

# 智能变电站继电保护的典型缺陷分析与处理对策

吴萍

浙江诚信人才资源交流服务有限公司 浙江 杭州 310000

**摘要:** 随着新能源技术、分布式发电技术、大规模储能技术、超远距离超大规模输电技术、信息网络技术和智能控制技术的高速发展,世界电网进入智能电网发展阶段。本文针对智能变电站继电保护系统面临配置复杂易错、网络通信故障、软件漏洞及人为操作失误等典型缺陷,影响电网安全稳定等问题。提出了处理对策包括严格管理配置参数、定期更新软件版本、加强人员培训、优化光纤通信与设备连接等,旨在提升系统可靠性、稳定性和安全性,确保电网高效运行。

**关键词:** 智能变电站; 继电保护; 典型缺陷; 处理对策

引言: 随着智能电网的发展,智能变电站作为其核心组成部分,其继电保护系统的稳定性和可靠性成为保障电网安全的关键。然而,智能变电站继电保护在实际运行中常面临算法不足、通信故障、设备老化及人为操作失误等典型缺陷。通过深入分析这些缺陷的成因,并提出有效的处理对策,以此为智能变电站的安全稳定运行提供有力支持。

## 1 智能变电站继电保护技术概述

智能变电站继电保护技术代表了变电站自动化技术的发展方向。智能变电站系统主要由三层两网构成,即站控层、间隔层和过程层,以及站控层网络和过程层网络。对于继电保护而言,站控层负责传输、修改和录播文件等,而过程层网络则专注于采样值、开关状态和跳闸等信号的传输。这种体系结构为智能变电站继电保护提供了坚实的基础。在智能变电站中,继电保护技术具有实时性和可靠性的显著特点。实时性体现在继电保护系统能够迅速响应电力系统的变化,及时采取保护措施,防止故障扩大<sup>[1]</sup>。而可靠性则依赖于网络信息技术的广泛应用,使得继电保护系统能够稳定地运行,减少误动作和拒动作的可能性。除此之外,智能变电站继电保护技术还实现了数据的网络化交换,突破了传统继电保护采样、计算、出口一体化的模式。保护对象、数据信息与保护装置不再绑定,使得基于数据库的数据动态实时存储与调用成为可能。这种技术变革大大提升了继电保护系统的灵活性和可扩展性。

## 2 智能变电站继电保护的典型缺陷分析

### 2.1 算法漏洞

在智能变电站继电保护系统中,算法作为核心控制逻辑,其设计和实现的质量直接决定了保护功能的准确性和可靠性。然而,算法漏洞是智能变电站继电保护

中不可忽视的一个典型缺陷。算法漏洞可能源于多个方面。首先,是算法设计本身的不足。由于电力系统的复杂性,继电保护算法需要处理大量的实时数据,并在极短的时间内做出准确的判断。如果算法设计未能充分考虑所有可能的运行工况和故障模式,就可能导致在某些特定情况下算法失效或误判。如果参数设置不当,如门限值设置过高或过低,都可能影响算法的灵敏度和可靠性。过高的门限值可能导致保护动作延迟或拒动,而过低的门限值则可能引发误动。算法实现过程中的逻辑错误也是导致算法漏洞的重要原因。例如,在计算过程中出现的溢出、除零等错误,都可能导致算法输出错误的结果,从而影响保护功能的正常执行。

### 2.2 通信故障

在智能变电站继电保护系统中,通信故障是另一个典型的缺陷,其发生对保护功能的正常运行构成了严重威胁。(1)通信设备故障是导致通信故障的直接原因。由于智能变电站依赖于复杂的通信网络和多种通信设备,如交换机、路由器、光纤等,这些设备的任何故障都可能影响通信的稳定性和可靠性。例如,光纤的折损、连接不良或通信设备本身的损坏都可能导致通信中断或数据传输错误。(2)网络异常也是通信故障的常见原因。智能变电站的通信网络需要保持高度的稳定性和实时性,以确保保护信息能够迅速准确地传输。然而,网络拥塞、延迟或中断等问题都可能影响通信质量,进而影响保护功能的正常执行。(3)通信协议不兼容也可能导致通信故障。在智能变电站中,不同厂家、不同型号的设备可能采用不同的通信协议,如果协议之间不兼容或存在冲突,就可能导致通信失败或数据错误。

### 2.3 设备故障

在智能变电站继电保护系统中,设备故障是另一个

不容忽视的典型缺陷,其发生可能直接影响保护功能的正常运作,进而对电力系统的安全稳定运行构成威胁。智能变电站中的继电保护设备,如保护装置、测量设备、开关设备等,在长期运行过程中可能会因老化、磨损或外部因素(如环境因素、电磁干扰等)导致性能下降或损坏。这些设备的故障可能会导致保护动作不准确、误动或拒动,从而影响电力系统的安全运行。智能变电站中的设备之间通过复杂的网络进行连接和数据交换。如果设备间的连接出现问题,如接触不良、线路故障等,都可能导致数据传输错误或中断,进而影响保护功能的正常执行。在设备配置过程中,如果参数设置不合理、接线错误或软件配置不当,都可能导致设备无法正常工作或性能下降。这些问题在智能变电站继电保护系统中尤为突出,因为保护功能的实现高度依赖于设备的精确配置和参数设置。

#### 2.4 人为操作失误

在智能变电站继电保护系统的运行维护过程中,人为操作失误是一个常见且重要的典型缺陷。尽管智能变电站的自动化程度较高,但人的因素在系统的运行和维护中仍然起着至关重要的作用。人为操作失误可能发生在多个环节,包括系统配置、日常维护、故障排查以及应急处理等。具体来说,操作人员可能因为对系统的不熟悉、操作规范掌握不全面、注意力不集中或疏忽大意等原因,导致误操作或遗漏操作。例如,在配置保护参数时,如果操作人员对参数的意义和取值范围理解不透彻,就可能设置错误的参数,导致保护功能失效或误动。此外,人为操作失误还可能源于沟通不畅或信息传递错误。在智能变电站中,多个部门和人员需要协同工作,如果沟通机制不健全或信息传递出现偏差,就可能导致操作失误。

### 3 智能变电站继电保护典型缺陷的处理对策

#### 3.1 算法优化与验证

在算法优化层面,我们强调“精准建模”与“智能适配”的结合。精准建模意味着深入理解电力系统的动态特性和故障机理,将复杂的电力系统行为抽象为精确的数学模型。在此基础上,通过智能适配技术,使算法能够根据实际运行情况自动调整参数和逻辑,以适应不同工况下的保护需求。这种自适应能力不仅提升了算法的灵活性,也增强了其应对突发故障的能力。采用先进的数值分析方法和优化算法,减少计算过程中的冗余和误差,提高算法的收敛速度和计算精度。这些措施有效降低了算法因计算错误或数据异常而导致的误动或拒动风险。在算法验证方面,注重“全面覆盖”与“深度测试”的结

合。全面覆盖意味着对算法进行多种故障模式和运行工况的仿真测试,确保其在各种条件下的正确性<sup>[2]</sup>。而深度测试则侧重于对算法的关键环节和潜在缺陷进行深入剖析,通过构建极端工况和异常数据场景,检验算法的鲁棒性和容错能力,还强调现场验证的重要性,将优化后的算法在实际保护系统中进行试运行,通过收集现场数据和反馈意见,对算法进行进一步的调整和优化。

#### 3.2 通信故障预防与处理

为了有效预防和处理通信故障,需要采取一系列深入且全面的对策,以确保通信系统的稳定性和可靠性。

(1) 加强通信设备的选型与配置。在选择通信设备时,应优先考虑性能稳定、可靠性高、兼容性好的产品,避免使用技术不成熟或存在隐患的设备。同时,合理配置通信设备的冗余备份,提高通信系统的容错能力。在设备配置过程中,应严格按照相关标准和规范进行操作,确保设备的连接正确、参数设置合理。(2) 优化通信网络结构与布局。智能变电站的通信网络结构复杂,布局合理与否直接影响通信性能。需要根据变电站的实际情况,合理设计通信网络的拓扑结构和路由选择,确保通信信号能够稳定、快速地传输。同时,加强对通信网络的监测和维护,及时发现并解决潜在的网络问题。(3) 强化通信协议的统一性和兼容性。智能变电站中涉及多种通信协议,如果协议之间不兼容或存在冲突,就可能导致通信故障。需要统一通信协议的标准和规范,确保不同厂家、不同型号的设备之间能够顺畅地进行通信。加强对通信协议的测试和验证工作,确保协议的正确性和可靠性。(4) 建立完善的通信故障应急处理机制。在通信故障发生时,需要迅速定位故障原因并采取相应的处理措施。需要建立完善的通信故障应急处理预案和流程,明确故障处理的责任人和操作步骤,加强对运维人员的培训和演练工作,提高其对通信故障的处理能力和应对能力。

#### 3.3 设备故障预防与应对

为了有效预防设备故障并高效应对已发生的故障,需要采取一系列深入且全面的处理对策。(1) 加强设备选型与质量控制。在设备选型阶段,应严格遵循技术标准和规范,选择性能稳定、质量可靠、技术成熟的设备。同时,加强对设备供应商的资质审查和产品质量检测,确保所选设备符合相关要求。在设备采购后,还应进行严格的入库检验和验收,确保设备在投运前处于良好状态。(2) 强化设备维护与保养。建立健全的设备维护保养制度,定期对设备进行巡检、维护和保养,及时发现并处理设备隐患。针对关键设备和易损部件,应制

定更加详细的维护计划和保养措施,确保其长期稳定运行。同时,加强对设备运行状态的监测和分析,利用现代技术手段提高设备维护的智能化水平。(3)提升设备故障应对能力。建立完善的设备故障应急预案和响应机制,明确故障处理的责任人和操作步骤。在故障发生时,能够迅速定位故障原因并采取相应的处理措施,减少故障对系统的影响。同时,加强对运维人员的培训和演练工作,提高其对设备故障的判断能力和应对能力。

(4)加强设备更新换代与升级。随着技术的不断进步和设备的老化,应及时对老旧设备进行更新换代和升级。通过引入新技术、新设备和新工艺,提高系统的整体性能和可靠性。同时,加强对新技术、新设备的研究和应用,为智能变电站继电保护系统的持续发展提供有力支持。

### 3.4 人为操作失误的防范

在智能变电站继电保护系统中,人为操作失误是一个不容忽视的问题,它可能直接导致系统性能下降甚至故障。(1)加强操作人员的专业培训与技能提升。这是防范人为操作失误的基础。通过定期举办专业课程,使操作人员全面掌握智能变电站继电保护系统的原理、操作规范、故障排查及应急处理等知识,引入模拟演练和实操训练,提高操作人员的实战能力和应对复杂情况的能力,还应建立考核和奖惩机制,激励操作人员不断提升自身技能水平。(2)优化操作界面与流程设计。智能变电站继电保护系统的操作界面应简洁明了、易于操作,避免过多的冗余信息和复杂操作。通过优化界面布局和操作流程设计,降低操作难度和误操作风险,采用标准化的操作规范和流程,确保每位操作人员都能按照统一的标准进行操作。(3)建立健全的操作管理制度和监督机制。制定详细的操作管理制度和操作规程,明确操作人员的职责和权限,规范操作行为,建立监督机制,对操作过程进行实时监控和记录,及时发现并纠正操作失误。对于因人为操作失误导致的系统故障,应严肃追究相关人员的责任,以起到警示作用。

### 3.5 光纤通信与设备连接的改进

光纤通信网络的优化需采用高性能的光纤传输设备,如具有高传输速率和低误码率的光端机,以提高数据传输的效率和准确性,通过优化光纤的物理特性,如提高光纤的衰减系数和色散特性,来增强信号的传输能力。另外,设计合理的网络拓扑结构,减少通信路径的冗余和复杂性,降低数据传输的延迟和丢包率。通过引入环网保护或双路径传输等技术手段,提高通信网络的可靠性和稳定性。采用先进的通信协议,如IEC61850标准,实现设备之间的互操作性和无缝集成。通过优化协议的数据传输机制和错误处理机制,提高通信的实时性和准确性。提高接口标准一致性,确保所有接入系统的设备都符合统一的接口标准和协议规范,避免因接口不兼容导致的通信故障<sup>[3]</sup>。加强物理连接的可靠性,采用高质量的光纤连接器和线缆,确保设备之间的物理连接稳固可靠。同时,对连接处进行严格的防水、防尘和防腐蚀处理,提高连接的耐久性和稳定性。在关键设备和通信链路上实施冗余连接策略,如双光纤、双端口或多路径连接等。当主连接出现故障时,冗余连接能够迅速接管数据传输任务,确保系统的连续运行。

### 结语

总之,智能变电站继电保护的典型缺陷涉及多个方面,但通过算法优化、通信故障预防、设备维护更新以及人员操作规范化等对策,可显著提升保护系统的可靠性和稳定性。未来,随着技术的不断进步和管理的持续完善,智能变电站继电保护将更加智能、高效,为电网安全稳定运行提供更加坚实的保障。

### 参考文献

- [1]舒昶.变电站继电保护缺陷分析及消缺措施研究[J].技术与市场,2021,28(11):104-105.
- [2]曾柳中.变电站继电保护缺陷分析及消缺措施研究[J].电气开关,2021,59(03):77-80.
- [3]裘愉涛,胡雪平,凌光,罗清,赵一仲.国网公司智能变电站继电保护标准体系研究[J].电力系统保护与控制,2020,45(20):7-13.