

强电配电网自动化改造方案及技术应用研究

吴牧原

四川能投珙县电力有限公司

摘要：随着电力系统规模的扩大和电力负荷的增加，传统的人工操作方式已经无法满足对电力系统运行安全、稳定和高效的要求。因此，引入自动化技术成为提升强电配电网运行水平的关键举措。本文旨在探讨强电配电网自动化改造方案及其技术应用，以便于提高强电配电网的供电可靠性、运行效率和响应速度，减少人工操作的风险和成本，为电力系统的智能化提供基础支撑。

关键词：强电配电网；自动化改造方案；技术应用

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.03.118

引言

随着社会经济的快速发展和能源需求的不断增长，强电配电网作为电力系统的重要组成部分，承担着将电能从电源传输到终端用户的重要任务。然而，传统的强电配电网存在一系列问题，如供电可靠性低、能源损耗大以及操作维护成本高等，制约着电力系统的安全性、可靠性和效率。为了解决这些问题并提升强电配电网的性能，强电配电网自动化改造成了一种重要的技术手段和发展方向。本研究旨在对强电配电网自动化改造的方案及技术应用进行深入研究，探讨其对电力系统的影响。通过对强电配电网现状和存在的问题进行分析，我们将提出有效的自动化改造方案和技术应用，为电力系统的可持续发展提供重要支持。

一、强电配电网的问题

（一）供电可靠性低

传统的强电配电网通常采用集中式的供电模式，一旦发生供电故障，影响的范围广泛且恢复时间较长。这种集中式结构导致了供电可靠性低的问题，一旦发生线路故障或设备损坏，将会造成大面积的停电，给用户的生产、生活和社会活动带来极大的不便和损失^[1]。

同时，强电配电网在传输和分配过程中存在能源损耗较大的情况。长距离输电线路和传统变压器的损耗不可忽视，造成了能源的浪费和供电效率的降低。此外，传统的配电设备和保护装置技术相对落后，无法精确监测和控制电能传输过程中的损耗和负载变化，进一步增加了能源损耗的风险。

（二）能源损耗大

强电配电网面临的问题之一是能源损耗的问题，这是一个严重影响电力系统效率和可持续性的挑战。能源损耗包括在电力输送和分配过程中因电阻、电感和电容等元件的存在而导致的能量损失。这种能源损耗不仅浪费了宝贵的电能资源，还导致电网运营成本的增加和环境影响的加剧。

一个主要的能源损耗问题源于电缆和输电线路的电阻损耗。长距离输电线路中的电阻会引起电流损失，特

别是在高负荷情况下，这种损失会变得更加显著。这不仅使得电网需要额外的发电来弥补损失，也导致了供电不稳定和能源浪费。

此外，变压器和开关设备的磁损耗和电容损耗也是能源损耗的贡献因素。这些设备在运行时产生磁场和电场，导致了能量损失，特别是在高频率的情况下。这不仅降低了电能的传输效率，还需要更多的能源来维持设备的正常运行。

解决强电配电网的能源损耗问题需要采用一系列新的技术和策略。其中包括使用高效的输电线材和变压器、改进电缆和线路的绝缘材料、优化电能传输的功率因数等。此外，智能传感器和数据分析技术可以用来实时监测电网的性能，识别潜在的能源损耗问题，并采取相应的措施来减少损失。

（三）操作维护成本高

传统的人工巡检和故障排除需要耗费大量的人力资源和时间。配电网中的设备和线路数量众多，需要定期进行巡检、维护和检修，以确保其正常运行。然而，人工巡检存在着工作量大、效率低下的问题，特别是在大规模和复杂的配电网中，需要投入更多的人力资源，导致操作维护成本的增加。

传统的配电设备和保护装置技术相对滞后，维护和更换这些设备也需要较高的成本投入。配电设备的维护包括定期检修、零部件更换等，而传统的设备维护通常需要停电、拆卸和更换设备，这不仅增加了运维的复杂性，还增加了运营商的维护成本。

此外，传统配电网的故障排除和恢复也需要投入大量的人力和物力资源。一旦发生故障，需要迅速定位、检修和恢复供电，以减少停电时间和影响范围。然而，故障排除过程中需要进行现场勘查、设备维修和线路重建等复杂的操作，这不仅需要大量的人员投入，还需要使用专业的工具和设备，增加了操作维护的成本^[2]。

二、强电配电网自动化改造对电力系统的影响

（一）提高供电可靠性和稳定性

传统的强电配电网在面对供电故障和异常情况时，

往往需要依赖人工干预和反应时间较长的手动操作，导致供电可靠性和稳定性下降。而通过引入自动化技术和智能化系统，强电配电网能够实现实时监测、远程控制和快速故障诊断，从而有效地提高供电可靠性和稳定性。自动化改造可以实现对配电网各个环节的智能化监控和管理。通过安装传感器和监测设备，可以实时监测电压、电流、频率、功率等电能参数，以及设备状态、负荷变化等关键指标。这使得系统能够及时感知潜在故障或异常情况，并迅速作出响应，以避免故障进一步扩大，提高供电的可靠性和稳定性。

自动化改造还能够实现快速的故障检测与诊断。利用智能化的算法和数据分析技术，系统能够对配电网中的异常情况进行自动识别和定位，快速判断故障类型和位置。这有助于减少故障排除的时间和人力投入，并缩短供电中断的时间，提高供电的可靠性。此外，自动化系统还能够实现远程监控和远程操作，减少人工介入的需求。运维人员可以通过远程监控中心实时监测配电设备的运行状态，对异常情况进行快速响应和远程控制，无须亲临现场。这不仅提高了操作的效率，还减少了人为操作误差的可能性，进一步提高供电的可靠性和稳定性。

（二）降低能源损耗和操作维护成本

传统的强电配电网在能源传输和分配过程中存在能源损耗较大的问题，并且运维和管理成本较高。而通过引入自动化技术和智能化系统，强电配电网能够实现精确的能源监测、优化的能源调度和智能化的运维管理，从而有效地降低能源损耗和操作维护成本。

自动化改造能够实现能源传输过程中的损耗进行精确监测和控制。通过安装高精度的传感器和监测设备，可以实时监测电能传输过程中的电压、电流、功率等关键参数，以及设备的状态和负载变化。这使得系统能够精确评估能源损耗的来源和程度，并通过智能化算法和优化调度策略，降低能源损耗，提高能源的利用率。

自动化改造可以减少人为操作的需求，从而降低操作维护成本。传统强电配电网的维护和管理通常需要大量的人力投入和复杂的手动操作，这增加了操作维护的成本。而自动化系统能够实现远程监控和远程操作，运维人员可以通过中央控制中心对配电设备进行远程监测、故障诊断和操作控制，无须亲临现场^[3]。这不仅提高了操作的效率，减少了人力资源的投入，还降低了操作维护的成本。

（三）提高系统响应速度和管理效率

自动化改造使得系统能够实时监测配电网中的各项参数和运行状态。通过安装传感器和监测设备，可以实时获取电压、电流、功率等关键参数的数据，并进行实

时分析和处理。这使得系统能够快速感知电力负荷的变化、设备的故障情况或其他异常事件，并迅速作出响应。

自动化系统能够实现快速的故障诊断和定位。通过智能化的算法和数据分析技术，系统能够对配电网中的异常情况进行自动识别、快速诊断和定位。这有助于减少故障排除的时间和人力投入，快速恢复供电，提高系统的响应速度和供电的可靠性。

三、强电配电网自动化改造的方案和技术应用

（一）远程监测与控制系统

远程监测系统通过在配电网中布设传感器和监测设备，可以实时获取电力负荷、电压、电流、功率等关键参数的数据。这些数据被传输到中央控制中心，通过数据分析和处理，实现对配电网的全面监测。运维人员可以通过远程监测系统，随时了解电网运行状态，监测电力负荷的变化、设备的工作状况和故障情况，实现对整个配电网的远程实时监控。

远程控制系统通过与配电设备和装置的远程通信，实现对配电网的远程操作和控制。运维人员可以通过中央控制中心，对配电设备进行远程操作，如开关的合闸和分闸，变压器的调节等。同时，远程控制系统还可以对配电网进行远程配置和参数调整，实现对系统运行的灵活控制。这大大提高了运维的效率和安全性，减少了人工操作的需求，降低了操作风险。

（二）自动化装置的应用

自动化装置可以实现对配电设备的自动控制和操作。通过安装智能化的开关、断路器、保护装置等自动化装置，可以实现对配电设备的自动化控制和自动开关操作。这意味着在出现故障或需要切换电源时，无须人工干预，自动化装置可以自动检测故障并采取相应的措施，保障电力系统的稳定运行。

自动化装置可以实现对配电设备的状态监测和智能化管理。通过在设备上安装传感器和监测装置，自动化装置可以实时监测设备的运行状态、温度、振动等参数。这使得系统能够实现对设备的远程状态监测和数据采集，及时发现设备的异常情况，并通过智能化算法进行分析和处理，实现对设备运行的智能化管理和预测性维护。

（三）智能配电设备的引入

智能配电设备具备自主感知和智能控制的能力。通过在配电设备中引入传感器和智能控制单元，智能配电设备能够实时感知电能参数、负荷变化和和设备状态等关键信息。这使得系统能够快速获取并分析数据，实现对电力传输过程的智能控制和优化调节，提高供电的可靠性和稳定性^[4]。

智能配电设备具备远程监控和远程操作的能力。通

过与远程监测与控制系统的集成，智能配电设备能够实现与中央控制中心的实时通信和远程操作。这使得运维人员可以通过远程控制系统，随时监控和操作配电设备，如开关的合闸和分闸、变压器的调节等。这种远程操作的能力大大提高了运维的效率，降低了操作风险，并实现了对配电网的集中化管理。

（四）数据通信与信息管理

数据通信网络在强电配电网自动化改造中起着关键的作用。通过建立高速、可靠的通信网络，配电网中各个设备和系统能够实现快速的数据传输和信息交换。这使得实时监测数据、设备状态、负荷变化等关键信息能够快速准确地传输到中央控制中心，为运维人员提供及时的数据支持和决策依据。

信息管理系统的应用能够实现配电网数据的集中管理和智能化分析。通过信息管理系统，可以对配电网中所涉及的各类数据进行集中存储、管理和分析。这包括实时监测数据、设备档案、运维记录等信息，通过数据挖掘、智能分析和决策支持系统等技术，能够实现对数据的深度分析、故障预测和性能优化，提高配电网的运行效率和可靠性。

（五）人工智能应用

强电配电网自动化改造的方案和技术应用中，人工智能（AI）的应用扮演着关键角色，它能够在电力系统中实现更高级别的智能化和自动化。一个显著的例子是AI在强电配电网中的预测性维护。通过监测电网设备的运行状态和数据，AI可以预测设备可能出现的故障和维护需求，从而允许运维团队采取预防性措施，避免停电和不必要的设备维修。

例如，考虑一个变电站的情景，配备了AI驱动的监测系统。AI系统不断分析来自变压器、断路器和电缆等设备的实时数据，它可以检测到温度异常升高、电流过载或电压波动等问题的迹象。一旦系统检测到异常情况，它可以自动发出警报，并向运维团队提供详细的故障分析报告。这使得团队能够迅速采取措施，例如在发生故障前更换设备或进行维修，从而减少了停电的风险。

此外，AI还可以优化电网的运营策略。通过分析历史数据和实时负荷信息，AI能够预测负荷峰值和低谷期，以便合理分配电力资源。例如，当AI系统预测到一天中电力需求最高的时间段，它可以自动调整发电机组的输出，以确保足够的电力供应，同时减少在低负荷时浪费的能源。

另一个例子是AI在电网异常检测中的应用。AI系统可以监测电网的运行状况，并识别出不寻常的行为模式，如电力盗窃或设备故障。一旦发现异常，系统可以立即采取措施，例如切断非法连接或提醒运维团队检查设备。总之，人工智能在强电配电网自动化改造中的应

用可以提高电网的可靠性、效率和安全性。通过实时监测、预测性维护和智能控制，AI技术有助于降低维护成本、减少停电时间，并推动电力系统朝着更可持续和智能化的方向发展。

（六）智能传感器网络

强电配电网自动化改造的方案和技术应用中，智能传感器网络的应用是至关重要的，它能够实现对电网各个方面的实时监测和数据收集，从而提高电网的运行效率和可靠性。以变电站为例，现代化的强电配电网配备了智能传感器，这些传感器能够实时监测设备的电流、电压、温度等参数。当传感器检测到异常情况时，例如电流超过设定阈值或温度升高，它们会立即发出警报，并将数据传输到中央控制系统。这种实时监测使运维团队能够快速识别问题并采取适当的措施，从而减少设备故障导致的停电时间。

同时，智能传感器网络还可以用于电力负荷的实时监测和管理。通过在不同地点安装负荷传感器，电网运营商可以实时了解电力需求的分布情况。例如，在某一区域的负荷突然增加时，传感器将即时反馈给中央控制系统，使系统能够迅速调整电力分配，确保该区域的电力供应不会中断。

此外，智能传感器网络还能够提高电网的安全性。通过监测电缆和电线的温度，传感器可以检测到过载或过热的情况，从而预防火灾和设备故障。当异常情况被检测到时，系统可以自动切断电源或发出警报，以降低潜在的危险。

总之，智能传感器网络的应用为强电配电网自动化改造提供了强大的工具，可以实现实时监测、远程数据收集和智能控制。这些技术不仅提高了电网的运行效率和可靠性，还有助于减少停电时间和提高电力系统的安全性。这是现代电力系统中不可或缺的一部分，将电网推向更智能、更可持续的未来。

结论

自动化改造为强电配电网带来了诸多优势，包括提高供电可靠性、降低能源损耗、减少操作维护成本、提高系统响应速度和管理效率等方面。通过引入智能配电设备、数据通信与信息管理系统以及远程监测与控制系统等关键技术，实现了对配电设备的智能化监控、远程操作和优化调节。这将为强电配电网提供更高效率、可靠和灵活的供电服务，为电力系统的可持续发展提供了有力支持。强电配电网的自动化改造已成为电力行业的重要发展方向，需要持续深入研究和应用。

参考文献

[1]黎明, 黄灿灿, 朱正. 欠发达国家城市配电网自动化改造方案研究[J]. 人民长江, 2020, 51(08): 158-161.