

变电所继电保护改造调试技术探析

●李世雷 胡丁宇 任 广



[摘要] 随着电力系统规模的不断扩大与运行复杂性的日益增加,变电所作为电力传输与分配的关键枢纽,其继电保护装置的可靠性与有效性直接关系到整个电力网络的安全稳定运行,传统的继电保护系统在面对新型电力设备、复杂故障工况以及智能化电网要求时逐渐显露出局限性。基于此,本文深入探析变电所继电保护改造调试技术,旨在为提高变电所继电保护性能,推动电力系统的现代化发展,并提供有益的参考与技术支持,确保电力供应的连续性、稳定性与安全性,满足社会日益增长的电力需求。

[关键词] 变电所;继电保护;改造;调试技术

本文聚焦变电所继电保护改造调试技术,深入探讨了其关键方面。随着电力系统的不断发展,传统继电保护面临着挑战,改造调试势在必行。文章详细阐述了改造的必要性,重点剖析改造调试中的核心技术要点,分析不同变电所继电保护改造调试过程中的难点与创新解决方案。通过对变电所继电保护改造调试技术的全面探析,为电力工程技术人员提供理论依据与实践指导,助力提升继电保护系统性能,保障电力系统安全、稳定、高效运行。

Q 继电保护装置的构成系统

(一)现场间隔层面装置

在继电保护装置构成系统中,现场间隔层面装置是直接 与一次设备接口的设备,它主要包括线路保护装置、变压器保护装置、母线保护装置、电容器保护装置、电抗器保护装置等,这些装置安装在变电所各个间隔的开关柜或保护小室中。现场间隔层面装置能够实时采集被保护设备的电气量数据,如电流、电压等模拟量,以及断路器位置、刀闸位置等开关量,这些数据是判断设备是否发生故障的基础依据。例如,通过高精度的电流互感器和电压互感器,线路保护装置可以精确地采集线路上的电流和电压信号。装置会根据预先设定的保护逻辑和算法,对采集到的数据进行分析。当检测到被保护设备的运行参数超过设定的阈值或者出现异常情况时,如短路、过负荷等故障特征时,就会判定故障发生。一旦判定故障发生,现场间隔层面装置会迅速发出控制命令,跳开相应的断路器,隔离故障设备。这样可以防止故障范围扩大,保护电力系统其他部分的正常运行。

(二)中间网络通信

中间网络通信是连接各个保护装置及相关系统的通信链路,主要包括站内的通信网络,如以太网、光纤通信网络等。这些通信网络可以采用多种通信协议,实现数据的传输。数据共享与交互,使得不同间隔的继电保护装置之间能够共享运行数据。例如,母线保护装置可以通过中间网络通信获取连接在母线上各个线路保护装置的电流数据,用于综合判断母线是否发生故障,实现保护之间的协同配合。通过中间网络通信,把现场间隔层面装置采集到的数据传输到变电站的监控系统,运行人员在监控主机上就能看到全站各个设备的运行参数和状态,实现集中监控;同时,也方便进行定值修改、保护投退等管理操作。

(三)后台操作装置

在继电保护装置的构成系统中,后台操作装置能够实时显示各个继电保护装置及一次设备的运行状态,包括电流、电压、功率等电气参数。例如,运行人员可以通过后台操作装置直观地看到线路的实时负荷情况,及时发现过负荷等异常状态;同时,可以监测继电保护装置自身的状态,如保护装置是否有告警信息、通信是否正常等,有助于提前发现保护装置可能存在的问题。此外,还可以对继电保护装置进行远程操作,如修改保护定值,在电网运行方式发生变化或者需要对保护装置进行优化调整时,通过后台操作装置可以方便地远程修改保护装置的动作参数。在设备检修等情况下,运行人员在后台就可以完成对相应保护装置的停用操作,操作完成后也能及时看到装置状态的改变。

Q 变电所继电保护改造技术探究

(一)主变压器继电保护改造

主变压器继电保护改造是变电所继电保护改造的重要组成部分,改造前全面检查现有主变压器继电保护装置的运行状况,包括保护装置的動作记录、历史故障情况、元件老化程度等。收集主变压器的铭牌参数,如容量、电压等级、绕组连接方式等,这些资料对后续改造方案的设计和實施至关重要。根据主变压器的参数和电网的要求,选择合适的继电保护装置,新型保护装置应具备更高的精度、更快的動作速度和更好的抗干扰能力。根据主变压器的容量和可能的过载情况,重新计算过电流保护和过负荷保护的定值,考虑采用反时限特性的过电流保护,使其動作时间与故障电流大小相适应,更有效地保护变压器。在安裝新的继电保护装置时,要确保装置安裝牢固,符合电气安全距离要求。

(二) 馈线保护系统改造

馈线保护系统改造是变电所继电保护改造的关键环节,需要仔细检查现有馈线保护装置的运行状况,分析装置是否存在誤动作、拒動作风险,以及现有保护功能是否满足当前电网运行要求。根据电网的发展规划和实际运行需求,确定馈线保护系统改造的目标。考虑保护装置的技术参数,确保所选装置的参数能够满足馈线的实际保护需求;同时,要注意装置的额定电流、电压等参数与馈线的电气参数相匹配。选择能够与变电所现有通信系统兼容的保护装置,以便实现保护装置与后台监控系统、其他保护装置之间的信息交互。除此之外,还要正确连接保护装置的二次线,包括电流互感器、电压互感器的二次側接线。确保电流回路和电压回路的接线正确,防止极性接反等错误。对于具有方向保护功能的装置,要特别注意电流、电压的相位关系,以保证方向判断的准确性。

(三) 电力电容器继电保护改造

全面检查现有电力电容器及其继电保护装置的运行状态,例如,查看电容器是否存在滲漏油导致的电容值偏差,保护装置是否因老化而出现性能下降。收集电力电容器的规格参数,以及原继电保护装置的原理图、定值单、使用说明书等资料,为改造方案设计提供依据。重新计算过流保护定值,考虑电容器的额定电流、涌流倍数及可能出现的故障电流情况,可采用反时限过流保护原理,使其能更好地适应不同程度的过电流故障,提高保护的选择性与灵敏度。进而依据电容器的额定电压和电网电压波动范围,精确设定过压与欠压保护的阈值,过压保护可防止电容器因系统电压过高而损坏,欠压保护能在系统电压过低时及时切除电容器,避免其因过补偿而产生不良影响。安裝完成之后,要模拟各种故障情况,如过流、过压、欠压、电容器内部故障等,对保护装置进行全面的功能调试,验证其動作的准确性和可靠性。测试保护装置与后台监控系统的通信连接,确保保护動作信息、电容器运行状态信息等能够实时准确地传

输到监控系统,实现远程监控与管理,只有验收合格后,方可投入正式运行。

Q 变电所继电保护调试技术探究

(一) 总系统调试

总系统调试是变电所继电保护调试中的关键环节,用于验证整个继电保护系统的有效性和可靠性。在进行总系统调试前,应当再次检查各个继电保护装置的基本功能。这包括核对保护装置的定值设置,确保定值符合设计要求;检查装置的输入输出接口是否正常;检查各个继电保护装置与后台监控系统以及相互之间的通信是否正常;通过通信测试软件或者监控系统的通信检测功能,验证数据传输的准确性和实时性,确保装置能够准确地將故障信息、运行状态等数据发送给后台,并能够接收后台的控制命令。模拟不同类型的短路故障,如三相短路、两相短路、单相接地短路等。在模拟过程中,逐步改变故障位置、故障电阻等参数,观察保护装置的動作情况,检查保护装置是否能够准确判断故障类型,是否能在规定的时间内发出跳閘命令,并且跳閘逻辑是否正确。將继电保护系统与一次设备进行联动调试,在保护装置发出跳閘或合閘命令后,观察一次设备是否能够正确响应。在调试过程中,详细记录各种调试数据,这些记录將作为系统调试报告的重要内容,有助于后续对系统性能的分析 and 问题的查找。根据调试报告和相关标准规范,组织对继电保护系统进行验收,验收通过后,标志着继电保护系统调试工作完成,系统可以正式投入运行。

(二) 大电流故障保护调试

准备高精度的继电保护测试仪,其能够输出足够大的电流模拟大电流故障。同时,还需要准备好万用表、示波器等辅助工具,用于测量和观察相关信号。收集保护装置的技术资料,确保调试现场的安全,如检查调试设备的接地是否良好,防止触电事故;同时,设置好警示标识,避免无关人员进入调试区域。在调试前,仔细核对保护装置中大电流故障保护相关的定值,确保定值已按照设计要求正确设置。检查保护装置的电流输入回路接线是否正确,因为接线错误可能导致保护装置在大电流故障时誤动作或拒動作。將继电保护测试仪的电流输出端连接到保护装置的电流输入回路,按照三相短路的情况设置测试仪的输出参数。启动测试仪输出大电流,观察保护装置的動作情况,记录保护装置发出跳閘命令的时间,并与定值单中的動作时间要求进行对比,检查跳閘逻辑是否正确,即是否跳开了应该跳开的断路器。计算保护装置在不同故障类型下的灵敏度,灵敏度是指在保护区內发生故障时,保护装置能够正确動作的能力。通过模拟最小运行方式下的故障,检查保护装置的灵敏度是否满足要求,一般要求灵敏度系数大于规定值(如 1.3

~1.5)。如果在调试过程中发现保护装置出现误动作、拒动作、动作时间不符合要求等问题,需要及时查找原因。针对不同的原因采取相应的措施,如重新设置定值、修复接线、更换故障元件等。

(三) 继电隔离系统调试检测

继电隔离系统在变电所中起着重要的作用,能够有效防止干扰和故障在不同电气设备之间传播。在检测中要对继电隔离系统的设备进行外观检查,检查设备是否有损坏、变形、烧焦等迹象,确保设备外观完好。使用绝缘电阻表对隔离系统的输入输出端子之间、端子与外壳之间进行绝缘电阻测试,根据设备的额定电压和绝缘等级,设定合适的测试电压。绝缘电阻值应符合设备说明书或相关标准的要求,一般来说,绝缘电阻应大于规定的最小值,以确保良好的绝缘性能。使用信号发生器向隔离系统的输入侧模拟正常和异常的电气信号,观察隔离系统是否能够正确地接收和处理这些输入信号。通过在输入侧施加干扰信号,如高频噪声、脉冲干扰等,同时检查输出侧信号的纯净度,评估隔离系统的信号隔离效果,可以使用示波器观察输出信号是否受到明显的干扰,确保隔离系统能够有效地抑制输入侧的干扰信号,使输出信号保持稳定和准确。如果在调试检测过程中发现问题,需要及时分析原因并采取相应的措施进行处理,可能的原因包括设备损坏、接线错误、参数设置不当等,针对不同的原因进行修复或调整,然后重新进行测试,直到问题得到解决。

(四) 同源相序的核对调试

在变电所继电保护调试中,同源相序的核对调试非常重要,要先对变电所母线的相序进行核对。利用相序表,将其接入母线的三相电压互感器二次侧,或直接接入母线三相电压,检测母线电压的相序。正常情况下,应为正相序 A-B-C;若出现逆相序,需要检查电压互感器的接线是否正确,或者一次母线的相序是否有接反的情况。对于电源进线,将相序表接入进线侧的电压互感器二次侧,检查进线的相序是否与母线相序一致。在继电保护装置的电压输入侧,将相位伏安表接入。通过比较装置输入电压的相序和一次母线相序,确保二者一致。检查保护装置内部的定值设置与相序有关的参数是否正确,所以要确保装置内的相序相关定值与实际的相序情况相匹配。将保护装置采集的电

流相序与电压相序结合起来检查,对于差动保护等涉及电流相序的保护功能,确保两侧的电流相序正确且相互匹配。在进行整组保护装置模拟故障试验时,同时观察保护装置的动作情况与相序的关系。这些设备的正确动作往往也依赖于正确的相序信息,确保在系统运行和故障情况下,所有设备基于相同的、正确的相序进行协同工作。

Q 结束语

综上所述,变电所继电保护改造调试技术对现代电力系统的稳定运行起着举足轻重的作用。通过对传统继电保护系统的深入剖析与改造,采用先进的保护原理、智能化的装置及严谨的调试流程,能够有效提升继电保护的性能,增强其对复杂故障的应对能力与快速响应性。无论是主变压器、馈线,还是电力电容器等不同设备的继电保护,都需遵循科学合理的步骤。随着电力技术的革新与电网智能化程度的加深,继电保护改造调试技术也将持续创新与完善,以适应未来电力系统对于更高安全性、可靠性与灵活性的需求,为电力事业的稳健发展提供保障,并进一步推动电力工业朝着更加高效、智能化的方向发展。

参考文献

- [1] 闫立君. 变电所继电保护改造调试技术探析[J]. 中国设备工程, 2019(06): 62-63.
- [2] 徐冬兴. 无锡广播电视集团 35kV 变电所继电保护改造调试技术探析[J]. 通信电源技术, 2020, 37(04): 279-280.
- [3] 刘维, 于荣高, 范彦波, 等. 铁路智能变电所继电保护调试技术研究[J]. 电气化铁道, 2018, 29(S1): 15-17.
- 孟新宇. 智能变电站中的继电保护检测技术分析[J]. 电子技术, 2023, 52(09): 176-177.

作者简介:

李世雷(1998—), 男, 汉族, 四川自贡人, 本科, 助理工程师, 山东枣矿中兴电气有限公司, 研究方向: 继电保护。

胡丁宇(1998—), 男, 汉族, 山西吕梁人, 本科, 助理工程师, 山东枣矿中兴电气有限公司, 研究方向: 矿区输配电。

任广(1999—), 男, 满族, 内蒙古兴安人, 本科, 助理工程师, 山东枣矿中兴电气有限公司, 研究方向: 矿区输配电。