

一种用于测试主变套管 CT 极性的装置设计与应用

张胜宝, 王世祥

(广东电网公司深圳供电局, 广东 深圳 518020)

摘要: 在主变保护更换中, 原主变小差保护 (常规型) 采用主变套管 CT 二次接线为 Δ 接线方式, 更换为新保护 (微机型) 后套管 CT 二次接线需要为 Y 接线方式, 由 Δ 接线方式改为 Y 接线方式, 采用的 CT 二次接线必须有所调整, 调整后极性端要作校验, 结合实际现场工作状况一般有以下几种方法: 一、用干电池点极性法; 二、用外加直流电源测试法; 三、变压器 380 V 短路试验法等。在上述方法一中 CT 二次串接电流表指针存在偏转不明显甚至看不见的缺点, 方法二、三还存在产生过电压拉弧的危险等安全隐患。在此提出一种专用测试主变套管 CT 极性测试装置方案, 此方案将解决以上方法存在的问题。

关键词: Δ , Y 接线; 极性端; 电感电流; 持续拉弧

Design and application of device for polarity test in bushing CT of main transformer

ZHANG Sheng-bao, WANG Shi-xiang

(Shenzhen Power Supply Bureau, Guangdong Power Grid Company, Shenzhen 518020, China)

Abstract: During the exchanging of main transformer protection, adapter pipe-typed CT of original main transformer mini-differential (custom type) protection adopt Δ mode of connection. After exchanging the new protection (microcomputer type), adapter pipe-typed CT must change to Y mode of connection, the CT secondary current must be adjusted, and the polarity end should be verified after adjusting. Combined with the fact fieldwork status, there are several methods commonly including the bench mark polarity method of dry cell, the testing method which in addition DC source and the testing method of 380V short circuit of transformer, etc. In method 1 of the above, the current meter pointer which joining up in series in CT secondary exist deflexion not obviousness even invisibility, in method 2 and 3 also have safety hidden danger such as producing voltage drag arc. Hereon, this paper proposes a project for dedication testing on adapter pipe-based CT of main transformer. This project will solve the problems which exist in the above methods.

Key words: Δ and Y connection; polarity end; inductive current; persistence drag arc

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2007)18-0082-04

0 引言

主变套管 CT 的极性正确与否直接关系保护及二次回路的正确性, 在二次接线中起着重要的作用, 不但主变差动保护要注意 CT 极性, 凡是牵涉到方向的保护 (如复合电压方向过流等) 都要注意 CT 的极性。保证进入保护等装置的每一路交流电流量的极性正确性, 是保护可靠动作最基本的要素。在我们每次进行主变保护 (15 MVA 以上) 更换时, 确定主变保护套管 CT 极性确存在一定的困难, 原主变小差保护 (常规型) 采用主变套管 CT 二次接线为 Δ 接线方式, 更换为新保护 (微机型) 后用回原套管 CT 二次接线为 Y 接线方式, 由 Δ 接线方式改为 Y 接线方式^[1]。接线图见图 1 所示。

常常发现原主变小差保护 (常规型) 采用主变套管 CT 二次标号管老化, 标号看不清, 图纸不全; 加

上在工作现场设备安装复杂性等原因的限制 (如: 日本三菱主变套管 CT 二次接线盒很难打开进行对线), 此时二次接线人员很难判断出主变套管 CT 二次电流由 Δ 改为 Y 后的极性正确等。一般情况, 确保主变套管 CT 二次电流由 Δ 改为 Y 后的极性正确的根本办法还是要在施工过程中, 对 CT 进行“极性试验”, 以防止因 CT 极性错误引起保护装置误动、拒动等。

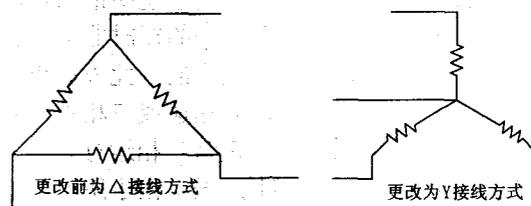


图 1 CT 二次线由 Δ 接线方式改为 Y 接线方式图

Fig.1 Diagram of CT secondary connection uses Y connection instead of Δ connection

1 常用的几种 CT “极性试验”法及其优缺点概述

方法 1: 传统用干电池点极性方法见图 2 所示。图 2(a)为外部接线图;图 2(b)为变压器内部等值图。

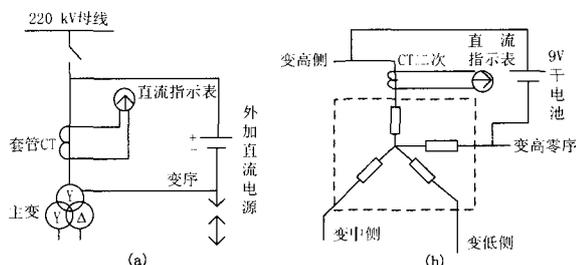


图 2 传统用干电池点极性方法接线图

Fig.2 Connection of using dry cell for polarity test

其中直流电流表量程为 $100 \mu\text{A}$ 以下,使用 9 V 大干电池, r_0 为干电池组内阻,不计一次系统对地电容与干电池组内阻的影响,其中 R 为主变内一次电阻其阻值较大,根据欧姆定律 $I=U/(R+r_0)$,回路中形成电流微小,很难再二次感应电流,即使有都很小,无法使直流电流表有明显偏转甚至看不清。当然,传统的干电池点极性方法有接线简单、操作方便、安全、结果直观的优点,但在确定主变套管 CT 极性时效果不好。

方法 2: 用外加直流电源测试方法见图 3 所示。图 3(a)为外部接线图;图 3(b)为变压器内部等值图。

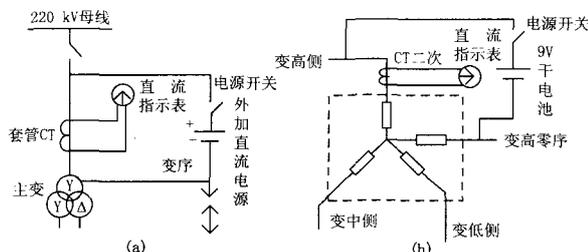


图 3 外加直流电源测试法接线图

Fig.3 Connection of impressed DC power test

用外加直流电源测试方法,是借用外直流电源代替方法 1 中干电池提高电压,此方法当断开直流电源时会在断开点产生过电压并拉弧,严重地危及操作人员的安全。一般外加直流电源测试方法不允许采用,会产生许多安全上的隐患(如:直流接地等)。产生过电压并拉弧原因是当刀闸闭合时,根据公式 $i=U/R(1-e^{-t/(L/R)})$,可以认为换路时间经过 $3(L/R)$ 后,换路过程结束;当刀闸拉开时,可以分

为两个过程,第一个过程为拉弧过程,刀闸断开处的电阻为弧光电阻,其电阻为几十欧姆到几百欧姆的数值,且阻值随电弧的拉长而增大;第二个过程,此时刀闸断开处的电阻为兆欧级的数值,如果认为刀闸拉开的速度足够快,可以看出当刀闸拉开时,要在刀闸断开处产生很高的电压,由于该电路时间常数大,所以在拉开刀闸时,要在刀闸断开处持续拉弧,是因为电感电流不能突变引起的,在实际的工作中,如果拉开刀闸的时间越短,则可能出现的电压峰值越高^[2],在外加直流电源测试方法的断开点产生过电压并拉弧,严重地危及操作人员的安全,严禁使用此方法。

方法 3: 变压器 380 V 短路试验法:具体做法是将变压器高压及低压侧在套管 CT 外分别三相短路,从检修电源箱用电缆引 380 V 交流电压加在中侧三相上,用电流钳表钳其中一次电流,在微机保护装置可以看二次交流采样及差流,如差流为零,可判断主变套管 CT 极性正确。但此方法接线复杂、操作不方便,由于涉及到 380 V 电压短路《电业安全工作规程》规定此电压大于 250 V 为高压部分,严重地危及操作人员的安全。

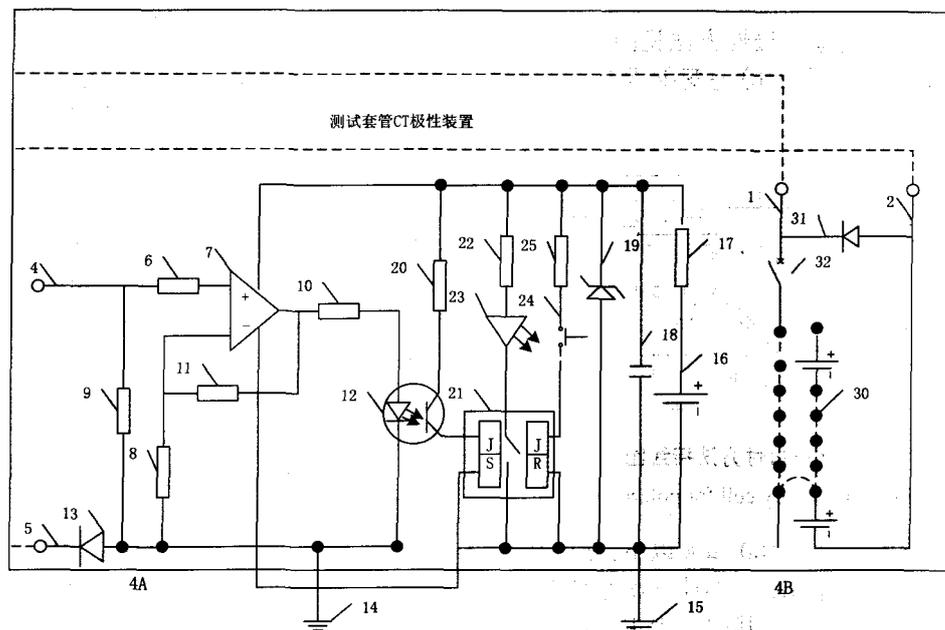
2 上述三方法缺点的改进和优点延用

将上述方法中分别存在缺点加以改进,在方法 1 中由于使用的干电池电压低(9 V),根据电流互感器的暂态响应特性,一次系统的时间常数越大,则励磁电流越大,传变到二次回路的电流越小,在实际的工作中,当用直流干电池点极性时,由于一次回路时间常数大,所以传变到二次回路的电流很小,很难通过观察电流表指针的摆动来判断极性,可以将干电池电压升高使二次感应的电流容易观察,但是采用更小量程的电流表时,效果也不明显,存在缺点有:①电池电压升高点击会产生过电压并拉弧问题;②观察效果不明显。采用以下方法解决:

(1) 采用多节干电池串联来升高电压,由于电池电压升高点击会产生过电压并拉弧问题。电路设计上采取如同在继电器线圈两端反并一个二极管进行消弧原理^[3],点击过程可以采用刀闸取代,刀闸断开处反并接入二极管的方法来消弧放电,在刀闸断开处并联二极管的可以看出当刀闸闭合时二极管截止,其阻抗很大,认为其开路,当刀闸拉开时二极管充当续流二极管,其阻抗很小,认为其短路,采取此接线方式,从根本上解决了刀闸断开处产生过电压避免了因而拉弧问题。串联的电池内部接线采用增加多个 9 V 电池组代替外加直流电源的形式,方法是通过 L 短接线来实现,当在进行实验时如果

9 V 电池的电压不够, 可以将 L 短接线上调节, 每调节一档电压升高 9V, 外加电压可以从 9 V、18 V、

27 V、36 V、45 V 等慢慢升高。见图 4 所示中 4B 部分。



说明: 6、8、9、10、11、17、20、22、25 是电阻; 23 是发光二极管 LED; 19 是 6 V 稳压管; 18 是电容; 13、23、31 是二极管; 24 是复归按钮; 12 是光隔继电器; 21 是工作电压为 5 V 的直流继电器 (S 为启动线圈, R 为复归线圈, 中间为保持接点); 4、5 是 CT 副边接线柱; 1、2 是 CT 原边接线柱; 7 是 LF411 同相比例放大器 (工作电压为 DC6~9V); 16 是装置工作电源 DC9V; 30 是大于 DV9V 干电池组; 32 是刀闸。

图 4 感应装置内部原边与副边电路接线设计图

Fig.4 Design diagram of internal circuit in induced equipment

(2) 观察效果不明显问题。为了更加直观地观察出极性, 设计上采用现代电子技术原理将二次感应的微弱的电流转变为可观察信号^[4], 此极性测试仪 CT 二次感应装置内部电路由同相比例放大器构成, 是一种光敏器件, 带有启动和复归线圈的继电器, 稳压二极管等元器件组成。该测试仪的工作电源由 9 V 干电池提供, 不需外接电源。当有瞬时脉冲电流进入 K1, 其方向如图 4 所示。4A 部分, 经过同相比例放大器 LF411 后, 驱动光耦 GD 导通驱动启动继电器 S, S 动作后接点闭合, 驱动发光二极管 LED 发光, 由于选择的继电器型号为 EA2-5T 特性, 必须启动其复归线圈 R 后接点才返回, 所以二极管 LED 发光后并保持, 即按下 FA 复归按钮启动其复归线圈 R, 接点返回发光二极管熄灭, 通过发光二极管 LED 发光可以很直观地判断出主变套管 CT 的极性。

在方法 1 有接线简单、操作方便, 安全、结果直观的优点继续采用。改进后充分发挥了传统点极性方法接线简单、操作方便、结果直观的优点, 又避免了在外加交直流电源测试方法的断开点产生过电压并拉弧, 严重地危及操作人员安全的缺点。

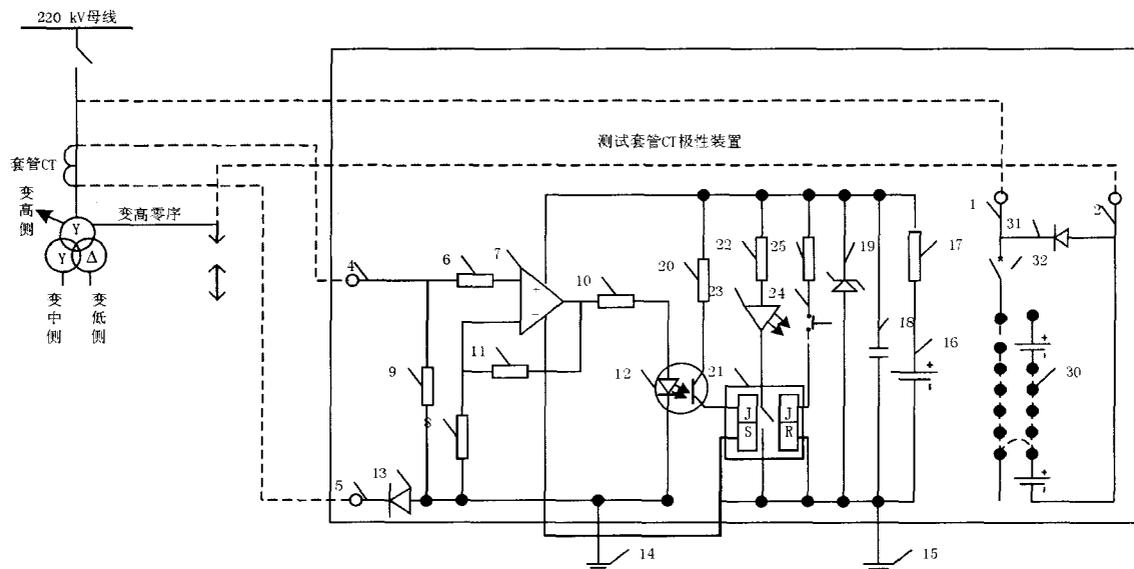
将两缺点解决后设计形成完整的 CT 极性测试装置。见图 4 所示。

3 现场应用方法及范围介绍

解决了平时测 CT 极性方法的缺点, 保留平时测 CT 极性方法的优点, 设计出专用的主变套管 CT 测试仪如图 4 所示。应用时试验接线方法为图 5 所示。测试装置的一次部分极性端接入主变变高套管 CT 导引线上, 非极性端接入主变变高零序套管 CT 导引线上; 测试仪二次部分的极性端和非极性端分别接入主变端子箱内套管 CT 二次引出线的端子排上, 进行试验, 当合上刀闸时, 二极管 LED 发光, 复归按钮后, 又拉开刀闸, 二极管 LED 不发光, 此情况证明一二次极性相同; 若当合上 DK 刀闸时二极管 LED 发光, 复归后, 又拉开刀闸二极管 LED 也发光, 此情况证明一二次极性相反。此方法同样可以用来检测 15 MVA 以上主变的零序 CT, 同样检测用于 110 kV 以上线路及 10 kV 开关柜普通 CT 的极性, 及一些内阻抗大难确定极性设备等。(说明: 在一二次极性相反合上 DK 刀闸和拉开刀闸二极管 LED 均发光, 是因为

拉开刀闸时产生反电动势,利用此时在 CT 二次非极端产生反电动势驱动二极管 LED 发光,所以合上 DK 刀闸和拉开刀闸二极管 LED 均发光;同理在一二次极性相同时拉开刀闸二极管 LED 也会发光,同样是

在 CT 二次非极端产生反电动势,但在测试仪设计回路中 K2 非极性端反串二极管 D 来截止回路导通,就可以实现合上 DK 刀闸时二极管 LED 发光,复归后,拉开刀闸二极管 LED 不发光)。



说明: 6、8、9、10、11、17、20、22、25 是电阻; 23 是发光二极管 LED; 19 是 6V 稳压管; 18 是电容; 13、23、31 是二极管; 24 是复归按钮; 12 是光耦继电器; 21 是工作电压为 5 V 的直流继电器 (S 为启动线圈, R 为复归线圈, 中间为保持接点); 4、5 是 CT 副边接线柱; 1、2 是 CT 原边接线柱; 7 是 LF411 同相比例放大器 (工作电压为 DC6-9 V); 16 是装置工作电源 DC9 V; 30 是大于 DV9 V 干电池组; 32 是刀闸。

图 5 CT 测试仪在现场应用接线图

Fig. 5 Connection of CT tester applied in field

4 结束语

通过对常用测试 CT 极性方法进行分析,将存在的缺点采取改进措施,设计出一种测试主变套管 CT 极性装置,用此测试装置,在深圳地区 220 kV 腾飞站#1、#2 主变和 220 kV 水贝#1、#2、#3 主变保护屏更换时进行其套管 CT 极性测试,一共有 30 组,测试结果完全正确,证明该测试装置具有可行和实用性。

参考文献

- [1] 袁季修,等. 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, et al. Application Guide of Current Transformer for Protection[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2004.
- [2] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护实用技术问答[M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.
State Power Dispatch Communication Center of

China. The Applied Technology of Power System Relay Protection [M]. Beijing: China Electric Power Press, 1999.

- [3] 邹森元. 电力系统继电保护及安全自动装置反事故措施要点条列分析[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.
ZOU Sen-yuan. The Point and Regulation Analysis of Anti-accident Measure in Power System Relay Protection and Safety Automation[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2006.
- [4] 康华光. 电子技术基础(模拟部分)[J]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
KANG Hua-guang. Electron Technique Basis (Analog Part)[J]. Beijing: Higher Education Press, 2000.

收稿日期: 2007-05-08; 修回日期: 2007-05-28

作者简介:

张胜宝(1972-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事继电保护管理; E-mail: szzsb@tom.com

王世祥(1970-), 男, 专科, 工程师, 主要从事继电保护工作。