

电力系统继电保护的隐性故障探析

朱煜庭

国能宁夏灵武发电有限公司 宁夏 银川 751400

摘要：继电保护是电力系统运行体系的重要组成部分，需要对继电保护相关内容展开深入研究。现将电力系统继电保护作为研究对象，分析其隐性故障的概念与特点，整理其因影响故障的影响，从风险评估、实时监控、设备管理、电磁干扰、维护检修等维度，提供电力系统继电保护的隐性故障应对方案，旨在为更多电力系统管理单位提供思考方向，科学处理继电保护的隐性故障，保障电力系统的稳定运行。

关键词：电力系统；继电保护；隐性故障

前言：在电力系统出现运行故障或是异常情况时，由继电保护快速确认问题，向控制台发送报警信号，同时隔离故障位置，避免影响电力系统其他环节。继电保护对于地区电力资源稳定供应具有重要意义，是电力系统运行体系的基础构成。有必要对电力系统继电保护进行详细分析，保障社会公众的正常生产、生活。

1 电力系统继电保护的隐性故障概念与特点

对于电力系统继电保护的隐性故障，是指在继电保护发生故障时，并不会直接产生故障影响，而是伴随电力系统的持续运行，继电保护故障环节持续升温，造成绝缘损坏，进而生成更严重的负面影响，降低电力系统的运行稳定性。电力系统继电保护的隐性故障特点可以细化为以下三项内容：第一，隐蔽性。相比于可以直接观察到故障影响的显性故障，在大多数情况下隐性故障不会被直接观测，需要工作人员定期检查继电保护，或是通过多次测试，才能有效确认隐性故障是否发生以及具体发生位置；第二，持久性。在隐性故障发生时，电力系统仍然可以保持运行状态，只是运行状态会随着隐性故障不断扩大而逐渐降低。在没有出现电力系统严重的运行问题之前，隐性故障会一直存在，不会自行消失；第三，危险性。在电力系统继电保护的隐性故障持续时间足够长，会从原本小范围的隐性故障发展成影响范围广、影响程度严重的大型危险，会破坏电力系统本体结构，增加相关设施设备损坏概率，提高整个电力系统维修建设成本。如果情况严重，可能会引起地区性的电力资源供应中断，严重影响当地企业生产计划顺利实施，不利于当地居民的正常生活^[1]。

2 电力系统继电保护的隐性故障影响

在电力系统继电保护发生隐性故障时，会产生以下三种影响：第一，继电保护无法正常工作。在隐性故障发生时，继电保护将失去正常工作的能力，无法发挥确

认电力系统运行故障、隔离故障位置的功能，难以有效判断电力系统当前工作状态是否处于正常水平，失去对电力系统的管控能力；第二，增加电力系统设备损坏概率。出现隐性故障时，控制台无法确认电力系统的具体情况，难以在小型运行故障解决，有效处理电力系统问题。只有在电力系统出现明显的问题，比如部分电力系统运行瘫痪，才能明确电力系统的故障。此时，电力系统设备已经被运行故障影响，容易出现设备内部电路烧毁、机械结构损坏等情况，需要投入更多的资金进行设备的维修与更换工作；第三，容易威胁社会公众的人身安全与财产安全。继电保护是以实时确认的方式，提示控制台电力系统是否处于正常运行水平。在出现隐性故障时，控制台将失去确认电力系统故障的条件。如果遇到电力系统的常规维护检修程序，电力系统故障可能会对维护检修人员的人身安全造成威胁。如果电力系统故障较为严重、影响范围较广，则会对区域内所有用户的设施设备造成负面影响，威胁社会公众的财产安全^[2]。

3 电力系统继电保护的隐性故障应对方案

为科学应对电力系统继电保护的隐性故障影响，降低隐性故障衍生的电力系统运行风险，需要设置完善的应对方案，对隐性故障进行有效管控。

3.1 隐性故障风险评估

为满足地区电力资源使用需求，电力系统建设规模相对较大，连接的设施设备类型较多，这意味着电力系统继电保护的隐性故障应对难度将会持续增加。为合理降低隐性故障应对难度，落实电力系统的管控工作，就需要针对隐性故障开展科学的风险评估工作。在实践中，可以从以下两个角度展开相关工作：第一，确认隐性故障表现情况。电力系统管理单位需要对继电保护隐性故障展开详细分析，确认隐性故障的具体表现情况。比如绝缘老化，可以闻到绝缘材料焦化的气味，手指触

摸绝缘材料,会携带材料颗粒。电气接触不良,则会在部分位置出现局部过热的情况。电力系统管理单位需要从工作经验、逻辑分析等角度,分析继电保护非正常工作状态,确认相关的隐性故障,做到信息真实、内容详细,避免出现模棱两可的情况;第二,设置隐性故障风险评估等级。对于电力系统继电保护的隐性故障,存在从弱到强的变化,即隐性故障风险等级会随时间变化而不断提升。在确认隐性故障表现情况后,电力系统管理单位需要对隐性故障进行细致分析,对隐性故障划分为若干评估等级,确认可能造成的电力系统风险,为后续的实时监控与维护检修工作打下坚实基础。比如电气接触不良,根据Joule's law,电流会在某些位置不断积累,生成更高的热能,进而出现局部过热的情况。在进行维护检修时,电力系统局部位置会产生更高的温度,就可以将这种情况设定为中等偏下的评估等级。如果出现触摸发烫的情况,就需要设定为中等偏上的评估等级,同步启动相应的维护检修方案,避免出现电力系统严重的运行故障^[3]。

3.2 隐性故障实时监控

在电力系统中,部分区域直接暴露在外界环境,极容易受到天气因素影响,发生相应的运行故障,也更容易出现继电保护隐性故障。电力系统管理单位可以对管控范围内的电力系统进行有效分析,根据脆弱性指标,确认各个区域的评估结果。对于脆弱性指标较高的区域,代表发生继电保护隐性故障概率大;脆弱性指标较低的区域,代表发生继电保护隐性故障概率小。在确认管控范围内的电力系统脆弱性后,设置监控摄像头,对电力系统进行7day×24hour的全天候监控。对于脆弱性指标较高的区域,需要增加监控力度,提高监控精度,保证隐性故障发生前后,控制台可以立刻获取相关信息,维护检修人员可以及时抵达故障位置,开展后续为维护检修工作。对于脆弱性指标较低的区域,可以适当降低监控力度,将更多的监控资源转移到脆弱性指标较高的区域,以此达到监控资源的合理应用,达成电力系统继电保护隐性故障实时监控的工作目标。除基础的监控技术外,也可以引入大数据技术,配合电子脉冲监控设备,对电力系统的运行状态进行实时分析。当电力系统某个环节的电力、电压、热能超过设置阈值,立刻连同监控系统,由大数据技术根据监控信息确认继电保护是否发生隐性故障。如果是,则通知控制台,进行维护检修的常规操作。如果不是,则将该环节作为监控重点对象,后续提高该环节的监控资源供给水平,降低控制台确认继电保护隐性故障工作量,科学提升电力系统的运

行稳定性^[4]。

3.3 二次设备管理维护

继电保护作为重要的二次设备,在电力系统运行过程中,会受到各种因素的叠加影响,导致继电保护无法正常工作,进而产生相应的隐性故障。电力系统管理单位需要做好继电保护的管理维护工作。在实践中,可以从以下两个角度展开相关工作:第一,做好继电保护更新工作。一些电力系统构成相对复杂,存在一些使用时间较长的继电保护。这些继电保护虽然能维持电力系统的正常运行,但是却容易出现隐性故障。而且,老旧型号的继电保护管理维护难度较大,不符合电力系统高效率运行运转需求,其他二次设备也面临相同的使用问题。电力系统管理单位可以对整个电力系统进行梳理,确认包括继电保护在内的所有二次设备,明确投入时间的具体时间、维修频率、损坏情况等信息,用新型号的二次设备更换旧型号,降低旧型号引起的继电保护隐性故障。如果旧型号更换周期小于半年,可以暂停更换操作,进行常规的管理维护处理即可,合理控制电力系统运营维护成本;第二,开展继电保护维护作业。可以根据电力系统的运行情况,确认脆弱性指标较高的区域,明确区域内的继电保护型号,设置合适的维护方案。在每个周末、每个月末,对继电保护进行检查,确认是否保持正常工作状态。及时发现继电保护老化、破损等问题,进行更换、维护等操作。

3.4 科学处理电磁干扰

电磁干扰会对继电保护正常运行造成负面影响,降低监测数据精度,增加隐性故障的发生概率,提高电力系统运行风险,需要做好电磁干扰的处理工作。在实践中,可以从以下三个角度展开相关工作:第一,设置滤波器。可以考虑在电力系统中设置滤波器,抑制其他信号对继电保护造成的负面影响。电力系统管理单位可以对电力系统周边区域进行分析,确认是否存在信号塔、大型建筑物等,并将这些影响信号正常传输的建筑物作为参考,在该区域的电力系统设置相应的滤波器,通过提升电力系统抗电磁干扰性能,合理控制继电保护隐性故障;第二,增设抗干扰装置。可以考虑使用交联聚乙烯绝缘材料制成的抑制电磁干扰场合用变频电缆通过金属编织层+绝缘层的结构设计,降低电磁干扰对继电保护造成的负面影响。而且,这种变频电缆安装方案,拥有稳定使用性能,符合电力系统长期稳定运行需求,极大提高电力系统运行的安全性;第三,选择具有抗电磁干扰性能的继电保护。可以在电力系统设计阶段,选择拥有一定抗电磁干扰性能的继电保护,削弱其他信号对

继电保护造成的影响,强化电力系统整体抗电磁干扰水平,合理降低电磁干扰后续处理难度。

3.5 规范维护检修工作

规范电力系统继电保护的维护检修工作,是建立隐性故障应对方案的闭环逻辑,实现电力系统稳定运行的基础内容。在实践中,可以从以下三个角度展开相关工作:第一,设置详细的维护检修流程。维护检修流程是保障维护检修工作顺畅落实的基础内容,一定要从实践应用的角度,设计完善的工作流程,确认具体的维护检修环节,避免出现常识性问题。开展维护检修工作时,每支维护检修队伍人数最低为两人,一人负责维护检修,一人负责提供辅助帮助,禁止两人同时参与维护检修作业。如实记录维护检修信息,明确时间、工作节点等内容,方便进行问题追溯。如果发现继电保护隐性故障,需要在记录单上记录故障类型与处理方法。在结束维护检修任务后,还需要对处理位置进行拍照留痕;第二,确认具体的维护检修工作。不同的隐性故障,对应不同的维护检修工作。维护检修人员需要准确判断隐性故障的类别,选择合适的维护检修方案,开展相应任务。比如绝缘劣化,不会立刻引发电力系统运行故障,但是会影响电力系统的绝缘性能,增加设施设备突发性风险发生概率。维护检修人员需要中断出现绝缘劣化的电力系统,更换新绝缘层,恢复电力系统的绝缘性能。发生电气接触不良的情况,需要在断电后,等待该位置问题冷却到环境温度,再开展调整触点、更换电阻等工作。变压器油如果出现劣化情况,会降低变压器的冷却性能,增加设施设备过热故障概率,需要定期更换变压器油,保障变压器拥有稳定的冷却效果;第三,制定完

善的考核监管制度。在设置维护检修流程、确认维护检修工作基础上,还需要制定相对完善的考核监管制度,保证所有维护检修人员可以严格执行工作任务,合理控制由维护检修人员引起的人为影响因素。可以根据是否根据工作流程执行相应的工作任务、维护检修是否有效处理隐性故障等,对维护检修人员展开合理考核,并根据维护检修人员随身携带的摄像头,对其维护检修行为进行监管,由控制台发送相应信息,远程指挥维护检修人员开展正常的维护检修作业,合理控制电力系统继电保护隐性故障的发生概率^[5]。

结语:对于电力系统继电保护的隐性故障,需要从监控、评估、管理、检修等多个角度,搭建一套内容详细、结构完整的逻辑框架,设置具体的应对方案,降低继电保护隐性故障对电力系统造成的负面影响,为工业生产、居民生活提供稳定的电力资源供应,推动社会经济有序发展。

参考文献

- [1]杨鹏杰,张克宇,徐宇,等.继电保护和安全稳定控制系统隐性故障分析[J].电气技术与经济,2023,(07):294.
- [2]荆或,何海翔.继电保护隐性故障与系统连锁风险评估[J].集成电路应用,2023,40(04):88-89.
- [3]邱玉成,闫星.电力系统继电保护的隐性故障分析[J].电子技术,2023,52(02):214-215.
- [4]寇俊杰.继电保护装置隐性故障及维管对策[J].光源与照明,2022,(08):192-194.
- [5]周若萌.基于深层知识的继电保护隐性故障识别方法[J].自动化应用,2022,(04):130-132.