

节能降耗技术在电力工程输配电线路中的应用研究

陈 磊

(国网浙江省电力有限公司绍兴供电公司, 浙江 绍兴 312000)

摘 要 随着我国工业化、城市化进程的加速, 电力需求持续攀升, 电力行业的能耗问题也日益凸显。输配电线路作为电力传输与分配的关键环节, 其能耗水平不仅直接关系到电力系统的整体效率, 更对环境保护、能源可持续利用等方面产生深远影响。本文深入探讨了节能降耗技术在电力工程输配电线路中的具体应用与价值, 分析了关键技术的实施策略, 并通过实例验证了其有效性, 旨在为相关研究者提供借鉴。

关键词 节能降耗; 电力工程; 输配电线路; 电网规划; 功率因数

中图分类号: TM726

文献标志码: A

DOI:10.3969/j.issn.2097-3365.2025.02.020

0 引言

节能降耗技术在输配电线路中的应用, 不仅能够有效降低线路损耗, 提高电力传输效率, 还能减少碳排放, 促进环境保护, 对于推动电力行业转型升级、实现绿色发展具有重要意义。随着科技的进步和材料的创新, 节能降耗技术在输配电线路中的应用也呈现出更加多元化、智能化的趋势。

1 节能降耗技术在输配电线路中的具体应用

1.1 缩减导线长度

1.1.1 直线化设计输配电线路

在输配电线路的设计阶段, 公司充分考虑到线路长度对能耗的影响, 积极推行直线化设计理念。传统上, 由于地形、地貌等自然条件的限制, 输配电线路往往呈现出蜿蜒曲折的形态, 这不仅增加了导线长度, 还增大了线路电阻, 导致电能传输过程中的损耗增加^[1]。公司利用先进的测量技术和地理信息系统(GIS)对线路走向进行精确规划, 通过无人机巡检、卫星遥感等技术手段, 收集线路沿线的地形、地貌数据, 形成高精度的三维模型。在这一模型的基础上, 利用专业的线路设计软件, 对线路走向进行直线化优化。

1.1.2 配电室靠近电气竖井以缩短主干线长度

在配电系统的布局中, 配电室的位置选择对于降低能耗同样至关重要。公司在实践中发现, 将配电室设置在靠近电气竖井的位置, 可以大幅度缩短主干线的长度, 从而减少电能传输的损耗。为实现这一目标, 在配电系统设计阶段就进行了深入的规划和论证。首先分析了区域内用电负荷的分布情况, 确定了电气竖

井的位置。然后, 根据电气竖井的位置, 合理规划配电室的布局, 确保配电室能够尽可能地靠近电气竖井。

1.2 增加功率因数

针对电动机、镇流器等电感性负荷, 公司对其进行了全面的摸底调查, 掌握了各类负荷的功率因数现状。在此基础上, 采取了多种技术手段来提高这些负荷的功率因数。对于电动机, 推广使用了高效节能的电动机, 并通过合理的选型、匹配和调速控制, 使电动机在高效区运行, 从而提高了其功率因数。同时, 对电动机进行了定期的维护和检修, 确保其处于良好的工作状态, 减少因故障或老化导致的功率因数下降。对于镇流器等照明设备, 推广使用了电子镇流器、LED灯具等高效节能产品, 这些产品具有更高的功率因数, 能够显著降低无功功率的消耗^[2]。

1.3 谐波电流控制

1.3.1 抑制谐波电流对电力系统及线路运行的影响

谐波电流的存在, 会导致电网电压和电流的波形发生畸变, 进而引发一系列问题。在公司的实践中, 通过精确的谐波检测与分析, 掌握了电网中谐波电流的分布情况和特征。利用先进的谐波分析仪器和监测系统, 能够实时监测电网中的谐波含量, 为后续的谐波治理提供准确的数据支持。在掌握了谐波电流的具体情况后, 公司采取了一系列措施来抑制谐波电流的影响。优化了电网的结构和布局, 通过合理的电网规划, 减少了谐波电流在电网中的传播和放大。同时, 加强了对电力设备的选型和管理, 优先选用具有谐波抑制功能的设备, 如谐波抑制型变压器、滤波器等, 从源

头上减少谐波电流的产生^[3]。

1.3.2 采用滤波设置减少谐波干扰

为更有效地减少谐波干扰,公司在电网中广泛采用了滤波设置。根据电网中谐波电流的频率和幅值特性,精心设计了滤波器的参数和配置方案,这些滤波器能够有针对性地吸收或反射谐波电流,从而将其从电网中隔离出来,减少谐波对电力设备和线路的影响。在滤波器的选择上,公司注重性价比和实用性,选用了高效、可靠的滤波器产品,还将滤波器与电网中的其他设备进行了有效的整合和优化,确保了滤波器的稳定运行和最佳效果。通过滤波器的应用,公司成功减少了电网中的谐波干扰,提高了电力质量,为电力设备的正常运行和用户的用电安全提供了有力保障。同时,公司还加强了对滤波器的维护和管理,建立了完善的滤波器检修和更换制度。定期对滤波器进行检查和测试,及时发现并处理滤波器存在的问题,确保了滤波器的长期稳定运行和良好性能。

2 输配电线路节能降耗的关键技术

2.1 电网规划设计优化

合理的线路布局和科学的导线选型对于减少线路损耗至关重要。在电网规划设计的初期,公司就高度重视线损控制问题,采用了先进的电网规划软件,结合地理信息系统(GIS)进行精确的地形地貌分析,确保线路走向尽可能直、短,减少不必要的转弯和迂回,从而有效降低线路长度和电阻,减少电能传输过程中的损耗。为进一步控制线路中的线损,公司还引入了实时监测系统,这套系统能够实时采集线路上的电流、电压等关键数据,通过算法分析计算出线路的实际损耗情况,一旦发现异常或高损耗点,系统会立即发出警报,为运维人员提供及时的故障定位和处理依据。此外,公司还充分利用调度自动化系统,根据电网的实际运行状况,指定经济运行曲线。通过优化发电机的出力、调整负荷分配、合理安排电网的运行方式等手段,使电网在最佳经济状态下运行,进一步降低线路损耗^[4]。

2.2 电力变压器节能设计

2.2.1 严格选型,奠定节能基础

电力变压器作为电网系统中的核心设备,其能耗水平的高低直接关系到整个电网的能效表现。为了从根本上降低变压器的能耗,公司在变压器选型环节采取了极为严格的标准,将节能作为首要考量因素。在此背景下,低耗能的变压器成为公司的首选,其中,非晶合金铁芯变压器凭借其卓越的性能脱颖而出。非

晶合金铁芯变压器采用了先进的非晶合金材料制作铁芯,这种材料具有独特的磁学性能,使得变压器在空载和负载状态下的损耗都极低。与传统变压器相比,非晶合金铁芯变压器能够显著降低电网的能耗,为电网的节能降耗工作奠定了坚实的基础。

2.2.2 经济运行,提升能效水平

除了选用低耗能变压器外,公司还高度重视变压器的经济运行管理。为了实现这一目标,公司建立了完善的变压器负载监测系统,定期对变压器的负载情况进行全面、准确的监测。通过深入分析监测数据,结合电网的实际需求,对变压器的运行方式进行了科学合理的优化。在负载较轻的时段,为了降低铁芯中的磁滞损耗和涡流损耗,会适当降低变压器的运行电压,这一措施不仅减少了变压器的能耗,还有效延长了变压器的使用寿命。而在负载较重的时段,则会通过灵活调整变压器的并联运行方式,确保变压器能够高效、稳定地运行,从而满足电网的供电需求^[5]。

2.3 电网无功设计优化

无功功率的流动是导致电网损耗增加的重要原因之一。为了优化电网的无功设计,公司采取了无功补偿技术来控制无功潮流。在电网的关键节点上安装了无功补偿装置,如并联电容器组,这些装置能够根据电网的实际无功需求进行自动投切,确保电网的无功功率得到及时补偿,减少无功功率在电网中的流动。除了并联电容器设置外,公司还采用了串联补偿技术来进一步降低线路损耗。在长距离输电线路中安装了串联补偿装置,这些装置能够补偿线路中的电抗,降低线路的传输阻抗,从而减少线路损耗。此外,还积极推广同塔多回线路设计,这种设计方式能够充分利用杆塔资源,将多条线路架设在同一座杆塔上,不仅节省了土地和杆塔材料,还能通过线路间的电磁耦合作用,降低线路的无功损耗,提高电网的传输效率。

3 节能降耗技术在输配电线路中的实施策略

3.1 提高导线载流水平

3.1.1 材料革新:选用高性能导线

在电力传输过程中,导线的载流水平直接关系到线路的损耗和输电能力。为了有效降低线路损耗并提升输电效率,摒弃了传统的低载流导线,转而采用了一系列高性能导线,如铝合金导线和铜芯铝绞线,这些新型导线以其高导电率和高耐热性著称,能够在相同的输电条件下承载更大的电流。以铝合金导线为例,其导电率可达到铜导线的60%以上,而密度仅为铜的三分之一,这使得铝合金导线在保持较高导电性能的

同时,减轻了线路的重量。此外,铝合金导线还具有良好的热稳定性,能够在较高的温度下保持稳定的电气性能,从而降低了线路的电阻损耗和发热损耗。铜芯铝绞线则结合了铜的高导电性和铝的轻质特性,既保证了导线的导电性能,又降低了线路的成本。

3.1.2 技术升级:应用增容导线技术

为了进一步提高导线的载流水平,引入了增容导线技术,这种技术通过优化导线的结构和材料,使导线在保持原有外径和重量的基础上,具有更高的导电性能和机械强度。具体来说,增容导线采用了特殊的绞线结构和紧凑的排列方式,有效增加了导线的导电面积,从而提高了导线的载流能力。采用增容导线技术后,导线的载流能力可提高 20% 以上,而电阻损耗则相应降低,这不仅显著提升了线路的输电能力,还减少了因线路过载而导致的能耗增加和安全隐患。同时,增容导线的机械强度也得到了显著提升,能够抵御恶劣天气和外部环境对线路的影响,延长了线路的使用寿命。

3.1.3 管理优化:加强导线运维管理

在实施高性能导线和增容导线技术的同时,还注重导线的运维管理。为了确保导线的良好运行状态,定期对导线进行检查和测试,及时发现并处理导线存在的缺陷和问题。测试内容包括导线的电阻、绝缘性能、机械强度等指标,以确保导线满足设计要求和使用标准。此外,还根据导线的实际使用情况,合理调整导线的运行参数。例如,根据线路的实际负载和温度情况,调整导线的电流密度和温度限制,以充分发挥导线的载流潜力。同时,还建立了完善的导线运维档案,对导线的安装、运行、维修等全过程进行记录和管理,为后续的导线维护和更换提供了有力支持。

3.2 采用新型节能材料

新型节能材料的应用,是公司实现输配电线路节能降耗的又一重要手段。紧跟科技发展的步伐,积极引进和推广具有优异节能性能的新型材料。在导线材料方面,除了采用高导电率的金属材料外,还尝试了碳纤维复合材料、纳米材料等新型导线材料,这些材料具有更轻的重量、更高的导电性能和更好的耐腐蚀性,能够显著降低线路的能耗和运维成本。在绝缘材料方面,选用了具有高绝缘性能、低介电损耗的新型绝缘材料,如交联聚乙烯绝缘料、硅橡胶绝缘料等,这些材料能够有效减少线路中的漏电流和介质损耗,提高线路的能效水平。此外,还在电缆附件、金具等配套设备上采用了新型节能材料。选用了具有低摩擦

系数、高耐磨性的材料制作电缆附件,减少了电缆在运行过程中的摩擦损耗;同时,还采用了轻量化、高强度的金具材料,降低了金具自身的能耗和线路的整体重量。

3.3 加强设备维护和管理

设备维护和管理是确保输配电线路节能降耗措施有效实施的关键环节。公司建立了完善的设备维护和管理体系,制定了详细的设备巡检计划,定期对线路中的设备进行全面的检查和维护。通过巡检,能够及时发现并处理设备存在的故障和隐患,确保设备的正常运行和良好状态。同时,还建立了设备故障预警机制,通过实时监测设备的运行参数和状态,提前预测设备可能出现的故障,并采取相应的预防措施。此外,加强了对设备运维人员的培训和管理。定期组织运维人员进行专业技能培训 and 安全教育,提高运维人员的业务水平和安全意识。同时,还建立了完善的运维考核机制,对运维人员的工作绩效进行定期评估和考核,激励运维人员更加积极地投入到设备维护和管理工作中去。

4 结束语

节能降耗技术在电力工程输配电线路中的应用,不仅是对传统电力传输方式的一次革新,也是推动电力行业绿色、可持续发展的关键举措。通过缩减导线长度、增加功率因数、控制谐波电流以及采用新型节能材料等一系列具体措施,有效降低了输配电线路的能耗,提高了电力传输效率,为构建安全、高效、环保的电力系统奠定了坚实的基础。加强设备维护和管理,确保节能降耗措施的长期有效实施,是实现电力行业节能减排目标的重要保障,应继续探索和创新节能降耗技术,为构建绿色低碳的社会贡献力量。

参考文献:

- [1] 胡浩男. 电力工程配电线路节能降耗措施[J]. 中华纸业, 2024, 45(04): 106-108.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 任媛, 张红颖. 电力工程输配电线路中的节能降耗技术措施研究[J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2018(16): 1.