

电力变压器常见故障原因分析及处理措施

吕晓东, 郑雄

(广州西门子变压器有限公司, 广东 广州 510530)

摘要:随着我国电力系统的不断发展, 电力变压器的常见故障也逐渐显现出来。为了加强对电力变压器的检测, 有效保证电力变压器的可靠运行, 本文针对电力变压器常见故障原因进行分析, 通过提出优化变压器自动跳闸现象、加强变压器的电气检修、强化绝缘材料的选择、合理评估变压器安全隐患四方面, 提升电力变压器在电力系统中的安全可靠运行。

关键词:电力变压器; 故障分析; 性能优化

中图分类号: TM41

文献标识码: A

文章编号: 1004-7344(2022)40-0127-03

1 电力变压器的意义

在电力系统中, 电力变压器是电网设备必不可少的一部分, 为保证整个电力系统安全运行, 从外观上看, 电力变压器主要是由套管、引线、储油柜、冷却装置、器身、油箱箱体等组成。电力变压器作为发电厂和变电所最重要的运行设备, 保证了电网系统的电能输送。其中, 高、低压引线及套管为系统提供所需要的电压和电流, 保证整个电力系统的稳定性; 储油柜能在变压器带不同负荷条件下调节变压器油箱内的储油量和油位高度; 冷却装置能够对电能传输中铁心和绕组产生的热量进行散热处理, 保证器身运行在合适的温度下; 变压器铁心和绕组安装于油箱内, 需要有足够的机械强度, 并且能保证良好的散热效果。因此, 在电力变压器运行中, 变压器各部件的质量是保证电力系统安全运行最重要的前提条件。图 1 为电力变压器构造。

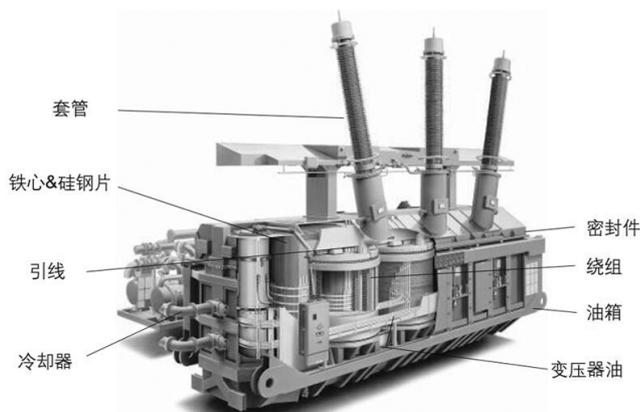


图 1 电力变压器构造

2 电力变压器常见故障原因分析

2.1 自动跳闸和自动重合闸故障

对于我国电力系统来说, 电力变压器的安全运行是至关重要的, 尤其是在日常的运维过程中, 工作人员需要对整台电力变压器进行电气、油样等全方位的检查, 确保每一台电力变压器的稳定性。但是在实际运行中, 时常会因为电量保护和/或非电量保护设置不尽合理, 从而触发自动跳闸和自动重合闸现象, 这是一种比较常见的故障现象, 需要及时进行处理。因此, 为了避免电力变压器自动跳闸和自动重合闸故障的发生, 需要积极加强日常的检修工作。

2.2 发生短路故障

电力系统在日常的运行维护过程中能够有效检测出比较常见的电路故障和隐患, 并予以解决, 从而保证了整个电力系统的稳定性。但在日常检测时, 还是有些电回路处理不当从而发生的短路现象。其中, 短路是由于内部引线连接不当, 而导致了短路故障的发生, 也可能是产品在原厂设计、生产过程中的疏漏环节, 导致在运行中发生短路故障。因此, 为了避免在运行中发生短路故障, 需要安排专业人员在变压器的生产源头进行设计评审、监督生产过程中的工艺流程, 并严格按照厂家要求的电路原理图, 开展运维过程中的工作, 保证供电的可靠性。图 2 为电力变压器短路。

2.3 材料绝缘故障

电力系统和制造厂家在相关原材料的选择中, 需

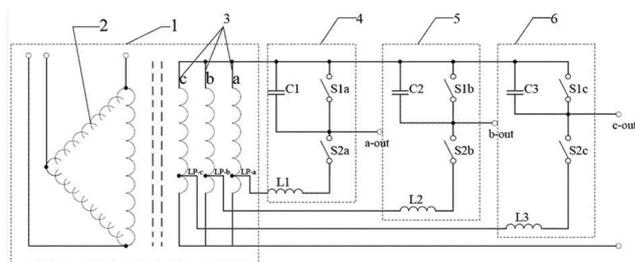


图2 电力变压器短路

要对相关原材料的绝缘性能进行测试，保证原材料优质的绝缘性能。只有在保证了原材料优质绝缘性能的前提下，才能有效保证电力系统的稳定性。在日常的检修和电气试验过程中，经常会发现因绝缘材料失效而出现的电路故障，严重降低了电力系统的安全供电。因此，为了避免相关绝缘材料绝缘失效故障的发生，工作人员需要积极加强绝缘材料的检测。对于有潜在缺陷和老化的绝缘材料，需要进行及时处理和更换^[1]。

2.4 油位检测故障

电力系统在进行日常的运行中，对于油箱方面的检测也需要密切注意油位的变化。电力变压器的油在运行中起到冷却和绝缘作用，变压器器身浸没在合格的变压器油中，才能安全运行。如果由于油箱渗漏或温度的原因，导致油位过低，外面的潮湿空气进入油箱内，器身暴露于潮湿空气中，器身的绝缘性能将受到破坏，危及变压器的安全运行。在日常检查中，由于对于油位的监测不到位，从而导致了电力变压器故障的案例时有发生^[2]。因此，在日常的检修过程中，工作人员需要积极应对不同状态下的油位进行检测和评估，避免因油位过低而造成变压器事故。图3为电力变压器器身。

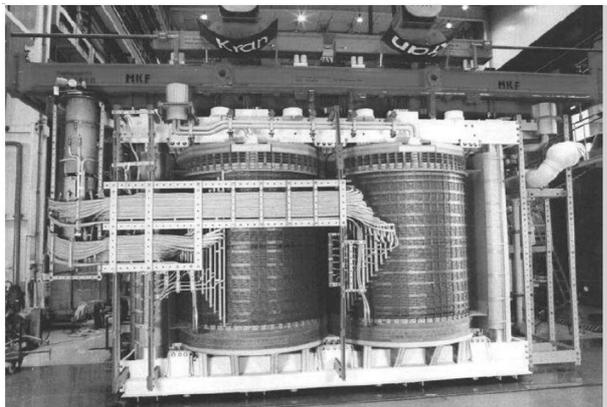


图3 电力变压器器身

3 电力变压器常见故障处理措施

3.1 优化变压器自动跳闸现象

我国电力系统日常的电力变压器巡检，有相应检

修规程和导则，如DL/T 573—2021“电力变压器检修导则”^[3]，工作人员需按该导则的相应条款要求对电力变压器开展巡检工作。对于日常检修过程中出现的自动跳闸的现象，需要积极对电力变压器的保护参数进行优化。电力变压器在运行时，与电力变压器相连接的断路器发挥出了重要的作用。在保障电力变压器稳定供电的情况下，需要在断路器上安装相应的继电保护装置，对出现的自动跳闸现象进行有效的监控，从而保证了整个电网系统的安全稳定。例如，南方某地区电力系统在进行日常的变压器优化过程中，对电力变压器有全面地排查和评估，如果在日常运行中出现了电力变压器自动跳闸现象，工作人员会及时对此情况进行分析，并给出合理的优化方案。在未来的电力变压器维护中，工作人员需要加强自动保护方面的学习，保证电力变压器的稳定，有效提升整个电力系统的水平，从而有效实现电力变压器在电网中的价值^[4]。

3.2 做好变压器短路检修评估

电力系统在对电力变压器日常的检修中，工作人员需要加强相关电气性能参数的检测。变压器短路是一种比较常见的运行故障，在发生外线路短路故障时，电力变压器内部会承受强大的短路电流，该电流取决于外线路参数和变压器的自身阻抗，可能会高达变压器额定电流的数倍，甚至更高，从而危及变压器的内部结构，导致不可恢复的破坏。基于变压器在系统中的重要性和价值高、维修周期长等特点，在变压器发生短路故障后，及时对变压器的状态进行评估是十分必要的。按电力行业的相关标准和规程要求，以及国家电网公司的重大反事故措施，在发生短路故障后，要求对变压器进行电气试验和油样分析，特别是变压器绕组的频响分析，纵向和横向比较绕组的变形量，判断变压器绕组在承受短路故障后的状态，以便作出是否可以继续投入运行，或者密切监控、返厂维修等决定。该评估方案在电网系统近20年中得到广泛应用，有效地降低了变压器在承受短路故障后带病投运并导致后续重大事故发生的风险性，保证电力系统的稳定性^[5]。图4为工作人员对电力变压器进行日常检修及维护。

3.3 加强绝缘材料的选择

绝缘材料的质量直接决定了变压器的寿命，绝缘材料的选择涉及变压器的合同谈判、设计、采购、储存、生产工艺等各环节。为保证绝缘材料的选用合理和质



图4 工作人员在对电力变压器在进行日常下检修和维护

量控制,在变压器的合同谈判期间就应确定关键原材料的性能参数和品牌;在变压器设计时,应充分考虑变压器的运行条件和工况要求,综合电场、磁场、温度场等设计条件,合理选择满足变压器在技术协议要求的全生命周期(如30年)内的绝缘材料有效运行;在变压器制造厂家开展原材料采购时,应严格按合同和签署的技术协议要求进行采购,必要时,应安排品控人员到原材料厂家进行生产过程监控;绝缘材料到达变压器制造厂家后,要按绝缘材料厂家要求的温度、湿度合理储存,并在规定的时间内及时使用;在制造过程中,要严格按变压器厂家成熟的工艺规范,对绝缘材料进行干燥、成型处理,确保与设计参数保持一致。根据笔者多年的经验,在变压器制造厂家严格控制原材料的选型和工艺要求,对设备的后续安全运行极其重要,对设备的运行成本也是最合理的。一味追求产品的销售价格低廉,势必影响原材料的选用和工艺控制,最终会降低变压器的可靠安全运行,甚至导致运行事故的发生^[6]。

3.4 合理评估变压器安全风险

变压器在运行期间,虽然按标准和规程要求进行定期的电气性能试验,但仍会有些潜在的风险和故障。随着传感器、数据模型、数据处理和通讯的发展,在线监测技术在运行的电力变压器上得到了广泛的推广和应用,甚至出现了与实际运行一致的“数字化孪生变压器”^[7]。在线监测设备可有针对性地监测变压器的运行状态,对可能影响变压器运行安全的参数进行实时监控,根据设定的阈值,作出合理的声、光报警,甚至直接将变压器退出运行。在现阶段,变压器油的特征气体分析、铁心、夹件对地电流、套管的电容和介损测试,以

及变压器的负荷、顶层油温、油位、冷却器状态等均可有效地实现监测。综合监测到的变压器运行参数,基于成熟的专家诊断系统,合理评估变压器的缺陷,判断变压器的运行状态和风险,及时调整变压器的负荷,为决策层对设备的后续运行工况作出决定,提供了充足的依据。这个系统和模式的实施,多次对事故发出了提前预警,避免了重大事故的发生。

4 结语

综上所述,随着我国电力系统的不断完善和发展,一些影响、危及电网安全的隐患在逐渐显现出来,电力变压器在电网系统中的安全运行越来越重要。本文基于电力系统中常见的故障现象,分析了故障发生的原因,从变压器产品的技术协议、设计、原材料选用、生产工艺等制造厂家的环节,和产品在运行中利用现行成熟、先进的在线监测设备等手段,提出了对应的处理、防范措施,为提高变压器设备的可靠运行,提升电力系统的安全稳定,对设备运行和监测是有重要指导意义的。

参考文献

- [1] 郭奥.电力变压器常见内部故障原因分析及处理措施[J].矿业装备,2021(6):192-193.
- [2] 王佳鸿.电力变压器常见故障分析及预防处理措施[J].光源与照明,2021(3):80-81.
- [3] 国家能源局.电力变压器检修导则:DL/T 573—2021[S].北京:中国电力出版社,2021.
- [4] 李迎春.油浸变压器常见故障分析及处理措施[J].现代制造技术与装备,2020(7):170-171.
- [5] 刘海江.电力变压器常见故障分析及处理[J].设备管理与维修,2020(18):68-70.
- [6] 周洁.电力变压器常见故障分析及预防措施[J].电世界,2020,61(11):19-20.
- [7] 吕晓东,范廷东.西门子变压器在线监测系统解决方案[C]//中国电机工程学会.2012年中国电机工程学会年会论文集.北京:2012年中国电机工程学会年会,2012:1-4.

作者简介:吕晓东(1967—),男,汉族,湖南湘潭人,本科,高级工程师,从事变压器测试、产品故障诊断和事故分析工作。

郑雄(1989—),男,汉族,湖北荆州人,本科,助理工程师,从事变压器生产制造及现场安装、调试工作。