

变电运行中的继电保护问题与对策分析

熊信兰 林楚

国网西藏电力有限公司超高压分公司

摘要：变电站运行设备在电力系统中起着至关重要的作用，它负责对高压输电线路输送的电能进行电压转换、配电和保护，保证以合适的电压和电流向最终用户提供电能。然而，在长期运行和恶劣环境的影响下，变压器设备可能会出现各种故障，导致电力系统运行中断和设备损坏，对生产和生活造成严重影响。为了保证变电站设备的正常运行，延长其使用寿命，进行有效的维护保养是非常重要的。继电保护的可靠性影响着电力系统整体的运行安全。如今社会对电力供应质量的要求不断提高，若电力系统故障导致供电中断，将对供应范围内的日常生活和生产工作造成严重影响，给人们带来不便，造成财产损失。因此，有必要对继电保护的可靠性进行研究，探讨其优化策略，提高电力系统的安全系数。

关键词：变电运行；继电保护

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2023.11.206

引言

随着智能变电站技术的快速发展，其规模越来越大，系统复杂性不断增加，保护和运维工作也面临着新的挑战。智能变电站继电保护系统是保证电力系统安全运行的重要组成部分。一旦出现误操作或故障，可能会给电力系统造成严重损失，甚至引发事故。因此，研究智能变电站继电保护运维防误技术的研究具有重要的理论意义和实践价值。

一、研究背景

继电保护技术的原理及其在电厂中的应用。电厂继电保护技术是保证电力系统安全运行的重要手段。本节将介绍电厂继电保护的概念和原理，以及常见的继电保护问题，并分析继电保护技术在智能电网环境下的应用，最后提出继电保护技术的研究趋势和变电站设备运行的有效维护措施。电厂继电保护是指利用电气继电器、保护装置及相关软硬件设备对电厂电力系统中的电力设备进行监测和保护的技术。它的主要作用是保证电力设备的安全运行，保护设备不受损坏或故障。发电厂继电保护系统通过不断监测电流、电压等电能参数，及时检测电力系统中的故障并采取必要的措施，例如切断故障电路、调整电力运行状态等，以防止故障扩散和进一步损害电力设备。常见的继电保护装置包括差动保护装置、过电压保护装置、过电流保护装置、继电保护综合装置等。其中，差动保护装置主要用于检测电力系统中的故障电流，其工作原理是通过比较进入和离开故障区域的电流，如果两者不平衡，则会触发保护开关进行动作。过电压保护装置用于检测和限制电压超过正常范围的情况，其工作原理是通过运用电阻、电容等元件对电压进行衰减和损耗^[1]。

二、电力系统继电保护相关概述

随着科学技术和经济的发展，电力系统的组成越来越

越复杂，发生故障的风险和故障造成的损失进一步增加，对电网运行的安全性提出了更高的要求。如何保持电网的稳定、高效运行已成为业界关注的焦点。继电保护是通过继电器检测电力系统运行过程中的异常状态和故障问题，对电气运行中的各种参数进行实时监测和分析，根据检测结果进行预警，并对相应线路进行保护切断，隔离故障部位，维护电力系统安全稳定运行的重要措施。一旦电力系统内部出现异常，即可触发继电保护，及时隔离故障区域，弹出警告信息提示维修人员进行处理，有效防止故障进一步扩大，缩小故障的影响范围，维持电网整体运行的安全、稳定。近年来，科学技术快速发展更新，带动各行各业的生产运营模式发生了极大变化，自动化、数字化、智能化成为各行业发展的重要趋势。电力行业中各生产环节也致力于向现代化、自动化生产模式转变，有助于提高电力系统的生产管理效率、质量及稳定性。

三、继电保护原理

继电保护是电力系统中常用的一种保护手段。它基于继电原理和保护原理，通过对电流、电压、频率等参数的测量和比较，可以检测并快速排除电力系统中设备和线路的故障。继电保护的原理主要包括两个方面：故障检测和保护动作。故障检测是通过测量电流、电压等信号，并与设定的阈值进行比较，判断电力系统是否存在故障。保护动作则是在检测到故障时，通过控制断路器或其他开关设备，切除故障点，保护电力系统中的设备和线路免受损害。在继电保护中，常用的故障检测原理包括电流差动保护、电流比率保护、过电压保护等。其中，电流差动保护是最常见的一种继电保护原理。它基于电流的差异性，通过测量电流的进线和出线值，计算它们之间的差值，若差值超过预设阈值，则判断为故障，并触发保护动作。

四、智能电网继电保护面临的问题

在当前智能电网系统快速发展的背景下，中国对现有继电保护设施进行了改造和完善。现阶段，中国加大了特高压电网的使用力度，大范围开展了能源并网和智能配电、输电等相关工作，但也存在一系列隐患问题。首先，我国结合大电网建设理念，能源供给予负荷在各个区间、各个范围的分布均存在较大差异，例如我国南部沿海地带的用电负荷量较大，但是却存在电网分布不均匀的情况，由于电力负荷增加，电网资源分配不合理，导致电网的运行压力在进一步提升，从而给智能电网环境下的继电保护工作提出了更高的要求。另外，我国当前电力系统的能源结构较为丰富多样，包含光伏发电、火电、风电，但是新能源在整定计算二次建模中依旧存在难度，导致计算过程中不得不做各种简化，使得定值与实际运行情况存在差距，从而致相关继电装置在运行过程中可能出现各种各样的问题。虽然近年来加大了电能质量的管控，但对并网谐波这块依旧存在相应的欠缺，继电保护装置易在极端情况下出现拒动、误动的情况^[2]。

五、智能电网环境下继电保护技术的应用

1. 区块链技术

区块链技术结合去中心化的功能可提高继电保护管理水平，在当前智能电网系统中可结合区块链技术强化数据隐私安全防护，保证继电保护数据的安全性和隐私性，可通过将继电保护数据上传到区块链上，有效防止数据被篡改，提高数据的可靠性；另外区块链技术应用在继电保护系统中也能够有效实施数据监测、故障定位判断，可对故障点做出高效识别分析，可将对应的故障信息记录在区块链上，通过智能合约自动触发相应的保护机制，可提高故障处理的精准性和可靠性。区块链技术在继电保护设备全生命周期管理过程中也能够发挥出至关重要的作用，例如在设备采购、安装、维护、报废等相关环节，均可通过区块链技术实现设备信息共享决策处理，可提高设备管理的质量。

2. 自动控制技术

自动控制技术是指利用控制装置对被控制对象进行监测、判断和调节的技术。其基本概念是在预定条件下实现对被控制系统的自动操作和调节。自动控制技术根据控制过程中的信息获取和处理方式，可以分为开环控制和闭环控制两类。开环控制是指根据预先设定的控制规律直接调节被控制对象，无法根据反馈信息进行调整。闭环控制是指利用反馈信息对控制过程进行监测和调整，以使被控制对象的输出与预期的目标值相匹配。自动控制技术在发电厂中具有重要的作用。首先，通过自动控制技术可以实现对发电机组的启停控制，使发电

机组能够根据负载需求进行自动调整，提高发电系统的稳定性和运行效率。其次，自动控制技术可以实现对发电过程的监控和调节，例如温度、压力、液位等参数的自动控制，以保证发电设备的安全运行。

3. 电力系统故障检测与处理中的应用

安全自动控制和继电保护在电力系统中的应用是保证电力系统稳定运行和保护设备的关键技术之一。在电力系统故障检测与处理中，安全自动控制和继电保护发挥着重要作用，通过监测、判断和响应电力系统故障情况，保证系统的安全可靠运行。安全自动控制与继电保护系统通过使用各种传感器和监测设备来检测电力系统中的故障情况。如电流传感器可用于检测电流的异常变化，电压传感器可用于检测电压的异常波动，而频率传感器则可用于监测频率的异常变化。这些传感器将实时监测的数据传输到控制中心，用于故障检测和分析。基于传感器数据和先进的故障判断算法，安全自动控制与继电保护系统可以对电力系统中的故障类型和位置进行判断^[3]。

4. 大数据在继电保护自动化中的应用

大数据技术在继电保护可靠性中的应用大数据技术可以采集和处理电力系统中海量的实时和历史数据。通过对这些数据的分析和挖掘，可以提取潜在的故障特征和异常模式。基于这些特点和规律，可以开发出更加准确可靠的继电保护算法，提高继电保护的灵敏度和精度。（2）大数据在继电保护故障诊断和预测中的应用通过分析 and 处理电力系统海量数据，可以建立故障模型和预测模型，自动诊断和预测电力系统故障。大数据技术可以提取故障的时空特征，并与历史故障数据进行对比和分析，从而实现故障类型和位置的准确定位和判断。

5. 应用智能化设备和工具

智能在线监测设备可以实时获取继电保护系统的运行状态和参数信息。传统的离线维护方法只能在维护过程中获取系统的信息，不能实时监控系统的运行状态。智能在线监测设备可以通过传感器和监控设备实时采集信号数据，并将数据传输到中央控制系统。这使得维修人员能够随时了解系统的状态，发现潜在的故障风险，并及时采取相应的措施，提高继电保护系统的可靠性和稳定性。远程诊断工具的应用能够实现对继电保护系统的远程监控和故障诊断。通过网络连接和远程访问技术，维修人员可以远程访问智能变电站的继电保护系统，并进行实时监控和故障诊断。远程诊断工具能够快速准确地分析系统的运行数据，识别故障类型和位置，并提供相关的维修建议。这样，不仅能够节省人力资源和时间成本，还能够快速响应故障，减少故障对继电保

护系统正常运行的影响。

六、继电保护技术研究趋势

1. 智能化和自适应继电保护技术

智能自适应继电保护技术是当前继电保护技术研究的重要方向之一。随着电力系统复杂性的增加和可再生能源接入的增加,传统的固定阈值继电保护方式面临着对可变电流特性适应性弱、无法满足多样化负荷需求等挑战。智能化和自适应继电保护技术基于先进的数据分析、人工智能和机器学习算法,通过对大量历史数据的挖掘和分析,建立复杂的模型和算法,实现对电力系统运行状态的实时监测和评估,并根据系统状态的变化来动态调整保护参数和决策,以实现更准确、快速响应的保护动作,提高了系统的稳定性和可靠性,可适应复杂多变的电力系统运行环境。

2. 多元化继电保护技术

传统的继电保护技术主要依靠电流、电压等物理值来判断和控制,随着电力系统的变化,新型能源和电力设备的出现,如风电、光伏发电、电动汽车等,对继电保护技术提出了新的挑战。因此,研究多样化的继电保护技术已成为当前的发展趋势之一。如利用频率的变化来判断电力系统的稳定性和故障状态,尤其适用于新能源接入时的系统稳定性分析和自适应调整;通过对电力系统潮流的分析,结合先进的数学模型和算法,实现对电力系统运行状态的监测、评估和保护动作的决策;利用大数据技术和深度学习算法,对电力系统数据进行分析,挖掘电力系统中隐藏的特征和规律,为继电保护系统提供更准确、可靠的参数设置和保护策略^[4]。

七、变电设备运行的有效维护措施

1. 提升变电工作人员的技术水平

提高变电站工作人员的技术水平是保证变电站设备有效维护和故障排除的关键。定期组织技术培训和学习活动,提供专业知识和技能的更新和提升。培训内容可以包括变电站设备原理、操作技术、故障诊断和维护方法等,使员工掌握最新的技术知识。同时,鼓励工作人员在实际工作中积累经验,特别是处理常见故障和复杂故障的经验,通过实践中的学习和总结,不断提高解决问题的能力 and 技巧。以及建立技术人员之间的经验交流机制,促进彼此之间的学习和分享,可以组织技术讨论会、工作经验交流会等形式,让工作人员相互借鉴、学习和提高。同时,及时引进和应用新的变电技术和设备,使技术人员能够掌握和运用先进的技术手段来提高工作效率和故障解决能力。

2. 健全变电运行安全管理制度

完善变电站运行安全管理制度是保证变电站设备有

效维护的关键。(1)建立一套完整的安全管理制度,明确安全规章制度和操作规程,该制度应包括工作流程、应急预案、安全培训教育等,确保员工具备必要的安全意识和操作能力。(2)定期组织安全培训教育活动,提高员工的安全意识和安全技能。培训内容包括变电站设备的正确使用、危险识别和应急处理,使员工掌握必要的安全知识和技能。(3)明确安全管理岗位和责任,指定专人负责变电设备的安全管理工作,工作人员应具备相关的专业知识和技能,负责制定安全计划、组织安全检查和事故调查,确保安全管理制度的执行和落实^[5]。

3. 线路跳闸故障的排除方法

对于变电所来说,在实际运行中,很容易发生短路、跳闸等故障。如果出现这两种故障,需要在最短的时间内检测出相应保护动作的相应状态。结合TA回路进行分析,实现对线路故障的有效定位。就检验范围来说,一般是对一条线路进行检验,以保证检测范围内的线路能够正常工作。另外,对于有跳闸问题的开关,也要进行相关检测,如果检测到的开关是弹簧式的,要进行全面检测,并分析其具体的能量储备状态;如果要检查的开关结构是电磁结构,则需要对安全电源的所有触点进行全面检查。排除故障之后,还需要进行检测,以检查有无其他故障,若没有故障,则可以继续供电。

结束语

随着社会的发展,电力系统的供电范围不断扩大,供电能力迅速增加,供电的安全性和可靠性成为人们密切关注的问题。继电保护是保障电力系统稳定运行的关键措施,其运行可靠性受到诸多因素的影响。应采取有效措施,优化改进,加强技术改造,确保继电保护能够正常发挥作用,促进电力工业现代化。

参考文献

- [1]赵丽莉,李雪明,倪明.继电保护与安全稳定控制系统隐性故障研究综述及展望[J].电力系统自动化,2014(10):128-135.
- [2]陈星田.智能变电站继电保护隐藏故障诊断与系统重构方法[D].重庆:重庆大学,2015.
- [3]笃峻,叶翔,葛立青,等.智能变电站继电保护在线运维系统关键技术的研究及实现[J].电力自动化设备,2016(7):163-168.
- [4]贾旭东.继电保护故障信息系统的应用研究[D].北京:华北电力大学(北京),2011.
- [5]许凯.智能变电站继电保护设备状态检修实际应用的研究[D].山东:山东大学,2018.