

电力系统中的继电保护自动化技术分析

陈 邨

杭州交联电力设计股份有限公司, 浙江 杭州 310000

[摘要]随着我国电力系统的快速发展,电力系统的安全运行成为日益重要的课题。继电保护作为电力系统的重要组成部分,其自动化技术的发展对于保障电力系统的稳定运行具有至关重要的意义。本篇文章从继电保护自动化技术的原理、技术发展现状、应用优势以及存在问题等方面进行了详细分析,以期为我国电力系统继电保护自动化技术的发展提供参考。

[关键词]电力系统;继电保护;自动化技术;技术分析

DOI: 10.33142/hst.v7i4.12278

中图分类号: TM77

文献标识码: A

Analysis of Relay Protection Automation Technology in Power System

CHEN Di

Hangzhou Jiaolian Power Design Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract: With the rapid development of Chinese power system, the safe operation of the power system has become an increasingly important issue. Relay protection, as an important component of the power system, the development of its automation technology is crucial for ensuring the stable operation of the power system. This article provides a detailed analysis of the principles, current status, application advantages, and existing problems of relay protection automation technology, in order to provide reference for the development of relay protection automation technology in Chinese power system.

Keywords: power system; relay protection; automation technology; technical analysis

引言

电力系统作为我国国民经济的重要基础设施,其安全稳定运行备受关注。继电保护是电力系统中用以检测故障、切除故障区域,保障电力系统正常运行的关键技术。近年来,随着电力系统规模的不断扩大,对继电保护自动化技术的要求也越来越高。本文将对电力系统中的继电保护自动化技术进行分析,以期为我国继电保护自动化技术的发展提供借鉴。

1 继电保护自动化技术原理

继电保护自动化技术主要涉及两个方面,一是继电保护装置的智能化,二是继电保护信息的传输与处理。继电保护装置的智能化主要包括故障检测、故障判断、保护动作等功能,通过对电力系统各种参数的实时监测,判断系统是否存在故障,并采取相应的保护措施。继电保护信息的传输与处理主要实现保护装置之间的信息交互,以及与上级调度中心的信息传输,便于故障的及时处理^[1]。

2 继电保护自动化技术发展现状

目前,继电保护自动化技术在我国已取得显著成果。继电保护装置的智能化程度不断提高,如采用数字滤波技术、神经网络算法等,提高了保护装置的准确性和可靠性。继电保护信息传输速率加快,如采用光纤通信技术,降低了信息传输的时延。继电保护系统具备了较强的自适应能力,如采用自适应保护算法,使保护装置能够根据系统工况自动调整参数。

3 继电保护设备的特征分析

3.1 输电线保护与主设备保护的多样性

继电保护及自动化设备按被保护对象可分为输电线保护和主设备保护。输电线保护主要针对输电线路中的短路、过载等故障进行检测与保护,确保电力系统运行的正常状态。主设备保护则针对发电机、变压器等核心设备,对故障情况进行实时监测,以保障电力系统的安全稳定运行。

3.2 保护功能的丰富性

继电保护及自动化设备按保护功能可分为短路故障保护和异常运行保护。短路故障保护包括过电流保护、低电压保护、过电压保护等,能在短时间内检测到故障并采取相应措施。异常运行保护则针对电力系统运行中的异常情况进行监测,如功率方向保护、距离保护等,确保系统在异常工况下仍能安全稳定运行^[2]。

3.3 数字式保护的优势

与模拟式保护相比,数字式保护具有更高的精确度和可靠性。数字式保护采用先进的计算机技术,对保护信号进行数字化处理,实现高速、精确的故障检测。此外,数字式保护还具有自适应、智能化的特点,能够根据电力系统的实际工况自动调整保护参数,提高保护的适应性。

3.4 继电保护装置的分类与选择

按保护原理,继电保护装置可分为过电流保护、差动保护、高频(载波)保护等。过电流保护主要用于检测系统中的过电流现象,以防止电流过大导致设备损坏。差动

保护则通过比较设备两侧的电流差值,判断系统是否存在故障,具有较高的灵敏度和可靠性。高频保护利用高频信号传输技术,实现对输电线路的保护,具有抗干扰能力强、动作速度快等特点。随着电力系统规模的不断扩大,对继电保护及自动化设备的需求也日益增长。因此,加大继电保护及自动化设备的研究与投入,提高其在电力系统中的应用水平,对于保障我国电力系统的安全稳定运行具有重要意义。

4 电力系统中继电保护自动化的应用作用

4.1 接地保护

在电力设备的运转过程中,接地线路是保障电力系统安全稳定运行的基础。电网的接地导线、接地方式以及种类因其独特性而呈现出多元化的特点。即便小电流接地装置出现故障告警,依然能够在短时间内保持正常运行状态。接地导线作为电力系统中不可或缺的部分,主要功能是将电流引导至地面,从而保证人身安全和设备的正常运行。在电力系统中,接地导线的选择与布置是一项十分重要的任务,直接影响到系统的安全性能。因此,需要根据不同的电力系统需求,选择适合的接地导线,并确保其良好的接地性能。其次,接地方式的多样性也是电力系统的一大特点。根据不同的接地目的和场地条件,可以选择不同的接地方式,如直接接地、间接接地、单相接地和三相接地等,每种接地方式都有其独特的优势和适用范围,需要根据实际情况进行选择。例如,在土壤电阻率较高的地区,采用长效降阻剂可以有效降低接地电阻,提高接地效果。此外,接地装置的种类繁多,也是电力系统的一大特色。从简单的接地体到复杂的接地网,从单一的接地装置到集成化的接地系统,各种接地装置在保障电力系统安全稳定运行方面发挥着重要作用^[3]。随着科技的发展,新型接地材料和接地技术不断涌现,如复合材料接地体、接地模块等,在提高接地性能、降低接地电阻、减小接地故障等方面具有显著优势。即便在小电流接地装置出现故障告警的情况下,依然能够迅速应对,保持电力系统的正常运行,这得益于技术人员对于接地装置的严格监控和管理,以及对于故障处理的高度重视。通过对故障信息的实时采集、分析和处理,可以迅速定位故障点,采取有效措施予以消除。同时,还需要定期对接地装置进行检测和维护,确保其处于良好的运行状态。

4.2 发电机保护

在长时间的运转过程中,发电机极易遭受磁化的影响,因为发电机在运行时,其内部的磁场会不断发生变化,而这种变化往往会引发磁化的现象。磁化对于发电机的运行稳定性构成了极大的威胁,特别是在负荷较大或持续变化的情况下。当发电机的负荷增大时,励磁控制器的工作压力也会随之上升。在这种情况下,如果励磁控制器无法及时调整磁场的强度,就会导致发电机产生严重的振荡和不

稳定现象,振荡和不稳定现象可能会引发事故停机,从而对电力系统的正常运行造成严重影响。在负载情况下,发电机的定子线圈呈现出一种独特的负载状态,因为定子线圈在承受负荷的同时,还需要承受磁场变化带来的影响。在这种状态下,定子线圈的电流和电压都会发生变化,进而影响到发电机的输出功率和运行效率。此外,发电机的设计和制造质量也对磁化问题的产生有很大的影响,先进的发电机设计和技术可以降低磁化的风险,提高发电机的运行稳定性。因此,在选购发电机时,应注重其设计和制造质量,以确保其在长时间运行过程中的稳定性。

4.3 母线保护

差动保护:当二次线圈与汇流线路相连时,自动保护指令将被执行,这是保障电气设备安全稳定运行的重要措施,而汇流线路则是被监管的对象,形成了电气系统中的一道防线,以确保其技术上的完整性。二次线圈其主要功能是检测电流、电压等参数,并将这些信息转化为可以被控制系统识别的信号,一旦发现异常,它会立即发出信号,通知控制系统采取行动。而汇流线路则是电气系统中的重要组成部分,负责将电能从电源传输到各个负载,其稳定性直接影响着电气系统的运行状态。当汇流线路出现故障或异常时,可能会导致电力系统失衡,甚至引发安全事故。因此,对汇流线路的实时监测和自动保护显得尤为重要。当二次线圈与汇流线路相连时,一旦发现汇流线路的电流、电压等参数出现异常,二次线圈会立即发出信号,触发自动保护指令。

高频防护:在电气设备领域,尤其是在主母线或高压线路中,精准的测量不仅可以确保电力系统的稳定运行,还能有效预防和解决潜在的安全隐患,因此,高频下的相位偏移测量方法在电气设备中得到了广泛应用。高频下的相位偏移测量方法,主要是通过检测电气设备中高频信号的相位差来获取有关电力系统的信息,其优点在于,能够实现远程监控,减少人工巡检的工作量,提高工作效率。同时,高频信号的传输速度快,可以实时反映电气设备的运行状态,有利于及时发现和处理问题。

5 电力系统中继电保护自动化的应用建议

5.1 电力系统一体化管理体系中的应用

电网作为我国能源传输的重要基础设施,其运行效率和安全性至关重要。近年来,随着继电保护自动化技术的深入应用,电网的实际操作过程实现了闭环管理,从而在信息采集、保护、测量参数和监控等方面都得到了显著提升。在信息采集方面,继电保护自动化技术通过高精度的传感器和数据传输装置,实时采集电网的各项运行参数,如电流、电压、功率等,将这些数据传输至控制系统,为电网运行提供准确的数据支持。此外,该技术还能对历史数据进行分析 and 挖掘,为电网的优化运行提供决策依据。在保护方面,继电保护自动化技术通过设置保护阈值和逻

辑判断,对电网的异常情况进行实时监测。一旦检测到异常,控制系统将立即启动保护措施,如断开故障线路,电网的正常运行。同时,该技术还能实现故障诊断和定位,缩短故障处理时间,提高电网的抗风险能力。在测量参数方面,继电保护自动化技术能够对电网的运行状态进行实时监测,通过对电流、电压等参数的测量,评估电网的运行健康状况。此外,该技术还能对电网的负载能力进行预测,为电网的运行调度提供参考依据。在监控方面,继电保护自动化技术通过远程监控系统和预警装置,对电网的运行状态进行全方位监控。一旦发现异常,预警装置将立即发出警报,提醒相关人员采取措施。同时,监控系统还能实现对电网设备的远程控制,提高电网的操作效率。通过以上四个方面的闭环管理,继电保护自动化技术有效提高了电网的运行效率和安全性。

5.2 变压器继电保护体系的应用开发

在电力系统中,变压器将电能从一个电压等级传输到另一个电压等级,以满足各类电力需求。因此,确保变压器的稳定运行至关重要。相关部门必须高度重视电力系统的维护管理工作,不断优化电力系统的结构,以适应日益增长的电力需求和复杂多变的环境条件。电力系统维护管理工作的核心在于确保变压器的正常运行。只有当变压器处于最佳状态时,才能保证电能的稳定传输。因此,相关部门应定期对变压器进行细致的检查和维护,确保其各项性能指标处于优良状态。同时,还要关注变压器所处的环境,及时处理可能影响到变压器运行的各种问题。在电力系统结构优化方面,应充分考虑变压器的布局和容量,合理的布局可以降低输电损耗,提高电力系统的运行效率。此外,应根据实际需求对变压器的容量进行适度扩大,以应对不断增长的电力需求。同时,还需关注变压器的类型和技术水平,选择高效、环保、可靠的变压器,以降低运行成本和故障风险^[4]。除了关注变压器本身,电力系统维护管理工作还应重视与之相关的配套设施,例如应确保变压器的绝缘性能良好,防止短路等事故的发生。对于输电线路,要定期进行检查和维护,以防止线路老化、短路等问题的出现。此外,还需加强对配电设备的维护管理,确保电力系统各环节的顺畅连接。关键环节。

5.3 线路接地自动化保护

电流互感器是一种传感器,它可将高压电流转化为低

压电流,以便于保护和控制设备进行监测。当电力系统中的电流出现异常时,电流互感器能够及时发出信号,触发继电器进行动作,从而切断异常电流,保护电力设备不受损坏。此外,电流互感器还能进行短路保护,当系统中出现短路时,它能迅速检测到并发出信号,及时切断电源,防止短路电流对电力系统造成更大的损害。电压互感器是一种将高压电压转化为低压电压的设备,它能实时监测电力系统的电压变化。当电压出现异常时,如电压过高或过低,电压互感器会立即发出信号,触发继电器进行动作,从而对电力系统进行调整,保持电压的稳定。电压互感器还能进行过电压保护,当系统中出现过高电压时,它能迅速检测到并发出信号,触发保护设备,防止过高电压对电力设备造成损害。由继电器组成的自动控制设备,不仅具有较高的实用性,还具有先进性。实用性体现在它能有效地防止电力系统在短时间内出现零序电流快速增加的情况,确保电力系统的安全稳定运行。先进性则体现在其采用先进的传感器和控制技术,能实时监测电力系统的电流和电压变化,并及时发出信号,触发保护设备,从而实现电力系统的自动化保护。

6 结语

继电保护自动化技术在电力系统中具有重要意义。通过对继电保护自动化技术的原理、发展现状、应用优势以及存在问题进行分析,本文提出了继电保护自动化技术的发展前景。继电保护自动化技术的发展对于保障我国电力系统的安全稳定运行具有重要的现实意义和广阔的发展前景。

【参考文献】

- [1]郑玉平,吕鹏飞,李斌,等.新型电力系统继电保护面临的问题与解决思路[J].电力系统自动化,2023,47(22):3-15.
 - [2]王增平,林一峰,王彤,等.电力系统继电保护与安全控制面临的挑战与应对措施[J].电力系统保护与控制,2023,51(6):10-20.
 - [3]刘保平.电力系统继电保护及自动化故障风险分析[J].电气传动自动化,2023,45(6):25-28.
 - [4]方愉冬,郑燃,徐峰,等.基于集成决策树的电力系统继电保护故障检测[J].高电压技术,2023,49(1):160-164.
- 作者简介:陈頔(1991—),女,本科,中级。