

变电站设备更新改造及配电系统优化研究

陈泓岩 李超凡 王浦任 徐文斌
国网银川供电公司 宁夏 银川 750001

摘要：本文探讨了变电站设备更新改造及配电系统优化的相关问题。首先分析了变电站设备更新改造的必要性，随后详细阐述了变压器、断路器等关键设备的更新选型措施，以及其他设备的更新策略。在配电系统优化方面，研究了网络结构优化、无功补偿配置优化和自动化系统升级等措施。通过这些措施的实施，可以显著提升电力系统的稳定性和安全性，为电力系统的长远发展奠定坚实基础。

关键词：变电站设备；更新改造；配电系统优化

引言

水运工程作为国民经济的关键支撑，对区域经济发展和物流效率提升至关重要。然而，其项目管理涉及众多复杂环节，直接影响工程进度、质量和成本。随着水运工程建设的迅猛发展，项目管理中的问题逐渐显现。因此，深入分析水运工程建设项目管理的现状，揭示存在的问题，并提出有效的控制措施，对于提升项目整体效益、确保工程安全具有重要意义。本文将从多角度对水运工程建设项目管理及控制措施展开探讨。

1 变电站设备更新改造的必要性

(1) 提高供电可靠性是至关重要的。老旧设备由于长期运行，部件磨损、老化等问题日益突出，故障发生的频率不断增加，这会导致频繁的停电事故，给电力用户的生产生活带来极大的不便，还可能对一些重要的用电设备造成损坏，影响用户的经济效益和社会正常运转^[1]。通过更新改造，采用更先进、质量更可靠的设备，能够显著降低设备的故障率，提高其运行稳定性。新型的变压器具有更好的绝缘性能和散热设计，减少了因过热等问题引发故障的可能性；先进的断路器操作更加灵敏可靠，能迅速切断故障线路，保障其他部分的正常供电，确保电力用户能够持续稳定地获得电力供应。(2) 提升电网运行效率意义重大。随着电力需求的增长，电网的运行压力也在不断增大。新型设备在技术性能和运行效率方面具有明显优势。它们能够更精准地控制电力潮流的分布，使电能传输过程中更加合理地分配，减少能量的损耗。例如，高效节能的变压器能降低自身的能耗，提高电能转换效率；智能的电力监控设备可以实时监测电网运行状态，及时调整运行参数，优化电网运行方式，从而提高整个电网的运行效率，实现电力资源的更高效利用。(3) 满足电力负荷增长需求是现实所需。经济的快速发展带动了电力负荷的持续攀升，老旧变电站设备

的容量逐渐难以满足日益增长的用电需求。如果不及及时更新改造设备容量，在用电高峰时期，电网可能会出现过载运行的情况，导致电压下降、供电质量变差，甚至引发电网故障。通过对设备进行扩容和升级，能够确保电网有足够的供电能力，安全可靠地为各行各业提供电力支持，为经济社会的持续发展提供坚实的能源保障。

2 变电站设备更新改造措施

2.1 变压器更新选型

新型的非晶合金变压器在节能方面表现出色，其空载损耗低的特点能大大降低能源消耗。以一个中等规模的变电站为例，若采用非晶合金变压器替代传统硅钢片变压器，每年可节省大量的电能消耗，这不仅符合当前节能减排的环保要求，还能长期降低变电站的运营成本。噪音小的优点也有助于减少对周边环境的影响。在选择时，需根据变电站的实际负荷情况和运行环境来合理确定变压器的容量和型号。选择具有良好口碑和高可靠性的品牌产品是保障变压器长期稳定运行的基础。优质品牌通常在产品研发、生产工艺和质量控制方面有更严格的标准和丰富的经验，能提供更可靠的产品。关注变压器的散热性能和绝缘性能等指标，散热良好可防止变压器过热损坏，良好的绝缘性能则能保障变压器的安全运行，延长其使用寿命。一个维护方便的变压器在出现故障或需要定期维护时，能够大大缩短停机时间，降低维护成本和对电力供应的影响。在市场上，有众多不同型号、不同厂家的变压器产品可供选择。在比较时，要综合考虑设备价格、运行成本和节能效果等多方面因素。虽然某些节能型变压器的初始购买价格可能相对较高，但因其节能效果显著，在长期运行过程中能够节省大量的电费支出，综合成本可能更低。还要考虑变压器的运行稳定性和维护成本等因素，通过全面的技术经济比较，选择性价比最高的变压器，才能实现变电站的最

优投资回报和长期稳定运行。

2.2 断路器更新选型

(1) 采用先进的断路器技术是关键一步。SF6断路器和真空断路器以其卓越的性能成为了现代变电站的优选。SF6断路器具有强大的开断能力,能在短时间内切断高短路电流,有效保护电力设备免受短路电流的冲击。其良好的灭弧性能确保了电弧能迅速熄灭,减少对断路器触头的烧蚀,从而延长使用寿命。真空断路器则以其高真空环境下的优异灭弧特性和相对简单的结构,在中低压领域广泛应用。在选型时,必须依据变电站的电压等级和短路电流等具体参数来确定合适的断路器类型和额定参数。(2) 注重断路器的智能化功能是提升变电站运行管理水平的重要举措。现代断路器应配备智能化操作、状态监测和故障诊断功能。通过智能控制器,操作人员可以在远程实现断路器的分合闸操作,极大地提高了操作的便捷性和安全性,尤其是在紧急情况下能迅速响应。实时监测断路器的运行状态,包括触头磨损情况、操作机构的动作次数和性能等参数,能够及时发现潜在故障隐患。(3) 考虑断路器的兼容性和扩展性是保障变电站可持续发展的必要因素。在更新断路器时,要充分考虑与现有配电系统的兼容性。确保新选用的断路器能够与现有的电气设备、保护装置和控制系统无缝对接,顺利实现电力传输和控制功能。

2.3 其他设备更新

(1) 互感器的更新侧重于采用电子式互感器。传统的电磁式互感器在精度、动态范围和抗干扰能力等方面存在一定局限性。电子式互感器凭借其显著优势成为了更好的选择。它能够更准确地测量电力参数,为继电保护和自动化控制提供坚实的数据基础。在复杂的电力系统运行环境中,电子式互感器可以精确测量微小的电流和电压变化,其高精度确保了继电保护装置能够准确判断电力系统的运行状态,及时发现故障并采取相应措施。(2) 继电保护装置的更新聚焦于智能化。智能化继电保护装置具备自适应保护功能、快速动作能力和远程通信功能,自适应保护功能使装置能够根据电网实时运行状态自动调整保护定值,极大地提高了保护的灵敏性和可靠性^[2]。当电网负荷发生变化或出现故障时,装置能迅速做出响应,准确地切除故障线路,保护电力设备和系统的安全。远程通信功能则实现了对继电保护装置的远程监控和管理。工作人员可以在远程实时获取装置的运行信息,及时发现和处理故障,大大提高了工作效率和故障处理速度。(3) 直流系统的更新主要包括采用高频开关电源和阀控式密封铅酸蓄电池。高频开关电源

具有效率高、体积小、重量轻等优点,能够提高直流系统的供电效率和稳定性。阀控式密封铅酸蓄电池则具有密封性能好、无需加水维护、使用寿命长等特点,减少了电池维护的工作量和对环境的影响。(4) 完善直流系统的监控和保护功能至关重要。在交流电源故障时,可靠的直流系统能够为变电站的重要设备如断路器操作机构、继电保护装置等提供持续的电源支持,确保设备正常运行,保障电力系统的安全稳定。通过实时监控直流系统的电压、电流、电池状态等参数,可以及时发现直流系统的异常情况,并采取相应的保护措施,防止因直流系统故障导致电力系统事故的发生。

3 配电系统优化措施

3.1 网络结构优化

合理规划变电站布局是基础。电力负荷分布情况是决定变电站位置的重要依据。在城市中心区域,由于用电负荷集中,应将变电站设置在靠近负荷中心的位置,以缩短供电半径,减少线路损耗和电压降。要根据电网发展规划来确定变电站的容量,既要满足当前的电力需求,又要考虑未来一段时间内负荷增长的可能性,预留一定的扩容空间。优化变电站之间的联络线路,可以形成多电源供电的格局,提高电网的供电可靠性和灵活性。简化配电网络是降低损耗和提高效率的重要手段。减少配电级数可以减少能量在传输过程中的损耗和电压降。通过合理规划线路,避免线路迂回和交叉,能够使电能传输更加顺畅。在城市老旧小区电网改造中,对线路进行梳理和优化,拆除一些不必要的迂回线路,不仅可以降低线路损耗,还能提高供电质量。缩短供电半径可以减少线路电阻,提高电压稳定性。对于农村等偏远地区,可以通过增设小型变电站或采用分布式电源等方式,缩小供电半径,改善用电质量。智能分布式配电网自动化技术能够对配电网进行实时监测和智能控制。通过安装智能传感器和监控设备,可以实时获取线路的电流、电压、功率等参数,实现对配电网的远程监控和故障诊断。当发生故障时,系统能够自动快速定位故障点,并采取相应的隔离和恢复措施,缩短停电时间。分布式电源接入和储能装置的配置可以提高配电网的可靠性和对新能源的消纳能力。太阳能光伏发电和风力发电等分布式电源可以在本地发电并接入电网,减少对传统能源的依赖。储能装置如电池储能系统可以在电力低谷时储存电能,在高峰时释放,起到削峰填谷的作用。同时还能电网提供备用电源,提高电网的稳定性和可靠性。

3.2 无功补偿配置优化

根据变电站的负荷特性和功率因数要求来挑选合适的装置至关重要。对于一些负荷相对稳定且对电能质量要求不是特别高的场合，电容器是一种经济实用的选择，它能有效地提供无功功率补偿，提高功率因数。电抗器则常用于限制短路电流和抑制谐波等方面。而静止无功补偿器（SVC）和静止无功发生器（SVG）在性能上更为先进。SVG尤其突出，其动态响应速度快，能够在毫秒级的时间内对无功功率进行快速调节，适用于如精密电子制造、数据中心等对电能质量要求极高的场合，可有效抑制电压波动和闪变。例如，在一些大型电子工厂，由于生产设备对电压稳定性要求苛刻，采用SVG进行无功补偿能够确保生产线的稳定运行，避免因电压波动导致的产品质量问题和设备损坏。通过对电网的潮流分布、负荷变化等情况进行详细计算，确定合理的无功补偿容量，避免补偿不足或过度补偿的情况。合理选择安装位置也十分关键。将无功补偿装置安装在靠近负荷中心的位置，能够使无功功率在电网中得到更合理的分布，减少无功功率在传输过程中的损耗，提高功率因数，降低线路损耗和电压波动。采用分层分区的无功补偿方式，可以针对不同电压等级的电网进行精细化的无功优化控制。实现无功自动补偿是提高补偿效果和电网运行效率的重要手段。配置无功自动补偿控制器，该控制器能够实时监测电网的运行参数，如电压、电流、功率因数等。根据这些实时数据，自动调整无功补偿装置的投切，实现无功功率的动态平衡。

3.3 自动化系统升级

第一，建立综合自动化系统是实现全面自动化管理的基础。该系统应涵盖变电站设备监控、保护、测量、控制等全方位功能，通过数据采集与监控系统（SCADA），能够实时采集变电站设备的各种运行数据，如电压、电流、功率、温度等^[1]。这些数据为远程监控和操作提供了依据，运维人员可以在远程控制中心实时了解设备的运行状态，并进行远程操作。当发现某一设备的运行参数异常时，可以及时远程调整设备的运行状态或采取相应的保护措施，无需到现场进行操作，大

大提高了工作效率和响应速度，同时也降低了运维人员的工作风险。第二，实现智能化控制是提升电网运行效率和稳定性的关键。采用智能控制技术，如模糊控制和神经网络控制等，能够对变电站设备进行更加精准和智能的控制。模糊控制可以根据设备运行状态的模糊性和不确定性进行智能判断和决策，例如在电压调节中，根据电压的微小波动自动调整变压器的分接头，使电压保持在稳定的范围内。神经网络控制则可以通过对大量历史运行数据的学习和分析，预测设备的运行趋势，提前采取优化运行措施。第三，加强信息通信与集成是保障电网协同运行的重要支撑。建立完善的信息通信网络，确保变电站与调度中心、其他变电站之间的信息能够高效交互和共享。采用标准化的通信协议和接口，能够实现不同设备和系统之间的无缝集成。在智能电网中，通过统一的通信标准，将变电站的自动化系统、分布式能源系统、智能电表等设备和系统连接起来，实现信息的互联互通。这样一来，调度中心可以实时获取整个电网的运行信息，进行全局的优化调度和管理。

结语

综上，变电站设备更新与配电系统优化对于提升电力系统的稳定性和可靠性具有不可忽视的作用。通过变压器、断路器等关键设备的更新选型，以及配电网结构优化、无功补偿配置优化和自动化系统升级，我们显著提高了电力系统的供电能力和运行效率。未来，面对技术发展的不断进步和电力系统的新挑战，我们需要持续探索创新方法，加强人员培训和技术交流，确保电力系统高效、安全、稳定运行，满足经济社会发展的新需求。

参考文献

- [1]陈涛.配电系统无功补偿优化技术研究[J].电力系统保护与控制,2024,42(01):123-127.
- [2]郑伟民.配电系统优化与节能技术研究[J].能源技术与管理,2024,40(02):67-71.
- [3]韩璟琳.基于大数据分析的变电站设备故障预测与诊断[J].电气技术,2022,13(06):89-93.