

电气自动化系统中继电保护的安全技术探究

王海龙 张皓文

国网中卫供电公司 宁夏 中卫 755000

摘要: 本文探究了电气自动化系统中继电保护的安全技术。阐述了继电保护的原理与作用, 包括对电力系统电气量的监测及故障时的快速响应。分析了继电保护的类型, 如过电流保护、过电压保护等。探讨了影响继电保护安全的因素, 涵盖设备质量、运行环境、人为因素和系统故障。提出了增强检查验收严格性、优化安全技术机制和落实专业人员培训等应用策略。

关键词: 电气自动化系统; 继电保护; 安全技术

引言: 随着电气自动化技术在电力系统中的广泛应用, 继电保护的重要性日益凸显。继电保护作为电力系统的关键安全保障, 其性能直接关系到系统的稳定运行和用户的用电安全。在电气自动化系统不断发展的背景下, 深入探究继电保护的安全技术具有重大的现实意义。

1 继电保护的原理与作用

1.1 继电保护的原理

在复杂的电力系统中, 继电保护就如同同一位敏锐的守护者。它时刻监测着电力系统中的各种电气量, 如电流、电压和功率等。当电力系统处于正常运行状态时, 这些电气量会在一定的范围内波动, 保持相对稳定。然而, 一旦系统发生故障, 无论是短路、接地还是其他异常情况, 电气量都会立即发生显著变化。当发生短路故障时, 电流会瞬间急剧增大, 远远超出正常工作电流的范围。继电保护装置通过精密的传感器和监测设备, 能够迅速捕捉到这些变化。接着, 它会依据预先设定的算法和逻辑, 对这些变化进行分析和判断。判断的过程就像是一位经验丰富的医生在诊断病情, 通过对各种症状的分析来确定故障的类型和位置。一旦确定了故障, 继电保护装置会毫不犹豫地迅速发出跳闸指令, 将故障部分从电力系统中切除, 从而防止故障进一步扩大, 保护其他正常运行的设备和整个电力系统的安全。

1.2 继电保护的作用

1.2.1 故障切除

当电力系统发生故障时, 时间就是生命。继电保护装置以其快速准确的响应能力, 能够在瞬间切除故障部分。这就如同在火灾发生时, 迅速切断火源, 防止火势蔓延。它能够有效地避免故障对电力设备造成更大的损害, 保护变压器、发电机等重要设备的安全。例如, 在高压输电线路发生短路故障时, 继电保护装置可以在几毫秒内发出跳闸指令, 将故障线路断开, 避免故障电流

对整个电网造成冲击。通过及时切除故障, 还能保证电力系统的稳定运行。如果故障不能及时切除, 可能会导致系统电压下降、频率波动等问题, 甚至引发大面积停电。

1.2.2 异常报警

在电力系统的日常运行中, 除了故障之外, 还可能会出现一些异常情况, 如过负荷、电压异常等。这些异常情况虽然不一定会立即导致系统故障, 但如果不及及时处理, 也可能会逐渐发展成严重的故障。继电保护装置在监测到这些异常情况时, 会及时发出报警信号。这就好像是一个警惕的哨兵, 时刻提醒着运行人员注意系统的运行状态。运行人员可以根据报警信号, 迅速采取相应的措施, 如调整负荷、调整电压等, 避免故障的发生。当电力系统出现过负荷情况时, 继电保护装置会发出报警信号, 运行人员可以及时采取措施, 如转移负荷、限制用电等, 防止过负荷进一步加重, 保护电力设备的安全^[1]。

1.2.3 提高系统可靠性

继电保护装置通过快速切除故障和及时报警, 为电力系统的可靠性提供了有力的保障。当故障发生时, 它能够迅速将故障部分切除, 减少故障对系统的影响时间。同时, 报警功能也能让运行人员及时发现并处理潜在的问题, 避免故障的发生。这样一来, 电力系统的停电时间就会大大减少, 用户的正常用电得到了保障。

2 继电保护的类型

2.1 过电流保护

过电流保护是一种常见且关键的继电保护类型。当电力系统中的电流超过设定值时, 意味着可能出现了短路、过载等故障情况。其中, 定时限过电流保护具有固定的动作时间, 无论故障电流大小如何变化, 只要达到预设的时间, 继电保护装置就会动作, 切除故障部分。这种保护方式在需要准确时间配合的场合非常适用, 能够确保在特定时间内对故障进行处理, 避免故障扩大。

而反时限过电流保护则与故障电流的大小成反比关系,即故障电流越大,动作时间越短;故障电流越小,动作时间越长。这样的特性使得它在应对严重过电流故障时能够迅速动作,快速切除故障源,最大限度地减少对电力系统的损害。

2.2 过电压保护

过电压保护主要用于防止电力设备免受过电压的损害。当电力系统中的电压超过设定值时,继电保护装置会立即动作,将故障部分从系统中切除。过电压可能由多种原因引起,如雷击、操作过电压等。如果不及时进行保护,过高的电压会对电力设备的绝缘造成破坏,导致设备损坏甚至引发更严重的事故。过电压保护能够在电压异常升高的瞬间启动,迅速切断故障,保护电力设备的安全运行。

2.3 低电压保护

低电压保护在电力系统中的作用同样不可忽视。当系统中的电压低于设定值时,继电保护装置动作,切除故障部分。低电压可能是由于系统故障、负荷过大等原因引起的。如果电力设备在低电压下长时间运行,可能会导致设备无法正常工作,甚至损坏设备。低电压保护能够及时检测到电压异常下降的情况,并采取相应的措施,保护电力设备免受低电压的影响。

2.4 差动保护

差动保护是一种利用被保护设备两端电流的差值来判断故障的保护方式。它具有灵敏度高、动作速度快等优点,主要用于保护变压器、发电机等重要设备。在正常情况下,被保护设备两端的电流应该是平衡的,差动保护装置不会动作。但当设备内部出现故障时,两端的电流会出现差值,差动保护装置能够迅速检测到这个差值,并在极短的时间内动作,切除故障设备。这种保护方式能够准确地检测到设备内部的故障,为重要电力设备的安全运行提供了有力的保障。

3 影响继电保护安全的因素

3.1 设备质量

(1) 元件质量问题:继电保护装置由众多电子元件、芯片、继电器等组成。如果这些元件本身质量不过关,例如元件的精度不高、可靠性差、容易老化等,会导致继电保护装置的性能不稳定。比如,继电器的触点接触不良,可能会造成保护装置误动或拒动;芯片的性能不稳定可能导致数据处理错误,影响保护装置的判断和动作。(2) 设计缺陷:部分继电保护装置在设计阶段可能存在缺陷,如保护逻辑不完善、算法不准确、对特殊工况考虑不周全等。这些设计上的问题会使保护装置

在实际运行中无法正确识别故障或异常情况,从而影响其安全性能。(3) 制造工艺问题:制造过程中的工艺水平也会影响继电保护装置的质量。如果制造过程中存在焊接不牢固、装配精度差、防潮防尘措施不到位等问题,会使保护装置在使用过程中容易受到外界环境的影响,出现故障或性能下降。

3.2 运行环境

(1) 温度因素:高温环境会使继电保护装置中的电子元件性能下降、寿命缩短。电子元件在高温下工作时,其电阻、电容等参数会发生变化,导致信号传输和处理出现偏差,影响保护装置的正常运行。如果在炎热的夏季,变电站内温度过高,如果继电保护装置的散热条件不好,就容易出现误动作。相反,低温环境可能会使一些元件的性能发生变化,甚至导致设备无法正常启动。比如在寒冷的冬季,一些户外安装的继电保护装置可能会因为温度过低而出现故障。(2) 湿度因素:高湿度环境会使继电保护装置容易受潮,导致电路短路、腐蚀等问题。特别是在一些潮湿的地区或雨季,空气中的水分容易进入保护装置内部,使电路板上的焊点、导线等受到腐蚀,影响设备的正常运行。(3) 灰尘因素:灰尘的积累会影响继电保护装置的散热和绝缘性能^[2]。如果设备内部积累了大量灰尘,会阻碍热量的散发,使设备温度升高,同时也会降低设备的绝缘性能,增加短路的风险。(4) 电磁干扰:电力系统中存在着各种电磁信号,如高压输电线路的电磁场、变压器的漏磁等。这些电磁信号可能会对继电保护装置产生干扰,影响其信号的采集和处理。

3.3 人为因素

(1) 操作失误:运行人员在操作继电保护装置时,如果操作不规范、不熟练,可能会导致保护装置误动或拒动。在进行保护装置的投退操作时,误操作了保护压板,可能会使保护装置失去保护功能;在进行设备调试时,误设置了保护参数,可能会导致保护装置在故障时无法正确动作。(2) 维护不当:如果对继电保护装置的维护不及时、不到位,会影响其安全性能。如果长期不进行设备的清洁、检查和校验,会使设备的性能逐渐下降,容易出现故障;在设备出现故障后,没有及时进行维修和更换,可能会使故障扩大,影响电力系统的安全运行。(3) 专业素质不足:继电保护装置的技术含量较高,需要运行人员具备一定的专业知识和技能。如果运行人员的专业素质不足,对保护装置的原理、性能和操作方法不熟悉,就难以正确判断设备的运行状态,也无法及时发现和处理设备的故障。

3.4 系统故障

(1) 短路故障: 短路是电力系统中最常见的故障之一, 短路故障会产生巨大的短路电流, 可能会使继电保护装置过载, 导致保护装置误动或拒动。此外, 短路故障还可能会使保护装置的传感器受到损坏, 影响其信号的采集和处理。在短路故障发生时, 如果短路电流过大, 超过了保护装置的额定电流, 可能会使保护装置烧毁。(2) 过电压故障: 过电压会对继电保护装置的绝缘造成破坏, 导致设备故障。过电压可能是由于雷击、操作过电压等原因引起的。在雷击时, 雷电波会通过输电线路进入变电站, 对继电保护装置产生过电压冲击, 可能会使保护装置的元件损坏。(3) 系统振荡: 电力系统在运行过程中, 可能会由于负荷变化、故障等原因引起系统振荡。系统振荡会使电力系统中的电流、电压等电气量发生波动, 影响继电保护装置的正常运行。在系统振荡时, 保护装置可能会因为电流、电压的波动而误动作。

4 电气自动化系统继电保护安全技术应用策略

4.1 增强检查和验收严格性

为确保继电保护装置在电气自动化系统中可靠运行, 必须增强检查和验收的严格性。在设备采购阶段, 应严格筛选供应商, 对继电保护装置的质量进行全面评估。选择具有良好口碑、技术实力雄厚且产品质量稳定可靠的厂家。在设备安装前, 要对装置进行细致的开箱检查, 核对设备型号、规格是否与设计要求一致, 检查设备外观是否有损坏、变形等情况。安装过程中, 严格按照安装规范和技术要求进行操作, 确保每一个环节都准确无误。安装完成后, 进行全面的调试和测试。对继电保护装置的各项功能进行逐一验证, 如过电流保护、过电压保护、差动保护等, 确保其不同工况下都能准确动作。同时, 对装置的通信功能、数据采集精度等进行检测, 保证其与自动化系统的其他部分能够良好配合。在验收环节, 组织专业的技术人员和管理人员组成验收小组, 依据相关标准和规范, 对继电保护装置进行严格的验收。对发现的问题及时整改, 直至完全符合要求后方可投入使用。

4.2 优化安全技术机制

优化安全技术机制是提高电气自动化系统继电保护安全性的关键。首先, 建立完善的故障监测和预警机制。利用先进的传感器技术和数据分析算法, 实时监测

电力系统的运行状态, 及时发现潜在的故障隐患。当系统出现异常情况时, 能够迅速发出预警信号, 提醒运行人员采取相应措施。其次, 优化继电保护装置的配置和参数设置。根据电力系统的实际情况, 合理选择继电保护装置的类型和数量, 确保能够全面覆盖系统的各个部分。同时对保护装置的参数进行精确调整, 使其在不同的故障情况下都能准确动作, 最大限度地减少故障对系统的影响。此外, 制定详细的应急预案, 明确在发生故障时各部门的职责和行动步骤。定期进行应急演练, 提高运行人员的应急处理能力, 确保在故障发生时能够迅速、有效地进行处理, 最大限度地减少损失。

4.3 落实专业人员培训保证技术水平

专业人员的技术水平直接关系到继电保护装置的运行效果和电气自动化系统的安全稳定。因此, 必须落实专业人员培训, 保证技术水平^[3]。一方面, 制定系统的培训计划。培训内容应涵盖继电保护的原理、技术、操作方法、故障处理等方面, 使培训人员能够全面掌握继电保护的相关知识和技能。培训方式可以采用集中授课、现场实操、案例分析等多种形式, 提高培训的效果和实用性。另一方面, 鼓励专业人员自我学习和提升。提供相关的学习资料和技术交流平台, 让专业人员能够及时了解行业的最新动态和技术发展趋势, 不断更新自己的知识和技能。

结束语: 电气自动化系统中继电保护的安全技术是保障电力系统稳定运行的重要支撑。通过对继电保护原理与作用的剖析、类型的梳理、影响因素的探讨以及应用策略的提出, 为提高继电保护的安全性提供了可行路径。在未来的发展中, 应持续关注技术创新, 不断优化继电保护安全技术机制, 加强专业人员培训, 提高设备质量和应对复杂运行环境的能力, 以更好地适应电力系统发展的需求, 为电力事业的可持续发展保驾护航。

参考文献

- [1]王玉娟,李素静.电气自动化系统中继电保护的安全技术分析[J].信息系统工程,2021(2):104-105.
- [2]宋波.电气自动化系统中继电保护的安全技术研究[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(9):173-174.
- [3]于维婷.影响电气自动化系统继电保护安全性的原因及解决办法[J].数码设计(上),2020,9(3):100-101.