

# 电力变压器有载开关渗漏油问题研析

张 然

(保定天威保变电气股份有限公司, 河北 保定 071056)

**摘 要** 变压器有载分接开关在现代电力系统中的使用十分广泛,并在电力系统中起重要的作用。有载开关是变压器设备中唯一的运动部件,调节不同的分接绕组,实现调压目的,有载分接开关可实现不停电做作业,带负载操控。本文对变压器有载分接开关渗漏油问题进行分析,根据有载开关的安装特点,有针对性地采用防范措施和应对办法,并给出有载分接开关正确安装方式及重点检修维护注意事项,旨在为提高电网的安全性提供参考。

**关键词** 有载开关;分接选择器;变压器励磁;负载;电弧

中图分类号:TM4

文献标识码:A

文章编号:1007-0745(2023)02-0040-03

## 1 有载开关渗漏油问题研析的意义

随着变压器产品不断地更新换代升级,变压器有载开关因能在负载情况下带电切换,运行操作方便快捷的特点更能获得用户的青睐,其应用范围也就越来越大,发展前景更加突出<sup>[1-2]</sup>。在制造过程中,有载开关的安装是变压器制造的重要步骤,而安装质量的优劣对保障产品可靠运行起到相当重要的作用。

有载开关在配线、连接、测量、安装、确认的各个环节中,质量操作的优劣直接影响变压器是否得到合格验证,如果出现操作质量事故,会造成变压器无谓的返修,严重制约产品进度和交货期,并会增加产品的制造成本,甚至在现场运行过程中发现问题。常规处理方案,施工周期超过5天,总费用支出超过30万元人民币。涉及真空滤油机、储油罐、大型吊车等多种设备;真空注/放油、试验验收等多个工序,操作流程复杂,存在诸多不可控潜在风险点,任何一个环节出现问题,都可能导致整个维修任务失败,或者留下变压器运行的隐藏风险,不利于长期稳定运行。

## 2 有载开关的安装及调整(以MR开关为例)

各厂家开关装置虽然在结构上略有不同,但总体设计结构基本一致,其工作原理就是通过滑动开关触头,改变绕组接线方式,增加或减少绕组匝数来完成电压比调节。因开关切换过程中产生电弧现象,油室内油质分解变化大,其装置中切换开关油室配置于油箱内,需隔离封闭状态存在<sup>[3]</sup>。

### 2.1 有载开关的正确安装

变压器上节油箱落罩前,取下分接开关头部安装法兰上的顶盖,注意顶盖上的O型密封圈。拉出位置

指示器轴端上的开口挡圈,拆下刻度盘;取下吸油管,从分接开关取出时,注意吸油管头部的O型密封圈。拆下分接变换监控装置底板(如有)打开接线器,拔出接线器插头。小心地从油室垂直吊出切换开关芯子,放在干净且不易触碰的场所。开关芯子吊出后不得随意切换转动。开关芯子吊出开关油室后立即用塑料护罩从底部将开关芯子由下至上兜住进行防护,待开关芯子吊至地面拆卸吊具后再立即用塑料护罩由上至下对开关整体进行防护,以防止异物掉入开关芯子内部。开关芯子回装前注意检查、确认其内部无任何异物后方可进行安装。

拆下用于连接开关支撑法兰与开关支架或固定板固定开关用螺栓,用专用开关吊具从开关油室中间法兰上吊起分接开关,抽出调距垫块。松开其余的开关固定螺母,放下分接开关,从支撑法兰上吊出开关头部法兰。上节油箱落罩后,安装开关头部法兰,注意放好与箱盖间的密封胶垫,防止胶垫移位出现漏油的情况。使用开关托板吊起分接开关,将分接开关安装在开关头部法兰上。复装吸油管及切换开关芯子。注意回装标记,保证切换开关芯子回装的正确性。回装分接变换监控装置时应保证连杆安装到位,顶到油室底部顶针。操作者进入油箱内,检查开关分接线引线绝缘距离符合要求,开关或其它组部件无应力,开关转动时引线不会与操动杆产生摩擦,避免开关受应力无法切换。安装顶盖,注意O型密封圈位置放正<sup>[4]</sup>。均匀紧固全部开关头部法兰螺栓。

安装电动机构,电动机构在变压器箱壁处垂直地安装,不得歪斜,采用螺栓进行固定。

1. 将伞形齿轮盒用螺栓固定在变压器箱盖的支撑

架上。伞形齿轮盒上打出的出厂序号一定要和分接开关序号一致。伞形齿轮盒的水平传动轴末端必须和开关头上的上齿轮轴端精确对准,否则用调节片进行调平,以及伞形齿轮盒的垂直轴与电动机构输出轴需在一条垂直直线上。

2. 伞形齿轮盒的水平传动轴与开关头上的上齿轮轴连接时,按伞形齿轮盒和分接开关头部齿轮盒两轴端之间的长度减去 9mm 截取水平传动轴的实际长度,去毛刺,考虑热胀冷缩,其水平传动轴两端联接处留有一定间隙(总间隙约 2mm)。装入水平传动轴,紧固头部齿轮盒的压板。

3. 垂直传动轴安装按伞形齿轮盒和电动机构垂直轴端之间的尺寸减去 9mm 截取垂直传动轴实际尺寸,考虑热胀冷缩,垂直传动轴联接应留有一定间隙(约 2mm)。

## 2.2 有载开关的调整

分接开关和电动机构连接校验。只能手动操作调节。调节过程中,观察电动机构和分接开关位置指示数,二者应保持一致。手柄旋转保持同一方向,持续至开关切换动作完成。在反方向重复这个过程,当两个方向记录格数不一致值,应按二者差值的一半,再次调节分接开关与电动操作机构的联接。

分接开关与电动机构联接后,必须先手动操作一个循环,在确认位置无误后方可电动操作。有载分接开关在厂内各工序进行联接校验后,需将开关档位调至额定档位。如果开关顶盖齿轮盒和角齿轮盒的位置出现偏移,应将开关顶盖拆下,松开开关顶盖齿轮盒的压圈,齿轮盒便可自由旋转,调整方向并锁紧回装。严禁带着开关一起旋转。

## 3 影响开关渗漏油的主要因素

影响开关渗漏油主要有三个关键部位,上法兰和下法兰相互之间的密封和开关油室放油塞的密封。如果存在缺陷是容易出现渗漏油的几个主要风险点。因此,控制这几个风险点是安装过程中的操作要点。

1. 有载开关在前期配线阶段,如果引线预留长度过长或过短,都会造成切换和选择开关主体受力不均匀,从而使其倾斜不处于垂直状态,给后续法兰安装组合造成困难。

2. 在产品入炉前有载开关拆卸后,放置位置要准确,基本要对正油箱口位置,偏离过大安装开关时容易造成密封胶圈挤搓错位。

3. 产品入炉一定要把密封胶圈取出,否则经过高温干燥,使密封胶圈的弹性功能老化,影响密封效果。

4. 有载开关法兰在拆装过程中,操作不小心,法兰密封面磕碰损伤后,同样会影响密封效果。

5. 安装开关一定要使用专业工具、专用吊具和正确使用操作设备,设备操作不当也会造成安装过程中出现质量问题。

## 4 有载开关渗漏处理对应措施

开展技术练兵和专项技能培训,提升专业操作水平,提高操作者产品质量意识和工作质量。产品装配前,首先检查确认连接的引线对开关体受力拉拽情况,如果开关受力倾斜,要及时进行引线调整,必要时,分接引线的末端必须做成膨胀环状,使引线不承受压力,直至开关主体处于垂直状态,并调整在托盘支架的中心位置<sup>[5]</sup>。取下放油塞检查密封胶圈完好无损,有问题需要及时更换,拧紧放油塞后要有自检确认关闭良好,防止切换开关油室与变压器箱体相通。工具配置一定要适用,需要一吨以上 2 米以上长度的吊带 2 根(吊芯安装时建议采用一根双吊的方法),一吨以上的卸扣 2 个,专用吊带工具一套,切换开关芯体防护用塑料套若干,零部件周转箱 1 个,套筒扳手一套,内六角扳手 1 套(最大到 14 号)手电筒 1 把、尖锥 2 把、呆梅棘轮扳手 1 套(最大至 24 号)12 寸活扳手 1 把。

安装过程中,首先检查头盖和上下法兰、油箱法兰清洁无异物,确认各密封面平整平滑无磕碰凹凸损伤和划痕,用无水酒精把密封面及胶垫清理擦拭干净,用胶水(406)粘牢固。开关切换芯吊出后,把上法兰放置在油箱法兰上对齐,使用专用吊具缓缓吊起切换开关室体,下法兰对接上法兰,注意吊绳要处于垂直状态,防止大幅度左右晃动,对接时时刻观察结合部位,查看密封胶圈有无搓动出槽现象。上下法兰之间有 2mm~3mm 间距时,为避免油箱法兰胶垫异动,操作人员要抬起上法兰配合定位,确认红三角标识位置对正后,上全里圈螺母和外圈螺栓,对角线均压紧到位,注意尽量依靠吊具的提升力,减少直接用工具紧固复位,防止受力不均造成法兰损伤,完成后拆除吊具。依次装入污油导管、切换芯、分接刻度盘和头盖,检查确认各密封面状态良好无异常。

## 5 厂内安装有载开关注意事项及安装完后的验证措施

### 5.1 厂内有载开关安装注意要点

在安装开关时,必须注意按照出厂的红色“△”形标志对准安装。起吊开关时的高度不能使开关与托

盘相碰。密封胶垫要粘牢固,保证密封质量。随时都要避免任何零部件落入开关油室内,否则卡住切换开关造成分接开关和变压器的损坏发生事故。因此,在拆卸开关和复装开关时,零部件数量要清点齐全不缺件漏件。开关在拆除后,所有的物料一定要标明工作号收藏好,防止丢失混用。开关安装完后,一定要钻进油箱检查开关的均压环、屏蔽帽与开关托盘之间的距离以及开关带电体对地、对异相等绝缘距离。开关干燥处理前,开关密封胶垫一定要摘除收好,防止因高温老化。有载分接开关在总装配(产品吊检)时,开关本身的放油塞一定要关闭,防止开关与变压器相通。在拆卸开关前,必须认真阅读开关厂家安装使用说明书及相关操作提示。

### 5.2 厂内安装完后的验证措施

按厂家安装使用说明书逐项检查落实确认。制作试漏装置工装,产品完成吊检开关恢复安装后,把试漏工装连接到R或Q的管接弯头上,用胶皮管连通后充高纯氮气(99.999),当压力表值达到0.03MPa时关闭阀门,带压静放30分钟观察压力变化情况,如压力值正常验证结束,确认开关装配良好,方可继续后续工作。

## 6 有载开关的检修与维护

将有载调压开关巡视检查工作纳入日常运检范畴,严格执行有载分接开关巡查列表中的每一项作业内容,无肉眼可见渗漏油位置、调压操作声音无异响、外观清洁;红外测温按固定时间间隔进行,以油箱整体温升和局部过热为观察重点。分接开关定期检查与试验相结合,拆解检查以动、静触头接触紧密程度为重点,绝缘筒密封度、过渡电阻测数偏离度列入考核项目。绝缘油色谱分析结果是重要的判定指标,发现各组分含量超标时,启动故障深入分析机制,结合直流电阻测量和切换过程中的过渡波形图,进行综合判定,明确数据偏差原因,确保不漏查、不影响变压器设备正常运行。

外观检查包括:开关本体密封良好、无渗漏油;电动机操控箱安装水平度,垂直转动轴垂直度及转动灵活度;油位指示器外观及示数;吸湿器外观及功能;压力释放器外观及功能;电动机箱整洁度,柜门密封情况;分接开关储油柜阀门处于开启状态;分接开关分接位置指示与电动机箱格数保持一致。

电气控制回路检查包括:电气控制回路接线正常并确保接触良好;接触器动作灵活不发生误动、拒动、

连动;操动电动熔断器符合容量匹配要求。电动操作检查,包括:电动操作应进行两个循环,逐级分接变换一个循环,检查启动按钮、紧急脱扣、电气极限闭锁动作、手摇操作电动闭锁、远方控制操作均应正确可靠。

确保有载调压开关的日常操作的正确性。值班调度员根据调控中心下达的电压曲线及时调整有载分接开关,使电压保持在规定范围内并做好相应的操作记录,有载调压开关每日操作次数应按规定执行。就地进行有载调压时,按下调档按钮时间以不超过1秒为宜;禁止在有载调压开关侧过负荷时操作分接开关调整电压。正常情况下有载调压应在远方操作,特殊情况下可就地电动操作或手动操作,操作完毕应断开操作机构电源空开,以防止误动。

## 7 结语

有载分接开关动触头操作时的灭弧工作由变压器绝缘油完成,其功能的有效性跟变压器本体和有载调压开关可靠、稳定运行直接相关,渗漏油是最常见的故障形式,也是难点所在。随着变压器结构不断地更新进步,标准化技术操作,在变压器制造过程中更加凸显它的应用价值和重要性,创新改进在产品生产过程中的保障作用,也会得到更多的体现。通过各种措施的实施,最终形成了统一的操作步骤和方法,无论是前期配线控制,还是装配前后防范方法及安装过程作业完善,基本可以保证有载开关的安装质量,减少了有载开关渗漏油现象,大大降低了产品的返修率和制造成本,用户质量反馈逐步减少,用户优评率、满意率上升,取得显著的经济效益和社会效益。

### 参考文献:

- [1] 张磊,陈梁远,余长厅,等.变压器有载分接开关运行分析及探讨[J].广西电力,2020,43(05):32-35.
- [2] 奚泽立.有载开关窜油缺陷分析处理[J].机电信息,2019(36):82-84.
- [3] 黄嘉文.有载分接开关渗漏油导致变压器油总烃超标的分析及处理[J].中国新技术新产品,2015(06):30.
- [4] 田玉辉,田振宁.一起变压器有载开关渗漏故障分析[J].企业技术开发,2014,33(28):58-59.
- [5] 刘勇,赵懿.变压器有载分接开关渗漏判断和分析处理[J].山西电力,2012(03):45-46.