

电力系统中的继电保护控制系统分析

梁建涛¹ 霍刚²

1. 河南源网荷储电气研究院有限公司 河南 许昌 461000

2. 许继电气股份有限公司 河南 许昌 461000

摘要: 电力系统中的继电保护控制系统是确保电网安全稳定运行的关键技术之一。文章深入分析了继电保护控制系统的构成、工作原理及关键技术,包括微机保护技术、网络通信与信息共享技术以及人工智能技术的应用。通过对这些技术的探讨,揭示了继电保护控制系统在快速识别和处理电力系统故障、提高保护动作的准确性和可靠性方面的重要作用。本文的研究为电力系统的安全稳定运行提供了理论支持和技术参考。

关键词: 电力系统; 继电保护; 控制系统; 分析

1 电力系统中的自动化技术

电力系统中的自动化技术是指利用先进的计算机技术、通信技术、控制技术和传感器技术,对电力系统的生成、传输、分配和消费过程进行实时监控、自动控制和智能管理的技术。在电力系统中,自动化技术主要涵盖几个方面:(1)电力调度自动化:通过自动化系统对电力系统的运行状态进行实时监控,实现发电、输电、变电、配电和用电的自动调度和管理。这有助于优化电力资源配置,确保电网的高效运行。(2)变电站自动化:包括继电保护、监控、控制和通信等系统,实现对变电站内各种设备的自动监控、操作和管理。这提高了变电站的运行效率和安全性。(3)配电网自动化:通过自动化系统对配电网进行监控和控制,实现故障自动隔离、网络重构、电压和无功控制等功能。这有助于减少停电时间,提高供电质量。(4)发电厂自动化:包括锅炉、汽轮机、发电机等主要设备的自动控制,以及生产过程的自动监控和管理。这有助于降低发电成本,提高发电效率。(5)智能电网技术:结合现代通信技术和智能终端,实现电网的智能化。这包括智能调度、智能输电、智能变电、智能配电和智能用电等各个方面,使电网更加灵活、可靠和高效。电力系统自动化技术还包括故障检测与定位、继电保护与自动装置、能源管理系统(EMS)、负荷预测与调度等功能。这些技术能够快速检测和诊断系统中的故障,最大限度地减少停机时间并降低设备损坏的可能性;它们还能够预测对电力的预期需求,帮助电力系统运营商规划容量需求并优化发电和配电。

2 继电保护控制系统的定义与基本功能

继电保护控制系统主要由测量部分、逻辑部分和执行部分组成。测量部分负责检测电力系统中电气量的变

化,如电流、电压、功率等;逻辑部分根据测量部分提供的信息,判断故障的类型和位置,并决定是否发出跳闸命令;执行部分则负责接收逻辑部分的指令,操作断路器或其他开关设备,将故障设备从系统中切除。其基本功能包括:第一、故障切除:当电力系统发生故障时,继电保护控制系统能够迅速准确地判断故障类型和位置,并操作断路器将故障设备从系统中切除,以防止故障扩大,保护设备和电网的安全^[1]。第二、异常工况报警:当电力系统出现异常工况时,如过负荷、过电压等,继电保护控制系统能够发出报警信号,提醒值班人员及时处理,避免设备损坏或事故发生。第三、保护选择性:继电保护控制系统具有选择性,能够确保首先由故障设备或线路本身的保护切除故障,当故障设备或线路本身的保护拒动时,才允许由相邻设备保护切除故障,以最大限度地减少对电力系统的影响。第四、保护速动性:继电保护控制系统具有速动性,能够尽快地切除故障,提高系统稳定性,减轻故障设备和线路的损坏程度,缩小故障波及范围。

3 继电保护控制系统的构成与工作原理

3.1 继电保护控制系统的硬件构成

3.1.1 测量单元

继电保护控制系统作为电力系统的重要组成部分,其硬件构成复杂且精密,测量单元是继电保护控制系统的“眼睛”,负责实时监测电力系统中各种电气量的变化。这些电气量包括电流、电压、功率、频率等,它们的变化能够反映电力系统的运行状态。测量单元通常由传感器、变换器和采样电路等组成。传感器负责将电力系统中的物理量转换为电信号,变换器则对这些电信号进行放大和调理,使其能够被后续的采样电路准确采集。采样电路则负责将连续的模拟信号转换为离散的数

字信号,以供后续的数字处理。

3.1.2 逻辑判断单元

逻辑判断单元是继电保护控制系统的“大脑”,负责根据测量单元提供的数据进行故障判断。它通常由中央处理器(CPU)、存储器、输入输出接口等组成。CPU对采集到的数据进行处理和分析,根据预设的保护算法和逻辑关系,判断电力系统是否存在故障以及故障的类型和位置。存储器则用于存放保护定值、运行程序以及故障记录等信息。输入输出接口则负责与外部设备进行数据交换和控制命令的发送。

3.1.3 执行单元

执行单元是继电保护控制系统的“手脚”,负责根据逻辑判断单元的判断结果执行相应的保护动作。它通常由继电器、断路器或其他开关设备组成。当逻辑判断单元判断电力系统存在故障时,执行单元会迅速动作,操作断路器或开关设备将故障设备从系统中切除,以防止故障扩大和损坏其他设备。

3.1.4 辅助设备

除了上述核心部件外,继电保护控制系统还包括一些辅助设备,如电源、人机界面、通信接口等。电源为整个系统提供稳定的电能;人机界面则使操作人员能够方便地查看系统状态、设置保护参数和进行故障诊断;通信接口则使系统能够与其他设备进行数据交换和远程监控。

3.2 继电保护控制系统的软件构成

3.2.1 数据采集模块

数据采集模块负责从测量单元获取实时的电气量数据,并进行预处理。它包括对数据进行滤波、量化等操作,以消除噪声干扰,提高数据的准确性和可靠性。采集到的数据将作为后续故障判断的基础。

3.2.2 数据处理模块

数据处理模块对采集到的数据进行进一步的处理和分析。它根据预设的保护算法和逻辑关系,对数据进行比较、计算和判断,以确定电力系统是否存在故障以及故障的类型和位置^[2]。数据处理模块还包括故障识别算法,如差动保护、距离保护等,这些算法能够准确地识别出故障点。

3.2.3 保护算法模块

保护算法模块是继电保护控制系统的核心部分,它根据数据处理模块提供的故障信息,生成相应的保护动作指令。保护算法模块包括各种保护算法的实现,如过流保护、过压保护、欠压保护等。这些算法能够根据故障的类型和位置,选择最合适的保护动作方式,以确保

电力系统的安全稳定运行。

3.2.4 控制逻辑模块

控制逻辑模块负责根据保护算法模块生成的指令,控制执行单元的动作。它根据预设的逻辑关系和动作条件,判断何时启动保护动作,并操作断路器或开关设备将故障设备从系统中切除。控制逻辑模块还包括故障恢复逻辑,当故障被切除后,它能够根据电力系统的恢复条件,自动或手动地恢复电力系统的正常运行。

3.2.5 人机交互模块

人机交互模块是操作人员与继电保护控制系统进行交互的接口。它提供友好的用户界面,使操作人员能够方便地查看系统状态、设置保护参数、进行故障诊断和远程监控。人机交互模块还包括报警和事件记录功能,当电力系统发生故障或异常时,它能够及时发出报警信号,并记录故障事件的相关信息。

3.3 继电保护控制系统的工作原理

3.3.1 数据采集与预处理

继电保护控制系统的工作原理基于电力系统的电气量变化,它通过对电气量的实时监测和分析,实现对电力系统故障的自动检测和切除。当电力系统运行时,测量单元会实时采集各种电气量的数据,并将这些数据发送给数据采集模块。数据采集模块对数据进行滤波、量化等预处理操作,以提高数据的准确性和可靠性。

3.3.2 故障判断与识别

处理后的数据被发送给数据处理模块进行进一步的分析和判断。数据处理模块根据预设的保护算法和逻辑关系,对数据进行比较和计算,以确定电力系统是否存在故障以及故障的类型和位置。如果判断存在故障,则生成相应的故障信息。

3.3.3 保护动作决策

保护算法模块根据故障信息,生成相应的保护动作指令。这些指令包括故障切除指令、报警指令等。保护算法模块会根据故障的类型和位置,选择最合适的保护动作方式,以确保电力系统的安全稳定运行。

3.3.4 执行单元动作

控制逻辑模块根据保护算法模块生成的指令,控制执行单元的动作。它判断何时启动保护动作,并操作断路器或开关设备将故障设备从系统中切除。控制逻辑模块还会根据电力系统的恢复条件,自动或手动地恢复电力系统的正常运行。

3.3.5 人机交互与故障记录

在整个过程中,人机交互模块为操作人员提供友好的用户界面,使他们能够方便地查看系统状态、设置保

护参数、进行故障诊断和远程监控。当电力系统发生故障时,人机交互模块能够及时发出报警信号,并记录故障事件的相关信息,以便后续的分析和处理^[3]。

4 继电保护控制系统的关键技术与应用

4.1 微机保护技术

微机保护技术是继电保护控制系统中至关重要的关键技术之一,它以微处理器为核心,将现代计算机技术、数字信号处理技术和电力电子技术紧密结合,实现了电力系统故障保护的智能化和自动化。微机保护技术的核心在于其高精度、高可靠性和灵活性的保护算法,通过采集电力系统的电流、电压等电气量数据,并利用先进的数字信号处理技术进行滤波、变换和分析,微机保护装置能够实时、准确地判断电力系统的运行状态。当发生故障时,微机保护装置能够迅速识别故障类型、故障位置和故障严重程度,并根据预设的保护策略,自动、准确地执行保护动作,如跳闸、报警等,以确保电力系统的安全稳定运行。微机保护技术还具有强大的自诊断和自恢复功能,它能够通过内置的故障检测电路和诊断算法,实时监测保护装置自身的运行状态,及时发现并处理潜在的故障隐患,当保护装置发生故障时,它能够自动切换到备用保护逻辑,确保保护功能的连续性。微机保护技术还具有丰富的接口和通信能力。它能够与其他微机保护装置、监控系统、远程终端等设备进行数据交换和信息共享,实现电力系统的集中监控和远程管理。在应用领域方面,微机保护技术已广泛应用于电力系统的各个领域,包括发电厂、变电站、输电线路、配电系统等。特别是在高压、超高压电力系统中,微机保护装置已成为不可或缺的重要设备,为电力系统的安全稳定运行提供了有力保障。

4.2 网络通信与信息共享技术

网络通信与信息共享技术是继电保护控制系统中实现信息共享和远程监控的关键技术。网络通信与信息共享技术通过构建高效的通信网络,实现了保护装置之间的数据交换和信息共享。这不仅可以提高保护系统的可靠性和准确性,还可以实现保护系统与其他系统(如监控系统、调度系统等)之间的无缝对接,实现电力系统的集中监控和远程管理。在网络通信方面,现代继电保护控制系统通常采用高速、可靠的通信协议和通信技术,如以太网、光纤通信等。这些通信技术具有传输速度快、抗干扰能力强、传输距离远等优点,能够满足保护系统对通信速度和可靠性的要求。在信息共享方面,网络通信与信息共享技术通过构建统一的信息模型和数据交换标准,实现了不同保护装置之间的信息共享和互

操作性。在应用领域方面,网络通信与信息共享技术已广泛应用于电力系统的各个领域,包括发电厂、变电站、输电线路、配电系统等。特别是在智能电网建设中,网络通信与信息共享技术已成为实现电力系统智能化、网络化、信息化的重要手段之一。

4.3 人工智能技术

人工智能技术在继电保护控制系统中的应用,为电力系统的安全稳定运行提供了新的解决方案。在继电保护控制系统中,人工智能技术主要应用于故障预测、故障诊断和故障处理等方面。通过利用机器学习、深度学习等算法,人工智能技术可以对电力系统的历史数据和实时数据进行挖掘和分析,发现潜在的故障隐患和故障规律,为电力系统的故障预测提供有力支持,当电力系统发生故障时,人工智能技术可以通过对故障数据的快速处理和分析,准确识别故障类型和故障位置,为故障的快速处理提供有力保障^[4]。人工智能技术还可以与微机保护技术、网络通信与信息共享技术等技术相结合,构建智能化的保护系统。通过利用人工智能技术的智能决策和智能控制功能,可以实现保护系统的自适应调整 and 智能优化,提高保护系统的性能和可靠性。在应用领域方面,人工智能技术已逐渐应用于电力系统的各个领域,特别是在高压、超高压电力系统中,人工智能技术的应用已成为提高电力系统安全稳定运行水平的重要手段之一。未来,随着人工智能技术的不断发展和完善,其在继电保护控制系统中的应用前景将更加广阔。

结束语

电力系统中的继电保护控制系统是保障电网安全稳定运行的重要防线。随着技术的不断进步和电力系统的不断发展,继电保护控制系统也在不断更新和完善。未来,需要继续深入研究继电保护控制系统的核心技术,提高其智能化、网络化水平,为电力系统的安全稳定运行提供更加可靠的技术保障。

参考文献

- [1]黄溪流. 继电保护二次回路中的风险与应对措施分析[J]. 电子技术,2022,51(11):238-239.
- [2]廖坤玉,胡旭东,姚黎婷. 继电保护中的二次回路故障与对策分析[J]. 电子技术,2022,51(11):326-327.
- [3]邱玉成,马奇彬. 智能变电站继电保护二次回路的运行状态监测技术应用[J]. 集成电路应用,2022,39(11):312-314.
- [4]周霄. 火电厂继电保护不稳定因素及解决措施分析[J]. 内蒙古煤炭经济,2021(24):108-110.