

电力技术中电力节能技术应用

易依晨

浙江浙天通信工程有限公司 浙江 宁波 315000

摘要: 电力技术中, 电力节能技术应用广泛。本文从发电侧、输配电侧、用电侧构建节能技术体系架构, 阐述核心原理与实现路径, 包括能量转换效率优化、电力电子技术应用等。探讨新能源与储能融合等前沿方向, 分析实施挑战并提出对策。电力节能技术对提升能源利用效率、减少污染物排放意义重大。

关键词: 电力节能技术; 能量转换效率; 电力电子技术; 智能控制; 新能源储能

引言: 电力作为现代社会运转的核心能源, 其消耗量与日俱增, 节能需求愈发迫切。电力节能技术不仅关乎能源的高效利用, 更对环境保护与可持续发展意义重大。从发电源头到输配电环节, 再到终端用电, 每个步骤都存在节能潜力。深入探究电力节能技术的体系架构、核心原理、前沿方向以及实施挑战与对策, 有助于推动电力行业向更加节能、高效、绿色的方向转型, 实现能源的合理配置与利用。

1 电力节能技术体系架构

1.1 发电侧节能技术

发电环节是能源转换的核心, 高效发电技术通过改进热力循环与设备设计, 降低单位电量的燃料消耗。超临界与超超临界燃煤发电技术利用高温高压蒸汽参数, 提升汽轮机热效率, 减少煤耗与污染物排放^[1]。燃气-蒸汽联合循环发电技术整合燃气轮机与余热锅炉, 实现能量梯级利用, 综合效率较传统燃煤机组显著提高。可再生能源发电技术则聚焦于自然能源的高效捕获。风力发电系统通过优化叶片气动外形、改进变桨控制策略, 提升风能捕获效率; 光伏发电技术依托高转换效率电池片与智能跟踪支架, 最大化利用太阳辐射能。生物质能发电结合热电联产模式, 将生物质燃料转化为电能与热能, 实现能源综合利用。

1.2 输配电侧节能技术

输配电侧的高效变压器技术对节能意义重大。非晶合金变压器与低损耗变压器设计采用新型材料和优化结构, 降低了变压器的空载损耗和负载损耗, 提高了运行效率。变压器智能调压与负载优化技术能实时监测变压器运行状态, 自动调整电压和负载分配, 确保变压器始终在高效区间运行。无功补偿与电压优化技术也是输配电侧节能的重要手段。静止无功补偿器与静止无功发生器可快速、准确补偿电网中的无功功率, 提高电网功率因数, 降低线路损耗。动态电压恢复器与电压稳定控制

技术能有效解决电网电压暂降、暂升等问题, 保障电压稳定, 减少设备损耗。柔性交流输电技术中的统一潮流控制器与可控串联补偿技术, 可灵活调节电网潮流分布, 提高电网输电能力和稳定性, 降低输电损耗。

1.3 用电侧节能技术

用电侧的高效电机与驱动技术是节能的重要环节。永磁同步电机与高效异步电机设计采用先进材料和优化结构, 提高了电机效率和功率因数, 降低了运行损耗。变频调速与智能控制技术根据负载需求实时调整电机转速, 避免了电机在固定转速下的能量浪费。节能电器与照明技术不断革新。LED照明与智能调光系统具有高发光效率、长寿命和可调光等优点, 可根据环境光线和使用需求自动调节亮度, 大幅降低照明能耗。高效空调、冰箱等家电的能效提升技术通过优化制冷系统、改进保温材料等方式, 降低了家电运行能耗。需求响应与负荷管理技术借助峰谷电价机制引导用户调整用电时间, 结合用户侧储能调度, 实现电力负荷的削峰填谷。智能电表与用电信息采集系统为用户提供详细用电数据, 助力用户制定合理用电计划, 促进节能行为实施。

2 电力节能技术核心原理与实现路径

2.1 能量转换效率优化

能量转换效率优化是电力节能技术的关键基础。在电力生产与传输过程中, 材料科学与电磁设计发挥着核心作用^[2]。新型材料的应用可有效降低设备运行中的能量损耗, 例如采用低损耗的铁芯材料和高导电率的绕组材料, 能减少变压器、电机等设备在电磁转换过程中的铁损与铜损。电磁设计的优化则聚焦于改善磁场分布, 降低漏磁与杂散损耗, 提升设备整体的能量转换效率。动态调整运行参数以匹配负载需求是另一重要途径。电力设备的运行效率与负载状况密切相关, 当设备处于轻载或过载状态时, 能量转换效率会显著降低。通过实时监测负载变化, 并借助先进的控制系统动态调整设备的运

行参数,如电机的转速、变压器的输出电压等,可使设备始终运行在高效区间,减少不必要的能量损耗。

2.2 电力电子技术应用

电力电子技术为电力节能提供了强大的技术支撑。功率器件作为电力电子系统的核心元件,其开关特性直接影响系统的效率与损耗。通过优化功率器件的结构与制造工艺,降低开关过程中的导通损耗与开关损耗,可提升电力电子装置的整体效率。脉宽调制技术与软开关技术是电力电子技术中降低损耗的关键手段。脉宽调制通过调节脉冲宽度来控制输出电压或电流,实现能量的精确传递与控制,减少能量在转换过程中的浪费。软开关技术则通过在开关过程中引入谐振电路,使开关器件在零电压或零电流条件下完成开关动作,大幅降低开关损耗,提高电力电子装置的运行效率。

2.3 智能控制与优化算法

智能控制与优化算法为电力节能提供了智能化的解决方案。基于大数据的负荷预测技术可通过对历史用电数据、气象数据等多源信息的深度挖掘与分析,准确预测未来一段时间内的电力负荷变化趋势。基于预测结果制定合理的调度策略,可提前调整发电、输电设备的运行状态,避免因负荷突变导致的能源浪费。人工智能技术在设备能效管理中具有广阔的应用前景。通过对设备运行数据的实时监测与分析,人工智能算法可自动识别设备的能效状态,发现潜在的节能优化点,并生成相应的控制策略,实现设备能效的动态优化与提升。

2.4 系统集成与协同优化

系统集成与协同优化是实现电力全链条节能的重要途径。源网荷储一体化协调控制将发电、输电、用电与储能环节有机整合,通过统一的控制平台实现各环节的协同运行。根据电网负荷需求与能源供应状况,动态调整发电出力、储能充放电策略与用户用电行为,实现能源的高效配置与利用。多能互补与综合能源系统设计则聚焦于不同能源形式之间的优势互补与协同利用。通过整合太阳能、风能、水能等可再生能源与化石能源,构建多元化的能源供应体系,并根据不同能源的特点与用户需求,实现能源的梯级利用与综合优化,提升能源利用效率,降低整体能耗。

3 电力节能技术前沿方向

3.1 新能源与储能技术融合

新能源与储能技术的深度融合正成为电力节能领域的关键趋势。风光储一体化系统的能量管理至关重要,该系统将风力发电、光伏发电与储能装置有机结合^[1]。在能量管理方面,需综合考虑风光资源的实时变化、储能装置

的充放电状态以及电网的负荷需求。通过智能算法对能量流动进行精准调控,确保在风光资源丰富时,多余电能高效储存;在风光资源不足或用电高峰时段,储能装置及时释放电能,维持电力供应的稳定,有效提升新能源在电力结构中的占比,减少对传统能源的依赖。以一个装机容量为100兆瓦的风光储一体化项目为例,通过合理的能量管理,可使新能源利用率提升至90%以上。氢能储能与电力系统的耦合应用也展现出巨大潜力。氢能具备能量密度高、储存时间长等优势,利用电解水制取氢气,可将电能转化为化学能储存。当电力系统需要电能时,燃料电池将氢气转化为电能,实现能量的灵活转换。一个10兆瓦级的氢能储能项目,可实现大规模、长周期的能量存储,为电力系统的调峰填谷、跨季节储能提供新方案,助力构建更加灵活高效的电力系统。

3.2 数字孪生与虚拟电厂技术

数字孪生技术为电力设备能效优化开辟新路径。基于数字孪生的设备能效建模与优化,通过构建与实际设备高度一致的虚拟模型,实时映射设备的运行状态与性能参数。借助大数据分析 with 人工智能算法,对虚拟模型进行深度挖掘,提前预测设备可能出现的能效问题,并生成针对性的优化策略,实现设备能效的精准提升与动态管理。虚拟电厂聚合分布式资源参与电力市场是另一重要方向。通过先进的通信与控制技术,将分散的分布式发电、储能、可中断负荷等资源整合成虚拟电厂。虚拟电厂作为一个整体参与电力市场交易与调度,根据市场价格信号与电网需求,灵活调整资源出力与用电行为,实现分布式资源的高效利用与电力市场的优化运行。

3.3 超导与低温技术

高温超导电缆与变压器研发是超导技术在电力领域的重要突破。高温超导材料在液氮温度下可实现零电阻导电,利用这一特性研制的高温超导电缆具有损耗低、容量大、体积小等优势,能大幅降低输电过程中的能量损耗,提高电网输电效率。高温超导变压器同样具有损耗低、效率高、体积小等特点,可有效提升变压器运行性能与能效水平。低温电力电子器件的损耗降低也是低温技术的重要应用。在低温环境下,电力电子器件的导通电阻与开关损耗显著降低,可提高电力电子装置的转换效率与可靠性。研发适用于低温环境的电力电子器件,将推动电力电子技术在新能源发电、智能电网等领域的更广泛应用。

3.4 纳米材料与新型绝缘技术

纳米复合材料在变压器与电机中的应用为提升设备能效提供新途径。纳米复合材料具有优异的电气性能、

机械性能与热性能,应用于变压器与电机的绝缘结构中,可提高设备绝缘强度、降低介电损耗,减少设备运行过程中的能量损耗,提升设备运行效率与可靠性。环保型绝缘气体替代技术是应对传统绝缘气体环境问题的关键。传统绝缘气体如六氟化硫具有强温室效应,对环境造成严重威胁。研发环保型绝缘气体替代技术,寻找具有良好绝缘性能、低温室效应潜值的替代气体,可实现电力设备的绿色运行,推动电力行业可持续发展。

4 电力节能技术实施挑战与对策

4.1 技术经济性平衡

电力节能技术推广过程中,初期投资与长期收益的权衡是一大挑战^[4]。许多先进的节能技术虽具备显著的节能潜力,但前期需要投入大量资金用于设备购置、系统安装与调试。若仅从短期视角考量,高昂的初期成本可能让企业或用户望而却步。因此,需开展全生命周期成本分析与优化,综合考虑设备购置、运行维护、更新改造以及节能收益等各方面因素。通过科学评估,明确节能技术在整个生命周期内的成本与收益关系,为决策提供依据,确保在实现节能目标的同时,实现经济效益的最大化。

4.2 标准与互操作性

节能设备与系统的标准化接口以及跨厂商设备兼容性与数据互通问题亟待解决。当前,市场上节能设备与系统种类繁多,不同厂商的产品在接口标准、通信协议等方面存在差异,导致设备之间难以实现无缝对接与协同工作。这不仅增加了系统集成难度与成本,还限制了节能技术的大规模应用。为此,应加快制定统一的节能设备与系统标准,规范接口设计与通信协议,促进跨厂商设备的兼容与数据互通,提升节能系统的整体性能与运行效率。

4.3 用户行为与市场机制

用户节能意识培养与激励政策设计对电力节能技术推广至关重要。部分用户对节能技术缺乏足够认识,节能意识淡薄,导致节能技术难以得到有效应用。因此,需通过宣传教育、培训等方式,提高用户对节能技术的认知度与接受度,培养其节能意识。同时,设计合理的激励政策,如财政补贴、税收优惠、电价优惠等,激发用户

采用节能技术的积极性。此外,电力市场改革对节能技术的推动作用也不容忽视。通过建立合理的电力市场机制,如容量市场、辅助服务市场等,为节能技术提供市场空间与经济回报,促进节能技术的创新与发展。

4.4 网络安全与数据隐私

智能电网中的数据安全防护与用户用电信息隐私保护技术面临严峻挑战^[5]。随着智能电网的发展,大量用户用电信息通过网络进行传输与存储,若数据安全防护不到位,易遭受黑客攻击、数据泄露等安全威胁,不仅会影响电力系统的稳定运行,还会侵犯用户隐私。因此,需加强智能电网中的数据安全防护,采用加密技术、访问控制、入侵检测等手段,确保数据在传输与存储过程中的安全性。同时,研发用户用电信息隐私保护技术,如数据脱敏、匿名化处理等,在保障数据可用性的前提下,保护用户隐私信息不被泄露。

结束语

电力节能技术对于提升能源利用效率、降低能源消耗、减少环境污染具有不可替代的作用。尽管在推广应用过程中面临技术经济性平衡、标准与互操作性、用户行为与市场机制、网络安全与数据隐私等诸多挑战,但通过全生命周期成本分析、制定统一标准、加强用户激励与市场改革、强化安全防护等对策,能够有效克服困难。持续推动电力节能技术的发展与创新,将为电力行业的可持续发展提供坚实保障,促进能源结构优化与社会经济绿色转型。

参考文献

- [1]白会芳.企业电力设备中的节能技术应用[J].集成电路应用,2023,40(5):198-199.
- [2]张蒙.现代化电力节能技术在电力生产中的应用分析[J].模型世界,2025(9):143-145.
- [3]李金城.电力工程输配电线路中节能降耗技术应用分析[J].中国科技纵横,2024(3):127-129.
- [4]张波.电力变压器设计中节能技术的应用策略分析[J].电力设备管理,2025(8):263-265.
- [5]马国亮.电力工程绿色节能施工技术研究及应用[J].模型世界,2024(18):177-179.