

有载分接开关的切换波形问题

随着人们对电源电压的要求越来越高,各供电系统也相应提出了电压合格率的考核标准,而有载分接开关作为调整电压的一种主要手段之一,也更加广泛应用于电网设备当中。有载分接开关的工作原理如下:有载分接开关是在负载状态下调节变压器绕组分接位置,这就要求有载分接开关在从一个分接工作位置变换相邻分接位置的过程中,既要保证负载电流的连续性,即主电流不能断开;又要保证过渡分接间不能有短路产生。因此,在有载分接开关切换过程中,必然在某一瞬间同时桥接两个分接头,以保证负载电流的连续性。而桥接的两个分接间必须用限流阻抗来限制级间循环电流,从而保证不会发生分接间短路,实现这一功能的电路可称为过渡电路,由此限流阻抗也称过渡阻抗。

然而,与变压器等其它电力设备不同,有载分接开关作为一种在线动态装置,处在频繁地带负荷调压的工作状态中,虽然通常具有动作几十万次的机械寿命,但是受材质、工艺及负荷轻重的影响,其故障率在变压器总事故中的比例相对较高。吊芯检查是发现有载分接开关内部潜在缺陷最直接有效的手段之一,但是,吊芯检查必须要求操作人员具备相关专业的操作技能和优秀的判断能力,这给使用单位带来了困难。因此,常规预防性试验在加强对有载分接开关潜在缺陷异常的诊断监控、提高电力系统运行可靠性方面有着重要意义。传统的预防性试验只能测量变压器在分接切换前后接触是否良好,绝缘性能是否劣化,却无法监测有载分接开关过渡过程的机械特性。

通过对有载分接开关动作特性的测试,分析有载分接开关的过渡时间、过渡波形、过渡电阻、三相同期性等参数,可及时有效地判断其是否存在潜在缺陷和故障。国内常规的有载分接开关基本采用电阻过渡的方式,它能带负载变换变压器调压线圈的分接头。有载分接开关由于是在带负载的情况下变换分接位置,因此它必须满足两个基本条件:①在变换分接的过程中,要保证负荷电流连续,即有载分接开关在变换分接位置过程中,要保证负载电流的连续、不能开路断流;②同时又要保证两分接之间不能有短路产生。因此,在有载分接开关切换过程中,必然在某一瞬间同时桥接两个分接头,以保证负载电流的连续性;而桥接的两个分接间必须串接过渡电阻以限制级间循环电流,保证不发生分接间短路,实现这一功能的电路为过渡电路。

正是有载分接开关是通过过渡电阻限流(级间环流)来达到带负荷换挡的目的,其动作过程中过渡电阻会接入线圈回路,形成电流或电压的变化,所以现在国内市场上应用的有载分接开关动态测试设备正是利用这种电流的变化波动来检查有载分接开关的动态特征的;具体如附图(a)、(b)所示,分接开关的切换开关不调档时,承担主电流的是KA或KB(同时相对应K1或K4也呈闭合状态),如果从KA切换到KB,有如下程序:

第①步, KA断开, 因为KA与K1同时接通, KA断开主负载电流转由K1承担, 同时K2合上, 因为KA和K1等电位, 所以KA不会放电拉弧;

第②步, K1拉弧分开, 负载电流由K2通过过渡电阻承担, 即如图b进入t1时段;

第③步, 在K1断开, K2与过渡电阻承担负载电流约15ms后, K3合上, 此时K2和K3各自带过渡电阻承担1/2负载电流, 同时承担级间环流, 即所谓的桥接形成, 也就是所谓的t2时段;

第④步, 桥接形成2~8ms后, K2断开(既断开1/2负载电流又断开环流, 此时K2的开断任务最重), 即进入K3带过渡电阻承担负载电流阶段---t3时段,

第⑤步, K3带过渡电阻承担主电流约15ms后(即K2因过零点并充分熄弧后), K4合上, 负载电流由K3转到K4;

第⑥步, 当K4合上后, K3分开;

第⑦步, K3分开后KB合上, 整个切换过程完成。

通过切换波形和切换程序我们可以看出, 在过渡电阻接入回路时, 会产生电流(电压)的变化, 通过监测该回路的电流(电压)变化的时序, 可以判断出过渡触头的动作时序。因为不需要有载分接开关吊芯, 所以实际应用当中市场上的有载分接开关动态测试装置还是起到了相当大的作用, 如果过渡电阻断, 过渡触头与过渡电阻连接不好, 过渡时间过长等等, 都可以通过分接开关动态测试装置的波形测试反应出来, 为防止故障的扩大起到了积极的作用。

然而, 也正是因为其通过回路电阻的变化来监控有载分接开关的动作特性的, 其回路电阻没有变化的部分, 该类有载分接开关特性测试设备就没法反应出来了, 比如: 主触头KA和通断触头K1的变换, 以及其它触头的交接过程, 都是没有电阻变化的, 这样的动作程序就无法通过该类测试手段来判断了; 而且, 市场上的有载分接开关动态测试设备往往使用的都是直流低电压、小电流设备, 当电弧触头经过电弧烧蚀或干燥形成油膜后, 接触电阻变大, 就会影响过渡电阻的读数, 当总回路电阻大于30欧姆后会甚至会导致波形显示触头未接触(复零现象), 而对实际工况的高电压大电流是没有影响的; 另外, 因为变压器线圈的电感特性(与线圈的布置和变压器的特性有关), 以及测试设备的处理性能(市面上的有载分接开关动态特性测试仪大多为单片机芯片处理), 信号反应的时间常数等等, 都会造成测试波形的失真。所以专业的分接开关生产单位一般通过两种方式, 一、普通有载分接开关在型式试验时, 通过机械行程设定动作程序, 从工艺上规定切换程序; 二、特殊高要求有载分接开关通过各自独立的分波形进行检测; 三、通过交流高电压测试方法来测试过渡程序。这样就会带来一个问题, 因为测试方式和测试环境的差异造成测试数据的截然不同, 往往给用户带来困惑, 遇到这类问题往往又以制造厂商发承诺来解决了事, 或是现场再进行吊芯检查。

综上所述, 现在市场上的有载分接开关常规检测设备, 检测所得的数据作为判断有载分

接开关状态的参考数据，结合有载分接开关的实际工况具体分析，是比较科学的，不可作为决定性数据，来判别设备的好坏，当发现有载分接开关的波形有疑问时，可以通过对切换开关独立检测，增大测试电流或电压，调整测试设备的灵敏度，更换测试设备，有载分接开关吊芯检查等手段，来确定有载分接开关的真实状态；值得注意的是，有时为了波形的问题，对电弧触头进行打磨处理的方法是不可取的，这样波形是好看了，但有载分接开关的使用寿命反而降低了。

