

电力继电保护调试与故障检修分析

侯金峰

国家能源集团聊城发电有限公司 山东 聊城 252000

摘要: 随着电力需求的不断增长,电力系统的平稳运行变得尤为重要。电力继电保护装置作为电力系统中的重要组成部分,承担着保护电力设备和电网安全稳定运行的重要任务。本文首先对电力继电保护装置的基本原理及功能进行概述,随后深入分析了继电保护故障检修的复杂性,并详细探讨了多种故障检修方法及调试过程的要点,以期为电力企业的继电保护工作提供有益的参考。

关键词: 电力;继电保护;调试;故障检修

引言:电力继电保护系统是电力系统中不可或缺的一部分,它承担着在电力系统发生故障时迅速切断故障区域、保护设备和系统安全的重要职责。因此,对继电保护装置的调试与故障检修工作显得尤为关键。

1 基本原理

1.1 电力继电保护装置

1.1.1 保护装置功能。电力继电保护装置的主要功能是在电力系统发生故障时,通过检测故障信号并迅速做出反应,以切断故障部分,保护非故障部分继续正常运行。具体功能包括:(1)电流保护:通过检测电路中的电流变化,判断是否存在过载、短路等故障,当电流超过设定值时,继电器动作,切断故障电路。(2)过电压保护:监测系统电压变化,当电压超过设定值时,继电器动作,避免电气设备受损。(3)低电压保护:与过电压保护相反,当电压低于设定值时,继电器动作,防止设备在电压过低情况下无法正常工作。(4)频率保护:监测电力系统的频率变化,当频率偏离正常范围时,继电器动作,防止系统发生频率故障。(5)距离保护:通过测量故障点电流和电压的相位差,判断故障位置,并精确切除故障区域。(6)差动保护:通过比较输入和输出电流的差值,判定是否存在异常情况,如短路、接地等,以保护输电线路和变压器^[1]。

1.1.2 保护装置的基本要求。(1)可靠性:保护该动作时应可靠动作,不该动作时应可靠不动作。这是继电保护装置性能的最根本要求。(2)选择性:首先由故障设备或线路本身的保护切除故障,当故障设备或线路本身的保护或断路器拒动时,才允许由相邻设备保护或断路器失灵保护切除故障。(3)灵敏性:在设备或线路的被保护范围内发生金属性短路时,保护装置应具有必要的灵敏系数。(4)速动性:保护装置应尽快地切除短路故障,以提高系统稳定性,减轻故障设备和线路的损

坏程度。

1.2 继电保护故障检修复杂性

1.2.1 隐性故障的复杂性。隐性故障之所以复杂,首先在于其难以察觉性。这些故障在系统正常运行时几乎不会表现出任何异常,但在系统遭受极端条件(如电压骤降、频率偏移等)或设备老化到一定程度时,可能突然爆发,导致系统崩溃或设备损坏。此外,隐性故障往往与系统的多个环节相关联,需要检修人员具备深厚的专业知识和丰富的实践经验,才能通过细致入微的分析和排查,找到隐藏的故障源。

1.2.2 运行故障的多样性。运行故障则因其多样性而显得复杂。不同的保护装置可能因设计差异、运行环境的不同以及使用年限的差别,而表现出不同的故障特征。例如,有的保护装置在潮湿环境下容易出现绝缘下降导致误动作,而有的则可能因过热而引发拒动。检修人员需要根据具体的故障现象,结合设备的运行记录和环境条件,进行综合分析和判断,才能准确找到故障原因并采取相应的处理措施。

1.2.3 操作故障的人为因素。操作故障虽然可以通过加强培训和规范操作来避免或减少,但其复杂性在于人为因素的不确定性。即使是最有经验的操作人员,在疲劳、分心或紧急情况下也可能出现误操作或漏操作。此外,随着电力系统的不断发展和新技术的引入,操作界面和流程也在不断更新换代,这对操作人员的适应能力和学习能力提出了更高的要求。因此,检修工作不仅需要关注设备本身的性能状态,还需要关注操作人员的技能水平和心理状态,以确保电力系统的安全稳定运行^[2]。

2 维修技术

2.1 参照维修法作为一种基于对比分析原理的故障检修方法,其核心在于通过对比正常设备与故障设备之间的运行状态、参数设置、接线方式等差异,从而精确

锁定故障点。这种方法尤其适用于那些由于参数设置错误、接线错误等导致的软性故障。在实际操作中,检修人员首先需要确保有一台或多台运行状态良好的同型号设备作为参照对象,随后逐一比对故障设备与参照设备在各项指标上的异同。通过这种方法,可以迅速缩小故障排查范围,减少不必要的拆解与测试工作,提高检修效率。此外,参照维修法还强调了对设备历史数据的利用,通过对比设备在不同时间点的运行状态,可以进一步揭示故障发生的根源,为后续的故障预防与改进提供有力支持。

2.2 替换维修法是一种直观且高效的故障排查与修复手段。在继电保护系统中,当怀疑某个插件、元件或模块出现故障时,检修人员可以直接采用正常的备件进行替换,通过观察替换前后设备的运行状态变化,来验证故障部位。这种方法尤其适用于那些难以通过常规检测手段确定故障具体位置的情况。采用替换维修法,可以大大缩短故障排查时间,降低对系统整体运行的影响。然而,值得注意的是,替换维修法要求检修人员具备丰富的专业知识和实践经验,能够准确判断哪些部件最有可能出现故障,并快速找到相应的替换备件。此外,为了确保替换过程中的安全性,还需要严格遵守操作规程,防止因操作不当导致的二次故障或设备损坏。

2.3 短接维修法是一种针对复杂电路系统进行故障排查的有效方法。在继电保护系统中,当面对回路众多、连接复杂且难以直接定位故障的情况时,检修人员可以采用短接法来简化问题。具体做法是,使用导线或专用短接工具将疑似故障段落的电路进行短接处理,观察系统反应。如果短接后系统恢复正常运行或故障现象消失,则说明故障确实存在于该段电路中。通过这种方法,可以逐步缩小故障范围,直至找到具体的故障点。短接维修法不仅适用于单个元件的故障排查,还可以用于整个回路的故障检测。然而,需要注意的是,在进行短接操作时,必须确保短接线路不会对其他部分造成损害或引发新的故障。因此,在操作前需要对电路结构有清晰的认识,并采取相应的保护措施^[3]。

3 调试过程的要点分析

3.1 调试前的充分准备

3.1.1 图纸与资料审查。电力继电保护调试工作开始前,图纸与资料的审查是首要且至关重要的环节。这一步骤不仅关系到调试工作的顺利进行,更直接影响到后续保护装置的性能和可靠性。审查内容需涵盖保护装置的原理图、接线图、定值单、软件版本等全方位信息。

3.1.2 设备检查与确认。设备检查与确认是调试前的

重要准备工作之一。这一步骤旨在确保即将进行调试的继电保护装置处于良好的工作状态,避免因设备故障或损坏而导致的调试失败或安全事故。(1)外观检查:首先应对保护装置的外观进行全面检查,确认其无损伤、无变形、无锈蚀等异常情况。同时,还需检查装置上的指示灯、显示屏等部件是否完好无损,能够正常显示信息。(2)接线检查:接线是保护装置正常运行的关键。在检查过程中,应逐一检查各接线端子是否紧固、无松动现象,接线是否按照图纸要求正确连接。对于重要的接线回路,还需进行绝缘性能测试,确保回路的绝缘电阻符合规定要求。(3)插件检查:插件是保护装置内部的重要组成部分。在检查过程中,应确认各插件插接牢固、无松动现象,插件上的元件无损坏、无老化迹象。同时,还需对插件进行功能测试,确保其能够正常工作。(4)电源检查:电源是保护装置运行的动力源泉。在检查过程中,应确认电源的电压、电流等参数是否符合要求,电源线路是否完整无损。同时,还需检查电源开关、熔断器等部件是否处于良好状态,能够正常供电。

3.1.3 制定调试方案。调试方案的制定是调试工作顺利进行的重要保障。一份科学合理的调试方案不仅能够指导调试人员有序开展,还能够提高调试工作的质量和效率。(1)明确调试目标:在制定调试方案时,应首先明确调试的目标和要求。这包括保护装置的功能要求、性能参数要求以及调试过程中的安全要求等。通过明确目标,可以确保调试工作有的放矢、不偏离方向。

(2)细化调试步骤:调试步骤是调试方案的核心内容。在制定调试步骤时,应根据保护装置的特点和调试要求,将调试过程分解为若干个具体的操作步骤。每个步骤都应具有可操作性和针对性,能够指导调试人员逐步完成调试任务。(3)选择测试方法:测试方法是验证保护装置性能的关键手段。在制定调试方案时,应根据保护装置的特点和测试要求,选择合适的测试方法。例如,可以采用模拟故障法来验证保护装置的动作行为;采用比较法来验证保护装置的精度和可靠性等。(4)设定预期结果:预期结果是衡量调试效果的重要标准。在制定调试方案时,应设定明确的预期结果。这包括保护装置在各种测试条件下的动作行为、性能参数以及测试结果等。通过对比实际测试结果与预期结果,可以判断保护装置是否满足设计要求。(5)制定安全措施:安全措施是保障调试工作顺利进行和人员安全的重要保障。在制定调试方案时,应充分考虑可能出现的安全风险,并制定相应的安全措施。例如,在调试过程中应严格遵守操作规程和安全规定;在涉及高压设备时应采取必要

的防护措施等^[4]。

3.2 调试过程中的精细化操作

3.2.1 逐步验证保护功能。调试过程中，逐步验证保护装置的各项保护功能是至关重要的环节。通过模拟各种可能的故障情况，可以全面检验保护装置的动作行为和性能表现，确保其能够在实际运行中可靠地发挥作用。（1）模拟故障场景：为了验证保护功能的准确性，需要模拟多种可能的故障场景，包括但不限于短路、过载、接地故障等。这些模拟故障应当尽可能贴近实际运行中的故障情况，以便更真实地反映保护装置的响应能力。（2）观察动作行为：在模拟故障的同时，需要仔细观察保护装置的动作行为。包括保护装置的响应时间、动作逻辑、跳闸或闭锁信号等。通过这些观察，可以初步判断保护装置的动作是否符合设计要求。（3）记录测试数据：为了后续的分析 and 评估，需要详细记录测试过程中的各项数据。这些数据包括故障发生前后的电流、电压、功率等电气参数，以及保护装置的动作时间、动作值等关键信息。记录数据的准确性和完整性对于后续的评估和优化至关重要。（4）对比分析：在完成测试后，需要对记录的数据进行对比分析。将实际测试结果与预期结果进行对比，以评估保护装置的性能是否符合设计要求。同时，还可以将不同测试条件下的测试结果进行对比，以进一步了解保护装置的响应特性和适用范围。

3.2.2 严格测试回路和接口。继电保护装置的回路和接口是故障易发部位，因此，在调试过程中需要对其进行严格的测试。回路绝缘性能测试：通过绝缘电阻测试仪等设备，对保护装置的回路进行绝缘性能测试。确保回路的绝缘电阻符合规定要求，避免因绝缘不良而导致的短路或接地故障。（1）接线正确性检查：使用万用表等工具，对保护装置的接线进行逐一检查。确认接线端子无松动、无错接、无漏接等情况，确保接线的正确性。（2）接口兼容性测试：对于具有多个接口的保护装置，需要进行接口兼容性测试。确保不同接口之间的信号能够正常传输和接收，避免因接口不兼容而导致的通

信故障或误动作。

3.2.3 精准调整定值参数。定值参数的调整是调试过程中的关键环节之一。通过精准调整定值参数，可以优化保护装置的性能，提升其在不同运行条件下的可靠性和稳定性。（1）了解系统实际情况：在调整定值参数之前，需要充分了解系统的实际情况。包括系统的电压等级、电流大小、负载特性等参数。这些参数将直接影响定值参数的设定值。（2）设定合理的定值参数：根据系统的实际情况和保护装置的设计要求，设定合理的定值参数。这包括整定电流、整定电压、动作时间等关键参数。在设定过程中，需要综合考虑各种因素，确保定值参数既能够满足保护要求，又能够避免误动作。（3）动态调整与验证：在设定定值参数后，还需要进行动态调整和验证。通过模拟不同的运行工况和故障情况，观察保护装置的动作行为是否符合预期。如果发现问题，需要及时调整定值参数并进行再次验证，直到满足设计要求为止。

结论：电力行业必须重视相关的安全生产工作，要加强对继电器保护装置的检查和维护，如果发现继电器保护装置故障问题，需要及时制定解决方案，解决问题。电力行业也要顺应时代的发展趋势，不断改变传统的故障检修手段，不断研究新型的继电器保护装置和技术，才能避免安全事故产生，促进社会主义现代化高速发展。

参考文献

- [1]孔红霞.电力系统继电保护的常见事故及预防分析[J].价值工程,2020,39(18):72-73.
- [2]王建化.电力继电保护调试与故障检修分析[J].现代物业(中旬刊),2019(02):167-168.
- [3]王晓东.电力继电保护调试与故障检修[J].集成电路应用,2019,36(12):68-69.
- [4]李海波,周来顺.电力继电保护调试与故障检修探索[J].工程技术(中旬刊),2019(08):102-103.