

继电保护电气二次回路隐患排查分析

林华欣

中电能投(福建)有限公司 福建 南平 353000

摘要: 继电保护电气二次回路在电力系统中起着至关重要的作用,但其复杂的接线和易受外界因素影响的特点,使得隐患排查工作显得尤为重要。本文旨在深入探讨继电保护电气二次回路隐患排查的常见隐患、排查方法以及防范措施。通过分析电流互感器回路、电压互感器回路、二次接线、多点接地等方面的隐患,提出通过调试和检修排查隐患的具体方法,并强调CPU容错技术、二次回路刷灰、摇绝缘、紧固螺丝等防范措施的重要性。

关键词: 继电保护; 电气二次回路; 隐患排查; 防范措施

1 引言

随着我国经济社会的快速发展,电力需求持续增长,电力系统的安全性和稳定性成为社会关注的焦点。继电保护电气二次回路作为电力系统中的重要组成部分,承担着监测、控制、调节和保护一次回路中各参数与元件运行工况的重要任务。然而,由于二次回路接线复杂、易受外界因素影响,且涉及内容广泛,其存在的隐患往往具有较强的隐蔽性,给电力系统的安全运行带来潜在威胁。因此,对继电保护电气二次回路进行隐患排查分析,及时发现并处理隐患,对于保障电力系统的安全稳定运行具有重要意义。

2 继电保护电气二次回路常见隐患

2.1 电流互感器回路隐患

2.1.1 回路开路

电流互感器回路开路会导致开路处出现高电压,这不仅会威胁到电气设备的正常运行,还可能对运行人员的人身安全构成威胁。开路产生的高电压可能会击穿绝缘,引发设备损坏,甚至引发火灾等严重事故。原因一是保护装置和设备的质量问题,如电流互感器本身和端子排的质量存在缺陷。例如,电流互感器的绝缘材料老化、端子排的接触片弹性不足等,都可能导致回路开路。二是人为因素,如在完成继电保护设备的校验工作后,未能及时将电流互感器回路连片恢复。运行人员在操作过程中,如果疏忽大意,忘记恢复连片,就会造成回路开路。

2.1.2 输出电流偏差大

输出电流偏差大会导致继电保护装置误动作或拒动作,影响电力系统的安全稳定运行。如果输出电流偏差过大,保护装置可能会误判为系统故障而动作,导致不必要的停电;或者在真正发生故障时,保护装置却无法正常工作,使故障扩大^[1]。原因一是电流互感器的输出存在问题,如电流互感器的变比设置错误、内部绕组故障等。二

是电流互感器回路可能发生了一点接地现象,导致出现了分流。当回路中某一点接地时,部分电流会通过接地点流入大地,导致保护装置采集到的电流信号不准确。

2.2 电压互感器回路隐患

2.2.1 回路断线

电压互感器回路断线会使部分保护设备退出运行,同时还会使计量回路失去采样信号,无法进行计量。例如,在距离保护中,如果电压互感器回路断线,保护装置将无法准确测量故障距离,导致保护误动或拒动;在电能计量方面,断线会使计量数据不准确,影响电力企业的经济效益。原因可能是电路中熔断器熔断、开关跳闸或电压互感器内部短路等原因导致。熔断器熔断可能是由于过载、短路等故障引起;开关跳闸可能是由于误操作或保护装置动作;电压互感器内部短路则可能是由于绝缘损坏、受潮等原因造成。

2.2.2 二次刀闸辅助结点接触不良

接触不良会导致信号传递受阻或中断,影响继电保护装置的正常动作。当二次刀闸辅助结点接触不良时,保护装置可能无法及时获取刀闸的位置信息,从而影响保护的逻辑判断。原因可能是长时间运行导致的磨损、腐蚀或松动等原因。在长期的运行过程中,辅助结点的接触片会受到机械磨损和电化学腐蚀,导致接触电阻增大,甚至无法接触。

2.3 二次接线隐患

2.3.1 接线失误

接线失误会导致接线端子无法被有效固定,进而影响接线端子的接触性能,造成接触不良等缺陷。接触不良会使信号传输不稳定,导致保护装置误动作或拒动作。原因主要是相关人员进行接线工作时操作失误所致。例如,接线人员可能看错图纸、接错线号,或者在接线过程中疏忽大意,导致接线错误。

2.3.2 接线端子松动或腐蚀

会导致信号传递不稳定或中断,影响继电保护装置的正常运行。接线端子松动可能是由于振动、温度变化等原因引起;腐蚀则可能是由于环境潮湿、化学物质的侵蚀等原因造成。原因可能是长时间运行导致的振动、温度变化或环境腐蚀等因素所致。在电力系统中,设备会受到各种振动和温度变化的影响,长期运行后,接线端子可能会逐渐松动;同时,如果运行环境潮湿或存在化学物质,接线端子容易发生腐蚀。

2.4 多点接地隐患

多点接地会导致中心线电压出现偏压,进而引发相关相位的电压波动。如果波动严重,会明显超出正常值,且很难通过三相电压平衡的方式来进行处理。这不仅会影响继电保护装置的正常运行,还可能造成大面积停电等严重后果。例如,当发生多点接地时,保护装置可能会误判为系统故障,从而动作跳闸,导致大面积停电。原因可能是施工过程中的失误或后期维护不当等原因导致^[2]。在施工过程中,如果施工人员没有严格按照规范进行接地操作,可能会出现多点接地的情况;在后期维护过程中,如果对接地系统检查不仔细,未能及时发现和处理多点接地问题,也会导致隐患的存在。

3 继电保护电气二次回路隐患排查方法

3.1 通过调试排查隐患

3.1.1 控制输入电压值

在进行调试时,相关人员需要注意控制输入的电压值,通常将其控制在额定电压值的80%左右,以尽可能地减少实验环境对系统排查产生的影响。如果输入电压过高或过低,可能会导致保护装置误动作或无法正常工作,从而影响隐患排查的准确性。例如,在进行保护装置的单体调试时,通过调节试验电源的输出电压,使其稳定在额定电压的80%,然后观察保护装置的動作情况,检查其是否能够正常采样、计算和动作。

3.1.2 剖析回路运转情况

对回路的运转情况进行剖析,验证回路侧规划逻辑的精确度。如果发现没有接通回路或者接线过程中出现异常,需要及时将设备电源断开或者将插件拔出,以便对回路的绝缘电阻进行测量控制。例如,通过模拟故障情况,观察回路的动作过程,分析保护装置的逻辑判断是否正确。如果发现回路动作异常,进一步检查接线是否正确、元件是否损坏等。

3.1.3 解决绝缘问题

通过测量绝缘电阻的大小,可以判断绝缘是否完好,是否存在绝缘降低的情况。进而使绝缘层老化和绝缘击穿

等问题得到解决,减少绝缘受污染受潮等情况。例如,使用兆欧表对二次回路的绝缘电阻进行测量,如果测量值低于规定值,说明绝缘存在问题。此时,需要对回路进行清洁、干燥处理,或者更换绝缘损坏的元件。

3.1.4 检验防跳回路与开关量

在对闭锁回路进行调试时,需要对隔离刀闸、短路设备、接地刀闸等设备的隐患进行挨个检查,并且通过合理的开闭闸操作方式对防跳回路的问题进行检验。最后在调试开关量时需要通过监控系统来对电动刀闸断路设备主变分接头等设备的问题进行检查,保证隐患排查的全面性。例如,通过操作隔离刀闸,观察防跳回路是否能够正常动作,防止刀闸在合闸过程中出现跳跃现象。同时,通过监控系统检查开关量的状态是否正常,如断路器的分合闸位置信号、保护装置的動作信号等。

3.2 通过检修排查隐患

3.2.1 划分组成部分

相关人员需要注意对二次回路的各个组成部分进行划分,以便更有针对性地进行排查和维修。可以将二次回路划分为测量回路、控制回路、信号回路、保护回路等部分,分别对每个部分进行检查^[3]。例如,在检查测量回路时,重点检查电流互感器、电压互感器的二次接线是否正确,测量仪表的指示是否正常等。

3.2.2 获取性能数据

通过模拟、仿真等方式获取各部分的性能数据,以辅助隐患部位的检测和排查。例如,使用继电保护测试仪对保护装置进行模拟故障试验,获取保护装置的動作时间、動作值等性能数据,与正常数据进行对比,判断保护装置是否存在隐患。同时,还可以利用在线监测技术,实时获取二次回路的运行参数,如电流、电压、功率等,分析参数的变化趋势,及时发现潜在的隐患。

3.2.3 检查接线端子

全方位地对二次回路的所有接线端子进行检查,排查端子盒的具体接线情况。通过细节的控制来全面排查隐患,解决出现的问题。检查接线端子是否松动、腐蚀,接线是否牢固等。例如,使用螺丝刀轻轻拧紧接线端子,检查是否有松动现象;观察接线端子的表面是否有腐蚀痕迹,如果有,需要及时清洁和处理。

4 继电保护电气二次回路隐患防范措施

4.1 二次回路刷灰

4.1.1 准备清洁工具

刷灰是继电保护二次回路隐患防范措施之一,对绝缘造成的隐患有很好的防范作用。需要准备齐全刷灰等清洁工具,并随时备用,确保其在质量上以及清洁干净程

度上得到保证。例如,准备合适的毛刷、吸尘器、清洁剂等。毛刷应选择柔软、不易掉毛的材质,以免在刷灰过程中损坏元器件;吸尘器应具有足够的吸力,能够有效吸除灰尘;清洁剂应选择对电气设备无腐蚀、易挥发的产品。

4.1.2 清理灰尘

对于二次回路中相关的电气设备以及电线等所有会产生灰尘的地方进行清理,保证整个继电保护系统清洁干燥。在清理过程中,要注意避免损坏元器件和接线。例如,使用毛刷轻轻刷去元器件表面的灰尘,然后用吸尘器吸除掉落的灰尘;对于电线,可以使用干净的布蘸取清洁剂进行擦拭。

4.2 摇绝缘

4.2.1 关闭相关连片

如果二次回路中的某个母差保护线出现问题,需要及时的关闭开关箱中与母差相联系的二次保护连片。然后向这一方向进行摇绝缘处理,并将其检查记录进行详细的记载整理。例如,当发现母差保护线存在异常时,先断开相应的连片,然后使用兆欧表对母差保护回路进行绝缘电阻测量,记录测量结果,并与历史数据进行对比,分析绝缘状况的变化。

4.2.2 短接处理

在进行母差保护的过程中需要对对应的电流回路接近问题的一方进行短接处理。短接处理可以避免在摇绝缘过程中对其他设备造成影响,同时也有助于准确判断故障位置^[4]。例如,当怀疑某段电流回路存在绝缘问题时,将该回路的两端进行短接,然后再进行绝缘电阻测量,如果测量值仍然异常,则说明该回路存在绝缘故障。

4.3 紧固二次回路所有螺丝

4.3.1 确保稳固接触

一旦电气二次回路在运行过程中出现接触不良的问题,则必定会导致整个继电保护设备厂商严重损坏,甚至于停止运行。为此,相关工作人员在实际工作中,必须先拧紧螺丝,确保其稳固、良好的接触。只有确保螺丝紧固、接触良好,才能有效避免控制回路断线缺陷,确保电气二次回路正常、安全地运行。

4.3.2 合理控制力度

在拧紧螺丝过程中,要合理控制力度,避免因用力过猛出现滑丝现象。如果出现滑丝现象,则必须立即更换端子螺丝,并进行重新接线,保证在实际运行过程中不会因此而出问题。例如,对于不同规格的螺丝,使用相应规格的螺丝刀或扭矩扳手,按照规定的操作方法进行紧固。如果发现螺丝有滑丝迹象,及时停止操作,更换新的螺丝。

4.4 发挥CPU容错技术的作用

4.4.1 容错原理

CPU在运转过程中,难免出现错误,直接影响继电保护二次回路的控制效果。所以还要采取多CPU容错技术。容错容的是一个CPU出现的故障隐患,在隐患出现时,其他的CPU会取代该CPU发挥同样的功效,使二次回路运行不会受到影响,控制功能依然有效。例如,在一些高端的继电保护装置中,采用双CPU或多CPU结构,当其中一个CPU出现故障时,另一个CPU能够自动接管其工作,确保保护装置的正常运行。

4.5 重视运行的维护

在对继电保护设备的安装中,需要对实际的运行环境与电力系统的使用需要做到充分的了解。如果是处于振动的场合要对防震措施进行提前准备,如果现场的环境温度比较高或者较为寒冷,需要在运行的过程中对温度进行时刻的监控。例如,在变电站的安装中,如果设备安装在靠近大型变压器的位置,由于变压器运行时会产生较大的振动,需要采取防震措施,如安装减震垫等;在高温地区,需要安装散热装置,确保设备在合适的温度范围内运行。工作人员要定时的对使用的设备进行排查,并保证定期的进行维护。如果一些设备的老化严重或者存在安全的隐患就需要及时的替换。

结语

继电保护电气二次回路在电力系统中具有举足轻重的地位,通过对电流互感器回路、电压互感器回路、二次接线、多点接地等方面的隐患进行深入分析,可以发现这些隐患对电力系统的安全稳定运行构成了严重威胁。在排查方法方面,通过调试和检修相结合的方式可以全面、准确地发现二次回路中存在的隐患。在防范措施方面,二次回路刷灰、摇绝缘、紧固螺丝、发挥CPU容错技术的作用以及重视运行的维护等措施都是行之有效的。这些措施能够从不同角度对二次回路进行保护和维护,降低其发生故障的概率。

参考文献

- [1]柴树先.继电保护设备电气二次回路隐患排查技术研究[J].仪器仪表用户,2025,32(02):6-8.
- [2]杨灿丽.继电保护电气二次回路隐患排查分析[J].中国设备工程,2024,(23):145-147.
- [3]黄盈.继电保护电气二次回路隐患排查[C]//中国智慧工程研究会.2024工程技术应用与施工管理交流会论文集(下).湖北华电西塞山发电有限公司,2024:139-140.
- [4]史东一.继电保护设备电气二次回路隐患排查研究[J].光源与照明,2024,(06):183-185.