

Electric Power Integrated Automation System and Substation Relay Protection in Electrical Engineering

Changxu Du

Qinghai Salt Lake Magnesium Industry Co., Ltd., Golmud, Qinghai, 816000, China

Abstract

With the continuous expansion of power system scale and the improvement of intelligent level, power integrated automation system plays a more and more important role in electrical engineering. This paper first describes the relevant knowledge of power integrated automation system, and then analyzes the importance and development history of substation relay protection in detail. Then, the relationship between power integrated automation system and substation relay protection is explained from three aspects: the influence of power integrated automation system on substation relay protection, the application of substation relay protection in power integrated automation system, and the data communication and coordination between power integrated automation system and substation relay protection. Finally, the realization of substation relay protection is discussed in detail from three aspects: hardware configuration and software design of relay protection, algorithm and fault judgment method of relay protection, reliability and stability analysis of relay protection, in order to provide useful reference for related research and workers.

Keywords

electrical engineering; electric power integrated automation system; substation; relay protection

电气工程中电力综合自动化系统与变电站继电保护

杜长旭

青海盐湖镁业有限公司, 中国·青海 格尔木 816000

摘要

随着电力系统规模的不断扩大和智能化水平的提升, 电力综合自动化系统在电气工程中扮演着越来越重要的角色。论文先是阐述了电力综合自动化系统的相关知识, 随后分别详细分析了变电站继电保护的重要性及发展历程, 接着分别从电力综合自动化系统对变电站继电保护的影响、变电站继电保护在电力综合自动化系统中的应用、电力综合自动化系统与变电站继电保护之间的数据通信和协调三个方面来具体说明电力综合自动化系统与变电站继电保护的关系, 最后分别从继电保护的硬件配置和软件设计、继电保护的算法和故障判断方法、继电保护的可靠性和稳定性分析三个方面详细论述了变电站继电保护的具体实现, 以期对相关研究及工作人员提供有益参考与借鉴。

关键词

电气工程; 电力综合自动化系统; 变电站; 继电保护

1 引言

电气工程, 作为现代工业不可或缺的重要基石, 其对于推动社会进步与经济发展具有举足轻重的地位。随着科学技术的日新月异和电力系统结构的不断优化升级, 电力综合自动化系统逐渐崭露头角, 成为电气工程领域备受瞩目的研究热点。作为电力系统的“心脏”, 变电站承担着电能转换、分配与传输的关键任务, 其运行状态的稳定与否直接关系到整个电力系统的安全高效运行。变电站继电保护技术, 作为确保电力系统安全稳定运行的最后一道防线, 其性能和可靠性至关重要。然而, 随着电力系统规模的日益扩大以及智能

化、自动化水平的显著提升, 传统的继电保护技术面临着前所未有的挑战, 已难以完全满足当前复杂多变的电力系统需求。因此, 深入探究电力综合自动化系统与变电站继电保护之间的内在联系, 系统分析它们的工作要点与发展策略, 不仅对于提升电力系统的整体运行效率与安全性具有重要意义, 更是为应对未来电力系统发展挑战、保障其安全稳定运行提供了坚实的理论与实践指导。论文正是基于这一背景, 旨在为推动电气工程领域的技术进步与电力系统的可持续发展贡献一份力量。

2 电力综合自动化系统概述

电力综合自动化系统是一种集成了多种自动化技术和设备的综合系统, 主要用于电力系统的监视、控制、保护和管理。该系统通常由多个子系统构成, 包括数据采集与监控

【作者简介】杜长旭 (1989-), 男, 中国青海乐都人, 本科, 助理工程师, 从事电气工程研究。

系统 (SCADA), 负责实时采集电力系统的电压、电流、功率等数据, 并进行显示、记录和报警; 自动装置子系统, 涵盖自动电压调节器、自动频率调节器、自动重合闸等设备, 用于电力系统的自动调节和控制; 继电保护子系统, 负责检测和切除电力系统中的故障, 确保设备和线路的安全; 以及通信子系统, 提供各子系统间的数据传输和交换, 保证信息的实时性和准确性。电力综合自动化系统具备控制与调节、自动装置操作、故障录波及通信等多种功能, 以满足电力系统的不同需求^[1]。随着科技的进步和电力系统的发展, 该系统正朝着智能化、一体化、网络化和模块化的方向迈进, 利用人工智能、大数据等技术提升智能化水平, 通过集成不同设备和技术实现整体优化, 利用高速通信网络实现信息共享, 以及将系统划分为独立模块便于扩展和维护。综上所述, 电力综合自动化系统作为现代电力系统的重要组成部分, 正不断进化以适应和引领电力系统的发展需求。

3 变电站继电保护的重要性及发展历程

变电站继电保护是电力系统安全稳定运行的关键保障, 它是指在变电站内安装的自动化装置, 用于对电力设备和线路进行故障监测、报警及快速切除。当电力系统发生故障时, 继电保护装置能迅速、准确地识别故障位置和类型, 并立即切除故障部分, 以防止故障扩散, 保护设备和线路不受损害, 同时确保非故障区域继续正常供电, 减少对用户的影响, 并在切除故障后有助于维持电力系统的电压、频率等参数稳定, 从而提升整个系统的稳定性。

继电保护技术的发展历程见证了电力系统保护从 20 世纪初的机电式装置, 历经晶体管式、集成电路式, 直至微机继电保护装置的多次革命性变革。20 世纪初期, 随着电网复杂度提升, 机电式继电保护装置应运而生, 利用电磁力或电磁感应原理实现故障切除, 但受限于准确度低、动作速度慢等问题。20 世纪 50 年代, 晶体管等固态元器件的发展推动了静态继电器的普及, 提升了灵敏度和动作速度, 简化了维护。随着大规模集成电路和微处理机技术的飞速发展, 集成电路继电保护装置进一步提高了可靠性和灵活性^[2]。而 20 世纪 60 年代末提出的微机继电保护装置思想, 随着计算机技术的普及, 逐渐成为主流, 不仅具备高可靠性、选择性和灵敏度, 还实现了故障录波、分析和远方通信等功能, 为电力系统的安全稳定运行提供了更加可靠和先进的支持。综上所述, 继电保护技术的持续进步和完善, 为电力系统的安全稳定运行奠定了坚实基础。

4 电力综合自动化系统与变电站继电保护的关系

4.1 电力综合自动化系统对变电站继电保护的影响

电力综合自动化系统, 作为现代电力系统不可或缺的一环, 通过整合并应用多种先进的自动化技术和设备, 实现了对电力系统的全方位监测、高效控制及精细化管理, 从而

极大地增强了电力系统的稳定性和可靠性。这一系统首先极大地提升了变电站继电保护的性能, 具体表现在提高了其精度与响应速度。通过实时监测电力系统的关键参数, 如电流、电压、频率及相位等, 系统能够更为精确地定位故障点并识别故障类型。同时, 依托快速的数据处理与传输机制, 继电保护装置能够在极短的时间内切除故障区域, 有效保障了设备与线路的安全运行。此外, 电力综合自动化系统还显著增强了变电站继电保护的可靠性与灵活性。该系统能够依据电力系统的实时运行状态, 动态地调整继电保护装置的整定值及保护逻辑, 以适应电力系统运行方式的变化以及故障类型的多样性, 从而确保了继电保护的精准性与适应性。最终, 电力综合自动化系统推动了变电站继电保护的智能化发展。借助人工智能、大数据等前沿技术, 系统实现了对电力系统的智能监测、分析与决策, 使继电保护装置能够更准确地判断故障类型与位置, 并自动触发相应的保护措施。这一转变不仅显著提升了电力系统的智能化水平, 更为电力系统的安全稳定运行提供了强有力的技术支持。

4.2 变电站继电保护在电力综合自动化系统中的应用

在电力综合自动化系统中, 变电站继电保护占据着举足轻重的地位。它不仅是确保电力系统安全稳定运行的坚固防线, 也是推动电力综合自动化系统迈向智能化、自动化管理的重要基石。该系统中的变电站继电保护装置, 具备实时监测电力系统各项关键参数的能力, 涵盖电流、电压、频率及相位等, 从而全面掌控电力系统的运行状态^[3]。一旦电力系统遭遇故障, 继电保护装置能够迅速而准确地定位故障点并辨识故障类型, 随即自动切除故障区域, 有效遏制故障的进一步蔓延。同时, 该装置还能将详尽的故障信息即时上传至电力综合自动化系统的监控中心, 为后续的故障分析与处理提供宝贵的数据支持。更为先进的是, 变电站继电保护装置能够与电力综合自动化系统中的其他组件实现无缝的数据通信与协同作业。例如, 当系统中的某一设备发生故障时, 继电保护装置能即时向相邻设备及保护装置发送故障警报, 促使故障得以迅速隔离与系统恢复。这种高效的数据通信与协同机制, 不仅显著提升了电力系统的整体稳定性和可靠性, 还有效减轻了故障对设备与线路可能造成的损害, 进一步保障了电力系统的顺畅运行。

4.3 电力综合自动化系统与变电站继电保护之间的数据通信和协调

电力综合自动化系统与变电站继电保护之间的数据通信和协调是实现电力系统智能化、自动化管理的基石。这一过程依赖于高速通信网络如光纤、以太网等, 确保电力综合自动化系统与变电站继电保护装置间数据的快速、准确传输, 为实时监测、快速响应和故障切除提供有力支持。同时, 统一的数据交换协议使得不同厂商、型号的保护装置能够无缝连接、共享数据, 促进电力系统的整体优化和协调控制, 提升稳定性和可靠性^[4]。此外, 先进的控制算法根据

电力系统实际情况和故障类型，动态调整继电保护装置的整定值和保护逻辑，实现故障的快速定位、隔离与恢复，进一步提高了电力系统的智能化水平和应对能力。

5 变电站继电保护的具体实现

5.1 继电保护的硬件配置和软件设计

继电保护的实现首先依赖于其精密的硬件配置和软件设计。在硬件方面，继电保护装置的核心是数字核心部件，这是一台专为继电保护设计的微型计算机，集成了中央处理器(CPU)、存储器、定时器/计数器及控制电路等关键组件，扮演着“大脑”的角色。同时，模拟量输入接口部件负责捕捉电力系统中的电流、电压等模拟电量，这些数据是后续故障判断的重要基础。软件设计上，继电保护装置内置了一套复杂的计算机程序，该程序严谨地按照保护原理和功能需求对硬件进行精准控制，能够高效地完成数据采集、外部信息交换、数字运算与逻辑判断、动作指令执行等一系列操作，确保在电力系统遭遇故障时，继电保护装置能够迅速且准确地做出响应，为电力系统的稳定运行提供坚实保障。

5.2 继电保护的算法和故障判断方法

继电保护的算法涵盖了过电流保护、低电压保护、过电压保护等多种类型，每种算法都针对特定的应用场景和故障类型设计有独特的动作原理。例如，过电流保护算法通过监测电流值是否超过预设阈值来迅速识别故障，而低电压保护算法则通过检测电压是否低于安全范围来判断系统是否存在异常。在故障判断方法上，继电保护装置主要依据电流、电压、相位角、阻抗等电气物理量的变化特征来进行故障检测^[5]。当电力系统发生短路时，电流会显著增大，超出正常负荷范围；而在相间或接地短路情况下，电压会明显下降，且故障点附近的电压下降尤为显著。通过精确测量这些电气量的变化，继电保护装置能够迅速而准确地判断故障的类型和位置，为电力系统的稳定运行提供关键保障。

5.3 继电保护的可靠性和稳定性分析

继电保护的可靠性和稳定性是电力系统安全稳定运行的基石。在可靠性方面，继电保护装置必须确保在电力系统发生故障时能够准确无误地动作，避免误动或拒动，从而有效隔离故障区域，防止故障扩大，保护设备和人员的安全。

而在稳定性方面，继电保护装置需要长时间保持其性能稳定，不受外界环境如温度、湿度、电磁干扰等的影响，确保在任何情况下都能准确判断故障并作出响应。为了提高继电保护的可靠性和稳定性，可以采取一系列措施，包括选用高质量的硬件设备和先进的软件算法，以提升装置的整体性能和抗干扰能力；定期对继电保护装置进行维护和检修，及时发现并处理潜在问题；加强电网的结构设计和运行管理，优化电网布局，提高电网的稳定性和可靠性；以及采用冗余配置和备份保护等策略，进一步增强继电保护装置的容错能力和恢复能力，为电力系统的安全稳定运行提供坚实保障。

总的来说，变电站继电保护的具体实现需要综合考虑硬件配置、软件设计、算法应用、故障判断方法以及可靠性和稳定性分析等多个方面。通过不断优化和完善这些方面，可以确保继电保护装置在电力系统发生故障时能够迅速、准确地作出反应，为电力系统的安全稳定运行提供有力保障。

6 结论

综上所述，论文通过对电力综合自动化系统与变电站继电保护的研究，深入分析了其关系、工作要点和发展策略。研究表明，电力综合自动化系统为变电站继电保护提供了更加高效、智能的支持，而变电站继电保护的性能和可靠性则是电力综合自动化系统稳定运行的重要保障。未来，随着新技术的不断涌现和电力系统的进一步发展，变电站继电保护技术将迎来更多的机遇和挑战。论文的研究成果可为电力系统运维人员提供有益的参考和指导，推动电力综合自动化系统与变电站继电保护技术的不断进步。

参考文献

- [1] 王宇飞. 电气工程中电力综合自动化系统与变电站继电保护[J]. 中国科技信息, 2024(18):118-120.
- [2] 王浪群, 谢奕强. 电力综合自动化系统与变电站的继电保护研究[J]. 中华纸业, 2024, 45(9):115-117.
- [3] 韦帅余, 赵董. 电气工程中电力综合自动化系统与变电站继电保护研究[J]. 电气技术与经济, 2023(6):103-105.
- [4] 房瑞阁. 浅谈电气工程中电力综合自动化系统与变电站继电保护[J]. 科技创新导报, 2019, 16(35):45+48.
- [5] 黄燕霞. 探究电气工程中电力综合自动化系统与变电站继电保护[J]. 民营科技, 2015(5):18.