

Case Study on Fault Diagnosis and Maintenance of 110kV/220kV High Voltage Power Equipment

Guofeng Zhang Lei Shu

State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd. Ningbo Power Supply Company Substation Maintenance Center, Ningbo, Zhejiang, 315000, China

Abstract

With the rapid development of China's smart grid, 110/220kV high-voltage transmission equipment is responsible for the important task of efficient transmission and stable distribution of cross regional electricity. According to statistics from the National Energy Administration, in the past five years, power system accidents caused by power system failures have accounted for over 35%. Each major failure can result in direct economic losses of millions of yuan, as well as industrial production stagnation and chaos in residents' lives. This article takes the 110/220kV high-voltage power grid as the research object, systematically analyzes its common faults, deeply studies fault identification and diagnosis, provides detailed explanations of maintenance steps and ideas, and provides targeted fault prevention and maintenance methods. I hope to provide a comprehensive reference for technology workers in the power industry in both theory and practical application, to help improve the level of fault diagnosis and maintenance of high-voltage power equipment, and to ensure the safe and stable operation of the power grid.

Keywords

110kV/220kV high-voltage power equipment; Fault diagnosis; Maintenance case; Preventive maintenance

110kV/220kV 高压电力设备故障诊断与检修案例分析

张国锋 舒磊

国网浙江省电力有限公司宁波供电公司变电检修中心, 中国·浙江 宁波 315000

摘要

随着我国智能电网的快速发展, 110/220kV 高压输电装备担负着跨地区电能高效输送和稳定分布的重要任务。根据国家能源局的统计, 近五年因高压设备故障引发的电网事故占比超35%, 每一起重大故障都会造成上百万元的直接经济损失, 而且还会引起工业生产的停滞和居民生活的混乱。本文以110/220kV 高压电网为研究对象, 对其常见的故障进行系统的分析, 深入研究故障的识别和诊断, 对维修的步骤和思想进行详尽的说明, 同时给出有针对性的故障防范和维修方法。希望能够为了给电力工业中的科技工作者在理论和实际应用上提供一个综合性的参考, 助力提升高压电力设备故障诊断与检修水平, 保障电网安全稳定运行。

关键词

110kV/220kV 高压电力设备; 故障诊断; 检修案例; 预防维护

1 引言

110kV/220kV 高压电网是实现电能输送和配电的重要组成部分, 其运行状况对电网的安全、稳定和高效具有重要意义。当这些装置失效时, 不但会引起当地的断电, 而且还会引起一系列的连锁反应, 从而引起大范围的断电, 对社会经济和人们的生活产生重大的影响。因此为了保证电网安全、可靠地运行, 对其进行深入地研究是十分必要的, 文章从常见的故障类型、诊断方法, 实际维修案例, 预防性维修等方面进行探讨。

【作者简介】张国锋(1983-), 男, 中国浙江诸暨人, 本科, 工程师, 从事变电设备检修研究。

2 110kV/220kV 高压电力设备常见故障类型

2.1 短路故障

短路故障是110kV/220kV 高压电网中较为常见的一种, 具有较大的危害性, 其主要原因是设备的绝缘损坏、外来物质的侵入、人的因素等。在长期运行过程中, 由于老化、潮湿、过热等因素, 会使绝缘材料失去原有的绝缘性能, 导致导体与导体的直接接触, 从而引起短路。例如长期处于高电压状态的高压电缆, 其绝缘层会逐渐减薄, 最终导致两相间短路。另外, 树和电线堆叠在一起, 鸟儿在上面做窝, 这些都会破坏电器的绝缘造成短路。当系统发生短路故障时, 会产生大量的短路电流, 导致设备烧毁、电网电压骤降, 影响其他设备的正常运行, 甚至可能导致电网解列等严重后果。

2.2 接地故障

在电网运行过程中，电网中有电部件和地面发生不正常的电连接，接地装置的腐蚀、线路绝缘子的损伤，以及电缆外壳的损坏都是引起接地故障的重要原因。而且由于长期埋在地下，受土壤中酸、碱等介质的腐蚀，使其导电性不断下降，引起接地电阻的增加，一旦接地电阻超出规定值，极易发生接地故障。在长时间的使用中，由于受到雷击和污染等因素的影响，电线和铁塔间的绝缘会发生劣化，进而引发接地故障^[1]。接地故障将引起三相不均流，使线路损耗增大，并有可能引起电压、接触电压等，甚至危及人身安全。

2.3 断线故障

断线故障一般是指在长时间受到风力、气温变化等自然因素的作用下，造成金属材料的疲劳，或受到汽车撞击、人为盗窃等外部原因造成的。在某些山地、风眼区域，由于导线在长时间的大风影响下，会发生持续地振动与摇摆，从而使其金属股逐渐折断，最后造成整个导线的断丝。此外，在对电气设备进行偷盗、破坏的过程中，还会有不法分子将电线切断，导致线路断开。断线故障不仅会造成电力供应的中断，而且还会引起其他二次故障，例如导线断开后的电弧、引起火灾等。

2.4 过负荷故障

过载失效的原因是用电负载的增加超出装置的额定能力，随着社会和经济的发展，人们对电能的需求量越来越大，若不能及时进行增容改造，很有可能导致电网超负荷运行。

2.5 绝缘击穿故障

高压条件下，电力装备的绝缘材料因高压而丧失了绝缘特性，从而产生一条导电通路，导致绝缘破裂的原因有不良的绝缘材料、加工工艺以及恶劣的运行环境。在高压条件下，绝缘材料自身存在的气泡、杂质等缺陷将引起局部放电，使其逐步损坏，从而造成绝缘的破坏。另外，长期工作在潮湿、高温、污秽等恶劣条件下，也将加快绝缘材料的老化与损伤，使其发生故障的概率增大。当故障发生时，将引起设备的短路和接地等故障，对电力系统的安全运行构成极大的威胁。

3 故障检测与诊断方法

3.1 故障检测分析

通过对电力设备运行参数的实时监测和分析，该方法能较快地检测到故障信号，并能准确地判定出故障的种类及部位，主要的操作参数有电流、电压、频率、温度、油色谱等。比如在某一装置出现短路故障时，其电流会骤然增加，而电压则会迅速降低；当装置发生局部超温时，它的温升会很高。工作人员通过长时间的监测与分析，能够确定其正常工作参数的范围及变化规律，并对其异常进行初步诊断。

3.2 现场观察排查

现场观察排查是一种最基本的故障诊断方法，维护人员可通过外观检查、运行状况观察和保护装置运行状态的分析等方法，对设备有无故障进行诊断。其中外观检验主要是检查设备有无可见的物理损伤，如导线断裂、绝缘子断裂、设备外壳变形等；运行状况观测主要包括对设备运转时声音是否正常、有无异常振动、有无表面放电现象；对保护装置动作状况进行分析，主要是对保护装置有没有动作、动作信号有没有正常，对保护装置的行动种类以及行动的时机进行分析，从而确定故障的本质和部位^[2]。

3.3 仪器检测诊断

仪器检测诊断是指通过使用专门的测试设备，对电气设备进行全面的检查，从而确定其发生的原因及所在，常见的测试设备有绝缘测试仪、故障定位器、局放检测仪、油色谱分析仪等。其中绝缘试验是用来测定被测仪器的绝缘电阻、吸光率、极化指数等指标，用以判定仪器的绝缘状况；故障定位系统是一种能够对故障线路进行故障诊断的技术；局放探测能探测到装置内有无局部放大，并能判断出装置中的放电强度及位置；油色谱分析仪是用来对诸如变压器之类的充油装置中的绝缘油进行分析的，它可以根据气体的类型和浓度来对其进行分析，诊断设备内部是否存在过热、放电等故障。

3.4 故障定位方法对比

在实际应用中，应根据具体情况选择合适的故障定位方法，或将多种方法结合使用，以提高故障诊断的准确性和效率。

故障定位方法	原理	优点	缺点
参数监测法	监测设备电流、电压、功率等运行参数判断故障类型与位置	实时性强、操作简单	对复杂故障难以准确定位
巡检诊断法	维修人员凭借现场观察与经验判断故障隐患	直观、可靠	受人为因素影响大，效率低
仪器测试法	运用专业检测仪器全面检测设备以判断故障原因和位置	检测精度高	依赖专业仪器与技术人员，成本高
故障波分析法	分析故障线路产生的行波信号确定故障点位置	定位速度快、精度高	对信号采集和处理系统要求高
遥测定位法	借助远程监测系统实时监测与故障定位	实时性强、覆盖面广	需搭建完善的通信网络和监测系统

4 故障预防与维护措施

4.1 定期巡检与维护

制定科学合理的定期巡检计划是预防故障发生的重要措施，巡视周期要依据设备的重要性和运行环境等来决定，

通常情况下，重要的110/220kV高压装置应该一周一次的巡视，巡视的主要内容有：外观检查、运行参数监测、接头紧固检查等。在外观上，主要是要查看机器有无明显的破损、变形、生锈等现象；在运行参数监测方面，主要是对设备的电流、电压、温度等参数的采集，并将其与正常操作相比较；

在连接处的紧固状况检查时,要对仪器的接线端子、螺栓等连接部分进行检查,若有松动,要立即拧紧^[3]。

4.2 状态监测与数据分析

利用现代信息技术和传感器技术,在电网建设过程中,通过对电网中各种设备的运行状况进行实时监控并对其进行分析,从而达到防止事故发生的目的。在此基础上,根据无线传感器的在线监测方法,通过对变压器油温和油色谱数据的分析,能够对变压器内部有无过热的故障进行预报;通过对断路器动作次数和机械振动数据的分析,能够对断路器操纵装置的安全进行预警^[4]。

4.3 人员培训与技术提升

电气设备维修人员的职业素养与技能,对其进行故障诊断与维修工作有很大的影响,所以加强维修人员的培训、提高维修人员的业务素质 and 故障处理能力是十分必要的。培训的内容主要包括电气设备的基础知识、故障诊断技术和维修技术等,通过定期组织技术讲座、现场培训、技能竞赛等形式,对维修人员进行理论及实际操作水平的提升。同时也要鼓励维修人员参加新技术、新设备的培训与学习,了解产业的新动向,提高自己的综合素质。

5 案例分析——110kV 变压器套管故障检修

某 110kV 变电所,操作人员在例行巡视时,用红外体温计检查一台设备,发现 1 号主变 110kV 侧的 A 相套管温度出现异常上升,比正常工作温度高 30℃。为了更好地查明故障原因,维修人员立即带着专门的测试仪器赶到了现场。采用介损仪对套管的介电损耗系数进行了测试,发现其介电损耗比正常值高出 50%。同时采用绝缘电阻测试仪对

其进行测试,结果表明,该方法的性能指标明显降低,大大小于规范的要求。

通过对该故障的综合判定,该故障是由于套管内绝缘的潮湿老化,造成绝缘性能的降低,从而引起了局部的过热。立即制订维修计划,做好停电检查,挂接地线,然后仔细拆卸损坏的套管,通过对套管内绝缘纸的观察,发现有明显的水渍痕,有些地方已经炭化。更换相同型号的新套管,重新测量介质损耗、绝缘电阻,结果显示,所有指标都恢复了正常,之后,对整台变压器进行试运行,经测试,装置工作平稳并且温度平稳,故障全部排除。

6 结语

110kV/220kV 高压供电系统中,对其进行故障诊断和维修是保证电网安全、稳定的重要一环。本文在深入剖析这些常见的故障种类的基础上,掌握一种行之有效的故障检测与诊断方法,并根据具体的实例来总结维修经验,同时采用科学合理的故障防范和维修手段,极大地减少设备故障的发生,从而提升设备的可靠性和寿命。在未来的工作中,电力部门的科技工作者应该对新的故障诊断和维修方法进行研究,提高设备的运行管理与维修水平,从而保证电网的安全、稳定运行。

参考文献

- [1] 邱野.电力故障诊断与风力发电设备的维护检修[J].科学与信息化,2025(01):132-134.
- [2] 张璐.电力设备故障诊断与自动化维护方法分析[J].电力设备管理,2024(21):25-27.
- [3] 邢燕德.无损检测技术在电力设备故障诊断与检修维护中的应用研究[J].科学与信息化,2024(22):127-129.