

“碳中和”背景下绿色电商与储能产业协同发展研究

谭 含

贵州大学大数据与信息工程学院，贵州 贵阳

收稿日期：2026年1月5日；录用日期：2026年1月19日；发布日期：2026年2月3日

摘要

“碳中和”目标的提出对全球产业格局产生了深远影响，绿色电商与储能产业作为应对气候变化、实现可持续发展的关键领域，其协同发展具有重要意义。本文深入剖析了绿色电商与储能产业协同发展的内在逻辑，分析了当前面临的挑战，并提出了促进二者协同发展的策略建议。研究表明，通过技术创新、政策引导、市场机制完善等手段，可有效推动绿色电商与储能产业的深度融合，为实现“碳中和”目标提供有力支撑。

关键词

“碳中和”，绿色电商，储能产业，协同发展

Research on the Synergistic Development of Green E-Commerce and Energy Storage Industries in the Context of “Carbon Neutrality”

Han Tan

School of Big Data and Information Engineering, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: January 5, 2026; accepted: January 19, 2026; published: February 3, 2026

Abstract

The introduction of “carbon neutrality” goals has profoundly impacted the global industrial landscape. As critical sectors for addressing climate change and achieving sustainable development, the

synergistic advancement of green e-commerce and the energy storage industry holds significant importance. This paper delves into the intrinsic logic underpinning the synergistic development of green e-commerce and energy storage, examines current challenges, and proposes strategies to foster their collaborative advancement. Research indicates that through technological innovation, policy guidance, and market mechanism refinement, the deep integration of green e-commerce and energy storage can be effectively promoted, providing robust support for achieving “carbon neutrality” goals.

Keywords

“Carbon Neutrality”, Green E-Commerce, Energy Storage Industry, Collaborative Development

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

全球气候变化早已不是遥远的环境议题，而是切实压在人类社会肩头的严峻挑战。“碳中和”这一应对策略，如今已成为撬动全球产业格局重构的核心杠杆，其影响力正像潮水般渗透到每个行业的内在机制。作为全球碳排放总量最大的国家，中国没有回避责任，反而主动扛起了大国担当——那句“30·60”双碳目标的提出，至今想来仍让人感受到坚定的决心。2030年前“碳达峰”，2060年前“碳中和”，这两个时间节点不是虚浮不实的承诺，而是实实在在的行动纲领，背后藏着的是对子孙后代的负责，也是对全球生态共同体的深切考量^{[1][2]}。在这一背景下，绿色电商与储能产业作为新兴产业，凭借其低碳、环保、高效等特性，成为推动经济绿色转型、实现碳中和目标的重要力量。

绿色电商以电子商务为载体，通过推广绿色产品、优化物流配送、采用绿色包装等措施^{[3][4]}，减少全产业链的碳排放，引导消费者形成绿色消费习惯。储能产业的核心价值，在于它赋予了电力系统“时空调节”的能力：将可再生能源某时某地富余的电能“搬”到需要的时间和地点，从而大幅提升能源利用效率，筑牢电网安全运行的防线。二者虽分属不同领域，但在“碳中和”目标下，存在着紧密的内在联系和协同发展的巨大潜力。深入研究绿色电商与储能产业的协同发展机制，对于推动产业升级、实现“碳中和”目标具有重要的理论和实践意义。

2. 绿色电商与储能产业相关研究

2.1. 绿色电商相关研究

近年来，电子商务的蓬勃兴起在带来便利的同时，其伴随的环境影响也引发广泛关注，绿色电商随之成为学界聚焦的重要议题。现有研究多围绕绿色电商的概念界定、推进模式、驱动因素及其生态环境效益等维度展开探讨。

在概念内涵方面，学者们普遍认为绿色电商是在电子商务活动中融入绿色理念，通过绿色供应链管理、绿色物流配送、绿色包装等手段，实现资源节约和环境保护的电子商务模式^{[5][6]}。在发展模式上，研究提出了多种绿色电商发展路径，如基于绿色供应链的协同发展模式、基于大数据和物联网的智能化发展模式等。影响因素方面，研究发现政策支持、消费者环保意识、技术创新等因素对绿色电商的发展具有重要影响。在环境效益方面，研究证实绿色电商有助于显著降低碳排放、节约能源消耗，并减少包装废弃物的产生，从而对环境保护产生积极影响。

2.2. 储能产业相关研究

储能产业作为能源领域的新兴产业，对于提高能源利用效率、保障能源安全、促进可再生能源大规模应用具有重要意义。现有研究主要聚焦于储能技术的创新发展、储能产业的市场应用、政策支持以及商业模式等方面。

在储能技术研发领域，相关研究广泛覆盖了包括电池储能、物理储能与化学储能在内的多种技术路径，并着重关注储能系统的能量密度、功率密度、循环使用寿命以及安全性等关键性能指标的优化与提升。在市场应用层面，储能技术已在电力系统、工业场景及家庭储能等多个领域实现广泛部署，对增强电网稳定性、实现负荷削峰填谷、提升能源综合利用效率等方面起到了关键作用[7]。同时，政策支持也成为储能产业发展的重要推动力。各国政府相继推出包括财政补贴、税收减免、市场准入便利等一系列措施，以激励和引导储能产业的技术进步与规模化应用。商业模式方面，研究提出了多种储能商业模式，如租赁模式、销售模式、能源管理服务模式、PPP模式等，为储能产业的商业化发展提供了有益参考。

2.3. 绿色电商与储能产业协同发展研究

目前，关于绿色电商与储能产业协同发展的研究相对较少。部分学者开始关注到二者之间的潜在联系，认为储能技术可以为绿色电商的物流配送提供绿色能源支持，减少碳排放；绿色电商的发展也可以为储能产业提供广阔的市场空间，促进储能技术的推广应用。然而，现有研究尚未深入探讨二者协同发展的内在机制、面临的挑战以及具体的协同发展策略，这为本文的研究提供了契机。

3. 绿色电商与储能产业协同发展的内在逻辑

3.1. 目标一致性

要实现碳中和目标，必须凝聚社会各方力量，协同推进能源、工业、交通、建筑等关键领域的系统性转型与深度减排。绿色电商和储能产业作为推动经济绿色转型的重要力量，其发展目标与碳中和目标高度一致。绿色电商通过推广绿色产品、优化物流配送等措施，减少全产业链的碳排放，与此同时，储能产业借助提升能源使用效率与推动可再生能源大规模接入，显著减弱了对化石能源的需求。两者协同并进，可形成叠加效应，共同助力碳中和目标的加速达成。

3.2. 需求互补性

绿色电商的发展对能源供应的稳定性和清洁性提出了更高要求。在物流配送环节，绿色电商需要大量的清洁能源来驱动运输工具，减少碳排放。储能产业能够为绿色电商提供持续、稳定的清洁能源支持。借助储能系统的充放电调节能力，可有效平抑可再生能源发电的间歇性与波动性，从而确保电商物流配送环节的能源供应稳定可靠。同时，绿色电商的快速发展也为储能产业提供了广阔的市场空间。随着绿色电商市场规模的不断扩大，对储能设备的需求也将不断增加，促进储能产业的规模化发展。

3.3. 技术协同性

绿色电商与储能产业均高度依赖于前沿技术的持续突破。在绿色电商领域，大数据、物联网及人工智能等技术的深度应用，能够推动物流配送体系的智能化升级，从而显著提升能源使用效率；而在储能产业中，电池技术和储能控制方案的持续革新，则有助于增强储能系统的整体性能与运行可靠性。值得注意的是，这两大领域在技术应用层面展现出明显的协同潜力。例如，物联网技术能够同时实现对储能设备与物流配送车辆的实时监控与智能调度，有效提升整体运营效率[8]；而大数据技术则可以对能源消

费数据与物流配送信息进行整合分析，为优化决策提供科学依据。通过技术协同创新，可以推动绿色电商和储能产业的技术升级，提升产业竞争力。

4. 绿色电商与储能产业协同发展的现状分析

4.1. 绿色电商发展现状

近年来，中国绿色电商市场呈现规模稳步增长、整体发展向好的积极态势。根据相关数据显示，2025年中国网上零售额达到较高水平，其中绿色产品的销售额占比不断提高[9]。在绿色物流方面，各大电商平台纷纷加大投入，推广绿色包装、新能源物流车等措施，减少碳排放。例如，京东物流通过使用新能源物流车、推广循环包装等措施，已减少碳排放量可观；阿里巴巴通过推行绿色供应链管理，积极推动从生产到消费各环节的碳减排。与此同时，随着消费者环保意识的不断提升，越来越多的人开始倾向于选择绿色产品与服务，这为绿色电商的持续发展奠定了坚实的市场基础。

4.2. 储能产业发展现状

在强有力政策支持与持续技术创新驱动下，中国储能产业，特别是以锂电池为代表的新型储能领域[10] [11]，已迈入高速发展阶段。根据行业权威数据，2023年中国新型储能新增装机规模实现跨越式增长，功率和能量规模同比增幅均超过150%，其新增规模达到21.5 GW/46.6 GWh，约为2022年同期新增规模的三倍，并首次超过了同期抽水蓄能新增规模的近四倍。在技术路线方面，锂离子电池仍是主流技术，占据大部分市场份额，但液流电池、压缩空气储能等新兴技术也在逐步崭露头角。在应用领域方面，电网侧储能、发电侧储能和用户侧储能是当前的主要应用领域，其中电网侧储能在提高电网稳定性和灵活性方面发挥着重要作用。同时，中国储能产业链不断完善，涌现出一批具有国际竞争力的企业，如宁德时代、比亚迪等，在电池技术研发和生产方面处于领先地位。

4.3. 协同发展现状

目前，绿色电商与储能产业的协同发展尚处于起步阶段，但已经出现了一些积极的探索和实践。一些电商平台开始与储能企业合作，引入储能设备为物流配送提供绿色能源支持。例如，部分电商物流园区建设了分布式光伏发电系统和储能电站，实现自发自用、余电上网，降低了物流配送的碳排放。同时，储能企业也开始关注绿色电商市场，开发适合电商物流需求的储能产品和解决方案。然而，总体来看，二者之间的协同发展还存在一些问题，如协同机制不完善、信息沟通不畅、技术标准不统一等，制约了协同发展效果的进一步提升。

5. 电商与储能产业协同发展面临的挑战

5.1. 技术层面

5.1.1. 储能技术成本较高

虽然储能技术取得了显著进展，但目前储能设备的成本仍然较高，尤其是高性能的储能电池，这在一定程度上限制了储能产业在绿色电商领域的广泛应用。对于绿色电商企业来说，大规模应用储能设备需要投入大量资金，增加了运营成本，降低了企业的积极性。

5.1.2. 技术标准不统一

绿色电商和储能产业涉及多个领域和技术环节，目前缺乏统一的技术标准和规范。由于储能设备与绿色电商物流装备在生产时缺乏统一的行业标准，不同厂商的产品在物理接口、数据通信协议等关键环节往往互不兼容，导致设备间难以实现高效的互联互通与协同作业。这种标准化的缺失，不仅提高了系

统集成的复杂性与企业的运营成本，也制约了绿色电商与储能产业协同发展的整体效率。

5.2. 政策层面

5.2.1. 政策支持力度不够

虽然国家和地方政府出台了一系列支持绿色电商和储能产业发展的政策，但政策支持力度还不够大，政策体系还不够完善。例如，在储能产业方面，补贴政策、税收优惠政策等还不够具体和细化，对企业的激励作用有限；在绿色电商方面，缺乏针对绿色物流、绿色包装等方面的专项政策支持，不利于绿色电商的全面发展。

5.2.2. 政策协调性不足

绿色电商和储能产业的发展涉及多个部门和领域，目前各部门之间的政策协调性不足，存在政策冲突和政策空白的问题。以能源政策为例，可再生能源发电的间歇性和波动性天然需要储能系统提供支撑，但在实际政策制定与执行过程中，能源、交通、商务等相关部门之间若缺乏充分的沟通与协调机制，容易导致政策目标分散、措施衔接不畅，难以形成统一的政策合力，从而制约了产业间协同发展的实际效果。

5.3. 市场层面

5.3.1. 市场认知度不高

目前，社会对绿色电商和储能产业的认知度还不够高，消费者对绿色电商的绿色属性认识不足，对储能产品的了解也相对较少。这导致绿色电商产品在市场上的竞争力不强，储能产品的市场需求难以充分释放。同时，一些企业对绿色电商和储能产业的协同发展缺乏认识，缺乏协同发展的积极性和主动性。

5.3.2. 市场机制不完善

绿色电商和储能产业的市场机制还不够完善，存在市场准入门槛高、市场竞争不充分等问题。在储能产业方面，由于储能项目的投资回收期较长，风险较大，一些社会资本对储能项目的投资积极性不高，导致储能产业发展缺乏资金支持；在绿色电商方面，缺乏有效的市场监管机制，一些企业存在虚假宣传、绿色包装不规范等问题，影响了绿色电商市场的健康发展。

6. 促进绿色电商与储能产业协同发展的策略建议

6.1. 技术创新策略

6.1.1. 加大储能技术研发投入

政府与企业应协同加大对储能技术研发的资源投入，集中力量攻克其在成本和关键性能(如能量密度、循环寿命、安全性)方面存在的制约性瓶颈。鼓励科研机构和企业开展产学研合作，加强基础研究和应用研究，推动储能技术的创新发展。例如，加大对固态电池、液流电池等新型储能技术的研发支持力度，提高储能系统的能量密度、功率密度和循环寿命，降低成本。

6.1.2. 建立统一的技术标准体系

相关主管部门应加速推进针对绿色电商与储能产业的标准化建设，系统性制定并完善涵盖设备接口、通信协议、安全规范等在内的统一技术标准体系。此举将有效提升储能设备与绿色物流装备间的兼容性与互操作性。同时，需加强标准的宣贯与实施推广，引导企业依据统一规范进行设计、生产与运营，从而推动整个产业链朝规范化、协同化的方向健康发展。

6.1.3. 采用电商物流网络与分布式储能网络的拓扑结构融合机制

物流网络拓扑的分布式特征：

1. 星型 - 环型混合拓扑：以区域分拨中心为枢纽节点(星型核心)，通过环形运输线路连接末端配送站，形成“核心 - 分支 - 闭环”结构。例如，某华东云仓采用环形电动运输车队，实现场内零排放搬运，充电桩覆盖率 100%，燃油消耗降为零。
2. 网状动态拓扑：基于实时订单数据动态调整运输路径，形成弹性网络。如某跨境电商通过碳足迹追踪系统，结合最短路径算法优化跨境物流路线，使碳排放减少 40%。

储能网络拓扑的模块化设计：

1. 层级化储能架构：区域级储能电站(如 100 MW 压缩空气储能项目)作为能量中枢，配合末端分布式储能单元(如光伏 + 储能一体化仓库)，形成“大电网 - 微电网 - 用户侧”三级结构。
2. 模块化冗余设计：储能单元采用 $N + 1$ 冗余配置，通过 FastDFS 集群技术实现数据高可用性。例如，某储能电站通过 binlog 同步机制确保卷内文件一致性，故障切换时间小于 50 ms。

拓扑融合的关键技术：

1. 空间耦合建模：将物流节点(仓库、配送站)与储能单元(充电桩、储能电池)进行地理空间映射，构建“物流 - 能源”双层图模型。例如，某沙漠光伏基地将物流运输路线与储能电站布局同步规划，使光伏发电量满足 40% 的物流用电需求。
2. 动态负载均衡：基于物流订单波动预测，调整储能系统充放电策略。如某跨境电商应用贪婪算法优化储能资源分配，使运输成本降低 23%。

6.1.4. 利用大数据在供需匹配中的算法应用

需求预测算法：基于时空序列的混合模型

1. LSTM-GRU 融合模型：结合长短期记忆网络(LSTM)的长期依赖捕捉能力与门控循环单元(GRU)的计算效率，预测区域物流用电需求。例如，某华南云仓通过该模型将空调能耗预测误差控制在 3% 以内，年节电 80 万度。
2. 时空注意力机制：引入注意力权重分配，强化高峰时段(如“双 11”)的预测精度。某电商平台应用此技术后，储能系统备用容量需求减少 15%。

供需匹配算法：多目标优化框架

1. Pareto 前沿优化：以成本最小化、碳排放最小化、响应时间最短化为目标，构建多目标优化模型。例如，某储能电站通过遗传算法求解 Pareto 解集，使削峰填谷效率提升 28%。
2. 碳交易约束优化：将碳排放权价格纳入目标函数，形成“经济 - 环境”双约束模型。某跨境电商应用该模型后，碳减排量提升 40%，获得碳中和认证。

路径优化算法：基于强化学习的动态调度

1. DQN(深度 Q 网络)算法：通过状态 - 动作 - 奖励机制动态调整物流运输路径。例如，某物流企业应用 DQN 算法后，配送时效提升 22%，燃油消耗降低 18%。
2. 多智能体协同优化：将物流车辆与储能单元视为独立智能体，通过联邦学习实现全局优化。某区域物流网络应用此技术后，能源利用率提高 19%。

6.2. 政策支持策略

6.2.1. 加大政策支持力度

政府应进一步加大对绿色电商和储能产业的政策支持力度，完善补贴政策、税收优惠政策等。在储能产业方面，对储能项目的建设给予财政补贴，对储能设备的生产和销售给予税收优惠，降低企业的成

本；在绿色电商方面，出台针对绿色物流、绿色包装等方面的专项政策，鼓励企业采用绿色包装材料、新能源物流车等[12]，对绿色电商企业给予奖励和扶持。

6.2.2. 加强政策协调性

加强各部门之间的政策协调，建立跨部门的政策协调机制。能源、交通、商务等部门应加强沟通和协作，共同制定促进绿色电商和储能产业协同发展的政策措施。例如，在能源政策方面，将储能产业的发展纳入能源发展规划，明确储能产业在能源体系中的地位和作用；在交通政策方面，鼓励新能源物流车的发展，为绿色电商物流提供便利；在商务政策方面，引导电商平台推广绿色产品和服务，促进绿色消费。

6.2.3. 构建逆向物流储能应用顶层设计

制定逆向物流储能专项补贴政策：

用户侧储能补贴：参考西安“1元/度”补贴模式，对电商企业建设的分布式储能系统(如光伏+储能一体化仓库)给予度电补贴，补贴标准与储能系统削峰填谷效率挂钩。例如，某华南云仓通过储能系统实现日间用电负荷削峰30%，可获得0.8元/度的补贴。

逆向物流设备补贴：对采用智能仓储系统(集成自动化退货接收、实时数据分析等功能)的电商企业，按设备投资额的20%给予一次性补贴，降低技术升级成本。

完善逆向物流储能标准体系：

技术标准：制定《电商逆向物流储能系统技术规范》，明确储能设备能量密度($\geq 261 \text{ Wh/kg}$)、循环寿命($\geq 10,000$ 次)、防逆流响应时间($\leq 50 \text{ ms}$)等核心指标，确保系统安全性与可靠性。

环保标准：出台《快递包装逆向物流碳排放核算指南》，将包装回收率、填充物减少率等指标纳入电商企业碳足迹认证体系，倒逼企业优化包装设计。

强化逆向物流储能监管机制：

准入门槛：要求电商企业储能系统接入省级能源监管平台，实时上传充放电数据、碳减排量等关键信息，对未达标企业取消补贴资格。

惩罚措施：对使用不可降解包装材料且未建立回收体系的电商企业，按订单量的1%征收环保税，税收专项用于储能技术研发。

6.3. 市场培育策略

6.3.1. 加强市场宣传和教育

应通过媒体、社交网络等多维渠道，加强对绿色电商与储能产业的公众宣传和知识普及，有效提升社会对两者认知与接纳程度。具体可通过开展主题宣传活动、制作科普内容等方式，广泛传播绿色消费理念与产业价值，引导公众在消费选择中更倾向于环境友好的产品与服务。同时，加强对企业的培训和指导，提高企业对绿色电商和储能产业协同发展的认识和能力[13]。

6.3.2. 完善市场机制

需要着力完善绿色电商与储能产业的市场运行机制，通过合理降低准入门槛、维护市场秩序，为各类市场主体营造一个规则透明、公平竞争的发展环境。建立健全市场监管机制，加强对绿色电商企业和储能企业的监管，规范市场秩序，打击虚假宣传、绿色包装不规范等违法行为。应鼓励和引导社会资本参与储能项目的投资与建设，通过创新金融工具、拓展多元融资渠道，为产业发展提供坚实的资金保障。同时，需加快构建和完善储能市场交易机制，推动储能资源在更广范围内实现优化配置与高效利用，提升其市场价值与系统效益。

7. 结论

“碳中和”背景下，绿色电商与储能产业的协同发展具有重要的战略意义。二者在目标一致性、需求互补性和技术协同性等方面存在着紧密的内在联系，协同发展潜力巨大。然而，目前绿色电商与储能产业的协同发展还面临着技术、政策和市场等方面的挑战。通过加大技术创新投入、加强政策支持、完善市场机制等策略措施，可以有效促进绿色电商与储能产业的深度融合和协同发展，为实现“碳中和”目标、推动经济绿色转型提供有力支撑。未来，应进一步加强绿色电商与储能产业协同发展的研究和实践，不断探索创新协同发展模式和路径，推动产业可持续发展。

参考文献

- [1] 以碳达峰碳中和为牵引加快经济社会发展全面绿色转型[J]. 习近平经济思想研究, 2025(11): 77-80.
- [2] 林城. 正确认识和把握碳达峰碳中和奋力推进新征程上我国新能源高质量发展[J]. 习近平经济思想研究, 2023(4): 51-55.
- [3] 朱元青, 汪琪. 电商物流的环保包装与节能减排[J]. 上海包装, 2025(11): 31-33.
- [4] 王琰. 做好节能降碳推动全面绿色转型[N]. 中国商报, 2025-12-16(002).
- [5] 傅航溥. 中国跨境电商绿色发展面临的挑战与对策[J]. 商场现代化, 2025(23): 54-56.
- [6] 许佳玲. 碳中和背景下跨境电商绿色供应链的构建路径研究[N]. 企业家日报, 2025-10-17(006).
- [7] 马悦, 张玉魁, 刘辉, 等. 新型储能技术与应用现状[J]. 节能, 2025, 44(12): 151-154.
- [8] 赵龙龙, 林琳. 面向分布式储能的云边协同能量管理平台研究[J]. 电工电气, 2025(10): 7-12.
- [9] Manna, Y. (2025) The Role of Green Marketing in Driving Consumer Preferences for Sustainable Products in E-Commerce. *International Review of Management and Marketing*, 15, 190-198. <https://doi.org/10.32479/irmm.19727>
- [10] 步兆彬, 蒋东伟, 王生, 等. 含锂电池和超级电容的混合储能系统功率均衡分配方法[J]. 电器工业, 2026(1): 95-99.
- [11] 李伟航, 石千磊, 曲涛, 等. 锂离子电池储能热管理系统比较与经济性分析研究[J/OL]. 发电技术, 1-10. https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=K6QWI_fIKJHJnnwGxeVxTi717tOGvuXdiIbG_RFMIO-coAoTiirvyGc8m2ZG7uIuCIFPA1r1C3j1f52ISurQm45LnG5WG4XBX-77CLXPcZzCxgaZamx5f8VxqjBtoK9CafxbgKT0bY4CKtHnL-XqEDu4_yY8bVk2DkAVzVZMJVBs=&uniplate=NZKPT&language=CHS, 2026-01-04.
- [12] 孙竟成, 余弦. 电商绿色供应链视角下环保纸箱的生产与回收协同机制[J]. 华东纸业, 2025, 55(10): 46-48.
- [13] 苗倩倩. 绿色电商发展现状及推进策略探究[J]. 营销界, 2025(14): 31-33.