

电力输配电线路中的节能降耗技术应用探究

秦建清 顾春风

上海市南电力(集团)有限公司金山分公司

摘要: 电力输配电线路中的节能降耗技术应用对于提高能源利用效率、减少能源浪费具有重要意义。通过实时监测和控制系统,精确调整电力设备的运行状态,可以提高输配电线路的运行效率。电力因数补偿技术可以校正电力因数,避免无效功率的产生,提高能源利用效率。优化设计和装备选型可以减少电流损耗和线路阻抗,最大限度地降低能源消耗。同时,利用可再生能源进行发电也是节能降耗的重要手段。通过应用这些节能降耗技术,可以实现清洁、可持续的能源供应,促进电力行业的可持续发展。

关键词: 电力输配电线路; 节能降耗技术; 应用

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2023.06.121

电力输配电线路是供电系统中重要的组成部分,其安全稳定运行和高效节能是电力行业的重要课题。为了实现电网的可持续发展,提高能源利用效率,降低能源消耗,电力行业一直在不断探索和应用节能降耗技术。随着科技的不断进步和创新,各种节能降耗技术被应用于电力输配电线路之中,以实现线路的优化设计和运行,减少能源损耗,提高输配电效率。

一、电力输配电线路中节能降耗技术应用的重要性

电力输配电线路对电力资源的利用直接关系到电能的高效利用和资源的节约。通过采用节能降耗技术,可以减少电力损耗,提高能量的传输效率,从而节约电力资源的使用。电力输配电线路的节能降耗技术应用可以降低电力损耗,减少能源消耗,进而降低电能成本。提高电力输配的效率 and 可靠性,减少系统维护和运行成本,同时还能够延长电力设备的使用寿命,提高资产的价值。

电力输配电线路的运行过程中会产生一定的电力损耗和热量,如果没有有效的节能降耗技术应用,将导致不必要的能源浪费和环境污染。而通过采用节能降耗技术,可以减少电力损耗、降低碳排放量,减少对环境的负荷,实现可持续发展。随着电力需求的增长和电网运行的复杂性,通过应用节能降耗技术,可以对电力输配电线路进行优化升级,改善电网的结构和性能。减少线路的阻抗、降低电压损失和电流损耗,提高电力传输的效率和可靠性。世界各国都在积极推广可再生能源的开发和利用,而可再生能源的接入对电力输配电线路的运行和管理提出了更高的要求。通过采用节能降耗技术,可以提高电网容纳可再生能源的能力,降低可再生能源的运行成本,促进可再生能源的发展和利用^[1]。

二、电力输配电线路的定义和分类

电力输配电线路是指将发电厂产生的电能传输到用户终端的一系列导线和设备。根据电力传输的不同阶段和电压等级,可以将电力输配电线路分为高压输电线路、中压配电线路和低压配电线路三类。高压输电线路主要用于将发电厂产生的电能经过变电站进行升压,以减少输电损耗,并将电能从发电厂传输到各个地区或城市。根据电压等级的不同,高压输电线路通常分为特高压(1000千伏及以上)、超高压(500千伏)和高压(110千伏、220千伏)等级。

中压配电线路用于将高压输电线路上升压后的电能传输到各个居民区、工业园区或建筑物。中压配电线路通常采用3相4线制,电压等级一般为10千伏或35千伏。低压配电线路是将中压配电线路的电能降低到适合供应给家庭、商业建筑和小型工业设施的电压等级。低压配电线路通常采用单相2线制或3相4线制,电压等级为220伏或380伏。

三、节能降耗技术的概念和分类

节能降耗技术是指通过改善能源利用效率和减少资源消耗,达到降低能源消耗和减少环境污染的目的。它包括多个方面的技术手段,可以应用于各个领域和行业。

从应用领域来看,节能降耗技术可以分为工业节能技术,主要应用于工业生产过程中,包括生产工艺改进、设备改造、系统优化等方法。例如,采用高效设备和工艺、废热回收利用、能量管理系统等。建筑节能技术,主要应用于建筑物的设计、施工和使用过程中,旨在提高建筑能源利用效率。常见的技术包括保温隔热、高效照明系统、智能控制系统、可再生能源利用等。

交通运输节能技术,主要应用于汽车、船舶、飞机等交通工具,以减少燃料消耗和排放。例如,采用轻量

化材料、电动车辆、混合动力技术等。农业节能技术，主要应用于农田灌溉、农业机械、温室大棚等方面，以提高能源利用效率和减少资源消耗。例如，采用滴灌、节水型设备、太阳能供电等。信息技术在节能中的应用，包括通过数据管理、智能控制和监测系统等手段，提高能源利用效率和降低能耗。例如，智能电网、能源管理系统、智能家居等^[2]。

四、电力输配电线路中电能损耗的主要问题

电阻损耗，导线本身具有一定电阻，当电流通过导线时，会产生电阻损耗。这种损耗与导线材质、截面积和长度有关。导线越长、截面积越小、材质电阻越大，电阻损耗就越高。线路过载，如果电力输配电线路超过其额定负荷运行，超过容纳能力，电流会增大，导致电阻损耗增加。这种情况下，线路可能会发热，导致电能被转化为热能而消耗掉。不良接触，电线连接点或接头出现不良接触，会导致电流通过时发生能量损耗。这种损耗通常表现为接头处发热，电能接触处转化为热能而损失。

电感损耗，在输配电线路中，由于线圈或线路的自感和互感作用，电能可能会转化为磁能而损耗掉，即所谓的电感耗。谐振损耗，当输配电线路的工作频率接近线路固有的谐振频率时，会发生谐振现象，导致电能转化为振动能而损失。输电距离，电力输配电线路的长度越长，电能在输送过程中损耗的可能性就越大。长距离传输需要经过多个变压器和设备，每个环节都会有一定的损耗^[3]。

五、节能降耗技术在电力输配电线路中的具体应用

（一）导线技术的选择

输配电线路截面的选择，电力输配电线路截面的选择要基于电流负载和电压损耗考虑。一般来说，电流越大，导线的截面也应相应增大，以减少传输过程中的电阻损耗。选取合适的导线截面能够提高电能的传输效率，减少电线的电阻损耗。

架空绝缘导线的采用，在输配电线路中，架空绝缘导线常用于中、低压输电线路和分支线路。相较于其他导线技术（如地下电缆），架空绝缘导线具有安装方便、维护容易、故障排除简单等优势。此外，架空绝缘导线可有效降低电缆制造、敷设和维护成本，对于节约资金和资源也有积极影响。

单心绝缘导线的使用，单心绝缘导线是一种由导体、绝缘层和护套组成的导线结构，常用于高压输电线路。相较于多股绝缘导线（如绞合导线），单心导线具

有较小的电阻损耗、较高的强度和可靠性。在高压输电线路中，选用单心绝缘导线能够降低导线自身对电力的消耗。

（二）电网的合理规划

1. 输电线路节能降耗的实现

选择合适的线路材料和结构，减小输电线路的电阻损耗和电感损耗；采用高温导线技术，提高输电线路的负载能力；通过合理的线路布局和优化设计，减少输电线路的长度和功率损耗；使用陶瓷绝缘子替代传统的玻璃纤维绝缘子，提高线路的绝缘性能，减少漏电流和绝缘损耗。

2. 节能型电力变压器的使用

节能型电力变压器采用高效率设计，使其在电能转换过程中能量损耗降低，提高能源利用效率。低空载损耗，节能型电力变压器在设计上采用低空载损耗的技术，即在无负载或负载较小时，降低变压器的能耗。这样可以避免变压器长时间处于开启状态而产生的能量浪费。低短路损耗，节能型电力变压器在设计上采用低短路损耗的技术，即在短路负载情况下，减少变压器的能量损耗。这样可以降低电流损耗和磁场损耗，提高能源利用效率。采用高温材料，节能型电力变压器的设计中采用高温材料，可以提高变压器的工作温度，从而降低载流损耗和铜损耗，提高能源利用效率。

优化冷却系统，节能型电力变压器采用优化的冷却系统设计，使得变压器在工作时保持较低的温度，减少冷却需求，降低能耗。节能型电力变压器配备先进的监测和控制系统，可以实现变压器的智能调节和优化运行。根据实时负荷需求，实施合理的电力分配和调整，以最大限度地减少能量损耗^[4]。

（三）保证变压器运行的经济性

对变压器进行负荷调整和负载平衡，避免过载和低负荷运行；定期对变压器进行检测和监测，及时发现和处理运行异常；合理使用变压器的冷却系统，控制温升和损耗；运用智能电网技术，实现对变压器的远程监控和优化管理。

在电力输配电线路中应用上述节能降耗技术，可以有效减少能源损失和资源消耗。同时，通过选用节能型的设备和合理规划电网，提高了电力系统的能效，降低了运行成本并保证了供电的可靠性和经济性。这些措施能够最大限度地实现输电线路和变压器的节能降耗目标。

（四）节能材料和设备的合理利用

采用高性能、低损耗的绝缘材料，如聚乙烯绝缘电缆和绝缘子，可以减少能量的损失，提高输配电线路的效率。合理选择导线的截面积、材质和绝缘层厚度，以减小导线本身的电阻和介质损耗，降低输电线路的能耗。安装智能监测系统可以及时监测电网的运行状态和能耗情况，提供数据支持，便于进行能源管理和优化调整。

采用高效率、低损耗的变压器可以有效降低功率损耗和线路的能耗，在电力输配过程中起到节约能源的作用。通过科学规划和设计配电网的拓扑结构，合理配置变电站和开关站，减少电能输配过程中的损耗和浪费。合理安排用电负荷，减少过载和过剩供电现象，避免不必要的能耗和损失。引入节能管理和控制系统，通过对配电线路进行实时监测和调控，实现最佳能效，减少能耗。

（五）电网无功配置的优化和完善

在电力输配电线路中，电网无功配置的优化和完善是节能降耗技术的重要应用之一。电网无功配置主要是指通过调节和控制电网中的无功功率流，提高输配电系统的功率因数，减少无功损耗，从而实现节能降耗的目的。通过在电网中安装电容器，可以提供无功功率，补偿电网中的感性无功功率，从而改善功率因数。电容器补偿可以根据电压、负荷变化进行自动调节，以达到最佳的无功配置效果。

SVC是一种采用可控硅变阻器的静态补偿装置，能够根据电网的负荷情况来调节无功功率的大小。SVC可以快速响应电网的无功需求，提供需要的无功功率，优化电网的无功配置，提高电力输配系统的稳定性和可靠性。UPFC是一种多功能的高压直流输配电设备，它可以同时进行无功补偿和有功功率控制。UPFC通过调节电网的电压和相角，来提供所需的无功功率，同时还可以对电网进行无功功率流动的优化控制，提高电力系统的稳定性和效率。

直流输配电技术采用高压直流传输电能，可以有效降低输配电线路的无功损耗，提高电力系统的能效。直流输配电技术可以通过智能直流开关站、VSC-HVDC等技术手段来实现，使得电力输配系统的无功配置更加灵活高效。通过建立合理的无功优化控制策略，结合电力的负荷变化和无功需求情况，实现最佳的无功配置。利用先进的控制算法和智能装置，对电网中的无功发生器进行精确控制和调节，从而达到节能降耗的效果。

（六）加强开关站的规模与配置

合理增加开关站的数量，使其布局更加分散，可以缩小供电范围，减少输配电线路上的能量传输损耗。对于电力需求较大的区域，可以适当提高开关站的容量，以减少输送电能的阻抗和线路电阻损耗。根据电力输配电线路的特点和负载需求，合理布置开关站的位置，尽量减少输配电线路长度，降低电阻和磁阻损耗。

引入智能化的开关设备，如远动装置、自动重合闸等，实现在线监测、自动控制和远程操作，提高开关站的运行效率和节能性能。在开关站中采用高效率、低损耗的变压器，可以减小能耗和线路损耗，提高电能传输的效率。

结合新能源技术，如太阳能发电、风力发电等，将开关站与分布式能源系统相结合，实现清洁能源的优化利用，降低整体能耗。建立完善的智能管理系统，通过对开关站运行参数进行实时监测和优化调控，达到节能降耗的目标^[5]。

结语

电力输配电线路中的节能降耗技术应用是推动能源可持续发展的关键环节。通过引入自动化技术、电力因数补偿技术、线路优化设计和可再生能源的应用，这对于减少碳排放、缓解能源紧张问题具有积极的意义，也有助于降低运行成本、提高供电质量和稳定性。在未来的发展中，应继续加大对节能降耗技术的研究和应用，致力于构建清洁、高效、可持续的电力输配网络，为人们创造更好的生活条件。同时，企业和社会各界应加强合作，共同推动电力行业的可持续发展，实现经济发展和环境保护的良性循环。

参考文献

- [1] 王小川. 电力输电线路的防雷击技术研究[J]. 自动化应用, 2023, 64(10): 148-150.
- [2] 王鑫, 张万芳. 电力输配电线路的运行维护与故障排除技术[J]. 自动化应用, 2023, 64(08): 132-134.
- [3] 张毅. 电力输配电线路中节能降耗技术研究[C]//广东省国科电力科学研究院. 第三届电力工程与技术学术交流会议论文集. 烟台市建投电力工程有限公司, 2023: 6.
- [4] 周旭. 输配电线路中的节能降耗技术应用[J]. 集成电路应用, 2022, 39(11): 266-267.
- [5] 霍娟. 探讨电力输配电线路中的节能降耗技术[J]. 中国设备工程, 2022, (16): 198-200.