

$$S = 2 \left\lfloor \frac{T}{20} \times 24 \right\rfloor \quad (7)$$

考虑一定的裕度,选取2个点作为算法的裕度,从而可得门槛值的选取如下:

$$M = 24 - (S + 2) \quad (8)$$

(5) 得到线路参数和门槛值选取参考曲线。

3 仿真实验

考虑ECT与CT混用情况,建立如图6所示仿真系统,为具有双端电源的单回线系统,线路一侧为ECT,一侧为CT, K_1 处发生区内故障, K_2 处发生区外故障,电压等级500kV,两侧电源电压相角差 15° ,系统参数如表1所示。

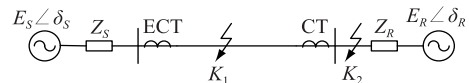


图6 仿真系统模型示意

Fig.6 Simulation system model

线路发生三相短路故障产生的暂态电流幅值和时间常数于各类型短路故障中最大^[18-19],因此文中仿真只针对这种情况。实验中,0.2s时刻出现 K_2 处的区外故障,0.4s时刻 K_1 处发生区外转区内故障,文中不同的线路参数由改变线路长度来模拟。

首先进行未考虑线路参数的虚拟制动电流采样点差动识别CT饱和方法的仿真分析,说明在区

表 1 系统参数
Table 1 System parameters

类别	名称	数值
阻抗参数	Z_{S1} / Ω	$1.05 + j43.18$
	Z_{S0} / Ω	$j29.09$
	Z_{R1} / Ω	$1.06 + j44.92$
	Z_{R0} / Ω	$j37.47$
	R_1 / Ω	0.020 8
	R_0 / Ω	0.114 8
线路参数 ^[16-17]	$L_1 / (\text{mH} \cdot \text{km}^{-1})$	0.898 4
	$L_0 / (\text{mH} \cdot \text{km}^{-1})$	2.886 0
	$c_1 / (\mu\text{F} \cdot \text{km}^{-1})$	0.012 9
	$c_0 / (\mu\text{F} \cdot \text{km}^{-1})$	0.005 2

外转区内故障时,选取固定门槛值,导致裕度过大,保护延时开放,灵敏度不足的问题。选取固定门槛值 $M = 16$,线路长度分别为 70 km, 160 km, 500 km。灵敏度分析汇总于表 2。

表 2 固定门槛值的保护灵敏度
Table 2 The sensitivity of the fixed threshold value

线路长度 /km	固定门槛值 M	允许最小门槛值	开放差动保护延时/ms
70	16	14	2.54
160	16	12	5.93
500	16	8	20.34

可见,在区外转区内故障时,单一的选取固定门槛值,CT退出饱和后,差动保护未能及时开放,而是有一段时间延时,造成保护的灵敏度下降。

接着进行考虑线路参数的虚拟制动电流采样点差动识别 CT 饱和方法仿真。采用上文所述的基于浮动门槛值的改进方法,求出不同线路参数对应的 M 值。

设置线路长度为 160 km,选用三相短路故障时的数据,运用基于浮动门槛的虚拟制动 CT 饱和识别方法得到第一个线性区为 4.16 ms,此时选取 M 值为 12 较为适合。图 7 显示了门槛值调整结果。可以看出:

(1) 基于浮动门槛值的虚拟制动 CT 饱和识别方法得出的 $M = 12$,可靠保证了算法的正确性。

(2) 不考虑线路参数的原始方法得到 $M = 16$,在区外转区内故障时,基于浮动门槛值的改进方法缩短了允许差动保护开放的时间,缩短时间为 $t_2 - t_1 = 5$ ms,提高了算法的灵敏性。

线路长度分别为 70 km, 160 km, 500 km,灵敏度分析汇总于表 3。由表 3 可见,基于浮动门槛值的改进 CT 饱和识别方法,明显缩短了保护开放的延时,提高了灵敏度。

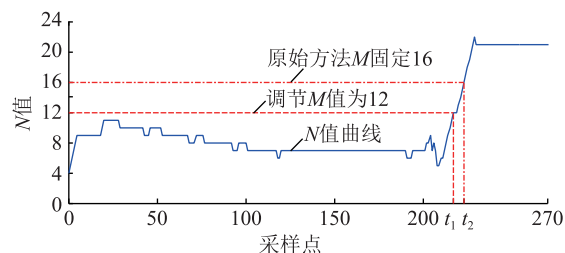


图 7 固定门槛调整效果

Fig.7 Effect of adjusting M

表 3 考虑线路参数的保护灵敏度

Table 3 Protection sensitivity considering line parameters

线路长度 /km	改进算法选取的门槛值	允许最小门槛值	开放差动保护延时/ms
70	14	14	0
160	12	12	0
500	10	8	0.51

改变线路参数,进行大量实验,最终得出线路参数和门槛值选取参考曲线,如图 8 所示。

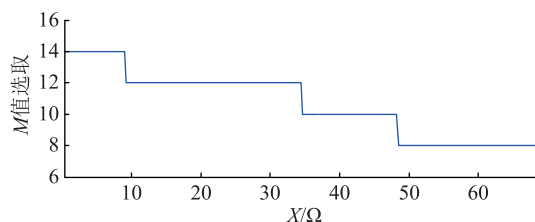


图 8 门槛值选取参考曲线

Fig.8 Reference curve of choosing M

在高压线路中,通常忽略线路电阻作用,故文中只绘制线路电抗 X 关于门槛值选取的参考曲线。

另外,在 CT 严重饱和时,传统的虚拟制动电流差动识别 CT 饱和方法,取固定值 $M = 16$ 时,可保护的线性区最小为 1.67 ms,而当线性区更小时,则无法正确识别,导致差动保护误动。若采用基于浮动门槛值的改进电流互感器饱和识别方法,则可由得到的参考曲线,选取更为合适的门槛值,如图 9 所示,根据具体线路参数调节 M 值为 18,从而使得线性区更小时也能正确识别,减少了保护误动。

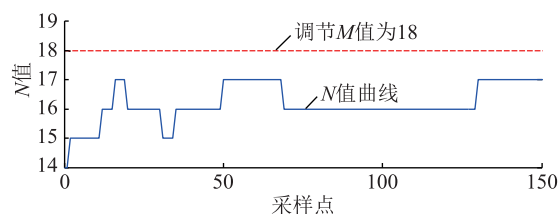


图 9 CT 严重饱和时 N 值曲线

Fig.9 Line N with CT saturation

由以上分析可以看出,改进判据在可正确识别

CT饱和的前提下,可有效缩短差动保护开放时间,能够基于具体线路参数选取恰当的门槛值,提高了饱和判据的灵敏度,增加了保护范围。

4 结语

文中针对线路纵联通道中两端CT饱和程度不同或CT与ECT混用而引起的CT饱和对线路差动的影响问题,分析了考虑系统参数的CT饱和对差动电流的影响,并据此提出基于浮动门槛值的改进虚拟制动电流识别CT饱和方法。该方法能够按照系统运行方式,调整选取门槛值,灵活闭锁、开放差动保护。仿真结果表明:该方法实现简单,能够缩短差动保护开放所需时间,扩大了保护CT饱和程度范围。文中改进方法主要是基于离线计算得到线路参数与虚拟制动电流识别CT饱和方法中的门槛值的关系。如何通过线路电流采样值在线调整门槛值,有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 李文正, 李宝伟, 倪传坤, 等. 智能变电站光纤差动保护同步方案研究[J]. 电力系统保护与控制, 2012, 40(16): 136-140.
LI Wenzheng, LI Baowei, NI Chuankun, et al. Study on sample synchronization method for optical differential protection in smart substation[J]. Power System Protection and Control, 2012, 40(16): 136-140.
- [2] 张兆云, 刘宏君, 张润超. 数字化变电站与传统变电站间光纤纵差保护研究[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(3): 58-60.
ZHANG Zhaoyun, LIU Hongjun, ZHANG Runchao. Research on optical-fiber line differential protection between digitized substation and traditional substation[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(3): 58-60.
- [3] 李旭, 黄继东, 倪传坤. 不同电流互感器混用对线路差动保护的影响及对策的研究[J]. 电力系统保护与控制, 2014, 42(3): 141-145.
LI Xu, HUANG Jidong, NI Chuankun. Influence of mixing different types of current transformers on line differential protection and the countermeasures[J]. Power System Protection and Control, 2014, 42(3): 141-145.
- [4] 廖文彪, 周泽昕, 詹荣荣, 等. 多类型电流互感器混联运行建模测试平台建设及对差动保护的影响[J]. 电力系统保护与控制, 2017, 45(22): 83-89.
LIAO Wenbiao, ZHOU Zexin, ZHAN Rongrong, et al. Construction of the dynamic model test platform for hybrid operation of multi type current transformer and its influence on differential protection[J]. Power System Protection and Control, 2017, 45(22): 83-89.
- [5] 韩小涛, 李伟, 尹项根, 等. 应用电子式电流互感器的变压器差动保护研究[J]. 中国电机工程学报, 2007, 27(4): 47-53.
HAN Xiaotao, LI Wei, YIN Xianggen, et al. Applying electronic current transformer to transformer differential protection[J]. Proceedings of the CSEE, 2007, 27(4): 47-53.
- [6] 成林, 郭安祥, 齐卫东, 等. 复杂电磁环境下电子式电流互感器输出特性研究[J]. 智慧电力, 2017, 45(8): 64-69.
CHENG Lin, GUO Anxiang, QI Weidong, et al. Study on output characteristics of electronic current transformer in complex electromagnetic environment[J]. Smart Power, 2017, 45(8): 64-69.
- [7] 任建锋, 李钢, 张长银. 母线保护抗TA饱和综合判据的研究[J]. 电网技术, 2006(S2): 362-366.
REN Jianfeng, LI Gang, ZHANG Changyin. Study on integrated criterion for TA anti-saturation of microprocessor-based busbar differential protection[J]. Power System Technology, 2006(S2): 362-366.
- [8] 汪觉恒, 唐卫华. 国内外各类母线保护技术特性分析[J]. 电力自动化设备, 2000, 20(1): 43-45.
WANG Jueheng, TANG Weihua. Analysis of various bus-bar protection's technical characteristics[J]. Electric Power Automation Equipment, 2000, 20(1): 43-45.
- [9] 杨恢宏, 谢百煌, 毕大强, 等. 基于虚拟制动电流采样点差动的CT饱和识别方法[J]. 继电器, 2006, 34(13): 50-53.
YANG Huihong, XIE Baihuang, BI Daqiang, et al. Using the sampling differential protection based on the constructed restraint current to identify CT saturation[J]. Relay, 2006, 34(13): 50-53.
- [10] 葛荣尚, 胡家为, 黄慎仪. 特大电流下电流互感器传变特性探讨[J]. 电力系统自动化, 2000, 24(5): 32-35.
GE Rongshang, HU Jiawei, HUANG Shenyi. Study on transfer characteristics of current transformer under the condition of extra-high current[J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24(5): 32-35.
- [11] 陈三运. 一起CT饱和引起的继电保护拒动分析[J]. 电网技术, 2002, 26(4): 85-87.
CHEN Sanyun. Analysis of a miss operation of protection device caused by saturation of current of current transformer[J]. Power System Technology, 2002, 26(4): 85-87.
- [12] 于群, 王仲耀, 王玉彬, 等. 电流互感器饱和对风电场送出线纵差保护的影响及对策[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(17): 118-124.
YU Qun, WANG Zhongyao, WANG Yubin, et al. Influences and countermeasures of the saturation of current transformer to the differential protection of wind farms' output transmission line[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(17): 118-124.
- [13] 陈铮, 董新洲, 罗承沐. 电流互感器饱和影响测距精度的一种解释方法[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(1): 39-41.
CHEN Zheng, DONG Xinzhou, LUO Chengmu. A solution to influence fault location by saturation of current transformer[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(1): 39-41.
- [14] TZIOUVARAS D A. Mathematical models for current, voltage, and coupling capacitor voltage transformer[J]. IEEE Transac-

- tions on Power Delivery, 2000, 15(1): 62-70.
- [15] 束洪春, 林敏. 电流互感器暂态数学建模及其仿真的比较研究[J]. 电网技术, 2003, 27(4): 11-14.
SHU Hongchun, LIN Min. Comparative study on modeling and transient simulation of current transformer[J]. Power System Technology, 2003, 27(4): 11-14.
- [16] 吴大立, 尹项根, 张哲, 等. 输电线路复合差动保护方案[J]. 电网技术, 2008, 32(7): 87-91.
WU Dali, YIN Xianggen, ZHANG Zhe, et al. Research on multi-differential protection scheme for transmission line[J]. Power System Technology, 2008, 32(7): 87-91.
- [17] 袁季修, 盛和乐, 吴聚业. 保护用电流互感器应用指南[M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.
YUAN Jixiu, SHENG Hele, WU Juye. Protective current transformer application guide[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2003.
- [18] 唐宝锋, 许庆强, 范辉. 基于数字混合仿真的电网一次时间常数计算方法[J]. 电力系统自动化, 2012, 36(7): 110-115.
TANG Baofeng, XU Qingqiang, FAN Hui. A calculating method for primary time constant of power grids based on digital hybrid simulation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2012, 36(7): 110-115.
- [19] 李艳鹏, 侯启方, 刘承志. 非周期分量对电流互感器暂态饱和的影响[J]. 电力自动化设备, 2006, 26(8): 15-18.
LI Yanpeng, HOU Qifang, LIU Chengzhi. Influence of nonperiodic components on transient saturation of current transformer[J]. Electric Power Automation Equipment, 2006, 26(8): 15-18.

作者简介:



张凌浩

张凌浩(1975),男,硕士,高级工程师,从事智能用电、电力营销技术和管理等工作;

刘建坤(1978),男,硕士,高级工程师,从事智能电网运行与控制等工作;

卜京(1981),男,博士,讲师,研究方向为智能电网保护与控制(E-mail: bujing30@foxmail.com)。

An improved method of identifying the CT's saturation considering line parameters

ZHANG Linghao¹, LIU Jiankun², BU Jing³

(1. State Grid Nanjing Supply Company, Nanjing 210019, China;

2. State Grid Jiangsu Electric Power Co., Ltd. Research Institute, Nanjing 211103, China;

3. School of Automation, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

Abstract: The mixing of magnetic and electronic CTs in transmission line might affect the correction of line differential protection's action. Recently, the virtual braking current method is the common way to solve that problem. While the virtual braking current method is fixed to the threshold value of the differential protection, and the influence of the variation of the line parameters is not considered, therefore the opening time of differential protection takes too long. Aiming to this, it proposes an improved method to identify saturation in this paper, which is based on floating threshold value. Firstly, it calculates the line parameters and floating threshold value of the reference curve by the establishment of the model of current transformer which obtains line parameter and relationship of saturation degree. Secondly, the threshold value is chosen adaptively according to the specific line parameters to ensure the differential protection disoperation, as well as reducing the locking time of differential protection. The simulation results show that the method can enhance the sensitivity, reduce the shutting time of differential protection and can apply to a large scale.

Keywords: current transformer; saturation; floating threshold; line parameters; differential protection

(编辑 方晶)