

电力系统继电保护隐性故障的研究

杨晓东^[1] 王坛^[2] 时文波^[3]

- (1. 国网河南省电力公司直流运检分公司, 河南 郑州 450000;
2. 国网河南省电力公司检修公司, 河南 郑州 450000;
3. 河南送变电建设有限公司, 河南 郑州 450000)

摘要 无论是企业生产还是社会运转都离不开电力资源, 电力系统负责电力资源的持续供应, 所以保障电力系统稳定运行非常重要。继电保护装置可以保障电力系统安全正常地运行, 但继电保护隐性故障无法做到完全消除, 该故障一旦发生会对电力系统运行带来严重影响, 进而带来很大的经济损失。所以, 本文对电力系统继电保护隐性故障展开了研究, 基于隐性故障造成的原因提出了有效的应对措施, 以供相关人员参考, 进而最大程度减少了继电保护隐性故障的发生, 为电力系统安全稳定的输送电力资源提供了保障。

关键词 电力系统 继电保护 隐性故障

中图分类号: TM77

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)04-0004-03

社会在不断发展, 科技也在不断进步, 随着我们对于生活质量和水平要求的不断提升, 对于能源的需求也在随之增加, 电力资源作为当前需求量最高的资源, 这也使得电力系统面临着巨大运行压力。对于电力系统而言, 继电保护装置作为保证其高负荷稳定运行的关键, 只有确保继电保护装置保持正常状态才可以使其更好地为电力系统运转提供保障。但是继电保护隐性故障会使得继电保护装置出现问题, 从而引发一系列故障, 所以做好电力系统继电保护隐性故障排查工作非常有必要。

1 继电保护中的隐性故障

在电力系统中, 继电保护隐性故障可以说是继电保护系统中一个无法消除的缺陷, 并且隐性故障很难被察觉^[1]。电力系统在保持正常运转时, 继电保护隐性故障并不会影响电力系统, 但如果电力系统在运转中出现问题就会导致隐性故障的发生, 并造成严重影响。继电保护隐性故障会在一定条件下被触发, 并且具有一定随时性特征, 通常情况下, 维护人员在对电力系统进行维护时很难发现隐性故障, 并且隐性故障可能存在继电保护系统的多个部位。

2 继电保护隐性故障的主要表现

继电保护隐性故障主要表现为操作失败或是意外跳闸。其中操作失败通常是电力系统运行出现故障后, 继电保护装置无法有效解决故障, 进而会出现操作失败, 而意外跳闸则是电力系统并没有出现运行故障,

或是保护区以外故障而引发的误跳闸。所以, 将继电保护操作失败这种隐性故障划分为保护举动, 这种故障会使得电力系统中最少一条母线被分离, 而保护区以外跳闸的隐性故障因为电力系统并没有出现故障, 只是其自发性有害跳闸或是误跳闸, 所以划分为保护勿动。对于意外跳闸可以立即进行补救, 通过自动重合闸的措施, 而电力系统也会依照“N-1”的运行原则, 意外跳闸这种故障的发生通常不会影响电力系统的稳定运行, 但是如果是因为保护区以外故障而引发的误跳闸就会严重影响到系统的安全稳定运行。

在继电保护装置隐性故障开始时, 此时继电保护系统可能会出现操作失败的提示, 而后备保护会将存在故障的线路进行切除。继电保护出现操作失败故障可以说不完全属于隐性故障, 这主要是因为故障发生后, 其他后备保护会对其进行切除, 这种单一的操作失败故障虽然可以得到后备保护的处理, 但是如果系统出现了连续多次的操作失败, 这种故障的范围更加严重, 影响电力系统的稳定运行, 还会导致系统崩溃, 所以连续多次的操作失败需划分到隐性故障当中。在系统运行过程中, 如果有其他杂散信号感染, 就会导致意外跳闸的出现, 使得断路器出现错误才工作, 进而引发隐性故障。由于自发性有害跳闸在发生时, 系统并没有出现任何故障, 也不会改变电力系统的运行状态, 所以这种跳闸可以不划分至隐性故障当中, 而保护区外故障所引发的误跳闸, 会引发严重的停电问题, 这种停电问题作为隐性故障的典型表现方式, 与

系统运行环境、系统故障有着密切关系。此外，继电保护操作失败与意外跳闸故障还可能同时发生。

3 隐性故障特点及触发因素分析

电力系统事关电力资源供应，因此要求继电保护装置保持良好运行状态^[2]。但随着继电保护装置的长时间、高强度运转，很容易增加其故障发生概率，无法为电力系统提供有效保护。在电力系统运行时，如果相关人员没有做到及时发现继电保护中所潜藏的隐性故障，就使得继电保护难以有效对电力系统运行存在的问题进行判断，从而导致电力系统出现运行事故，并造成严重后果。电力系统继电保护隐性故障具有潜藏性、破坏性的特点，主要是因为隐性故障在系统正常运行时或是正常条件下很难被发现，需要借助一些验证、实验或是在设备发生故障后才可以被检测出来，这就是为什么将这种故障称为隐性故障的主要原因，而如果没有及时被检测出来，所带来的损失是无法预估的。触发电力系统继电保护隐性故障的因素是多方面的，具体内容如下：

第一，因自然因素而触发的隐性故障。因自然因素而触发的继电保护隐性故障通常是指恶劣天气、自然灾害而引发的故障问题，例如：雷电、暴雪、暴雨、台风、地震等等，这些恶劣天气和自然灾害对电力系统所带来的影响非常严重，会导致电网出现大面积连锁故障，影响电力系统的供电稳定性，很容易出现大面积停电，并且电力系统的抢修维护也非常困难。

第二，电力系统相关工作人员专业性不足。对于电力行业而言，其具有很强的专业性和复杂性，所以电力系统继电保护中，对于有关工作人员的专业水平和素质也有着很高的要求。但是就目前来看，电力系统继电保护相关检测人员中，高专业素质的人才稀少，现有的工作人员专业素养参差不齐，一些电力系统工作人员现有的专业水平难以有效满足相应标准，所以在系统出现故障时，难以做到及时察觉，尤其是对于隐性故障，更是很难在第一时间发现，导致隐性故障无法得到及时处理，进而导致故障规模进一步扩大，造成一系列连锁故障，对电力系统的安全稳定运转带来严重影响。此外，还有一些工作人员在工作当中缺乏责任意识，对待工作敷衍了事，不依照标准进行规范操作，进而增加隐性故障发生概率。

第三，继电保护设备原因。除了外部因素外，继电保护设备自身因素同样会引发隐性故障。如果继电保护硬件或是软件存在故障或是抖动，就会很容易在运行过程中引发隐性故障。而造成这种原因主要是因

为在设备使用前没有依照标准对这些硬件和软件设备进行规范化测试，或是在硬件设备安装时线路连接错误。此外，继电保护装置中的元件或是线路在长期使用下出现磨损或是老化也会引发隐性故障。

第四，继电保护工作没有得到应有重视。继电保护在运行过程中，可以断开存在故障的部分，避免故障元件或是线路影响电力系统的正常运转，虽然对一些元件或是线路进行了切断，但是并不影响电力系统的正常运行。因此，需要加强对电力系统继电保护工作的重视。但是一些电力企业并没有对其给予高度重视，而且继电保护中很多隐性故障并不容易被发现，如果不重视就无法准确排查隐性故障，难以将故障所带来的损失控制到最小，存在故障的部分会不断扩大，导致电力系统出现连锁故障，影响电力系统的运行，为电力企业带来巨大损失。

当电力系统出现运行故障后，此时继电保护装置无法保持正常运转处理状态，进而无法为电力系统的运行提供保障，很容易出现安全事故，对电力企业造成巨大影响。所以，电力系统继电保护隐性故障一直以来都是电力企业关注的重点，需要在日常工作中做好隐性故障排查和研究工作，并做好充分应对措施，这样才可以使继电保护装置保障电力系统的安全运转，为社会提供稳定的电力资源。

4 继电保护隐性故障所带来的后果

对于电力系统而言，一旦发生继电保护隐性故障，就会触发一系列故障的发生，使得整个电网出现瘫痪。这主要是因为电力系统中，其他保护装置也会有隐性故障，所以当电力系统出现故障后，继电保护系统发出错误运行指令，就很容易触发其他保护装置的隐性故障，导致引发电网出现大范围故障。继电保护隐性故障并不是突然被触发的，在故障发生之前通常已经有了一段时间的发展过程，这个过程会对系统运行带来一定影响，使得系统运行不稳定。如果没有做好电力系统监控工作，就很难及时发现电力系统运行异常的情况。在隐性故障发生后，一系列连锁反应被触发，进而在电网中出现两个区域，一个是过负荷区，另一个是发电区。如果过负荷区崩溃，就会导致发电设备受到损坏。继电保护隐性故障所带来的后果不止这些，如果继电保护隐性故障没有得到及时发现和有效处理，还会对电力工作人员的生命安全造成威胁。继电保护装置的作用是监测电力系统运行中的电气量是否处于正常值，而隐性故障的出现会导致继电保护系统实时监测诊断有误，使得电力相关人员处于危险当中^[3]。

5 电力系统继电保护隐性故障处理措施

5.1 做好隐性故障监测工作

电力系统不仅非常复杂,且其规模还非常庞大,电网的覆盖面积非常广泛,所以说电力系统运行环境非常复杂。正因如此,引发电力系统运行故障的因素有许多种,应对这些故障的手段也是多样化的。继电保护装置作为电力系统的重要一部分,当继电保护出现故障后,其所产生的影响也会存在一定不同,而电力企业要想保障电力系统的稳定、安全运转,就要做好继电保护隐性故障监测工作,将继电保护隐性故障所带来的影响降到最低。为此,电力企业需要对继电保护隐性故障有着全面、充分的认识,掌握引发继电保护隐性故障的原因,并了解隐性故障所带来的不良影响和后果,这样才可以做到站在整体角度上对继电保护隐性故障进行分析。在继电保护隐性故障监测工作时,可以结合继电保护系统运行环境来分析和处理隐性故障,确保继电保护系统的稳定运行。同时,电力企业需要充分掌握继电保护装置可能出现隐性故障的区域,对继电保护不同位置隐性故障发生概率进行分析,通过对其隐性故障发生可能性进行全面预测,从而更好地采取有效措施来应对。

5.2 提升电力系统检修人员综合素质

提升电力系统检修人员综合素质可以有效应对和预防继电保护隐性故障,通过提升电力系统维修人员综合素质,可以在继电保护隐性故障发生后的第一时间确定故障发生位置、故障发生原因,并采取有效故障处理措施来解决故障问题。为此,电力企业应当加强电力系统检修人员的培训工作,定期组织电力系统检修人员学习继电保护隐性故障有关知识,在培训中增加一些真实故障案例,以提升电力系统检修人员应对继电保护隐性故障的经验和能力。此外,还要注重电力系统检修人员的操作能力的提升,通过模拟隐性故障让检修人员来自己判断和解决,这样不仅可以让检修人员将自己掌握的继电保护隐性故障知识运用于实践当中,还可以提升其技术和操作水平,在继电保护隐性故障发生后也可以有效应对和解决。

5.3 做好电力系统继电保护系统检修工作

为避免电力系统继电保护隐性故障的出现,电力企业还需要做好继电保护系统检修工作,将隐性故障发生概率控制到最低。为此,电力企业应当要求继电保护装置维护检修人员进行定期检修,并将检修情况详细记录在案,在发现系统运行异常后要第一时间找

出原因并采取有效措施。此外,还应当明确继电保护装置维护检修责任,提升维护检修人员的责任意识,这样才可以使其在电力系统继电保护系统检修工作中更加认真,进而有效降低电力系统继电保护隐性故障发生概率,避免电力企业承受较大损失,保障相关工作人员的生命安全。

5.4 引进先进的技术和设备

虽然我国电力事业发展迅猛,电力系统所运用的继电保护装置相对而言在功能上和性能上都比较先进,但是继电保护装置还是有着一一些不完善的地方。提升电力系统继电保护装置本身功能和性质可以更好地避免隐性故障的发生。为此,电力企业可以主动学习发达国家的一些电力技术,并引进先进的设备,结合电力企业实际需求来对这些技术和设备进行改进和创新,丰富电力系统继电保护装置功能,增强继电保护装置性能,这样才可以使继电保护装置更好地保护电力系统的运行。

6 结语

在电力系统当中,继电保护装置作为保障其安全、稳定运行的重要设备,是电力系统的重要组成部分。随着社会对于电力资源需求和要求的不断提升,使得电力系统运行压力与负荷不断增加,因此继电保护所发挥的作用也越来越重要。继电保护装置可以及时识别电力系统中的危险隐患,并及时采取有效措施避免故障发生,控制故障所造成的影响。但隐性故障作为继电保护无法消除的故障,不仅很难被发现,其破坏力还非常强。因此,电力企业应当给予继电保护隐性故障充分的重视,全面认识隐性故障触发因素,重视其造成的危害,并采取有效措施进行防范,使继电保护装置可以更好地保障电力系统安全运行,进而为社会提供稳定电力资源。

参考文献:

- [1] 吕文婷,李琳,何珊.电力系统中继电保护隐性故障及其改进措施[J].科技资讯,2019,17(25):31-32.
- [2] 李仲青,高翔,李永丽,等.考虑继电保护隐性故障的风险评估技术研究[J].中国电机工程学报,2016,36(S1):29-35.
- [3] 高伟.基于继电保护隐性故障的电力系统连锁故障分析[J].华北电力技术,2015(02):5-8,23.