

继电保护隐性故障辨识技术要点分析

高万坤

华电国际莱城发电厂

摘要: 在社会日益发展的今天,电气已经变成了人们日常生活的必需品。就电气系统而言,继电保护装置为电气系统的稳定运行提供了保证,所以电气继电保护装置运行状况与人们的生活状况息息相关。需要电力企业做好继电保护装置的日常检修及故障处理工作,保证继电保护装置能够正常运行,避免由于继电保护装置故障而导致变电站运行故障。本文重点对当前常见的多种继电保护装置隐性故障辨识方法及要点进行分析,以期有效降低继电保护隐性故障处理作业难度,提高现有防护技术的先进性。

关键词: 继电保护; 隐性故障; 辨识

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.12.224

引言

继电保护是电力系统中重要保护手段,它能在故障发生时迅速切除故障区域,保护系统其他部分的正常运行。然而,传统的继电保护技术只能检测到故障的发生,无法提供故障的具体位置,给故障的排查和系统的修复带来困难。为了解决这一问题,本文提出了一种基于继电保护的电力系统故障检测与定位技术,对提高电力系统的安全性和可靠性具有重要意义,可以帮助系统运维人员快速准确地排除故障,提高系统的抗干扰能力和恢复能力,进一步保障电力供应的稳定性和可持续性。

一、继电保护概述

1. 概念

继电保护的重点是,当变压器、输电电缆和发电机出现了故障或短路的时候,会自动启动停电措施,来对电力系统的设备进行保护。从而可以避免对变压器,输电电缆和发电机组等造成损坏,从而确保电力系统的安全平稳运行,并实现实时控制电路功能。继电保护是保障电网安全稳定运行的重要保障,是电网安全稳定运行的关键。当电网出现故障时,继电器可以迅速地将电网中的故障部分从电网中清除出去,利用无故障部分持续保证电力系统正常工作,为了实现连续不间断供电,并保护失效部分免受损坏。继电系统通常包括输入、测量、逻辑判断和输出执行4个环节。现场信号投入以后,从测量信号到逻辑信号再到按某种关系逻辑组合运算的最终实现,最终输出来完成工作。

2. 特点

在电力自动化系统的运作中,有许多的流程,并且每一个流程都包含着许多相关的因素,这就要求工作人

员对系统运作的过程进行控制。在整个电网中,由于继电保护的作用,使得在电网中,由于继电保护的作用,在电网中不可避免地会发生一些故障,因此,对继电保护的监控就显得尤为重要。遇到难以解决的问题时,要结合多个单位进行综合分析,对问题进行处理。电力自动化系统的各项操作流程需要进行规范化的有效管理工作,从而在各种外部环境的影响下可以保证稳定的运行状态。对各个系统的工作流程中都可能出现潜在问题,需要进行深入的分析。严格按照电力自动化的操作要求进行继电保护设备的应用,保证监督管理工作的稳定性,实现技术优势的高效发挥,从而稳定电力系统的运转效率。另外,继电保护装置也有助于降低工作人员的操作难度和人力资源成本,提升电力自动化控制精度,实现了效益最大化。

二、继电保护隐性故障

1. 接触不良

我国电气继电保护常发生接触不良。电气系统电气接触不良多是由电压互感器运行故障引起。电压互感器可以把高电压变换成100V或100V以下级别的二次电压提供给系统中的保护装置和仪表装置。互感器发生故障时,会使其高电压转换功能发生削弱,进而对维修人员生命安全造成直接威胁。或在互感器二次中性点接触不好时,会使二次接地和地网系统产生电压叠加、用电过大,使电力系统判断错误,进而发生跳闸。这些因接触不良形成继电保护故障需要及时检修,不然会给民众及操作人员生命安全造成威胁,还会影响电气系统安全可靠运行。

2. 整定定值因素

工作人员在执行电力调度命令的过程中错误输入整

定值时，会出现电力调配不当的问题，系统整定值计算错误，无法满足变电站系统的正常运行需要，致使继电保护装置错误判断电力系统运行情况而发生故障。除却人工操作因素外，继电保护装置使用年限过长时，会导致保护装置内部出现老化现象影响运行性能，致使整定定值发生故障。

3. 绝缘因素

继电保护装置的内部系统构造通常较为复杂，集成程度较高，线路分布较为密集，通常装置内部的静电含量较高，容易吸附静电颗粒，因此如果保护装置的密封性能不足，会导致装置在经过一段时间的使用后内部出现较为严重的尘埃吸附问题，接线的焊点之间附着大量静电颗粒，致使继电保护装置出现绝缘故障，无法正常运行。

三、继电保护故障辨识技术

1. 故障检测与定位

故障检测与定位是配电自动化系统的重要功能，它直接关联到配电网的安全性和稳定性。当配电系统出现问题，比如短路或设备故障等，继电保护装置会第一时间通过监测电流和电压等关键参数的异常变化来识别故障。一旦检测到这些参数超过正常范围，会立即发出警报并向自动化系统传递故障信号。配电自动化系统收到信号后，会迅速分析来自网络各个监测点的数据，如保护装置动作信息、断路器状态和故障指示器反馈等，来精确地定位故障发生的位置。确定故障点之后，系统便执行隔离操作，通过远程控制相关断路器或开关来隔离故障点，避免故障扩散。这个过程极大地缩短了故障排除时间，提高了电网的稳定运行能力和供电可靠性。随后，系统还能通过重新配置配电网，将受影响的用户迅速转接至其他正常线路，以恢复供电服务。

2. 频率特征故障检测

频率是电力系统运行的重要指标，有故障会导致系统的频率发生异常。基于频率特征的故障检测方法可以通过监测电力系统频率的变化来判断故障的存在。通过安装频率监测设备在电力系统中实时获取频率数据。这些设备可以根据电力系统的特点，选择合适的位置进行布置，如发电机出口、变电站等。频率监测设备可以连续地记录电力系统的频率变化情况，然后对采集到的频率数据进行分析，通过计算频率的变化率、变化幅度等指标，判断是否发生了故障。通常，电力系统的频率

变化较小且稳定，当频率超出预设的阈值范围时，可以认为故障发生；当检测到频率超出阈值时，故障检测系统会发出警报，通知运维人员进行进一步的故障排查和修复。系统通过声音、光信号、短信等方式进行警报通知，确保运维人员能够及时响应。基于频率特征的故障检测方法具有敏感性高、响应快的特点，可以快速检测到故障的发生，尤其对于短暂故障和突发故障具有较好的检测效果。

3. 波形比较和差异分析的故障检测

基于波形比较和差异分析的故障检测方法是通过采集电流、电压波形数据，进行比较和分析来识别系统中的故障。正常情况下，电流和电压波形应该是平滑对称的，但在故障发生时，电流和电压波形会出现不对称、畸变或截断等特征。通过记录正常工作状态下的波形数据，并与实际运行时采集的波形数据进行比较和分析，可以检测到波形的异常变化，进而判断故障的存在并定位故障点。例如，在线路短路故障中，电流波形通常会呈现剧烈的变化，通过分析这些波形特征，可以准确地识别故障的位置。基于波形比较和差异分析的故障检测方法具有精确性高、灵敏度强的优势，尤其适用于复杂故障和非对称故障的识别。同时，通过波形的详细分析，还可以获取更多关于故障类型和原因的信息，为后续的故障处理和维修提供指导。

四、继电保护隐性故障处理措施

1. 加强设备初期质量控制

针对变电继电保护系统中的产源性故障，要加强设备初期的质量控制，从源头上确保设备的设计、制造和安装各环节达到高标准，从而有效预防故障的产生。在设备设计阶段，需要确保设计团队具有丰富的专业知识和实际经验。设计过程中应充分考虑实际应用环境的特点，例如温度、湿度、电磁干扰等因素，以确保设计的继电保护设备能够适应实际运行环境。同时，设计阶段还应实施严格的质量审查流程，对设计方案进行多轮评估和优化。在设备制造阶段，选用高质量的材料和先进的制造技术是保证设备质量的关键，制造商应实行严格的质量控制系统，对生产过程中的每一个环节进行监控。例如，通过实施精密的装配流程和严格的质量检测，确保每个部件的性能都达到预定标准。在设备安装阶段，安装人员应接受专业培训，确保他们具备必要的

技能和知识。在安装过程中，应严格遵守操作规程，对设备进行细致的检查，确保所有连接正确无误，设备配置符合设计要求。

2. 隐性故障风险评估

由于电力自动化系统的规模很大，所使用的装置种类很多，因此，继电保护系统的复杂程度比较高。由于电网的不断扩大，电力自动化系统的日益复杂，使得隐性故障的维管工作难度加大。为此，在对继电保护设备内隐性故障进行维管时，需要对内隐性故障的风险进行评价。（1）运行管理者要对继电保护设备的隐性故障状况进行全面的梳理，并对造成隐性故障的成因进行深度剖析，明确其对继电保护设备造成的冲击，并对每一种隐性故障进行分级，增强风险评价的可行性，以提高继电保护设备的可靠性和电网的维修和运行的可行性。

（2）要强化对易发生隐性故障的部位的监控与防护；利用监控，可以对损坏的部位进行完整的控制，并以这些数据为基础，对损坏的概率进行分析，从而提高了对隐性故障的控制效果，并降低了类似的故障的重复出现。在此基础上，根据继电保护设备在各种工况下的工作状态，构建相应的保护管理风险评价体系，并根据电网的具体工况制定相应的维修方案，以保证继电保护设备的安全、有效地工作。

3. 故障隔离

当继电保护装置检测到配电系统出现异常，比如过电流、短路或其他电力故障时，会立即触发动作，同时向配电自动化系统发送故障信号。这个信号包含了诸如故障类型、发生时间和可能影响的区域等重要信息。接收到故障信号后，配电自动化系统开始迅速分析整个配电网的状态，包括但不限于故障点附近的电流和电压数据、相邻区域的保护装置反应以及通过故障指示器得到的现场信息。一旦故障区域被准确识别，配电自动化系统会立即采取行动控制相应的开关装置。这通常涉及打开故障区域周边的断路器或负荷开关，以物理方式从电网中隔离故障部分。这一过程需要非常迅速和精确，以防止故障蔓延造成更大范围的停电或设备损害。通过这种智能控制，配电自动化系统能够最小化故障对电网的影响，并控制停电区域仅限于故障附近的最小范围。同时，系统还会尝试进行自愈，即在不影响整体供电质量的前提下，自动重配置电网，将受到故障影响的用户切

换至备用线路，以便尽可能快地恢复电力供应。

4. 加强定期检测和隐患排查

面对变电继电保护系统中隐蔽性故障的挑战，应通过系统的检测和细致的排查，及时发现并处理那些不易被直接观察到的潜在问题，从而防止故障的发生和扩散。建立一个全面而严格的定期检测体系，包括对变电继电保护系统的所有关键部件进行定期的物理检查，例如检查继电器、断路器、变压器等设备的物理状态，确保没有磨损、腐蚀或其他可见损害。同时，也应包括对系统的电气性能进行定期测试，如绝缘电阻测试、接触电阻测试等，以确保电气部件的性能仍处于良好状态。利用先进的监测技术进行隐患排查，例如，可以使用红外热像技术来检测电气连接处的过热问题，或使用超声波检测技术来发现电气设备内部的绝缘破损。通过这些高科技监测手段，可以在不影响系统正常运行的情况下，及时发现那些肉眼不易察觉的潜在问题。建立一个全面的故障记录和分析系统，通过记录每一次故障的详细信息，并进行深入分析，可以帮助维护人员识别那些可能导致隐蔽性故障的共同因素和潜在趋势。基于这些信息，可以采取更为针对性的预防措施，从而减少未来故障的发生。

五、结束语

电力自动化继电保护系统在电网稳定运行中发挥了十分关键的作用，针对继电保护装置隐性故障问题，需要从管理和技术等多方面来强化对继电保护装置隐性故障的应对措施，以减少有关故障的出现概率，保障电网的安全、可靠运行。

参考文献

- [1] 姜晓寅. 电力系统继电保护隐性故障分析[J]. 清洗世界, 2021, 37(12): 145-146.
- [2] 李振华, 冀学琮. 提高设备可靠性的继电保护状态管理[J]. 企业管理, 2021, (S2): 92-93.
- [3] 王奇, 张庆伟. 电力系统继电保护隐性故障分析[J]. 技术与市场, 2021, 28(11): 117-118.
- [4] 高峥, 纪敏, 徐子轩. 电力系统继电保护隐性故障的研究[J]. 光源与照明, 2021, (10): 116-118.
- [5] 郁梦琪, 高泓怡, 唐玮良等. 电力系统的继电保护隐性故障分析[J]. 电子技术, 2021, 50(07): 254-255.