

电力配电线路中节能降耗技术研究

王剑锋

国网河南省电力公司浚县供电公司 河南 鹤壁 456250

摘要：电力配电线路中，通过实施这些节能降耗技术，电力企业可以实现节能减排目标，同时提高经济效益和社会效益。本文探讨了电力配电线路节能降耗的重要性，分析了当前电力配电线路耗损的现状及其原因。提出了多项节能降耗技术的应用策略，包括线路节能技术、电网优化、合理使用变压器、导线选择、电网无功配置以及应用无磁化金具等方面。旨在有效降低电力配电线路中的能耗，提升电力传输效率，确保电网的安全稳定运行。

关键词：电力输配电线路；节能降耗技术；应用策略

引言：随着电力需求的不断增长，电力配电线路中的能耗问题日益凸显。电力配电线路作为电网的重要组成部分，其能耗不仅关系到电力企业的运营成本，更直接影响到整个社会的能源利用效率。研究电力配电线路的节能降耗技术具有重要意义。本文将从多个角度探讨如何有效降低电力配电线路的能耗，为电力企业的节能减排工作提供参考。

1 电力配电线路节能降耗的重要性

1.1 提升电力传输效率与经济效益

电力配电线路作为电网的“血管”，其效率直接关系到电能的传输质量与损耗水平。在电力需求日益增长的背景下，节能降耗成为提升电力传输效率的关键。通过优化配电线路设计、采用低损耗材料和先进节能技术，可以显著降低线路在传输过程中的能量损失，提高电力资源的利用效率。这不仅有助于缓解电网压力，还能减少因电能损耗而产生的经济损失，提升整个电力系统的经济效益。

1.2 促进能源可持续发展与环境保护

随着全球气候变化的严峻挑战，减少能源消耗和碳排放已成为国际共识。电力行业作为碳排放的主要来源之一，其节能降耗工作尤为关键。通过实施节能降耗措施，电力配电线路能够减少不必要的电能浪费，降低对化石能源的依赖，推动清洁能源的广泛应用^[1]。这不仅有助于减缓气候变化，还能保护生态环境，实现经济发展与环境保护的双赢。

1.3 保障电网安全稳定与提升用户体验

高损耗线路不仅会增加电网的负荷，还可能引发设备过热、线路老化等安全隐患。通过节能降耗技术的应用，可以降低线路损耗，减少电网故障率，提升电网的稳定性和可靠性。同时，节能降耗还能减少用户的电费支出，提升电力服务质量，增强用户的用电体验。在智

能电网和分布式能源快速发展的背景下，节能降耗的电力配电线路将更加适应未来电网的发展需求，为用户提供更加安全、可靠、经济的电力服务。

2 电力配电线路耗损现状及原因分析

2.1 配电线路耗损现状

在电力传输过程中，配电线路耗损是一个普遍存在的问题，其严重程度直接关系到电力资源的有效利用和能源效率。根据行业标准，电力企业应努力将线路耗损控制在12%以内，然而实际情况却远非如此。尤其是低压电网领域，线损率已高达30%，远超标准值。针对配电线路耗损问题，相关部门虽已出台了一系列管理措施，但效果并不显著，耗损现状并未得到根本性改善。在全球范围内，线损问题普遍存在，但相比之下，我国的线损问题更为突出，这既反映了我国电力传输技术的挑战，也凸显了能源管理的紧迫性。随着电力需求的增长，纵贯式低压配电线路的使用频率逐渐增加。尽管这种线路在一定程度上能够缓解配电线路耗损问题，但其复杂的线路结构、高昂的改造成本以及电能浪费等问题也随之而来。电流在三相供电线路中流动时，会产生电阻功率耗损，此耗损量可通过特定公式进行计算，进而得出全天线路的耗损电量。

2.2 配电线路耗损原因分析

配电线路耗损问题的根源复杂多样，其发生率与配电线路的使用频率紧密相关，使用率越高，耗损问题越突出，解决难度也随之增大。深入分析，主要原因可归结为以下几点：（1）变压器与承载负荷的匹配不当^[2]。变压器的合理选择与配置对于减少线路耗损至关重要，但若忽视承载负荷的实际需求，盲目选择变压器，将直接导致线路耗损量的显著提升。（2）电网布设不合理及计量设备的缺陷。电网布设的科学性与合理性直接影响线路耗损情况，而计量设备的精确度和适用性不足，则

可能进一步加剧耗损问题。(3) 电网管理工作的疏漏。电网管理涵盖了设备维护、运行监控等多个环节,任何一方面的疏忽都可能导致电能耗损量的增加。(4) 电网三相负荷的不平衡状态。当三相负荷不平衡程度超过一定阈值(如30%)时,线路电流耗损将显著上升,对电网系统的安全稳定运行构成威胁。(5) 外部环境因素干扰。配电线路常暴露于复杂多变的自然环境中,如极端天气条件(高温、暴雨、雷电等)和环境污染(尘埃、腐蚀性气体等),这些外部因素不仅加速线路老化,还可能引发短路、漏电等故障,从而增加电能损耗。(6) 用户用电行为不规范。部分用户存在窃电、违规用电等行为,这些行为不仅直接造成电量损失,还扰乱了电网的正常运行秩序。

3 电力配电线路中的节能降耗技术应用策略

3.1 线路方面的节能降耗技术

在电力配电线路中实施节能降耗技术,关键在于采取一系列有效的策略来优化线路设计与管理,以下是三种核心策略:(1) 优化线路布局以缩短导线长度。导线长度是影响能源消耗的重要因素,在配电线路设计中,应优先考虑将线路布置在配电室周围,通过合理规划配电室的位置和数量,最大限度地减少导线长度。在导线铺设过程中,应遵循横平竖直的原则,避免不必要的弯曲,以进一步缩短线路长度。这样做不仅能降低线路电阻,还能显著减少电能在线路传输过程中的损耗。(2) 改善功率因数以减少无用功电流。功率因数低会导致无用功电流增大,进而造成能源浪费。加强对设备电感性负荷的控制,减少无用功电流的产生。通过安装电容补偿装置,可以有效提高功率因数,从而达到节电的目的。这种装置能够补偿线路中的感性无功功率,降低无用功电流,进而减少能源消耗。(3) 抑制谐波电流以提高电流质量。谐波电流会对正常电流的运行造成干扰,降低电流质量,并增加线路和设备的损耗。为了抑制谐波电流的产生,可以安装滤波器来过滤掉谐波成分,确保电流的稳定性和质量。选择具有节能效果的节电装置也是抑制谐波电流的有效手段。这些装置应安装在合理的位置上,以确保其能够充分发挥作用。

3.2 优化电网

电力部门需充分利用电力系统中的调度自动化与在线监测系统,提高管理水平,同时通过下列措施来改善供电系统:(1) 在供电线路架设上,优先选择多点布置方式的变压器,这样能够合理减少供电导线的供电长度,降低导线阻碍力,进而减少能量损失。(2) 逐步消除6kV供电,并积极引进低高压的共点设计,以减小由于低

压电源所造成的线路影响。同时投放资金的高供高计,使客户承受了多功少计配变的损失,而电力部门则承受了高供高计的损失。为减少损失,可在系统供电设备中配备高压测量设备,以降低线损的能量损耗。(3) 通过实行串联方式供电,实现多供少损的目标。这不仅可以提升线路的供电可靠性,还能减少因长距离传输导致的线路故障,从而提高电力企业的经济效益。(4) 加强电网的无功补偿管理,合理配置无功补偿装置,以提高电网的功率因数,减少无功功率在电网中的流动,从而降低线路损耗。定期对电网进行负荷测试和电压调整,确保电网运行在最佳状态,减少不必要的能源损耗。(5) 推广使用智能电网技术,通过大数据分析和人工智能技术,实时监测电网运行状态,预测和诊断潜在的故障,及时采取措施进行调整,提高电网的稳定性和运行效率。这些措施的实施,将有助于优化电网结构,降低能源损耗,提高电力企业的经济效益和社会效益。

3.3 合理的使用变压器

针对配电变压器运行中产生的显著电量损耗问题,可以采取以下一系列合理的措施:(1) 淘汰高耗能设备,积极采用低损耗的新型变压器。随着科技的飞速发展,市场上不断涌现出众多新型变压器,它们不仅具备多种新功能,更重要的是能源损耗大幅降低^[1]。其中非晶合金铁芯变压器以其低噪音、低损耗的特点脱颖而出,其损耗仅为普通变压器的五分之一,且维护需求低,大大降低了后期投入。(2) 为确保变压器的经济效益与运行可控性,应合理规划变压器的设置方式。这需要对变压器的容量、电压等级等相关参数进行深入研究,以确定最优的运行参数,从而实现经济运行。通过经济运行的变压器配置,不仅可以最大限度地降低能源损耗,还能节省资金,使管理工作更加科学与合理。这些措施共同作用于配电网,有助于显著降低能源损耗,提升电网运行效率。在实际操作中,电力企业应密切关注市场动态,及时引进和应用新型低损耗变压器,同时加强对变压器经济运行的研究与实践,以实现配电网的节能降耗目标。

3.4 选择合适的导线

在电网建设中,选择合适的导线材料是确保电力高效传输、减少能源损耗的关键策略。针对导线截面的选择,工作人员需充分考虑电网的运输性能与电力浪费问题,应采取以下措施:(1) 针对长距离、重负荷的电力线路,如0.4kV线路,应在安全规程允许的前提下,尽量将高电压等级的电源(如10kV)引入负荷中心。根据负荷分布情况,合理选择10kV配电变压器的分布点,以缩

小0.4kV供电半径,避免迂回供电或长距离低压供电,从而降低线路损耗。(2)关注导线材料的研究与发展。高温超导材料作为一种新型导线材料,其传输电能的能力远超普通铜质线材。虽然高温超导材料也需要冷却系统支持,但是使用高温超导输电线路保护材料的电网损失远远小于一般架空型输电线和光缆材料。与一般线材百分之五至百分之八的电网损失比较,高温超导线材的电网损失也仅为百分之零点五。(3)高温超导材料还可用来取代普通变压器绕组上的铜线,进而减少供电费用。该技术不仅可以提高电网的输送效能,还能减少能源浪费,推动电力行业的可持续发展。

3.5 对电网进行无功配置

在电网的无功配置中,采取相应的节能降耗手段对改善电能传输非常重要。应该做到如下三个方面:(1)并联电容器的使用。作为供电系统的重要基础设施,串联电容器可以明显减少系统内的电阻,并降低某些高频谐波的释放,进而优化电能传递流程,从而减少系统工作时间,提升系统效能。在谐波干扰相对强烈的环境中,串联电容器更是成为了解决的重点,能够有效减少电能的消耗。(2)磁化金属附件的合理运用。当感应电优势与导线电流材料成正比时,金属截面也将相应增大,此时大部分电能会转化为热能而消耗,形成涡流损耗。通过合理使用磁化金属附件,电阻会持续发热,实现电能的高效转换,从而避免不必要的电能浪费。(3)补偿线路电抗,是用于长距离电能输送。通过在线路上设置电容,并与发电站电压和断路器的串联电流相结合,就能够完成对并联线路的电流补偿,从而减少了导线的距离,大大地提高了电能传递的安全性和效率。该技术不但保证了线路的安全和可靠性,而且也明显减少了电力耗费。因为电能传递线路间的距离也与电力耗费大小有关,间距越长,耗费就越大,技术人员需不断探索新技术,优化电网结构,缩短电线传输距离,从源头上减少能耗,切实贯彻节能降耗的理念。

3.6 应用无磁化金具

应用无磁化金具成为了一项重要的技术创新,应做

到以下几点:(1)无磁化金具采用低导磁率材料制成,其表面产生的感应电动势与导线电流、截面等因素的关系得到了有效控制^[4]。相比传统的铁磁材料金具,无磁化金具能够显著降低线路中的能量损耗,将更多的电能用于实际传输而非转化为热量。(2)据国家经贸委节能信息传播中心提供的数据,节能金具已开发出适用于各电压等级的系列产品,并广泛应用于输、配电线路的建设和改造中。这些节能金具不仅机械性能和寿命优于普通铸铁金具,而且在市场上具有巨大的潜力。我国配电线路长度庞大,若按每千米线路安装一定数量的节能金具计算,其市场潜力可达数亿只。(3)采用铝合金等无磁材料制成的节能金具,在消除磁滞损耗和降低涡流损耗方面表现出色。这种金具的设计也进行了优化,从传统的螺栓型结构改为楔形结构,不仅提高了工作效率,还降低了施工费用。为了推广无磁化金具的应用,电力部门应加强与科研机构的合作,不断优化金具的设计和生产工艺。制定相关政策鼓励电力企业采用节能金具,提高电网的能效水平。还应加强对节能金具的宣传和培训,提高技术人员对无磁化金具的认识和使用能力。

结束语:电力配电线路的节能降耗工作是电力企业实现节能减排目标的重要途径。通过实施线路节能技术、电网优化、合理使用变压器、导线选择、电网无功配置以及应用无磁化金具等策略,可以有效降低电力配电线路的能耗,提升电力传输效率。电力企业应继续加大节能降耗技术的研发和应用力度,为构建绿色、低碳、可持续的电力体系贡献力量。

参考文献

- [1]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.
- [2]韩鹏.电力工程输配电线路中节能降耗技术应用分析[J].中国设备工程,2019(24):66-68.
- [3]张吉昊.节能降耗技术在电力工程输配电线路中的应用探究[J].通讯世界,2019,26(10):215-216.
- [4]王振宇.节能降耗技术在电力工程输配电线路中的应用分析[J].科学技术创新,2019(22):188-189.