电力继电保护故障及其处理

陈文婕
中国电建集团福建工程有限公司　福建　福州　350007

摘　要：电力继电保护故障对电力系统的稳定运行构成威胁。常见的人为故障包括工作人员专业知识不足和操作不规范；设备故障如CT、PT接地问题，以及继电保护软件问题、电流互感饱和故障和开关保护设备选择不当。处理措施包括加强装置硬件检查与维护，运用替换法、参照法、短接法等快速确定故障点并处理，合理配置人力资源和完善规章制度，并对二次设备实行状态监测方法。保障继电保护装置正常运行对提升电力系统的安全性和稳定性至关重要。

关键词：电力继电保护；故障；处理方法

引言：电力继电保护作为确保电力系统安全稳定运行的关键环节，其重要性不言而喻。然而，在实际运行中，继电保护装置可能因各种原因发生故障，影响电力系统的正常运行。本文将对电力继电保护故障进行深入分析，探讨故障的类型、原因及影响，并提出有效的处理方法。旨在提高电力系统运维人员对继电保护故障的认识和处理能力，确保电力系统的安全稳定运行，为电力行业的可持续发展提供有力保障。

1 电力继电保护的概述

1.1 定义电力继电保护及其功能

电力继电保护是对电力系统中发生的故障或异常情况进行检测，并据此发出报警信号，或直接将故障部分隔离、切除的一种重要措施。它的主要功能是确保电力系统的稳定运行，当出现故障时，能够迅速、准确地切断故障点，防止故障蔓延，保护电力设备和用户的安全。

1.2 继电保护的内涵与特点

继电保护的内涵在于对电力系统进行实时监测和故障判断，它具有正确率高、兼容性强、监控性好等特点。正确率高意味着继电保护装置能够准确判断故障类型并采取相应的保护动作，减少误动和拒动的可能。兼容性强则是指继电保护装置能够适应不同的电力系统和设备，具备良好的通用性和适应性。监控性好体现在继电保护装置能够实时反映电力系统的运行状态，及时发现和处理异常情况。

1.3 继电保护的基本原理

继电保护的基本原理是利用电力系统中的电流、电压等电气量在故障时的变化，通过电流互感器、电压互感器等装置将这些变化转化为二次侧的电流、电压信号，再经过继电器的特性进行判断和处理。电流互感器用于测量电力系统中的电流，当电流超过设定值时，继电器动作；电压互感器则用于测量电力系统中的电压，当电压降低或升高到一定程度时，也会触发继电器的动作。继电器作为保护装置的核心，具有多种特性，如时间特性、电流电压特性等，这些特性决定了保护装置的动作时间和动作范围。

2 电力继电保护常见故障分析

2.1 电压互感器二次电压回路故障

电压互感器（PT）是电力系统中用于测量电压的重要设备，其二次电压回路故障是继电保护常见的故障类型之一。（1）故障表现。电压互感器二次电压回路故障的表现主要包括熔断器熔断、隔离开关辅助接触点接触不良以及二次接线松动等。熔断器熔断通常是由于二次回路电流过大导致的，可能是二次回路短路或负载过重；隔离开关辅助接触点接触不良可能是由于触点氧化、变形或积尘造成的；二次接线松动则可能是由于长期运行导致的振动或人为操作不当引起的[1]。（2）对继电保护装置的影响及可能引发的误动或拒动。电压互感器二次电压回路故障会对继电保护装置产生严重影响。一方面，由于电压互感器是测量电压的关键元件，其故障会导致保护装置无法正确获取电压信号，从而无法准确判断系统故障；另一方面，二次电压回路故障还可能导致保护装置误动作或拒动作，例如当二次回路断线或短路时，可能会使保护装置误判为系统故障，从而进行不必要的跳闸操作，或者当故障真正发生时，由于保护装置无法检测到故障信号而拒动，导致故障扩大。

2.2 电流互感器饱和问题

电流互感器（CT）是电力系统中用于测量电流的重要设备，其饱和问题是继电保护中常见的故障之一。（1）电流互感器饱和的定义及产生原因。电流互感器饱和是指当电流互感器中的电流达到一定值时，其铁芯磁

通量达到饱和状态，导致电流互感器的二次电流不再随一次电流线性增加的现象。电流互感器饱和的产生原因主要包括两个方面：一是电流互感器本身的特性，如铁芯材质、线圈匝数等；二是电力系统中的短路故障，短路故障会导致电流互感器中的电流急剧增加，从而触发饱和现象。（2）饱和问题对继电保护正确动作的影响。电流互感器饱和对继电保护正确动作的影响主要体现在两个方面：一是影响保护装置的灵敏度，当电流互感器饱和时，其二次电流减小，导致保护装置无法准确判断故障电流的大小，从而降低保护装置的灵敏度；二是导致保护装置误动作或拒动作，当电流互感器饱和时，可能会使保护装置误判为系统故障而进行跳闸操作，或者在故障真正发生时由于保护装置无法检测到足够的故障电流而拒动。

2.3 干扰和绝缘问题

干扰和绝缘问题是影响电力继电保护装置正常运行的重要因素。（1）现代化通讯设备对继电保护装置的干扰。随着通讯技术的快速发展，现代化通讯设备在电力系统中的应用越来越广泛。然而，这些设备产生的电磁干扰可能会对继电保护装置产生负面影响。例如，当通讯设备发射的电磁波与继电保护装置的接收频率相近时，可能会引起保护装置的误动作或干扰其正常工作。（2）静电原因导致的插件接线焊点周围粘附灰尘问题。在电力系统中，静电是一种常见的物理现象。当静电电荷积累到一定程度时，可能会引发放电现象，导致插件接线焊点周围粘附灰尘。这些灰尘不仅会影响接线焊点的导电性能，还可能引发短路故障，从而对继电保护装置的正常运行产生不良影响。

2.4 其他常见故障

除了上述故障外，电力继电保护还存在一些其他常见故障。（1）二次回路中性点多点接地和未接地问题。二次回路中性点多点接地和未接地问题是继电保护中常见的电气故障。多点接地会导致二次回路中的电流分布不均，影响保护装置的测量精度和动作性能；而未接地则可能引发接地故障，导致保护装置误动作或拒动作。（2）PT开口三角电压回路断线及PT二次失压问题。PT开口三角电压回路断线及PT二次失压问题是继电保护中常见的电压故障。当PT开口三角电压回路断线时，会导致保护装置无法获取正确的电压信号，从而无法准确判断系统故障；而当PT二次失压时，则可能导致保护装置误判为系统故障而进行跳闸操作。这些故障都会对电力系统的安全稳定运行造成严重影响。

3 电力继电保护故障处理方法

3.1 回路拆除法

回路拆除法是一种通过逐步断开和重新连接二次回路中的部分设备，来定位和排除故障的方法。该方法特别适用于复杂二次回路中难以直接判断故障点的情况。（1）使用回路拆除法排除二次回路故障。在使用回路拆除法之前，运维人员需要熟悉被检查继电保护装置的二次回路图纸，明确各回路的功能及其相互之间的连接关系。然后，按照从简到繁、从易到难的原则，逐步拆除不影响保护正常工作的部分回路或元件，同时密切观察保护装置的反应。具体步骤包括：首先，断开被怀疑有问题的回路或元件与系统的连接；其次，观察保护装置是否还有故障现象出现；如果故障现象消失或发生明显变化，则表明该回路或元件是故障所在；最后，逐步恢复其他回路的连接，以确认故障点[2]。在拆除过程中，运维人员需要注意以下几点：一是要确保断开操作的安全性，避免在拆除过程中引发其他故障或安全事故；二是要记录拆除过程中的每一步操作，以便在故障定位后进行恢复；三是要谨慎判断拆除范围，避免过度拆除导致保护性能受损。（2）逐步拆除并重新安装部分设备，确定故障位置。在确定可能的故障区域后，运维人员需要进一步细致排查。通过重新安装和测试，逐步缩小故障范围，直至找到确切的故障点。在重新安装过程中，运维人员需要注意以下几点：一是要确保接线正确，避免接错线或漏接线；二是要检查元件的接触情况，确保接触良好；三是要对重新安装后的回路进行测试和校验，以确保其性能和可靠性。

3.2 短接法

短接法是通过临时短接部分电路来验证和查找故障位置的一种方法。该方法特别适用于查找电气回路中的断路或接触不良等故障。（1）逐段短接电力继电保护系统，找出故障存在的位置。在使用短接法之前，运维人员需要明确被检查系统的结构和工作原理，以便确定短接的位置和顺序。然后，按照从前往后或从后往前的顺序，逐段短接被怀疑存在故障的电路。具体步骤包括：首先，准备好必要的短接线和绝缘工具；其次，按照规划的顺序进行短接操作，每短接一段电路后都要观察保护装置的反应；最后，根据观察结果判断故障位置。在短接过程中，运维人员需要注意以下几点：一是要确保短接操作的安全性，避免在短接过程中引发其他故障或安全事故；二是要选择合适的短接线，确保其能够承受所需的电流和电压；三是要记录短接过程中的每一步操作，以便在故障定位后进行恢复[3]。（2）解决继电保护系统故障问题。一旦确定了故障段，运维人员需要立即

采取措施进行修复。对于断路故障，可以通过重新接线或更换损坏的元件来解决；对于接触不良故障，可以通过清理接触面、更换接触件或调整接触压力等方法来改善接触性能。在修复过程中，运维人员需要遵循相关规程和标准，确保修复质量和安全。同时，还需要对修复后的回路进行测试和校验，以确保其性能和可靠性。

3.3 替换法

替换法是将被怀疑有问题的元件替换下来，观察故障是否消失，从而定位故障元件的一种方法。该方法特别适用于元件损坏或性能下降导致的故障。（1）将被怀疑有问题的元件替换下来。在使用替换法之前，运维人员需要明确被检查系统的结构和工作原理，以便确定被怀疑有问题的元件。然后，准备好相应的替换元件和必要的工具。具体步骤包括：首先，断开被怀疑有问题的元件与系统的连接；其次，将替换元件按照正确的接线方式和位置接入系统；最后，对替换后的系统进行测试和校验，观察故障是否消失[4]。在替换过程中，运维人员需要注意以下几点：一是要确保替换元件的规格和型号与原元件一致；二是要遵循相关规程和标准进行替换操作；三是要记录替换过程中的每一步操作，以便在故障定位后进行恢复。（2）观察故障是否消失，定位故障元件。替换完成后，运维人员需要对替换后的系统进行测试和校验。如果故障现象仍然存在，则说明被替换的元件不是故障元件，需要继续查找其他可能的故障点；如果故障现象消失，则说明被替换的元件是故障元件，已经成功定位并排除故障。在定位故障元件后，运维人员需要对故障元件进行深入分析，找出故障产生的原因。这有助于防止类似故障再次发生，并提高系统的稳定性和可靠性。

3.4 对比参照法

对比参照法是通过参照正常使用的继电保护系统内部线路构造，找出存在问题的部分并进行修复的一种方法。该方法特别适用于系统升级、改造或维护后可能出现的接线错误或元件损坏等故障。（1）参照正常使用的继电保护系统内部线路构造。在使用对比参照法之前，运维人员需要获取一份正常使用的继电保护系统内部线路构造图纸或模型作为参照。然后，对被检查系统的内部线路进行逐一对比和分析。具体步骤包括：首先，熟悉正常使用的系统线路构造图纸或模型；其次，对被检查系统的内部线路进行逐一对比和分析；最后，找出存在差异或不一致的地方，并进行深入分析。在对比过程中，运维人员需要注意以下几点：一是要确保获取的图纸或模型是准确无误的；二是要在对比过程中保持耐心和细致；三是要结合实际情况进行分析和判断，避免盲目更换或修复。（2）找出存在问题的部分，并修复。经过对比参照，运维人员可以准确地找到与被参照系统存在差异或不一致的部分，这些部分往往是故障所在。接下来，运维人员需要制定修复方案，并对存在问题的部分进行修复。具体修复步骤包括：首先，确认差异或不一致部分的具体位置和原因；其次，根据故障原因选择合适的修复措施，如重新接线、更换损坏的元件、调整接线位置等；最后，对修复后的部分进行测试和校验，确保其性能和可靠性符合设计要求。在修复过程中，运维人员需要注意以下几点：一是要确保修复操作的安全性，避免在修复过程中引发其他故障或安全事故；二是要遵循相关规程和标准进行修复操作；三是要记录修复过程中的每一步操作，以便在故障处理完成后进行复查和验证。

结束语

电力继电保护故障的处理是维护电网安全稳定运行的重要一环。通过对各类故障进行深入分析，并采取科学合理的处理措施，可以有效提高继电保护装置的可靠性和准确性。未来，随着电力系统的不断发展和新技术的不断涌现，电力继电保护故障的处理将面临着更多的挑战和机遇。我们应继续加强研究和实践，不断提升处理能力和水平，为电力系统的安全稳定运行提供更加坚实的保障。

参考文献

[1]夏栩.电力系统继电保护故障分析与处理[J].电子元器件与信息技术,2023,(04):41-42.

[2]李剑峰,李岩.电力系统继电保护故障分析与处理措施[J].现代工业经济和信息化,2022,(10):88-89.

[3]宋卫红.电力系统继电保护故障分析与处理措施研究[J].电脑与电信,2022,(09):81-82.

[4]牟文杰.电力系统继电保护故障分析与处理研究[J].电子测试,2021,(12):104-106.