

新能源发电系统的能量回收与再利用技术

马鑫俊

国网新疆电力有限公司昌吉供电公司, 新疆 昌吉 831100

DOI:10.61369/WCEST.2026010022

摘 要 : 能量回收与再利用技术作为提升新能源发电系统效能的核心手段,能够有效捕获发电全流程中流失的能量,通过合理的转化与调配实现二次利用,对节约能源、降低发电成本、推动新能源产业高质量发展具有重要意义。本文结合新能源发电系统的运行特点,探讨能量回收与再利用技术的核心内涵、技术体系、应用现状,分析当前技术应用中存在的问题,提出针对性优化路径,最后对技术发展趋势进行展望,为新能源发电系统能量回收与再利用技术的推广应用提供理论参考。

关 键 词 : 新能源发电; 能量回收; 再利用技术; 能源利用效率; 优化路径

Energy Recovery and Reuse Technology in New Energy Power Generation Systems

Ma Xinjun

Changji Power Supply Company, State Grid Xinjiang Electric Power Co., Ltd., Changji, Xinjiang 831100

Abstract : Energy recovery and reuse technology, as a core means to enhance the efficiency of new energy power generation systems, can effectively capture energy lost throughout the power generation process and enable secondary utilization through reasonable conversion and allocation. This technology holds significant importance for conserving energy, reducing power generation costs, and promoting high-quality development in the new energy industry. This paper explores the core connotations, technical systems, and current application status of energy recovery and reuse technology in conjunction with the operational characteristics of new energy power generation systems. It analyzes the existing issues in current technological applications, proposes targeted optimization paths, and finally provides an outlook on the technological development trends, offering theoretical references for the promotion and application of energy recovery and reuse technology in new energy power generation systems.

Keywords : new energy power generation; energy recovery; reuse technology; energy utilization efficiency; optimization paths

引言

在“双碳”目标引领下,全球能源转型进程不断加快,新能源发电凭借清洁无污染、可再生的优势,成为替代传统化石能源、缓解能源危机与环境压力的重要支撑。然而,新能源发电系统受自然条件影响显著,太阳能发电依赖光照强度,风力发电受风速变化制约,水能发电受水文条件限制,这种间歇性导致发电功率不稳定,不仅会造成电网调度困难,还会在能量转换、传输、存储等环节产生大量能量损耗。这些流失的能量若无法得到有效回收,不仅浪费了宝贵的可再生能源,也降低了新能源发电项目的经济效益与环境效益。因此,研发并推广高效的能量回收与再利用技术,成为破解新能源发电瓶颈、提升系统综合效能的关键。

一、新能源发电系统能量损耗的核心场景与回收内涵

(一) 新能源发电系统的能量损耗场景

新能源发电系统的能量损耗贯穿发电、转换、传输、存储全流程,不同类型的新能源发电系统,其损耗场景存在一定差异,但核心损耗环节具有共性。在发电环节,能量损耗主要源于能源捕获不充分,例如太阳能光伏板无法吸收全部太阳辐射能,未被吸收的

能量会以热能形式散失;风力发电机在风速过低或过高时会停止运行,导致部分风能无法被有效捕获。在能量转换环节,光伏逆变器、风电变流器等转换设备在工作过程中,会因自身电阻、电磁损耗等因素,导致部分电能转化为热能流失;水力发电的水轮机在能量转换中,会因水流摩擦、机械损耗等产生能量浪费。

(二) 能量回收与再利用的核心内涵

新能源发电系统的能量回收与再利用,是指通过特定的技术

手段，捕获发电全流程中流失的各类能量，包括热能、电能、机械能等，经过合理的转化、处理与调配，将其重新应用于发电系统自身运行或其他生产生活场景，实现能量的循环利用，提升能源利用效率。能量回收的核心是“捕获”，即通过高效的捕获设备，最大限度地收集流失的能量，减少能量浪费；能量再利用的核心是“转化”，即通过转换技术，将捕获的低品位能量转化为可利用的高品位能量，例如将光伏板散失的热能转化为电能或热能，将输电线路的线损热能回收利用。

（三）能量回收与再利用的核心价值

新能源发电系统的能量回收与再利用技术，具有重要的经济价值、环境价值与产业价值。从经济价值来看，能量回收与再利用能够减少能量浪费，提升发电系统的总发电量与能源利用效率，降低新能源发电的单位成本，提高发电项目的经济效益；同时，回收的能量可用于发电系统自身设备的运行，例如为光伏板降温设备、储能系统供电，减少外部电能的消耗，进一步降低运营成本。从环境价值来看，能量回收与再利用无需额外开采化石能源，也不会增加污染物排放，能够减少能源浪费带来的环境压力，助力“双碳”目标的实现。

二、新能源发电系统能量回收与再利用的核心技术体系

（一）发电环节能量回收技术

发电环节的能量回收技术，核心是提升能源捕获效率，减少能源在捕获过程中的流失，主要针对太阳能、风能、水能等不同新能源发电类型，形成了针对性的回收技术。对于太阳能发电系统，主要采用光伏光热一体化回收技术，通过在光伏板表面设置集热装置，捕获光伏板工作时散失的热能，将光能与热能同步回收，实现电能与热能的协同利用；同时，通过优化光伏板的安装角度与结构，减少太阳辐射能的反射与散射，提升光能捕获效率。对于风力发电系统，采用风能捕获优化技术，通过智能调节风机的叶片角度、转速，扩大风机的工作风速范围，减少因风速不适导致的风能浪费。

（二）转换环节能量回收技术

转换环节是新能源发电系统能量损耗的主要环节之一，该环节的能量回收技术主要针对转换设备的损耗能量，实现回收与再利用。对于光伏逆变器、风电变流器等电力转换设备，采用损耗能量回收技术，通过在转换设备内部设置热能回收装置，捕获设备运行过程中产生的热能，经过热交换处理后，用于供暖、热水供应或转化为电能重新输入电网；同时，优化转换设备的电路结构，降低设备的自身损耗，提升能量转换效率。

（三）传输与存储环节能量回收技术

传输与存储环节的能量回收技术，主要针对输电线路线损、存储设备损耗产生的能量，实现回收与再利用，提升能量传输与存储的效率。在传输环节，采用输电线路线损回收技术，通过在输电线路路上设置线损回收装置，捕获线路电阻产生的热能，经过转化处理后，用于沿线的供暖、照明或重新转化为电能输入电

网；同时，优化输电线路的结构，采用高压输电、超导输电等技术，降低线路线损，减少能量流失。在存储环节，针对储能电池的充放电损耗，采用电池损耗能量回收技术，捕获电池充放电过程中产生的热能与剩余电能，通过热管理系统将热能回收利用，同时通过能量调节装置将剩余电能反馈至储能系统，提升电池的充放电效率。

三、新能源发电系统能量回收与再利用技术的应用现状

（一）太阳能发电系统应用现状

太阳能发电系统是能量回收与再利用技术应用最广泛的领域之一，目前已形成了较为成熟的应用模式。光伏光热一体化技术作为太阳能发电环节的核心回收技术，已在各类光伏电站中得到初步推广，通过同步回收光能与热能，实现了能源的多用途利用，提升了光伏系统的综合效能。在转换环节，逆变器损耗能量回收技术已逐步应用于大型光伏电站，通过回收逆变器产生的热能，用于电站的办公供暖、设备保温等，减少了外部能源的消耗。在存储环节，电池损耗能量回收技术与光伏储能系统相结合，有效提升了储能电池的利用效率，减少了充放电过程中的能量浪费。

（二）风力发电系统应用现状

风力发电系统的能量回收与再利用技术，主要集中在发电环节与转换环节，目前应用范围正在逐步扩大。在发电环节，风能捕获优化技术已成为大型风电场的标配，通过智能控制风机的运行状态，减少了风能浪费，提升了风机的发电效率；同时，风机剩余机械能回收技术也在逐步试点应用，实现了停机状态下剩余能量的回收利用。在转换环节，变流器损耗能量回收技术已应用于部分大型风电场，通过回收变流器产生的热能，用于风电场的设备防冻、工作人员供暖等，降低了运营成本。

（三）其他新能源发电系统应用现状

除太阳能、风力发电系统外，水能、生物质能等其他新能源发电系统的能量回收与再利用技术，也在逐步发展与应用。在水力发电系统中，尾水能量回收技术、水轮机损耗回收技术已在部分水电站中应用，通过回收尾水的剩余能量与水轮机的损耗能量，实现了二次发电，提升了水电站的能源利用效率；同时，水流摩擦热能回收技术也在试点应用，用于水电站的供暖与热水供应。

四、新能源发电系统能量回收与再利用技术面临的困境

（一）技术层面的核心困境

技术层面的困境是制约新能源发电系统能量回收与再利用技术推广应用的核心因素。一方面，能量回收效率偏低，目前多数回收技术只能捕获部分流失的能量，对于低品位热能、微量电能等的捕获效率较低，无法实现能量的充分回收；同时，能量转换技术不够成熟，部分转换设备的转换效率不高，导致回收的能量

无法有效转化为可利用的能量形式，造成二次能量浪费。另一方面，技术兼容性较差，不同类型的新能源发电系统，其能量损耗场景、能量形式存在差异，但目前多数回收技术具有较强的针对性，无法适配多种类型的新能源发电系统；同时，回收技术与发电系统、储能系统的融合度不高，容易出现系统冲突，影响发电系统的正常运行。

（二）成本层面的核心困境

成本过高是限制能量回收与再利用技术规模化应用的重要因素。能量回收与再利用技术的应用，需要投入大量的资金用于设备购置、系统改造、安装调试等，例如光伏光热一体化设备、线损回收装置等的成本较高，增加了新能源发电项目的初始投资。同时，回收系统的运营维护成本也较高，回收设备的运行需要定期进行检修、维护，否则会影响回收效率与设备寿命，而维护过程中需要投入大量的人力、物力与财力。此外，能量回收与再利用的收益周期较长，新能源发电项目本身的投资回报周期就相对较长，加上回收系统的投入，进一步延长了项目的收益周期，降低了投资者的积极性。

（三）政策与市场层面的核心困境

政策与市场层面的支持不足，也制约了能量回收与再利用技术的发展。在政策层面，目前针对新能源发电系统能量回收与再利用技术的扶持政策较少，缺乏专项的补贴、税收减免等激励政策，无法有效调动企业与投资者的积极性；同时，相关的行业标准与规范不完善，对于回收技术的性能指标、应用要求、安全标准等没有明确的规定，导致技术应用缺乏统一的规范，市场秩序较为混乱。在市场层面，能量回收与再利用技术的市场认可度不高，部分企业对该技术的节能增效价值认识不足，缺乏应用意愿；同时，市场上缺乏完善的交易机制，回收的能量无法通过合理的渠道实现价值变现，进一步降低了企业应用该技术的积极性。

五、新能源发电系统能量回收与再利用技术的优化路径与发展趋势

（一）技术层面的优化路径

技术层面的优化，是提升能量回收与再利用技术效能的核心举措。首先，加大核心技术研发投入，聚焦能量捕获、转换、调配等关键环节，研发高效的捕获设备与转换技术，提升低品位能量、微量能量的捕获与转换效率，减少二次能量浪费；同时，加强自主研发能力建设，突破核心技术与关键设备的进口依赖，降

低技术成本。其次，提升技术兼容性，研发适配多种新能源发电系统的通用型回收技术，加强回收技术与发电系统、储能系统的融合设计，优化系统结构，避免系统冲突，提升系统的协同运行效率。最后，加强技术创新与成果转化，建立产学研融合的创新体系，推动高校、科研机构与企业的合作，加快技术成果的产业化应用，提升技术的成熟度与实用性。

（二）成本层面的优化路径

成本层面的优化，主要是通过多种方式降低技术应用的初始投资与运营维护成本，提升项目的经济效益。首先，优化回收设备的设计与生产工艺，采用新型材料与先进制造技术，降低设备的生产成本；同时，推动回收设备的规模化生产，通过规模效应降低单位设备成本。其次，优化回收系统的运营维护模式，建立智能化的维护体系，通过远程监控、智能诊断等技术，减少维护次数与维护成本，延长设备寿命；最后，拓宽融资渠道，鼓励社会资本参与能量回收与再利用技术的投资与建设，通过政府引导、企业主导、社会参与的方式，缓解资金压力，缩短项目收益周期，提升投资者的积极性。

（三）政策与市场层面的优化路径及发展趋势

政策与市场层面的优化，主要是通过完善政策支持体系、规范市场秩序，为技术发展提供良好的环境。在政策层面，制定专项的扶持政策，加大对能量回收与再利用技术研发、应用的补贴力度，实施税收减免、信贷支持等激励政策，调动企业与投资者的积极性；同时，加快完善行业标准与规范，明确回收技术的性能指标、应用要求与安全标准，规范市场秩序，引导技术健康发展。在市场层面，加强宣传推广，提升企业与社会对能量回收与再利用技术的认识，提高市场认可度；同时，建立完善的能量交易机制，推动回收能量的价值变现，提升技术应用的经济效益。

六、结束语

新能源发电系统的能量回收与再利用技术，是提升能源利用效率、推动新能源产业绿色低碳发展的重要支撑，能够有效解决新能源发电过程中的能量浪费问题，实现能量的循环利用，兼具经济效益、环境效益与产业价值。本文通过对新能源发电系统能量回收与再利用技术的全面探讨，明确了能量损耗的核心场景与回收内涵，梳理了发电、转换、传输与存储环节的核心技术体系，分析了技术应用现状与面临的困境，提出了技术、成本、政策与市场层面的优化路径，并展望了技术的未来发展趋势。

参考文献

[1]周传，周运. 可再生新能源风光互补发电系统的研究应用 [J]. 中国战略新兴产业，2026，(01): 157-159.
[2]宋可. 多能互补新能源电力系统运行优化与仿真分析 [J]. 光源与照明，2025，(12): 124-127.
[3]李文康. 新能源并网中电力工程电气保护配置方案研究 [J]. 电力设备管理，2025，(24): 166-168.
[4]杨雅君. 基于新型电力系统的新能源发电功率预测准确率计算方法 [J]. 电气技术与经济，2025，(12): 393-395.
[5]杨宇. 智能技术在新能源发电设备仪器故障诊断与健康管理系统中的价值探究 [J]. 仪器仪表用户，2025，32 (12): 109-111.