

# 电气配电网的继电保护配置与整定计算研究

钟清泉

广西广晟电力设计有限公司 广西 南宁 530000

**摘要:** 随着电力系统的日益复杂和智能化发展,电气配电网的安全稳定运行变得尤为重要。作为保障配电网安全的第一道防线,继电保护的配置与整定计算不仅关系到故障的快速切除,还直接影响到整个系统的稳定性与供电可靠性。本文旨在深入研究电气配电网的继电保护配置原则、方法及其整定计算的关键技术,以期为配电网的安全运行提供更为全面和深入的理论支持。

**关键词:** 电气配电网;继电保护;配置原则;整定计算;供电可靠性

## 引言

在电力系统中,电气配电网扮演着连接用户与主网的重要角色。由于其运行环境复杂多变,故障类型多样,因此,继电保护装置的配置与整定计算显得尤为重要。合理的继电保护配置能够确保故障的快速切除,最小化停电范围,而精确的整定计算则是保护动作正确性和选择性的基础。本文将从配置原则、配置方法及整定计算三个方面对电气配电网的继电保护进行深入探讨。

## 1 电气配电网继电保护的配置原则

### 1.1 选择性原则:

选择性是继电保护配置的核心原则之一。它要求保护装置能够准确识别故障区域,并仅将故障部分从系统中隔离,以最小化停电范围。为实现选择性,通常采用主保护与后备保护相结合的方式,确保在各种故障情况下都能可靠动作。

### 1.2 速动性原则:

速动性要求保护装置在故障发生后尽快动作,以减少设备损坏和对系统稳定性的影响。为实现速动性,需要优化保护算法、提高采样频率、缩短信号处理时间等。

### 1.3 灵敏性原则:

灵敏性是指保护装置对故障信号的敏感程度。为确保在各种运行工况下都能可靠动作,保护装置应具备足够的灵敏度。这需要通过合理的定值设置、优化保护逻辑等方式实现。

### 1.4 可靠性原则:

可靠性是继电保护装置的基本要求之一。保护装置本身应具有高可靠性,误动和拒动的概率要尽可能低。为提高可靠性,需要采用冗余设计、定期维护、故障诊断与预警等技术手段。

## 2 电气配电网继电保护的配置方法

### 2.1 主保护与后备保护相结合:

在电气配电网中,继电保护的配置是确保系统安全稳定运行的关键环节。其中,主保护与后备保护相结合的配置方式被广泛应用,以提供全面而可靠的故障切除能力。主保护作为配电网中的第一道防线,负责在故障发生时迅速而准确地切除故障部分。它通常具有快速动作的特点,能够在极短的时间内切断故障电流,从而最大程度地减少对设备和系统的影响。主保护的设置需要充分考虑系统的运行特性和故障类型,以确保在各种情况下都能可靠动作。然而,尽管主保护在大多数情况下能够可靠地切除故障,但仍存在失效的可能性。为了弥补这一不足,后备保护被引入作为主保护的补充。后备保护在主保护失效时提供额外的保护,确保故障能够被及时切除,防止事故扩大<sup>[1]</sup>。后备保护通常具有较长的动作时间,但它能够在主保护无法动作时发挥关键作用,保证系统的供电可靠性。这种主保护与后备保护相结合的配置方式,不仅提高了继电保护的可靠性,还增强了系统的容错能力。在主保护正常工作时,后备保护处于备用状态,不会对系统的正常运行造成干扰。一旦主保护失效,后备保护能够迅速接管,确保故障被及时切除,最大程度地减少停电范围和时间。

### 2.2 电流保护与距离保护相配合:

在电气配电网的继电保护配置中,电流保护与距离保护的相互配合是一种经典且有效的策略。这种配合方式能够充分发挥两种保护的优势,实现对故障的全面、快速和准确切除。电流保护,特别是过电流保护,是处理近区故障的主要手段。其工作原理简单、直观:当线路中的电流超过预设的阈值时,保护装置就会动作,切断故障电流。这种保护方式具有简单、可靠、易于实现等优点,因此在配电网中得到了广泛应用。然而,电流保护的缺点也很明显,比如它可能无法区分故障电流和负荷电流,导致在某些情况下误动作。与电流保护不

同,距离保护主要处理远区故障。它通过分析线路两端的电压和电流,计算出故障点到保护安装处的距离,从而判断故障是否发生在保护范围内。距离保护具有较高的灵敏度和选择性,能够准确区分故障区域和非故障区域,因此在处理复杂故障时具有显著优势。将电流保护与距离保护相配合,可以充分发挥两者的优势,弥补各自的不足。在近区故障时,电流保护能够迅速动作,切断故障电流,防止事故扩大;而在远区故障时,距离保护则能够准确判断故障位置,选择性地切除故障部分,保证非故障区域的正常供电。这种配合方式不仅提高了继电保护的可靠性和灵敏度,还优化了故障切除策略,提高了系统的供电可靠性。

### 2.3 差动保护与方向保护的应用:

在电气配电网中,为确保重要设备如变压器、发电机的安全运行,差动保护与方向保护被广泛应用。这两种保护方式各具特色,共同为配电网的稳定性和可靠性提供了坚实保障。差动保护是变压器、发电机等设备的首选内部故障保护方式。其工作原理基于基尔霍夫电流定律,即流入设备的电流与流出设备的电流之差在正常情况下应为零。一旦发生内部故障,如短路或匝间短路,差动电流将显著增大,触发差动保护动作,迅速切除故障部分。差动保护以其高灵敏度和快速动作的特点,在防止设备损坏、保障系统安全方面发挥着关键作用。与差动保护不同,方向保护主要用于确定故障方向,辅助其他保护动作。在复杂配电网中,故障可能发生在任何位置,因此确定故障方向至关重要。方向保护通过比较线路两端的电压、电流等电气量,判断故障方向,从而确保保护装置在正确的时间、正确的地点动作。这不仅提高了保护的准确性,也避免了不必要的停电范围扩大<sup>[2]</sup>。在配电网中,差动保护与方向保护的联合应用可以显著提升保护的准确性和可靠性。当设备发生内部故障时,差动保护迅速动作,切除故障部分;同时,方向保护准确判断故障方向,确保其他非故障区域的正常供电。这种联合保护策略不仅优化了故障处理流程,也提高了系统的供电可靠性和稳定性。

## 3 电气配电网继电保护的整定计算

### 3.1 电流保护的整定计算:

电流保护的整定计算是电气配电网继电保护配置中的关键环节,它涉及过电流保护的定值计算、时间配合计算以及灵敏度校验等多个方面。这些计算不仅要求精确,还需要综合考虑系统参数、负荷情况等多种因素,以确保保护装置在各种故障情况下都能可靠动作。定值计算是电流保护整定的基础。它需要根据系统的额定电

压、额定电流、线路阻抗等参数,以及实际负荷情况,来确定保护装置的動作电流值。这个值既不能过大,以免在正常运行时误动作,也不能过小,以确保在故障发生时能够迅速切断故障电流。因此,定值计算需要综合考虑多种因素,进行精确的计算和合理的设定。时间配合计算则是确保各级保护之间动作时间协调配合的关键。在复杂的配电网中,往往存在多级保护装置,它们之间的动作时间需要精确配合,以避免误动作或拒动。时间配合计算需要根据各级保护的動作时间和延时设置,来确定它们之间的时间配合关系,确保在故障发生时能够按照预定的顺序和时间进行动作。灵敏度校验则是验证保护装置在各种故障情况下动作可靠性的重要手段。它需要通过模拟各种故障情况,来测试保护装置的動作性能和灵敏度,以确保在实际运行中能够准确识别并切除故障。灵敏度校验需要考虑各种可能的故障类型和故障位置,以及不同的负荷和运行工况,对保护装置的動作性能和灵敏度进行全面的测试和评估。

### 3.2 距离保护的整定计算:

距离保护作为电气配电网中一种重要的保护方式,其整定计算涉及多个关键环节,包括阻抗定值的设定、方向元件的整定以及时间配合关系的确定。这些计算对于确保距离保护在各种故障情况下的正确动作至关重要。阻抗定值的设定是距离保护整定计算的核心内容之一。它需要根据线路的参数,如线路长度、阻抗等,以及实际负荷情况来进行综合考量和精确计算。设定合适的阻抗定值,可以确保距离保护在故障发生时能够准确判断故障点位置,并及时切除故障部分,从而保障系统的稳定运行。方向元件的整定也是距离保护整定计算中不可或缺的一部分。方向元件的主要作用是判断故障方向,确保保护装置在故障发生时能够正确动作。整定方向元件时,需要充分考虑系统的运行方式和故障类型,以确保在各种情况下都能准确判断故障方向,避免误动作或拒动。此外,时间配合关系的确定对于距离保护同样重要。在复杂的配电网中,各级保护装置之间的動作时间需要精确配合,以确保在故障发生时能够按照预定的顺序和时间进行动作。确定时间配合关系时,需要综合考虑各级保护的動作时间、延时设置以及系统的运行要求等因素,进行精确的计算和合理的设定<sup>[3]</sup>。距离保护的整定计算是一项复杂而细致的工作,它需要综合考虑多种因素,进行精确的计算和合理的设定。通过科学的整定计算,可以确保距离保护在各种故障情况下都能可靠动作,为电气配电网的安全稳定运行提供有力的保障。

### 3.3 差动保护的整定计算:

差动保护作为电气设备内部故障的主保护,其整定计算的准确性和合理性对于保障设备安全至关重要。整定计算主要涉及差动电流定值、制动电流定值以及谐波闭锁等参数的设定。差动电流定值是差动保护的核心参数,它决定了保护装置在故障发生时的动作灵敏度。设定差动电流定值时,需要综合考虑设备参数、运行工况以及可能的故障类型等因素。定值过大可能导致保护在故障发生时拒动,而定值过小则可能增加误动作的风险。因此,差动电流定值的计算需要精确、合理,以确保保护装置在故障发生时能够迅速、准确地动作。制动电流定值的设定则是为了防止差动保护在非故障情况下误动作。制动电流的作用是在正常运行或外部故障时,通过引入一个与差动电流方向相反的制动量,来抑制保护装置的動作。设定制动电流定值时,需要确保在非故障情况下,即使存在不平衡电流等因素的干扰,保护装置也不会误动作。此外,谐波闭锁等参数的整定也是为了防止误动作的发生。在电力系统中,谐波干扰是常见的电气问题之一,它可能导致保护装置误动作。为了消除谐波干扰的影响,差动保护中通常设置谐波闭锁功能。整定谐波闭锁参数时,需要根据实际运行情况和谐波干扰的特点,选择合适的闭锁阈值和闭锁方式,以确保保护装置在谐波干扰下不会误动作。

### 3.4 综合保护的整定配合:

在电气配电网中,综合保护的整定配合是确保系统安全稳定运行的关键环节。由于配电网中存在多种保护方式,如电流保护、距离保护和差动保护等,它们之间的协调配合至关重要。通过优化整定策略,可以确保在复杂故障情况下,各级保护能够正确、有选择性地动作,从而最大限度地减少故障对系统的影响。综合保护的整定配合需要考虑多种因素。首先,要对各级保护进行统筹考虑,确保它们之间的动作特性和时间配合关系协调一致。这包括确定各级保护的動作电流、動作时间以及延时设置等参数,以确保在故障发生时,能够按照预定的顺序和时间进行動作。其次,优化整定策略是提

高保护协调性和可靠性的重要手段。通过合理的定值计算和配合关系设定,可以确保各级保护在故障发生时能够准确判断故障类型和位置,并迅速切除故障部分。同时,还可以避免误动作或拒动等问题的发生,提高保护的准确性和可靠性。此外,综合保护的整定配合还需要考虑系统的运行方式和负荷情况等因素。不同的运行方式和负荷情况会对保护的動作特性和配合关系产生影响,因此需要根据实际情况进行调整和优化<sup>[4]</sup>。综合保护的整定配合是电气配电网继电保护配置中的重要环节。通过统筹考虑各级保护、优化整定策略以及考虑多种因素的综合影响,可以确保在复杂故障情况下,保护动作的正确性和选择性得到保障。这对于提高系统的供电可靠性和稳定性具有重要意义,也为配电网的安全运行提供了坚实的保障。

### 结语

电气配电网的继电保护配置与整定计算是一项复杂而重要的工作。合理的保护配置能够确保故障的快速切除和系统的稳定运行,而精确的整定计算则是保护动作正确性和选择性的基础。随着智能电网技术的发展,未来的继电保护将更加智能化、自适应化,为配电网的安全运行提供更有力的保障。同时,随着新能源的大规模接入和分布式电源的广泛应用,配电网的运行环境将变得更加复杂多变,这对继电保护的配置与整定计算提出了更高的要求。因此,未来的研究应更加关注新能源接入对继电保护的影响以及相应的优化策略。

### 参考文献

- [1]张正敏.县级电网继电保护整定及相关问题分析[J].智能城市.2021(19):405-407.
- [2]刘文强.配电线路继电保护整定计算问题探析[J].低碳世界.2021(15):201-203.
- [3]马昭.配电线路继电保护整定计算问题探究[J].科技创新与应用.2020(30):276-277.
- [4]陈康.智能电网的供配电继电保护整定技术分析[J].中国设备工程.2019(26):143-144.