

电力继电保护故障及维修技术探讨

李峰印

国能亿利能源有限责任公司电厂 内蒙古 包头 014030

摘要：随着电力技术的不断发展，继电保护系统也在不断更新换代，从传统的被动响应逐渐转变为智能化、自动化的主动预防。然而，在实际运行中，继电保护装置仍可能面临各种故障，如误动作、电压电流异常等，这些故障若不及时处理，将对电力系统造成严重影响。因此，本文旨在深入探讨电力继电保护的原理、作用及常见故障，并提出相应的维修技术，以期为电力系统的稳定运行提供有力支持。

关键词：电力继电保护；故障；维修技术；探讨

引言：电力继电保护作为电力系统的重要组成部分，其性能直接关系到电网的安全与稳定。本文深入探讨了电力继电保护的原理、作用及常见故障，并详细阐述了维修技术。通过定期检验与日常维护，结合微机故障处理技术，有效提升了继电保护装置的可靠性和灵敏度，为电力系统的安全稳定运行提供了有力保障。

1 电力继电保护的原理与作用

1.1 继电保护的工作原理

继电保护系统的工作原理基于电气量（如电流、电压、频率等）的变化来检测电力系统的异常状态。整个系统由监测元件、逻辑环节和执行输出信号三部分紧密协作而成。（1）监测元件：这是继电保护系统的“眼睛”，负责实时监测电力系统中的电气参数。当这些参数超出预设的正常范围时，监测元件会立即捕捉到这一变化，并将其转化为电信号进行传输。（2）逻辑环节：接收到监测元件传来的信号后，逻辑环节会根据预设的算法和逻辑关系对这些信号进行处理和分析。这一环节的任务是判断信号是否表明电力系统存在故障，以及故障的性质和严重程度。如果确认存在故障，逻辑环节会进一步确定应该采取的保护措施。（3）执行输出信号：根据逻辑环节的分析结果，执行部分会输出相应的控制信号。这些信号可能包括跳闸指令（用于切除故障元件）、报警信号（通知值班人员）或自动调节指令（调整系统运行状态以适应故障情况）。执行部分的快速响应和准确执行是继电保护系统有效性的关键。

1.2 继电保护在电力系统中的多重作用

继电保护在电力系统中至关重要，其作用远不止于简单的故障切除。（1）提升故障检测的精度与速度：通过实时监测电力系统的各项电气参数，继电保护系统能够迅速发现异常并准确定位故障点。这不仅大大缩短了故障检测的时间，还提高了检测的准确性，为快速排除

故障提供了有力支持。（2）有效保护电力设备免受损害：在故障发生时，继电保护系统能够迅速切除故障元件，防止故障电流或电压对周围设备造成进一步损害。这种快速而准确的保护机制是确保电力设备长期稳定运行的重要保障。（3）提升电力系统整体运行质量：通过及时隔离故障设备和线路，继电保护系统有效减少了故障对电力系统整体运行的影响。这不仅避免了因故障导致的停电事故，还提高了电力系统的供电可靠性和稳定性，为用户提供了更加优质的电力服务。（4）促进电力系统智能化发展：随着智能电网技术的不断发展，继电保护系统也在向智能化、自动化方向迈进^[1]。通过与电力系统的其他自动化控制系统相结合，继电保护系统能够实现对电力系统运行状态的全面监测和智能控制，为电力系统的智能化发展提供了有力支撑。

2 电力继电保护的常见故障分析

2.1 继电保护装置误动作

继电保护装置误动作指的是在电力系统正常运行状态下，继电保护装置错误地判断为故障状态并采取相应的动作，如跳闸等，从而导致不必要的设备停运或电网扰动。这种误动作不仅会影响电网的稳定性，还可能对用户的正常用电造成干扰。造成继电保护装置误动作的原因多种多样，其中线路及继电保护设备开关或接线端子的松动、接触不良是常见的原因。这些物理连接问题可能导致信号传输不畅或信号误判，进而引发误动作。此外，继电保护元件的老化或损坏也是不可忽视的因素。随着运行时间的增长，元件的性能可能会逐渐下降，甚至失效，从而导致保护动作的失灵。外部干扰信号也是导致继电保护装置误动作的重要原因。雷电、电磁干扰等外部因素可能干扰保护元件的正常工作，使其误判为故障状态。此外，继电保护装置的绝缘性能也是关键。一旦绝缘击穿，保护装置将无法正常工作，极易

引发误动作。

2.2 电压互感器二次电压回路故障

在实际运行中,电压互感器二次电压回路故障时有发生。二次中性点接地方式异常是其中的一种常见故障。在正常情况下,电压互感器的二次侧应该只有一点接地。但如果出现多点接地的情况,就会在电压互感器二次接地与电网之间产生电压差,导致保护装置各相电压上叠加额外的电压,从而引起误动。这种故障往往难以察觉,但危害极大。另外,电压互感器开口三角电压回路异常也是常见的故障之一。开口三角电压回路是用于测量零序电压的重要回路。如果其出口接地出现故障,就会导致零序电压异常增大,进而可能引发电压继电器短路现象,造成电器开口三角电压回路故障。这种故障不仅会影响继电保护装置的正确动作,还可能对电力系统的安全运行构成威胁。

2.3 电流互感饱和故障

在电力系统发生短路等故障时,电流互感器可能会因电流过大而饱和。电流互感器的饱和会导致其输出电流波形畸变,进而影响继电保护装置的正确判断。特别是在配电系统设备终端负荷不断增容的背景下,短路电流可能会非常大。如果电流互感器无法承受这么大的电流而饱和,就会对继电保护装置的动作产生严重影响。在电流互感器饱和的情况下,定时限过流保护装置可能无法及时动作,从而无法有效切除故障点,导致故障扩大。

2.4 开关保护设备选择不当

开关保护设备的选择对于电力系统的安全稳定运行同样至关重要,然而,在实际工程中,有时会因为对开关保护设备的性能了解不足或选择不当而导致故障。例如,在未实现继电保护自动化的开关站内,如果采用了负荷开关或与其组合的继电器设备系统作为开关保护设备,就可能会存在隐患。因为负荷开关和继电器设备系统的性能可能无法满足电力系统的实际需求。当电力系统的出口线发生故障时,这些设备可能无法及时动作或动作不准确,从而导致开关站越级跳闸,引发大范围停电等严重后果。

3 电力继电保护的维修技术

3.1 维修前的准备工作

在进行电力继电保护维修之前,充分的准备工作是确保维修顺利进行和保障维修人员安全的基础。(1)对维修设备和工具的检查。维修前,必须对所有将用到的维修设备和工具进行仔细的检查。这包括万用表、示波器、绝缘电阻测试仪等常用工具,以及可能用到的专用维修工具。确保这些工具处于良好状态,能够正常工

作,避免因工具问题导致的维修延误或安全事故。(2)查阅设备的技术资料和维修手册。维修前,应详细查阅被维修设备的技术资料和维修手册。这些资料通常包括设备的结构图、工作原理图、技术参数、维修步骤和注意事项等。通过查阅这些资料,维修人员可以更加深入地了解设备的结构和工作原理,为后续的维修工作打下坚实的基础。(3)制定维修计划和方案。根据设备故障的情况和维修手册的指导,维修人员需要制定详细的维修计划和方案。这包括维修的步骤、所需的时间节点、可能遇到的问题以及应对措施等。通过制定维修计划和方案,可以确保维修工作有条不紊地进行,提高维修效率。(4)安全操作规程的遵守。维修现场应严格遵守相关的安全操作规程。维修人员必须穿戴好防护用品,如绝缘鞋、绝缘手套等。维修现场应设置明显的安全警示标志,并采取相应的安全措施,如断电、接地等。确保维修人员和设备的安全是维修工作的首要任务^[2]。

3.2 具体的维修技术方法

3.2.1 比较法

比较法通过与设备历年(次)试验结果、同类型同厂家设备试验结果、同一设备各相间的试验结果以及检验规程规定的允许偏差范围相互比较,来发现继电保护装置是否存在问题。(1)与设备历年(次)试验结果相比较:通过对比历年的参数数据,可以很容易地发现继电保护装置是否存在异常现象。如果某些参数与历年数据有显著差异,就可能意味着设备存在问题。(2)同类型同厂家设备试验结果相互比较:由于继电保护设备种类繁多,不同厂家、不同类型的设备性能可能存在差异。因此,将同类型同厂家的设备进行参数对比,具有更高的现实意义。(3)同一设备各相间的试验结果相互比较:对于三相设备,各相间的参数应该是一致的。如果在三机转换时,变相后出现异常,就要进行参数数据对比,以确定是否存在缺陷。(4)与检验规程规定的允许偏差范围相互比较:检验规程中通常会规定某些参数的允许偏差范围。如果测量偏差范围超过允许值,应认真分析,查找原因。

3.2.2 综合法

综合法是将多种诊断技术和方法综合运用,以期获得更全面、更深入的设备故障信息。在现代工业环境中,设备故障往往不是单一因素造成的,而是多种因素相互作用的结果。因此,仅凭一种测试方法很难全面捕捉故障的全貌。综合法的核心在于“综合”,它要求技术人员不仅掌握多种测试技术,如电气测试、机械测试、热测试、振动分析等,还要具备将这些测试结果进

行有效整合与分析的能力。电气测试可以检测电路的连通性、电压电流的异常波动；机械测试则关注于设备的物理磨损、振动频率的变化；热测试能够揭示设备过热导致的潜在问题；而振动分析则能捕捉到因不平衡、松动等引起的微小振动，这些都是判断设备健康状态的重要依据^[3]。通过综合这些来自不同维度的数据，技术人员可以构建起一个立体的故障模型，从而更精确地定位故障源，制定有效的维修策略。

3.2.3 直观法

直观法，作为最基础也是最直接的诊断方法，依赖于技术人员的感官观察。尽管在高科技诊断手段盛行的今天，直观法依然扮演着不可或缺的角色。很多时候，设备故障会以一种直观的方式表现出来，比如明显的外观损伤、异常的噪音、烧焦的气味等。这些直观的线索往往是快速定位故障点的关键。例如，在电气设备中，若闻到烧焦味，很可能意味着某处发生了短路或过载；观察到设备外壳变形，则可能是内部组件过热膨胀所致。直观法的优势在于其快速性和直接性，它能够帮助技术人员迅速缩小故障范围，为后续更深入的检测提供方向。

3.2.4 拆除法

拆除法，也称为替换法，是一种通过逐一替换疑似故障元件来定位问题的方法。这种方法特别适用于结构相对简单、元件数量有限的系统，如某些类型的继电保护设备。当传统测试手段难以直接指出故障点时，拆除法提供了一种“试错”的思路。实施拆除法时，技术人员需谨慎操作，确保每次只替换一个元件，并仔细观察替换后的系统反应。这一过程虽然耗时且可能显得笨拙，但其准确性较高，尤其是当故障元件表现不明显或测试设备无法直接识别时。拆除法也为技术人员提供了学习和了解设备内部结构的机会，有助于提升整体维修技能。

3.2.5 断开法与短接法

断开法与短接法是一对相辅相成的诊断技巧，尤其适用于复杂的电气回路和控制系统。短接法通过临时连接回路中的两点，绕过可能的故障点，观察系统状态的变化，从而判断故障是否在该段回路中。这种方法能够快速缩小故障范围，特别适用于查找断路或接触不良的问题。相反，断开法则是选择性地断开回路中的某一部

分，观察断开前后系统行为的差异，以此来确定故障区域。这种方法对于排查短路、误动作等故障尤为有效^[4]。断开法与短接法的使用要求技术人员对电路原理有深刻的理解，以及对操作可能带来的风险有充分的评估，因为不当的操作可能会扩大故障范围或造成新的故障。综合运用这两种方法，技术人员可以通过反复试验，逐步逼近故障的核心，最终实现精准定位^[5]。这一过程虽然考验技术人员的经验和耐心，但也是提升故障诊断能力的宝贵实践。

3.2.6 微机故障处理技术

随着微机保护技术的不断发展，微机故障处理技术也在电力继电保护中得到了广泛应用。通过设置微机保护装置，可以有效地处理内部继电保护装置的故障。微机保护装置通常具有容错设计、在线运行冗余设备等特性，可以在设备发生故障时自动进行切换或报警。同时，还可以通过设置具体参数、定值设定、参数优化等措施来提高继电保护的可靠性和灵敏度。

结语

综上所述，电力继电保护在电力系统中发挥着至关重要的作用。通过深入了解其原理与作用，我们能够更好地把握其运行规律，及时发现并处理各种故障。本文提出的维修技术，如比较法、综合法、直观法等，为继电保护装置的维修提供了有效的手段。同时，提升继电保护装置的可靠性和灵敏度，确保电力系统在各种工况下都能保持安全稳定运行。未来，随着电力技术的不断进步，我们有理由相信，电力继电保护将会更加智能化、自动化，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] 张晓俊. 电力继电保护故障的检测及其维修解析[J]. 电力工程技术创新, 2022, 3(4): 85-87.
- [2] 隋铭菲. 电力继电保护故障的处理措施[J]. 建筑工程技术与设计, 2020(34): 5452.
- [3] 于涓. 电力继电保护故障分析及处理[J]. 越野世界, 2021, 16(6): 130.
- [4] 柯荣. 试析电力继电保护故障的检测与维修技术[J]. 水电科技, 2022, 5(4).
- [5] 刘政. 关于电力继电保护故障与处理的研究[J]. 卷宗, 2021, 11(10): 344.