

铁心剩磁对电流互感器性能的影响

梁仕斌, 文华, 曹敏, 陈郑

(云南电力试验研究院(集团)有限公司电力研究院, 云南 昆明 650051)

摘要: 全面阐述了剩磁对电流互感器的危害。对电流互感器剩磁产生的原因, 产生的途径进行了介绍, 进而从理论上分析剩磁对测量用、保护用电流互感器性能产生的影响, 并通过试验或引用测试结果验证了这种影响, 最后提出消除剩磁对电流互感器影响的可行措施。

关键词: 电流互感器; 剩磁; 励磁特性; 暂态特性; 饱和; 退磁

The effects of remanent in CT core

LIANG Shi-bin, WEN Hua, CAO Min, CHEN Zheng

(Yunnan Electric Power Test & Research Institute, Kunming 650051, China)

Abstract: This paper not only expatiates on the damage of remanent in CT core but also explains the causations and approaches of the remanent established. Follow on, it analyzes the effects on measuring CT and protective CT in theoretically. The effects of remanent in CT core are also validated by test and citing outcomes of the test. Finally, the paper puts forward some practicable solutions.

Key words: current transformer; remanent; excitation characteristic; transient performance; saturation; demagnetization

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2007)22-0027-06

0 引言

电流互感器作为电力系统的主要设备之一, 其性能对计量、测量、监控、保护、录波测距都有重要影响, 由于运行中的电流互感器普遍存在剩磁, 剩磁对电流互感器的危害较大, 且剩磁一旦产生, 不会自动消失, 在正常运行条件下将长期存在, 因而电流互感器剩磁影响电力系统稳定、可靠运行及准确计量、测量。但是目前并没有对此引起足够的重视。根据 JJG313-94《测量用电流互感器检定规程》, 在对电流互感器进行误差测量时, 应先退磁, 并以退磁后的测量结果作为判断互感器合格与否的依据, 实质上忽略了剩磁对测量用互感器的影响。试验结果表明, 对于常用的 0.2(S)级、0.5(S)级电流互感器, 剩磁可能使误差向负方向偏移 0.1%~0.2%, 导致测量、计量偏小。目前保护用电流互感器广泛采用 P 级互感器, 此类互感器采用冷轧硅钢片, 对剩磁没有规定, 冷轧硅钢片的剩磁系数可达 80% 以上。当系统短路故障处于暂态过程时, 若剩磁通方向与暂态非周期分量产生的磁通方向一致, 电流互感器的性能将严重恶化。因而剩磁是导致保护误

动、拒动的原因之一。当前, 由于对保护用互感器剩磁的影响重视不够, 并且这种影响在事故发生后不易分析清楚, 目前有关规程、标准及电力事故调查、分析中往往忽视了电流互感器剩磁的影响。因此, 对剩磁影响进行理论分析、试验研究、积累运行经验, 并在设计、生产、试验环节对互感器剩磁进行控制是非常必要的。

1 电流互感器存在剩磁的原因

剩磁产生的原因是由于铁磁材料固有的磁滞现象, 图 1 是铁心的磁化曲线, 当励磁电流 I_m (或磁场强度 H , 对于低漏磁型互感器, 可以认为 $H=NI_m$, N 是绕组匝数) 从 0 上升到 I_a , 铁心沿 Oa 曲线被磁化, 当 I_m 从 I_a 下降到 0 时, 磁化回线沿 ab 下降, 由图可以看出, 当 I_m 下降到 0, 磁密 B (或磁通 Φ) 不为 0, 而等于 B_r , B_r (或 Φ_r) 就是通常所说的“剩磁”。从理论上说, 励磁电流 I_m 若不是交替地以由大到小降为 0 的方式对铁心进行磁化, 都会导致铁心存在剩磁。电流互感器的剩磁大小用剩磁系数 (K_r) 来表示。

$$K_r = B_r / B_s \times 100\%, \quad B_s \text{ 是铁心饱和磁密}$$

根据剩磁产生的原因, 电流互感器在实际使用时, 下述情况会产生剩磁。

- 1) 对断路器进行跳闸、合闸操作时;
- 2) 在系统发生短路时, 往往会导致电流互感器存在较大的剩磁;
- 3) 曾经开路运行过的电流互感器也可能存在较大的剩磁;
- 4) 在对电流互感器进行试验时也可能产生剩磁, 例如: 直流电阻测量、直流法检测互感器极性。

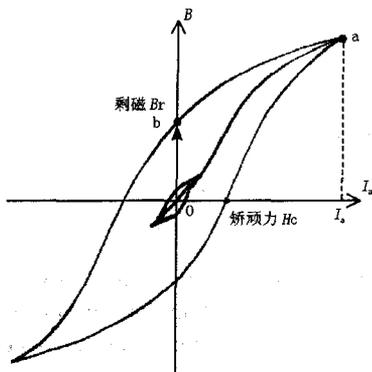


图1 铁心磁化曲线

Fig.1 Magnetization curve of core

系统发生短路故障后, 往往会导致电流互感器存在较大的剩磁, 电流互感器剩磁大小取决于一次电流开断瞬间铁心中的磁通。在短路故障时, 磁通由稳态周期性短路电流、暂态非周期分量及二次回路阻抗决定, 当一次电流在互感器处于饱和时断路器跳闸产生的剩磁可能最大。

下面对稳态周期性短路电流进行分析, 假设铁心不饱和, 忽略一次、二次绕组电阻、漏抗以及铁损。由于断路器一般在短路电流过零点跳闸, 此时二次电流也基本上处于过零点。根据电流互感器的T形等效电路图(图略), 可作短路故障时的相量图, 如图2所示, 下面对不同二次负载的情况进行分析。

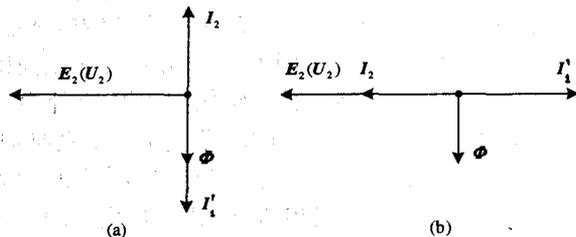


图2 短路故障跳闸时的CT相量图

Fig.2 Phasor diagram of CT in fault trip

图中各参数: E_2 为二次感应电势; U_2 为二次电压; I_2 为二次电流; I_1' 为折算到二次侧的一次稳态周期

性短路电流; Φ 为铁心中的磁通量。

1) 互感器二次阻抗为纯电感时, 见图2(a), 由于忽略二次绕组电阻及漏抗的影响, 则 $E_2 = U_2$, 根据电磁感应定律 $e_2 = -N_2 \frac{d\Phi(t)}{dt}$, Φ 超前 $E_2 90^\circ$ 。

由于断路器在短路电流过零点跳闸, 跳闸时 $i_1' \approx i_2 = 0$, 因为二次阻抗为纯电感, 此时 $|e_2|$ 为最大值, 则 $\Phi(t)$ 为0, 因而, 对于二次纯电感负载的电流互感器, 系统发生短路故障跳闸, 基本上不会导致电流互感器存在剩磁。

2) 若互感器二次阻抗为纯电阻, 见图2(b), 跳闸时 $i_1' \approx i_2 = 0$, 可得 $e_2 = 0$, 则 $|\Phi(t)|$ 为最大值, 因而将导致电流互感器存在较大的剩磁。

3) 大量电流互感器二次负荷现场带电测试结果显示: 实际运行中的电流互感器二次负载功率因数一般比较高, 在0.8以上, 因此短路故障将导致电流互感器存在较大剩磁。

若短路电流伴随着非周期分量, 铁心磁密更高, 断路器跳闸后产生的剩磁可能更大。实际上短路故障造成的剩磁影响不仅仅局限于故障间隔的电流互感器, 这种影响会波及变电站临近间隔的电流互感器。

表1是IEEE Std C37.110-1996《Guide for the application of current transformer used for protective relaying purpose》列举的对230 kV系统141组电流互感器的调查结果, 表明运行中的电流互感器剩磁分布不均, 不易确定典型值, 剩磁系数最高可达80%。

表1 IEEE Std C37.110-1996 列举的
电流互感器剩磁系数调查表

Tab.1 Investigation data about K_r in IEEE Std
C37.110-1996

剩磁系数 K_r (%)	互感器百分数 I (%)
0~20	39
21~40	18
41~60	16
61~80	27

2 电流互感器剩磁的影响

电流互感器一旦产生剩磁, 正常工况下的电流互感器运行在局部小磁滞回线状态下, 见图3中的ab回线, 铁心原有的对称磁滞回线发生偏移, 上半周磁滞回线不再对称, 铁心的非线性程度增加。对测量用电流互感器, 剩磁导致铁心磁导率下降, 并且非线性程度增加, 相应地, 互感器励磁阻抗 Z_m 减小, 励磁电流 I_m 增大, 互感器误差向负方向偏移, 图4也证明了这种变化。对保护用电流互感器, 存

在剩磁时, 铁心磁密从 B_r 开始磁化, 互感器提前进入饱和区。另外, 当系统发生短路故障时, 通常伴随着较大的暂态非周期分量, 该非周期分量随一次时间常数 T_p 衰减, 同时电流互感器二次回路中还会产生随二次时间常数 T_s 衰减的非周期分量。若暂态非周期分量与剩磁的影响叠加, 将严重恶化电流互感器性能。总之, 无论剩磁方向如何, 剩磁对测量用、保护用电流互感器的性能都有影响。

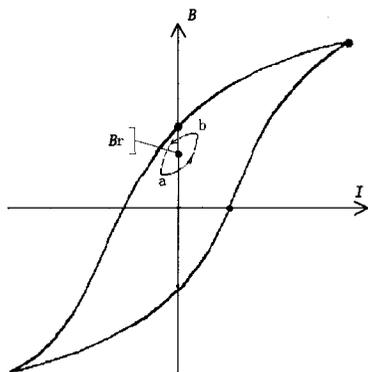


图3 局部磁化曲线

Fig.3 Minor magnetization curve

2.1 剩磁对测量用电流互感器的影响

表2 测量用电流互感器剩磁影响试验数据表

Tab.2 Test data of remanence effects on measuring current transformer

量限	额定值/(%)	5	20	100	120	二次负荷/VA		状态
						cosφ		
600A/5A	比值差/(%)	-1.259	-0.560	+0.001	+0.036	10/0.8		充磁后
	相位差/(′)	+47.55	+20.09	+2.72	+2.18	10/0.8		
	比值差/(%)	-0.123	+0.016	+0.130	+0.140	10/0.8		退磁后
	相位差/(′)	+10.26	+5.77	+1.86	+1.52	10/0.8		

理论及试验都表明, 剩磁使测量用电流互感器比值差向负方向变化, 相位差向正方向变化, 从而导致测量结果偏小、电能计量偏小, 并且这种影响随着剩磁的增大, 影响也越大。根据充磁、退磁前后的试验结果表明, 对于常用的0.2(S)级、0.5(S)级测量用电流互感器, 当剩磁较大时, 可以使误差向负方向偏移0.1%~0.2%。

2.2 剩磁对保护用电流互感器的影响

系统发生短路故障时, 由于剩磁的存在, 互感器过早饱和。对于短路故障暂态过程中的互感器, 暂态非周期分量产生的磁通若与剩磁通方向一致, 剩磁将加深电流互感器的饱和程度, 使电流互感器性能恶化; 若暂态非周期分量产生的磁通与剩磁通方向相反, 剩磁可部分抵消非周期分量的影响, 改善互感器特性。

电流互感器励磁特性试验是检测保护用电流互

测量用电流互感器必须保证正常工况下的准确等级, 由于剩磁导致铁心磁导率 μ 下降, 进而使励磁电流增加, 根据误差与电流互感器参数的关系式, 见式(1)、(2)。铁心磁导率下降, 互感器比值差向负方向变化, 相位差向正方向变化。

$$f = -\frac{I_2 Z_2 L}{4.44 f N_2 S \mu (I_1 N_1)} \sin(\alpha + \psi) \times 10^6 (\%) \quad (1)$$

$$\delta = -\frac{I_2 Z_2 L}{4.44 f N_2 S \mu (I_1 N_1)} \cos(\alpha + \psi) \times 3440 \times 10^6 (′) \quad (2)$$

其中: I_2 为二次电流 (A); Z_2 为二次总阻抗 (Ω); N_2 为二次绕组匝数; f 为电网频率 (Hz); L 为铁心平均磁路长度 (cm); S 为铁心截面积 (cm^2); μ 为铁心材料磁导率 (H/cm); $I_1 N_1$ 为一次绕组安匝数 (A)。

下面对一台0.5级、600A/5A、额定二次阻抗0.4 Ω 、铁心材料采用冷扎硅钢片的10 kV电流互感器进行充磁、退磁两种状态下的误差试验, 充磁方式为: 一次绕组及其余二次绕组开路, 用直流源对被试二次绕组施加1 A电流, 历时30 s, 静置1 h。试验结果见表2。

感器性能最常用、最简便的方法, 能够便捷地检测出电流互感器铁心磁饱和性能及二次绕组绝缘情况。励磁特性的具体试验方法请参阅文献[12]。下面对一台10P15级、600A/5A、额定二次阻抗2 Ω 、铁心材料采用冷扎硅钢片的110 kV电流互感器进行充磁、退磁两种状态下的励磁特性试验。充磁方式: 一次绕组及其余二次绕组开路, 用直流源对被试二次绕组施加1 A电流, 历时30 s, 静置1 h, 试验结果见表3、图4。

充、退磁两种状态下的试验对比表明存在剩磁的电流互感器励磁曲线具有较严重的非线性, 励磁电流增大, 导致互感器二次电流畸变。

当暂态非周期分量产生的磁通与剩磁通方向一致时, 剩磁将对电流互感器暂态特性产生严重的影响。图5是IEEE Std C37.110-1996给出的剩磁对电流互感器传变性能的影响示例图, 根据C800型、

1200A/5A 的电流互感器传变性能绘制, 一次时间常数 $T_p=50\text{ ms}$, 总二次负荷 $Z=1.6+j0.7\ \Omega$, 暂态非周期分量全偏移。图 5(a)为互感器无剩磁的情形, 图 5(b)为互感器有 50%剩磁的情形, 图 5(c)为互感器有 75%剩磁的情形。从图中可以看出暂态饱和时

二次电流波形是不对称的, 无剩磁情况下开始饱和的时间较长, 如图 5(a)为 1.5 个周波, 图 5(b)为 0.5 个周波, 图 5(c)为 0.3 个周波。可以看出, 剩磁将加重铁心饱和程度、缩短饱和时间, 对快速保护装置的影响比较大。

表 3 电流互感器充、退磁励磁特性对比表

Tab.3 Comparison data of excitation characteristic

电流互感器励磁特性试验														状态
电流/A	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.12	0.14	0.16	充磁后
电压/V	1.70	2.26	3.06	4.12	5.98	9.12	16.77	81.69	97.17	108.03	124.19	134.43	141.70	
电流/A	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.12	0.14	0.16	退磁后
电压/V	6.56	15.10	25.53	37.24	50.00	63.51	76.55	88.47	99.58	109.96	125.36	135.34	141.90	

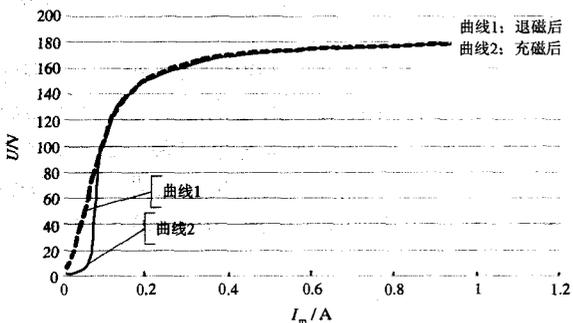


图 4 电流互感器充、退磁励磁特性曲线对比图

Fig.4 Minor magnetization curve

快速保护装置要求在短路故障发生后 2~3 个周

波内动作, 在超高压、大容量系统中, 由于一次时间常数一般较大, 短路电流暂态非周期分量衰减慢, 在暂态非周期分量及剩磁的共同影响下, 往往会导致电流互感器在短路故障后的 2~3 个周波内严重饱和, 从而造成继电保护装置误动、拒动。因而目前对 500 kV 及以上系统 (包括一些 220 kV 系统) 中的主变差动保护、线路保护用电流互感器都要求使用 TPY 级电流互感器, TPY 级电流互感器除具有良好的暂态特性外, 还要求剩磁系数小于 10%。

由于剩磁对电流互感器的影响涉及铁心的非线性及磁滞现象问题, 要对这种影响进行较准确的分析还存在困难, 目前许多专家正在进行这方面的研究工作, 如文献[13]进行了一些探讨。

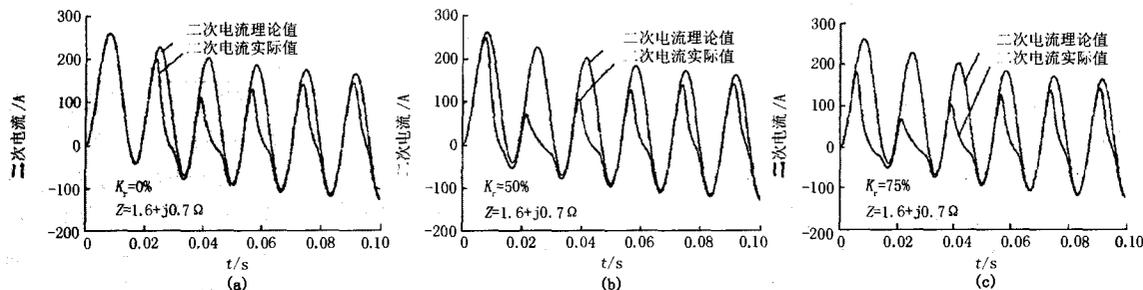


图 5 系统短路暂态过程中剩磁对电流互感器性能影响示例图

Fig.5 Effects of remanent about CT's transient performance

另外, 对于具有重合闸功能 (或装置) 的继电保护装置, 若线路因短路故障跳闸, 历时几百毫秒自动重合, 并重合于永久故障。这种情况下, 由于第一次跳闸到重合期间, 互感器铁心仍然存在较大的剩磁未衰减完, 若重合故障的短路电流磁通与剩磁通同向, 必然严重影响互感器性能, 甚至导致互感器饱和、扩大事故范围。

3 消除剩磁影响的措施

3.1 消除剩磁对测量用互感器影响的措施

1) 对于测量用互感器, 特别是 0.2(S)级, 要求采用磁导率高、剩磁系数小的优质铁心材料, 如: 坡莫合金、非晶合金, 非晶合金铁心剩磁系数一般小于 50%, 坡莫合金铁心剩磁系数更低, 对于 110 kV

及以上电流互感器, 测量级铁心成本占总成本的比重非常小。

2) 在试验环节把关, 对现行检定规程的有关条款进行修改, 测量用互感器应该在退磁、充磁两种状态下都能满足准确等级要求。

3.2 消除剩磁对保护用互感器影响的措施

1) 对于不适于采用 PR、TPY、TPZ 级互感器的场合, 在选用互感器时应考虑剩磁带来的影响, 适当提高准确限值系数或额定电流比, 在每次系统大扰动后选择时机对互感器进行退磁, 退磁方法见 3.3。

2) 采用 PR、TPY、TPZ 级互感器。PR 级是 IEC60044-1:2003 最新规定的一类互感器, 其铁心有小气隙, 剩磁系数小于 10%, 其它性能参数与 P 级基本一致, 适用于稳态情况的继电保护。TPY、TPZ 级适用于暂态保护, TPY 级铁心有小气隙, 剩磁系数小于 10%, TPZ 级具有较大气隙, 剩磁系数可以认为是零。值得注意的是, 此三类互感器由于铁心有气隙, 励磁电流大, 传变性能降低, 并且受一次绕组穿心位置及返回导体的影响较大, 对于 3/2 断路器接线的变电站还会造成电流互感器较大的分流, 因而实际使用时应对此加以考虑。其次, TP 级互感器价格一般远高于 P 级互感器, 从成本考虑也应慎用。另外, 试验结果反映出一些进口的 TPY 级互感器, 铁心未采用小气隙的结构, 剩磁系数较大, 但其改善了铁心材料, 增大了铁心面积, 以此抵消剩磁系数大带来的影响, 对于这种互感器是否能满足使用要求应认真分析。

3) 采用电子式互感器。电子式互感器具有暂态特性好, 无剩磁, 无饱和, 绝缘结构简单, 无需油, 气作为绝缘介质等优点, 目前已逐步进入实用化阶段。南京新宁光电自动化有限公司生产的 OET700 系列电子式互感器已有近 4 年挂网运行经验, 并且被许多省份的试点变电站采用, 已建成或正在建设整站采用电子式互感器的数字化变电站。OET700 系列电子式互感器符合 IEC60044-7、IEC60044-8 的规定, 基于 IEC61850 系列标准可以满足变电站更高层次的自动化要求。当前实用的电子式互感器基本上都是有源式互感器, OET700 系列一般配置两个测量元件, 一个作为测量用, 采用低功率铁心线圈, 具有较高的准确度。另一个作为保护用, 采用罗戈夫斯基线圈, 非常适合用于继电保护。

4) 在继电保护装置中采取抗饱和措施。如: 目前母线差动保护中广泛采用的比率制动, 能够有效防止电流互感器饱和引起的保护误动。

3.3 电流互感器的退磁方法

如图 6, 根据铁心的磁化过程及退磁机理, 只要对电流互感器施加交变电流, 使铁心达到饱和磁密并交变减小到 0, 即可对铁心进行退磁。日常试验时可以采用下述几种便捷、可靠的退磁方法。

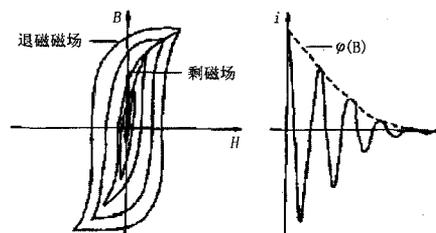


图 6 退磁电流与退磁曲线

Fig.6 Demagnetization current and its curve

1) 一次退磁法

一次退磁法分为开路退磁和闭路退磁, 开路退磁法是将二次绕组开路, 在一次绕组施加 50 Hz 交变电流。闭路退磁法是在二次绕组接一个大阻抗(或可变阻抗), 在一次绕组施加电流。两种方法都要求监视二次电压, 使二次电压达到或接近励磁饱和电势。

2) 二次退磁法

将一次绕组开路, 在二次绕组施加 50 Hz 交变电压, 使铁心饱和, 再逐渐降低电压直到 0。通常的励磁特性试验也包括了二次退磁的过程。

注意: 对一些励磁饱和电势过高的互感器不宜采用上述方法, 而应采用直流源或低频源进行退磁, 以保证互感器及操作人员的安全。

4 结论

1) 电力系统中运行的电流互感器普遍存在剩磁, 正常工况下铁心运行在小磁滞回线状态, 剩磁不会自动消失, 将长期存在。剩磁对测量用、保护用电流互感器的性能都有影响。

2) 剩磁使正常工况下的电流互感器铁心磁导率降低、比值差向负方向变化、相位差向正方变化, 测量误差总体向负方向偏移 0.1%~0.2%。对于测量用互感器主要应采用磁导率高、剩磁系数低的优质铁心材料, 如: 坡莫合金、非晶合金, 并在试验、检定环节进行控制, 确保互感器在充磁、退磁两种状态下都能满足准确等级。

3) 剩磁使电流互感器波形畸变, 提前饱和, 饱和程度加重, 对互感器暂态性能影响非常严重。但是当剩磁与短路电流暂态非周期分量产生的磁通方向相反时, 能够改善互感器性能。消除剩磁对保护用互感器影响的措施主要是采用对剩磁系数有规定

的 PR、TPY、TPZ 级互感器以及无铁心的光电互感器;还可以适当增大额定电流比或准确限值系数以此抵消剩磁带来的影响;另外,在继电保护装置中采取适当的抗饱和措施也是防止铁心由于剩磁而饱和从而影响继电保护装置性能的可行方法。对实际运行中的保护用电流互感器,在每次大扰动后应进行退磁。

参考文献

- [1] JJG313-94,测量用电流互感器检定规程[S]. JJG313-94,Inspecting Regulations for Measuring Current Transformers[S].
- [2] GB1208-1997,电流互感器[S]. GB1208-1997,Current Transformers[S].
- [3] GB16847-1997,保护用电流互感器暂态特性技术要求[S]. GB16847-1997,Requirements for Protective Current Transformers for Transient performance[S].
- [4] IEEE Std C37.110-1996,Guide for the Application of Current Transformer Used for Protective Relaying Purpose[S].
- [5] IEC 60044-1:1996,Current Transformers[S].
- [6] IEC 60044-8:2002,Electronic Current Transformers[S].
- [7] DL/T 866-2004,电流互感器和电压互感器选择及计算导则[S]. DL/T 866-2004,The Guide for Selection and Calculation of Current Transformers and Voltage Transformers[S].
- [8] 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,2004. YUAN Ji-xiu,SHENG He-le,WU-Ju-ye.User Guide for Protective Current Transformers[M].Beijing:China Electric Power Press,2004.
- [9] 袁季修,盛和乐.电流互感器的暂态饱和及应用计算[J].继电器,2002,30(2):1-5. YUAN Ji-xiu,SHENG He-le.The Transient Saturation of Current Transformer and Its Application Calculation[J]. Relay, 2002, 30(2):1-5.
- [10] 侯自存.剩磁对电流互感器暂态响应的影响及测定方法[J].变压器,1992,29(5):31-33. HOU Zhi-cun. The Effects of Remanent and Testing ZMethods for Transient Performance of Current Transformers[J].Transformer, 1992, 29(5):31-33.
- [11] 王晓琪,郭克勤,姚敏,等.剩磁对电流互感器准确级的影响[J].变压器,1996,(6):5-9. WANG Xiao-qi,GUO Ke-qin,YAO Min, et al. The Effects of Remanent for Accuracy Class of Current Transformers[J].Transformer, 1996,(6):5-9.
- [12] 梁仕斌.电流互感器复合误差的测量方法[J].继电器,2005,33(18):79-83. LIANG Shi-bin.Measuring Methods of Composite Errors on Current Transformer[J].relay, 2005, 33(18):79-83.
- [13] 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):11-26. SHU Hong-chun, LIN Min. Comparatice Study on Modeling and Transient Simulation of Current Transformer[J]. Power System Technology, 2003, 27(4): 11-26.

收稿日期:2007-01-05;

修回日期:2007-07-20

作者简介:

梁仕斌(1974-),男,高级工程师,主要从事互感器试验及研究;E-mail:lsbp_box@163.com

文华(1964-),男,硕士,高级工程师,副院长,主要从事高电压技术方面的试验及研究工作;

曹敏(1961-),男,本科,高级工程师,主要从事计量、电气测量方面的试验及研究。

(上接第26页 continued from page 26)

- [9] 张丹涛,张永华,缪相林.基于 IEC60870-5-103 通信规约的通信流程研究及软件方案[J].电力系统通信,2005,26(149):26-28. ZHANG Dan-tao,ZHANG Yong-hua,MIAO Xiang-lin. Research and Software Design of Commucation Flow Based on 103 Transmission Protocols and Software Precept[J].Telecommunications for Electric Power System, 2005,26(149): 26-28.
- [10] 孟祥萍,李颖,孟祥印. IEC 60870-5-103 规约的分析和应用[J].东北电力技术,2005,(2):20-22. MENG Xiang-ping,LI Ying,MENG Xiang-yin. Analysis and Application for IEC 60870-5-103 Stipulations[J]. Northeast Electric Power Technology, 2005,(2):20-22.
- [11] DL/T667-1999 Idt IEC60870-5-103.1997[S].
- [12] Microsoft 公司.译:希望图书创作室类库参考手册[M].

北京:北京希望电子出版社,1999.

Work:(U.S.) Microsoft Corporation.Translation:Hope Book Workroom). Microsoft Visual C++6.0 MFC Libraryreference (Microsoft Visual C++6.0 MFC Libraryreference Class Library Reference Manual[M]. Beijing:Beijing Hope Electronics Press,1991.

收稿日期:2007-05-10;

修回日期:2007-06-12

作者简介:

张艳林(1980-),男,硕士,主要研究方向为规约标准及变电站自动化系统的研究和开发;E-mail:linfeng0929@163.com

李绍滋(1963-),男,教授,博士生导师,主要研究方向为人工智能与多媒体信息检索、网络多媒体及 CSCW 技术、软件体系结构与中间件技术、变电站自动化系统等。