

新能源发电技术应用及效率提升分析

张中杰

华电新能源集团股份有限公司山西分公司, 山西 太原 037000

DOI:10.61369/WCEST.2026030038

摘 要： 在能源结构转型加速推进的背景下，新能源发电已成为电力供应体系的重要组成部分。当前风电、光伏、生物质能、氢能等技术不断成熟，应用场景持续拓展，但发电效率受环境、设备、控制策略、运维水平等多种因素影响较大，整体利用效率仍有较大提升空间。本文围绕主要新能源发电技术的实际应用，系统分析影响发电效率的关键因素，从设备优化、控制策略、运维管理、系统匹配等多个维度提出具体可落地的提升措施，为各类新能源发电项目稳定高效运行提供切实可行的参考依据。

关 键 词： 新能源发电；技术应用；发电效率；效率提升

Analysis on the Application and Efficiency Improvement of New Energy Power Generation Technologies

Zhang Zhongjie

Shanxi Branch of Huadian New Energy Group Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi 037000

Abstract： Against the backdrop of accelerated energy structure transformation, new energy power generation has emerged as a crucial component of the electricity supply system. Currently, technologies such as wind power, photovoltaics, biomass energy, and hydrogen energy are continuously maturing, with their application scenarios expanding steadily. However, the power generation efficiency is significantly influenced by various factors, including environmental conditions, equipment performance, control strategies, and operational maintenance levels, leaving substantial room for overall efficiency improvement. This paper focuses on the practical application of major new energy power generation technologies, systematically analyzing the key factors affecting power generation efficiency. It proposes specific and actionable measures for enhancement from multiple dimensions, including equipment optimization, control strategies, operational maintenance management, and system matching, providing practical reference for the stable and efficient operation of various new energy power generation projects.

Keywords： new energy power generation; technology application; power generation efficiency; efficiency improvement

引言

全球能源转型不断深入，传统化石能源供应压力越来越大，环保减排要求越来越高，新能源发电正处在规模化推广和高质量发展阶段。风电、光伏、生物质发电等主要的新能源技术在电网供电、工业生产、民用供电等各个领域得到广泛的应用，装机容量逐年增长。新能源发电受自身特性的影响，存在间歇性、波动性、地域性三个主要特点，效率受到光照、风速、温度、湿度、设备老化、运维水平等众多因素的共同影响。提高新能源发电效率，对提高发电项目经济效益、提高电网对新能源的接纳能力、推动能源绿色低碳转型起直接且重要的作用。

一、主要新能源发电技术应用现状

（一）光伏发电技术应用

光伏发电是利用半导体光电效应把太阳能直接转换成电能的一种方式，建设形式多种多样，主要有集中式地面电站、分布式屋顶光伏、农光互补、渔光互补等。目前，光伏组件以单晶 PERC

组件为主，转换效率较高，TOPCon、异质结等新型高效组件技术正在逐渐推广使用，发电效率得到进一步提高。逆变器是核心设备，正朝着组串式、大功率集中式、集散式方向发展，可以准确地满足各种场景下的发电需求^[1]。光伏发电系统结构简单、建设周期短、日常维护方便，在城市、乡村等各种场合都有应用，是目前我国装机容量最大的新能源发电方式。

（二）风力发电技术应用

风力发电依靠风机叶片捕获风能，使发电机转动，产生电能，分为陆上风电和海上风电两种。陆上风电布局范围广，不受海域条件的限制，单机容量不断增大，目前大兆瓦机组成为行业的主流，适合更多地区风能资源的利用。海上风电依靠广阔的海域稳定的风能，但是受到海域环境的影响，建设难度和运维成本都比较高^[2]。风机技术不断更新，向长叶片、高塔筒、智能化控制的方向前进，对低风速区域的适应性越来越强。

（三）生物质能发电技术应用

生物质发电是以秸秆、林业废弃物、生活垃圾、沼气等可再生生物质为燃料，通过直燃发电、混燃发电、气化发电等方式实现能源转换。由于生物质燃料的来源是分散的，所以收集半径对项目经济性的影响很大，因此生物质发电机组的规模一般都较小，多为县域和农业区域电网所用。生物质发电具有燃料可再生、减污降碳、就近消纳等特点，在农业集中地区和县域电网中应用较多。发电时燃料品质、热值变化、燃烧控制等都会影响到运行的稳定性，造成各个项目发电效率存在较大差别。

（四）其他新能源发电技术应用

除主流技术之外，氢能发电、光热发电、地热能发电等新型新能源发电技术目前还处在示范推广阶段。光热发电利用聚光集热装置产生高温蒸汽，驱动汽轮机发电，配备储热系统后可以实现连续稳定的输出，很好地解决了光伏、风电的间歇性问题。氢能发电主要依靠燃料电池或者燃气轮机进行运行，清洁无污染、调节速度快等特点，使其适合用在应急电源和微电网特殊场合。地热发电受地质条件影响较大，应用范围较集中，总体规模小，效率提高主要是依靠换热系统和循环工艺的改进升级。

二、影响新能源发电效率的主要因素

（一）自然环境条件限制

自然环境是决定新能源发电效率的外部因素，并且具有不可控性。光伏发电受光照强度、日照时长、遮挡情况、环境温度的影响很大，温度过高会使光伏组件功率下降，降低发电效率。风电受风速、风向、风频、空气密度等影响，低风速、湍流天气、暴雨、暴雪等恶劣天气都会使风能捕获效率和发电稳定性大大降低。生物质发电受燃料含水率、灰分、杂质比例的影响较大，燃料品质变化会使得燃烧效率降低、机组负荷下降，影响整个发电水平^[3]。自然条件的波动是造成新能源发电效率不稳定的主要外部因素。

（二）发电设备性能差异

发电设备性能决定新能源发电系统的整体效率，不同的设备性能会造成发电效率有明显的差别。光伏组件的转换效率存在固有的差别，衰减率、封装质量、耐候性等都会影响到长期的发电表现和使用寿命。逆变器自身存在能量损耗，MPPT跟踪精度、响应速度、散热都会影响直流电能到交流电能的转换效率。风机叶片的气动设计、发电机效率、变桨偏航控制精度等都会影响风能捕获和能量转换的效率。生物质发电时，锅炉、汽轮机、脱硫

脱硝设备的效率不高，造成大量的能量浪费。

（三）系统匹配与控制策略不足

系统匹配不合理、控制策略滞后都会造成很大的效率损失，影响整个新能源发电系统的效能。光伏发电时光伏阵列的朝向、倾角、间距设计不合理会造成光照被遮挡或者接收量不足，导致发电量降低。线路损耗、阻抗不匹配、接地不良等问题都会造成电能的浪费，降低发电的利用率。风电项目中风机控制策略过于保守，变桨响应速度慢，会造成有效风能的浪费，影响发电效率。生物质发电时，锅炉燃烧空燃比不合适、蒸汽参数起伏、负荷调节缓慢，会造成能量转换不充分，缺少智能化协调控制，不能依照环境变化及时改善运行，加大效率损耗。

（四）运维管理水平不足

运维管理不到位属于造成新能源发电效率不断下滑的重要因素。光伏发电时，光伏组件表面的灰尘、积雪、鸟粪等遮挡物不能及时清除，会造成组件透光率下降，发电量减少。设备接头老化、绝缘性能下降、散热不良等未及时处理，会造成设备发热，使能量损耗增大。风电项目风机润滑、紧固、传动系统检查不到位会引发部件卡滞、能量损耗增大、故障停机等^[4]。各类新能源发电项目普遍存在缺少定期性能检测、效率分析、故障预警的问题，造成设备长期带病运行，效率逐渐衰减，故障停机时间增多，降低整体发电效率。

（五）电网接入与调约束

由于新能源发电具有间歇性的特点，所以电网接入条件对发电利用效率有直接的影响。由于电网建设落后等原因造成一些地区存在限电、调压、调频等问题，使新能源机组不能全部满发，造成可发电能力的浪费。储能系统配置不够或者协同控制不好，不能很好地平抑新能源出力的波动，造成弃风弃光比较严重。微电网和配网的接纳能力较小，调节响应速度慢，不能及时匹配新能源出力的变化。缺少快速调节、功率预测、协同调度等机制，使可发电量不能全部上网利用，造成很大的效率损失。

三、新能源发电效率提升具体措施

（一）优化设备选型与组件配置

提高新能源发电效率，首先要改善设备选型、组件配置，从源头上减小效率损耗。光伏发电项目应选用高转换效率、低衰减率的光伏组件，在不同的应用场景下合理配置单晶、TOPCon、异质结等不同类型的光伏组件，以最大程度上利用光照。逆变器选择高MPPT精度、低自身损耗、宽电压范围的产品，可以有效地减少交直流转换过程中能量的损耗。风电项目使用适合低风速区的大兆瓦机组，改进叶片气动设计，提高风能捕获率^[5]。生物质发电项目使用高效的锅炉、汽轮机，对燃烧系统和换热装置进行优化设计，降低能量转换过程中损耗的比重，保证设备参数的匹配度合理，防止出现由于设备不兼容产生的额外效率损失。

（二）改进系统设计与安装布局

精细化系统设计和科学安装布局属于提高新能源发电效率的关键部分。光伏发电项目要改善光伏阵列的朝向、倾角、间距，

避开建筑物、树木等遮挡物，提高全年光照接收总量。改善线缆选择和布线方式，减小直流线缆长度，削减线路传输损耗。风电场要改善机位布置，科学安排风机间距，削减风机尾流互相干扰，提升全场总的发电效能。生物质发电项目要改善燃料收集、储存、预处理系统布局，严格控制燃料含水率和杂质含量，给高效燃烧提供保证。经过细致的设计和科学的布置，使系统对环境资源的捕捉和利用得到全面的提高。

（三）应用智能化控制策略

智能化控制策略可以迅速调节运行，提升新能源发电效率。光伏发电使用先进的 MPPT 控制算法提高光照、风速变化时的效率跟踪能力，保证组件一直处在最佳发电状态。风电项目采用智能变桨、偏航、转矩控制技术，根据风速、风向的变化调节风机的运行参数，保证风机一直处在最佳的工作状态中，最大限度地提高风能的利用率。生物质发电建设燃烧自动调节系统，实时调节空燃比，使燃料充分、高效地燃烧，降低能量损失。建立准确的预测模型，在气象数据出来前就改变运行策略，保证发电的稳定和高效。

（四）强化高效运维与清洁管理

加强高效运维、清洁管理，能有效减缓设备效率下降的速度，保证系统长时间高效运转。建立完善的定期巡检、清洁、维护制度，及时清除光伏组件表面的遮挡物，保证光伏组件表面透光率，防止由于遮挡造成的效率损失。定时对电气接头紧固，察看设备的绝缘，保养散热系统，削减设备发热损耗，延长设备寿命。对风机的传动、润滑、液压系统定期进行保养，减少机械损耗，防止因部件故障造成的停机降效。创建设备健康监测和故障预警平台，对设备运行状况实施动态监控，提前消除安全隐患，推行标准化的运维模式，缩减故障停机时间，保持设备长久高效运转的状态。

（五）配置储能系统提升利用率

配置储能系统可以解决新能源的间歇性问题，提高发电利用率。新能源发电项目配套建设锂电池、飞轮、光热储热、氢能储能等各种储能系统，可以很好地平抑新能源出力的波动。在发电高峰时段，把多余的电能储存起来，在弱风、弱光等发电低谷时段释放能量，有效地减少了弃风弃光的现象，提高了发电的利用率。储能系统同发电系统协同控制，完成削峰填谷、调压调频的任务，改善新能源发电的上网稳定性，加强电网对新能源的接纳程度，进一步提高整个发电效率。

（六）推进节能降耗与技术改造

对存量新能源电站进行节能降耗和技改，是挖掘效率提升潜力的一种方式。对老旧电站逐步更换低效的组件、逆变器和风机部件，提高设备基础效率。改进换热系统、保温结构、蒸汽管路的设计，减小热量的散失，提高能量的利用率。采用节能型辅机、水泵、风机等设备，降低厂用电率，减少自身能量消耗。采

用数字化管理平台对发电效率进行实时监测、分析和优化，准确找到效率损耗点并加以改进。依靠不断的技术更新和节能降耗，最大限度地发挥出存量项目在效率上的提升空间。

四、不同类型新能源发电效率提升重点

（一）光伏发电效率提升重点

光伏发电效率提高以降遮挡、降温度、降损耗为主要目的，从各个环节入手进行精准发力。加强光伏组件日常清洁与保养工作，清除光伏组件表面遮挡物，改善光伏组件散热条件，降低高温环境下的功率衰减，提高光伏组件发电稳定性。优化逆变器的运行方式，合理调节工作参数，降低待机损耗和夜间损耗，提高交直流转换效率。定期对组件、逆变器进行性能检测，及时更换低效和故障的设备，防止由于设备问题造成的效率降低。

（二）风力发电效率提升重点

风力发电效率的提高主要是通过提高风能捕获、降低机械损耗、优化控制策略实现。优化风机叶片气动性能，使用新型叶片材料和设计，提高低风速区域的风能捕获能力，扩大风电的应用范围。加强齿轮箱、发电机、轴承等重要部件的保养工作，定时做润滑和检测，减少机械磨损、能量损耗。采用先进的变桨、偏航控制算法，根据风速、风向实时调节风机的状态，保证最佳的迎风角度，提高风能利用率。

（三）生物质发电效率提升重点

生物质发电效率的提高主要依靠燃料预处理、高效燃烧、参数稳定三个主要环节实现，达到提高能量转换效率的目的。严格控制燃料的含水率和杂质含量，加强燃料预处理工作，提高燃料品质和热值的稳定性，为高效燃烧打下基础。优化炉膛燃烧组织，调节燃烧参数，改善空燃比，保证燃料充分燃烧，减少未燃尽损失。保证蒸汽压力、温度等主要参数的稳定，提高汽轮机能量转换效率，减少热量损失。

五、结论

新能源发电效率受到自然环境、设备性能、系统匹配、运维管理、电网接入等因素的影响，提高的空间很大。光伏发电、风力发电、生物质发电等不同种类的新能源技术，可以依靠改进设备选型、细致系统规划、采用智能控制、加强高效运维、配备储能装置等方式提高发电效率。根据不同的新能源项目的技术特点和应用场合，从关键的制约环节入手，制定出不同的提高效率的方法。持续推动新能源发电效率的提高，可以有效地提高新能源的利用水平，降低度电成本，提高发电项目的经济效益。

参考文献

- [1] 李帅. 多场景下新能源光伏发电技术应用模式的探索 [J]. 中国战略新兴产业, 2025, (21): 57-59.
- [2] 刘佳. 智能技术在新能源发电设备故障诊断中的应用 [J]. 新发现, 2025, (13): 13-15.
- [3] 刘子剑, 杨硕, 王霁雪, 等. 我国风光新能源发展形势展望 [J]. 中国煤炭, 2025, 51(07): 39-44.
- [4] 黄辉. 新能源发电侧储能技术探析 [J]. 电力设备管理, 2025, (12): 156-158.
- [5] 曹侃, 潘至阳, 王建文. 新能源风力发电系统中储能技术的应用探索 [J]. 应用能源技术, 2025, (06): 94-96.