

绝缘油在介电击穿试验中耐压强度的影响分析

岳英措 郑富邦

(国网西藏电力有限公司超高压分公司 西藏拉萨 860000; 国网西藏电力有限公司超高压分公司 西藏拉萨 860000)

摘要：变压器绝缘油试验是保障变压器正常运行的重要手段之一，然而试验结果往往会受到多种因素的影响。本文将分析变压器绝缘油试验中的主要影响因素，包括取样操作、化学特性试验、物理特性试验以及电气性能试验，并提出对应的对策。

关键词：变压器；绝缘油试验；影响因素

引言

变压器绝缘油试验是一种对变压器绝缘油进行检测和评估的方法，可以有效地判断变压器的健康状态，保障其正常运行。然而，试验结果往往会受到多种因素的影响，如取样操作不当、试验环境不良等。因此，了解和分析这些影响因素，采取相应的对策，对于保证试验结果的准确性和可靠性具有重要意义。

1 变压器绝缘油的检测要求

根据 JB/T 501-2021《电力变压器试验导则》，对于已注入油浸式变压器内的变压器矿物油，需要进行以下检测项目^[1]。

1.1 击穿电压测量

绝缘油的击穿电压是衡量绝缘油被水和悬浮杂质污染程度的重要指标。水分、气泡或游离碳等都会使油的击穿电压下降，影响变压器的绝缘性能和安全运行。因此，对变压器绝缘油的击穿电压有如下要求。

电压等级 kV	击穿电压 kV
≤35	≥40
66~220	≥45
330	≥55
500	≥65

1.2 介质损耗因素测量

绝缘油的介质损耗因数是衡量绝缘油本身绝缘性能和被杂质污染程度的重要参数。因此，对变压器绝缘油的介质损耗因素在 90℃下有如下要求：对于额定电压等级 330kV 级及以下的产品，应小于 0.010；对于额定电压等级 500kV 级的产品，应小于 0.007。

1.3 含水量测定

水分影响油纸绝缘性能，加快油纸绝缘老化速度。因此，一般 66kV 级及以上产品进行此项试验，要求如下表。

电压等级 kV	含水量 mg/L
≤110	≤20
220	≤15
≥330	≤10

1.4 含气量测定

含气量应控制在 较低 的范围内。当空气含量过高时，在注油和运行中易在油中形成气泡，导致局部放电。一般 330kV 级及以上产品进行此项试验，要求如下表。

电压等级 kV	含水量 mg/L
≥330	≤1

1.5 溶解气体气相色谱分析

绝缘油中溶解的气体，间接地反映了变压器本身的实际情况，通过对这些组分的变化情况进行分析，可以判断或排除故障。一般 66 kV 及以上产品进行此项试验，要求如下表。

气体组分	变压器和电抗器 μL/L
氢气	< 30
乙炔	0
总烃	< 20

2 变压器绝缘油试验的影响因素

2.1 取样操作影响因素及对策

取样操作是变压器绝缘油试验中至关重要的一个环节，直接影响试验结果的准确性和可靠性。取样操作影响因素主要包括采样时间、采样位置、采样器的清洁度等。采样时间应尽量在变压器运行稳定时进行，以获得更准确的试验结果。其次，采样位置应选择变压器中油流速度较快、油温较高的区域，以确保取得的样品具有代表性。另外，采样器的清洁度也非常重要，应避免杂质、水分等对试验结果的影响。

为了减小取样操作的影响，可以采取一些对策。定期检查和维护采样器，保证其清洁度，避免对试验结果产生干扰。另外，选择合适的采样时间和位置，避免受到变压器运行状态和环境因素的影响。还可以采用多次取样的方法，将多次取得的样品进行平均，减小试验结果的误差。通过以上对策，可以有效提高变压器绝缘油试验结果的准确性和可靠性。

2.2 化学特性试验影响因素及对策

变压器绝缘油的化学特性试验是绝缘油试验中的一项重要内容。该试验主要是通过检测绝缘油中的酸度、介电常数、电阻率、水分等指标，来评估绝缘油的绝缘性能。影响化学特性试验的主要因素包括绝缘油的成分、氧化程度、污染程度等。其中，绝缘油的成分是影响化学特性试验的关键因素之一，因为不同成分的绝缘油在化学特性上存在差异，会对试验结果产生影响。另外，绝缘油的氧化程度也会影响试验结果，因为氧化程度高的绝缘油中会有大量的酸性物质生成，导致酸度指标升高。绝缘油的污染程度也是影响化学特性试验的因素之

一, 因为污染会导致绝缘油中含有杂质, 影响试验结果的准确性。针对化学特性试验中的影响因素, 可以采取一些对策来提高试验的准确性。需要对绝缘油的成分进行分析, 根据成分的差异, 选择相应的化学试剂, 以确保试验的精度和准确性。还可以采用降低绝缘油氧化程度的措施, 例如在绝缘油中添加抗氧化剂, 定期更换绝缘油等, 以减少氧化程度对试验结果的影响。对绝缘油的污染程度要加强监控, 采取有效的防污染措施, 例如增加绝缘油过滤次数、定期清洗变压器油箱等, 以减少污染对试验结果的干扰。

2.3 物理特性试验影响因素及对策

变压器绝缘油的物理特性试验是变压器绝缘油检验中的重要环节, 包括密度、粘度、闪点、凝点等试验。这些物理指标的测试能够直接反映绝缘油的质量状况, 因此对于维护变压器的安全稳定运行具有重要意义。物理特性试验的结果受到多种因素的影响。绝缘油的种类和生产工艺是物理特性试验的重要影响因素。不同种类和不同生产工艺的绝缘油其物理特性可能存在较大的差异。因此, 在进行物理特性试验前, 应先了解所测绝缘油的种类和生产工艺, 以便进行合理的试验方法和结果分析。

绝缘油的使用环境也是物理特性试验的影响因素之一。因此, 进行物理特性试验时, 应尽量模拟绝缘油的使用环境, 确保试验结果的准确性和可靠性。

为了保证变压器的安全稳定运行, 对绝缘油的物理特性进行定期检测和分析是必要的。在进行物理特性试验时, 应注意以上各方面的影响因素, 确保试验结果的准确性和可靠性。同时, 针对不同的影响因素, 采取相应的对策措施, 不断提高绝缘油试验工作的水平和质量。

2.4 电气性能试验影响因素及对策

变压器绝缘油试验的电气性能试验是对绝缘油介电特性的检测, 主要包括介电强度试验、介质损耗因数试验和直流电阻试验。这些试验的结果反映了绝缘油的电气性能, 同时也受到一些影响因素的影响。变压器绝缘油试验中的电气性能试验受到油样品的温度、湿度、污染程度、氧化程度、盐度等因素的影响。其中, 温度和湿度是影响绝缘油介电性能的主要因素^[2]。通常情况下, 绝缘油介电强度和介质损耗因数与温度呈反比关系, 直流电阻与温度呈正比关系。此外, 绝缘油中的水分和杂质也会对电气性能产生负面影响。针对这些影响因素, 可以采取一些对策来保证试验的准确性。首先, 在取样过程中要避免油样品受到外界的温度和湿度影响, 避免在高温或潮湿的环境下取样。其次, 在试验前需要对油样进行充分的净化和处理, 去除其中的水分和杂质, 以保证试验的准确性。此外, 还需要对试验设备进行维护和校准, 确保试验设备的准确性和稳定性。

3 变压器绝缘油的维护与再生

3.1 变压器绝缘油的维护

变压器绝缘油是变压器重要的绝缘介质, 其质量的好坏直接影响到变压器的正常运行。因此, 变压器绝缘

油的维护非常重要。下面详细介绍一下变压器绝缘油的维护内容。

(1) 变压器绝缘油的采样和测试。定期采集变压器绝缘油的样品, 进行各项物理、化学及电气性能试验, 了解变压器绝缘油的使用情况和变化情况。根据试验结果和分析, 确定相应的处理方法和周期。

(2) 变压器绝缘油的过滤。随着变压器的使用时间增加, 绝缘油中会逐渐积累一些杂质、水分和气体等, 这些杂质会影响绝缘油的性能。因此, 定期进行绝缘油过滤, 去除其中的杂质和水分, 维护变压器绝缘油的清洁度。

(3) 变压器绝缘油的保养。变压器绝缘油在使用过程中, 需要进行一定的保养。如定期检查绝缘油的油位、油色、油温等情况, 确保绝缘油在正常范围内运行。同时, 要定期检查变压器绝缘油的密封性, 防止油箱渗漏等情况。

3.2 变压器绝缘油的再生

随着变压器的使用时间的增加, 绝缘油的质量会逐渐下降, 其绝缘性能和物理化学性质会发生变化, 因此需要进行绝缘油的再生处理。变压器绝缘油的再生是通过物理和化学方法去除其中的杂质和氧化产物, 恢复绝缘油的性能, 使其重新达到规定的质量标准^[3]。变压器绝缘油再生的主要工艺包括吸附剂再生、离子交换、热力学分离等方法。在变压器绝缘油再生过程中, 需要注意以下几个方面:

(1) 对绝缘油进行全面的检测, 了解绝缘油的实际情况。根据绝缘油的质量和使用寿命, 选择合适的再生工艺和再生设备。(2) 在再生过程中应该严格控制处理过程的温度、时间、压力等参数, 避免对绝缘油产生不利影响。在再生过程中需要选择合适的再生剂和材料, 以保证再生效果和产品质量。(3) 在变压器绝缘油再生之后, 需要进行再生油的质量检测, 确保其满足国家标准和用户要求, 并且要遵守相关的环保法律法规。

结语

综上所述, 本文分析了变压器绝缘油试验中的主要影响因素, 并提出了相应的对策。在取样操作方面, 应注意避免污染和氧化等问题, 采取合理的取样方式和存储方式。在化学特性试验、物理特性试验以及电气性能试验方面, 应注意试验环境的控制, 严格按照试验标准进行操作, 确保试验结果的准确性和可靠性。此外, 变压器绝缘油的维护和再生也是保证试验结果准确的重要环节, 需要定期进行维护和再生, 保持油质的优良状态。

参考文献:

- [1]王靖凯. 变压器绝缘油化验分析技术及应用[J]. 设备管理与维修, 2022(004):000-001.
- [2]柴金慧. 变压器油化验在数据分析与诊断中的应用[J]. 电力工程技术创新, 2022, 4(4):160-163.
- [3]何红亮, 刘志超. 变压器绝缘油化验技术的发展与应用[J]. 电力系统及其自动化技术, 2020,37(6), 24-31.