

市场化改革背景下新能源企业技术突破路径研究

查显宝

国能思达科技有限公司 北京 100010

摘要：随着中国新能源产业从政策驱动向市场驱动转型，2025年《关于深化新能源上网电价市场化改革促进新能源高质量发展的通知》的发布标志着我国新能源发展进入全新阶段。本文系统分析了电价市场化改革对新能源企业提出的技术挑战与机遇，从功率预测与智能控制技术、风电技术的创新前沿、光伏发电效率的进阶之路多个维度，深入探讨了新能源企业在市场化环境下的技术突破路径。研究表明，面对电价波动加剧和市场竞争压力，新能源企业必须通过技术创新实现降本增效、提升电力品质、增强市场响应能力，才能在市场化改革中占据有利地位。本文提出的技术突破框架不仅为新能源企业应对市场化挑战提供了系统性解决方案，也为政策制定者完善新能源支持体系提供了参考依据。

关键词：136文件；新能源；电价市场化改革；智能控制技术；光伏发电效率

引言

2025年初，国家发展改革委、国家能源局联合发布《关于深化新能源上网电价市场化改革促进新能源高质量发展的通知》（发改价格〔2025〕136号），标志着中国新能源发展进入全面市场化新阶段¹。这一改革的核心在于推动风电、太阳能发电等新能源上网电量全面进入电力市场，上网电价通过市场交易形成，不再依赖政府定价或补贴¹。根据通知要求，2025年6月1日将成为分水岭，此前投产的存量项目与之后投产的增量项目将实行差异化政策，但最终都将走向全面市场化定价¹。这一根本性变革对新能源企业的技术发展路径提出了全新要求。

当前，中国新能源产业已实现跨越式发展。截至2024年底，全国新能源发电装机规模约14.1亿千瓦，占全国电力总装机规模的40%以上，首次超过煤电装机容量。然而，随着规模扩大，固定电价模式暴露出的问题日益凸显：价格信号失真导致资源配置效率低下，新能源不承担系统调节成本，以及不同技术类型、不同时期项目间的收益不平衡等问题。市场化改革正是为了解决这些结构性矛盾，通过价格信号引导新能源行业从“规模扩张”向“质量效益”转型。

在这一转型过程中，技术创新将成为新能源企业对市场化挑战的核心竞争力。传统依靠政策保护、固定

收益的发展模式将难以为继，企业必须通过技术突破实现降本增效、提升电力品质、增强市场响应能力。从国际经验看，欧美成熟电力市场中的新能源企业普遍通过技术创新来应对价格波动和市场风险，如通过功率预测精度提升参与日前市场，通过储能配置平抑出力波动，通过数字化手段优化交易策略等。

本研究旨在系统分析电价市场化改革背景下新能源企业面临的技术挑战与机遇，构建新能源企业技术突破的理论框架，并提出具体实施路径。研究将围绕以下核心问题展开：市场化电价形成机制对新能源技术发展提出了哪些新要求？新能源企业应在哪些关键技术领域寻求突破？如何构建支撑市场化竞争的技术创新体系？回答这些问题，不仅有助于新能源企业在转型期明确技术发展方向，也为政策制定者完善市场化环境下的新能源支持体系提供参考。

一、市场化环境下的技术挑战

全面市场化定价将显著增加新能源发电的价格波动风险。与传统火电相比，风电、光伏发电具有显著的间歇性和波动性特点，其出力曲线与电力需求曲线往往不匹配。特别是在光伏发电集中的午间时段，电力供应大幅增加导致价格明显降低，而在晚高峰电价较高时段光伏又几乎没有发电能力。这种结构性错位意味着，在纯能量市场中，新能源项目实际可获得的收入可能大幅低于标杆电价时期的水平。据行业分析，在市场化环境

作者简介：谢耀东、国家能源集团主任级专职董事，高级工程师，研究方向：新能源技术的开发应用及推广。

下，新能源企业面临的价格波动幅度可能达到传统模式的3-5倍，这对企业的成本控制和优化提出了极高要求。

参与电力市场交易本身也构成技术挑战。根据改革要求，新能源项目可报量报价参与交易，也可接受市场形成的价格。这意味着企业需要具备精准的发电功率预测能力、灵活的市场策略制定能力和高效的交易执行能力。现货市场对发电企业的技术要求尤为严苛：需要提前一天或数小时提交发电计划，并根据实时价格信号调整出力。目前，我国新能源场站的预测精度与理想水平仍有差距，特别是针对极端天气事件的预测可靠性不足，这将直接影响企业参与市场竞争的能力和收益。如下表所示：

表 1

改革要素	技术挑战	技术机遇
全面市场化定价	价格波动风险加剧；出力与价格曲线错配	高比例新能源电力系统技术创新；市场化收益模式创新
差价结算机制	短期可能延缓技术升级动力；需适应复杂结算规则	提供过渡期缓冲；促进平稳转型
绿证与电价脱钩	传统补贴模式终结；环境价值需独立实现	绿色溢价市场化；低碳技术价值显性化
储能非强制要求	系统平衡责任需自行承担	灵活资源组合创新；储能技术经济性优化

总体而言，2025年电价市场化改革通过重构价格形成机制和收益模式，将对新能源技术发展产生深远影响。新能源企业需要准确识别政策背后的技术信号，将市场化压力转化为创新动力，在全面竞争的环境中构建可持续的技术优势。下一章将深入分析新能源企业应对市场化挑战的关键技术突破方向。

二、发电效率提升与成本控制技术突破

在电价市场化改革背景下，新能源发电效率提升与成本控制不再仅仅是企业追求利润最大化的自主选择，而是决定企业生存与发展的关键能力。随着上网电价完全由市场供需决定，新能源企业之间的竞争将首先体现在发电成本的竞争上，只有那些能够以更低成本提供电力的企业才能在市场价格波动中保持合理利润空间。根据改革要求，2025年6月1日后投产的增量项目需要通过市场化竞价获取机制电价资格，报价越低的中标概率越高，这将直接激励企业不断降低发电成本。

（一）光伏发电效率的进阶之路

光伏电池转换效率的提升是降低平准化度电成本

(LCOE)的核心途径。当前主流PERC电池的效率已接近24%的理论极限，行业正在向TOPCon、HJT（异质结）和钙钛矿等新一代技术突破。市场化改革加速了高效率技术的商业化进程，据行业测算，电池转换效率每提高1个百分点，项目LCOE可下降约5%-7%³。特别值得关注的是钙钛矿光伏技术的突破，其理论效率极限可达33%，远高于晶硅电池，且具备生产成本低、弱光性能好、可柔性制备等优势。2025年电动汽车百人论坛上展示的最新光伏-储能一体化解决方案表明，钙钛矿与晶硅叠层电池的实验室效率已突破32%，预计2027年可实现规模化量产，这将为光伏电站带来革命性的效率提升。

光伏系统层面的优化同样蕴含巨大降本潜力。通过智能跟踪支架系统的应用，光伏电站可提高15%-25%的发电量。新一代AI驱动的跟踪算法不仅考虑太阳位置，还综合天气预测、电价曲线等因素优化面板角度，实现发电收益最大化而非简单的发电量最大化。在组件排布方面，采用高密度布局设计和动态间距调整技术，可使土地利用效率提升20%以上，显著降低BOS（系统平衡部件）成本。这些系统级创新在市场化环境下价值凸显，因为单位面积发电量的提升直接转化为单位度电成本的下降和市场竞争力的增强。

（二）风电技术的创新前沿

风电领域的技术突破同样聚焦于能量捕获效率的提升和运维成本的降低。在风电机组大型化趋势下，2025年陆上风电机组单机容量已突破10MW，海上风电达到18MW以上。更大的风轮直径和更高的塔筒高度使机组能够捕获更多风能，据行业数据，风轮直径每增加10米，年发电量可提升约8%-10%。金风科技、远景能源等领先企业正在研发基于碳纤维材料的超长叶片技术，解决传统玻璃钢叶片在长度增加时面临的重量和强度问题。另一方面，在役机组可通过智能化改造实时捕捉每个机位最优桨距角、最优增益系数、转矩控制、变桨控制最优 K_p 、 K_i 、 K_d 值，以及风速预测等，实现每一台风力发电机组性能及动态功率曲线最优。

风电的智能化运维技术对降低LCOE同样至关重要。传统定期维护模式成本高昂且效率低下，而基于大数据和AI的预测性维护系统可实时监测机组健康状态，精准识别潜在故障，减少非计划停机时间。根据行业案例，智能化运维可使风电场的可用率从传统的97%提升至99%以上，运维成本至少降低20%-30%。市场化改革后，发电量的每一度损失都直接转化为收入损失，这使

得运维效率的技术价值被倍数放大。一些领先企业已开始探索“黑灯风场”模式，通过无人机巡检、机器人维护和远程集中监控，大幅减少现场人工需求。

（三）系统灵活性与电网适配性技术突破

新能源上网电价市场化改革的深入推进，使得电力系统的灵活性价值日益凸显。与传统电源相比，风电、光伏发电具有显著的间歇性和波动性特征，这种特性在市场化环境下可能导致严重的价格风险。当新能源集中发电时，市场供过于求往往导致电价大幅下跌甚至出现负电价；而在系统需要灵活调节资源的时段，新能源又无法提供稳定出力。改革方案虽然建立了差价结算机制作为过渡安排，但明确提出了“条件成熟时择机退出”的长期方向，这意味着新能源企业必须通过技术创新主动增强系统灵活性，而非长期依赖政策保护。

（四）功率预测与智能控制技术

高精度功率预测是新能源参与电力市场的基础能力。改革要求新能源项目“可报量报价参与交易”，这对发电预测的准确性和时效性提出了严格要求。传统的统计预测方法在复杂气象条件下误差较大，而基于数值天气预报（NWP）与机器学习融合的新一代预测系统可将短期（0-72小时）预测误差控制在5%以内。特别是针对极端天气事件的预测可靠性提升，可帮助新能源企业规避因发电计划偏差导致的考核费用和市场损失。一些领先企业已开始探索“集合预测”技术，通过同时运行多个预测模型并评估不确定性，为市场报价决策提供概率性参考。

新能源场站的智能控制系统是实现灵活出力的关键。通过将功率预测、市场报价、设备状态监测等系统有机整合，构建“感知-决策-执行”闭环控制架构。当市场价格信号发生变化时，控制系统可自动调整储能充放电策略、光伏逆变器输出曲线或风机运行参数，实现收益最大化。这种智能控制模式可在市场化环境下灵活响应价格信号，提高整体运营效益。

（五）多能互补与虚拟电厂技术

多能互补系统通过整合不同特性的能源品种，有效平抑单一新能源的出力波动。常见的互补模式包括“风光储”、“水光储”、“风光火储”等。设计优良的多能互补系统可使整体出力曲线更贴近负荷需求，从而在电力市场中获得更优的价格。以“光伏+储能”为例，通过

将午间过剩的太阳能电力储存并在晚高峰释放，既可缓解电网调峰压力，又能捕获更高的峰谷价差收益。随着市场化改革深入，新能源企业需要从单一的发电商转型为综合能源服务商，通过多种能源的协同优化提升整体市场竞争力。

虚拟电厂（VPP）技术为分布式新能源参与市场提供了高效途径。VPP通过先进的信息通信技术和软件系统，将地理上分散的分布式电源、储能系统、可控负荷等聚合起来，作为一个特殊电厂参与电力市场。虚拟电厂不仅能够实现分布式资源的规模效益，还可提供调频、备用等辅助服务，创造多元化的收入来源。随着电改推进，虚拟电厂运营商可通过与新能源企业合作，帮助其优化市场策略、降低交易成本。

新能源企业增强系统灵活性的技术路径选择需考虑地域特点和市场规则。在现货市场成熟地区，应重点发展响应速度快的灵活性资源（如电池储能、需求响应）；而在中长期市场主导区域，则可侧重出力曲线整形技术（如多能互补、预测算法优化）。此外，改革方案明确要求“不得将配置储能作为新建新能源项目核准、并网、上网等的前置条件”，这赋予企业更大的技术路线选择权，可根据项目经济性自主决定灵活性资源的配置方式和规模。

总体而言，系统灵活性与电网适配性技术突破是新能源企业应对市场化改革的战略选择。通过储能、预测控制、多能互补等技术创新，企业不仅能够平抑自身出力波动、降低市场风险，还能主动参与系统调节，获取辅助服务收益。在电价全面市场化的未来，灵活性将成为新能源电力的重要价值维度，也是企业核心竞争力的关键组成部分。

三、结论与展望

电价市场化改革倒逼新能源企业突破传统技术路径依赖，转向以客户价值为导向的差异化创新。未来，企业需围绕储运效率、发电性能、数字智能三大维度持续攻关，同时注重全球协作与生态构建，在全球能源变革中把握主导权。

参考文献

[1] 材料中提及的各项技术突破案例及《关于深化新能源上网电价市场化改革》相关内容