

电力系统安全自动控制与继电保护研究

石万鹏 岳妮

国网西藏电力有限公司超高压分公司

摘要: 电力系统作为现代工业和日常生活的核心支撑,其稳定运行的重要性不言而喻。而继电保护自动化技术,正是确保这一稳定运行的关键技术之一。该技术充分利用了电力系统中的电气和电子设备,通过对电路中的故障、异常和变化进行实时监测、准确判断与及时处理,实现对电力系统的全面保护和自动控制。随着科技的不断进步和电力系统的日益复杂,继电保护自动化技术也在不断地发展和完善。本文将介绍电力系统安全自动控制与继电保护,旨在为电力系统的安全、可靠和高效运行提供技术支持。

关键词: 电力系统; 安全; 自动控制; 继电保护

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2023.11.201

引言

随着中国经济和社会发展的不断增长,我国的电力需求逐年增加。作为关键的基础设施,电力系统运行的可靠性、稳定性和安全性已成为电力行业的首要任务。电力系统与民生和经济发展密切相关,电力系统自动化是现代电力系统发展的方向和成果。同时,电力工程也是一项重要的民生工程,在新时期取得了重大进展。然而,如今人们的用电量也在增加。所以电力系统及自动化十分重要,系统根据自动化来进行电力供应,更好地满足了用户要求。同时继电保护也是电力系统及其自动化中非常重要的一环。

一、继电保护

继电保护系统负责监测各种电力设备,如变压器、电缆和其他关键设备,以确保在发生故障时能够迅速切断故障部件,并保护设备免受损坏^[1]。在自动化改造过程中,电力系统经常会出现各种不可避免的问题。因此,当出现问题时,继电保护可以及时采取相应措施,通常在几毫秒内,及时检测和隔离故障,防止其扩大,确保故障的发生不会导致电力系统中断,影响电网的稳定。继电保护不仅保护设备,而且还保护了操作和维护人员的安全。当检测到危险情况时,它可以迅速切断电力系统的电源,防止人员触电或受伤,因此继电保护在电力系统中起着非常重要的作用。通过管理继电保护设备,可以减少一些严重问题的发生,避免电力系统出现故障。电力企业需结合行业需求和发展趋向进行适合的管理,并引入新的技术,以促进继电保护智能化,进一步保障电力系统的稳定发展。

二、电力系统安全自动控制与继电保护的作用

在电力系统中,安全自动控制和继电保护是确保系统稳定运行和保护设备安全的关键要素。它们在电力系统的各个方面协同工作,以确保其可靠性、安全性和经

济性。(1) 稳定性。安全自动控制和继电保护应能维持电力系统的稳定运行。稳定性要求包括电压稳定性和频率稳定性。电压稳定性要求将系统电压保持在合理范围内,以确保用户用电质量。频率稳定性要求将系统频率保持在合理的范围内,以保证供电的稳定性和可靠性。(2) 快速响应。安全自动控制和继电保护可以及时检测和处理电力系统中的异常情况。在发生故障或异常情况时,系统应能够迅速采取措施,包括切断故障部件、切换备用电源等,以保护设备和系统的安全运行。(3) 适应性。安全自动控制和继电保护应具有适应不同工况和负荷变化的能力。电力系统的工况和负荷不断变化,需要根据实际情况对安全自动控制和继电保护进行调整和优化,以适应不同工况下的运行要求。(4) 精度高。继电保护自动化技术需要能够对电力系统中的异常情况做出高精度的响应,以保证对电力系统的保护。为了提高精度,需要考虑测量和校准等方面的因素。(5) 安全性。在安全自动控制和继电保护的设计和实施过程中,应考虑系统的安全性,防止人为操作和恶意攻击对系统的影响。安全性要求包括系统的身份验证、数据的加密传输、防护设备的安全性等方面,以保障系统的安全运行。

三、电力系统安全自动控制与继电保护的相关性

电力系统安全自动控制是一种至关重要的系统级控制策略,其核心目标在于通过持续监测、精准评估以及及时调整电力系统的运行状态,确保整个系统的稳定性和可靠性。这种控制策略的实施,对于预防系统异常情况的发生,以及在异常情况发生时及时采取措施,防止系统陷入不稳定状态。安全自动控制可以包括电压控制、频率控制等功能,以确保电力系统在正常和紧急情况下都能保持稳定。继电保护是一种设备级系统,通过监测电流、电压、频率等参数来检测故障,并执行隔离

故障的操作。继电保护的核心目标是快速响应，防止故障传播，保持电力系统的完整性。因此，电力系统安全自动控制与继电保护之间的关系可以总结如下：安全自动控制通过实时监测和控制电力系统的运行状态预防故障，而继电保护则在故障发生时迅速介入，采取措施以隔离和清除故障^[2]。它们共同构成了保障电力系统安全性的多层次保护机制，确保电力系统在各种工况下都能够保持高度稳定和可靠。

四、电力系统安全自动控制与继电保护应用

1. 电网调度

安全自动控制和继电保护在电力系统电网调度自动化中发挥着重要作用。随着电力系统规模和复杂性的不断增加，传统的人工调度已不能满足电力系统高效、安全、可靠运行的要求。电网调度自动化利用先进的自动化技术和智能系统，实现电力系统的实时监测、控制和优化，提高了电力系统的运行效率和可靠性。电网调度自动化中的安全自动控制和继电保护系统可以通过监测电力系统中的电流、电压和频率等关键参数，如电压偏差、电流过载、频率波动等，及时发现异常情况，系统会立即触发继电保护装置，切断故障电路，防止故障扩大，保护电力设备不受损坏。这种实时监测和故障检测功能使电网调度自动化系统能够快速响应并采取必要措施，确保电力系统的安全运行。电力系统中的负荷需求随时间和地区而变化。安全自动控制系统可以实时监测电力系统的负荷需求和供电能力，自动调整输出和负荷的分配，以实现电力系统的负荷平衡。这种负荷平衡和优化功能可以最大限度地利用电力资源，提高电力系统的效率和可靠性。

2. 变压器

变压器是电力系统中最常用的设备之一，也是电力系统最容易发生故障的设备之一。因此，继电保护自动化技术在变压器中的应用具有重要意义。变压器的保护通常包括过电流保护、差动保护和接地保护。过电流保护可以检测变压器的额定电流是否超过正常范围，从而防止变压器因过电流而烧坏。差动保护是指在变压器两侧连接一组相同的继电器，并通过比较两侧电流的差异来检测变压器是否发生故障。一旦差动电流超过设定值，继电器就会动作，切断变压器的电源，以防止故障扩大。接地保护可以检测变压器的绝缘是否良好，从而避免接地故障对电力系统的影响。在变压器中，继电保护自动化技术可以通过集中监控、自动切除、等方式实现对变压器的保护。此外，集中监控可以通过自动采集变压器的运行数据，并实时分析数据来判断变压器是否

存在异常。如果发现异常，系统可以自动发出告警信号，以提醒操作人员及时处理。

3. 限定电流输出

限流输出保护技术是一种用于保护电源输出电路的技术手段，将电流限制在安全范围内，以防止过载或短路故障导致设备损坏或安全问题。常见的限流输出保护装置包括限流器、电流互感器、电子限流器和断路器。限流器是一种用于限制电流的保护装置。当电流超过设定阈值时，限流器将自动调整或切断电路。电流互感器是一种用于测量电流的传感器，它可以将电路中的电流转换为成比例的电流输出，主要用于监测电流并触发保护动作。电子限流器通过控制电流的传递或采取电子调节手段，将电流限制在设定的范围内，以保护电源输出回路，具有快速响应和精确控制的特性。断路器在电路中起断开电路的作用，它具有过流保护功能，当电流超过额定值时，断路器会自动切断电源。

4. 配电网

继电保护与配电自动化之间的有效协调是电网故障处理的关键。故障检测和定位是配电自动化系统的重要功能，直接关系到配电网的安全稳定^[3]。当配电系统出现短路或设备故障等问题时，继电保护装置会通过监测电流、电压等关键参数的异常变化，立即识别故障。一旦检测到这些参数超出正常范围，将立即发出警报，并向自动化系统发送故障信号。配电自动化系统接收到信号后，将快速分析来自网络中各个监测点的数据，如保护装置动作信息、断路器状态、故障指示器反馈，以准确定位故障位置。在识别出故障点后，系统通过远程控制相关断路器或开关来执行隔离操作，以隔离故障点并避免其扩散。此过程大大缩短了故障排除时间，提高了电网的稳定运行能力和供电可靠性。随后，系统还能通过重新配置配电网，将受影响的用户迅速转接至其他正常线路，以恢复供电服务。

5. 集成管理

电力系统综合管理包括将安全自动控制策略与继电保护技术相结合，以实现电力系统的全局监控。这包括将智能算法和数据挖掘技术应用于实时数据分析，以识别系统状态异常或潜在故障。同时，它还需要与继电保护设备协同工作，以确保在发生故障时能够快速响应并隔离故障。综合电力系统管理支持跨系统的数据共享和信息交换，这意味着它不仅需要继电保护系统内的设备协作，还需要与EMS和SCADA等其他电力系统管理系统集成，以实现全球监控和决策。这种协同控制可以帮助电力系统更好地应对复杂的运行条件和快速变化的负荷需

求。综合电力系统管理还涉及电力系统的整体优化。通过综合考虑安全自动控制策略、继电保护技术以及其他控制策略,可以实现对电力系统的全面优化,包括负荷调度、电压控制等。这有助于提高系统的能源效率,降低损耗,并确保电力系统在各种工况下都能够保持高度的可靠性。

6. 接地保护

在电力系统中,接地保护是一项非常重要的保护措施。其主要功能是检测和保护接地故障,防止电气设备和人员触电受伤。继电保护自动化技术在接地保护中也具有重要的应用价值。在接地保护中,常用的技术包括基于电流的接地保护、基于电压的接地防护、基于零序电流的接地保护等。其中,基于电流的保护是最常用的类型。它利用电流变化来检测接地故障,并通过继电器保护电路^[4]。在基于电流的接地保护中,需要在接地点附近安装电流互感器,将接地点的电流信号转换为低电平信号,然后发送给继电器进行处理。如果电流超过设定的阈值,则表明发生了接地故障,继电器将通过断路器发送信号进行操作,以切断故障电路。除了基于电流的接地保护之外,电压式接地保护和零序电流式接地保护也可以应用于接地保护中。电压式接地保护可以检测到接地点的电压变化,而零序电流式接地保护则可以检测到接地电流的变化。

五、电力系统安全自动控制与继电保护的应用要点

1. 优化系统结构

系统结构是指电力系统不同部分之间的连接方式。电力系统的各个部分是相互连接的,只有优化系统结构才能促进它们之间的协调与合作,从而提高电力系统运行的安全性和可靠性。因此,在优化配电网系统结构时,要确保各部分之间的平滑连接,以便整个电力系统能够有效运行。目前,我国配电网大多采用馈线自动化和GIS综合信息管理系统,可以有效提高电力系统的运行效率。但是这两种方式都存在一定的缺陷,因此必须对这两种方式进行优化和改进,使其能更好地满足配电网自动化运行要求。

2. 升级技术装备

技术设备的更新换代对提高继电保护装置的可靠性具有重要意义。近年来,技术领域发展迅速,各种设备和技术快速更新迭代。它们的功能越来越完整,性能也越来越出色。在此背景下,电力系统继电保护相关技术人员应关注行业发展和前沿技术的更新,适当引进新的先进设备和技术,从细节上逐步积累和拼凑,逐步提高继电保护自动化技术的先进性和可靠性,提高系统的整

体运行效率和质量。在设备和技术逐步升级的过程中,应注意统一部件型号,确保新设备和技术与原有继电保护系统的兼容性,防止后期由于部件不匹配和运行不协调而导致的故障问题增加。选择相关设备和零部件时,要加强质量审核,充分了解生产厂家的资质、用料等,对比多个厂家,选择型号规格和性能质量达标的优质产品进行购买。

3. 状态检查

电力系统安全自动控制和继电保护装置的运行受到许多因素的影响,因此,在电力系统安全自动控制和继电保护技术的应用中,必须要改进继电保护装置,更好地为电网自动化服务。首先,在检查硬件设备方面,要检查继电保护设备是否正常工作,是否有任何故障或损坏。如果出现问题,需要及时更换或修理设备,以确保继电保护技术的可靠性和安全性^[5]。其次,在检查软件状态方面,要检查继电保护软件是否存在漏洞或安全风险,是否需要升级或更新软件版本。如果发现问题,需要及时修复或升级软件,以保证继电保护技术的可靠性和安全性。最后,要定期维护,建议每隔一段时间对继电保护设备进行维护,清洗设备、更换电池等,确保设备正常运行。

结束语

总而言之,继电保护在电力系统中起着预防故障、保证安全、保持稳定运行、提高可靠性的重要作用。继电保护设备通过确保及时检测和隔离故障,确保电力系统的安全和稳定。因此,为了实现电力系统稳定运行的目标,促进电力工业现代化,要重视继电保护系统。根据我国的现状,电力系统和自动化技术都取得了长足的进步,因此电力系统自动化和继电保护都得到了更深入的研究,保障了整个电力线路能够更安全可靠的运行,帮助了电力行业更好的发展。

参考文献

- [1] 吴奎. 电力系统及其自动化和继电保护的关系分析[J]. 居业, 2020, (08): 78+80.
- [2] 李穆. 面向电力系统的继电保护自动化技术研究[J]. 自动化应用, 2020, (07): 116-117.
- [3] 宋政. 电力系统继电保护安全管理措施[J]. 云南水力发电, 2020, 36(03): 73-74.
- [4] 牛振华. 智能变电站继电保护设备运行及维护[J]. 数字通信世界, 2020, (12): 249-250.
- [5] 熊保金, 薛晓东. 智能变电站继电保护可靠性分析[J]. 电气技术与经济, 2020, (05): 27-29.