

公共海外仓模式下跨境电商供应链两级库存成本控制

郑金旺, 李肖钢

(浙江万里学院, 浙江 宁波 315100)

摘要:以跨境电商供应链由“国内前置仓-公共海外仓”组成的两级库存系统为研究对象,考虑海外仓免仓期和国际海运等制约因素,基于周期性库存检查(T,S)策略,采用两阶段计算方法构建了随机需求和不确定提前期下跨境电商供应链两级库存成本控制模型。通过数理分析得出公共海外仓模式下跨境电商供应链两级库存系统存在总库存成本最低的最优最高库存量,从而为跨境电商企业进行两级库存成本控制提供理论参考。

关键词:跨境电商;公共海外仓;两级库存

中图分类号: F724.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2024)22-0137-06

随着经济全球化和国家“一带一路”政策的不断推进,以及近年来数字经济的快速发展,跨境电商已经成为我国经济发展中不可或缺的重要组成部分。跨境电商的迅速发展离不开跨境物流的支持,同时也对跨境物流提出了更高、更新的要求^[1]。海外仓因其物流时效性强、服务质量高及顾客满意度高等优势,成为跨境电商物流发展的主流模式^[2]。根据建设类型,海外仓主要可分为自建海外仓、平台海外仓、公共海外仓三种类型^[3]。其中,公共海外仓凭借其独特优势已成为许多中小型跨境电商企业的首选,并得到国家及各省份的重点支持^[2,4]。

相较于自建海外仓,公共海外仓可以免去自行建仓所面临的购买固定资产等一系列资金投入,降低成本与风险^[5]。与平台海外仓相比,公共海外仓提供了更多灵活性和自主性,跨境电商企业能够根据自己的需求选择不同的服务组合,而不受限于特定平台的规则和限制^[6]。然而,无论使用何种海外仓模式,库存管理都应是跨境电商企业进行海外仓运营管理的重要关注点^[7]。同时,海外仓模式下的库存控制问题也是跨境电商企业进行海外仓管理时面临的难题之一。由于空运模式会产生昂贵的物流成本,跨境电商企业普遍采用海运模式向公共海外仓进行补货。海运运输通常时间较长,存在一定不确定性。此外,跨境电商常以原始设备制造(original equipment manufacture, OEM)模式和原始设计制造(original design manufacture, ODM)模式进行生产供应。在此情况下,接单生产的模式使工厂产品

供应具有波动性^[8]。因此受国际运输、产品供应等因素的影响,使海外仓补货提前期存在较大不确定性,导致海外仓库存控制常面临呆滞或者缺货风险。针对海外仓模式下的库存控制研究问题,国内学者已进行了一些研究。夏天娇^[9]基于经典经济订货批量(economic order quantity, EOQ)模型分析海外仓的库存成本构成及模型适用条件。资道根^[10]以运筹学存储论中随机型存储模型为基础,分析了海外仓进口流程的特征,并建立了需求与提前期均为离散随机的库存控制模型。金虹虹^[11]通过分析海外仓订货的特点,考虑了订货过程中的诸多约束条件,构建海外仓模式下跨境电商企业统筹订货和小批量订货的库存控制模型。但这些研究均聚焦于海外仓单级库存系统。

在实际运营中,为缩短提前期,降低其不确定性对库存成本控制的影响,已有研究提出设立境内中转仓^[12],使境内境外仓进行有效衔接^[13],起到优化整条跨境电商供应链的作用^[14]。也有一些跨境电商企业将库存预先备货至国内前置仓,再通过多种运输方式运往海外仓,通过扭转前置仓的中转作用变为存储作用^[15],形成两级库存备货策略。相较于原先的单级库存系统,跨境电商企业采用两级库存备货策略,能够优化供应链的库存分布,分散公共海外仓存储压力,降低库存风险。但随着库存节点的增加,供应链复杂性和库存管理难度也随之增加^[16],且目前针对跨境电商场景下的两级库存定量控制策略的研究文献较为稀缺,故本文以“国内前

收稿日期: 2024-06-26

作者简介: 郑金旺(1996—),男,温州乐清人,硕士研究生,研究方向为跨境电子商务技术与运营管理;李肖钢(1979—),男,浙江嵊州人,硕士,副教授,研究方向为供应链管理、产教融合。

置仓-公共海外仓”形成的两级库存系统为研究对象,考虑公共海外仓模式免仓期、国际海运等影响条件,分析了两级库存系统的库存成本构成,并构建随机需求和提前期均不确定情况下的库存控制模型。

1 公共海外仓模式下跨境电商供应链两级库存成本控制模型分析

1.1 问题描述

在“国内前置仓-公共海外仓”构成的两级库存系统中,跨境电商企业预先在国内前置仓进行备货,并通过国际海运方式将商品批量补货至公共海外仓。由于公共海外仓存在免仓期政策,跨境电商企业通常以免仓期时间作为单位补货审查周期。为使补货过程中总库存成本最小化,跨境电商企业需要协调决策国内前置仓和公共海外仓的库存控制策略。据此情景,本文将问题抽象为基于周期性库存检查(T, S)策略的两级库存成本控制问题,考虑了公共海外仓免仓期以及国际海运,并假设需求和提前期均不确定,且服从正态分布。

1.2 库存成本分析

在“国内前置仓-公共海外仓”构成的两级库存系统中,公共海外仓的库存成本主要发生于仓储服务、头程海运补货及海外仓操作,国内前置仓的库存成本主要集中于库存补货和仓储服务。

现对公共海外仓模式下跨境电商供应链两级库存系统库存成本分析如下。

1.2.1 库存持有成本

库存持有成本主要指货物存放于仓库内所产生的费用。此外,持有库存还会产生资金占用成本,即库存占用资金用于其他业务投资的机会成本。由于不同投资收益率不同难以衡量,为不将问题复杂化,本文库存持有成本不考虑资金占用成本的情况,仅考虑货物在国内前置仓和公共海外仓存放而产生的库存存储费用。

1.2.2 订货成本

订货成本包括订购费用和货物流通成本。订购费用主要涉及采购过程中的人员差旅费用、合同谈判和订单处理费用。对于海外仓采用海运补货而言,订购费用还包括海运收费中的报关费、文件费、提单费等。货物流通成本则包括从工厂至国内前置仓和从国内前置仓至公共海外仓的运输费用。实际情况中,由于电子信息系统普及和跨境电商企业使用货代服务等因素影响,订购费用成本可视为囊括在运输费用的一部分,故本文订货成本主要考

虑补货过程所产生的运输费用。

1.2.3 缺货成本

缺货成本指因库存不足而导致的损失。公共海外仓缺货将导致跨境电商企业销售机会丧失,降低企业利润,并可能影响客户对品牌的信任度和平台评分。国内前置仓缺货则会影响公共海外仓的头程物流补货,形成恶性循环。

1.2.4 操作成本

为促进货物周转流动,公共海外仓通常设置免仓期并收取操作服务费用。操作服务费用包括货物出入库、上下架、代发货等服务所产生的费用,其中部分商品还可能包括替换包装、标签等费用。

2 公共海外仓模式下两级库存成本控制模型构建

本文旨在求解跨境电商供应链由“国内前置仓-公共海外仓”构成的两级库存系统最优最高库存量,以使总库存成本最小。该问题属于 NP-hard 问题,采用两阶段计算方法来求解。两阶段计算方法是一种常用的成本计算方法,通常用于分析复杂的成本结构或者多阶段的业务流程。该方法将成本分解为不同阶段或模块,并分别计算每个阶段或模块的成本,最终将这些成本加总得到总成本。该方法能够有效地简化问题的求解过程,并提高模型的求解效率。

第一阶段,对公共海外仓模式下跨境电商供应链单级库存成本控制模型进行求解,以确定单级库存下最优最高库存量;第二阶段,通过将单级库存最高库存量纳入考量,求解国内前置仓的最优最高库存量,最终形成公共海外仓模式下跨境电商供应链两级库存成本控制的完整决策方案。

2.1 模型假设

为保证模型更加符合“国内前置仓-公共海外仓”两级库存系统的实际情况,针对所建立的模型进行以下的前提假设。

2.1.1 终端客户需求分布

跨境电商企业使用公共海外仓向终端客户发货。对于某一海外销售市场而言,客户需求表现出稀有性、局部密集性和偶然性,且相互独立,互不影响。因此,在考虑客户需求的随机波动性时,可以采用正态分布来模拟 T 时间内订单需求量的随机变化。

2.1.2 公共海外仓补货需求

假设供应商供应能力无限,国内前置仓的需求来自公共海外仓的补货,因此其平均补货量等于公共海外仓所面对的终端客户需求均值。国内前置仓订货需求可视为服从终端客户需求相同正态分布。

2.1.3 订单独立性

各决策周期订单需求相互独立。当期库存满足需求后,剩余库存留到下一个周期继续销售。若库存不足,则在该期内发生缺货,产生相应的缺货成本。

2.1.4 公共海外仓的补货提前期

假设公共海外仓的补货提前期 L 服从正态分布,并且每个周期的补货提前期均小于该周期的销售周期。

2.1.5 国内前置仓的补货提前期

假设国内前置仓的补货提前期为固定值 L_w ,并且在补货决策中始终保持不变。

2.1.6 运输完整性

国内前置仓与公共海外仓均实行完整运输,不接受部分发货。

2.2 模型符号说明

对后续数学模型中的一些基本参数符号的说明如表 1 所示。

表 1 模型参数符号说明

符号	符号说明
S_0	公共海外仓最高库存量
I_{oT}	公共海外仓审查周期期末实际库存量
$D_{o(T+L)}$	公共海外仓决策周期面对的订单需求量
$f(x)$	公共海外仓决策周期内面对的订单需求概率密度函数
$U_{o(T+L)}$	公共海外仓决策周期末在库净库存
Q_T	公共海外仓审查周期补货数量
$P[D_{o(T+L)}]$	公共海外仓决策周期内需求为 $D_{o(T+L)}$ 的概率
C_{o1}	公共海外仓库存持有成本,其中 c_{o1} 为公共海外仓单位商品储存成本
C_{o2}	公共海外仓订货成本,其中 c_{o2} 为公共海外仓单位商品订货成本
C_{o3}	公共海外仓缺货成本,其中 c_{o3} 为公共海外仓单位商品缺货成本
C_{o4}	公共海外仓操作成本,其中 c_{o4} 为公共海外仓单位商品操作成本
TC_o	公共海外仓模式下跨境电商单级库存总库存成本
S_w	国内前置仓最高库存量
I_{wT}	国内前置仓审查周期期末实际库存量
$D_{w(T+L)}$	国内前置仓决策周期面对的订货需求量
$U_{w(T+L)}$	国内前置仓决策周期末在库净库存
Q_w	国内前置仓在审查周期补货数量
$P[D_{w(T+L)}]$	国内前置仓决策周期需求为 $D_{w(T+L)}$ 的概率
C_{w1}	国内前置仓库存持有成本,其中 c_{w1} 为国内前置仓单位商品储存成本
C_{w2}	国内前置仓订货成本,其中 c_{w2} 为国内前置仓单位商品国内运输成本
C_{w3}	国内前置仓缺货成本,其中 c_{w3} 为国内前置仓单位商品缺货成本
TC_w	“国内前置仓-公共海外仓”两级库存系统总库存成本
$T+L$	库存控制决策周期
L_o	公共海外仓补货提前期
L_w	国内前置仓补货提前期

2.3 公共海外仓单级库存成本控制模型构建

2.3.1 库存持有成本 (C_{o1})

库存持有成本 (C_{o1}) 是跨境电商企业在考虑公共海外仓免仓期情况产生的费用。收费标准以免费仓储时间间隔 T 为周期。当存储时间超过 T 时,即在周期 T 末售完商品后,剩余商品才会开始产生储存费用。仓储成本根据当期期末实际净库存 $U_{o(T+L)}$ 进行计算。当 T 时刻进行成本结算时,决策周期 $T+L$ 内客户订单需求量 $D_{o(T+L)}$ 小于公共海外仓期末库存 I_{oT} 和当期补货量 Q_T 之和时,在满足订单需求后仍有盈余库存,则公共海外仓的实际净库存 $U_{o(T+L)}$ 产生库存持有成本,此时公共海外仓净库存量 $U_{o(T+L)}$ 为

$$I_{oT} + Q_T - D_{o(T+L)} = S_0 - D_{o(T+L)} \quad (1)$$

式中: Q_T 为周期 T 内常规补货数量。考虑订单需求具有随机波动性,服从正态分布 $D_{oT} \sim N(\mu_o, \sigma_o^2)$, 因此 T 时刻公共海外仓库存持有成本 C_{o1} 为

$$C_{o1} = \frac{1}{2} c_{o1} U_{\alpha} P_o[D_{o(T+L)}] =$$

$$\frac{1}{2} c_{o1} \int_0^{S_0} (S_0 - D_{o(T+L)}) f(D_{o(T+L)}) d D_{o(T+L)} \quad (2)$$

2.3.2 订货成本 (C_{o2})

公共海外仓补货成本是由运输成本构成,该部分成本与当期补货量相关。

当 $D_{o(T+L)} \leq S_0$ 时,公共海外仓库存储备能够满足正常需求,决策周期的补货量 $Q_T = S_0 - I_{oT}$; 当 $D_{o(T+L)} > S_0$ 时,需求数量超出公共海外仓最高库存储备,因此公共海外仓仅部分满足需求,且因仓库场地限制,决策周期内补货量为 S_0 , 同时产生缺货成本。

因此公共海外仓订货成本 C_{o2} 为

$$C_{o2} = c_{o2} \left[\int_0^{S_0} (S_0 - I_{oT}) f(D_{o(T+L)}) d D_{o(T+L)} + \int_{S_0}^{\infty} S_0 f(D_{o(T+L)}) d D_{o(T+L)} \right] \quad (3)$$

2.3.3 缺货成本 (C_{o3})

决策周期内需求 $D_{o(T+L)}$ 大于公共海外仓期末库存 I_{oT} 与当期补货量 Q_T 之和,即储备库存无法满足订单需求时,则会产生缺货成本。缺货成本的计算与缺货量有关。

因此公共海外仓缺货成本 C_{o3} 为

$$C_{o3} = c_{o3} \int_{S_0}^{\infty} [D_{o(T+L)} - S_0] f[D_{o(T+L)}] d D_{o(T+L)} \quad (4)$$

2.3.4 操作成本 (C_{o4})

公共海外仓操作成本费用与决策周期 $T+L$ 内

的销售量和公共海外仓最高库存量相关。

当 $D_{o(T+L)} \leq S_o$ 时,销售量等于需求量,则操作成本为

$$c_{o4} D_{i(T+L)} P_o[D_{o(T+L)}] = c_{o4} \int_0^{S_o} D_{o(T+L)} f[D_{o(T+L)}] dD_{o(T+L)} \quad (5)$$

当 $D_{o(T+L)} > S_o$ 时,销售量为最大库存量,操作成本为

$$c_{o4} S_o P_o[D_{o(T+L)}] = c_{o4} \int_0^{S_o} S_o f[D_{o(T+L)}] dD_{o(T+L)} \quad (6)$$

因此公共海外仓操作成本 C_{o4} 为

$$C_{o4} = c_{o4} \left(\int_0^{S_o} D_{o(T+L)} f(D_{o(T+L)}) dD_{o(T+L)} + \int_{S_o}^{\infty} S_o f[D_{o(T+L)}] dD_{o(T+L)} \right)$$

故综上,公共海外仓单级库存系统在决策周期内的总库存成本为

$$TC_o = C_{o1} + C_{o2} + C_{o3} + C_{o4} \quad (7)$$

2.4 “国内前置仓-公共海外仓”两级库存成本控制模型构建

在公共海外仓单级库存成本控制策略的基础上,公共海外仓最高库存量 S_o 的最优解已经求出,且此时公共海外仓总库存成本已达到最小值,即 TC_o 已为定值,因此当第二阶段引入国内前置仓所导致的总库存成本增量 TC_w 达到最小时,则两级库存系统的总库存成本将达到最小值。由于两级库存成本控制策略是基于公共海外仓单级库存决策的基础上,则公共海外仓的最高库存 S_o 可视为已知定值,因此需要决策国内前置仓最优最高库存量 S_w^* 。

2.4.1 库存持有成本 (C_{w1})

国内前置仓的库存持有成本根据当期计划周期内工厂补货量 Q_w 与国内前置仓期末库存 I_{wT} 满足决策周期公共海外仓补货需求 $D_{w(T+L)}$ 后的实际净库存 $U_{w(T+L)}$ 进行计算。当 T 时刻进行成本结算,决策周期内国内前置仓补货需求 $D_{w(T+L)}$ 小于国内前置仓期末库存 I_{wT} 与当期补货量 Q_w 之和时仍有库存盈余,则会由在库净库存产生库存持有成本,此时国内前置仓在库净库存量 $U_{w(T+L)}$ 为

$$U_{w(T+L)} = I_{wT} + Q_w - D_{w(T+L)} = S_w - D_{w(T+L)} \quad (8)$$

式中: Q_w 为周期 T 内国内前置仓补货数量; T 时刻国内前置仓库存持有成本 C_{w1} 为

$$C_{w1} = \frac{1}{2} c_{w1} U_{wT} P_w[U_{w(T+L)}] =$$

$$\frac{1}{2} c_{w1} \int_0^{S_w} [S_w - D_{w(T+L)}] f[D_{w(T+L)}] dD_{w(T+L)} \quad (9)$$

2.4.2 订货成本 (C_{w2})

国内前置仓在每周期 T 向工厂发出订货信息,订货数量为 Q_w ,该部分成本与每期公共海外仓的订货需求及国内前置仓的最高库存量有关。

当 $D_w \leq S_w$ 时,国内前置仓库存储备能够满足公共海外仓当期订货需求,故其在决策周期的补货量 $Q_w = S_w - I_{wT}$; 当 $D_w > S_w$ 时,公共海外仓订货需求数量超出国内前置仓最高库存存储备,因此国内前置仓仅满足部分订货需求,且因仓库场地限制,决策周期内补货量为 S_w ,同时产生缺货成本。

因此国内前置仓订货成本 C_{w2} 为

$$C_{w2} = c_{w2} \left\{ \int_0^{S_w} (S_w - I_{wT}) f D_{wT} dD_{w(T+L)} + \int_{S_w}^{\infty} S_w f[D_{w(T+L)}] dD_{w(T+L)} \right\} \quad (10)$$

2.4.3 缺货成本 (C_{w3})

决策周期 T 内公共海外仓的订货需求 $D_{w(T+L)}$ 大于国内前置仓期末库存 I_{wT} 与当期补货量 Q_w 之和,即国内前置仓库存无法满足公共海外仓补货需求时,则会产生国内前置仓缺货成本。

则国内前置仓缺货成本 C_{w3} 为

$$C_{w3} = c_{w3} \int_{S_w}^{\infty} [D_{w(T+L)} - S_w] f[D_{w(T+L)}] dD_{w(T+L)} \quad (11)$$

综上,可得“国内前置仓-公共海外仓”两级库存成本控制策略在决策周期内的总库存成本为

$$TC_w = C_{w1} + C_{w2} + C_{w3} + TC_o \quad (12)$$

3 模型求解

定理1:存在唯一最优最高库存量 S_o^* ,使公共海外仓单级库存总库存成本 TC_o 取得最小值。

定理2:存在唯一最优最高库存量 S_w^* ,使“国内前置仓-公共海外仓”两级库存总库存成本 TC_w 取得最小值。

证明:分别对公共海外仓单级库存总库存成本 TC_o 中最高库存量 S_o 求一阶导和二阶导。为简便运算,令 $F(S_o) = \int_0^{S_o} D_{o(T+L)} f[D_{o(T+L)}] dD_{o(T+L)}$,并经化简得到:

$$TC'_o = \frac{d(TC_o)}{d(S_o)} = \left(\frac{1}{2} c_{o1} + c_{o3} - c_{o4} \right) F(S_o) + c_{o2} - c_{o3} + c_{o4} \quad (13)$$

$$TC''_o = \frac{d}{d(S_o)} \frac{d(TC_o)}{d(S_o)} = \frac{1}{2} c_{o1} + c_{o3} - c_{o4} \quad (14)$$

在实际运营过程中,单位缺货成本往往高于产品售价,而产品售价囊括各项成本,从而可得知 $c_{o3} > P > c_{o4}$,故推出 $TC''_o > 0$,即公共海外仓单级库存总库存成本 TC_o 为凹函数,且在一阶导数 TC'_o 为 0 时取得总库存成本最小,此时便可解出公共海外仓最优最高库存量 S_o^* 。同理,也可解出国内前置仓最优最高库存量 S_w^* 。

根据公共海外仓单级库存总库存成本一阶导数 TC'_o 可以得到公共海外仓单级系统库存服务水平:

$$F(S_o) = \frac{c_{o2} - c_{o3} + c_{o4}}{\frac{1}{2}c_{o1} + c_{o3} - c_{o4}} \quad (15)$$

相应可以得出公共海外仓单级库存最优最高库存量:

$$S_o^* = \mu_{T+L_o} + Z_{S_o} \sigma_{T+L_o} \quad (16)$$

式中: Z_{S_o} 为公共海外仓库服务水平对应的服务系数。

同理可得“国内前置仓-公共海外仓”两级库存系统中,国内前置仓库服务水平:

$$F(S_w) = \frac{c_{w3}}{\frac{1}{2}c_{w1} + c_{w2} + c_{w3}} \quad (17)$$

则“国内前置仓-公共海外仓”两级库存系统国内前置仓最优最高库存量:

$$S_w^* = \mu_{T+L_w} + Z_{S_w} \sigma_{T+L_w} \quad (18)$$

式中: Z_{S_w} 为国内前置仓库服务水平对应的服务系数。

4 结论与对策

本文以跨境电商企业由“国内前置仓-国外海外仓”构成的两级库存系统为研究对象,深入地分析了系统库存成本费用的构成,旨在以实现两级库存系统总库存成本最低为目标,基于周期性检查库存订货(T,S)策略,综合考虑随机需求、不确定提前期、海外仓免仓期、国际海运等多个影响因素,采用两阶段计算方法构建了公共海外仓模式下跨境电商供应链两级库存成本控制模型,并对模型进行了数理分析求解,得出了公共海外仓模式下跨境电商供应链两级库存系统存在总库存成本最低的最优最高库存量。本文的模型构建,在两级库存管理理论的基础上,考虑了跨境电商公共海外仓模式下的特点,丰富了目前针对跨境电商场景下两级库存控制模型的研究内容。跨境电商企业可以根据本文的模型结果,考虑在实际运营过程中优化国内前置仓的功能,并参考模型求解的最优最高库存量分别

对两级库存进行库存设置。本文研究结果能够为跨境电商企业在“国内前置仓-国外海外仓”两级库存系统场景下的库存成本控制提供了重要的理论参考,从而促进跨境电商服务体系的建设。本文也存在不足,本文内容主要是对构建模型进行数理分析求解,限于篇幅限制而未能进行仿真数据实验进一步验证模型有效性。后续将以模型求解得到的最优最高库存量为初始解,采用企业实际数据进行仿真数据实验,并通过敏感度分析,优化研究结论,从而提出更符合跨境电商企业实际情况的库存控制建议。

基于本文研究发现,对跨境电商企业在公共海外仓模式下进行两级库存管理提出如下对策建议:①优化前置仓功能。升级跨境电商企业国内仓库,不仅仅服务国内发货,也使其成为海外仓备货环节至关重要的环节,形成两级库存系统帮助跨境电商企业实现更高效的库存控制、成本节约和客户服务优化。②形成科学决策方案。目前跨境电商企业库存控制策略较为简单,往往是采用自身或者行业经验进行“拍脑袋”决策。跨境电商企业需要借助科学合理的库存控制策略,提高自身决策能力。③达成供应链信息共享。由于海外仓运营主体与海外市场是分离的,通过数字化改造达成平台间信息共享,能够避免供应链成员间的“信息孤岛”,提高跨境电商企业和海外仓协作能力。

参考文献

- [1] 谭清月. 跨境电商国际海外仓发展模式研究[J]. 物流科技, 2022, 45(14): 72-74.
- [2] 李肖钢, 王琦峰. 基于公共海外仓的跨境电商物流产业链共生耦合模式与机制[J]. 中国流通经济, 2018, 32(9): 41-48.
- [3] 张夏恒, 李豆豆. 跨境电商海外仓类型及发展措施[J]. 工信财经科技, 2021(1): 72-80.
- [4] 冀芳, 张夏恒. 跨境电子商务物流模式创新与发展趋势[J]. 中国流通经济, 2015, 29(6): 14-20.
- [5] 梅靖煜. 出口跨境电商的海外仓模式选择研究[D]. 武汉: 中南财经政法大学, 2019.
- [6] 荣新超. 跨境电商平台海外仓建设模式选择——以 J 公司为例的研究[D]. 北京: 对外经济贸易大学, 2022.
- [7] ZHU J S, YANG Y J. Applying postponement strategy to a multi-warehouse inventory planning[R]. New York: Proceedings of the Northeast Business & Economics Association, 2011.
- [8] 吴亚芸. OEM 型供应链企业外仓调拨控管应用研究[D]. 天津: 天津大学, 2016.
- [9] 夏天娇. EOQ 在跨境电子商务海外仓库存管理中的应用

- 研究[J]. 物流工程与管理, 2018, 40(10): 31-32.
- [10] 资道根. 海外仓模式下跨境电商物流成本控制[J]. 物流技术, 2015, 34(16): 175-177.
- [11] 金虹虹. 海外仓模式下X跨境电商企业订货优化研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2019.
- [12] 张梅, 李慧敏. 第三方海外仓模式下跨境电商企业物流成本的控制[J]. 对外经贸实务, 2022(6): 70-73.
- [13] 宾厚, 马全成, 王欢芳, 等. “一带一路”下我国跨境电商海外仓模式探析[J]. 物流科技, 2018, 41(5): 128-131.
- [14] 蔡咏霏. 新常态下我国跨境电商海外仓建设路径探析[J]. 中国水运, 2023(8): 74-76.
- [15] 孙宝栋. LT公司海外仓运营管理案例研究[D]. 北京: 首都经济贸易大学, 2015.
- [16] 徐贤浩, 马士华. 供应链网络状结构模型中多级库存控制模型[J]. 华中理工大学学报, 1998(7): 69-71.

Two-level Inventory Cost Control in Cross-border E-commerce Supply Chain Under the Public Overseas Warehouse Model

ZHENG Jinwang, LI Xiaogang

(Zhejiang Wanli University, Ningbo 315100, Zhejiang, China)

Abstract: Taking a two-level inventory system in a cross-border e-commerce supply chain composed of “domestic front warehouse-public overseas warehouse” as an example, considering constraints such as free storage periods in overseas warehouses and international shipping, a two-stage calculation method was employed based on the periodic inventory review (T, S) strategy. A two-level inventory cost control model for the cross-border e-commerce supply chain under random demand and uncertain lead time was constructed. Through mathematical analysis, it is found that there is an optimal maximum inventory level that minimizes the total inventory cost in the two-level inventory system under the public overseas warehouse model. Theoretical reference is provided for inventory cost control in cross-border e-commerce.

Keywords: cross-border e-commerce; public overseas warehouse; two-level inventory