

「互感器」

新型开启式电流互感器应用

文/国网上海市电力公司崇明供电公司 施 勇 陈 勇 潘晓波
北京瑞奇恩互感器设备有限公司 韩 冰

电流互感器是电力系统中进行电能计量、电流测量和微机保护的重要设备，一般在使用过程中电流互感器的一次绕组是串联在电力线路中的，二次绕组与测量仪表、微机保护及自动控制装置连接。由于传统电流互感器在变配电站的应用中是串接在设备中的，在初始安装时直接嵌接在不同回路中，变配电站电气连接是硬连接，所以一旦电流互感器需要维修更换，需要从连接处开始拆排，维护十分不方便，但开启式电流互感器可带电装拆，安装简单、维护方便，因此，开启式电流互感器将是电流测量技术的一个发展方向。开启式电流互感器由于结构的特殊性，所以在设计时，需要从主材料、工艺、结构等方面区别于传统的电磁式电流互感器。

随着国网公司对数据采集迫切性需求逐步增加，所有电力设备都必须安装测量装置，引入了电流互感器（Current Transformer, CT），传统电流互感器是依据电磁感应原理将一次侧大电流转换成二次侧小电流来测量的一种设备，是由闭合的铁心和绕组组成；一次侧串在需要测量的电流的回路中，二次绕组匝数比较多，串接在测量仪表和保护回路中。

为满足测量的需要，目前所有崇明户外柱上变压器都已安装开启式电流互感器，这种开启式电流互感器具有安装维护简单，具有提高生产效率，减少劳动力，更换无需停电，提高供电可靠率；随着崇明经济的快速发展，居民小区大量的出现，配电站、箱变逐年增多，测量设备上一直沿用穿心式电流互感器，该类型互感器在初始安装时简单，能满足测量、保护的要求，但后期维护非常不方便，特别是更换时，需要拆排更换，存在安全隐患，且更换时间长，影响供电可靠率，生产效率低等缺点。由于配电站电气采用硬连接不同于户外配电变压器电缆连接的特性，且相与相之间结构紧凑，户外开合式电流互感器不适用于与户内配变电站。本文论述了针对于变配电站内使用的开启式电流互感器结构设计，用于

0.4 kV考核点的电能计量装置的电流信号的采集，可满足在变配电站的硬连接线路的维护安装的问题。

从原材料方面

电流互感器由于开启式的特点，切割后漏抗增大，铁损增大，直接影响着产品的性能。作为主要原材料之一，铁心的选择尤其重要。首先，硅钢片材料的选取主要看其铁损的大小，直接影响铁心的励磁性能，下图是两种不同硅钢片材料的磁化曲线，通过一系列计算，可以看到：对于技术参数一样的电流互感器，铁心选用的材料不同，对产品性能影响很大。

根据不同材料的磁化曲线，可以计算出满足不同技术参数电流互感器的铁心尺寸、铁心励磁性能及一系列参数，这样就不必花费时间通过试制大量的样品来摸索产品的一系列技术参数，也不会造成材料的浪费。

开合式电流互感器应选用了磁导率较高的进口优质硅钢片作为导磁材料，磁路损耗较小，考虑到真空浇注过程中应力对铁心性能的影响及开启式电流互感器本身产品可分割的结构特点，铁心的浸漆工艺需要采用真空浸漆，否则可能在生

产过程中由于应力的影响,导致铁心的励磁性能发生变化,影响产品的测量精度;而且切割后铁心片间松散,导致由于铁心气隙发生击穿,造成电流互感器绝缘性能的降低。

计算电流互感器误差用的磁化曲线包括 $H=f(B)$ 曲线和 $\theta_0=f(H)$ 曲线,实际使用的磁化曲线通常是用少数几个小的铁心样件测试得出的,使用 $H=f(B)$ 曲线时,应考虑实际铁心质量的差异和生产时的工艺分散性,适当地将由曲线查得的 H 值乘以一个大于1的系数

其次,叠片系数的大小也是影响铁心励磁性能的一个重要参数,叠片系数越大,对于相同外形尺寸的铁心,其励磁性能越高

从工艺方面

对于开启式电流互感器,特殊切割工艺及打磨工艺可以防止尖端放电的产生。耐高温、耐腐蚀特种控制电缆的选型使产品在使用时不会在寿命期内由于老化产生故障。在设备出厂前需要每一个产品均进行试验,确保电流互感器现场运行的可靠性、安全性。

从结构设计方面

对于传统的穿心式互感器,现场施工安装时需要停电,将连接的电气设备断开,套上穿心式互感器,再恢复供电。开合式电流互感器可在变电站中进行不停电安装,通过采取一定的防护措施,打开电流互感器开口处,套接在一次侧,后将铁心进行闭合,用螺钉紧固,形成闭合回路。铁心开合处通过特殊的防锈处理,避免开合式互感器长期运行时,水汽侵入到互感器铁心内形成铁心生锈从而影响使用精度。

操作安装方面

开口电流互感器带电安装前将所有接好二次线的开口电流互感器放置现场,等待安装。若现场一次母线为电缆,可进行带电安装;若一次母线为铜排,则带电操作对操作者要求熟练程度比较高,且要求做好绝缘防护措施;安装互感器时,铁心切面处不得有杂质、灰尘等异物落入,以免影响互感器性能、精度;安装完成后必须确认二次与电表(或其他测量装置)连接良好,确保互感器二次没有开路。

准确级选择的原则

计费计量用的电流互感器其准确级不低于0.5级;为了保证准确度误差不超过规定值,一般还校验电流互感器二次负荷(伏安),互感器二次负荷 S_2 不大于额定负荷 S_{2n} ,所选准确度才能得到保证。准确度校验公式: $S_2 \leq S_{2n}$ 。

二次回路的负荷 I :取决于二次回路的阻抗 Z_2 的值,则:

$$S_2 = I_{2n}^2 |Z_2| \approx I_{2n}^2 (\sum |Z_i| + R_{wl} + R_{xc})$$

$$\text{或 } S_2 I_1 \approx \sum S_i + I_{2n}^2 (R_{wl} + R_{xc})$$

式中, S_i 、 Z_i 为二次回路中的仪表、继电器线圈的额定负荷和阻抗, R_{xc} 为二次回路中所有接头、触点的接触电阻,一般取 0.1Ω , R_{wl} 为二次回路导线电阻,计算公式化为: $R_{wl} = L_c / (r \times S)$ 。

式中, r 为导线的导电率,铜线 $r = 53 \text{ m} / (\Omega \text{ mm}^2)$,铝线 $r = 32 \text{ m} / (\Omega \text{ mm}^2)$, S 为导线截面积(mm^2), L_c 为导线的计算长度(m)。

应用

开启式互感器具有体积小,重量轻,可开启,便于安装等特点,广泛用于紧凑型全绝缘环网开关柜中、变电站等户内设备,在做好安全措施前提下可带电安装,安装时直接卡在测量回路硬连接设备上,既可以简化安装,实现回路的电能计量,带电安装又可以提高供电可靠率,减少用户的停电时间。

开合式电流互感器可在设备不停电下作业,电流与电压采集设计为一体式结构,这样带电安装时做好相关防护措施后将互感器打开套入母线,锁紧,同时将电压连接线和母线连接取出电压信号,将电压采集旋钮旋转至和母线接触,互感器电流通过航空插头传输信号,航空插头内部可内置开路模块,使安装并未接线时,电流互感器二次端不会产生高压,从而影响施工的人身及设备的安全。**EA**

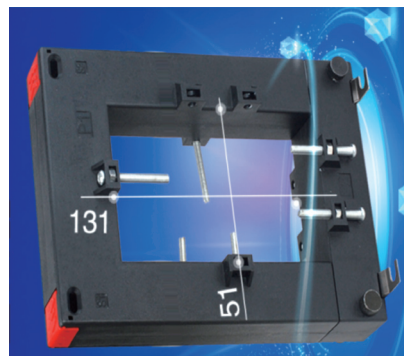


图 为开合式互感器

(收稿日期:2017.06.18)

(编辑:白文亭)