

换流站工程换流变压器安装技术及工艺流程研究

石 斌

云南电力建设监理咨询有限责任公司, 云南 昆明 650231

[摘要] 在交直流变电站的内部构成当中, 换流变压器是重要的组成部分, 体积较大具有着较高的质量, 在安装过程中具有较为复杂的流程, 因此需要受到格外的重视。文章主要针对换流站工程换流变压器安装技术及工艺流程进行分析, 希望可以为相关单位的工作提供一定的参考。

[关键词] 直流特高压; 换流变压器; 安装技术; 工艺流程; 到货验收

DOI: 10.33142/hst.v3i4.2216

中图分类号: TM41;TM721.1

文献标识码: A

Research on Installation Technology and Process of Converter Transformer in Converter Station Project

SHI Yi

Yunnan Electric Power Construction Supervision Consulting Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650231, China

Abstract: In the internal structure of AC-DC transformer station, converter transformer is an important part, which is with large volume and high quality and has a more complex process in the installation process, so it needs to be paid more attention. This paper mainly analyzes the converter transformer installation technology and process of converter station project, hoping to provide certain reference for the work of units.

Keywords: UHVDC; converter transformer; installation technology; process; arrival acceptance

引言

在进行安装的过程中, 首先需要从设备进场验收开始, 到主要工器具配置、器身检查、补油、密封试验及静置、交接试验、就位等环节对其进行一一的检查和监测, 从而让其本体及零部件全部符合使用的需求, 避免出现故障问题, 为电力企业带来严重的影响。因此需要在安装技术以及工艺流程方面进行深入的研究, 为操作打下良好的基础^[1]。

1 换流变压器基本参数

本文研究的对象, 采用了某换流站工程项目当中 26 台换流变压器安装技术进行分析。

2 换流变压器进场前的技术准备和沟通交流

2.1 运输勘查

确定换流变在站内运输路线和就位方案。本项工作要求在换流变进场前 2 天完成, 以便处理配合工作。

2.2 新油检查和注油要求

需要在周边地带确定了变压器油务处理的场地, 以处理颗粒物指标。要求尽快按照换流变到货就位安装顺序提供变压器油到场, 提供变压器新油出厂全分析报告。油运抵现场后, 应取样在化学和电气绝缘试验合格后, 方能注入变压器内。以上两份油检测报告, 需具备相应资质的第三方进行检测。建议厂家和施工协商好变压器注油方案, 如需要油罐倒油, 要求考虑现场增加合格油罐的工作。

3 换流变压器安装过程技术准备

对过程进行细分, 设置好相应的检查项目, 详细记录每台换流变过程台账, 包括: 规格型号、设备位置、设备编号、供货商、附件到现场、设备到现场、拆除冲撞仪、物资开箱检查、露点测量、新油取样、取本体残油、气体继电器送检、温控器送检、SF6 密度继电器送检、CT 试验、套管试验、铁芯和夹件绝缘电阻测量、压力释放阀送检、附件安装前天气情况、附件安装、器身内检、取残油化验、抽真空、油箱、冷却器泄漏测量(全部使用麦氏真空计测量)、真空注油、热油冲洗、热油循环、开始静置(7 天)、整体密封试验、热油循环后取本体油样、SF6 气体检验、阀侧套管抽真空及充 SF6 气体、阀侧套管微水试验、常规试验、特殊试验、特殊试验后取本体油样、换流变牵引、二次调试

(风冷却器柜)、启动验收及调试、质检验收、站系统调试(带电)、升压或冲击合闸前及额定电压下运行 24h 器身油色谱分析、升流试验、人工短路试验(交流及直流线路短路试验后取油样等^[2])。

4 换流变压器的到货验收

冲击记录仪的查看不大于 3g, 其中“g”表示重力加速度。之后进行开箱的检查工作, 需将附件箱内的附件同清单上的物品说明进行核对, 同时对其仪表箱内仪表包装的完整性进行检查, 一般情况下需要送往专门的检验机构进行检测。

5 安装流程

5.1 附件安装

换流变压器是指定位位置交货而不是基础交货, 每台换流变在厂家提供的一套 2 台专用轨道小车上进行交货, 最后牵引至基础上就位。轨道小车必须要在轨道上进行空推检查, 防止轨道小车与换流变压器基础不匹配, 以及推入过程中造成轨道的挤压。

换流变压器附件是在专用的轨道小车上进行吊装, 在吊装的过程中主要是对冷却器、管道阀门以及仪表进行相应的安装。

对于冷却器的吊装, 特别注意厂家对冷却器的支撑的要求。冷却器安装后, 关闭上下阀门, 充入合格干燥空气, 压力保持 0.02MPa~0.03MPa, 待破氮安装后统一打开。全部安装完成后, 检查风扇是否可以正常运转, 油泵转向是否正确, 无异常噪声(待二次接线完成后, 单体调试阶段完成此项工作)。

5.2 破氮内检

现场控制的核心是绝缘降低, 会对环境提出较高的要求, 需要进行防尘棚的设置。凡雨、雪、风(4级以上)和环境湿度 75%以上的天气不得进行内检。器身暴露在空气中的时间, 从排氮开始起至抽真空时不得超过 16 小时, 内检时间控制在 2 小时内, 如发现内部有影响下步安装问题时, 由厂家提供现场应急方案。

在操作破氮之后, 注入干燥空气排氮, 其充入露点需要低于-45 摄氏度, 而流量控制在 4m³/min。当油箱内空气压力接近大气压, 使用含氧量探测仪测量本体内部含氧量为 19.5%~23%, 便可进行检查, 注意进入油箱的检查人员不得超过 3 人, 检查中必须向油箱内持续补充露点低于-40℃的干燥空气, 以保持油箱内含氧量不低于 18%(安全性)和相对湿度不大于 20%(绝缘性)。

5.3 升高座吊装

换流变压器有 4 个不同的升高座, 其中在阀侧拥有两个, 网侧和中性点各自设有一个。吊装之前需要对升高座进行绝缘电阻的绕组, 同时还需要进行伏安特性、变比等一系列的电气试验。在进行升高座的吊装过程中, 首先需要对骑缝标记以及号码进行鉴别, 明确管道接头的实际方向。在封盘根的处理上, 需要格外的注意, 以免出现渗漏的隐患。在法兰面的位置上, 需要注意电气短接线的连接。在换流变压器进行阀侧位置进行升高座的吊装过程中, 其施工队还需与厂家利用拉链葫芦进行角度的调整。

5.4 套管的吊装

吊装之前要保障对套管进行相应的电气试验, 进而减少本体暴露在外界空气当中的时间。阀侧套管由于安装方向为倾斜安装, 使用链条葫芦调整角度, 通过量角器, 使套管与水平面呈图纸上要求的角度。网侧套管因升高座安装设置点在本体的顶部位置, 需要进行垂直的安装。

6 真空处理

注油前必须对变压器进行抽真空。管路连接及阀门开、关按厂家要求进行, 对本体油枕、调压开关油枕、本体油箱、调压开关本体油箱、冷却器等一起抽真空。注意使用电子真空计测本体真空, 油枕本体与胶囊之间的旁通阀应打开, 以免抽真空时胶囊损坏。

从抽空开始至主体真空度达到 100Pa, 关闭真空管路上的相关阀门, 开始测试泄露率, 测试泄露率 $\leq 10\text{mbar} \times \text{L/s}$ 主体泄露率满足泄露率要求后, 按厂家和规范要求维持本体内真空度, 一般低端换流变压器至少保持 56 小时, 高端换流变压器至少保持 72 小时。一旦出现泄露率不足的情况, 就需要对其进行重新的密封。

7 真空注油

注油全过程应保持真空, 油温应高于器身温度。注油速度不宜高于 100L/min(静电发生量大致按油流速的三次方比例增加)。注入本体的油入口油温符合厂家要求, 多数为 50~60 摄氏度, 以防止水分的凝结。在油面至顶盖下 100~

200mm, 停止注油、停止抽真空。注油过程中, 应观察油中是否有气泡, 若发现气泡则应降低注油速度或停止注油, 待油中无气泡后继续注油。将真空机组接至储油柜顶部, 打开储油柜顶部阀门, 抽空至 100Pa 后, 打开主体与储油柜之间的继电器两侧阀门, 继续注油, 注油至储油柜油面达到略高于油位曲线规定的正常油面, 停止注油。再维持真空 2 小时后, 关闭储油柜顶部阀门, 即可进行热油循环^[3]。

8 热油循环

为消除安装过程中器身绝缘表面的受潮, 必须进行热油循环。热油循环前, 应对油管抽真空, 将油管中空气抽干净。油循环的方向采用高进低出的方法, 将油通过真空滤油机加热进行循环。滤油机加热系统油温应保持在 $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内, 油箱内油温不应低于 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, 冬季可对热油循环系统采取保温措施。热油循环持续时间不应少于 48h, 经热油循环处理过程中, 取油样进行检测, 若绝缘油不合格, 则适当延长热油循环时间, 注意当采样方法不当时可能难以满足含气量要求。

9 补油、密封试验及静置

补充油应从储油柜的专用注油阀注入。整体密封试验可采用氮气, 在油箱顶部加压 0.03MPa, 维持 24h 应无渗漏。换流变压器静置时间按厂家要求执行, 通常 800kV 换流变压器静置时间为 200 小时, 400kV 换流变压器静置时间为 144 小时, 因通过静置使绝缘油内部的气体自然到达顶层, 在静置结束后应多次排放本体及附件内的空气, 并启动潜油泵直至残余气体排尽, 然后调整油位至相应环境温度时的位置。

10 换流变压器牵引就位

换流变压器就位是指由安装位置牵引到运行位置, 即阀侧套管进入阀厅内部。牵引方式为卷扬机配合钢丝绳和滑车组进行牵引, 为了减小牵引过程中速度突变时牵引绳受力和由于地面不平整造成套管颤动的幅度, 牵引速度不宜超过 2cm/s。

满足静置时间要求后方可进行特殊试验, 通过特殊试验检验换流变压器合格。特殊试验一般在轨道小车安装位置上进行, 试验合格牵引就位到运行位置; 也可以先将换流变压器牵引就位到运行位置后再进行特殊试验, 但需要考虑特殊试验所需要的距离, 以及试验不合格需要重新将换流变压器推出的风险。

11 换流变压器网侧套管的孔洞封堵

牵引就位后还需要进行网侧套管的孔洞封堵, 这是因为换流变电站的套管在之前出现了着火的事件, 使得需要对封堵的防爆及相关消防进行改进, 目前换流变压器网侧套管穿墙封堵安工序优化如下: (1) 准备工作(含脚手架搭建、材料运输等); (2) 安装抗爆封堵工字钢; (3) 安装外侧防火封堵迎火面角钢; (4) 安装抗爆封堵龙骨及不锈钢抗爆板; (5) 安装外侧防火封堵(不锈钢硅酸铝复合板、中间龙骨); (6) 安装中间层小封堵; (7) 安装内侧防火封堵(不锈钢面岩棉复合板); (8) 安装阀厅内侧小封堵; (9) 安装防火包边; (10) 安装阀厅外侧小封堵; (11) 安装抗爆圈; (12) 现场复原。

换流变压器就位前, 为保证阀厅的相对湿度和温度满足安装设备的要求, 特别是防止灰尘进入阀厅, 在正式封堵前可采取临时封堵措施。

12 总结

综上所述, 在对换流站工程换流变压器安装技术及工艺流程研究过程中, 由于安装的工艺较为复杂, 且具有着较高的难度系数, 为此需要利用科学合理的方式来执行, 并且在现场的安装队伍需要做好施工的监管工作。

[参考文献]

- [1] 关林坤, 高湛, 鲁伟. $\pm 1100\text{ kV}$ 古泉换流站噪声治理研究与优化[J]. 电力勘测设计, 2020(1): 13-17.
- [2] 石明奎, 苗瑜, 陈文. 换流变压器油枕胶囊泄漏免拆卸快速诊断技术研究[J]. 浙江电力, 2020, 39(05): 118-122.
- [3] 苏嘉彬, 陈斌, 熊静. 基于模块化多电平换流器的背靠背柔性直流换流站绝缘配合方案研究[J]. 电气技术, 2020, 21(05): 84-89.

作者简介: 石焱 (1973.2-), 男, 毕业于云南工业大学, 本科学历, 电力系统及其自动化专业, 就职于云南电力建设监理咨询有限责任公司, 工程部副主任, 电力工程技术高级工程师。