

110kV电网故障分析和继电保护整定计算分析

韩 敏 任蒙蒙 马凡琳

国网甘肃省电力公司平凉供电公司 甘肃 平凉 744000

摘要: 随着110kV电网规模持续扩大,其故障分析与继电保护整定计算面临新挑战。本文聚焦于110kV电网故障分析与继电保护整定计算。首先阐述了110kV电网常见的故障类型,包括短路、过载、接触不良及电压波动故障等。接着强调了继电保护在110kV电网中的重要作用,如快速切除故障、提高系统稳定性、保障设备安全。随后详细介绍了110kV电网继电保护整定计算的原则,涵盖可靠性、选择性、灵敏性和经济性原则。最后对整定计算方法展开论述,涉及收集系统参数与运行方式、确定短路计算点与类型、进行短路电流计算、保护装置整定计算等步骤,为110kV电网的安全稳定运行提供理论依据。

关键词: 110kV电网;故障分析;继电保护;整定计算

引言: 110kV电网作为电力系统中重要的组成部分,承担着电能传输与分配的关键任务,其安全稳定运行直接关系到整个电力系统的可靠性以及用户的用电质量。然而,在实际运行过程中,110kV电网不可避免地会受到各种因素的影响,从而引发各类故障,如短路、过载等,这些故障若不能及时处理,将可能导致设备损坏、大面积停电等严重后果。继电保护作为保障电网安全运行的第一道防线,其整定计算的合理性至关重要。通过科学合理的整定计算,能够确保继电保护装置在故障发生时准确、迅速地动作,有效切除故障,保障电网的稳定运行。因此,深入分析110kV电网故障并开展继电保护整定计算研究具有重要的现实意义。

1 110kV 电网故障类型

1.1 短路故障

短路故障是110kV电网中较为严重且常见的故障类型。当电网中不同电位的导电部分之间发生直接短接,或通过低阻抗短接时,就会形成短路。短路会使短路点的电流急剧增大,远超正常工作电流,产生巨大的电动力和热量。这不仅会损坏电气设备,如变压器、断路器等,还可能引发电气火灾。同时,短路故障会导致电网电压大幅下降,影响其他用户的正常用电,严重时甚至会使整个电网瓦解,造成大面积停电,对电力系统的安全稳定运行构成极大威胁。

1.2 过载故障

过载故障在110kV电网运行中也时有发生。当电网中的负荷电流超过设备或线路的额定电流时,就处于过载状态。过载持续一段时间后,设备和线路会因过热而加速绝缘老化,降低其使用寿命。若过载情况严重且长时间未得到处理,可能引发设备损坏,如电缆绝缘击穿、

变压器绕组烧毁等。此外,过载还会使电网的电压质量下降,影响用电设备的正常运行,导致设备效率降低、发热增加,进一步加剧故障风险,对电网的可靠供电产生不利影响。

1.3 接触不良故障

接触不良故障是110kV电网中不容忽视的一种故障形式。在电网的各类电气设备连接部位,如导线接头、设备接线端子等,若连接不紧密、存在松动或接触面氧化等情况,就会造成接触不良。接触不良会导致接触电阻增大,在电流通过时产生额外的热量,使接触部位温度升高。长期高温作用会加速设备绝缘材料的老化,降低绝缘性能,甚至引发短路故障。同时,接触不良还可能引起电压异常,影响电网的电能质量,对电力系统的稳定运行和用电设备的安全使用带来潜在危害。

1.4 电压波动故障

电压波动故障是110kV电网运行中常见的电能质量问题之一。电网中负荷的突然变化、大型设备的启停、无功补偿装置的不合理投切等因素,都可能引起电网电压的快速波动。电压波动会使照明设备闪烁,影响人们的视觉舒适度;对于一些对电压稳定性要求较高的精密电子设备,电压波动可能导致其工作异常、数据丢失,甚至损坏设备。此外,电压波动还会影响电动机的运行,使其转速不稳定,降低生产效率,增加设备损耗,对电网的安全、稳定、优质运行产生不利影响^[1]。

2 继电保护在 110kV 电网中的作用

2.1 快速切除故障

在110kV电网中,继电保护具备快速切除故障的关键能力。当电网发生各类故障,如短路、接地等异常状况时,继电保护装置能在极短时间内检测到故障特征,

迅速做出判断并发出动作指令。它以毫秒级的速度切断故障设备或线路与电网的连接，有效限制故障的进一步扩大。快速切除故障可避免故障电流长时间流经设备，减少设备因过热、电动力等因素造成的损坏程度，降低故障对电网的冲击，防止故障蔓延引发更严重的连锁反应，从而保障电网在故障情况下的局部稳定运行，为后续的故障处理和电网恢复创造有利条件。

2.2 提高系统稳定性

继电保护对于提升110kV电网的系统稳定性起着至关重要的作用。电网在运行过程中，受到各种内外部因素的干扰，可能出现功率不平衡、电压波动等情况，影响系统的稳定。继电保护装置通过实时监测电网的运行参数，当检测到可能威胁系统稳定的异常情况时，及时动作。例如，在系统发生振荡时，继电保护可准确识别并切除部分故障元件，调整电网的结构和功率分布，使系统重新恢复到稳定运行状态，增强电网抵御干扰和自我恢复的能力，确保电力能够持续、稳定地供应。

2.3 保障设备安全

在110kV电网里，各类电气设备价值高昂且对运行环境要求严格。继电保护能够有效保障这些设备的安全。它时刻监视着设备的运行状态，当设备出现过载、短路、过热等可能危及设备安全的故障时，继电保护装置迅速动作，将故障设备从电网中隔离出来。这样可以避免设备在故障状态下继续运行，防止设备因故障损坏而报废，延长设备的使用寿命，降低设备的维修成本。同时，保障设备安全也有助于维持电网的正常运行秩序，减少因设备损坏引发的停电事故，提高电网供电的可靠性和安全性^[2]。

3 110kV 电网继电保护整定计算原则

3.1 可靠性原则

可靠性原则是110kV电网继电保护整定计算的核心原则之一。它要求继电保护装置在规定的保护范围内，无论发生何种故障或处于何种运行状态，都能可靠地动作，不出现拒动情况；而在保护范围外发生故障时，则不应误动作。为确保可靠性，在整定计算时，需充分考虑各种可能的运行方式和故障类型，精确计算保护装置的动作值和动作时间。同时，要选用质量可靠、性能稳定的保护设备和元件，并保证其安装、调试和维护的质量。此外，还应设置必要的后备保护，当主保护因各种原因无法正常动作时，后备保护能够及时切除故障，从而全方位保障继电保护装置在电网运行中始终具备可靠的故障检测和切除能力，维护电网的安全稳定运行。

3.2 选择性原则

选择性原则在110kV电网继电保护整定计算中至关重要。它意味着当电网发生故障时，继电保护装置应只切除距离故障点最近的故障设备或线路，而尽量缩小停电范围，保证电网其他无故障部分能够继续正常运行。为实现这一目标，在整定计算时，需根据电网的拓扑结构和各保护装置的安装位置，合理设置保护的動作时限和動作范围。上级保护的動作时限应比下级保护长，動作电流应更大，形成阶梯式的保护配合。这样，当故障发生时，首先由距离故障点最近的保护装置动作切除故障，若该保护拒动，再由上级保护依次动作，确保故障被准确切除，避免越级跳闸，保障电网的供电可靠性。

3.3 灵敏性原则

灵敏性原则要求110kV电网继电保护装置在保护范围内发生故障时，对故障特征的变化具有足够的反应能力。即无论故障的类型、位置以及故障点的过渡电阻等因素如何变化，保护装置都能灵敏地检测到故障并可靠动作。在整定计算中，需根据电网的实际情况，合理选择灵敏系数，确保在最小运行方式和最不利故障条件下，保护装置仍能满足灵敏度要求。对于不同类型的保护，如过电流保护、距离保护等，都有相应的灵敏度校验方法。通过精确计算和合理整定，使保护装置具备较高的灵敏性，能够及时发现并切除各种轻微故障，防止故障扩大，保障电网的安全稳定运行。

3.4 经济性原则

经济性原则在110kV电网继电保护整定计算中也不容忽视。它强调在满足继电保护可靠性、选择性和灵敏性要求的前提下，应尽可能降低保护装置的投资和运行成本。在设备选型方面，要综合考虑设备的性能和价格，选择性价比高的产品，避免过度追求高端设备而增加不必要的投资。在整定计算过程中，要优化保护配置和整定方案，避免保护装置的重复设置和过度灵敏，减少不必要的动作次数，降低设备的损耗和维护成本。同时，还应考虑保护装置的通用性和互换性，便于设备的采购、安装和调试，提高电网运行的经济效益，实现电网安全与经济的协调发展^[3]。

4 110kV 电网继电保护整定计算方法

4.1 收集系统参数与运行方式

收集系统参数与运行方式是110kV电网继电保护整定计算的基础工作。系统参数涵盖众多方面，包括线路的阻抗、导纳，变压器的额定容量、变比、短路阻抗，发电机的次暂态电抗、暂态电抗等。这些参数准确与否直接影响整定计算的精度。同时，要全面了解电网的运行方式，如最大运行方式、最小运行方式以及正常运行

方式。最大运行方式下,系统等效阻抗最小,短路电流最大;最小运行方式则相反。还需考虑不同季节、不同负荷水平下的运行状况,以及可能出现的特殊运行方式,如发电机、变压器的投切,线路的检修等。收集参数时,要确保数据来源可靠,可通过设备铭牌、试验报告、调度运行记录等获取。对收集到的参数进行整理和分析,建立完整的系统参数数据库,为后续的短路计算和整定计算提供准确的数据支持,从而保证继电保护装置在各种运行工况下都能正确动作。

4.2 确定短路计算点与短路类型

确定短路计算点与短路类型是110kV电网继电保护整定计算的关键环节。短路计算点的选择需综合考虑保护装置的安装位置和保护范围,通常选取可能发生短路且对保护装置动作特性影响最大的点进行计算。对于线路保护,一般选择线路首端、末端以及母线等位置作为短路计算点;对于变压器保护,则需考虑变压器各侧的短路情况。短路类型主要包括三相短路、两相短路、两相接地短路和单相接地短路。不同短路类型下的短路电流大小和分布各不相同,对保护装置的要求也有所差异。三相短路电流最大,但发生的概率相对较小;单相接地短路在110kV电网中较为常见。准确确定短路计算点和短路类型,能够为后续的短路电流计算提供明确的目标,使计算结果更贴合实际,从而为保护装置的整定计算提供可靠的依据。

4.3 进行短路电流计算

进行短路电流计算是110kV电网继电保护整定计算的核心步骤。短路电流计算的目的是确定在各种短路情况下,电网各节点的短路电流大小和分布情况。目前常用的计算方法有标幺制法和有名制法。标幺制法通过选取基准值,将各物理量转化为无量纲的标幺值进行计算,具有计算简便、便于比较等优点;有名制法则是直接使用实际有名值进行计算,结果直观。计算时,要根据已确定的系统参数、运行方式、短路计算点和短路类型,运用合适的计算方法,借助计算机软件或手工计算得出短路电流。在计算过程中,要考虑系统的正序、负序和零序网络,分别计算不同序网络的短路电流。短路电流计算的准确性直接影响保护装置的整定值,若计算结果偏

差过大,可能导致保护装置误动或拒动,因此需严格按照计算规范和流程进行操作,确保计算结果的精确性。

4.4 保护装置整定计算

保护装置整定计算是基于短路电流计算结果,确定保护装置的动作值和动作时间的过程。不同类型的保护装置,如过电流保护、距离保护、差动保护等,其整定计算方法和原则各有不同。过电流保护主要根据短路电流大小和保护装置的动作特性,整定动作电流和动作时限,以实现选择性和灵敏性的要求;距离保护则是通过测量故障点到保护安装处的阻抗,与整定阻抗进行比较来判断故障位置,整定计算需考虑阻抗测量元件的精度和动作特性;差动保护利用比较被保护设备各端电流的大小和相位来检测故障,整定计算要确保在区内故障时可靠动作,区外故障时不误动。在整定计算过程中,要综合考虑保护的可靠性、选择性、灵敏性和经济性原则,合理选择整定参数^[4]。

结束语

110kV电网作为电力系统的关键环节,其故障分析与继电保护整定计算意义重大。通过对常见故障类型的剖析,我们能精准把握故障特征与影响,为故障预防和处理提供方向。而科学合理的继电保护整定计算,依据可靠、选择、灵敏、经济原则,经严谨的参数收集、短路计算、整定及校验流程,可确保保护装置精准动作。二者相辅相成,既能快速切除故障、保障设备安全,又能提升系统稳定性。未来,随着电网发展,我们需持续优化分析方法与整定技术,以更好地适应复杂多变的电网环境,为电力供应的稳定可靠筑牢根基。

参考文献

- [1] 盘昱兵.110kV电网故障分析和继电保护整定计算分析[J].山东工业技术,2022(01):158.
- [2] 韦宗岳.对电力系统变电检修技术的研究[J].建材与装饰,2022(36):249-250.
- [3] 杨消强.变电站运维管理中设备故障原因及处理[J].中国新技术新产品,2022(22):38-39.
- [4] 刘元津,赵健,林玥,张蕊,薛晶.基于VR的变电运维110kV技能培训系统[J].电子测量技术,2021,42(21):131-136.