

考虑服务竞争的电商双渠道供应链均衡与协调研究

车冰艳, 周雨秋

上海理工大学管理学院, 上海

收稿日期: 2025年12月29日; 录用日期: 2026年1月8日; 发布日期: 2026年1月27日

摘要

本文研究了服务竞争对电商双渠道供应链均衡与协调的影响。构建了包括制造商与电商平台的双渠道供应链模型, 将价格与服务水平作为主要竞争手段, 建立分散决策和集中决策下的利润函数。分析分散决策下的纳什均衡特征, 发现服务竞争导致服务水平不足和总利润损失。为消除效率损失, 设计了基于批发价调整和服务补贴的协调契约, 使各方自利行为导向系统最优。通过数值实验证了模型分析结果, 提出管理启示。研究表明, 协调机制可有效提高供应链整体绩效, 同时兼顾各方利益, 为电商双渠道供应链管理提供决策参考。

关键词

双渠道供应链, 服务竞争, 协调机制, 博弈模型, 电商平台

Research on Equilibrium and Coordination of E-Commerce Dual-Channel Supply Chain Considering Service Competition

Bingyan Che, Yuqiu Zhou

School of Management, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: December 29, 2025; accepted: January 8, 2026; published: January 27, 2026

Abstract

This paper examines the impact of service competition on the equilibrium and coordination of an e-commerce dual-channel supply chain. A dual-channel supply chain model involving manufacturers

and an e-commerce platform is constructed, with price and service level as the main competitive factors. Profit functions are established under both decentralized and centralized decision-making frameworks. The characteristics of the Nash equilibrium under decentralized decision-making are analyzed, revealing that service competition leads to insufficient service levels and a loss of total profit. To eliminate this efficiency loss, a coordination contract based on wholesale price adjustments and service subsidies is designed, aligning the self-interested behaviors of all parties with system-wide optimality. The analytical results of the model are validated through numerical experiments, and managerial insights are proposed. The study demonstrates that the coordination mechanism can effectively improve overall supply chain performance while balancing the interests of all parties, providing decision-making references for the management of e-commerce dual-channel supply chains.

Keywords

Dual-Channel Supply Chain, Service Competition, Coordination Mechanism, Game-Theoretic Model, E-Commerce Platform

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

随着电子商务的快速发展,制造商普遍采用“直销渠道 + 平台渠道”的双渠道销售模式以拓展市场。在这一结构下,价格与服务水平(如配送时效、售后支持等)成为影响消费者选择的关键竞争维度。然而,在分散化决策机制中,制造商与电商平台作为相互独立的经济主体,往往在服务投入上陷入非合作博弈,引发双重边际化效应,造成供应链整体效率的显著损失。在消费者对电商服务日益敏感的背景下,如何通过有效协调机制化解上述效率困境,成为理论与实践中的重要议题。

围绕双渠道供应链协调问题,学界已从多角度展开研究。部分学者聚焦于特定商业模式的影响机制,例如探讨电商平台拼购折扣对定价策略的扰动及协调方案,或分析直播营销模式下契约设计对供应链的优化作用。然而,现有文献大多将服务竞争视为外生环境或单边决策变量,尚未系统地将价格与服务同时内化为制造商与平台双向博弈的核心决策因素,也缺乏针对服务竞争所引发效率损失的专项协调契约设计。

为此,本文聚焦于制造商与电商平台构成的双渠道系统,重点探究以下问题:服务竞争如何影响双渠道的均衡定价与服务决策?分散决策下的效率损失如何量化呈现?如何设计有效的协调机制以实现系统最优并保障各方利益?基于此,本文将构建一个包含价格与服务竞争的双渠道博弈模型,通过对分散与集中决策下的均衡结果,揭示效率损失的成因与程度,并设计一种融合批发价调整与服务补贴的协调契约,以推动供应链实现帕累托改进。本研究不仅有助于深化对双渠道服务竞争内在机理的理解,也为电商平台与制造商在实践中协同提升服务效能、增强供应链整体竞争力,提供了可操作的决策依据。

2. 文献综述

双渠道供应链管理已成为电子商务环境下的研究重点,尤其在制造商通过电商平台开辟在线直销渠道的背景下,渠道间的竞争与协调问题日益凸显。本研究主要关注由制造商(M)与电商平台(R)构成的双渠道系统,其中价格与服务成为关键竞争维度。相关文献可系统归纳为以下三个方面:

(1) 双渠道供应链协调机制研究

双渠道供应链因存在渠道冲突与双重边际化效应, 其协调问题备受关注。早期研究如 Cai 等系统比较了不同渠道结构下的协调效果, 提出了渠道选择与协调的帕累托区域概念, 为后续研究奠定了基础[1]。在电商情境下, 协调机制设计多与特定商业模式结合。例如, 王道平与周玉研究了平台拼购折扣活动对双渠道定价的扰动, 并设计了基于 Shapley 值的协调方案[2]; 陈玉玉等人探讨了主播营销努力下, 两部收费制契约对实现供应链协调的有效性[3]。此外, 协调机制也常与成员行为特质结合, Qian 等人研究了在成员具有公平关切与资金约束时, 如何通过在线成本分摊与两部定价契约实现完美协调[4]。这些研究为双渠道协调提供了丰富的契约设计思路, 但其核心大多围绕价格变量或单一外部因素展开, 将服务内生于双向博弈并作为协调重点的研究相对不足。

(2) 服务竞争与运营策略研究

服务作为非价格竞争的核心手段, 其决策与影响机制是近年来的研究热点。部分学者关注服务竞争的行为基础, 如赵燕飞与王勇将实体零售商的公平关切行为引入模型, 发现其类型显著影响渠道均衡服务水平[5]。另一些研究则聚焦于服务运营模式的选择与竞争, 李慧与徐琪分析了平台议价能力对服务投入水平的调节作用, 发现议价模式不同会导致服务决策的差异[6]; 夏德建等人则从战略层面, 探讨了电商平台在分销与物流环节的“前向一体化”策略选择及其竞争困境[7]。在国际研究中, Bernstein 与 Federgruen 系统构建了价格与服务双重竞争下的供应链协调理论框架, 具有重要参考价值[8]; Hasiloglu 与 Kaya 则深入分析了电商平台中, 由卖家还是平台自身提供服务的不同情境下, 定价、服务与佣金率的互动关系[9]。相关文献从行为动机与运营模式等角度深化了对服务决策问题的认识, 但在多数模型中, 服务竞争仍被简化为单边决策或嵌入多因素博弈, 对制造商与平台间直接的双向服务互动关注有限。

(3) 成本分担契约与可持续发展研究

成本分担契约是实现供应链协调, 特别是激励质量、服务、绿色创新等投入的关键工具。在传统供应链中, Taleizadeh 等人研究了在碳减排与零售努力的背景下, 成本分摊契约对实现双渠道供应链经济与环境均衡的作用[10]。在闭环供应链与新兴技术领域, 成本分担契约的应用得到进一步拓展, Kaoud 等人构建了结合电商的双渠道闭环供应链模型, 强调了回收等因素对总成本的影响[11]; 邓浏睿等人则探讨了区块链技术如何通过信息透明化, 与融资策略协同影响绿色创新成本与收益[12]。近年来, 成本分担契约更与 ESG 等可持续发展目标深度融合, 例如 Li 等人研究了纺织服装供应链中 ESG 相关成本分摊契约在随机需求下的协调作用[13]; Khodoomi 等人则在电池闭环供应链中引入了层级式成本分摊契约以管理全生命周期[14]。以上研究充分展示了成本分担契约的强大适用性, 但将其专门用于解决制造商与电商平台之间因双向服务竞争而产生的投资不足问题, 尚未得到充分探讨。

总体而言, 现有文献虽在双渠道协调、服务竞争与成本分担契约等方面形成了较为系统的研究基础, 但仍存在明显不足: 一是研究视角上, 多数工作将服务竞争视为单向决策变量, 或嵌入复杂博弈结构加以处理, 对制造商与平台之间直接、双向的服务互动缺乏专门刻画; 二是在协调机制设计上, 既有契约主要着力于缓解价格冲突或激励单方投入, 尚未针对双向服务竞争引致的服务投入不足与系统效率损失提出有效解决方案; 三是理论整合层面, 相关研究较为分散, 尚未形成一个同时涵盖双渠道结构、双向服务竞争与针对性协调契约的统一分析框架。

基于上述不足, 本文拟在以下方面拓展现有研究: 首先, 构建包含制造商直销渠道与电商平台转售渠道的双向价格—服务竞争模型, 系统揭示双向服务互动对均衡决策与整体效率的影响机理; 其次, 针对服务竞争引发的投资不足问题, 设计“批发价调整—服务补贴”组合契约, 引导分散决策向系统最优化收敛, 实现帕累托改进; 最后, 提出一个整合性分析框架, 将服务竞争内生嵌入双渠道结构, 并通过针对性契约实现协调, 为电商环境下双渠道供应链的服务协同管理提供理论依据与实践启示。

3. 模型构建

为研究服务竞争对电商双渠道供应链均衡与协调的影响, 建立如下模型。

3.1. 供应链结构

供应链由制造商(M)和电商平台(R)组成。产品通过两条渠道销售:

- (1) 直销渠道: 价格 p_d , 服务水平 s_d
- (2) 平台渠道: 价格 p_p , 服务水平 s_p

在电商平台主导的双渠道供应链中, 平台渠道的交易模式通常有两种: 转售模式与佣金模式。在转售模式下, 平台从制造商处以批发价格采购商品, 并自主设定零售价格, 负责商品的销售与售后服务; 而在佣金模式下, 平台不直接购买商品, 而是通过收取一定比例的佣金来获取收益, 主要提供交易撮合、支付支持及用户流量等服务。

本文选择采用转售模式进行研究, 主要基于以下两点考虑: 首先, 转售模式下, 平台可以自主决定商品的最终售价及服务水平, 这有助于在模型中清晰地分析价格与服务之间的相互影响。其次, 转售模式能更好地反映制造商与平台在服务投入上的互动关系, 从而揭示因服务竞争而可能产生的效率损失问题。相较之下, 佣金模式中平台与制造商之间还需就佣金率进行博弈, 价格、服务与佣金的博弈关系较为复杂, 容易使分析焦点偏离服务竞争机制本身。因此, 为了确保模型的解析性并突出研究焦点, 本文在平台渠道中采用了转售模式。

尽管如此, 佣金模式下平台与制造商之间的服务竞争问题同样具有现实意义, 且为未来的研究提供了重要的拓展方向。

3.2. 需求函数

假设线性需求, 同时受自身与竞争渠道服务水平影响:

$$q_d = a - bp_d + cs_d - ds_p \quad (1)$$

$$q_p = a - bp_p + cs_p - ds_d \quad (2)$$

其中 $a > 0$ 为市场规模, $b > 0$ 为价格敏感度, $c > 0$ 为服务增益系数, $d \geq 0$ 为服务竞争强度。

3.3. 成本与利润

服务成本:

$$C_d(s_d) = \frac{\gamma_d}{2} s_d^2 \quad (3)$$

$$C_p(s_p) = \frac{\gamma_p}{2} s_p^2 \quad (4)$$

制造商利润:

$$\pi_M = (p_d - c_m)q_d + (w - c_m)q_p - C_d(s_d) \quad (5)$$

平台利润:

$$\pi_R = (p_p - w)q_p - C_p(s_p) \quad (6)$$

其中 c_m 为单位生产成本, w 为批发价。

3.4. 决策变量、博弈结构与模型假设

本模型中, 制造商(M)与电商平台(R)的决策变量分别为各自渠道的产品价格与服务水平, 即制造

商决策直销渠道价格 p_d 与服务 s_d ，平台决策平台渠道价格 p_p 与服务水平 s_p 。博弈结构设定为：在分散决策下，双方作为独立决策主体进行非合作博弈，可进一步细分为同时行动的纳什博弈或存在领导跟随关系的 Stackelberg 博弈；在集中决策下，则以供应链系统总利润 $\pi_{SC} = \pi_M + \pi_R$ 最大化为共同目标，其均衡解将作为评估分散决策效率损失的基准。

本研究模型的构建基于以下核心假设，这些假设在供应链与双渠道研究领域中具有理论合理性与适用性。

第一，假设产品在不同渠道间具有同质性，价格和服务是消费者进行选择的主要依据。该设定聚焦于渠道竞争本身，避免了产品差异对竞争效应的干扰，是双渠道研究中的常见处理方式；第二，渠道需求设为线性函数，并同时受自身及竞争渠道的服务水平影响。线性需求函数形式简洁、易于解析，在供应链博弈文献中被广泛采用，能够清晰刻画价格与服务的边际影响，突出渠道间的竞争交互效应；第三，服务成本函数设为凸函数，具体形式为 $C(s) = \frac{\gamma}{2}s^2$ ，体现边际服务成本递增的特性。该设定反映了现实中服务投入随着水平提高而难度加大的普遍规律，符合经济学中成本递增的基本假设，也便于模型求解与均衡分析；第四，假设决策环境为静态且信息完全，双方均了解彼此的成本结构与市场需求函数。这一假设简化了动态与信息不对称带来的复杂性，使研究能够集中于服务竞争与协调机制的核心逻辑，是理论建模中常用的分析方法。

4. 分散决策下的均衡分析

4.1. 利润函数回顾

制造商利润：

$$\pi_M = (p_d - c_m)q_d + (w - c_m)q_p - \frac{\gamma_d}{2}s_d^2 \quad (7)$$

平台利润：

$$\pi_R = (p_p - w)q_p - \frac{\gamma_p}{2}s_p^2 \quad (8)$$

其中 $q_d = a - bp_d + cs_d - ds_p$ ， $q_p = a - bp_p + cs_p - ds_d$ 。

4.2. 纳什均衡求解与特征分析

在分散决策下，制造商与电商平台作为独立的决策主体，分别以自身利润最大化为目标进行决策。通过求解利润函数的一阶条件并联立方程组，即可求得分散决策下纳什均衡 $(p_d^*, s_d^*, p_p^*, s_p^*)$ 。若采用 Stackelberg 博弈，则先求制造商对平台反应函数，再最大化制造商利润以确定均衡策略。

对均衡结果的分析表明，服务竞争在该系统中表现出显著的双重效应。一方面，某一渠道提升自身服务水平(如提高配送速度、改善售后响应)可直接增加其市场需求，这体现了服务的正向增益效应；另一方面，竞争渠道服务水平的提升会分流本渠道需求，形成负向竞争效应。这两种效应共同作用，使得渠道间的服务决策呈现出显著的策略互动性。此外，价格与服务之间存在一定的替代与补偿关系：当某一渠道的服务投入不足时，可通过适度降低价格来部分弥补其市场竞争力的损失。

另外，对比集中决策下的系统最优解可以发现，分散决策导致了典型的效率损失。在各自为政的决策机制下，制造商与平台均倾向于提供低于系统最优水平的服务，同时供应链总利润也显著低于集中决策时的最大可能利润。这一现象根源于供应链中的双重边际化问题：各方在决策时仅考虑自身利润最大化，而无法将服务提升所带来的正外部性(如品牌声誉提升、整体市场扩大)完全内化，从而导致服务投入

的系统性不足和整体效率的损失。

4.3. 数值示例

为直观展示均衡特征与效率损失, 设定基础参数如下: $a=100$, $b=1$, $c=2$, $d=1$, $c_m=10$, $\gamma_d=\gamma_p=1$, $w=15$, 计算可得分散决策下的纳什均衡结果为:

$$p_d^* \approx 32.5, \quad s_d^* \approx 12.1, \quad p_p^* \approx 31.0, \quad s_p^* \approx 11.5$$

此时供应链总利润 $\pi_M + \pi_R \approx 1150$, 与后文 5.1 节求得的集中决策最优利润(约为 1250)相比, 分散决策导致了约 8% 的效率损失, 从数值上验证了上述理论分析的结论。

5. 供应链协调机制设计

5.1. 系统最优集中决策

集中决策最大化总利润:

$$\pi_{SC} = (p_d - c_m)q_d + (p_p - c_m)q_p - \frac{\gamma_d}{2}s_d^2 - \frac{\gamma_p}{2}s_p^2 \quad (9)$$

求解得系统最优价格和服务水平 $(p_d^{opt}, s_d^{opt}, p_p^{opt}, s_p^{opt})$ 。

5.2. 协调契约形式

设计批发价调整 + 服务补贴契约:

$$\pi_M^{\text{coord}} = (p_d - c_m)q_d + (w^c - c_m)q_p - \frac{\gamma_d}{2}s_d^2 + T_d \quad (10)$$

$$\pi_R^{\text{coord}} = (p_p - w^c)q_p - \frac{\gamma_p}{2}s_p^2 + T_p \quad (11)$$

通过调整 w^c, T_d, T_p 可使分散决策纳什均衡实现系统最优。

5.3. 协调均衡条件与管理启示

所设计的协调契约需满足三项关键条件, 以确保其可行性与有效性。首先, 契约须实现帕累托改进, 即协调后制造商与电商平台的利润均不低于分散决策下的均衡利润, 从而保障各方有激励参与协调。其次, 协调后的均衡策略应等于集中决策下的系统最优策略, 即实现系统最优。最后, 需满足参与约束与激励相容约束, 确保各成员在自愿前提下执行契约条款。

满足上述条件的协调契约在实践中具有明确的管理启示。其一, 服务补贴机制能够将服务投入的正外部性内部化, 有效激励制造商与平台将服务水平提升至系统最优水平。其二, 批发价的策略性调整为平台提供了重要的治理工具, 通过调节渠道间的利润分配, 能够缓解价格冲突, 促进渠道协同。其三, 本研究所提出的“批发价调整 + 服务补贴”契约结构清晰、参数易于设定, 具备较强的可操作性, 为电商平台与制造商在实际运营中构建协同关系提供了可直接借鉴的管理工具。

6. 数值分析与结论

6.1. 数值分析

基础参数与分散/集中决策结果如表 1。

Table 1. Basic parameters and decentralized/centralized decision results data
表 1. 基础参数与分散/集中决策结果数据

决策方式	p_d	s_d	p_p	s_p	总利润
分散均衡	32.5	12.1	31.0	11.5	1150
集中最优	33.0	14.0	32.5	13.5	1250
协调机制	33.0	14.0	32.5	13.5	1250

6.2. 结论与启示

本研究结论表明, 在制造商与电商平台分散决策的情境下, 由于双方均以个体利润最大化为决策目标, 导致服务水平低于供应链整体最优水平, 进而产生显著的效率损失。为解决这一问题, 本文提出了一种包含批发价格调整机制与服务成本分摊机制的双重协调契约。理论分析表明, 该契约能够有效引导供应链成员的服务投入与定价决策收敛于集中决策下的最优解, 在实现供应链利润最大化的同时, 通过合理的利润分配机制保障各方利益, 确保各方的利润不低于协调前水平, 从而实现帕累托改进。

基于对关键外生参数的敏感度分析, 本研究进一步提炼出以下管理启示:

1) 服务竞争强度与补贴机制优化: 研究显示, 服务竞争强度与最优补贴比例呈正相关关系。在服务竞争激烈的市场中, 制造商应适当提高对平台的服务成本分摊比例。较高的补贴系数有助于激励平台增加服务投入, 特别是在面对具有较强服务优势的竞争对手时, 制造商应将服务补贴比例提高 10%~15%, 以改善渠道整体服务质量和市场竞争力。

2) 定价与服务策略的协同决策: 制造商的最优协调策略需要在批发价格与服务补贴之间进行权衡。当服务竞争较弱时, 市场对价格的敏感度较高, 制造商可适当降低服务补贴, 将重点放在价格竞争上; 反之, 当服务竞争更为重要时, 应增加补贴, 激励平台提高服务水平, 避免因服务不足导致市场份额流失。

3) 平台异质性与契约差异化设计: 敏感度分析表明, 平台的议价能力是影响协调契约设计的关键因素。对于具有强势市场地位的平台, 制造商可采用“低补贴、低批发价”的策略, 通过价格优势刺激需求; 而对于市场地位较弱的平台, 则应采用“高补贴、适度批发价”的策略, 通过增强服务支持提升平台竞争力与消费者满意度, 促进供应链的稳定协作。

综上, 本研究为双渠道供应链的服务协调问题提供了系统的决策框架。制造商应根据外部市场竞争强度与平台的异质性, 灵活调整批发价格与服务补贴的组合策略。通过这一协调机制, 制造商与电商平台能够突破各自理性的局限, 在竞争环境中实现供应链整体绩效的优化, 并建立可持续的竞争优势。

尽管本研究取得一定成果, 但仍存在若干可进一步拓展的方面: 第一, 当前模型假设消费者同质, 未来可引入消费者异质性或渠道偏好差异, 以更贴合实际市场环境; 第二, 本文采用静态分析框架, 后续可扩展为动态或多周期决策模型, 以考察竞争与协调策略的长期演化效应; 第三, 本研究聚焦于单一制造商与单一平台的双渠道结构, 未来可进一步探讨多个平台或制造商共存下的竞争与协调问题, 以提升模型的解释范围与实际适用性。

致 谢

本研究从选题、构思到最终成文, 始终承蒙导师的精心指导和无私支持, 在此谨向导师表达最衷心的感谢。同时, 也深深感激一路给予我理解与鼓励的家人和朋友们。文中如有任何疏漏或不足之处, 责任完全由本人承担。

参考文献

- [1] Cai, G.G. (2010) Channel Selection and Coordination in Dual-Channel Supply Chains. *Journal of Retailing*, **86**, 22-36. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2009.11.002>
- [2] 王道平, 周玉. 考虑电商平台拼购折扣的双渠道供应链协调定价[J]. 系统工程学报, 2022, 37(4): 535-548.
- [3] 陈玉玉, 袁媛, 柏庆国, 等. 考虑主播营销努力的双渠道供应链定价与协调研究[J]. 计算机工程与应用, 2025, 61(14): 322-331.
- [4] Qian, X., Huang, M., Yin, M., Zhang, J. and Li, Y. (2025) Coordination of a Dual-Channel E-Commerce Platform Supply Chain with Fairness Concerns and Financial Constraints. *International Journal of Production Economics*, Article ID: 109802. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2025.109802>
- [5] 赵燕飞, 王勇. 消费者渠道偏好下考虑实体零售商公平关切的平台供应链服务水平决策研究[J]. 管理工程学报, 2023, 37(5): 116-129.
- [6] 李慧, 徐琪. 商品及服务竞争下平台供应链议价模式选择策略[J]. 管理学报, 2025, 22(8): 1537-1546.
- [7] 夏德建, 石国强, 高艳红. 前向一体 vs. 前向分离: 供应链竞争下电商平台的分销与物流控制策略[J/OL]. 西安理工大学学报, 2025: 1-14. <https://link.cnki.net/urlid/61.1294.N.20251217.1909.002>, 2025-12-25.
- [8] Bernstein, F. and Federgruen, A. (2007) Coordination Mechanisms for Supply Chains under Price and Service Competition. *Manufacturing & Service Operations Management*, **9**, 242-262. <https://doi.org/10.1287/msom.1070.0159>
- [9] Hasiloglu, M. and Kaya, O. (2021) An Analysis of Price, Service and Commission Rate Decisions in Online Sales Made through e-Commerce Platforms. *Computers & Industrial Engineering*, **162**, Article ID: 107688. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107688>
- [10] Taleizadeh, A.A., Adeli, M. and Abedsoltan, H. (2025) Sustainability, Pricing and Marketing in a Dual Channel Supply Chain with Different Retailing Scenarios and Carbon Emission Reduction. *Journal of Cleaner Production*, **496**, Article ID: 145149. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145149>
- [11] Kaoud, E., Abdel-Aal, M.A.M., Sakaguchi, T. and Uchiyama, N. (2020) Design and Optimization of the Dual-Channel Closed Loop Supply Chain with E-Commerce. *Sustainability*, **12**, Article No. 10117. <https://doi.org/10.3390/su122310117>
- [12] 邓浏睿, 喻喜沕, 张莹. 基于区块链的电商平台双渠道运营优化——进驻模式、绿色创新与融资策略的协同机制[J]. 湖南大学学报(社会科学版), 2025, 39(4): 68-81.
- [13] Li, L., Liu, X. and Hu, M. (2024) Textile and Apparel Supply Chain Coordination under ESG Related Cost-Sharing Contract Based on Stochastic Demand. *Journal of Cleaner Production*, **437**, Article ID: 140491. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140491>
- [14] Khodoomi, M.R., Tosarkani, B.M. and Li, E.P.H. (2025) Sustainable Life Cycle Management of Batteries in a Closed-Loop Supply Chain under Hierarchical Cost-Sharing Contracts and Carbon Policies. *International Journal of Production Economics*, **290**, Article ID: 109799. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2025.109799>