

数智化驱动绿色供应链变革：京东物流低碳实践与行业启示

任芷莹

重庆师范大学经济与管理学院，重庆

收稿日期：2025年7月14日；录用日期：2025年7月25日；发布日期：2025年8月28日

摘要

在全球碳中和目标与物流业产生较高碳排放并存的背景下，京东物流以“青流计划”为战略核心，通过技术创新与全链路协同探索绿色物流转型路径。通过研究发现，京东物流依托循环包装规模化应用、智能仓储能源优化、运输工具清洁化替代及MRV-T碳足迹数字化管理四大支柱，构建了覆盖供应链端到端的减少碳排放体系。2024年实现全年减碳超过50万吨的实践验证，为物流行业提供了宝贵的借鉴经验。

关键词

京东物流，碳排放，碳中和

Digitalization and Intelligence Drive the Transformation of Green Supply Chain: JD Logistics' Low-Carbon Practices and Industry Insights

Zhiying Ren

School of Financial and Management, Chongqing Normal University, Chongqing

Received: Jul. 14th, 2025; accepted: Jul. 25th, 2025; published: Aug. 28th, 2025

Abstract

Against the backdrop of global carbon neutrality goals and high carbon emissions in the logistics industry, JD Logistics takes the “Green Flow Plan” as its strategic core, and explores the path of green

logistics transformation through technological innovation and full chain collaboration. It has been found that JD Logistics has built a carbon reduction system covering the end-to-end supply chain, relying on four pillars: large-scale application of circular packaging, optimization of intelligent warehousing energy, clean replacement of transportation vehicles, and digital management of MRV-T carbon footprint. The practical verification of achieving an annual carbon reduction of over 500,000 tons by 2024 provides valuable reference experience for the logistics industry.

Keywords

JD Logistics, Carbon Emissions, Carbon Neutrality

Copyright © 2025 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

在全球气候变化治理加速的背景下，物流业作为支撑现代经济运转的动脉系统，贡献了全球 8% 以上的碳排放量。尤其在中国电子商务市场规模突破 15 万亿元，但是由于商品流通衍生的包装消耗、运输能耗及仓储排放构成系统性碳足迹源，其碳管控成效直接关系国家“双碳”战略目标的达成。面对行业“规模扩张 - 碳排攀升”的发展悖论，传统单点节能措施已难以破局，物流行业急需通过全链路系统性变革构建绿色物流新范式[1]。

京东物流于 2017 年率先启动“青流计划”，以“绿色基础设施 + 减碳技术”为双核驱动引擎，开创性构建覆盖包装设计、智能仓储、清洁运输及资源回收的低碳闭环体系[2]。该计划通过四维技术路线实现突破：在包装维度开发可循环 50 次以上的聚丙烯共聚物青流箱，推动胶带瘦身与直发包装革命；在仓储方面，打造光伏屋顶与磁悬浮设备联动的零碳园区，位于西安的一个园区其光伏装机达 139.22 兆瓦；在运输维度规模化投入氢能重卡与新能源车队，使得百公里碳排放量下降 90%；在回收维度建立区块链溯源的逆向物流网络，成功实现包装材料 98% 再生利用率。其实施路径呈现鲜明的技术 - 生态双螺旋特征：底层以 MRV-T 碳管理系统实现全要素动态监测，中层以四大技术群降低单点碳强度，顶层通过联动 30 万企业构建绿色供应链生态圈。

2. 文献综述

绿色物流就是融入了可持续发展、低碳环保观念的物流活动。李世华将绿色物流的内涵分为以下五个方面：整合资源、绿色运输、绿色包装、绿色仓储以及逆向物流五个方面[3]。

近年来人工智能技术以及新质生产力的提出，张明丽、王宇飞等认为这些高新技术帮助物流行业分析最佳运送路线、整合了零碎的物流资源[4]；拓斌熊研究表明，从公路运输绿色节能角度出发，新能源汽车在物流行业中广泛应用，结合智能运输系统以及相关的人员科学驾驶培训进一步落实物流行业的“绿色”理念[5]；对于物流包装的“绿色”升级也是绿色物流的关注重点之一，高清华和黄俊彦认为想要促进快递包装绿色化就要遵循以下四个原则：轻量化、可回收和可重复利用、可循环再生以及可降解，将石油基塑料材料、水溶性薄等高新材料也应用到快递包装中去[6]；在逆向物流这一方面，通过安得智联在实物流和信息流方面通过自研系统做到在途全程可视与异常预警，实现实物流与信息流合一，减少线下无序对接[7]。

作为中国头部物流公司之一的京东物流在进行绿色物流升级上做出了卓越的成绩。京东物流通过

自研轻型卡车、使用新型环境友好型材料包装、智能仓储等方式进行节能减排[8]，建设绿色物流园区[9]；通过 AI 技术计算物流路线及成本成功进行了绿色升级，并不断深入“清流计划”为建设绿色物流树立榜样[10]；构建覆盖包装设计、智能仓储、清洁运输及资源回收的全链条减碳体系[11]，全方位立体建设环境友好型物流企业。总而言之，京东物流平台在智能仓配等高新技术方面有着明显的科技优势保障了其运行优势，同时还兼顾了企业的社会责任，为其他中小型快递企业达成合作，与政府携手保护生态环境[12]。

3. 研究方法

本文选取京东物流作为案例主要基于以下三个原因。首先，京东物流作为中国首家完成碳中和认证的物流企业，其“清流计划”覆盖包装、仓储、运输、回收全链条减碳实践，为行业提供系统性转型榜样。其次，京东物流每年都会通过 ESG 报告以及官方网站公开披露完整减碳数据，数据来源权威且容易获取，准确性高。最后，京东物流在进行绿色化转型的成果被国家所认可，是国家发展改革委员会认证的首批“绿色供应链试点企业”，其原厂直发包装模式被纳入《快递包装减量化指引》行业标准，实践成果直接影响政策制定。

本文通过构建系统性减碳效应分析模型，通过三层逻辑链解构京东实践，如图 1 所示：

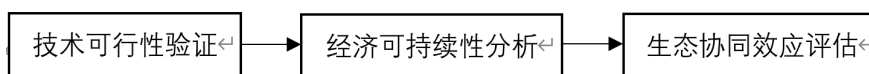


Figure 1. Carbon reduction effect analysis model
图 1. 减碳效应分析模型

4. 京东物流发展背景与京东实践框架

4.1. 绿色物流发展背景

在全球气候治理加速推进的背景下，物流业作为支撑现代经济运转的核心产业，其碳排放占全球总量的 8% 以上，已成为碳中和目标实现的关键战场。尤其在中国电商市场规模突破 15 万亿元的背景下，快递业务量连续十年稳居全球首位，由商品流通衍生的包装消耗、运输能耗及仓储排放构成系统性碳足迹源。这一现实倒逼行业从传统效率优先模式转向绿色低碳发展范式，其碳管控成效直接关系国家“双碳”战略目标的达成进度，亟需通过技术革新与体系重构破解“规模增长 - 碳排攀升”的恶性循环。当前物流业减碳路径已从局部设备电气化升级为覆盖包装材料革命 - 运输能源替代 - 仓储能效重构 - 逆向回收闭环的全生命周期系统性变革，而数字化碳追踪技术成为打通各环节的关键赋能基座。

4.2. 京东物流“清流计划”的战略架构与技术路线

为响应行业低碳转型需求，京东物流于 2017 年率先启动“清流计划”，以“绿色基础设施 + 减碳技术”为双核驱动引擎，构建覆盖包装设计、智能仓储、清洁运输及资源回收的全链条减碳体系。该计划的核心技术路线呈现三层递进架构：第一层通过物联网与区块链构建碳足迹精算系统也就是 MRV-T 平台，实现运输载具、仓储设备、包装材料的全要素碳动态监测；第二层落地四大场景化减碳技术群，包括可循环包装的分子结构改性，清流箱采用聚丙烯共聚物提升 50 次循环耐久性、光伏 - 储能智能微网调控，西安亚一园区 30 万 m² 光伏板结合 AI 功率预测算法、氢燃料重卡的三电系统优化，使得百公里氢耗降至 8 kg，以及退役包装的自动化分选再生，通过光学识别分拣纯度达 99%；第三层建立跨 30 万企业的生态协同规则，通过原厂直发包装标准、碳积分交易机制、绿色供应链金融工具形成商业闭环。基于科学碳目标倡议(SBTi)框架，京东物流明确设定 2030 年碳排放总量较 2019 年基准下降 50% 的量化目标，

其技术路线已验证单均碳排下降 42% 的可行性，为行业提供从战略设计到工程落地的完整范式^{1,2}。

5. 多维度低碳技术实践路径

5.1. 循环包装规模化应用

京东物流在包装减碳方面的对策之一是对包装材料的变革。针对传统快递包装产生的海量废弃物，比如废纸质类，京东提出“减量、复用、降解”三原则。青流箱采用食品级聚丙烯材料，通过分子结构改性提升抗压强度，使其可循环使用超 50 次。并且这种物流箱自带锁扣的设计无需胶带封装，单箱减少塑料的使用量达 200 克。截至 2024 年，96 万个青流箱累计流转 8545 万次，相当于减少了 7.3 万吨碳排放，这需要约 360 万棵树木生长一年才能中和。

而冷链循环箱则攻克了一次性泡沫箱的污染难题。其内置抗菌涂层和可折叠卡扣的结构在 -25℃ 至 40℃ 环境下稳定使用 130 次以上。以京东冷链每日百万级订单量计算，该技术两年内已减少 2.8 万吨泡沫垃圾填埋，相当于减少 7000 辆卡车全年运输排放。

包装减碳不能仅靠单点创新，更需重构产业链协作模式。京东首创的原厂直发包装模式，联合宝洁、联合利华等品牌商重新设计商品外包装，使其具备直接运输强度。例如洗衣液采用加固提手和防漏膜，手机盒内增加抗震支架。2023 年该模式减少二次包装 8 亿个，2024 年进一步突破 10 亿件。这种“去包装化”策略带来了三重收益：品牌商降低包材成本 15%，消费者收货时间缩短 6 小时，全链路年节约纸浆 20 万吨——相当于少砍伐 340 万棵成年树木。而胶带宽度从 53 mm 缩至 40 mm，虽看似微小调整，但因日均使用量超 2 亿米，年省胶带 1.3 万吨，可绕地球赤道 1300 圈。

5.2. 智能仓储与能源重构

在智能仓储方面，京东也有自己的创新。其投资建设的西安“亚洲一号”物流园是京东绿色仓储的标杆。30 万平方米屋顶铺满光伏板，总装机容量达 139.22 兆瓦，年发电量 6.1 万兆瓦时。这些电力不仅满足园区需求，甚至还有剩余的电力还能接入城市电网。为实现 24 小时清洁供电，该项目配套储能系统在电价低谷时蓄电，高峰时释放，使绿电利用率提升至 95%。更关键的是“黑灯仓库”技术，园区通过 800 台 AGV 机器人、自动分拣臂和智能感应照明，实现库区无人化作业，夜间能耗下降 70%。该园区因此成为中国首个碳中和认证物流基地，年减碳 5.09 万吨，相当于 6 万户家庭全年用电排放。

为了进一步节约人力物力，减少隐形能耗，京东研发了磁悬浮打包机。这种新型设备是利用磁场悬浮技术替代传统电机驱动，单台设备打包 1 万件包裹的能耗从 58 度降至 12 度。而智能包装系统则像给包裹做“CT 扫描”，通过 3D 视觉测量商品尺寸，自动生成最小体积包装方案，使纸箱填充率从 65% 提升至 95%。基于海绵城市的理念设计则让园区变“绿色海绵”。雨水收集系统年蓄水 15 万吨，用于冷却设备和灌溉绿化；地下埋设的温度传感器联动空调系统，夏季将冷气优先导入高温作业区，使整体能效提升 30%。这些技术组合使单件商品仓储碳排下降 40%，不仅为京东节省了大量隐形消耗，在节能减排的同时缩减了不小的隐形成本。

5.3. 运输网络清洁化转型

为了进一步节约人力物力并减少隐形能耗，京东研发了磁悬浮打包机。这种新型设备是利用磁场悬浮技术替代传统电机驱动，单台设备打包 1 万件包裹的能耗从 58 度降至 12 度。而智能包装系统则像给包裹做“CT 扫描”，通过 3D 视觉测量商品尺寸，自动生成最小体积包装方案，使纸箱填充率从 65% 提升至 95%。基于海绵城市的理念设计则让园区变成了一块“绿色海绵”。雨水收集系统年蓄水 15 万吨，

¹ 京东物流官网 <https://www.jd.com/esg>。

² 2024 年京东 ESG 报告。

用于冷却设备和灌溉绿化；地下埋设的温度传感器联动空调系统，夏季将冷气优先导入高温作业区，使整体能效提升 30%。这些技术组合使单件商品仓储碳排放下降 40%，不仅为京东节省了大量隐形消耗，在节能减排的同时缩减了不小的隐形成本。

进行物流运输离最不开的交通工具就是汽车，而传统的油耗汽车是产生高碳排放量的主要来源之一。所以在运输环节的减碳核心是汽车的“油改电”。京东自营的 1 万辆新能源车覆盖最后一公里配送，包括 4.2 米厢式货车和电动三轮。其自主研发的电池热管理系统可以使车辆在-20℃低温下持续行驶 250 公里。这些车辆年行驶里程超过 8 亿公里，共计减碳 40 万吨，相当于 2000 万棵树一年的固碳量。在运输环节更具突破性的是氢能源重卡：针对长途干线运输痛点，京东联合福田汽车开发 120 吨级氢能重卡，搭载石墨双极板电堆，一百公里的氢耗量仅 8 公斤，相较于柴油车碳排放量下降 90%。在京津冀 64 条线路上，这些“移动氢工厂”年省柴油 60 万升，减少二氧化碳 1000 吨³。

为了进一步节能减排，物流运输就不能仅仅依靠公路这一种方式。京东开发的多式联运算法平台实时计算成本、时效与碳排放最优解。运输距离超过 800 公里时，系统自动将货物从卡车切换至铁路：广州到北京的货物，先经铁路运至郑州分拨中心，再用新能源车接驳。2024 年铁路货运量同比激增 30%，每吨货物碳排降低 76%。该系统的智能之处在于动态调整：遇到铁路运力紧张时，自动启用“铁公水”混合方案；台风季节则启动应急预案，通过区块链共享港口、铁路、车队数据，使延误率下降 45%。这种“算法调度 + 基础设施”的组合，让京东干线运输碳强度降至行业平均水平的 1/3⁴。

6. 数字化碳管理的技术突破

6.1. MRV-T 系统攻克碳监测行业痛点

京东物流自主研发的 MRV-T(监测 - 报告 - 核查 - 跟踪)技术体系，从根本上解决物流行业碳管理三大盲区：通过部署在仓库屋顶的光伏电表、分拣线电流传感器、运输车载 GPS 等超 10 万台物联网设备，实时采集设备能耗、车辆轨迹、包装物循环次数等 2000 多项数据流，实现物流全环节碳排动态可视化，改变传统人工填报的滞后性；针对多式联运碳核算偏差难题，该系统通过北斗定位、基站信号与惯性导航技术，自动识别货物在轮船、火车、卡车间的转运节点，将运输段碳核算精度提升至 99.5%，中欧班列跨境运输的碳追踪误差从±18%压缩至±0.5%；京东物流公司更突破性地打通供应商原材料碳数据与末端配送能耗信息，建立覆盖“锂矿开采→电池生产→商品运输→包装回收”的全生命周期数据库，支撑全球首个多式联运“一单到底”碳足迹追溯，使每件商品从产地到消费者的碳足迹都可查证、可验证。

6.2. 京碳惠平台树立碳核算国际标杆

基于 MRV-T 系统构建的京碳惠(SCEMP)平台，已成为物流碳管理的技术中枢。该平台整合从电动三轮到万吨货轮 40 种运输工具与 2000 多个动态排放因子，如不同区域电网碳强度、载重油耗曲线，通过机器学习算法自动匹配最优核算模型。其核心突破在于获得 ISO14083 (运输碳核算)、ISO14064 (组织碳核查)等四项国际认证，成为全球首个“四证合一”的物流碳管理平台，核算准确率达 99.5%，这意味着测算 10 万吨碳排放的误差仅 50 吨，相当于 3 辆卡车的年排放量。

京碳惠平台已服务雀巢、格力等 100 余家全球企业，累计分析超 1 亿张运单碳数据，帮助品牌商识别出高达 37%的如过度包装导致的运输空间浪费的隐藏碳成本；在 2024 年“双 11”期间，平台每秒处理 12 万条碳数据流，生成碳排放热力图指导分仓调货，单日减碳 1.2 万吨⁵。

³京东物流官网 <https://www.jdl.com/esg>。

⁴2024 年京东 ESG 报告。

⁵京东物流官网 <https://www.jdl.com/esg>。

6.3. 碳普惠机制激活全民减碳生态

京东将专业碳管理能力延伸至消费者端，构建“人人可参与”的减碳生态。京碳惠平台开发个人碳账户系统，消费者选择循环包装配送、预约夜间低碳班次等行为均可累积碳积分。这些积分可兑换为快递优惠券，或参与“红树林养育计划”，用户每积累 1000 积分，京东联合环保组织在广东湛江种植 1 平方米红树林，目前该项目已修复海岸线 46 公里，年固碳量达 8000 吨。更创新的是“企业 - 用户”碳联动设计：当消费者购买使用青流箱包装的商品时，品牌商向平台支付每单 0.2 元绿色补贴，其中 0.1 元转化为用户碳积分，另 0.1 元投入氢能重卡研发基金，形成“低碳消费→商业反哺→技术升级”闭环。该机制已触达 1000 万用户，推动单均订单碳排下降 5%，相当于每天减少 1500 辆燃油车在路上奔驰⁶。

7. 实践成效及启示

7.1. 数字化技术显著降低减碳成本，破解行业管理瓶颈

京东物流 2024 年实现减少碳排放 50 万吨的成果，核心驱动力来自 MRV-T 系统的技术杠杆效应。该系统通过自动化采集 10 万台设备数据、AI 优化碳核算流程，将传统人工碳盘查的成本从每万吨碳排放耗资 18 万元降至 10.8 万元，降幅达 40%。这一突破证明了物流业碳管理的痛点不在减排技术的缺失，而在于缺乏高效监测工具。传统运输碳核算依赖司机手动记录油耗，误差率超 25%；而京东的北斗融合定位技术实时追踪车辆启停、载重、路况，自动生成碳排放报告，精度提升至 99.5%。这种“数字化底座 + 业务场景”的模式已被复制到安能物流、顺丰等企业，推动行业碳管理成本下降 30% 以上，改变了“碳核算投入高于减排收益”的困局。在具备海量订单数据基础以及跨企业调度权的基础上，平台型物流企业比如说菜鸟可以复制“企业 - 用户”碳联动设计，通过平台规则绑定商家共建包装标准。

7.2. 规模效应打破绿色转型经济性障碍，重构商业逻辑

同时京东用实践证明，低碳并不等于高成本。当青流箱累计使用突破 2 亿次时，其综合成本较一次性纸箱下降 30%，单次使用成本从初始的 12.6 元降至 8.8 元，其关键在于材料耐用性提升与分拣自动化升级。在减少物流箱损耗的同时，自动清洗分拣线效率达每小时 6000 箱，人力成本节省 70%。这种规模经济效应颠覆了行业认知，某家电企业接入京东原厂直发包装后，包材费用降低 25%，配送时效提升 18 小时，年增利润超 4000 万元。京东物流减碳实践更深远的意义在于激活市场机制，当低碳包装成本低于传统方案时，30 万生态企业自发加入青流计划，形成“技术降本→规模应用→再降本”的正向循环，为行业扫清了“绿色溢价”阻碍。快递型企业，如顺丰可以通过优先推广胶带瘦身、循环箱区域池等方式降低成本。中小型快递型企业可以通过合作共享物流基础设施降低成本的同时进行绿色转型。

7.3. 自然解决方案拓展碳抵消路径，实现生态与商业共生

京东物流还将减碳行动延伸至自然生态系统。其红树林修复项目通过“消费者碳积分兑换 + 企业专项基金”模式，已在湛江重建 46 公里海岸湿地，年固碳 8000 吨，这相当于中和了 1.5 万辆新能源车的年排放。这种自然资本修复不仅提供碳抵消新选项，更创造多重收益，红树林生态系统提升周边渔业产值年增 3000 万元，碳汇纳入广东碳交易市场后年收益超 500 万元。西安“亚洲一号”园区则展示模块化减碳路径，10 万 m² 光伏板年发电供园区 60% 用电，氢能重卡汽车承担 40% 干线运输，循环包装覆盖 95% 订单，三者协同使单园区年减碳 5 万吨，同时运营成本下降 12%。京东物流验证了“技术集成 + 自然协同”的零碳园区在经济与技术上的双重可行性，这些实践已输出至东南亚电商平台 Lazada，雅加达物流中心借鉴后碳排下降 37%。

⁶2024 年京东 ESG 报告。

参考文献

- [1] 许清清. 我国绿色物流发展存在的问题及对策研究[J]. 现代商贸工业, 2019, 40(21): 35-38.
- [2] 刘小慧, 涂在友, 刘雅婷, 等. 绿色物流发展问题研究——以京东物流为例[J]. 内蒙古科技与经济, 2025(9): 35-38.
- [3] 李世华. “绿色”概念已悄然进入物流业[J]. 中国远洋航务公告, 2005(10): 62-63.
- [4] 张明丽, 王宇飞, 赵维凯, 等. 绿色物流研究综述[J]. 中国标准化, 2021(11): 84-89.
- [5] 拓斌雄. 碳减排背景下的公路货物运输可持续发展研究[J]. 中国物流与采购, 2025(9): 93-94.
- [6] 高清华, 黄俊彦. 快递物流包装存在的问题及对策研究[J]. 轻工科技, 2017, 33(10): 117-118+133.
- [7] 郭菲月. 安得智联: 深耕逆向物流赛道践行低碳发展理念[J]. 中国物流与采购, 2025(12): 19-20.
- [8] 朱淼鑫. 京东物流: 以技术创新解码智慧园区可持续发展方程[J]. 物流技术与应用, 2025, 30(5): 88-91.
- [9] 刘钊杭. 京东物流发布可持续发展战略[N]. 中国交通报, 2025-07-09(007).
- [10] 席大伟. “京东物流超脑”融入数智化供应链技术全景数十个应用场景助力行业降低物流成本[J]. 中国储运, 2025(1): 9-10.
- [11] 席悦. 京东物流: 将青流计划进行到底[J]. 中国物流与采购, 2021(17): 14-15.
- [12] 付丽茹, 解进强. 数智技术赋能京东云仓[J]. 企业管理, 2025(7): 106-109.