

220kV变电站变压器运行和继电保护配置分析

周 全

北京四方继保自动化股份有限公司 湖北武汉 430000

摘 要: 电力是现代社会最核心的能源, 电力的稳定供给对维护国家经济发展与社会稳定具有十分重要的意义。220kV变电站作为电力系统的一个重要节点, 担负着电能转换和分配等关键工作, 变压器作为变电站的核心设备, 其地位举足轻重, 它安全、可靠地运行, 对于整个电力系统能否保持稳定起着决定性作用。但变压器在实际工作中可能受多种内、外部因素影响而发生故障或者性能降低。为有效地应对上述潜在风险, 继电保护装置配置就变得非常重要。文章将对220kV变电站变压器运行特性进行深入探究, 并对继电保护配置原则及实施策略进行分析, 目的是为电力系统安全运行提供理论支持与实际指导。

关键词: 220kV; 变电站; 变压器运行; 继电保护

引言

近年来, 随着我国电力系统突飞猛进的发展, 220kV变电站变压器运行环境变得越来越复杂和多变, 无疑加大了继电保护系统所面临的考验。但是目前220kV变电站变压器在运行中还面临着很多困难, 这对于电能供应品质和效率都有着深刻影响。要想保证220kV变电站变压器稳定运行, 就需要对继电保护这一关键性作用进行充分发掘, 这样才能够有效地减少变压器故障率, 继而促进电力系统整体可靠性提高。

一、220kV变电站变压器运行分析

1. 变压器工作原理

变压器基本运行原理就是通过电磁感应原理实现交流电压的变化。在封闭的铁芯中, 绕制相互绝缘的两绕组, 初级绕组通入交流电, 次级绕组输出感应电动势。初级绕组与交流电源连接后, 在铁芯内形成交变磁场, 该磁场既通过初级绕组又通过次级绕组。考虑到次级绕组也存在于这个交替的磁场中, 按照法拉第的电磁感应法则, 磁场的变化会在次级绕组内产生感应电动势, 进而产生电能输出。

这种以电磁感应原理为基础的电压变换是变压器发挥其在电力系统重要功能, 使电能的输送与利用变得更灵活、更有效的基础。

2. 220kV变电站变压器的类型与特点

220kV变电站的变压器有油浸式和干式2种。油浸式变压器采用矿物油作为冷却及绝缘介质, 散热性能好, 过载能力强, 适合在户外环境下使用。它具有工作平稳,

使用寿命长等特点, 但是要定期进行检查和保养, 并且对油脂的加工及存放也需要格外注意安全及环保。而且干式变压器不需要绝缘油, 它的铁芯及绕组也不浸没于绝缘油之中, 所以比较环保, 并且安装简单, 维护成本低。其特点是防火性能良好, 可在较恶劣环境中工作, 而过载能力比较弱。在220kV变电站, 结合实际需求选择适合的变压器类型是关键。油浸式变压器由于具有稳定性高、过载能力大等特点, 常常应用于设备稳定性有极高要求的情况。

3. 变压器的运行状态监测

对变压器运行状态进行监控, 是保证变压器正常工作, 防止潜在故障发生的关键环节。220kV变电站变压器运行状态实时监测是关键。其中一般有温度监测, 油位和压力监测及绝缘状态监测几个方面。

温度监测主要是在变压器关键部位设置温度传感器, 对变压器油温和绕组温度进行实时监控, 从而保证变压器处于安全温度区间。油位和压力的监测是通过使用油位计和压力传感器来测量变压器内的油量和压力, 从而预防可能出现的油泄露或压力不正常的情况。另外绝缘状态监测至关重要, 通过对变压器绝缘电阻和介质损耗的测量, 对变压器绝缘性能进行评价, 并及时发现可能发生的绝缘故障。

这些监测手段既有利于及时发现和处理变压器异常, 又可为维修人员提供精准数据支持, 进而提升变压器运行效率与可靠性。综合应用这些监测技术能够保证220kV变电站变压器在多种运行工况下均能够处于最优状态, 从而为电力系统平稳运行提供了坚实的保证。

4. 变压器的维护与故障处理

对变压器进行检修和故障处理,是保证变压器正常工作、延长变压器使用寿命,保证电网安全稳定运行的重要一环。220kV变电站变压器检修主要有定期检查,清洗,紧固连接部件及更换老化密封件及绝缘材料。这些维修工作都是为了使变压器处于完好状态并防止可能发生故障。检修时,当发现有温度不正常上升,油位不正常变化或者有不正常的声音时,需马上检查故障。对常见故障如绕组短路,绝缘老化,油泄漏等等,维护人员需针对具体情况采取适当措施。比如,对绕组短路时,就可能要对绕组加以维修或替换;针对绝缘老化的问题,绝缘材料可能会有更新;对油泄漏需查找泄漏点和密封处理。

除日常检修之外,预防性试验在变压器检修工作中占据着举足轻重的地位。定期进行如绝缘电阻测试和介质损耗测试等预防性实验,有助于及时识别并解决可能出现的绝缘问题,进而减少故障的可能性。

二、继电保护配置分析

1. 继电保护的基本概念与原理

继电保护作为电力系统一项重要的保护措施,它的基本思想就是将保护线路或者设备在发生故障后发生一些变异的物理量作为信息量,并在这些变异量达到某一数值后启动逻辑控制环节来实现电力系统保护工作。更具体地说,当电力系统中的某个部件,例如发电机、变压器或输电线路出现故障,比如发生短路,流经该部件的电流会急剧增加,电压也会相应地发生变化。这时继电保护装置马上就能发现这些不正常的变化并且和整定值作对比。当监测到电流或者电压大于预设整定值时,保护装置将快速动作,例如断开故障电路或者发出报警信号等,从而避免了故障的扩大并保护电力系统正常工作。从而使继电保护装置可以对电力系统运行状态进行实时监控,对故障进行及时发现与处理,保障电力系统的安全与稳定运行。在实践中,继电保护整定值根据电力系统具体情况及运行要求进行设置,从而保证故障出现后能准确快速动作。

2. 220kV 变电站的继电保护需求分析

220kV变电站是电力系统中的一个重要结点,它的安全与稳定运行在整个电网中起着举足轻重的作用。所以继电保护对220kV变电站的运用是非常重要的。继电保护需求分析其核心是为了保证电网在出现故障时能迅速准确的发现和隔离故障点从而将对电网中其他部位的冲击降到最低。

220kV变电站继电保护装置需满足如下重点要求:

第一,必须具有较高灵敏性与可靠性,能对故障瞬间做出快速响应,精准切断故障线路,避免事故扩大;第二,需要有出色的选择能力,也就是说,在复杂的电网布局中能够准确地识别并隔离出故障区域,而不会对其他正常工作的电路造成干扰;第三,要求有快速性,是因为电力系统运行的稳定性与其故障切除时间紧密相关,故障的迅速切除能够将电网受到的影响和破坏降到最低;应当从经济性角度出发,也就是在保护需求得到满足的同时尽可能地减少保护装置的复杂程度及费用。

为满足上述要求,220kV变电站继电保护系统一般采用多重保护配置方式,主要由主保护,后备保护以及辅助保护组成。每一种保护是根据故障类型及严重程度的不同而设计的,从而保证了在各种条件下均可进行有效地保护。另外,伴随着科技的进步,智能化继电保护系统逐渐得到推广使用,它们通过对电网状态的实时监控以及对保护策略的自动整定来进一步提升电网运行的安全性与稳定性。

3. 常见的继电保护装置与功能

3.1 差动保护

差动保护作为电气设备的关键保护机制之一,它的原理是建立在基尔霍夫电流定律基础之上。差动保护时,将被保护设备两端电流矢量差进行比对,从而判断故障发生与否。具体地讲,在装置正常工作情况下,流入装置与流出装置的电流应相等且差动电流等于零。但是,当出现如短路或内部问题这样的故障时,流入和流出的电流会失去平衡,导致差动电流的产生。在该差动电流大于预设阈值后,差动保护装置快速动作并断电,避免故障扩大。实际工作中差动保护参数设置非常关键,例如差动比率,短路阻抗等等,这些参数设置均需结合具体装置及系统条件进行准确计算与整定,才能保证保护准确可靠。通过该机制差动保护给电气设备提供一种高效准确的保护方案。

4. 继电保护的配置策略与优化

继电保护配置策略及优化,是保障电力系统安全、平稳运行的关键环节。配置继电保护时需考虑电力系统结构,运行方式及故障特点诸多因素。在策略方面,我们一般采用集中式的保护配置方式,利用集中控制与保护装置实现电力系统综合保护。同时后备保护又是必不可少的组成部分,通过对电力系统距离,零序,过流等保护装置的配置,给电力系统附加安全保障。

三、事故过程

2023年10月10日01时36分,巧家县220kV白沟林

光伏电站#1主变差动保护动作跳闸，轻瓦斯告警（本体气体继电器约300mL气体），本体色谱测试结果异常，呈现高能量放电，本故障为突发性故障。通过故障录波波形及试验，呈现高压B相线圈饼间短路故障特征。故障前现场无作业，系统无操作。故障前5天现场为持续阴雨天气。该站海拔约3100m，昼夜温差较大，主变白天带负荷运行晚上空载，昼夜油温差大。

1. 继电保护

保护动作报告得出了“本次故障满足了纵差保护和增量差动保护的動作条件，保护正确动作。建议对高压侧B相故障的原因进行排查，消除隐患。”的结论及措施。二次录波图显示故障时高压侧B相电压降低为53.88V（一次205.3kV），A、C相电压基本保持不变，高压侧B相出现0.833A（一次666.4A）短路电流，A相电流为0.124A（一次99.2A），C相电流为0.127A（一次101.6A）。B相电压下降不多，而短路电流明显大于其他两相，怀疑B相发生饼间短路故障。

2. 分析处理

在制造厂见证了故障主变吊罩进行了吊罩后的内部检查，详细质询了各方故障相关问题，并与参会各方对设备故障原因、故障机理充分讨论分析后，确定本起故障的直接原因是B相高压套管顶部密封失效，进水导致。

该主变高压套管头部高于本体储油柜，在温差、负荷变动较大的条件下，造成套管顶部产生较大的负压。因B相高压套管头部密封失效，外部雨水被吸入到将军帽内，沿穿缆引线侵入变压器高压B相线圈内部，最终在高压B相下半相出线端发生饼间击穿故障。

3. 相关建议

变压器现场安装必须严格执行制造厂安装要求，厂家对安装工作进行技术指导，遇到异常情况要及时与业主沟通，进行协调解决。

变压器交接试验项目应严格按照GB 50150标准执行，尤其是长时感应耐压试验带局部放电测试、绕组变形测试等。

为更好防范变压器受潮，便于随时开展变压器油气渗漏检查，施工单位应配备干燥空气发生器。

变压器安装完成后，应先对变压器抽真空至500pa左右，再充干燥空气并建立20-30kpa的压力排查设备渗漏，并重点检查套管顶部是否渗漏；检漏合格后，再对变压器抽真空且真空度小于200Pa时，关闭本体抽真空阀门和真空泵组，静放并计算泄漏率。当泄漏率大于800Pa*L/s时，应在排除渗漏点后继续抽真空。变压器注油且油温与环境温度基本一致后，关闭油枕与胶囊的连

通阀，对胶囊充干燥空气并建立20-25kpa并保持24小时，再次检查变压器及所有接口、焊缝等是否存在渗漏。

变压器投运后，应严格按照DL 722标准对绝缘油进行离线检测，应在投运后第一个月内增加油色谱在线监测频次，宜4小时一次，以便及时发现设备故障。

四、为提高继电保护可靠性，广泛采用双重化配置策略

这就决定了我们采用两套单独的保护装置来保证当一套设备发生故障后，另外一套设备能持续地发挥其作用，进而维持电力系统稳定地运行。

在优化中，重点在于提高保护装置灵敏性与可靠性。通过对保护装置的仔细选择及保护参数的合理设定，可以保证当故障出现后保护装置能迅速、准确动作，将故障给电力系统带来的冲击降到最低程度。另外我们也致力于保护回路的简化、不必要复杂性与冗余的降低，从而提升保护系统整体性能与可靠性。

除以上策略与优化措施之外，定期检验与保养也是如此。其中包括保护装置的定期性能测试，回路检查，必要的清洗紧固工作等。这些措施能保证保护装置一直保持完好，并能起到关键时保护作用。

结束语

220kV变电站变压器对电网具有决定性作用，它的运行状况直接影响整个电网运行的可靠性，稳定性与安全性。鉴于目前220kV变电站变压器运行中存在的种种问题与挑战，必须引起高度重视，采取适当保障措施。采取科学合理的继电保护方案为其重点，这样才能够对可能出现的电气故障进行有效地防范与处理。与此同时，强化变压器运行状态实时监控也是非常关键的，这样可以帮助我们了解并掌握变压器健康情况。

参考文献

- [1] 高朝辉. 220kV变电站变压器运行和继电保护配置分析[J]. 中国设备工程, 2023(24): 203-205.
- [2] 王鹏. 500kV变电站变压器运行及继电保护措施深入探讨[J]. 工程技术(引文版), 2022(7).
- [3] 郭浩, 刘广振, 彭词, 韩强, 王建虎. 线路断线引起220kV变电站主变压器故障分析及处理措施[J]. 电力设备管理, 2022(20): 42-44.
- [4] 杨锦. 220kV及以上变电站继电保护抗干扰措施[J]. 电气技术与经济, 2022(6): 3.
- [5] 杜亚静, 朱翰超, 王姗, 等. 220kV智能变电站继电保护系统可靠性研究[J]. 2022(2).