

高压输配电线路节能降耗技术的应用研究

石旭磊

南水北调中线信息科技有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i12.5136

[摘要] 高压输配电线路节能降耗十分必要,关系到电力行业的发展和社会可持续性。从能源利用、环保、经济和社会发展来看,可以减少损耗、保护环境、降低成本、保障能源供应。在导线选型优化、电网结构规划、无功功率补偿、谐波抑制处理等方面都有着具体应用:如城市电网节能改造、工业用电、农村电网升级和新能源接入等,提高能源利用效率,推动能源结构优化,实现节能降耗目标。

[关键词] 高压输配电线路; 节能降耗技术; 应用

中图分类号: TM72 **文献标识码:** A

Application Research on Energy-Saving and Consumption-Reduction Technologies for High-Voltage Power Transmission and Distribution Lines

Xulei Shi

South-to-North Water Diversion Middle Route Information Technology Co., Ltd.

[Abstract] Energy saving and consumption reduction in high-voltage power transmission and distribution lines are essential for the development of the power industry and social sustainability. From the perspectives of energy utilization, environmental protection, economic benefits, and social development, these measures can reduce power losses, protect the environment, lower operating costs, and ensure reliable energy supply. Specific applications include optimization of conductor selection, power grid structural planning, reactive power compensation, and harmonic suppression. These technologies can be applied to energy-saving renovations of urban power grids, industrial electricity systems, rural power grid upgrades, and the integration of renewable energy. They can improve energy utilization efficiency, promote the optimization of the energy structure, and contribute to achieving energy-saving and consumption-reduction goals.

[Key words] high-voltage power transmission and distribution lines; energy-saving and consumption-reduction technologies; application

引言

当今社会,能源、环境问题愈发严重,要实现电力的高效利用迫在眉睫。而高压输配电线路是整个电力传输过程中不可或缺的一部分,但其损耗也较为突出,既造成了能源浪费又增加了电力供应的成本,深入研究高压输配电线路节能降耗技术对降低损耗、提高能源利用率起着十分重大的作用和意义,对于缓解能源压力,减少环境污染,降低企业成本,保障社会电力稳定供应具有极高的现实价值。

1 高压输配电线路节能降耗的必要性

在当今社会,由于能源问题和环境问题日益突出,高压输配电线路的节能降耗是很有必要的事情。这不仅对电力行业本身有着极大的发展意义,而且也是社会可持续发展的必然结果。从能源利用方面来说,通常情况下,高压输配电线路在进行电力传输过程中会产生较多的电能损失,损耗量较多不但使得能源浪

费严重,还会增加电力供应成本。采取相关技术手段减少线路损失可以提升能源利用效率,将有限的能源得到更充分的利用,比如合理选择导线和设计优化的电网结构等,可以减小电阻损失,最终使电能传输过程中得到避免。从环境保护角度来看,可以降低高压输配电线路的能耗,减少对环境的负面影响^[1]。传统的发电方式大部分依赖化石燃料,大量的能源消耗容易造成二氧化碳等温室气体的排放,加剧全球气候变化。而采取相应的措施减少对发电能源的需求可以间接减少污染物的排放,为环境保护做贡献。从经济层面来说,节能降耗可以显著降低电力企业的运营成本。减少电力线路损耗意味着减少了不必要的电能浪费,减少发电成本和输电成本,这对于提高电力企业的经济效益和市场竞争力具有极其重要的意义,同时节能降耗也可以为用户节省电费支出,减轻用户的经济负担。

2 高压输配电线路节能降耗的关键技术

2.1 导线选型优化技术

导线选型优化技术是高压输电线路节能降耗的重要手段,合理选择导线可以有效地减少线路损耗、提升能源利用率。(1)考虑有功功率:在确定导线截面时需要综合考虑有功功率减少有功功率的损耗,实现更好的节能降耗目标。因为导线的电阻会导致电能以热能形式损耗,降低有功功率可减少这种损耗。(2)使用架空绝缘导线:采用架空绝缘导线可以提高线路供电的可靠性,使短路概率大幅度下降,增加线路的利用率。绝缘导线之间无任何联系,其阻抗只有裸露出来的三分之一左右,可以减少阻抗,减小损失。(3)采用单芯绝缘导线:单芯绝缘导线具备优良的绝缘性、扩张强度等特点,即便是被电杆破坏也不会断电。特别在气候多变的地区可以提高供电水平和降低能耗。(4)关注导线载流量:如果选用了载流量较大的导线,如耐热铝合金导线,能够提高导线的载流量,对于降低导线型号方面有着非常重要的意义。(5)结合实际环境:根据电力系统所在地区的条件,如气候、地形等条件,合理选择导线,从而达到最佳的节能降耗效果。

2.2 电网结构规划技术

电网结构规划技术是实现高压输电线路节能降耗的核心关键,科学合理地进行线路规划可以有效降低输电线路损耗,提升电力输送效率。(1)优化线路布局:尽量减少线路长度,减少迂回和交叉,以降低线路中的电阻损耗。例如在规划新的输电线路时,应该将输电线路采用直线布置,避免不必要的弯曲和绕路。(2)合理设置变电站:根据负荷分布情况,合理确定变电站的位置和数量,使得变电站靠近负荷中心,并且减小供电半径,从而降低线路的损耗。(3)提高电压等级:选择更高电压等级进行输电,有利于降低电流,使得线路中的电阻损耗降低。同时还需要依照实际需求来合理选择电压等级,避免出现电压过高或者过低带来的额外损耗。(4)加强电网互联:通过电网互联,达到对电力的合理分配和调度,提高电网的可靠性和稳定性。当某一区域出现电力短缺的情况,可以从其他区域调配电力,避免造成局部过载和损耗增大。(5)应用智能电网技术:借助智能电网技术,实现对电网的实时监测和控制,及时发现和处理线路故障和异常情况,达到改善电网运行方式、提高节能效果的目的。

2.3 无功功率补偿技术

无功功率补偿技术是实现高压输电线路节能降耗的关键环节,能显著提升电网运行效率和稳定性。在高压输电系统中存在大量感性负载会使得电流与电压相位不一致,产生无功功率,无功功率虽然不直接做功,但会增加线路的电流从而导致线路损耗越大、电压降低,无功功率补偿是通过安装无功补偿装置,例如电容器组等,向系统中提供容性的无功功率来平衡感性的无功功率,减少无功电流在线路上的流动,以降低线路损耗。常见的无功补偿方式有集中补偿、分散补偿、就地补偿这三种方法^[2]。其中集中补偿一般安装在变电站处,可对整个变电站的无功进行统一补偿;分散补偿安装在配电线路上,可对局部区域的

无功进行补偿;而就地补偿则是指用电设备附近可将无功直接安装到附近,即可实现无功的就地平衡,效果最佳。

2.4 谐波抑制处理技术

谐波抑制处理技术是高压输电线路节能降耗的重要组成部分,对保障电网稳定运行、降低能耗意义重大。在高压输电系统中,由于大量电力电子设备的使用会产生谐波电流,谐波会增加线路损耗,降低电能质量,且会对各种电气设备造成损害,影响电网的安全与稳定运行。谐波抑制处理技术主要有两种方式,即:一种是主动治理,另外一种则为被动治理,主动治理是通过改进电力设备的设计和控制策略来减少谐波的产生。例如采取功率因数校正的方式,让设备在运行时尽量接近正弦波,从而降低谐波含量^[3]。其中,无源滤波器是指将特定频率的谐波电流通过电容、电感和电阻进行调谐以达到抑制目的的设备;而有源滤波器是通过实时监测谐波电流,并产生与之相反的电来抵消谐波电流。在具体应用过程中,还需要根据该系统的谐波特性以及负荷情况选择合适的谐波抑制方法。对于谐波含量较小、负荷相对稳定的系统可以采取无源滤波器的方式来治理,但对于谐波含量较大、负荷变化频繁的系统,则需要采取有源滤波器或者二者结合的方式。

3 高压输电线路节能降耗技术的具体应用

3.1 城市电网节能改造应用

在城市电网节能改造中,采用高压输电线路的节能降耗技术,可有效提升城市电网的能源利用率,减少损耗。(1)合理规划布局:根据城市发展规划和用电需求重新规划高压输电线路走向,减少迂回、交叉等行为,缩短线路长度,降低电阻损耗;例如,调整变电站位置以使其靠近负荷中心,减小供电半径。(2)选用节能导线:采用具有较低电阻、较低损耗的导线,如铝合金芯的高导电率铝绞线,可有效降低线路电阻,减少电能传输过程中的损耗,提高输电效率。(3)安装无功补偿装置:在城市电网中设置相应的无功补偿装备,如电容器组,实现对无功功率的实时动态补偿,提高功率因数,减轻无功损耗,改善电压质量。(4)采用智能电网技术:通过先进的智能监测和控制系统,及时掌握电网的运行状态,将电力进行精准调配和管理。例如,通过智能电表对用户用电情况实时监测和分析,优化供电方案。(5)加强设备维护管理:定期对高压输配电设备开展巡检和维护工作,并及时发现处理设备故障和隐患,确保设备处于良好的运行状态,减少由设备老化或故障导致的能耗增加。

3.2 工业用电节能降耗应用

在工业领域,利用高压输电线路节能降耗技术来降低生产成本、提升能源利用效率意义重大。优化布局是实现电网的基础。根据工业厂区的分布和用电需求,合理规划高压输电线路走向,减少线路长度和不必要的曲折,降低线路电阻,减少电能传输损耗;合理设置变电站位置,使其靠近用电负荷中心,缩短供电半径,提高供电效率^[4]。无功补偿可以有效地提升功率因数,工业中存在大量感性负载消耗无功功率,安装无功补偿装置,如并联电容器等,能够对无功功率进行及时监测,并且自动补偿,

减小无功电流在线路上的流动,降低线路损耗,提高设备利用率;选用节能导线可以减少导线电阻的损耗,新型的节能导线,例如铝合金芯高导电率的铝绞线,电阻更小,会减少电能传输过程中发热带来的损耗,特别适合于长距离的高压输电线路采用智能监测与控制系统就能做到精细管理,通过智能监测系统来实时地观察线路的电压、电流、功率参数,及时发现异常,调整运行方式,还能够针对工业生产的不同时段和负荷需求,进行合理的电力资源调配,避免发生机械空转和过度耗能。

3.3 农村电网节能升级应用

农村电网节能升级有利于促进农村经济发展,提高能源利用效率。高压输电线路节能降耗技术在其中有诸多具体应用。

(1)合理布局:结合农村地形和村落分布,合理规划高压输电线路走向,避免线路迂回和交叉,缩短供电半径,减少线路损耗。例如,采用直线杆路和合理的杆塔间距,使得线路更加简洁高效;(2)更换节能设备:将老旧的变压器、电表等设备更换为节能型产品。由于节能变压器空载损耗低负载损耗大,可以有效的降低电能损耗;智能电表实现精准计量、实时监测,便于管理和节能;(3)无功补偿:在农村电网中安装无功补偿装置,如电容器组,对无功功率进行补偿,提高功率因数,减少无功电流在线路中的流动,减小线路损耗,改善电压质量;(4)推广节能导线:选择用低电阻、低损耗的节能导线,如铝合金导线,降低线路电阻,减少电能传输过程中的损耗,提高输电效率。(5)定期巡检工作制度。建立相关运维制度,及时发现和处理线路故障和设备隐患,确保电网安全稳定。同时也要加强对农村用户的节能宣传,提高用户的节能意识,共同推动农村电网节能升级。

3.4 新能源接入节能应用

随着新能源的快速发展,将高压输电线路节能降耗技术应用到新能源接入领域中可以有效提升能源利用效率、推动能源结构优化。在新能源接入过程中,合理规划线路布局是非常重要的。根据新能源发电场地的分布情况,合理安排高压输电线路走向,减少线路长度和损耗,例如对于集中式的风力发电场或太阳能电站,采用直连方式把电能输送至电网,避免了线路迂回。无功补偿技术也能保证新能源接入后的电网稳定性,由于

新能源发电具有间歇性和波动性,会导致电网无功功率不平衡^[5]。安装无功补偿装置进行实时监测并调整无功功率,增加功率因数,减小线路的损耗,维持良好的电压稳定;谐波治理技术也能应对新能源发电产生的谐波问题,新能源发电设备中的电力电子装置会产生谐波影响电能质量。通过运用有源滤波器等谐波治理设备,抑制谐波,降低谐波对电网和设备的损害,确保电网安全运行。实时监测新能源发电的功率、电压、频率等参数,合理调配电力资源,改善电网运行方式。当新能源发电功率过剩时,及时把多余电能储存起来或者输送给其他地区;当新能源发电功率不足时,及时从其他电源里面补充。

4 结语

未来,随着科技的飞速发展将使高压输电线路节能降耗技术不断革新;智能电网技术会有新高度,具备更加先进算法和精准传感器,实现在极致精确调配、管理电力时可以大幅降低损耗。新型节能材料和设备会如雨后春笋般涌现出来,提升节能效果;而且单一节能技术难以满足复杂电力系统需求,加强不同节能技术融合势在必行。通过多种不同技术的协同,应用于电力系统中能够使能源利用效率得到持续性提升,为环境保护和电力行业的可持续发展提供了动力。

【参考文献】

- [1]朱能富.高压输电线路节能降耗技术的应用研究[J].中国科技纵横,2025(2):26-28.
- [2]黄启珊.电力输电线路中节能降耗技术研究与应用[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(11):150-153.
- [3]陈明照,于鹏.高压输电线路节能降耗技术和运维[J].新潮电子,2025(8):67-69.
- [4]祁晓飞.基于深度学习的电力输电线路节能降耗技术研究[J].电气技术与经济,2025(12):57-60.
- [5]郑灿杰.电力输电线路中的节能降耗技术应用探究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(3):148-151.

作者简介:

石旭磊(1987--),男,汉族,河南人,大专,中级职称,研究方向:高压输电配电网方向。