

配电网继电保护整定计算中的运行方式研究

叶小刚

国网四川射洪市供电有限责任公司

摘要：本文研究了配电网继电保护整定计算中的运行方式。探讨了继电保护系统的特征和工作原理，强调其在电力系统中的关键作用，以及如何检测和反映故障。分析了电力系统运行方式的多样性以及影响因素，包括供电方式和厂站规模的选择，以及运行方式变化对整定计算的影响。最重要的是，提出了完善电力系统运行方式的方案，重点介绍了阻抗矩阵的应用，以提高整定计算的精确性。阻抗矩阵方法可以更准确地描述电力系统的电气特性，并帮助确定边界电流和重要线路的运行方式。这些研究对于提高继电保护系统的可靠性和电力系统的安全性具有重要意义。

关键词：配电网；继电保护；运行方式；阻抗矩阵；整定计算

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.07.117

引言

随着现代社会对电力供应的不断增长需求，配电网的重要性日益凸显。为了确保电力系统的稳定运行，继电保护系统成为维持供电稳定性的重要组成部分。然而，继电保护系统的性能和准确性关键取决于对电力系统运行方式的深入理解和整定计算的精确性。电力系统的运行方式具有多样性，受到供电方式、厂站规模等多方面因素的影响。正确选择和完善运行方式对于继电保护系统的性能至关重要，但这也是一个复杂的任务。因此，本文旨在通过深入研究继电保护系统的特征和工作原理，分析电力系统运行方式及其影响因素，以及提出使用阻抗矩阵等方法来完善运行方式的方案，从而提高继电保护系统的整定计算精确性。

一、继电保护系统特征和工作原理的分析

（一）关键作用

继电保护系统被视为电力系统的守护神，在电力系统中，故障是难以避免的，无论是由于自然因素还是人为操作失误引发的。继电保护系统能够迅速监测电路中的电流、电压和相位等参数，一旦检测到异常情况，如短路、断路或过载，它会立即采取措施，将受影响的部分从电网中隔离，以防止故障扩大，确保电力系统的可靠性。如果电网发生不稳定，可能会导致电压波动、频率偏差和电力质量下降，甚至引发电力系统崩溃。继电保护系统的快速响应和隔离能力有助于维持电网的稳定运行，保障用户供电不受影响。当故障发生时，继电保护系统记录并传输详细的故障信息，包括故障位置、类型和原因。这些信息对于运维人员来说非常宝贵，能够帮助他们迅速找到故障根本原因，并采取适当的修复措施，以最小化故障对电力系统的影响，提高维修效率⁽¹⁾。继电保护系统能够提前检测到潜在的故障迹象，例

如电流或电压异常变化，这使得运维人员能够在故障发生之前采取预防措施，避免系统不稳定或停电的情况发生。这对于提高电力系统的可用性和可维护性至关重要。

（二）工作原理

继电保护系统的工作原理是通过监测电流、电压和相位等电气量的变化来检测电力系统中的故障，并在必要时采取措施以保护电力系统的安全和稳定运行。继电保护系统使用电流传感器来实时测量电路中的电流值。当电流超出了预定的安全范围，系统会发出警报并采取措​​施，以隔离受影响的部分。这可以防止电流过载或短路等故障对电力系统造成严重损害。继电保护系统通过电压传感器监测电压的变化。如果电压波动异常，例如电压下降或电压过高，系统将识别这些问题并采取措​​施，以确保电力系统的电压在合理范围内。继电保护系统还监测电压和电流之间的相位关系。相位差可以揭示电力系统中的故障类型，例如相位差的突变可能表示短路。继电保护系统能够检测这些相位关系的变化，识别故障，并执行相应的保护动作。

（三）故障反映与预警

继电保护系统在电力系统中的关键作用不仅表现在故障反映方面，还在提前发出预警信号上，这一功能对于维护电力系统的稳定性和可靠性至关重要。当电力系统出现故障，如短路或过载，继电保护系统会立即检测到电流、电压等参数的异常变化。通过精确的测量和数据分析，系统能够准确地定位故障的位置和类型，将受影响的电路或设备隔离，以防止故障蔓延，从而确保电力系统的连续供电。继电保护系统的预警功能是提前发出警报信号，以通知运维人员潜在的问题。这对于维护电力系统的稳定性至关重要。通过监测电流、电压和相

位等参数，继电保护系统可以识别电力系统中的异常情况，如电流波动、电压偏差或相位差变化^[2]。一旦系统检测到这些异常，它会发出预警信号，提醒运维人员可能出现故障的迹象。这使得运维人员能够采取及时的措施，防止故障的发生，保障了电力系统的稳定运行。运维人员可以根据预警信息进行计划性维护，及时更换设备或进行修复，以防止突发故障带来的不必要的停电和损失。继电保护系统还可以收集历史数据，帮助运维人员分析电力系统的健康状况，制定更有效的维护策略。

二、电力系统运行方式的分析和影响因素

(一) 供电方式选择

不同的供电方式需要不同的保护参数和策略，因此在电力系统运行中必须仔细考虑供电方式的选择，以确保继电保护系统的准确性和可靠性。电网供电方式可以分为多种类型，包括环网供电和分区供电等。在环网供电中，电力系统中的所有供电点都连接在一个环形结构中，电流可以从多个方向流向故障点，具有较高的供电可靠性。而在分区供电中，电力系统被分成多个相对独立的区域，每个区域有自己的电源。供电方式的选择会影响到整定计算中的参数设定，例如，对于环网供电，需要考虑环路的电流分布情况，而对于分区供电，需要关注不同区域的电流传递情况。大型电力系统通常采用分区供电方式，因为这样可以更好地管理系统的复杂性。小型电力系统可能更适合环网供电方式，因为它更简单且成本较低。电力系统的拓扑结构也会影响供电方式的选择，不同的拓扑结构可能需要不同的继电保护策略。环网供电方式在某些情况下可以提高电力系统的容错性，因为它可以通过多条路径传递电流，降低了单点故障的风险。而分区供电方式可能更容易维护和管理，但在某些情况下可能会导致电力系统的可靠性下降。

(二) 厂站规模

不同规模的厂站可能需要不同的继电保护策略和参数整定。厂站规模的大小对电力系统的整定计算和运行方式选择都产生深远的影响。大型厂站通常拥有复杂的电力设备和高压电网，因此需要更复杂和精细的继电保护系统。这些系统需要监测大量的电流、电压和相位数据，以便在故障发生时能够快速准确地做出反应。大型厂站可能需要更多的备用设备，以确保在发生故障时能够及时切换到备用电源，从而减少停电时间。因此，在整定计算中，大型厂站需要考虑更多的参数和保护策略，以应对复杂的运行环境。相反，小型厂站通常具有较简单的电力设备和低压电网，因此继电保护系统可以

相对简化。在整定计算中，可以减少监测点的数量和继电保护参数的复杂性，以降低维护和管理的难度。小型厂站可能不需要过多的备用设备，因为其电力系统相对简单，容错性较高。厂站规模还影响继电保护系统的可靠性和容错性。大型厂站通常具有更高的供电负荷，因此停电可能会造成更大的损失。因此，大型厂站需要更高水平的继电保护系统，以确保电力系统的连续供电。小型厂站的停电影响可能较小，但仍需要可靠的继电保护系统来确保基本供电^[3]。厂站规模还与整定计算的计算量和复杂性有关。大型厂站可能需要处理更多的数据和参数，因此整定计算可能更复杂。小型厂站的整定计算相对简单，但仍需要考虑基本的继电保护策略和参数。

(三) 运行方式的变化

电力系统运行方式的变化对继电保护系统的整定计算产生着深远的影响。这些变化可能包括电网拓扑的调整、电力设备的更替以及电力负荷的变化等，都需要及时分析和调整，以确保继电保护系统能够准确可靠地应对新的运行方式。当电网的线路配置发生变化时，继电保护系统需要重新考虑故障点的位置以及电流传递路径。这可能需要重新整定保护装置的参数，以适应新的拓扑结构。如果这一步骤被忽略或不及时进行，就可能导致继电保护系统对故障的检测和定位出现误差，影响电力系统的稳定运行。当旧设备被新设备替代时，新设备的电气特性和工作方式可能会有所不同。因此，继电保护参数需要根据新设备的要求进行调整，以确保保护系统能够有效地对新设备进行保护。这也需要对整定计算进行更新和重新校准，以适应电力设备的变化^[4]。如果电力系统的负荷发生显著变化，电流和电压的波动情况可能会发生改变。这可能需要重新考虑保护装置的参数，以适应新的负荷情况。否则，过度或不足的保护可能会导致电力设备的过载或误动作，对电力系统的稳定性产生负面影响。

三、完善电力系统运行方式的方案和应用阻抗矩阵

(一) 阻抗矩阵方法

阻抗矩阵能够帮助精确描述电力系统的电气特性，从而更好地整定继电保护参数，提高电力系统的可靠性和安全性。阻抗矩阵是一种用于描述电力系统中节点和支路之间电气关系的矩阵。它将电气特性抽象为矩阵中的元素，其中每个元素代表了两个节点之间的电气关系。通过阻抗矩阵，可以清晰地表示出电流、电压和相位之间的相互关系，有助于分析电力系统的电气特性。

在继电保护系统的整定过程中, 需要考虑不同节点之间的电流、电压和相位差, 以确定最佳的保护参数。阻抗矩阵提供了一个直观的工具, 可以用来计算电流分布、故障位置以及电流路径等关键信息。通过分析阻抗矩阵, 可以更精确地确定继电保护参数, 以确保保护系统在故障发生时能够迅速而准确地切除故障电路。阻抗矩阵的应用还有助于识别电力系统中的潜在问题。通过分析阻抗矩阵, 可以发现电力系统中可能存在的电气异常或潜在故障。这有助于预防故障的发生, 提前采取维护措施, 从而提高电力系统的可靠性和稳定性。

(二) 阻抗矩阵在整定计算中的应用

阻抗矩阵在继电保护系统的整定计算中不仅可以用于电力系统的运行方式完善, 还能在处理电流单相短路情况时提供精确的数据分析, 进一步提高继电保护系统的可靠性和准确性。电流单相短路是电力系统中常见的故障类型之一, 可能导致设备损坏甚至火灾等严重后果。为了迅速、准确地应对这种故障, 继电保护系统需要能够精确地检测故障点的位置和电流传递路径。阻抗矩阵提供了一种有效的工具, 可以通过计算电流分布、相位差和电压变化等参数, 帮助确定电流单相短路的位置和性质。这样, 继电保护系统可以根据实际情况快速做出切除故障电路的决策, 防止故障扩大化, 确保电力系统的稳定运行。在继电保护参数的整定过程中, 需要考虑电力系统的复杂电气特性, 包括电流、电压、相位差等。阻抗矩阵可以帮助建立准确的电气模型, 从而更好地理解电力系统的行为^[5]。通过分析阻抗矩阵, 可以确定最佳的继电保护参数, 使保护系统对各种故障情况都能够作出合适的响应。这有助于提高整定计算的准确性, 减少误动作和漏动作的风险, 增强电力系统的稳定性和可靠性。随着电力系统的不断发展, 智能化继电保护系统的需求逐渐增加。阻抗矩阵可以作为智能继电保护系统的基础数据, 用于实时监测电力系统的状态和性能。通过与先进的监测和控制系统集成, 阻抗矩阵可以实现自动化的故障诊断和决策, 提高电力系统的运行效率和可维护性。

(三) 边界电流和重要线路确定

通过阻抗矩阵的应用, 可以确定电力系统的边界电流和重要线路的运行方式, 这项工作对于提高电力系统的稳定性和可靠性至关重要。边界电流是指电力系统中的最大电流, 通常出现在故障或负荷极限情况下。通过分析阻抗矩阵, 可以精确计算出不同节点之间的电流分布, 找到电流最大的路径。这有助于确定电力系统的

边界电流, 即在最恶劣的情况下系统能够承受的最大电流。保护系统需要根据边界电流来设置保护参数, 确保在超过边界电流时及时切除故障电路, 防止系统过载和损坏。因此, 边界电流的确定对于电力系统的安全运行至关重要。重要线路通常是供电系统中的关键部分, 其故障可能导致电力系统的严重故障或停电。通过分析阻抗矩阵, 可以识别出电力系统中哪些线路对于系统的稳定性和可靠性具有重要影响。保护系统可以针对这些重要线路进行特殊设置, 以确保它们在发生故障时能够得到及时的保护和隔离。这有助于提高电力系统的鲁棒性, 降低故障对系统的影响, 保障用户的供电质量。通过阻抗矩阵还可以进行电力系统的风险评估。通过分析不同线路的阻抗矩阵数据, 可以识别出潜在的风险区域和故障热点。这有助于运维人员有针对性地进行检修和维护, 提前预防故障的发生, 降低电力系统的故障率。

结语

在本文中, 我们深入研究了配电网继电保护整定计算中的运行方式, 强调了继电保护系统在电力系统中的关键作用以及电力系统运行方式的多样性。我们提出了使用阻抗矩阵等方法来完善电力系统的运行方式, 以提高继电保护系统的整定计算的精确性。未来, 随着电力系统的不断发展和技术的进步, 继电保护系统将面临更多挑战和机遇。我们可以进一步研究新的运行方式选择策略, 利用智能化和数据分析技术来提高继电保护系统的反应速度和准确性。随着可再生能源的增加和电力系统的复杂性提高, 我们需要不断创新和改进继电保护系统, 以满足未来电力需求的可靠性和安全性。

参考文献

- [1] 王慧芳, 陈梦晓, 沈绍斐等. 继电保护整定计算电源运行方式优化选择方法[J]. 浙江大学学报(工学版), 2018, 52(09): 1753-1761.
- [2] 张坤, 徐轩, 杨康等. 继电保护整定计算中运行方式的选择分析[J]. 化工管理, 2016(35): 207.
- [3] 戴海燕. 继电保护整定计算中运行方式选择分析[J]. 中小企业管理与科技(上旬刊), 2015(01): 201-202.
- [4] 杨洋, 王慧芳, 时洪禹. 继电保护整定计算中运行方式的选择方法[J]. 继电器, 2006(20): 1-4.
- [5] 严琪, 杨雄平, 陈金富等. 配电网继电保护整定计算中的运行方式搜索[J]. 继电器, 2005(21): 10-13.