

电气工程中的继电保护故障与对策分析

李 爽

宁夏东部热电股份有限公司 宁夏 银川 750001

摘要：本文分析了电气工程中继电保护的特点、现有研发技术存在的问题，提出故障预防措施及具体处理措施。文章指出继电保护具有高度速动性、选择性、灵敏性和可靠性，但当前研发技术难以满足新需求，智能变电站技术仍需完善。针对这些问题，提出完善制度、提高技术水平、合理定值整定等预防措施。同时，对硬件、软件和配置故障进行详细分析及处理措施探讨，确保继电保护系统的可靠运行，提升电力系统的安全稳定性。

关键词：电气工程；继电保护；故障；对策

1 继电保护的特点

继电保护作为电力系统中的重要组成部分，第一、继电保护具有高度的速动性，在电力系统发生故障时，继电保护装置能够迅速响应，及时切除故障元件，从而最大限度地减少故障对电力系统的影响，保护电力设备和线路的安全。这种速动性对于防止故障扩大、提高电力系统的稳定性具有重要意义。第二、继电保护具有选择性，在电力系统中，当发生故障时，继电保护装置能够有选择性地切除故障部分，而不会影响到非故障部分的正常运行。这种选择性保证电力系统的连续供电，提高供电的可靠性。第三、继电保护还具有灵敏性，无论电力系统中发生故障的位置、类型以及故障的程度如何，继电保护装置都能够灵敏地感知到，并作出相应的动作。这种灵敏性确保了继电保护装置能够及时、准确地切除故障，保护电力系统的安全稳定运行^[1]。第四、继电保护还具备可靠性，继电保护装置在设计和制造过程中都经过严格的测试和验证，确保其在实际运行中能够稳定、可靠地工作。这种可靠性保证继电保护装置在关键时刻能够发挥出其应有的作用，为电力系统的安全稳定运行提供有力的保障。

2 现有继电保护研发技术存在的问题

2.1 继电保护研发技术无法完全满足新的要求

在传统交流电网中，目前的继电保护技术越来越成熟，但随着交直流混合电网的形成，继电保护技术已不能满足网络特性变化的新要求。在传统交流电网中，在直流电附近发生安全开关故障、转移故障、延迟故障，将导致连续发生两次或两次以上的直流整流故障，存在电网发送侧因功率过大而崩溃的风险。因此，提高继电保护设备的保护性能已迫在眉睫。

2.2 智能变电站继电保护技术仍需完善

智能变电站的快速发展也揭示了电网运行中的许多

问题，打破了继电保护“四特性”的基本原理。智能变电站采用“常规变压器+合并机组”的保护方式，使整个继电保护组的工作时间延长5-10ms。单个组件可能导致操作错误，违反了快速保护独立性的原则，影响次要设备与系统配置文件之间的连接，不直接可视化辅助“虚拟电路”或有一个明确的断开点进行维护隔离，增加了现场维护的风险。设备转换涉及大量配置文件的修改和校验，调试时间长，停电影响范围大，现场维护困难。变电站系统配置文件没有技术上的控制，存在由于配置文件错误导致继电保护不能正常工作的风险。

3 电力系统继电保护装置故障预防措施

3.1 完善继电保护制度

为降低继电保护装置的故障率，必须完善继电保护制度，这包括制定详细的维护规程，明确维护周期、内容和方法，确保维护工作的规范化和标准化。通过定期的维护和检查，可以及时发现并处理继电保护装置存在的隐患，防止其发展为严重的故障。应建立故障报告和处理机制，明确故障报告流程、处理时限和责任部门，确保故障能够得到及时、有效的处理。当继电保护装置发生故障时，责任部门应立即响应，组织专业人员进行故障排查和处理，尽快恢复装置的正常运行。除了维护和故障处理，还应加强继电保护装置的管理，这包括建立完善的设备台账，记录继电保护装置的型号、规格、生产厂家、投运日期等信息，以便对其进行全生命周期的管理。应制定继电保护装置的检修计划，合理安排检修时间和内容，确保装置在检修期间能够得到全面的检查和维修。

3.2 提高继电保护维护人员的技术水平

继电保护维护人员是电力系统稳定与安全运行的关键守护者，他们的专业能力直接影响着继电保护装置的性能与可靠性。因此，高度重视继电保护维护人员的

培训与教育至关重要,旨在提升其技术水平与故障应对能力。为实现这一目标,应定期组织专业培训,邀请业界专家与学者,深入讲解继电保护装置的基本原理、复杂结构、多样化运行方式及高效故障处理技巧。另外,还需实施实操培训环节,让继电保护维护人员亲手操作设备,深入了解其运行特性、识别各类故障现象,并提升实战操作能力。鼓励继电保护维护人员积极参与技能竞赛、技术研讨会及经验交流活动,通过与同行间的互动与竞技,促进技术精进与知识更新。同时,强化对继电保护维护人员的考核与管理机制,通过定期评估与考核,精准掌握其技术实力与工作绩效,及时发现并解决存在的问题。构建正向激励机制,对表现出色的继电保护维护人员给予表彰、奖励及职业发展机会,以此激发其工作热情与创新动力,共同推动电力系统保护与维护水平的持续提升^[2]。

3.3 合理进行继电保护定值整定

定值整定是继电保护装置正确动作的关键环节。在整定过程中,应充分考虑电网的实际运行情况、设备特性及保护要求,确保定值的准确性与合理性。加强定值计算的复核与校验工作,防止因计算错误导致的误动或拒动。同时,随着电网结构的变化与设备老化,应定期对定值进行复查与调整,确保其始终满足保护需求。

3.4 加强对电气继电保护的维护和管理工作的

维护和管理工作是确保继电保护装置持续、稳定运行的重要环节。建立严格的维护和管理制度是关键,这包括制定详细的维护计划,明确维护周期、内容和方法,并严格按照计划执行。通过定期的维护和检查,可以及时发现装置存在的潜在问题,并进行修复或更换,从而避免故障的发生。提高维护和管理人员的专业水平也是至关重要的,他们应具备扎实的专业知识和丰富的实践经验,能够准确判断和处理继电保护装置的故障。需要加强对维护和管理人员的培训和教育,提升他们的专业技能和故障处理能力。应注重维护和管理工作的细节,例如,定期对继电保护装置进行清洁和紧固,确保其外观整洁、内部元件连接牢固;对装置的接线进行检查,防止因接线松动或接触不良引起故障;对装置的运行环境进行监控,确保其处于适宜的温度、湿度等条件下运行。

3.5 加大继电保护的投入

为了进一步提升电力系统的可靠性与稳定性,需要加大继电保护的投入力度。在资金方面,增加对继电保护装置及其维护与管理的投入;在技术方面,加强与先进技术的交流与合作,推动技术创新与升级;在人力资

源方面,注重培养和引进高素质的继电保护专业人才,为电力系统的安全稳定运行提供坚实的人才保障。为提升电力系统的可靠性与稳定性,需全方位加大继电保护的投入。资金上,不仅要确保高质量保护装置的采购,还应增加对维护、检测及新技术研发的经费支持。

4 继电保护故障分析及处理措施

4.1.1 硬件故障详细分析

在电力系统中,继电保护的硬件故障是保障电网稳定运行的一大挑战。这些故障不仅影响保护装置的即时响应能力,还可能对电网安全构成潜在威胁。元件老化是硬件故障的一个常见原因,随着设备使用时间的增加,继电器触点磨损、电路板元器件性能下降等现象逐渐显现,这些都会直接影响保护动作的准确性和及时性;环境因素也是不容忽视的,高温环境会加速电子元件的老化,潮湿则可能导致电路板短路或腐蚀,振动则可能使连接件松动,进而影响信号传输。而外部冲击,如雷电直击或短路电流的冲击,更是可能瞬间损坏设备,造成保护功能的失效。具体到故障类型,继电器损坏通常表现为触点粘连或接触不良,导致保护误动或拒动;电路板故障则可能因元器件短路、开路或焊接不良等问题引发;电源故障则直接切断保护装置的供电,使其无法正常工作;电气连接问题,如接线松动、腐蚀等,则会导致信号失真或中断,影响保护判断。这些故障不仅需要专业的技术手段进行定位和分析,更需要在日常维护中加强预防和监控。

4.1.2 处理措施

针对继电保护系统中的硬件故障,需要采取一系列有效的处理措施来保障设备的安全稳定运行。第一,故障排查是关键步骤,通过现场观察、使用专业测试仪器对故障设备进行详细检测,可以准确判断故障元件的具体位置和原因。这一步骤要求技术人员具备丰富的实践经验和专业的知识背景,能够迅速准确地定位故障点。第二,在确定故障元件后,元件更换成为必要手段。为了确保新元件的可靠性和稳定性,我们必须选择与原元件相同规格、型号的新元件进行更换,并在更换后进行严格的性能测试和验证,确保其能够正常工作。对更换下来的旧元件进行分析和记录,以便总结故障规律和经验教训。第三,采取措施改善设备的运行环境。例如,在高温环境下加强散热措施,如安装散热风扇、增加散热片等;在潮湿环境中采取防潮措施,如使用防潮材料包裹设备、定期除湿等;在振动环境中加固设备固定件、减少振动源等。这些措施可以有效地降低环境因素对设备的影响,提高设备的稳定性和可靠性^[4]。第四,通

过定期对设备进行清洁、紧固电气连接、检查元件状态等维护工作，可以及时发现并解决潜在的问题，防止故障的发生。预防性维护需要制定详细的维护计划和标准操作规程，并严格执行，确保维护工作的质量和效果。建立完善的设备档案和维护记录系统，对设备的维护历史进行记录和跟踪分析，以便更好地掌握设备的运行状况和故障规律。

4.2 软件故障分析及处理措施

4.2.1 软件故障分析

软件故障主要是由于软件编程错误、算法缺陷、版本不兼容或病毒感染等问题引起的。这类故障通常表现为保护装置误动、拒动或功能异常。软件日志和报警信息是分析软件故障的重要线索。

4.2.2 处理措施

(1) 日志分析：仔细分析保护装置的软件日志和报警信息，查找可能的软件错误或异常。(2) 软件升级：对于版本不兼容或存在已知缺陷的软件，应及时升级至最新版本，以修复软件问题。(3) 软件验证：在软件升级或更换后，应对软件进行全面的验证测试，确保其功能正常、逻辑正确。(4) 病毒防护：加强保护装置的病毒防护措施，如安装杀毒软件、定期更新病毒库等，以防止恶意软件入侵。

4.3 配置故障分析及处理措施

4.3.1 配置故障分析

配置故障主要是由于人为操作失误、定值设置错误、压板投退不当等原因引起的。这类故障可能导致保护装置无法正常响应电网异常情况，从而影响电网的安全稳定运行。

4.3.2 处理措施

定期对保护装置的定值进行核查，确保其与实际电网情况相匹配，避免因定值设置错误导致的保护误动或

拒动；加强保护压板的管理，确保压板的投退状态与保护要求一致。在操作过程中应严格遵守操作规程，防止误操作；加强对操作人员的培训和教育，提高其对保护装置配置的认识和理解水平。通过培训使操作人员掌握正确的配置方法和操作规程；建立完善的审核和监督机制，对保护装置的配置过程进行严格的审核和监督，确保配置正确无误。对于发现的问题应及时整改并追究相关责任人的责任。为确保继电保护的准确性与可靠性，必须定期、细致地核查保护装置的定值，确保它们紧密贴合电网的实际运行状况，从而杜绝因定值错误而引发的误动或拒动风险；建立健全的审核监督机制，对配置过程实施严格把控，一旦发现问题，立即整改并明确责任，以此促进管理水平的持续提升。

结束语

电气工程中继电保护故障与对策分析是提升电力系统安全性和稳定性的关键所在。面对复杂多变的故障情况，应不断优化故障处理流程，提升技术水平和维护能力，确保继电保护系统能够迅速准确地识别并隔离故障，为电力系统的安全稳定运行提供坚实保障。未来，随着技术的不断进步和管理的日益完善，继电保护系统的性能和可靠性将得到进一步提升，为电气工程的发展注入更强动力。

参考文献

- [1]殷怿.电气一次设备与继电保护装置匹配不当引起的问题及解决[J].科学之友,2020(10):56-57.
- [2]骆树权,莫浪娇.电气一次设备与继电保护装置匹配不当引起的问题及解决[J].电子测试,2020(06):82-83.
- [3]胡桂军,王东利,李飞,刘宁.分布式发电对配电网继电保护的影响[J].通信电源技术,2019,36(09):229+231.
- [4]刘洋,黄宏刚,吴彦伟.电厂继电保护故障诊断与现场处理方案探讨[J].电工技术,2021(18):107-108.