

[5G技术]

探究5G技术在配电网电流差动保护业务中的应用

文/周新国 包伟峰 黄宏盛 焦振华 姜 维 杨 帅
国网浙江省电力有限公司嘉兴供电公司

主要探讨了5G技术在配电网电流差动保护业务中的应用。介绍了电流差动保护的基本原理和5G技术的优势，分析了5G技术在电流差动保护业务中的应用场景和实现方式，总结了5G技术在配电网电流差动保护业务中的应用优势。

随着能源互联网和数字经济的发展，配电网面临越来越多的挑战。为了保障配电网的稳定性和可靠性，需要采用先进的保护技术。其中，电流差动保护是一种广泛应用的保护方法。传统的电流差动保护方法存在通信延迟、可靠性不足等问题，5G技术具有高速度、低延迟、高可靠性的优势，可以有效地解决这些问题。本文将探讨5G技术在配电网电流差动保护业务中的应用。

电流差动保护基本原理

电流差动保护是电力系统中的一种重要保护方法，基本原理是通过检测线路两侧的电流并进行比较，判断是否有故障。当线路发生故障时，故障电流流过故障点，导致线路两侧的电流不相等，利用这个原理可检测到故障并采取相应的保护措施。电流差动保护具有如下特点：

- 1) 无须考虑系统阻抗和分布电容的影响。由于电流差动保护只关注线路两侧的电流，而不关注电流在系统中的分布，因此可以避免因系统阻抗和分布电容的变化而引起的误动作。
- 2) 电流差动保护可以快速切除故障。由于电流差动保护实时监测线路电流，因此一旦检测到故障，可以立即采取保护措施，切除故障部分，避免了故障扩大。

3) 电流差动保护对过渡电阻的干扰不敏感。在电力系统中，由于各种原因会产生过渡电阻，这些电阻导致电流的变化。由于电流差动保护是同时检测线路两侧的电流，因此过渡电阻对保护动作的影响被相互抵消。

4) 电流差动保护能够适应各种运行方式。无论是正常运行、单相接地及两相短路等情况，电流差动保护都可以正常工作，这使其在电力系统中得到了广泛的应用。

综上所述，电流差动保护具有原理简单、动作快速及对过渡电阻不敏感等优点，适用于各种运行方式，在电力系统中得到了广泛的应用。

5G技术优势

5G技术是第五代移动通信技术，相比之前的移动通信技术，具有高速度、低延迟和高可靠性的优势。其速度峰值可达到100 Gbit/s，比4G技术的速度提高了数十倍。同时，它的延迟低于1 ms，比4G技术的延迟降低了两个数量级。此外，它的可靠性高于99.999%，可以满足各种应用场景的需求。这些优势使5G技术广泛应用于各种领域，包括智能制造、医疗健康和智能交通等。在智能制造领域，5G技术可实现工厂自动化和智能制造，提高生产效率。在医疗健康领域，5G技术可支持远程医疗和实

时监控,提高医疗服务的水平和质量。在智能交通领域,5G技术可实现车联网和智能交通管理,提高交通流畅度和安全性。在电力系统中,5G技术也可发挥重要作用。例如,可利用5G技术实现电力系统的远程监控和故障诊断。通过5G技术将电力设备的运行状态和故障信息实时传输到主站系统,主站系统通过对这些信息的分析,及时发现故障并进行处理。此外,利用5G技术还可实现智能抄表 and 智能配电网管理,提高电力系统的运行效率和安全性。

综上所述,5G技术具有高速度、低延迟和高可靠性的优势,可应用于各种领域。在电力系统中5G技术可发挥重要作用,为电力系统的智能化和可靠性提供有力支持。

5G技术在电流差动保护业务中的应用场景和实现方式

1. 馈线保护

馈线保护是配电网中的重要保护措施之一,可防止故障扩大。传统的馈线保护主要依赖于就地装置进行故障检测和隔离,但这种方式存在一定的不及时性和不准确性。利用5G技术可将故障定位信息实时传输到主站系统,主站系统根据故障信息快速进行故障定位和隔离处理。以一个城市的馈线保护为例,该城市拥有100条馈线,每条馈线长5 km,每条馈线上有10个电力设备需要保护。传统的馈线保护方式需要将所有的设备都进行就地保护,需要耗费大量的人力和物力。使用5G技术可将所有的设备都连接到一个主站系统中,通过主站系统进行集中管理和保护。具体来说,可将5G基站部署在每个电力设备的附近,将电力设备的运行状态和故障信息实时传输到主站系统,主站系统通过对这些信息的分析及时发现故障并进行处理。当主站系统收到一个电力设备的故障信息时,可以立即将故障信息发送到相关的维修人员的手中,维修人员可迅速赶到现场进行维修。同时,利用5G技术的高速度和低延迟优势,还可实现快速故障定位和自动隔离。当一个电力设备发生故障时,故障信息通过5G网络实时传输到主站系统,主站系统在1 ms内定位到故障位置,并自动隔离故障设备,大大减少故障影响的范围,提高配电网的稳定性和可靠性。

2. 母线保护

母线是配电网的重要组成部分,一旦发生故障会影响整个配电网的运行。因此实现高可靠的母线保护方案至关重要。利用5G技术的可靠性优势,可进一步提高母线保护的稳定性和可靠性。传统的母线保护通常采用差动保护原理,通过比较母线两侧的电流大小和相位来判断是否有故障。由于母线保护涉及多个设备和线路,因此传统的差动保护方法受到多种因素的影响,如系统阻抗、分布电容及过渡电阻等,这些因素都可能导致保护误动作或拒动作。利用5G技术的高可靠性优势可实现更加可靠和高效的母线保护方案。5G技术在母线保护中的应用有以下几个方面:

1) 故障检测和隔离。通过在母线上安装智能传感器和电流差动保护算法,实时监测母线的运行状态,并在发生故障时迅速定位和隔离故障点。智能传感器通过5G网络将故障信息实时传输至主站系统,主站系统根据故障信息进行故障定位和隔离处理。

2) 实时监控和数据分析。通过5G网络将母线的运行状态和电流数据实时传输至主站系统,主站系统对这些数据进行实时监控和分析,及时发现异常情况并采取相应的保护措施。

3) 优化保护方案。通过对母线运行数据的分析,不断优化母线保护方案,提高保护的准确性和可靠性。如利用5G网络将母线保护方案的相关数据传输至云端,通过人工智能算法对数据进行处理,为保护方案的优化提供参考。

以一个城市的母线保护为例,该城市拥有10个变电站,每个变电站有10条母线,总长度超过100 km。传统母线保护方案需要每个变电站都设置独立的保护装置和控制系统,不仅浪费资源,而且一旦发生故障会影响整个配电网的运行。利用5G技术可将所有变电站的母线通过5G网络连接在一起,实现集中管理和保护。一旦发生故障,主站系统可在1 ms内定位到故障位置,并自动隔离故障设备,弥补了传统保护方案的不足。

3. 变压器保护

变压器是配电网的核心设备之一,变压器保护对于配电网的安全运行至关重要。变压器的故障将导致电力供应中断、电压波动等问题,对生活 and 生

产造成严重影响。因此,实现变压器的有效保护是保证配电网稳定运行的重要措施。利用5G技术的实时性和可靠性优势,可进一步增强变压器保护的性能和效果。首先,利用5G技术的实时性优势实现对变压器的实时监测和故障预警。在变压器的运行过程中,其状态参数(如温度、压力、振动等)的变化可能预示着潜在的故障风险。通过在变压器上加装各类传感器(如温度传感器、压力传感器、振动传感器等),并利用5G网络将传感器采集的数据实时传输至主站系统,实现对变压器运行状态的实时监控。在主站系统侧,通过对这些数据的模式识别和趋势预测,及时发现变压器的异常状态,甚至在故障发生前就能预警。当主站系统发现变压器的温度异常升高或振动异常增大时,立即发出预警信息,预警信息通过5G网络快速传递给相关的运维人员或负责人,以便他们及时采取行动,预防故障的发生或减少故障的影响范围。其次,利用5G技术的可靠性优势提升变压器保护的稳定性和可靠性。5G网络的高可靠性体现在低延迟、高带宽及大连接能力等方面,使变压器与主站系统之间的数据传输更为稳定可靠,即使在复杂的配电网环境中也能保证数据准确无误的传输。此外,5G网络的低延迟特性使主站系统更快地对变压器的异常状态做出反应,提高了变压器保护的响应速度和准确性。再者,通过5G技术与物联网、云计算等其他先进技术的结合应用,实现变压器的远程控制和自动化操作。通过5G网络将变压器的运行数据与远程控制指令实时传输至云平台,实现对变压器的远程监控与控制。在正常状态下,这种远程监控与控制用于优化变压器的运行状态和效率;在故障状态下,用于快速诊断和修复故障,提高变压器的可靠性和可用性。

以一个城市的变压器保护为例,该城市拥有数百座变压器,传统的保护方式依赖于定期的人工检查和维护,不仅耗费大量的人力物力,而且无法实现实时的故障预警和远程控制。通过应用5G技术实现对所有变压器的实时监测和故障预警,当出现异常情况时,主站系统在1 ms内发现并发出预警信息,相关人员立即采取措施进行处理。此外,通过5G网络的远程控制功能实现变压器的自动化操作,提高电力供应的稳定性和可靠性。

4. 其他

除了馈线保护、母线保护和变压器保护外,5G技术在配电网中还有许多其他的应用,旨在提高配电网的效率和可靠性,降低运维成本和改善用户体验。

1) 5G技术用于配电网的智能调度和优化。通过将5G网络与配电网的控制系统进行集成,实现实时的电力需求预测和调度。基于5G网络的实时数据传输,对电力需求进行准确预测,并根据预测结果对配电网的供电进行智能调度,使电力资源的利用效率最大化。

2) 5G技术用于提高配电网的韧性。在复杂的电力环境中,天气、设备老化和人为操作等因素可能导致配电网的中断。通过5G网络的实时监控和数据分析,快速检测和定位配电网的中断位置,并立即采取修复措施。

3) 5G网络的高可靠性支持配电网的自动切换和备份,应对各种中断情况。

4) 5G技术用于提高电力设备的能效。通过将5G网络与电力设备的控制系统进行集成,实现电力设备的实时监控和能效优化。基于5G网络的实时数据传输,实时监测电力设备的运行状态和能耗情况,并根据监测结果对设备进行能效优化,降低电力设备的能源浪费。

5) 利用5G技术实现变压器的远程控制和自动化操作。通过远程控制对变压器进行关机或重启,避免因故障导致的停机问题;通过自动化操作对变压器进行定期维护和保养,延长变压器的使用寿命。

通过以上的应用场景和实现方式可以看出,5G技术在配电网电流差动保护业务中具有广泛的应用前景。它不仅可以提高配电网的稳定性和可靠性,还可以降低配电网的运行成本,提高配电网的管理效率。因此,开展5G技术在配电网电流差动保护业务中的应用研究具有重要的现实意义和经济效益。

结束语

本文从5G技术的优势出发,探讨了其在配电网电流差动保护业务中的应用。通过分析电流差动保护的基本原理和5G技术的优势,明确了5G技术在配电网电流差动保护业务中的应用场景和实现方

式。同时,结合具体案例对5G技术的应用进行了深入剖析。结果表明,5G技术在配电网电流差动保护业务中的应用具有很高的可行性和实用性。因此,未来可进一步拓展5G技术在配电网保护业务中的应用范围,提高配电网的运行效率 and 安全性。EA

(收稿日期:2023-11-17)

参考文献

[1] 吕玉祥,杨阳,董亚文,等.5G技术在配电网电流差动保护业务中的应用[J].电信科学,2020(2):83-89.

[2] 张光荣.5G技术在配电网电流差动保护业务中的应用[J].中国高新科技,2021(8):15-16.

[3] 高维良,高厚磊,徐彬,等.5G用作配电网差动保护通道的可行性分析[J].电力系统保护与控制,2021,49(8):1-7. DOI:10.19783/j.cnki.pspc.201209.

[4] 张玉明.5G通信技术在智能电网中的应用要点探讨[J].通信电源技术,2022(1):147-149.



机工传媒
China Machine Media

电气时代杂志社
Electric Magazine Agency

广告|AD

持续关注 能源电力及数智化

视频投稿: video@eage.com.cn



精彩视频,扫码关注!

电气时代
ELECTRIC AGE

以电气 & 自动化领域的精英人物、创新企业、新技术和新产品为视点,全面反映电气 & 自动化产业链的新技术、新产品、主流应用和产业动向。

关注

私信

添加微信

行业资讯

时代访谈

靖观电气

电气讲堂

线上直播