

水电站二次回路继电保护的应用探究

张瑞鹏

新疆卡拉贝利水利枢纽工程建设管理局, 新疆 喀什 844000

[摘要] 水电站是利用水能进行发电的工程, 而水电站的安全运行对于电力系统和社会经济的稳定运行至关重要, 而水电站中的二次回路继电保护作为关键系统, 其应用对于保障水电站的运行安全性和可靠性具有重要意义。文章将深入探究水电站二次回路继电保护的应用, 以期对水电站运行与管理提供参考。

[关键词] 水电站; 二次回路; 继电保护

DOI: 10.33142/hst.v7i5.12318

中图分类号: TV734

文献标识码: A

Exploration on Application of Secondary Circuit Relay Protection in Hydropower Station

ZHANG Ruipeng

Xinjiang Kalabeili Water Conservancy Project Construction Management Bureau, Kezhou, Xinjiang, 844000, China

Abstract: Hydroelectric power plants are engineering projects that utilize hydropower for power generation, and the safe operation of hydroelectric power plants is crucial for the stable operation of the power system and social economy. As a key system, the application of secondary circuit relay protection in hydroelectric power plants is of great significance for ensuring the operational safety and reliability of hydroelectric power plants. The article will delve into the application of secondary circuit relay protection in hydropower stations, in order to provide reference for the operation and management of hydropower station.

Keywords: hydropower station; secondary circuit; relay protection

引言

二次回路继电保护系统是水电站维持正常运行的关键组成部分, 主要负责对水电站中的各种故障和异常情况进行监测、判断和保护^[1]。通过继电保护的应用, 可实现对电流、电压和功率等电气量的监测和比较, 进而对异常情况进行检测, 并及时采取相应的保护措施, 保证水电站设备的安全运行和电力系统的稳定性。然而, 随着水电站规模的不断扩大和复杂性的增加, 二次回路继电保护面临着更多的挑战和问题, 如勘察和调试过程中, 存在保护装置参数设定不准确、设备故障未及时发现问题; 运行过程中出现不稳定的工作状态、设备误动作等情况; 对于设备的检修和维护存在一定的困难; 抗干扰能力不足引起的系统异常等。因此, 对水电站二次回路继电保护的应用进行深入研究, 具有重要的理论和现实意义。本文深入探究水电站二次回路继电保护的应用, 从保护原理、系统配置、整定方法、运行和检修、接地以及抗干扰措施等方面进行详细分析, 旨在提升水电站运行的安全性和可靠性, 为保护系统的设计、运行和维护提供科学的依据和指导。

1 继电保护原则

1.1 差动保护原则

差动保护是通过比较不同位置电流的差值来检测故障, 一旦发现差别超过设定阈值, 就会触发保护动作, 切除故障电路, 以防止故障扩大并保护相关设备的安全运行。在差动保护中, 通常会使用电流互感器将设备的电流进行

测量, 并将测量结果传递给继电器或差动保护装置。继电器会对所测得的电流进行比较, 计算不同位置电流之间的差异。如果差值超过预设的阈值, 说明可能存在故障, 继电器将发出保护信号, 触发切除故障电路的动作。这种差动保护原理可靠性高, 能够快速地检测和切除故障, 保障电力系统的稳定和可靠运行。差动保护原理的关键是设置合适的差动保护阈值, 防止误动作和漏洞。差动保护的抗干扰能力和灵敏度取决于所选择的差动保护装置和适当的参数配置。此外, 差动保护还可以与其他保护原理结合, 如过流保护、跳闸保护等, 提高保护系统的可靠性和灵活性。

1.2 过流保护原则

过流保护是当电流超过预设的阈值时, 保护装置将发出信号, 切断故障电路, 以防止电流超负荷导致设备损坏或事故发生, 过流保护能够快速、准确地检测故障, 并采取相应的保护措施, 确保电力系统的安全稳定运行^[2]。在过流保护中, 常用的电流测量装置是电流互感器 (CT)。CT 将电流变换为可进行测量和处理的低电流信号, 并将其传输给保护装置, 保护装置根据预设的阈值与测量到的电流进行比较, 判断是否存在过流故障, 一旦过流保护装置检测到过流情况, 将触发保护动作, 如切断故障回路、发出警报等。过流保护原则的有效性和可靠性取决于保护装置参数的合理设置, 包括过流阈值、动作时间延迟等, 合适的设置可确保保护的准确性和及时性, 防止误动作或漏动作。此外, 过流保护可与其他保护原则相结合, 如差

动保护、跳闸保护等，构建更完善的继电保护系统，提高电力系统的安全性和可靠性。

1.3 接地保护原则

接地保护是通过监测系统中的接地电流或电压，当接地电流或电压超过设定的阈值时，触发保护装置的動作，切断故障回路，以减轻接地故障对电力系统造成的危害。接地保护原则广泛应用于电力系统中的各个环节，包括发电机、变电站、配电系统等。在发电机保护中，接地保护用于检测发电机绕组与大地之间的接地故障，包括绝缘破损、绕组间短路等；在变电站中，接地保护用于检测变压器的接地故障、母线的接地故障等；在配电系统中，接地保护用于检测低压配电设备和用电设备的接地故障。设置合适的接地保护参数是确保保护准确性和可靠性的关键，如接地电流/电压的阈值、动作时间延迟等参数的合理配置。同时，接地保护装置需要具备良好的抗干扰能力，以防止误动作或受到其他干扰因素的影响。除了检测故障和切除故障回路之外，接地保护还可用于故障定位和故障诊断。通过分析接地故障的接地电流或电压特征，可快速定位和识别故障点，有助于快速修复和恢复电力系统的正常运行。

2 水电站二次回路继电保护的实践

2.1 继电保护的基本原理

水电站二次回路继电保护基本原理是通过测量和比较二次回路中的电流、电压和其他电气量，以及与预设值进行对比来实现对水电站设备故障的检测和保护动作。水电站二次回路继电保护中，通常采用继电器和保护装置来实现电气量的测量和保护动作的实施^[3]。

继电保护的基本原理包括差动保护、跳闸保护、过电流保护等。差动保护原理通过测量不同位置的电流，比较差值是否超过设定的阈值，从而判断是否存在故障；跳闸保护原理根据设定的电流、电压阈值和时间参数，当电流或电压超过设定值并持续一定时间时，保护装置会触发跳闸，切断故障回路；过电流保护原理则是根据设定的电流阈值，当电流超过设定值时，保护装置会发出信号，切除故障。

在水电站二次回路继电保护实践中，根据水电站的实际情况和设备特点，合理设置保护装置的参数和阈值，需要充分考虑水轮发电机、变压器、母线等设备的额定值、容量和工作特性。同时，对水电站可能出现的各种故障情况进行分析和推演，确保保护装置能够及时、准确地检测故障，并做出相应的保护动作。此外，水电站二次回路继电保护的实践中，重视保护装置的日常检测、维护和定期校验，定期对继电保护装置进行功能测试、参数校准和设备状态监测，确保其正常工作和可靠性。

2.2 继电保护系统的主要配置

水电站二次回路继电保护系统的主要配置包括继电

保护装置、电流互感器（CT）、电压互感器（PT）等关键部件。第一，继电保护装置是水电站二次回路继电保护系统的核心部件，通过测量和处理电流、电压等电气量，根据设定的保护原则和参数进行判断和动作的关键设备，根据水电站设备的特点和需要，选择适合的型号和功能，能够满足保护要求并具备稳定的性能。第二，电流互感器（PT）是测量和采集水电站二次回路中电流信号的重要装置。PT将高电流变换为与之成正比的低电流，从而提供给继电保护装置进行电流测量和保护动作，根据水电站设备的额定电流和负荷特点进行选择，确保准确测量和传输电流信号。第三，电压互感器（PT）是测量和采集水电站二次回路中电压信号的关键装置。如同CT对电流的测量，PT将高电压变换为与之成正比的低电压，为继电保护装置提供电压测量和保护功能所需的信号，根据水电站设备的额定电压和工作特点进行选择类型，确保准确测量和传输电压信号。第四，考虑其他配置，如电源供应和备份电源、通信接口、信号传输线路等。电源供应和备份电源是保证继电保护装置持续工作的重要因素，避免因供电故障导致保护失效；通信接口用于与其他系统进行数据传输和远程监控，便于实时获取保护信息和远程操作；信号传输线路需要具备良好的抗干扰能力和可靠性，以确保信号的准确传输。在配置继电保护系统时，需要根据水电站的规模、设备类型和安全要求进行可行性分析和方案设计，并根据国家和行业的标准及规范，确保配置符合相关要求。

2.3 继电保护的整定

继电保护的整定涉及到各种保护原理和参数，其中最常见的是包括差动保护、跳闸保护、过电流保护等^[4]。差动保护的整定主要包括设定差动电流保护的判据和阈值，确保在故障发生时能够及时检测到差异电流，并触发保护动作；跳闸保护的整定涉及电流、电压的设定值和时间延时等参数，以保证故障时的跳闸速度和精度。过电流保护的整定包括选择合适的过电流阈值和时间延时等，以确保在电流超过额定值时及时切除故障。

在整定继电保护时，充分了解水电站设备的特性和工作条件，包括额定电流、电压、运行模式等。同时，对可能出现的故障类型和故障情况进行分析和评估，以制定相应的保护策略。根据设备的特性和保护要求，合理设置保护装置的参数，如电流、电压的阈值、时间延迟等，以确保保护装置对故障的检测和保护动作的准确性和可靠性。

整定继电保护需要进行系统的模拟计算和实际测试。模拟计算可通过使用电力系统分析软件，模拟各种故障情况下的电流、电压等参数，并进行参数的优化和校正。实际测试是通过在水电站实际运行中进行保护动作的观察和验证，以确保保护装置在实际工作环境中的准确性和可靠性。

2.4 继电保护系统的运行

继电保护系统的运行涉及到保护装置的运行状态监

测、故障检测和保护动作的执行。继电保护系统应保持良好的状态，能够准确地识别故障并采取相应的保护措施，确保水电站设备的安全运行。继电保护系统的运行主要涉及对保护装置进行检测和监测，包括对保护装置的供电状态、通信连接状态以及信号处理状态进行实时监测。故障检测是继电保护系统运行中的核心部分，通过与二次回路中的电流、电压等参数进行比较和判断，探测故障并触发相应的保护动作，故障检测涉及到差动保护、跳闸保护、过电流保护等多种保护原理和算法，确保保护装置能够准确可靠地检测到各种故障形式。

保护动作的执行是继电保护系统的最终目标。在故障发生时，保护装置应能够迅速作出判断，并触发相应的保护动作，切断故障回路，防止故障扩大或对设备和人员造成更大的损害。保护动作的准确性和速度对水电站设备的安全和电力系统的稳定性具有重要影响。

2.5 继电保护装置设备的检修

检修包括定期的检查、清洁和测试，以及必要的维修和校准工作，以保证继电保护装置长期稳定运行^[5]。第一，定期的检查和清洁。检查继电保护装置的外部连接线路和接线端子，确保其紧固可靠；清除灰尘和污垢，保持设备的干净和良好的通风；检查设备的指示灯、显示屏、按钮、开关等各种操作元件的正常工作，确保设备的正常运行状态。第二，定期测试。通过使用专业的测试设备，对保护装置的功能进行全面的评估，包括功能检测、参数设置、响应时间测量和保护动作的模拟测试，通过测试，验证保护装置的准确性和可靠性，并及时发现存在的问题和缺陷。第三，在检修中，检测到保护装置存在故障或异常情况，需要进行维修和校准，维修工作涵盖更换损坏的元件、修复电路连接、加固接线端子等。校准工作主要是对保护装置的参数和阈值进行调整，确保其与实际运行情况相匹配。第四，继电保护装置设备的检修需要遵循相关的标准和规范。遵行水电站的设备管理规定、国家电力行业标准和专业技术规范等，检修工作应按照规范进行，确保操作的可靠性和一致性，避免引入新的问题。

2.6 继电保护的抗干扰措施

继电保护的抗干扰措施旨在降低外界干扰对保护装置的影响，确保保护系统的可靠性和稳定性。抗干扰措施包括屏蔽与隔离、滤波、接地处理等，以提高继电保护装置的抗干扰能力。其一，屏蔽与隔离是常用的抗干扰措施。

通过合理设计和布置保护装置的电缆和线路，采用屏蔽材料和隔离装置，可以有效减少外界电磁辐射和干扰信号的干扰。同时，对于与其他电气设备共享通道的情况，采取物理隔离措施，防止干扰信号的传播和互相干扰。其二，通过在保护装置的输入和输出电路中增加合适的滤波器，可抑制高频噪声和干扰信号的传输。滤波器可以选择合适的频率范围和衰减特性，以滤除干扰信号，确保保护装置正常工作。

其三，接地处理。良好的接地系统可有效消除或减小电位差，降低电磁辐射和干扰信号对保护装置的干扰，通过采取合适的接地方式和增加接地导体的断面积，可以降低接地电阻，提高系统的屏蔽效果和抗干扰性能。其四，应用数字信号处理技术和抗干扰算法来增强继电保护装置的抗干扰能力，如采用差分传输、故障判据优化和自适应滤波等技术，提高保护装置对故障信号的识别和保护动作的准确性。

3 结束语

水电站二次回路继电保护是确保水电站安全运行的重要系统，其应用涉及到保护原理、系统配置、整定、运行和检修、接地以及抗干扰措施等多个方面。通过合理的设计和和实践，可以提高水电站的安全性和可靠性，确保水电站的正常运行和事故的及时排除。在未来发展中，随着技术的不断进步，水电站二次回路继电保护系统也将不断完善和提升，进一步提高水电站的安全运行水平。

[参考文献]

- [1]陈华平. 研究水电站二次回路继电保护的应用初探[J]. 水上安全, 2023(9): 109-111.
 - [2]王进. 水电站二次回路继电保护的应用研究[J]. 建材与装饰, 2018(28): 233-234.
 - [3]王小周. 水电站二次回路继电保护的应用探究[J]. 中国新技术新产品, 2017(6): 58-59.
 - [4]张显浩. 水电站二次回路继电保护的应用分析[J]. 科技创新与应用, 2013(29): 158.
 - [5]郭林伟, 谯新奇, 张志龙. 水电站二次回路继电保护的应用分析[J]. 四川水利, 2012, 33(6): 27-29.
- 作者简介：张瑞鹏（1988.1—），毕业院校：黄河水利职业技术学院，所学专业：水电站动力设备与管理，当前就职单位：新疆卡拉贝利水利枢纽工程建设管理局，职务：新疆卡拉贝利水利水电开发有限公司党支部书记、副总经理，职称级别：中级 专业技术九级。