

继电保护检修及数字化继电保护

俞天涯 黄涵颖

国网杭州供电公司 浙江 杭州 310000

摘要：继电保护检修是确保电力系统稳定运行的关键环节，通过定期检测、评估和维修继电保护装置，确保其能够准确、迅速地响应故障并切断故障线路。随着技术的发展，数字化继电保护技术通过引入微处理器、通信和自动校验等先进技术，提高了保护的准确性和可靠性。这些技术不仅提高了检修效率，还实现了对电力系统的实时监控和远程控制，为电力系统的安全稳定运行提供了更加坚实的保障。

关键词：继电保护；检修；数字化继电保护

引言：随着电力系统的不断发展和复杂化，继电保护装置的重要性日益凸显。继电保护检修作为保障电力系统安全运行的重要手段，需要不断引入新技术以提升检修效率和保护性能。数字化继电保护技术以其高精度、高可靠性和智能化等特点，为继电保护检修提供了全新的解决方案。本文将深入探讨继电保护检修的必要性及数字化继电保护技术，以此为电力系统的安全稳定运行贡献力量。

1 继电保护技术的意义

继电保护技术在电力系统中的意义深远而重大，它不仅保障了电力设备和电力系统的安全运行，而且在提高电网的可靠性、缩短故障处理时间、减轻运维人员工作强度等方面发挥着不可替代的作用。第一，提高电网的可靠性，保证电力设备的安全运行。继电保护技术通过实时监测电力系统的运行状态，能够迅速、准确地检测到电力设备的故障，并自动采取隔离或切除故障部分的措施，从而避免故障对电力系统的进一步扩大影响。这大大提高了电网的可靠性，确保了电力设备的安全运行。据统计，实施继电保护技术后，电力设备的故障率显著降低，电力系统的稳定性得到了显著提升。第二，缩短故障处理时间，减小故障损失。继电保护技术能够在最短时间内对电力故障进行识别和定位，然后迅速采取保护措施，隔离或切除故障部分。这大大缩短了故障处理时间，减少了因故障造成的停电范围和持续时间。同时，继电保护技术还能自动发出报警信号，通知运维人员及时处理故障，进一步减小了故障损失。第三，减轻运维人员的工作强度，提高管理效率^[1]。在大型电力系统中，运维人员难以实时监测所有设备的运行状态。而继电保护技术作为一种自动化的设备，能够自主地检测故障状态，并自动采取保护措施。这不仅减轻了运维人员的工作强度，还提高了管理效率。此外，继电保护技

术还具有强大的数据采集和分析处理能力，能够为运维人员提供丰富的故障信息，帮助他们更快地定位和解决问题。

2 继电保护检修方法

2.1 视觉检查

视觉检查是对继电保护设备外观的直接观察，通过肉眼或辅助工具，如放大镜、内窥镜等，对设备的各个部分进行仔细观察。这一过程可以初步判断设备是否存在明显的物理损坏、变形、腐蚀等现象，如熔断器是否熔断、触点是否烧蚀、线圈是否变色等。这些现象往往能够直接反映出设备的工作状态及潜在故障。另外，视觉检查还包括对设备标识、标签、指示灯等信息的读取和确认。这些信息对于判断设备的型号、规格、工作参数等至关重要。例如，通过观察指示灯的亮灭状态，可以初步判断设备是否处于正常工作状态；通过读取设备标签上的信息，可以确认设备的额定电压、额定电流等参数是否符合工作要求。在视觉检查过程中，还需要特别注意对设备接线、连接件的观察。接线是否松动、脱落，连接件是否紧固、可靠，都是影响设备正常工作的重要因素。因此，在视觉检查时，需要对这些部位进行仔细检查，确保它们处于良好的工作状态。

2.2 冷态检查

在进行冷态检查前，需要准备好相应的工具，如万用表、螺丝刀、放大镜等，并熟悉继电保护装置的图纸和接线图，以便在检查过程中能够快速定位。详细检查所有接线是否牢固、无松动或脱落现象。特别注意关键信号线、电源线的连接情况，确保它们按照图纸正确连接，无错接、漏接现象。逐个检查装置内的继电器、二极管、电阻、电容等元件，观察其外观是否完好，无烧焦、变色等异常情况。使用万用表等工具对元件进行初步测试，确保它们的阻值、电容值等参数在合理范围

内。根据装置的原理图和逻辑图,检查各元件之间的逻辑关系是否正确。对于复杂的逻辑电路,可以使用仿真软件或实际信号源进行模拟测试,验证逻辑功能的正确性。同时,测试保护装置的操作,观察其在手动或自动方式模拟故障条件下的响应和动作是否正常。在检查过程中,详细记录每一步的检查结果和发现的问题。对于发现的问题,要及时分析原因并提出解决方案。最后,将检查结果和解决方案汇总成报告,为后续的检修工作提供参考。

2.3 热态检查

进行热态检查前,需确保所有冷态检查项目已完成且无误。准备好测试设备,如示波器、多功能测试仪等,并确保其工作状态良好。同时,熟悉保护装置的动作逻辑和试验方案。对保护装置进行通电,观察其指示灯、显示屏等是否正常工作,确认无异常报警信息。按照试验方案,模拟各类故障条件,如短路、过流、接地等,验证保护装置的动作逻辑是否正确。特别注意检查保护动作时间、返回值等参数是否符合要求。在保护装置动作后,检查其输出的跳闸信号、告警信号等是否正确,确保能够正确驱动相关设备动作^[2]。在保护装置连续运行一段时间后,再次检查其工作状态,包括温度、噪声、振动等指标。通过长时间运行测试,可以进一步验证保护装置的稳定性和可靠性。将热态检查过程中的测试数据、动作记录等信息进行整理和分析,评估保护装置的性能和可靠性。对于发现的问题和异常现象,要深入分析原因,提出改进措施,并记录在案,为今后的检修工作提供参考。

2.4 功能测试

在进行功能测试前,首先要确认保护装置的整定参数、接线方式以及与其他设备的配合关系,确保测试条件与实际情况相符。同时,准备好所需的测试设备和工具,如测试电源、电流表、电压表、示波器等,并检查其工作状态是否正常。通过模拟过电流故障,如逐步增加故障电流,观察保护装置是否能够及时准确地切断电源。测试过程中,要特别注意保护装置的动作时间、返回值等参数,确保其在整定范围内。模拟设备间的电流差异,如接地故障,测试差动保护装置是否能够迅速动作并切除发生故障的设备。测试时,要关注保护装置对故障电流的灵敏度以及动作的选择性。改变电流的方向来模拟反向电流故障,测试方向保护装置是否能够正确判断电流方向并切除受到反向电流的设备。测试过程中,要特别注意保护装置的方向判断能力和动作速度。在测试过程中,要详细记录各项测试数据,如动作时

间、动作电流、返回值等,并对数据进行深入分析。通过对比测试数据与整定值,可以评估保护装置的准确性和可靠性。同时,对于测试中出现的异常情况,要进行深入分析和排查,找出问题所在并提出改进措施。

3 数字化继电保护技术

3.1 微处理器技术

微处理器技术作为数字化继电保护技术的核心,它承担着信号采集、数据处理、逻辑判断、控制输出等多项功能。通过微处理器的快速计算和精准控制,继电保护装置能够实现对电力系统运行状态的实时监控,以及对故障的准确判断和迅速响应。微处理器具备高速运算能力,可以迅速处理大量数据,实现保护算法的高效执行。这使得保护装置能够在毫秒级别内对电力系统异常进行判别和动作,提高了电网的可靠性。微处理器支持多种编程语言,可以根据实际需求进行灵活编程,实现不同的保护功能。同时,通过软件升级,可以方便地扩展新的保护功能和算法,满足电力系统不断发展的需求。微处理器集成了通信接口,可以实现与其他设备和系统的数据交换。通过通信网络,保护装置可以远程监控和控制电力系统的运行状态,提高了运维管理的便捷性和效率。在数字化继电保护系统中,微处理器技术广泛应用于信号采集、故障检测、逻辑判断、控制输出等各个环节。例如,在信号采集环节,微处理器可以通过数字化处理技术对电力系统的电压、电流等参数进行精确计量和计算;在故障检测环节,微处理器可以根据预设的保护算法对故障进行快速定位和隔离;在控制输出环节,微处理器可以根据故障类型和严重程度采取相应的控制措施,如跳闸、告警等。

3.2 通信技术

在数字化继电保护系统中,通信技术是确保各个保护装置之间能够高效、准确地进行信息传输和交换的关键。通过通信技术,保护装置能够实时获取电力系统的运行状态、故障信息等,进而进行准确的判断和处理。同时,通信技术还使得远程监控和控制成为可能,大大提高了电网运维的便捷性和效率。数字化继电保护系统中的通信技术具备实时传输数据的能力,确保保护装置能够在最短的时间内获取所需信息,从而进行快速响应。通信技术通过采用高精度的数据编码和传输协议,确保信息在传输过程中的准确性和可靠性,避免了误判和误动。通信技术在设计时考虑了各种可能的故障情况,并采取了相应的保护措施,如冗余设计、容错技术等,确保系统在各种复杂环境下都能稳定运行。通信技术具有实时、同步的特点,主要包括虚拟局域网

(VLAN)和交换式以太网两种技术。这些技术在变电站的二次系统网络层中进行应用,通过以太网交换机的GOOSE命令报文、SV采样报文等相关数据实现信息的快速、准确传输。在应用网络通信技术时,需要构建同步对时系统,使用时间标签标记全部数据信息,确保数据在有效区分的前提下可以同步传递。基于交换式以太网的新型技术可以全双工、微网段地传输数据,减少了数据传输过程中的不稳定性,提高了信息响应速度。

3.3 仿真技术

仿真技术为继电保护装置的开发、测试和优化提供了一个安全、可控的虚拟环境。在这个环境中,可以模拟各种复杂的电力系统故障场景,以检验保护装置的性能和动作逻辑是否正确。此外,仿真技术还可以用于评估不同保护方案的效果,为电力系统的设计和运行提供科学依据。仿真技术能够高度模拟电力系统的实际运行环境和故障场景,包括电压、电流、功率等电气量的变化以及设备的动作特性等。这种高度模拟性使得测试结果更加接近实际情况,提高了测试的准确性和可靠性。仿真技术可以根据需要设置不同的故障场景和参数,以检验保护装置在不同条件下的性能和动作逻辑。这种灵活性使得仿真测试更加全面和深入,能够发现更多潜在的问题和隐患。在虚拟环境中进行仿真测试,避免了实际操作中可能出现的电气安全风险。同时,仿真测试不会对实际电力系统造成任何影响,保证了电力系统的安全运行。仿真技术需要根据电力系统的实际结构和参数建立数学模型。这个模型需要能够准确描述电力系统的电气特性和运行规律。根据测试需要,设置不同的故障场景和参数。这些故障场景可以包括单相接地故障、相间短路故障、断线故障等。在虚拟环境中运行电力系统模型,并模拟故障场景。观察并记录保护装置的动作情况和输出结果,以检验其性能和动作逻辑是否正确。对仿真测试的结果进行分析和评估。如果发现保护装置存在问题或隐患,则需要进行相应的优化和改进。

3.4 自动校验技术

自动校验技术通过自动化、智能化的手段,对继电保护装置进行定期的、全面的测试和校验,以确保其测

量参数、动作逻辑和性能状态等符合预设要求。这一技术对于保证电力系统的安全稳定运行至关重要,它能够及时发现并排除保护装置中的潜在问题,防止因保护误动或拒动而导致的电网故障。自动校验技术主要基于先进的数字信号处理技术、通信技术和微处理器技术通过利用传感器和测量设备,实时采集电力系统的电流、电压等信号,并将其转换为数字信号。对采集到的数字信号进行滤波、频谱分析、故障检测等处理,提取关键信息用于判断电力系统的状态。根据预设的测试模板和校验策略,自动对保护装置进行各项测试和校验,包括测量参数的准确性、动作逻辑的正确性等^[1]。对测试结果进行自动评估,生成详细的校验报告,并将结果反馈给相关人员。自动校验技术通过自动化手段,大大减少了人工校验的工作量和时间,提高了校验效率。采用先进的数字信号处理技术,提高了测试数据的准确性和可靠性。能够对保护装置进行全面的测试和校验,覆盖测量参数、动作逻辑等多个方面。自动校验技术广泛应用于各种规模的电力系统中,包括变电站、发电厂、输电线路等。它不仅可以用于新投运的保护装置的校验,还可以用于在役保护装置的定期维护和检修。

结语

总之,通过对继电保护检修及数字化继电保护技术的深入探讨,我们可以看到其在保障电力系统安全稳定运行中的重要作用。随着技术的不断进步,数字化继电保护技术将持续优化,为电力系统的检修工作提供更加高效、准确的解决方案。我们坚信,随着研究的深入和实践的推进,继电保护检修将迈向更高的智能化水平,为电力系统的可靠运行提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]李佳臻.浅谈继电保护检修及数字化继电保护[J].科技创新与应用,2019,17(9):119-119.
- [2]王大伟.关于继电保护检修和数字化继电保护的应用分析[J].科技创新与应用,2020,25(36):136-136.
- [3]王玟晓.智能电网继电保护技术探讨[J].科学与信息化,2020,34(23):47,50.