

碳排放视角下生鲜品冷链行业前景研究

张 峪

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2025年3月3日; 录用日期: 2025年4月9日; 发布日期: 2025年5月22日

摘 要

本研究针对生鲜品冷链行业, 从碳排放视角展开研究。通过对行业现状的梳理, 寻找影响碳排放的多方面因素, 并构建科学的“技术-运营-市场”三维交互模型。分析在碳排放要求下行业低碳转型带来的行业机遇, 进而提出切实可行的减排策略, 对行业未来的发展趋势作出合理预测。研究目的旨在为生鲜品冷链行业实现低碳、可持续发展提供理论支持与实践指导, 为行业在“双碳”目标背景下找到新的发展路径确定可能性。

关键词

生鲜品冷链行业, 碳排放, 三维交互模型, 减排策略, 前景展望

Research on the Prospects of Fresh Food Cold Chain Industry from the Perspective of Carbon Emissions

Yu Zhang

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Mar. 3rd, 2025; accepted: Apr. 9th, 2025; published: May 22nd, 2025

Abstract

This study focuses on the fresh food cold chain industry and conducts research from the perspective of carbon emissions. By sorting out the current situation of the industry, it identifies multiple factors influencing carbon emissions and constructs a scientific three-dimensional interaction model of “technology-operation-market”. It analyzes the industry opportunities brought about by the low-carbon transformation under the carbon emission requirements and then proposes practical and feasible emission reduction strategies, making reasonable predictions about the future develop-

ment trends of the industry. The research aims to provide theoretical support and practical guidance for the low-carbon and sustainable development of the fresh food cold chain industry and determine the possibility of finding new development paths for the industry under the background of the “dual carbon” goals.

Keywords

Fresh Food Cold Chain Industry, Carbon Emissions, Three-Dimensional Interaction Model, Emission Reduction Strategies, Prospect Outlook

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

1.1. 研究背景与意义

生鲜品冷链行业在保障生鲜产品品质、减少损耗以及满足消费者对新鲜食材需求方面发挥着关键作用。近年来，全球气候问题日益严峻，我国积极响应“双碳”目标，各行业都面临着节能减排的重要任务，生鲜品冷链行业也不例外。该行业涉及大量的能源消耗，如制冷设备的使用、冷藏运输等环节，是碳排放的重要产生源头之一。研究生鲜品冷链行业的碳排放情况、探索行业内的减排策略与可持续发展路径，不仅有助于降低行业自身的碳排放，缓解其对环境的压力，还能推动整个行业的转型升级，提升其在追求绿色经济时代的竞争力，对实现我国“双碳”目标具有重要意义。

1.2. 研究方法

通过文献研究法梳理理论基础与前沿成果；利用数据统计分析法，整合行业数据，量化分析行业现状与碳排放；借助案例分析法，剖析典型案例获取经验；采用模型构建法，构建三维交互模型，揭示碳排放机理，为研究提供全面支撑。

2. 生鲜品冷链行业现状

2.1. 行业发展现状剖析

近年来，随着居民生活水平的提高以及消费观念的转变，消费者对生鲜产品的品质、口感、新鲜度等方面的要求越来越高，对冷链物流服务的需求也随之增加。在此驱动下，生鲜品冷链行业呈现出迅猛发展的态势。从市场规模来看，过去十年间，我国生鲜品冷链市场规模以年均 15% 的速度增长。根据国家发改委《“十四五”冷链物流发展规划》，到 2025 年，肉类、果蔬、水产品产地低温处理率分别达到 85%、30%、85%。然而，中国农产品产地冷藏保鲜设施总量不足、地域分布不均，商品化处理能力较弱，与骨干冷链物流网络缺乏有效衔接，造成农产品产后损失较大[1]。为响应国家号召，众多企业纷纷置身该领域，不仅传统冷链物流企业在进行不断扩张，如顺丰冷运凭借其强大的物流网络和先进的冷链技术，在全国范围内建立了多个冷链物流中心；就连近些年迅猛发展的电商巨头也积极涉足，比如京东生鲜通过打造一体化冷链供应链，实现了生鲜产品从产地到消费者餐桌的快速配送。

然而，在行业繁荣发展的背后，也存在众多问题。一方面，冷链基础设施分布不均衡，在一些偏远地区和农村，冷链物流网点覆盖率较低，导致生鲜产品损耗率较高。例如，根据中国物流与采购联合会

冷链物流专业委员会发布的《中国冷链物流发展报告(2024)》，华东地区冷库出租面积占全国 43.84%，但北部和西部地区冷库资源相对较少[2]。

2.2. 冷链环节碳排放来源与现状

生鲜品冷链涉及多个环节，每个环节都伴随着碳排放。在运输环节，冷藏车是主要的碳排放源。目前，我国冷链运输车辆中大部分依旧使用柴油作为燃料，柴油燃烧会产生大量的二氧化碳等污染物。又由于生鲜农产品运输的特殊性，存储和运输过程中都需要制冷控制温度。这使得制冷设备需持续运行，进一步增加了能耗和碳排放。

在仓储环节，冷库的制冷系统需要消耗大量电能来维持低温环境，此外，冷库的照明、通风等设备也会消耗一定的能源，产生碳排放。

在包装环节，一次性塑料包装的广泛使用不仅带来了环境污染问题，其生产过程也消耗大量能源，产生碳排放。虽然近年来一些企业开始尝试使用可降解包装材料，但由于成本较高、性能有待提升等原因，尚未得到大规模推广。

综合来看，生鲜品冷链行业的碳排放总量较大，且随着行业规模的不断扩大，碳排放将会随之进一步增加。若不加以控制，将对我国“双碳”目标的实现产生不利影响[3]。

3. 碳排放影响因素与评估体系

3.1. 影响冷链行业碳排放的关键因素

(1) 技术因素

技术水平在很大程度上决定了冷链行业的碳排放情况。制冷技术是其中的关键，传统的氟利昂制冷技术制冷效果虽然良好，但对臭氧层有破坏作用，且会排放大量温室气体。新型的二氧化碳制冷技术等新型制冷技术，具有环保、高效的优点，能够显著降低碳排放。

运输设备技术也至关重要。新能源冷藏车，如电动冷藏车，在运行过程中几乎不产生尾气排放，相比柴油冷藏车，可大幅降低碳排放。然而，目前新能源冷藏车面临续航里程短、充电设施不完善等问题，强烈限制了其大规模的应用[4]。

(2) 运营管理因素

合理的运营管理能够有效降低冷链行业的碳排放。配送路径规划不合理会导致车辆行驶里程增加，能耗上升。通过优化配送路径，采用智能物流调度系统，可使冷链运输车辆的行驶里程缩短 15%~20%，从而降低碳排放。根据国际能源署《2022 碳排放》，运输行业的温室气体排放约占中国碳排放总量的 10.4% [5]。其中，果蔬冷链碳排放尤为突出，并呈现逐年递增的趋势。因此，生产和运输已成为生鲜农产品供应链碳排放最为集中的环节，生鲜农产品低碳供应链的良性运作取决于高效的物流环节、合理的碳政策两方面因素。

仓储管理方面，合理的库存布局和货物存储方式能够提高冷库空间利用率，减少制冷设备的运行时间和能耗。例如，采用先进先出的库存管理原则，避免货物积压，可降低冷库整体能耗 10%左右。

(3) 市场需求因素

市场需求的改变对冷链行业碳排放也会产生巨大的影响。随着消费者对生鲜品品质和新鲜度要求的提高，其对冷链配送的时效性要求更加严格，这使得对冷链运输车辆的行驶速度的更高要求，制冷设备的制冷效果的更高要求，都将导致能耗和碳排放增加。

此外，由于消费者对于生鲜品的需求大小随着季节改变，所以生鲜品消费的季节性波动也会影响冷链行业的运营。需求高时，冷链设备的使用频率将大幅提高，碳排放会相应增加；需求低时，设备利用

率不足，单位货物的碳排放成本上升[6]。

3.2. 三维交互模型构建

为深入剖析生鲜品冷链行业碳排放的复杂机理，基于供应链协调理论与环境经济学外部性理论，构建“技术 - 运营 - 市场”三维交互模型，系统阐释各影响因素间的协同与冲突路径，揭示其对碳排放的传导机制。

3.2.1. 理论整合与模型框架

(1) 供应链协调理论视角

供应链协调理论强调通过优化节点间的资源配置与信息共享，降低系统总成本并提升效率。在冷链行业中，技术升级(如智能温控设备)与运营管理优化(如路径规划)的协同，可减少能源浪费，直接降低碳排放。例如根据顺丰控股股份有限公司《2024 年度可持续发展报告》，顺丰冷运通过部署智能调度系统，整合车辆、仓库与订单数据，实现运输路径动态优化，2023 年空驶里程减少 20%，碳排放强度下降 15% [7]。

(2) 环境经济学外部性理论视角

环境外部性理论指出，碳排放作为负外部性行为，需通过政策干预或市场机制将其内部化。市场需求对时效性的高要求(如“隔日达”占比提升至 60%)导致企业被迫采用高能耗设备，形成“技术锁定”效应。而技术创新(如 CO₂ 制冷技术)可通过降低边际减排成本，打破这一循环。

3.2.2. 三维交互机制分析

模型通过以下路径实现动态交互(见图 1)：

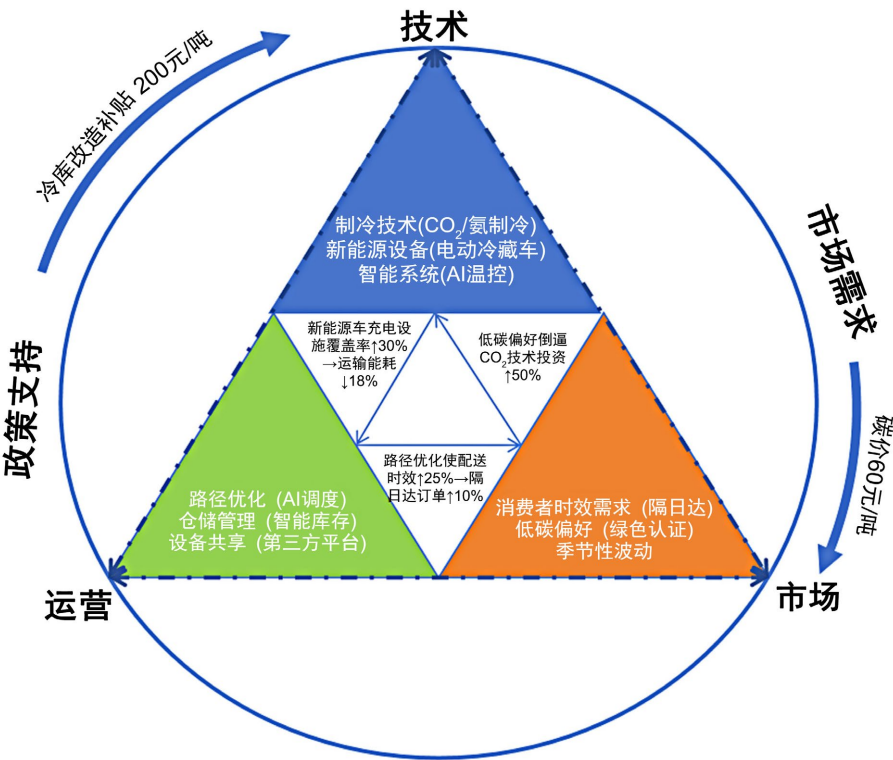


Figure 1. “Technology-Operations-Marketing” three-dimensional interactive model
图 1. “技术 - 运营 - 市场”三维交互模型

技术→运营：新能源冷藏车(技术)的普及依赖充电设施完善(运营支持)，而智能仓储系统(技术)可优化库存布局(运营)，减少冷库能耗 10%(数据来源：万纬冷链，2023)。

运营→市场：路径优化缩短配送时间(运营提升)，满足消费者时效性需求(市场驱动)，但同时高频次运输可能增加碳排放，需通过技术升级抵消负面影响。

市场→技术：消费者对低碳产品的偏好(市场需求)倒逼企业投资绿色技术(如京东冷链推广电动车辆)，而政策补贴(如每辆新能源车补贴 10 万元)进一步降低技术采纳门槛，形成“需求 - 政策 - 技术”三角驱动。

3.2.3. 案例：顺丰冷运的协同减排实践

以顺丰冷运为典型案例，其 2023 年通过“技术 - 运营 - 市场”协同实现减排突破：

技术维度：引入创新制冷控制系统，冷库能耗降低 20%~30%；

运营维度：动态路径规划使车辆满载率提升至 85%，减少柴油消耗 15%；

市场维度：低碳服务吸引环保意识客户，订单量增长 8%。

三者交互作用下，公司全年碳排放强度下降 18%，验证模型有效性。

4. 行业发展机遇与前景展望

随着全球对气候变化问题关注度的不断提高，我国对各行业的碳排放的限制也愈发严格。生鲜品冷链行业作为高能耗、高排放的行业，在此背景下面临着巨大的压力。

4.1. 低碳转型带来的新机遇

尽管面临着诸多挑战，但低碳转型也为生鲜品冷链行业带来了新的发展机遇。

政策支持方面，政府出台了一系列鼓励冷链行业节能减排的政策，如对采用新能源设备的企业给予补贴、对建设绿色冷链物流园区的项目给予税收优惠等。

技术创新方面。随着科技的不断进步，越来越多的先进技术应用用于冷链行业，如智能温控技术、大数据优化配送技术等。这些技术不仅有助于降低碳排放，还能提高企业的运营效率和服务质量。

市场需求正在发生变化，消费者对低碳、环保的生鲜产品需求逐渐增加。这为企业提供了新的市场增长点。在第一个阶段，企业以消费者效用最大化为经营目标，得到考虑消费者低碳和新鲜度偏好的需求函数；在第二个阶段，企业更关注自身利润，即尽量降低企业经营成本，提高企业的收益。从两个层面对其进行优化，从而提高冷链物流供应链的竞争力[8]。

一些企业通过打造绿色冷链品牌，强调产品的低碳属性，吸引了越来越多消费者，取得了良好的收益。

4.2. 减排策略与前景展望

(1) 技术创新推动减排

科学技术方面应该加大在制冷技术研发方面的投入，促进企业和科研机构之间的合作，研发更高效、环保的制冷技术，不断更新行业科技水平。例如，进一步推广和完善二氧化碳制冷技术，改善其在冷库和冷藏车中和其他制冷物质的比例。同时，加快新能源冷藏车的技术研发和广泛推广，硬件设施上解决续航里程短、充电设施不完善等问题。政府方面可以通过设立专项科研基金、给予研发企业税收优惠等政策等，支持技术创新。设立“冷链低碳技术专项基金”(首期 50 亿元)，重点支持氨 - CO₂ 复叠系统、磁悬浮压缩机等前沿技术。

(2) 运营管理优化

企业可以利用大数据、人工智能等技术，优化冷链物流的配送路径规划和仓储管理。通过建立智能物流系统，实时监控车辆位置、最新路况等信息，为车辆规划最优配送路径，减少行驶里程和能耗。在仓储管理方面，引入智能库存管理系统，根据货物的进出库频率和不同生鲜食品的特性，合理安排库存布局以及冷藏温度，提高冷库空间利用率和制冷设备运行效率，节约能源消耗。

(3) 政策支持与行业合作

对于政府来说，应继续完善碳排放相关政策，加大对冷链行业节能减排的支持。除了对积极实行碳减排政策的企业设立补贴、税收优惠政策外，还可以建立碳排放奖惩制度，对碳排放达标且表现优秀的企业给予相应奖励，例如对年度碳强度下降 $\geq 10\%$ 的企业，给予每吨减排量 50 元的财政奖励(上限 500 万元/年)；对超标企业也要进行对应处罚，碳排放超标企业按超出量 $\times$ 碳市场均价缴纳罚款。

行业内企业也应该加强合作，共同推动减排工作。例如，企业可以联合建立共享冷链物流设施，提高设备利用率，减少浪费，降低单位货物的能耗和碳排放。同时，企业之间可以分享节能减排的经验和技能，促进整个行业的绿色发展[9]。比如组建“冷链技术联盟”，共享专利；投资建设“零碳冷链园区”，例如郑明现代物流上海园区作为国内首个“零碳冷链园区”，通过多维度清洁能源整合与智能化管理实现减排目标，成功通过对资源整合提高减排效率[10]。

5. 结论

在“双碳”目标的大背景下，生鲜品冷链行业虽面临诸多挑战，但也迎来了转型升级的重要机遇。通过技术创新、运营管理优化以及政策支持与行业合作，行业有望实现绿色、可持续发展，在降低碳排放的同时，提升自身竞争力，为我国低碳经济发展贡献力量。

基金项目

上海工程技术大学大学生创新创业训练计划项目资助。

参考文献

- [1] 国务院办公厅. “十四五”冷链物流发展规划[R]. 北京: 国务院办公厅, 2021.
- [2] 中国物流与采购联合会冷链物流专业委员会. 中国冷链物流发展报告(2024) [R]. 北京: 中国物流与采购联合会冷链物流专业委员会, 2024.
- [3] 马雪丽, 赵颖, 柏庆国, 等. 考虑保鲜努力与碳减排努力的生鲜品三级冷链最优决策与协调[J]. 中国管理科学, 2023, 31(9): 52-61.
- [4] 周叶. 农产品冷链物流碳减排的机理、路径与策略研究[M]. 北京: 经济科学出版社, 2019.
- [5] 国际能源署. 2022 碳排放报告[R]. 巴黎: 国际能源署, 2023.
- [6] 马雪丽, 赵颖, 罗倩, 等. 考虑保鲜努力与碳减排努力的生鲜品三级冷链最优决策与协调[J]. 中国管理科学, 2023, 31(9): 52-61.
- [7] 顺丰控股股份有限公司. 顺丰控股 2024 年度可持续发展报告[R]. 深圳: 顺丰控股股份有限公司, 2025.
- [8] 李仪. 考虑低碳和消费者新鲜度偏好的冷链物流供应链优化研究[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州大学, 2023.
- [9] 罗文丽. 环海冷链: 数字化、智能化、绿色化推动传统转型升级[J]. 中国物流与采购, 2023(19): 40-41.
- [10] 郑明现代物流. 上海零碳冷链园区建设与运营报告[R]. 上海: 郑明物流集团, 2024.