

CT 开路保护装置技术性能校验的研究

靳建峰¹, 翁利民², 王毅¹, 陈新军¹, 沈黎明³

(1. 郑州电力高等专科学校, 河南 郑州 450004; 2. 武汉大学电气工程学院, 湖北 武汉 430072;
3. 新乡供电公司, 河南 新乡 453002)

摘要: 结合 CT 开路保护装置应用状况, 阐述了其技术性能校验的必要性、紧迫性, 运用电力系统及 CT 运行、设计的特点和资料, 详细地介绍了 CT 开路保护装置应具备的基本功能以及主要参数校验的具体电路、试验步骤、合格与否标准的判断方法等, 用实例说明了 CT 开路保护装置技术性能校验的科学性, 殷切希望 CT 开路保护装置技术性能校验的方法能在实际中发挥作用, 并得到不断创新与提升, 促进 CT 开路保护装置的技术研发工作, 使其起到应有的作用。

关键词: CT 二次侧; 开路保护装置; 技术性能; 校验

Study of CT disconnection protection setting technique performance test

JIN Jian-feng¹, WENG Li-min², WANG Yi¹, CHEN Xin-jun¹, SHEN Li-ming³

(1. Zhengzhou Electric Power College, Zhengzhou 450004, China; 2. School of Electrical Power Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China; 3. Xinxiang Power Supply Company, Xinxiang 453002, China)

Abstract: Combining CT disconnection protection setting applying status, the paper explains requirement and pressing of technique capability efficacy. Exerting CT actual operating, designing trait and information, the paper introduces its basic functions, material circuit, test steps, judgement method of master parameter efficacy. It illuminates the scientificity of technique performance efficacy by practicing examples, hopes that the method brings into action in actual electric power system, and gains innovation & upgrade, promote the technique research and exploitation of CT disconnection protection setting.

Key words: CT second side; disconnection protection setting; technique performance; test

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2007)23-0062-04

0 引言

CT (电流互感器) 二次开路保护对于电力系统而言, 是一种新型的保护。近年来, 尽管设计研制了多种形式 CT 二次开路保护装置, 并在实际工作中发挥了作用, 及时消除了对电力系统的安全、可靠运行带来的经济损失及安全隐患, 提高了运行、检修人员排除开路故障的工作效率。然而, 某些产品运行效果尚不尽人意, 如: 动作不可靠 (存在误动或拒动情况)、灵敏度低、影响测量、计量仪表的精度以及影响继电保护装置的正常工作等问题。当前尚无统一的国家检验标准, 无法对该装置进行有效的检验及定期校验, 直接影响了该类装置的推广应用。目前, 现场运行的 CT 二次开路保护装置多种多样, 原理有差异^[1~5], 而且, CT 开路时影响电压的因素较多, 故本文有必要规范其性能, 并提出 CT 二次开路保护装置的校验思路, 以供同行参考。

1 CT 二次开路保护装置的基本功能^[6]

CT 二次开路保护装置有时也称 CT 开路保护装置、CT 开路保护器、电流互感器二次过电压保护装置等, 结合电力系统运行及 CT 自身的特点, 现归纳 CT 二次开路保护装置基本功能如下:

1) 保证 CT 二次侧良好工作状态。消除 CT 二次侧开路时产生的过电压, 最大限度地使 CT 副边绕组输出电压为零值 (这是 CT 最佳运行状态^[7])。以免过电压伤害人身、设备等。

2) 动作时间尽可能快^[8]。设备及人身所承受的过电压时间越短, 其伤害越轻。

3) 正确显示 CT 二次侧工作状态。CT 开路时能就地正确显示“开路”的组别及绕组的编号, 以便及时了解 CT 的运行状态, 为快速消除开路情况提供有利的条件。

4) 不对其它装置产生副作用、避免误动。CT

二次回路完好时对测量仪表无任何影响; 短路时对继电保护装置无任何影响; 应能抗击正常系统倒闸操作时暂态电流对它影响的干扰^[9]。

5) 灵敏度要高。目前实际运行的几种 CT 开路保护装置的原理基本上都是采用 CT 二次绕组开路所产生过电压的特征来设计制造的, CT 给定时, CT 二次绕组开路过电压峰值的大小与负荷电流的大小有直接相关, 负荷电流越小, 过电压峰值特征越不明显^[10], 装置就越不可能动作。故就此原理实现的保护装置的高灵敏就显得非常重要。

6) 满足现场实际工作需要, 一台装置包含多个通道。根据现场 CT 副边个数的需要^[11], 该保护装置的通道可任意扩展, 且通道间不相互干扰。并不对其它设备产生辐射等副作用, 功耗尽可能低。

7) 满足 CT 二次侧电流及多次动作的需要。保护装置的接点容量大于 5 A, 为非一次性使用设备, 可长期使用。

2 CT 二次开路保护装置的校验

本文仅介绍对电力系统产生影响的主要参数的测量、校验加以阐述。

1) 使用数字万用表测量直流电阻

CT 开路保护装置的输入电阻的大小决定动作电流的灵敏度, 输入电阻越大, CT 二次绕组开路时越逼近理想开路, 一次电流一定时所产生的开路电压越大, 越容易驱动 CT 开路保护装置动作, 即同一电压定值下, 所需的一次电流越小; 同时输入电阻越大, 对电流回路的测量仪表、计量装置、继电保护装置的分流作用越小。

(1) 测量目的: 粗略估计动作电流的灵敏度, 间接估计 CT 开路保护装置对测量仪表、计量装置、继电保护装置的分流作用。

目前现场投入使用的 CT 二次开路保护装置输入回路, 大多采用压敏元件或线性电阻串联二、三极管非线性电阻^[1~5]。2003 年 9 月 30 日上午 10:30 对河南新乡市供电公司王村变 110 kV 四条进线、10 kV 三条出线 CT 一次侧电流、二次侧电压端口电压部分测量数据 (有效值), 现场实测数据: 10 kV 线路王豫线 C 相 CT C411-N 工作电压的有效值 3.3 V (幅值 4.666 9 V), 足以克服二、三极管 PN 结的势垒作用。而数字万用表的表内电池为 9 V, 用数字万用表测量输入电阻, 应能体现该装置的电阻性能, 一般情况下, 建议输入电阻不小于 1 M Ω , 否则, 将对测量仪表、计量装置产生分流及相移^[12], 直至影响计量电量结果。

(2) 测量步骤: 用数字万用表分别测量各通道

的输入电阻。互换两表棒, 观察其数据有无差别, 记下每一次测量结果。

2) 动作电压、各路之间干扰情况测定

CT 二次侧开路时所产生的电压波形为尖顶波形, CT 二次侧开路保护装置动作电压应以幅值为宜, 应大于电力系统一次系统最严重的短路电流在 CT 的二次阻抗产生的压降 (此时应考虑 CT 测量、计量绕组的磁饱和情况), 否则将引起 CT 二次侧开路保护装置的误动作。

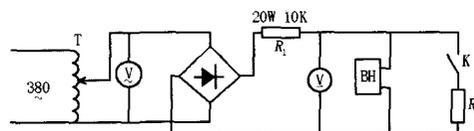


图 1 二次动作电压测量电压

Fig.1 Second operating voltage measure

(1) 试验目的: 测量 CT 二次侧开路保护装置动作电压。

(2) 试验电路: 图 1 中 R_1 为限流电阻, R_2 为 CT 二次侧模拟电阻, BH 为 CT 二次侧开路保护装置, K 为 CT 二次侧开路模拟开关, 直流电压表一间接测量动作电压, 动作电压为直流电压表的读数乘以 $\frac{\sqrt{2}}{0.9}$ (阻性负载直流电压与桥式整流峰值电压的换算即 1.571)^[13]。

(3) 试验步骤: ①被测通道按上图接好线, 其余通道输入端短接; ②通电前, 先将调压器置零位置, 倒闸 K 处于断开位置; ③使 CT 开路保护装置处于运行状态, “显示 CT 工作状态灯”处于熄灭状态; ④接通电源, 旋动调压器调压手柄, 缓慢增加电压。当被测的一路“显示 CT 工作状态灯”发红光的临界状态时, 合上开关 K; ⑤按下 BH 的复归按钮, 断开开关 K。若 BH 仍动作, 记录此时直流电压表的读数。若 BH 不动作, 继续缓慢旋动调压器调压手柄增加电压, 重复上步骤直至 BH 动作, 测出动作电压; ⑥对每个通道至少测五次, 取其平均值, 换算成动作电压值, 并记录测量结果, 并观察各通道是否存在相互干扰情况。

3) 动作二次电流测定

CT 开路保护装置二次动作电流与动作电压密切相关, 是装置本身反映 CT 二次侧开路的动作能力。它涉及到 CT 的结构等诸多因素^[10], 而现场的 CT 类型繁多, 变比很大, 根本无条件做到精确测量, 可通过实验室定性测量。

选择变比为 50/5 的标准 CT 作为试验介体, 根据实际工作的需要, 动作二次电流不小于副边 5 A

的 8%~10%(一次侧最大负荷电流的 8%~10%)即可。
(因目前 CT 开路保护装置输入回路均采用电压检测, 达到动作电压需要一定的励磁电流, 况且变比越大, 动作越灵敏^[6]。)

(1) 试验目的: 测量 CT 开路保护装置二次动作电流。

(2) 试验电路如图 2 示。

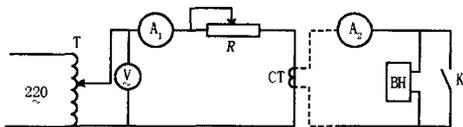


图 2 二次动作电流测量电路

Fig.2 Second operating current measure

(3) 试验步骤: ①被测通道按图 2 接好线, 其余通道输入端短接; ②通电前, 先将调压器置零位置, 倒闸 K 处于断开位置; ③接通 220 电源, “显示 CT 工作状态灯”处于熄灭状态; ④转动调压器调压手柄, 缓慢增加电压, 观察 CT 开路保护装置的工作状态; ⑤逐步增加调压器输出电压, 当被测的一路“显示 CT 工作状态灯”点亮, 说明 CT 开路保护装置被测的通道已工作, 将 CT 副边绕组短路, 记下此时 CT 二次电流。

4) 电流冲击试验

①试验目的: 观察倒闸操作对保护装置的影响, 模拟输电带负荷合闸, 检验 CT 开路保护装置的抗干扰能力^[10]。如果在此过程中 CT 开路保护装置动作, 则属于在正常工作条件下人为因素短接 CT 副边绕组, 将造成人为少计电量。

②试验电路:

③试验步骤: a. 选用 5/5 变比的电流互感器, 被测通道按图 3 接好线, 其余通道输入端短接, K₁ 断开、K₂ 处于闭合。

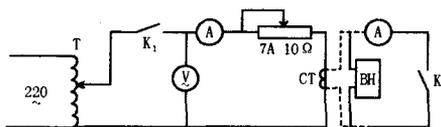


图 3 电流冲击试验电路

Fig.3 Current impulse test circuit

b. K₁ 闭合接通电源, 转动调压器调压手柄, 缓慢增加电压, 使 CT 副边输出 5 A 电流。

c. 断开 K₁, 观察 CT 开路保护装置是否动作。

d. 闭合 K₁, 观察 CT 开路保护装置是否动作。

e. 重复 c、d 步骤, 试验几次记下试验结果。

5) 冲击电压试验

①试验目的: 模拟输电线路短路故障合、分

闸^[14,15], 检验 CT 开路保护装置的抗击短路电流在 CT 副边产生电压干扰能力。如果在此过程中 CT 开路保护装置动作, 则属于在正常工作条件下人为因素短接 CT 副边绕组, 将造成人为闭锁继电保护装置, 应视为不合格。

②试验电路: 按图 4 接线。

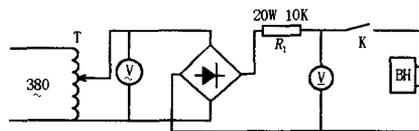


图 4 冲击电压试验电路

Fig.4 Impulse voltage test circuit

③试验步骤: a. 被测通道按图 4 接好线, 其余通道输入端短接; b. K 断开, 转动调压器调压手柄, 缓慢增加电压, 使调压器输出电压有效值应等于电力系统一次系统最严重短路电流在 CT 的二次阻抗产生的压降(此时应考虑 CT 测量、计量绕组的磁饱和以及保护绕组变比较大的情况); c. 迅速地合一断一合一断开关 K, 观察 CT 开路保护装置是否动作; d. 重复试验数次, 记下几次试验结果(注意: 阻性负载直流电压与桥式整流峰值电压的换算即 1.571)。

6) 复位功能试验

(1) 上电自动复位试验^[16]

将 CT 开路保护装置通电, 观察各通道“显示 CT 工作状态灯”的发光情况, 若不发光, 说明上电自动复位电路工作正常, 否则, 说明不具备上电自动复位功能, 然后切断电源。间隔 30 s, 进行下一次试验, 重复三次, 记录其结果。

(2) 手动复位试验^[17]

在动作二次电流试验中, 首先断开 K 使 BH 装置被测通道动作, “显示 CT 工作状态灯”点亮, 记忆开路通道组别、编号; 然后闭合 K, 按下复归按钮, 若“显示 CT 工作状态灯”熄灭, 说明手动复位正常, 否则异常。

7) 电磁干扰试验

用工频电磁信号干扰器对 CT 开路保护装置进行干扰试验, 装置的各通道输入端短接, 若不误动的视为合格, 否则不合格。

3 结论

我们对 CTJW—II CT 开路保护装置做了直流电阻、二次动作电压和动作电流测定、复位功能的测定、倒闸操作对保护装置的影响、一次系统短路电流冲击的模拟等一系列的试验, 并通过现场在线试

验,工作可靠,运行中无用户提出产品质量问题,结果令人满意。

CT 开路保护装置技术性能校验涉及到电力系统的安全运行及经营效益。合格的 CT 开路保护装置,可及时消除对电力系统的安全、可靠运行带来经济损失及安全隐患,提高了运行、检修人员排除开路故障的工作效率。校验技术的不断提升,有助于 CT 开路保护装置技术推广应用。

参考文献

- [1] 郑辉.一种新颖的电流互感器开路运行预防保护装置[J].三明师专学报,2000,(1):17-20.
ZHENG Hui. Novel Protection to Guard Against TA Disconnection Running[J].Sanming Normal College Transaction,2000,(1):17-20.
- [2] 向华.电流互感器开路保护装置[P].中国:1991-04-03.
XIANG Hua.Current Transformer Disconnection Protection[P].China:1991-04-03.
- [3] 聂光启,龚庆,李伟,等.交流电流互感器开路保护器[P].中国:CN 87 2 03813,1988-05-04.
NIE Guang-qi,GONG Qing,LI Wei,et al.AC Current Transformer Disconnection Protection[P].China: CN 87 2 03813,1988-05-04.
- [4] 柯迪民,吴家献,李汝军,等.电流互感器二次测开路保护器[P].中国:0229882.1,2004-02-04.
KE Di-min,WU Jia-xian,LI Ru-jun,et al.Current Transformer Disconnection Protection[P].China: 0229882.1,2004-02-04.
- [5] 靳建峰.高灵敏度 CT 开路保护装置[P].中国: ZL2004 20010869.6,2005-08-03.
JIN Jian-feng.High Sensitivity Protector to Guard Against TA Disconnection Running for Transformer[P].China: ZL200420010869.6,2005-08-03.
- [6] 靳建峰,翁利民,杨文学,等.现有 TA 开路保护装置的缺陷及改进方向[J].高电压技术,2006,(3):108-110.
JIN Jian-feng, WENG Li-min,YANG Wen-xue, et al. Limitation and Improving Direction of Existing TA Disconnection Protection Setting[J].High Voltage Engineering,2006,(3):108-110.
- [7] 于长顺.发电厂电气设备[M].北京:水利电力出版社,1991.
YU Chang-shun.Electric Equipment for Power Plant[M]. Beijing :Hydraulic and Electric Power Press,1991.
- [8] 陈慈萱.过电压保护原理及运行技术[M].北京:中国电力出版社,2002.
CHEN Ci-xun.The Theory and Running Technique of Over-voltage[M].Beijing:China Electric Power Press,2002.
- [9] 李光琦.电力系统暂态分析[M].北京:中国电力出版社,1995.
LI Guang-qi.Transient Analysis for Electric Power System[M].Beijing:China Electric Power Press,1995.
- [10] 靳建峰,翁利民,扈艳玲,等.一种新型的电流互感器开路保护装置[J].电力电容器,2005,(1).6-10.
JIN Jian-feng, WENG Li-min,HU Yan-ling,et al. A Novel CT Disconnection Protection[J].Power Capacitor,2005,(1).6-10.
- [11] 电力工业部西北电力设计院电力工程电气设备手册[M].北京:中国电力出版社,1990.
Northwest China Design Institute of Electric Power.Electric Engineering Equipment Manual[M]. Beijing:China Electric Power Press,1990.
- [12] 吴文礼.电路分析基础[M].北京:北京邮电大学出版社,2004.
WU Wen-li.The Basic of Circuit Analysis[M]. Beijing:Beijing University of Posts Telecommunications Press,2004.
- [13] 童诗白.模拟电子技术基础[M].北京:高等教育出版社,2001.
TONG Shi-bai.The Fundamentation of Analogue for Electron Technology[M].Beijing:Higher Education Press,2001.
- [14] 王维俭.电力系统继电保护基本原理[M].北京:清华大学出版社,1991.
WANG Wei-jian.The Fundamental of Electric Power System Relay Protection[M].Beijing:Tsinghua University Press,1991.
- [15] 许克明,田怀智.电力系统自动装置[M].重庆:重庆大学出版社,1996.
XU Ke-ming,TIAN Huai-zhi.Electric Power System Automechanism[M].Chongqing:Chongqing University Press,1996.
- [16] 李朝青.单片机原理及接口技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,1999.
LI Chao-qing.The Elements and Interface Technology For Single-chip computer[M].Beijing:Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press,1999.
- [17] 张玉诸.发电厂变电所的二次接线[M].北京:水利电力出版社,1984.
ZHANG Yu-zhu.The Secondary Connection for Power Plant and Substation[M].Beijing: Hydraulic and Electric Power Press,1984.

收稿日期:2007-03-31; 修回日期:2007-06-20

作者简介:

靳建峰(1963-),男,硕士,副教授,从事电力系统的教学与电力自动化设备的开发研究;E-mail: jinjianfeng@zepc.edu.cn

翁利民(1969-),男,博士,教授级高级工程师,长期从事电力系统的研究与电力自动化设备的开发研究;

王毅(1967-),男,工程师,在读硕士,长期从事计算机、自动化技术的教学与电力自动化设备的开发研究。