[变压器]

变压器油循环外部分流装置在油流带电研究中的应用

文/卧龙电气集团浙江变压器有限公司　杨剑峰　周素平

大型电力变压器油流带电的研究需要对变压器的各种油流环境的试验数据，试验装置尤为重要。新的分流试验装置给我们提供了研究的基础。

在强迫油循环冷却形式的大型电力变压器中，由于变压器油流以较大速度流过绝缘件或绝缘纸包裹的变压器导线的表面时，会发生油流带静电现象，简称为油流带电。当该处局部静电场强超过变压器绝缘的耐受程度时，就可能发生变压器内部局部放电或沿面爬电、放电，在放电效应严重时会造成变压器内部绝缘系统的破坏，甚至烧毁变压器。

根据对变压器油流带电的长期研究表明，油温和油流速度等是影响变压器油流带电的主要因素。变压器在运行时油温随负载和环境温度的影响而变化，一般不会有冗余的冷却能力去调节油温的变化，所以控制变压器油温来减少油流带电及其危害的办法实际是不可行的，实际运行时难以实行。

降低变压器油的在变压器器身内部的流速是防止油流带电的有效措施，早期试验表明将流过变压器绝缘处的油流速度控制在0.5 m/s以下，就可能避免因油流带电而引发的局部放电、爬电放电或表面闪络。通常，降低流速的做法是改造原有的冷却系统，采用低流速、大流量的油流循环系统。一般借助于改进冷却器油泵设计、流速设计来实现。

在大型强迫油循环风冷变压器设计制造时常规都是将油风冷却器的已冷却油通过在冷却器下部的潜油泵泵入变压器油箱下部，并在油箱下部的导油盒汇集在一起，通过集中的管路流到变压器绕组的下部进油口，从进油口进入到变压器线圈内部与线圈进行热交换再从线圈上部流出，冷油吸收了线圈的热量变成了热油聚到变压器油箱上部，再流到冷却器的进油口循环冷却。

通常油流带电的研究和管控需要大量的试验验证，而有效实现不同状态下取得各种试验数据从而进行对比数据分析的试验装置和设施必不可少。

一台型号为YF－315的油风冷却器其油流量达到135 m^3/h。而多台冷却器同时运行时注入变压器内部的有会更多，常规变压器内部的分流方式是在导油盒压力区开几个小孔来分流进入线圈的油量，进入线圈内部的油流速度无法调节。由于内部油流路径不是很规则，开孔数量和位置的设计计算非常困难，需要经过不断的试验来验证计算的准确性，合理的试验装置是取得试验成功的保证。

为此设计出了油浸式变压器油循环外部分流装置， 它包括变压器油箱箱底压力油室、外回路管道、阀门、压力表及变压器器身内部油流通道等组成，其特征在于通过调节连接在压力油室和变压器主油室的管道上阀门开关的大小来控制流入变压器器身的油流速度来检测油流带电现象，以及检测不同油流速度下的线圈温升，还可最大

限度地发挥油风冷却器的冷却效率降低油的平均温升。

油浸式变压器油循环外部分流装置如图1、图2所示，在下节油箱（2）箱壁上设管接头8、管接头7，其中管接头8连接下节油箱的压力区、管接头7连接油箱主内部空间（主油室）。于油箱外部用管道3连接，管道中连一阀门4负责开断油路，管道上还装设有压力表。

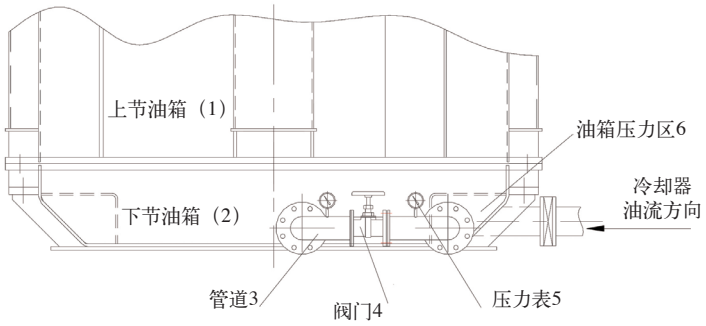

图1　变压器下节油箱附加变流装置主视图

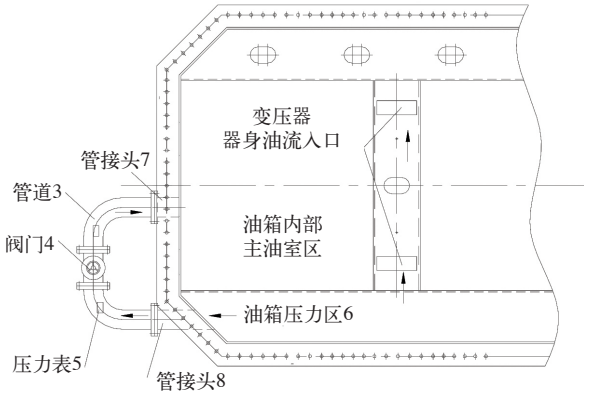

图2　变压器下节油箱附加变流装置俯视图

连接油箱内压力区和主油室的管道，包括管接头8和管接头7及管道3.其作用是分流从器身下部与压力区联通的出油口的油流。管道中的阀门，通过调节阀门大小，改变压力区相对主油室的压力来调节进入线圈的油流速度。压力表，阀门两侧的压力表用来监测压力区和主油室的压力。作为阀门调节的依据。

在做变压器油流带电试验时能方便地通过专用阀门和管道分流一部分油流，调节压力区的压力，该压力来自于强迫油有循环冷却器油泵运转，带动油加速流向油箱。从而精细控制从压力区通过器身下部入口流向线圈内部的油流速度，测试不同油流速度下是否会发生油流放电现象。另外还可以同时测试不同油流速度下线圈温升数值以供设计变压器时进行借鉴。装置如用于产品中可合理调节油流发挥冷却器的最大效率。

通过旁路分流管道阀门的精细调节，来控制进入线圈的油流速度，各种油流速度下进行油流带电的检测，从而收集到完整的实验数据，实现试验要求。如用于实际产品中可合理分配进入线圈的油流和分流至主油室的油流，发挥冷却器的最大效率。

需要注意的是管道上的阀门最好是有准确刻度的，这样才能精确试验数据达到试验要求。

通过这个试验装置，还可以有另外一种构想，即在变压器带轻负载的情况下可以适当加大分流阀的流量，这样在不达到线圈温升限制的情况下油流速度降低，可有效释放油中的带电电荷，防止电荷积累，这样当变压器带满负载时油中的带电负荷已大量释放完，油流速度虽有增加但带电电荷的积累是比较缓慢的，而满负荷的情况有一个周期循环，在下一个周期又可以通过轻负载下进行电荷释放，相当于杜绝油流带电措施中的更换新油方法。相信随着各种自动化能力的提高轻负载下控制分流量的控制成熟，各种油流速度下的试验验证充分，方案定制合理，采取这一措施对油流带电问题的解决又提供了一个很好的思路。**EA**

（收稿日期：2017.03.17）

（编辑：刘群喆）