

# 继电保护与配电自动化配合的配电网故障处理分析

吴宗铭

国网福州供电公司

**摘要:** 本文探讨了继电保护与配电自动化在配电网故障处理中的关联与协同作用。配电网故障类型主要包括短路、过载和失地故障。文章首先介绍了配电自动化和继电保护的概念,随后阐述了它们在故障处理中的原则,包括可靠性、供电能力和经济运行。接着,文章探讨了多级级差保护和集中故障处理的协调配合,包括两级级差保护的配置原则和三级级差保护的应用。最后,文章强调了多级级差保护与电压时间型馈线自动化的协同作用,以提高配电网的可靠性和故障处理效率。

**关键词:** 继电保护; 配电自动化; 配电网故障; 级差保护; 自动化配合

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.06.084

## 引言

随着电力系统的不断发展和电力需求的增加,配电网的可靠性和稳定性变得至关重要。配电网故障是影响电力供应连续性的主要因素之一。因此,如何高效地处理和隔离这些故障变得至关重要。继电保护和配电自动化技术作为现代电力系统的重要组成部分,为提高配电网的可靠性和故障处理效率提供了关键支持。

### 一、配电网故障类型

#### (一) 短路故障

在配电网中,短路故障通常表现为电流在电路中出现异常的短暂路径,伴随着电流的急剧增加。短路故障可能是由多种原因引发的,包括电缆或导线的损坏、电力设备的故障,甚至外部因素如雷击或树木触碰电线。这种异常情况可能导致电流超过了电力设备和电缆的正常承受能力,可能引发火灾、设备损坏或整个电力系统的停电。因此,对于配电网来说,及时检测、定位和处理短路故障是至关重要的,这有助于维护电力系统的安全性和可靠性,确保供电不受中断。

#### (二) 过载故障

过载故障指的是电路中的电流超过了电力设备的额定容量,但仍然低于短路电流水平。通常情况下,过载是由于电流负荷超出了设备的设计容量,或者在短时间内负荷突然增加,例如大规模设备同时启动时引发的。过载故障可能导致设备过热、电缆损坏或设备受损。为了应对过载情况,配电网必须配备过载保护机制,以确保设备在不受损坏的情况下运行,并防止过载故障对电力系统造成严重影响。

#### (三) 失地故障

失地故障表示电路中的电流通过了不应该通过的路径,例如设备外壳或地线。通常情况下,失地故障可能是由于设备绝缘损坏、设备故障或电缆破损引发的。失地故障可能导致电流通过地线流回地面,可能对人员安全构成严重危险,并可能损坏电力设备。因此,在配

网中,必须具备有效的失地故障保护机制,以及能够及时检测和隔离失地故障的能力。这有助于确保电力系统的安全性和可靠性,同时保护人员免受电力系统可能带来的危险。

### 二、配电自动化和继电保护的内涵

#### (一) 配电自动化的概念和内涵

配电自动化代表着电力分配网络的未来,它是一种先进的电力系统管理方法,其内涵涵盖了广泛的领域,以提高电力分配网络的效率、可靠性和灵活性。配电自动化系统的核心是自动化设备和系统的应用,这些设备包括智能开关、传感器、远程监控设备等。这些技术的应用使得电力系统能够实现实时监测、控制和管理,以适应不断变化的负荷需求和电力供应情况。此外,配电自动化还包括自动化故障检测和恢复功能,能够快速识别和隔离故障,最大限度地减少停电时间。通过配电自动化,电力系统能够更加智能化、灵活化地运行,提高供电质量和可用性,为用户提供更可靠的电力服务。

#### (二) 继电保护系统的概念和内涵

继电保护系统是电力系统的安全守护者,其内涵包括一系列保护装置、继电器、传感器和监测设备,旨在保护电力设备和电路免受各种异常条件的损害。这些异常条件包括过电流、短路、失地故障等,它们可能对电力系统造成严重的损坏或中断供电。继电保护系统的关键任务是迅速检测并隔离这些异常情况,以最小化损害并确保电力系统的稳定运行。这些系统通常包括多个保护功能,例如,过流保护、过压保护、差动保护等。继电保护系统的高度可靠性和快速响应对于维护电力系统的安全性和稳定性至关重要。它们确保了电力系统在面对故障时能够有效地应对,减少停电时间,提高供电可靠性。通过与配电自动化系统的协调配合,继电保护系统能够更好地履行其任务,确保电力系统的安全运行。

### 三、继电保护和配电自动化的故障处理原则

#### (一) 可靠性原则

可靠性原则要求继电保护和配电自动化系统能够迅速识别并定位故障，无论是短路、过载还是其他异常情况。这需要高度灵敏的传感器和智能继电器，以及高速通信和控制系统的支持。通过快速的故障检测和隔离，电力系统可以最大限度地减少故障对供电的影响，确保用户不会受到长时间的中断。电力系统的关键组件，如变压器、开关设备和电缆线路，都需要具备备用和冗余配置。这意味着即使一个设备出现故障，备用设备可以立即接管，从而保障供电的连续性。冗余性不仅包括设备级别的冗余，还包括通信和控制系统的冗余，以确保在系统的任何部分出现问题时都有备用方案可供使用。可靠性原则的最终目标是确保客户和用户在任何情况下都能够获得可靠的电力供应。这不仅对于居民和工业用户至关重要，还对于医疗机构、紧急服务和基础设施运营商具有重要意义。通过遵循可靠性原则，电力配电网能够应对不可预测的情况，提供高水平的电力服务，推动社会的可持续发展和经济的稳定增长。因此，在设计、建设和运营电力系统时，始终将可靠性原则视为至高无上的原则，以确保电力供应的稳定性和可靠性。

### （二）保证供电能力的原则

电力作为现代社会生活和工业生产的生命线，其不间断的供应对人们的日常生活和各个行业的运作至关重要。因此，即使在电力系统出现故障或异常情况时，继电保护和配电自动化系统也必须采取一切必要的措施，以确保电力供应的连续性，或在最短的时间内将中断时间降至最低。继电保护系统必须具备高度灵敏的传感器和智能继电器，以便及时检测到任何电力系统中的异常情况。一旦故障发生，系统需要迅速定位故障的位置，以便采取适当的措施。这需要高度自动化的监测和控制系统，以确保定位速度最快。在电力系统中，隔离故障点并将其与其他部分分离是确保供电连续性的关键步骤。继电保护和配电自动化系统必须能够实施快速而精确的隔离，以防止故障扩大并影响到整个电力系统。这可能涉及开关设备的操作，以将故障部分隔离，或通过重新路由由电流来绕过故障点。在某些情况下，故障可能会导致主要电源中断，此时备用电源，如发电机组或其他供电途径，可以用来维持关键设备和服务的运行。这种备用电源的部署需要考虑到供电系统的可用性和容量，以确保在需要时能够顺利切换到备用电源，从而保证供电的连续性。

### （三）经济运行的原则

电力供应对于现代社会和工业领域至关重要，但运营和维护电力系统也需要相应的资源和资金投入。在面对各种故障和异常情况时，如何在维持可靠性的同时以

最经济高效的方式运行，成为电力配电网管理者不可忽视的挑战。备用装置和资源的提供是确保电力系统在故障情况下能够持续供电的关键因素之一。然而，这些备用装置和资源的配置必须经过谨慎考虑，以确保在维持可靠性的同时不会浪费不必要的成本。因此，需要进行资源分析和需求评估，以确定何时以及在何处配置备用装置，以最大限度地减少不必要的开支。在面对故障时，电力系统必须能够快速而准确地隔离问题，以防止故障扩大影响。然而，不同的故障隔离策略可能涉及不同的成本和效率。因此，需要综合考虑各种因素，如维护成本、设备可用性和停电时间，以确定最佳的隔离策略。这可能包括通过智能继电保护设备实现更精细化的故障定位，以减少停电范围。维护电力系统的设备和基础设施是确保系统长期可靠性的关键。然而，维护和修复的成本可能相当昂贵，因此需要进行成本效益分析，以确定何时进行维护和修复，以及如何优化这些过程。这可能包括采用预防性维护策略，以减少未来故障的概率，或者选择合适的维护时间，以最小化停电时间和生产损失。

## 四、多级级差保护和集中故障处理的协调配合

### （一）两级级差保护的配置原则

在配置两级级差保护时，需要深入考虑多个关键因素，以确保系统的可靠性和性能。第一级级差保护是配电网故障处理的首要线程，因此其触发条件至关重要。通常情况下，第一级级差保护的触发条件是基于电流和时间的复合参数，这意味着当电流异常升高并持续一段时间时，该保护将触发。这种设计确保了对于大规模故障的快速响应，因为大规模故障通常会导致电流迅速增加。此外，第一级级差保护还必须具备高度的灵敏性和可靠性，以减少误操作的风险。这是因为错误地切断供电可能会对用户造成不必要的困扰和损失。第二级级差保护在第一级触发后起到了关键作用。它需要更加灵活，能够根据第一级的触发信号进一步检测和定位故障。这一级的保护通常会采用更复杂的算法和参数，以确保准确性和精度。此外，第二级级差保护还应该具备通信功能，以便与其他保护装置和集中故障处理系统进行数据交换和协调行动。这种协同作用有助于更好地定位和隔离故障，最大限度地减少了供电中断的范围和持续时间。

### （二）两级级差保护下的集中故障处理策略

在配置两级级差保护下的集中故障处理策略时，协调和通信是关键考虑因素。两级级差保护系统旨在提高配电网的可靠性和故障处理效率，因此需要确保第一级和第二级保护之间能够有效地交换信息，以便迅速而准确地定位和隔离故障。当第一级级差保护触发时，

集中故障处理系统起到了关键作用。它可以收集来自不同保护装置的故障信息，包括电流异常、故障位置等数据，并对这些信息进行分析和处理。基于这些数据，集中故障处理系统能够更准确地定位故障的位置，并评估故障的性质和规模。这为后续的故障处理提供了关键信息。

集中故障处理系统还能够生成隔离和恢复策略，并将这些策略传递给第二级级差保护和其他相关装置。这种协调作用确保了故障处理的一致性和高效性。例如，如果故障是局部的，系统可以通过向第二级级差保护发送指令来隔离故障区域，同时保持供电正常运行。这样可以最小化停电范围，减少用户受到的影响。此外，集中故障处理系统还具备通信能力，能够与其他关键设备和系统进行数据交换和协同行动。这包括与配电自动化系统、监控系统和远程操作中心的通信。这种协同作用有助于更好地管理和控制配电网，确保故障处理的及时性和准确性。

### （三）三级级差保护的配置原则

确定第三级保护的触发条件是配置多级级差保护系统中的重要步骤。这一级别的保护需要更为精细的触发条件，以确保只有在必要时才会介入故障处理。触发条件通常基于电流和时间的组合，这意味着必须在电流异常的情况下，持续一定的时间后才会激活第三级保护。

不同的配电网可能面临不同类型的故障，例如短路、过载或失地故障，因此触发条件应该能够适应这些不同的情况。触发条件的设定需要经过充分的分析和测试，以确保其对于各种故障情况都能够准确触发保护。这一级别的保护任务之一是准确地定位故障的位置，以便采取适当的措施。因此，在配置时需要明确定位的准确性要求，包括设定可接受的定位误差范围。这可以通过合适的测量和校准来实现，确保故障定位在所需的精度内。第三级保护需要及时获得前两级保护触发的信息，以便根据需要采取适当的措施。因此，通信方式和协议应该明确和可靠，以确保信息的传递和响应的协调性。定期对保护系统进行性能测试和校准是必要的，以验证其是否符合预期的保护水平。这有助于确保第三级级差保护始终处于良好的工作状态，能够在需要时可靠地执行其任务，提高了供电网的可靠性和效率。

（四）多级级差保护与电压时间型馈线自动化的协同作用

多级级差保护和电压时间型馈线自动化的协同作用在现代电力配电系统中发挥着至关重要的作用。这种协同作用旨在提高配电网的可靠性、效率和响应速度，从而确保电力供应的连续性。首先，多级级差保护是一种在配电系统中用于故障检测和隔离的关键保护措施。它

通常分为两级或三级，每一级保护都有其特定的触发条件和功能。第一级保护主要负责检测大规模故障，如短路，以及提供快速的故障隔离。第二级和第三级保护更加精细化，可以处理小规模故障并提供更准确的定位。然而，级差保护通常依赖于有限的电流和电压信息来做出决策。在这个背景下，电压时间型馈线自动化系统成了一个有力的补充。这些系统能够实时监测电流和电压的状态，不仅提供了更多的电力质量信息，还能够检测电压的异常情况。这些信息可以用于更准确地判断故障的性质和位置。例如，在发生故障时，电压时间型馈线自动化系统可以快速检测到电压的下降或波动，从而指导级差保护系统更精确地定位故障点。协同作用的关键在于信息的共享和决策的协调。电压时间型馈线自动化系统可以将实时信息传输给级差保护系统，同时级差保护系统也可以将其故障检测和隔离的决策反馈给自动化系统。这种信息交换和协同作用能够大大提高故障处理的效率。例如，在检测到电压异常后，自动化系统可以通知级差保护系统，后者可以针对性地进行故障检测和隔离，从而减少了停电时间，提高了供电可靠性。此外，协同作用还有助于减少误操作和提高系统的容错性。通过多个系统之间的信息互通，可以更好地验证和确认故障，降低了误报的概率。

### 结束语

继电保护与配电自动化技术的协同作用为高效处理各种故障提供了强大的支持。通过遵循可靠性、供电能力和经济运行的原则，多级级差保护和集中故障处理实现了协调和配合。此外，多级级差保护与电压时间型馈线自动化的协同作用进一步提高了配电网的稳定性和故障处理效率。随着电力系统的不断发展，继电保护和配电自动化将继续发挥关键作用，确保电力供应的可靠性和可持续性。

### 参考文献

- [1] 陈静璇. 继电保护与配电自动化配合的配电网故障处理方法研究[J]. 科技与创新, 2017(16): 2.
- [2] 郭旋, 蒋李蒙, 陈磊. 基于继电保护与配电自动化配合的配电网故障处理[J]. 光源与照明, 2022(07): 189-191.
- [3] 吴晓静, 张增亮. 基于继电保护与配电自动化配合的配电网故障处理[J]. 电子测试, 2021(11): 96-97.
- [4] 林夏南. 继电保护与配电自动化配合的配电网故障处理措施分析[J]. 家庭生活指南, 2019(07): 148.
- [5] 廖鹤嘉. 配电自动化与继电保护配合的配电网故障处理探究[J]. 低碳世界, 2019, 9(06): 79-80.