

变压器的排油和注油方法

(1)排油和注油的基本要求。变压器排油和注油时应注意如下要求：

1)彻底检查清扫油罐、油桶、管路、滤油机、油泵等，不得有任何疏忽，并应保持清洁和干燥，一定要做到无灰尘、杂质。

2)排油时，必须将变压器和油罐的放气孔打开，放气孔宜接入干燥的空气装置（例如带有吸附剂的呼吸器），以防潮气侵入。

3)若根据检修需要，储油柜内的油不需要排出，则可将储油柜下面的阀门关闭，只将油箱内的变压器油全部排出。

4)有载调压变压器的有载分接开关油室内的油应单独排出，切不可与变压器油箱的油混合。

5)对于强油水冷却的变压器，在注油之前应将水冷却器上的压差继电器和净油器管路上的塞子关闭。

6)可以利用变压器油箱本体箱盖上的阀门或者气体继电器联管处的阀门安装抽真空管，有载分接开关油室与本体油箱应安装连接管，其目的是使开关油室与本体油箱等压，以便同时抽真空注油，注油后拆除该连管恢复正常。

7)对变压器油箱内注油时，应在入口前经[压力式滤油机](#)过滤注油。对于 220kV 及以上的变压器则应该采用[双级高真空滤油机](#)注油。

(2)真空注油和热油循环。

[我们](#)在前面的文章中已就变压器安装时进行真空注油和热油循环的基本要求予以阐述，这些要求对变压器检修时的真空注油和热油循环都是适用的。

真空注油是变压器安装的关键工艺环节。

在《国家电网公司十八项电网反事故措施》中也强调“新安装和大修后的变压器应严格按照有关标准和厂家规定真空注油和热油循环，真空度、抽真空时间、注油速度及热油循环时间、温度均应达到要求。对有载开关的油箱应按照相同要求抽真空”，同时也要求“装有密封胶囊或隔膜的大容量变压器，必须严格按照制造厂说明规定的工艺要求进行真空注油，防止空气进入，并结合大修或停电对胶囊和隔膜的完好性进行检查”。这说明注油工艺的质量与变压器事故的发生有着直接关系，其原因很简单：受潮后的变压器油会将水分传递给固体绝缘，使绕组的绝缘水平急剧下降。

在高真空状态下，真空注油将使液态水在常温下汽化，汽化水随着抽真空逸出油箱外部，这就是该工序的关键所在。特别是 220kV 及以上的大型变压器，应一丝不苟地按规程规定行事。当然其他电压等级的变压器，有条件时（视油箱壁机械强度而定）也可以采用真空注油，但不一定在全真空状态下。真空注油应遵守制造厂的规定。通过真空注油也可以检查油

箱的机械强度，一般按标准不允许有永久变形，即使是局部弹性变形也不应超过箱壁厚度的2倍。通过真空注油还可检查真空系统的严密性，即也可反映出变压器的密封性能。真空注油系统连接可按图12-1进行。注油的关键工艺设备是滤油机和真空泵，不论是真空泵还是油泵均应在真空状态下保持良好的严密性，特别是两泵的轴系密封，是否能在真空注油的全过程中始终保持严密的密封状态，则关系到真空注油成功与否。

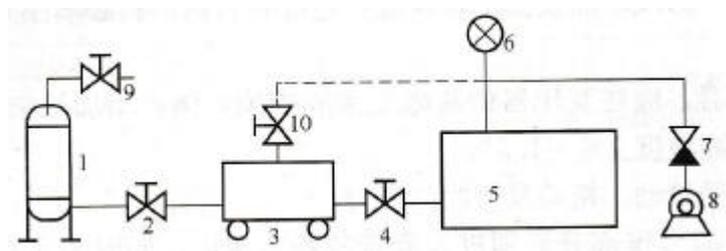


图 12-1 真空注油管路连接示意图

1-油罐；2、4、9、10-阀门；3-真空滤油机或压力滤油机；
5-变压器；6-真空表；7-逆止阀；8-真空泵

注油前要求仔细检查滤油机和真空泵，否则将会半途而废。若第一次在现场进行真空注油，要认真复核和咨询变压器油箱的机械强度，或者邀请制造厂派专业人员到现场指导工作，并严格按照制造厂的注油工艺操作。

在没有制造厂的规定的情况下，可按下述方法操作：

1)以均匀的速度进行抽真空，在达到指定的真空度时（例如，大型变压器一般为13.3Pa以下），保持约3h后，开始向变压器油箱内注油（一般抽真空时间等于1/3~1/2器身暴露在空气的时间）。注油时，油的温度应高于器身温度，通常以加热至60℃为宜。

2)以3~6t/h速度开始从油箱下部注油，将油注入到距变压器箱顶大约200mm处停止，再继续抽真空到原指定值维持4h以上。

3)对变压器补充进油。真空注油后的补油，必须经储油柜的注油管注入，严禁从变压器的底部阀门注入，注油时应以缓慢的速度注入变压器，直至规定的油面为止，然后静置12~24h。

对于大型变压器，有的制造厂要求第一次抽真空保持时间为24h。这是由于高真空保持时间愈长固体绝缘的水分逸出得更彻底的缘故。

真空热油循环是在真空注油的基础上进行的。真空热油循环是把图12-1中阀门2关闭，将阀门10开启通过真空滤油机（运行）加热，在真空状态下循环，时间根据已注入变压器内的油质状态，即油中水分含量和含气量来确定。当然在注油前变压器油是合格的，注入后可能会出现反弹，要恢复到原状态，只有采用真空热油循环处理才可达到目的。循环时间的确定，其一是把上述反弹油经处理恢复至原态为止所需的时间，其二按滤油机单位时间的处理流量和注入的总油量来计算出处理时间，一般要求变压器总装油量至少应循环两次。

(3) 胶囊式、隔膜式和不锈钢波纹式储油柜的补油方法。如 10.4 节所介绍，这几种密封结构储油柜的作用是相同的，都是一种油保护装置，可使变压器油减少与空气接触或者不接触，减少空气对油的氧化作用。三种类型的油柜补油方法，如表 12-12 所示。

表 12-12 胶囊式、隔膜式和不锈钢波纹式储油柜补油方法

油柜类型	补油步骤
胶囊式	<ol style="list-style-type: none"> (1) 将胶囊的气排除：打开储油柜上部的排气孔，由注油管将油注满储油柜，直至排气孔溢出油，立即关闭注油管和排气孔。 (2) 将多余的油从变压器的下部油阀排出，此时空气经呼吸器（吸湿器）自然进入胶囊内，至油位计指示正常油位为止。
隔膜式	<ol style="list-style-type: none"> (1) 在注油前首先将磁力油位计调整到“零”位，然后打开隔膜上的放气塞，将隔膜内的气体排出，再关闭放气塞。 (2) 经注油管向隔膜内注油，至比指定油位稍高位置时，再次打开放气塞充分地排出隔膜内的气体，直至向外溢油为止，经过反复调整可达到指定油位。 (3) 当发现储油柜下部集气盒油标指示空气时，应用排气阀进行排气。 <p>正常油位低时的补油方法，是利用集气盒下部的注油管与滤油机连接，向储油柜内注油，注油过程中发现集气盒中有空气时应停止注油，打开排气管的阀门向外排气，如此反复进行，直至储油柜油位达到正常油位为止。</p>
不锈钢波纹式	<ol style="list-style-type: none"> (1) 应通过底部的注油管补油。 (2) 同时开启排气管阀门排气，直到稳定出油即关闭排气阀门，同时停止注油。 (3) 静置一小时，以便油中的气体析出而浮至油柜的上部。 (4) 待变压器其他高部位的排气塞（如散热器、套管升高座）排尽气体，再作第二次注油。 (5) 在作第二次注油时开启排气阀门排气，至连续稳定出油即关闭进油阀和排气阀，此时油位高于预定值。 (6) 通过进油阀排油，使油位降至预定油位，立即关闭进油阀。

(4) 油位计带小胶囊的储油柜的注油方法。众所周知，对于带独立小胶囊的油位计，是利用当变压器油热膨胀使储油柜油面升高时，产生压力迫使储油柜底部的小胶囊压缩，导致油位计的油面上升而达到指示油位的目的。所以，带有此类型油位计的储油柜的补油方法与其他类型的储油柜略有区别。

在大修中，储油柜未加油前，应先对油位计加油。其步骤是：将油位计的呼吸塞和小胶囊室的塞子打开，用漏斗通过油位计的呼吸塞座孔漫漫地加油；同时用手边按边移动或用其他手段（如将胶囊按扁且卷起来），将胶囊里的空气排除。排除胶囊里空气的目的是为防止运行中可能出现假油位的现象。

若油位计的油量过多（一般见到油位计有油位即可），则可打开油位计的放油螺栓，将多余的油排放掉，再关闭小胶囊室的塞子。但是，要注意油位计呼吸塞不应关得过紧，以保证油位计内的空气能自由呼吸。该工序完成后再进行上述储油柜注油的操作。