

Analysis of Installation and Maintenance Technology of 110kV Substation Transformer

Jie Liu

State Grid Shandong Electric Power Company Dingtao District Power Supply Company, Heze, Shandong, 274100, China

Abstract

As a critical junction in regional power grids, the installation quality and maintenance standards of 110kV substation main transformers not only determine equipment operational safety and service life, but also serve as the cornerstone for stable power supply. Years of State Grid system experience reveal that despite the high manufacturing precision of modern 110kV transformers, operational reliability is primarily compromised by inadequate on-site installation details and insufficient maintenance techniques. Based on practical experience, this paper explores two key aspects of 110kV substation transformer installation and maintenance technologies, aiming to provide actionable technical solutions for industry professionals.

Keywords

State Grid Power; 110kV Substation; Transformer; Installation; Maintenance Technology

110kV 变电站 变压器安装和检修技术分析

刘杰

国网山东省电力公司菏泽市定陶区供电公司, 中国·山东 菏泽 274100

摘要

作为区域电网重要的联接点, 110kV变电站主变压器的安装质量和检修水平不仅影响到设备安全运行界限及使用寿命, 同时也是确保供电稳定的关键。由多年国网系统实践可知, 在当前110kV变压器制造精度较高情况下, 主要还是由于现场安装环节细节把控不到位、后续检修技术不到位等情况影响设备运行可靠性的发挥。为此, 笔者依据实践经验分别针对110kV变电站变压器安装、检修技术两个方面进行探讨, 力图为其他从业者提供可参考的安装与检修技术方案。

关键词

国网电力; 110kV变电站; 变压器; 安装; 检修技术

1 引言

现阶段中国110kV变电站建设运维方面已形成比较成熟的生产工艺, 但是在一些重要细节环节还容易出现忽视或者凭经验操持的问题^[1]。因此, 为确保110kV变电站变压器安全高效运行, 文章结合相关文献查阅以及结合实践情况下就110kV变电站变压器安装和检修技术展开分析, 以供参考。

2 110kV 变电站变压器安装要点

2.1 基础检查与就位精度控制

在110kV变电站主变压器安装过程中, 基础检查与就位精度控制是决定后续安装质量和运行稳定性的前置环节, 安装前应依据设计图纸和设备制造厂技术文件, 对混凝土基础进行系统性复测, 重点包括基础顶面标高、整体平整度、

局部高差以及预埋钢板和地脚螺栓的空间位置, 其中基础标高复测宜采用水准仪进行多点测量, 测点应覆盖主变支座受力区域并形成闭合校核, 确保实测值与设计值偏差控制在允许范围内^[2]。基础平整度检查应结合靠尺和塞尺同步进行, 对局部不平整区域采用人工凿毛或二次找平处理, 严禁通过强行垫高方式弥补结构缺陷, 同时应复核轨道基础的中心线位置, 通过拉线或经纬仪校正轨道轴线与设计轴线的相对关系, 防止就位过程中出现横向偏移累积。基础表面处理完成后, 应对全部接触面进行清扫和检查, 清除浮浆、油污及松散颗粒, 保证支承面受力条件一致, 为后续找平调整提供可靠基础。主变本体就位阶段通常结合现场条件采用滚杠或滑移推进方式, 在推进前需对受力路径进行布置核查, 滚杠直径、数量及间距应满足设备重量分布要求, 推进过程中应保持连续、均匀的受力状态, 严禁单侧受力或临时停顿, 以防箱体产生附加扭转或局部变形。就位接近终点时, 应采用微调方式控制前进量, 通过人工牵引与限位措施相配合, 逐步将设备中心线与基础轴线对正, 避免一次性推到位引发

【作者简介】刘杰(1996-), 男, 中国山东菏泽人, 本科, 助理工程师, 从事电力工程技术方面研究。

冲击。设备落位后应立即开展水平度与垂直度复测，采用水平仪分别测量纵向和横向数据，并结合支点受力情况布置垫铁，垫铁应成组放置、接触紧密，其厚度调整应遵循先粗后细的原则，确保各支座受力均衡且无悬空现象。完成精调后，应对全部测量数据进行复核确认，满足要求后及时实施临时固定措施，通过限位块或加固装置防止后续附件安装过程中因外力扰动造成位置变化。

2.2 器身检查与附件安装协同控制

在110kV变电站主变压器现场安装过程中，器身检查与附件安装需作为连续受控工序统筹实施。器身检查前应结合到货状态和现场条件，对作业环境进行针对性控制，通常要求在无风或微风条件下作业，并通过临时围挡、篷布或简易封闭棚限制粉尘进入，空气湿度控制以不出现凝露为基本原则，同时对检查工具、测量器具和人员防护用品进行清洁处理。器身检查实施时，应按照厂家技术文件和国网现场验收习惯，对铁芯夹件紧固状态进行逐点复核，重点核查压板、拉紧螺杆及绝缘垫块是否存在松动或位移，对绕组支撑和垫块应检查其受力状态和相对位置，防止运输振动引起的局部偏移，对高低压引线、调压引线及引线固定夹具应确认绑扎牢靠、走向顺直且无擦伤绝缘的隐患，同时结合油箱内部标识核对引线相序与端部编号的一致性。器身检查完成并封闭前，应对箱体密封面进行再次清理，为后续附件连续安装创造条件。附件安装阶段应遵循“先大件、后小件，先内部关联、后外部连接”的顺序安排，散热器安装前需复核接口标高和中心偏差，采用对角逐级紧固方式控制法兰受力，防止密封垫片受压不均，储油柜安装时应同步校核油位计、呼吸器接口和连通管坡度，确保油路畅通且无反坡隐患，套管安装应在确认器身封闭状态稳定后进行，对套管法兰面进行细致清洁并按规定力矩分级紧固，同时避免在安装过程中产生轴向冲击。保护装置和附属管路安装应与前序附件保持衔接，防止因工序倒置导致重复拆装，所有附件安装完成后应统一进行外观复查和密封复核，确保器身检查成果在附件安装过程中未被破坏。

2.3 油处理与注油过程控制

在110kV变电站主变压器现场安装过程中，绝缘油处理与注油工序需作为与器身安装并行受控的关键作业环节统一组织实施，施工前应依据设备铭牌油量、现场环境条件及工期安排，选配真空滤油能力与循环流量相匹配的滤油装置，并对管路、阀门及储油罐进行彻底清洗和密封性检查，避免残留杂质和水分进入系统。绝缘油进场后不得直接投入使用，应在专用洁净区域取样，按现行国家标准完成介质损耗因数、含水量及击穿电压等项目检测，确认指标稳定后方可进入处理流程。滤油作业应采用闭式循环方式进行，滤油系统全程保持正压或真空状态，严禁中途拆卸管路或敞口操作，滤油过程中应将油温控制在适宜区间内，通过稳定升温提高脱气与脱水效率，同时防止局部过热导致油质劣化。滤

油完成后应立即转入注油准备，器身抽真空前需再次核对本体密封状态、法兰紧固情况及真空测点布置，确保抽真空过程中无外界空气渗入。注油应在本体真空度满足工艺要求后进行，注油速度需与真空泵抽气能力协调控制，使油面均匀上升，避免形成局部冲击和绕组位移隐患。注油过程中应持续监视油温、油位及真空变化情况，发现异常及时调整操作参数，注油结束后应维持一定时间的真空保持，使油中夹带气体充分逸出^[1]。随后按规程进行静置处理，静置期间严禁振动和温度剧烈变化，并在规定时间后重新取样检测油中含水量和溶解气体情况。油处理、注油及复检应形成连续闭环作业，所有检测数据需与前序结果进行比对分析，确认油质状态稳定后方可转入后续电气试验工序。

3 110kV 变电站变压器检修技术分析

3.1 有载分接开关机械与电气状态检修

110kV变电站变压器针对有载分接开关机械与电气状态检修必须完成停电、验电、放电、接地后才能开展。首先应该对传动系统的运行情况进行检验，通过检测传动轴同轴度、齿轮啮合间隙、轴承的磨损情况以及用手动盘车的方式判断转动阻力是否正常，并且按照国网电力现场作业相关标准清洗原有的润滑脂，随后再用规定型号的润滑油脂填充或补充润滑油脂，以防止由于润滑剂因素而造成的动作时卡死或者冲击过大的现象。接下来需要检验分接传动系统中的弹簧储能释放机构，检修人员通过查看弹簧自由长度，根据手册中相应参数的大小来判断出弹簧的疲劳程度，同时确认其限位、缓冲组件是否完整好用，以保证分接切换过程中的机械能量释放稳定。然后进入机械部分拆检，此时检修人员需要对主触头和过渡触头进行重点细查，使用肉眼观察和游标卡尺来检查触头的烧损、偏磨、变形等情况，同时针对较轻的烧损触头以专用工具进行打磨修整，对于超出磨耗限度的触头按手册要求进行更换，并且及时清除触头表面残留杂物保证接触面的贴合。对于切换电阻来说，检修人员须检查它固定装置是否牢固以及连接螺栓紧固力矩是否满足其规定并用电桥测其阻值，避免因阻值的变化引起切换电流发生不正常的波动。装复完成后应进行多次分接位置往返操作试验，在手动与电动两种方式下分别记录每次动作的时间、声响以及位置指示的一致性，并结合电气联锁与限位功能检查各分接档位定位是否正确、分接档位之间动作顺序是否正确。另外，还须在无负荷状态下再次复核整体参数，确保有载分接开关在后期运行中的机械传动稳定可靠及电气接触良好。

3.2 绕组与绝缘系统状态检修

绕组与绝缘系统状态检修是110kV变电站主变压器检修工作的核心内容之一，现场工作中应以运行状态评价结果为依据开展针对性检查与处理，在停电并完成放电、验电及接地措施后，首先结合历次直流电阻、变比及短路阻抗测试

数据进行纵向对比分析,重点关注同相绕组电阻不平衡度及相间差值变化,若出现异常漂移,应结合分接位置核对判断是否存在引线接触不良、焊点疲劳或匝间局部过热隐患,并在必要时通过局部解体方式对高低压引线压接部位、支撑垫块及绑扎结构进行实物检查,确保绕组轴向与径向固定可靠,防止运行振动导致位移扩展,同时应对绕组表面清洁度进行检查,清除附着油泥及金属粉末,避免形成局部电场畸变;在绝缘系统检修中,应结合绝缘电阻、吸收比及介损测试结果综合判断纸油系统整体状态,对比分析不同温度条件下测试值的变化规律,重点检查绝缘纸板颜色、硬度及边缘完整性,若发现纸板发暗、脆化或局部起层,应结合油中糠醛含量和微水指标评估老化程度,并根据现场条件采取更换局部绝缘件或加强油道清理等措施,防止油道堵塞影响散热;对于运行年限较长或经历过短路冲击的设备,应同步检查绕组端部撑条、压板及拉带紧固状态,必要时对压紧力进行复核调整,以恢复合理的机械约束水平,整个检修过程应严格控制解体范围,保持原有装配关系和受力结构不被破坏,所有恢复作业完成后需再次开展关键电气试验进行验证,确保绕组与绝缘系统状态满足投运要求^[4]。

3.3 冷却系统与本体密封检修

110kV 变电站变压器周期性检修与状态检修实践中,冷却系统与本体密封的检查与处理通常作为油温异常和渗漏缺陷治理的重要环节同步开展,检修前需结合运行负载曲线、油温历史数据及告警记录,明确冷却回路投退逻辑和易发问题部位。冷却系统检修首先针对散热器本体展开,采用放油隔离后分组拆检方式,对散热器内部油道进行循环冲洗和人工辅助清理,重点清除长期运行形成的油泥、金属微粒及附着杂质,并在清洗完成后通过目视和照明检查油道通畅情况,同时对散热片焊缝、集油管接口及法兰连接处进行渗油痕迹排查,对存在渗漏的部位采取补焊或更换密封组件处理。油泵及其附属装置检修中,应在单台切换运行条件下对油泵解体检查,重点核查轴承游隙、转子同轴度及叶轮磨损

状态,并结合现场听音和启动电流变化判断其运行工况,对存在异常振动或噪声的油泵实施轴承更换或整体校正处理,同时检查油泵出口止回阀动作是否灵活。冷却管路与阀门系统需逐段检查其支撑固定情况和连接可靠性,对老化硬化的橡胶垫片、复合密封垫进行统一更换,并在复装过程中按规定力矩对称紧固,避免局部受力不均引发运行渗漏^[5]。本体密封检修应结合以往缺陷记录,对箱盖法兰、套管根部、油枕连接口等高频渗漏部位实施重点处理,拆检过程中严格控制密封面清洁度和平面度,对轻微腐蚀采用精细打磨修复,对变形或老化严重的密封件直接更换,并在复装后进行静置观察和带压检查,以确保冷却系统与本体密封在长期运行条件下保持稳定可靠的状态。

4 结语

综上所述,110kV 变电站变压器的安全运行并非依赖单一技术措施,而依赖于安装精细化控制以及检修针对性技术共同支撑。结合实践而言,借助于严格执行基础控制、器身与油系统安装要求有利于110k 变电站变压器降低投入使用前的故障率,而围绕分接开关、绕组绝缘及冷却系统开展的技术性检修,则是延缓设备性能衰减的重要手段。通过本研究明确110k 变电站变压器现场安装与检修实施的重点和操作边界,为其长期稳定运行提供有力的支撑。

参考文献

- [1] 刘超.110kV 输变电工程设备安装技术及应用分析[J].消费电子,2025(23).
- [2] 韩益斌.110kV 智能变电站建设技术要点及质量控制措施[J].大众标准化,2024(19):24-27.
- [3] 徐光博.输配电工程中变压器的安装及调试分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2023.
- [4] 李彦甫,顾澄.110kV 及以下变电检修的技术要点与应用分析[J].模型世界,2023(16).
- [5] 邱荣超.110kV 变电站变压器安装与检修方法探讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023.