

电力输配电线路中的节能降耗技术

刘文杰

国网湖北省电力有限公司蕲春县供电公司 湖北黄冈 436300

【摘要】随着全球能源需求的不断增长和环境保护意识的提升，电力输配电线路中的节能降耗技术已成为电力行业发展的重要方向。输配电系统作为连接发电厂与用户的重要环节，其效率直接关系到整个电力系统的能量利用效率和运营成本。传统的电力输配电过程中存在大量的能量损失，如何通过技术创新和管理优化来减少这些损耗，是实现电力行业可持续发展的关键。本文将围绕电力输配电线路的节能降耗技术进行分析和探讨，以为电力系统的高效、绿色运行提供参考。

【关键词】电力输配电；线路；节能降耗

1 电力输配电线路中节能降耗技术应用的重要性

1.1 提高企业经济效益

在输配电线路上推广节能技术，是提高企业经济效益的关键。首先，利用高效率的传输装备与技术，可大幅降低线路损耗，降低系统的无效功耗，提升电网综合效益；通过对线路走向与容量分配的合理规划，可有效降低基建及运维成本。在此基础上，通过智能变压器、远程监测与故障诊断等智能电网技术的应用，能够有效地增强供电可靠性与柔性，降低停电事件，保证客户用电品质，从而提高客户满意度与企业声誉。

1.2 提升线路的使用寿命

输电线路的使用寿命直接影响到整个电网的稳定与可靠运行。延长线路的使用年限，既可以降低更换或维修设备所需的费用，又可以保证供电的连续，防止由于线路故障而造成的断电，保证客户用电的安全性。为了延长线材的使用寿命，必须采用优质的材质和先进的加工工艺。比如，采用耐腐蚀、耐磨的导线及绝缘材料，能够有效地抵御严酷的气候以及外部的物理破坏。同时，通过合理的结构设计，保证了管线在长期使用过程中所受到的力学、热应力都在安全的范围之内。总而言之，通过对输配电线路进行节能改造，可以大大提高输电线路的运行寿命，具有长远的经济和社会意义。

2 电力输配电线路中节能降耗技术分析和问题

2.1 电力输配电线路中节能降耗技术分析

电力输配电线路中的节能降耗技术分析涉及电网的多个环节，包括发电、传输、分配和最终的用户使用。在传输

过程中，导线的电阻是导致能量损失的主要因素，这种损失以热量的形式散发，导致效率降低。此外，变压器在电能转换过程中也会产生能量损耗，特别是在高压至低压的转换阶段。电网中的能量损失不仅影响供电效率，还增加了运营商的成本。在分配层面，电网的结构复杂性会导致额外的能量损失，如配电网中的节点多、线路长等问题。用户端的能耗也会影响整个系统的节能效果，因为用户的用电模式和设备效率直接影响到电网的负荷波动。其次是电网老化和设计不足导致的效率低下。随着电网的使用年限增加，原有的设计和材料可能无法满足当前的运行需求，导致线路过热、变压器过载等问题。

2.2 电力输配电线路中电能损耗的主要问题

2.2.1 输电线路损耗问题

输电线路是联系发电厂和变电所的关键一环。输电线的损耗是由导体的阻抗引起的。在电流经过导线的过程中，电阻会将部分电能耗散，并将其转换成热能散失到周围的空气中，这些损耗称为线损。输电距离、大容量输电以及导体材质等因素对输电线路的损耗有一定的影响。另外，当电网负载发生改变时，系统的线损也将随之发生变化，从而影响系统的运行效率。

2.2.2 变压器能耗问题

变压器在电网中起着重要的作用，它负责着电网电压的升降，满足电网远距离输送电能的需要。在电压变换时，会产生铜、铁两种损耗。其中，铜损主要由绕组电阻造成，铁损主要由铁芯材料的磁滞回线及涡流等因素造成，将使变压器的效率下降，并使电力消耗增大。

2.2.3 配电网损耗问题

配电系统是由变电站至用电终端所组成的一组供电网。

由于配电网中的分支多、节点多，因此造成了配电网的损耗。配电线路的损耗主要是由导线的阻抗引起的，特别是在低压配电网中。另外，负荷波动、非线性负荷等因素也会对配电网的损耗产生影响。

3 电力输配电线路中节能降耗技术的应用

3.1 输配电线路节能降耗改造

3.1.1 线路架构优化

在对输电线路进行节能改造的过程中，线路布局的优化是其中的一个重要手段。通过对输电网结构的再规划与设计，可大幅提高能量传输效率。通过合理地选取导体的路径，减小输电距离，减少不必要的绕越和支路，进而减小输电线路的阻抗及相关的电能损失。而使用较高电导率的材质及较大的横截面，则可降低其电阻损失。另外，对已有线路进行改造与优化，例如更换老化导线、绝缘子等，可有效地提高输电效率与可靠性。在配电网中，利用分布式电源及现场补偿设备，可以有效地减小对远距离输送电能的要求，并进一步减少电能损耗。

3.1.2 节能变压器的使用

节能变压器的使用是电力系统降低能耗、提高能效的关键环节。这类变压器通常采用高性能的磁芯材料和先进的制造工艺，以减少铜损和铁损，即线圈电阻产生的能量损耗和磁芯产生的磁滞及涡流损耗。与传统变压器相比，节能变压器具有更高的效率，通常表现为更低的损耗水平和更高的能量传输效率。在实际应用中，更换旧变压器为节能型变压器，可以显著降低电网中的传输损失，特别是在高峰时段，这种损失的减少对于整个系统的稳定运行尤为重要。

3.1.3 电网升压改造

电网升压改造是一种通过提高输电电压等级来减少输电过程中能量损耗的工程措施。当输电容量不变时，根据电力系统中电阻性损耗与电压平方成反比的特性 ($P=I^2R$)，提升电压水平可以显著降低线路的电流，进而减少线路的电阻损耗。这样，即使在不增加导线截面的情况下，也能有效地降低能量损失，提高长距离输电的效率。实施电网升压改造需要对现有的变电站进行技术升级，包括更换或增设变压器、调整绝缘水平和保护装置等。同时，还需

要对电网中的开关设备、监控系统和控制策略进行相应的改进，以适应更高的运行电压。

3.2 电网运行方式优化

3.2.1 环网运行方式的调整

电网优化供电结构，提高输电效率，是电网优化供电结构的一项重要战略。环状电网是将多个电源接点通过一个闭合的网络连接起来，构成闭环的供电方式。该方案具有多条供电通路，在其中一个环节出现故障时，可以快速实现对故障点的快速切除，从而保证了供电的持续稳定。其次，环网运行模式进行调整，主要是对网络结构进行优化，对负载分配进行合理的控制，并增强系统的灵活性与适应性。在此基础上，提出解决方案，即降低电网过负荷，降低不必要的电能损失，并加快应急反应的速率，缩短停电时间，提高用户的用电体验。

3.2.2 供电线路调整

在供电系统优化过程中，配线调节是一种常用的降耗方法。通过对电网进行调节，使负载分布趋于均衡，从而缩短输电距离，降低输电线路的损耗。为了满足城市的不断发展与需要，在提升电网运行效率的前提下，对线路的走向、连接方式或接入点进行改造。在实施过程中，需要对现有网络进行详细的分析和计算，确保调整后的线路能够满足供电安全和稳定性的要求。此外，线路调整还应考虑到未来负荷增长的趋势，以及与其他电网设施的协调性。通过配电网的优化调整，既可以减少损耗，又可以增强系统的灵活性与可靠性，有利于应对用电高峰期的用电需求与可能发生的失效风险。通过对电力系统进行智能规划与管理，对电力系统的长远发展具有重要意义。

3.2.3 线路电压调节

为了保证供电质量，降低损耗，提高电网的稳定运行，对电网的稳定运行起着至关重要的作用。通过对电网电压进行调整，保证了用户所得到的电压处于一个合理的范围之内，从而防止由于电压过高或过低而造成的设备损伤和能量的浪费。在传输过程中，随着传输距离的增大，因导线的阻抗及电感的影响，电压会逐渐降低。为了补偿这种电压降，可以通过在线路上安装调压器或者利用变压器的抽头切换来进行电压调整。此外，现代电网采用的自动电压控制系统 (AVC) 能够实时监测线路电压，并自动调节变电站中的无功功率补偿设备，以维持系统电压的稳定。合

理的线路电压调节不仅能够提高供电的质量和可靠性，还能降低线路的损耗，特别是在长距离输电和大范围配电网中，其节能效果更为显著。

3.3 无功平衡与无功补偿

无功平衡和无功补偿是保证电网安全运行的重要技术措施。电力系统在输送及分配过程中，因无功不做功，将造成电压跌落、线损增大等问题。因此，实现系统的无功平衡至关重要。无功补偿通过安装电容器、电抗器或静止无功发生器等设备来实现。这些设备能够提供或吸收无功功率，从而改善电网的功率因数，减少电流流过导线时产生的无功分量，降低线路的整体电流，减少能量损失。合理的无功补偿可以提高电力系统的传输效率，同时也可以提高电力系统的稳定度，防止电压波动及过多的负载。在现代化的电网调度中，采用动态无功补偿设备能够迅速地对电网的负荷变化做出反应，并对电网的运行状况进行优化。

3.4 节能降耗的管理对策

3.4.1 指标管理

加强指标管理是电力系统节能降耗管理对策中的重要环节。通过设定明确的能耗指标和监控这些指标的实现情况，可以有效地推动电网运行的能效提升。首先，需要制定科学合理的能耗指标体系，包括线路损耗率、变压器效率、功率因数等关键参数，并将这些指标分解到各个运行和维护部门。其次，实施定期的能耗监测和评估，对比分析实际运行数据与指标要求，识别偏差原因，及时调整操作策略或进行技术改造。同时，建立奖惩机制，将指标完成情况与员工的绩效评价和激励措施相结合，激发全员的节能意识和主动性。此外，引入先进的数据分析工具和技术，如智能电网管理系统，可以提高指标管理的精准性和实时性。通过持续优化指标管理体系，形成闭环管理，电力系统能够在保障供电可靠性的同时，实现节能降耗的目标。

3.4.2 无功管理

加强无功管理是提高电力系统效率的关键措施。无功功率影响电网的电压水平和线路损耗，因此，有效管理无功对于确保电网稳定运行和降低能耗至关重要。首先，需要对系统中的无功源和无功流进行详细地监测和分析，包括发电机、变压器和各种用电设备的无功输出。通过优化无

功补偿设备的部署和运行，如并联电容器、电抗器和静止无功补偿器等，以实现无功的就地平衡。通过合理的设计和配置，可以减少不必要的无功传输，降低线路损耗，提高电能质量。要实施动态无功管理策略，利用自动化控制系统实时调整无功补偿设备的工作状态，以适应负荷变化和系统需求。

3.4.3 谐波管理

加强谐波管理是提升电力系统性能和节能降耗的重要措施。谐波是由非线性负载产生的电流和电压波形畸变现象，它会增加电气设备的热损耗，影响电能质量，甚至导致设备故障。所以，要对电网中的谐波源进行识别和监测，包括各种电力电子设备、整流器和变频器等。通过安装谐波分析仪，可以实时监控电网的谐波水平，确保其在允许的范围内。对于高谐波水平的设备或区域，采用滤波器、有源电力滤波器或无源电力滤波器等技术手段，以减少谐波对电网的影响。同时，制定相应的谐波管理规定，限制高谐波设备的接入，或要求采取相应的抑制措施，以此显著减少谐波对电力系统的负面影响，提高电网的安全性和可靠性，同时促进能源的高效使用。

4 结束语

综上所述，电力输配电线路中的节能降耗技术对于提升电网效率、降低运营成本以及响应环保政策具有重要意义，可以显著降低输配电过程中的能量损耗。未来，随着智能电网和新能源技术的发展，电力输配电线路的节能降耗将迈入新的阶段，为实现更加经济、高效和绿色的电力供应做出更大贡献。

参考文献:

- [1] 靳程越, 徐靖. 节能降耗技术在电力输配电线路中的应用[J]. 自动化应用, 2023, 64(S2): 83-85.
- [2] 霍永飞. 电力输配电线路中的节能降耗技术研究[J]. 电气技术与经济, 2023(10): 45-48.
- [3] 唐星. 电力输配电线路中的节能降耗技术应用探究[J]. 流体测量与控制, 2023, 4(06): 70-72.

作者简介:

刘文杰(1997.12-), 男, 汉族, 湖北人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 配电运维相关。