

# 区块链技术下冷链物流环节优化研究

杨舒惠<sup>1</sup>, 闫 寒<sup>2</sup>, 张 彪<sup>1</sup>

(1. 昆明理工大学 管理与经济学院, 昆明 650093; 2. 聊城市安全生产执法监察支队, 山东 聊城 252516)

**摘要:**利用博弈模型探讨冷链物流中企业之间合作的不稳定因素,对区块链技术如何保障冷链物流环节的稳定运行进行分析。研究发现,冷链物流环节的稳定运转受到市场约束,区块链技术通过改善冷链物流中的信息不透明现象,实现去中心化及链上数据的不可篡改,利用其技术特性保证冷链物流链上企业的稳定运行与协调合作,最终实现参与主体在整个环节的稳定合作与收益。

**关键词:**冷链物流;区块链;合作;优化

**中图分类号:**F259.2    **文献标志码:**A    **文章编号:**1671-1807(2022)05-0060-06

冷链物流与区块链是当下社会关注的重要发展主题,目前中国冷链行业基础设施建设尚不完善,与发达国家相比,依然存在一定的差距,虽然当下国家已制定一系列发展原则和行业标准,但由于资金量投入以及行业发展等原因,发展速度较为平缓。同时,随着经济发展,人们对产品需求以及质量的要求越来越高,这就要求对产品质量的把控更加严格。经过加工、贮藏、分销、运输和零售的冷链产品在各个环节必须保证处于所需特定低温环境下,防止污染以及变质,从而达到生物安全、食品安全、药品安全标准。对具有易腐、对温度和时间敏感等问题的产品,均要保证严格的冷链物流运输,若期间存在操作不当,不仅会造成经济损失,还会导致安全隐患。例如,2021 年 3 月,“山东疫苗事件”的发生,直接导致数亿元的未冷藏疫苗流入全国各省份,问题疫苗的大肆流通直接揭示了中国当下冷链物流行业的问题。此外,冷链企业之间在契约合作的问题上,部分企业之间履约以及违约的抉择在一定程度上也影响了冷链物流的稳定运行,冷链物流企业之间的协调合作也是当下的一大难题。

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》中明确,加快冷链物流发展,完善骨干冷链物流基地设施条件。加强冷链物流设施建设以及农产品仓储保鲜;一些企业会存在恶意降低能耗使冷链中断,应大力推广节能环保技术的应用,从而保证冷链物流行业绿色

发展,为“碳达峰”和“碳中和”作出积极贡献<sup>[1]</sup>。保障冷链物流行业稳定运行从而推动产品供应链整体的高效合作对于满足人民对于生活的美好需要有着重要意义。“十四五”期间中国将着力打造数字时代技术产业优势,以数字化转型整体驱动生活、生产、治理方式变革。通过政府规范监管,匹配更为适当的商业模式,实现区块链进一步普及,逐步基础设施化,使整个行业实现高质量发展<sup>[2]</sup>。推动区块链应用于冷链物流,不但能降低配送成本、实现交易合作透明化,而且可以推进区块链技术在冷链物流中的创新应用,不断促进区块链协同经济社会行业的发展融合。

## 1 冷链物流发展制约的研究现状

冷链物流管理过程关联到产品采购、生产、销售等各项环节,再加上冷链物流环节各主体业务链条长、跨区域广、复杂度高等特点,一些企业因业务关系从而有信息交互及共享需求,不过因为利益出发点的不同,企业之间会受成本、时间、服务因素的制约而增发不同的需求。还存在一些不法物流企业以节省运输成本为利,间歇性在物流运输过程中关掉制冷设备,从而造成物流运输过程中冷链断链,出现数据库中数据的编造和修改,导致产品质量数据无法保证信息真实性,难以实现对产品质量的把控<sup>[3]</sup>。在药品冷链物流体系中受限于陈旧的设备,使得冷链药品质量无法得到保障,医疗机构意

**收稿日期:**2021-12-16

**作者简介:**杨舒惠(1995—),女,四川雅安人,昆明理工大学管理与经济学院,硕士研究生,研究方向为产品质量;闫寒(1998—),女,山东菏泽人,聊城市安全生产执法监察支队,硕士,研究方向为质量工程与管理;通信作者张彪(1967—),男,江苏苏州人,昆明理工大学管理与经济学院,副教授,博士,硕士研究生导师,研究方向为质量风险管理、质量大数据。

识不到新设备控制温度方法的好处,采用新技术的最大障碍之一是缺乏升级设备带来有效温控和保证相关药品质量的认知<sup>[4]</sup>。统一的应急供应链协同管理信息平台未能构建,从而造成相关主体之间信息不对称,导致“断链”,进一步引发安全问题。同时,智能化全程监控追溯平台和对医用防疫废料进行无害化处理的逆向回收物流体系也尚未构建<sup>[5]</sup>。冷链物流着重“全链条”管理,一旦出现“断链”将会影响整体服务质量,食品、药品等冷链货物的品质,直接关系到人民群众的切身安全。整个冷链物流的相关标准体系尚未健全,缺乏有效的标准制定协商机制,存在缺失或重复交叉等问题<sup>[6]</sup>。于晓胜<sup>[7]</sup>则认为在政府的监管下,通过成本控制制约着食品企业实施冷链物流,食品安全造成二者的博弈包括静态层面以及动态的变化,需要可行的均衡策略营造良性的发展环境。从农产品冷链物流来看,相关物流环节冗余、物流时间增加、物流损耗增大、物流成本上升、物流效率低下等诸多问题,严重制约农产品冷链物流的发展<sup>[8]</sup>。医药冷链方面也存在发展难题,对企业来说,需要更多的人力财力完善医药冷链物流中的各个环节<sup>[9]</sup>。同时,冷链物流短板的现象也明显,比如在乳制品冷链物流的基础设施构建主要为运输和冷藏物流环节,冷藏设备不够先进等<sup>[10]</sup>。

冷链产品质量安全是一大民生问题,关乎人民生活、社会稳定。同时,冷链物流作为系统工程,涉及多方的利益,如何保障冷链物流质量安全,是目前亟待解决的问题,打造冷链产品生产企业、冷链产品物流配送企业的参与方合作共赢是本文将要研究的问题。

2 冷链物流管理过程中的博弈分析

2.1 博弈假设

在供应链中,契约关系是合作主体实现战略合作的重要纽带<sup>[11]</sup>,通过整理相关文献可以发现契约合作也是冷链物流管理过程中的重要一环。不过由于存在一些不可控的外部因素,当参与主体之间的利益实现不均衡,信息不对称时,其运作管理便会受到一定的影响。通过参考现有研究,同时结合冷链物流合作的具体关系来对参与相关方进行博弈分析,从而计算双方的占优策略,加以探究冷链产品物流过程的合作范围,现做出如下假设<sup>[12]</sup>:

1)在本系统中的参与主体中,可分为上游供应商主体 1 以及核心企业 2(拟定为生产供应商和冷链物流配送企业之间的冷链产品物流合作关系)。

双方是有限理性的参与者,同时追求利益最大化。

2)在冷链产品物流配送内部双方签订质量控制契约合同(假设主体之间签订物流合作交易契约,上游主体 1 提供冷链产品,核心企业 2 对冷链产品进行质量把控及配送)。主体 1 与主体 2 有违约与履约两种选择,当其中一方违约时,考虑到冷链物流管理内部之间的信息交流,违约主体将失去冷链物流其余主体信任,从而退出冷链产品物流配送过程。

3)核心企业 1 在实现生产、产品质量控制、交易等总成本为  $\beta$ 。

4)核心企业 2 在管理配送阶段承担质量检测、以及冷链运输等成本为  $\theta$ 。

5)主体 1 和主体 2 在冷链产品物流配送过程中采取契约合作,即供应商可以通过签订契约与当地冷链物流企业合作,通过共建或者共享冷链设施,实现信息交互,在履行契约合作同时可以节省一定成本。若两者不合作,即外包给相关物流企业实现外包配送,假设交易时上游供应商主体 1 可节约费用  $E_1$ ,核心企业 2 可节约费用  $E_2$  ( $E_1 > 0, E_2 > 0$ )。

6)假设在合作内部相关产品冷链物流配送交易价为  $l_n$ ,冷链物流配送交易价在外包配送下采购价格  $l_m$ ,且以幅度  $Y$  波动。若相关方违约时则需要缴纳违约金为  $\alpha$  ( $\alpha > 0$ )。

7)同时拟定的两方主体在冷链产品合作配送方面考虑额外合作收益,假设主体 1 可获得收益为  $Z_1$ ,主体 2 可获得收益为  $Z_2$ ,同时考虑到市场存在不确定性,或存在市场投机现象,引入风险系数  $r$ 。

8)在不受行情影响下,冷链物流配送企业 2 实现配送后的纯利润为  $D$ 。

9)考虑市场的合理运行,设定两个核心企业均能实现正常盈利。

2.2 冷链产品物流配送合作博弈分析

根据以上博弈假设,用  $O$  表示遵守冷链产品合作配送交易契约, $D$  表示违背冷链产品合作交易契约,得双方博弈模型关系见表 1。

表 1 冷链产品配送交易博弈模型

| 主体 1   | 主体 2                                                                    |                                                                       |
|--------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|        | 履约 $O$                                                                  | 违约 $D$                                                                |
| 履约 $O$ | $(l_n - \beta) + rZ_1,$<br>$(D + Y) + rZ_2 - \theta$                    | $(l_m - \beta - E_1 + \alpha) + rZ_1,$<br>$D - E_2 - \alpha - \theta$ |
| 违约 $D$ | $(l_m - \beta - E_1 - \alpha),$<br>$(D - E_2 + \alpha) + rZ_2 - \theta$ | $(l_m - \beta - E_1),$<br>$(D - E_2) - \theta$                        |

1)首先考虑当冷链产品在外部交易配送价格

低于内部契约交易价格,即  $l_m - l_n = Y < 0$  时。由表 1 中博弈模型得

$$U_1(O_1, O_2) - U_1(D_1, O_2) = (E_1 + \alpha - Y) + rZ_1 \geq 0 \quad (1)$$

$$U_1(O_1, D_2) - U_1(D_1, D_2) = \alpha + rZ_1 \geq 0 \quad (2)$$

综合上式,有  $U_1(O_1, S_2) \geq U_1(D_1, S_2)$ , 即主体 1 按照冷链内部合作契约进行交易为其占优策略。此时可得

$$U_2(O_2, O_1) - U_2(D_2, O_1) = (E_2 + \alpha + Y) + rZ_2 \quad (3)$$

当  $0 > Y \geq (-E_2 - \alpha) - rZ_2$  时,  $U_2(O_2, O_1) - U_2(D_2, O_1) \geq 0$ , 此时核心企业 2 的占优策略是履约,  $(O, O)$  为博弈均衡解。

当  $Y < (-E_2 - \alpha) - rZ_2$  时,  $U_2(O_2, O_1) - U_2(D_2, O_1) < 0$  时, 此时核心企业 2 占优策略是违约,  $(O, D)$  为博弈均衡解。

2) 在冷链产品外包配送交易过程中, 当外包交易价格比相应冷链产品配送内部契约的交易价格高, 即  $l_m - l_n = Y \geq 0$  时。考虑存在其他违约及额外收益等因素, 此时双方都有“履约”和“违约”的选择可能。

综合上述博弈关系得

$$U_1(O_1, O_2) - U_1(D_1, O_2) = (E_1 + \alpha - Y) + rZ_1 \quad (4)$$

当  $0 < Y \leq E_1 + \alpha + rZ_1$  时, 即  $U_1(O_1, O_2) - U_1(D_1, O_2) \geq 0$ , 此时主体 1 的占优策略是履行冷链物流内交易契约。

当  $Y > E_1 + \alpha + rZ_1$ , 则  $U_1(O_1, O_2) - U_1(D_1, O_2) < 0$ , 此时主体 1 的占优策略是违约。

再由表 1 得

$$U_2(O_2, O_1) - U_2(D_2, O_1) = (Y + E_2 + \alpha) + rZ_2 \geq 0 \quad (5)$$

$$U_2(O_2, D_1) - U_2(D_2, D_1) = \alpha + rZ_2 \geq 0 \quad (6)$$

综合以上可知,  $U_2(O_2, S_1) - U_2(D_2, S_1) \geq 0$ , 即无论上游供应商 1 采取何种策略, 核心企业 2 通过履行内部物流契约合作交易的效用不小于在合作之外进行交易的效用, 核心企业 2 的占优战略为遵守契约在供应链内部进行冷链物流合作。

由此可见, 当  $0 < Y \leq E_1 + \alpha + rZ_1$  时,  $(O, O)$  为博弈均衡解, 当  $Y > E_1 + \alpha + rZ_1$  时,  $(D, O)$  为博弈的均衡解。

结合实际情况分析可知, 由于市场是呈波动状态的, 从而造成企业之间合作也存在不同的占优策略选择。整理以上结果, 当冷链产品物流配送市场

价格波动在  $[(-E_2 - \alpha) - rZ_2, E_1 + \alpha + rZ_1]$  区间时冷链产品物流配送参与主体间不会出现违约行为, 冷链物流合作更为稳定。而当综合市场交易价格波动在区间  $(E_1 + \alpha + rZ_1, +\infty)$  时, 冷链产品供应商 1 会出现违约行为, 此时内部合作出现问题, 物流合作稳定将会受到制约。当综合市场价格波动区间为  $[-\infty, (-E_2 - \alpha) - rZ_2]$  时, 冷链产品物流配送交易中的核心企业 2 将出现违约行为, 此时冷链产品物流合作稳定运行依然受到制约。

因此, 可知在市场的波动下, 物流配送环节受到包括合作节省成本、违约金、额外收益及市场风险系数等多种因素的制约, 不同要素发生变化会使得双方合作出现问题, 从而难以实现合作主体的稳定运行。

### 2.3 求解冷链物流配送环节合作概率的影响要素

本节将进一步探究各要素的影响过程, 在冷链物流合作中, 各主体按照契约合作的概率为  $\eta$ , 通过上述博弈假设中可知, 冷链产品物流外部交易价格在合作价格上下以幅度  $Y$  波动, 且其受到市场中若干独立要素的共同影响, 根据中心极限定理可知服从于正态分布, 即  $Y \sim N(\mu, 1)$ , 其分布函数为  $F(y)$ , 其中  $\Phi(X)$  为  $N(0, 1)$  的标准正态分布, 同时根据上述分析可得  $Y$  的波动范围在  $[(-E_2 - \alpha) - rZ_2, E_1 + \alpha + rZ_1]$ , 此时主体实现稳定合作, 根据正态分布的概率函数, 有

$$\eta = \phi[E_1 + \alpha + rZ_1 - \mu] - \phi[(-E_2 - \alpha) + rZ_2 - \mu] \quad (7)$$

整理得

$$\eta = \phi[E_1 + \alpha + rZ_1 - \mu] + \phi[(E_2 + \alpha) + rZ_2 + \mu] \quad (8)$$

根据上式知, 对冷链物流稳定产生影响内部交易的因素包括物流合作内部交易节省成本  $E_1$ 、 $E_2$ , 违约金  $\alpha$ , 期望值  $\mu$ , 以及额外收益  $Z_1$ 、 $Z_2$  及市场风险系数  $r$ 。由式(8)得

$$\eta = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left( \int_{-\infty}^{E_1 + \alpha + rZ_1 - \mu} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \right) + \int_{-\infty}^{E_2 + \alpha + rZ_2 + \mu} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (9)$$

为探究影响函数, 根据式(9)分别对合作内部交易过程的影响因素求一阶偏导可得

$$\frac{\partial \eta}{\partial E_1} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(E_1 + \alpha + rZ_1 - \mu)^2}{2}} > 0 \quad (10)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial E_2} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(E_2 + \alpha + rZ_2 + \mu)^2}{2}} > 0 \quad (11)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial \alpha} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left[ e^{-\frac{(E_1 + \alpha + rZ_1 - \mu)^2}{2}} + e^{-\frac{(E_2 + \alpha + rZ_2 + \mu)^2}{2}} \right] > 0 \quad (12)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial (Z_1)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} r e^{-\frac{(E_1 + \alpha + rZ_1 - \mu)^2}{2}} > 0 \quad (13)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial (Z_2)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} r e^{-\frac{(E_2 + \alpha + rZ_2 + \mu)^2}{2}} > 0 \quad (14)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial r} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left[ Z_1 e^{-\frac{(E_1 + \alpha + rZ_1 - \mu)^2}{2}} + Z_2 e^{-\frac{(E_2 + \alpha + rZ_2 + \mu)^2}{2}} \right] > 0 \quad (15)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial \mu} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left[ -e^{-\frac{(E_1 + \alpha + rZ_1 - \mu)^2}{2}} + e^{-\frac{(E_2 + \alpha + rZ_2 + \mu)^2}{2}} \right] > 0 \quad (16)$$

根据一阶偏导可知,  $\eta$  为其各影响要素的增函数, 考虑令  $\frac{\partial \eta}{\partial \mu} = 0$ , 则有  $\mu = \frac{E_1 - E_2 + rZ_1 - rZ_2}{2}$ , 此时  $\frac{\partial^2 \eta}{\partial^2 \mu} < 0$ ,  $\eta$  为最大值。

可见, 当  $\mu = 0$  时, 企业双方履约率并没有达到最大值, 冷链物流内部合作配送契约价格最佳价格并非是冷链物流市场配送价格。同时从履约率取最大期望值的情况可以看出, 内部契约价格应当是主体协调之后的价格, 因此在冷链物流配送的内部建立良好的协调机制, 对于保障冷链物流配送环节的稳定具有重大的意义。

#### 2.4 区块链技术应用于冷链物流的相关性分析

区块链技术将记录的信息加盖时间戳, 并按时间顺序组成数据块最后形成链式存储结构, 结合密码学原理, 保障信息数据不可篡改、不可伪造的分布式账本、可以实现链上数据透明以及防篡改<sup>[13]</sup>。这恰好符合对应解决物流供应主体跨区域、信息难共享的问题。由此可见, 若将区块链技术应用于冷链物流过程中, 具备重要的现实意义。

1) 区块链去中心化。在区块链网络下, 可以使传统的冷链物流各参与主体信息实现多方共享, 使信息采集、验证和存储更可靠、信息的传递和使用更加扁平化、为冷链物流带来更高的信息透明度和可信度。由上述分析可知, 冷链物流环节的不稳定主要是在市场价格的相应波动下, 企业之间的合作关系变得相对复杂, 企业为了追求利益, 不愿意共享信息, 造成了整个管理过程的信息孤岛; 同时, 在物流配送过程中, 由于受到一系列不可预估的因素影响, 从而使得参与主体之间关系缺少透明化, 基于去中心化及共同信任机制, 利用区块链网络来构建分布式存储系统, 可以维护一个独特和透明的数据存储库, 使得冷链物流上的各节点企业都可以实时监控和跟踪产品最新信息并验证其完整性, 而区块链上存储的所有信息都可供网络中的所有参

与方访问, 对于冷链物流过程更加有效, 也能更好地处理市场波动。

2) 区块链不可篡改性。从上述分析中发现, 整个冷链物流的配送环节中, 不真实的数据信息会导致参与主体合作受到一定的影响, 产品的质量安全问题会在一定程度上影响生产企业的声誉。而区块链网络的共识机制、加密算法以及防篡改特性可以保证在无中介情况下数据信息的安全性与可靠度, 攻克区块链系统需要投入高昂成本, 节点数需超过全网的 51%, 故链上数据难以篡改。可以保证一个安全真实的环境, 借助区块链可以减少冷链各主体交易的中间环节, 降低交易成本, 有效解决冷链物流信息协同过程中出现的欺诈和不道德问题。提高整个冷链物流的运作效率。

3) 区块链的可追溯性。借助区块链技术的可追溯性可以帮助参与方实时跟踪产品的确切路径以及其真实来源。通过实时查看相关数据, 冷链物流企业员工可以在各个阶段实现链上数据的输入与查证, 此外, 由于数据的真实性, 参与方亦可轻松地管理其间的超额库存、管理缺货、清算库存, 从而帮助减少员工错误, 减少相应的库存成本以及不必要的损失。

通过上述分析, 为促进冷链物流的稳定运行, 考虑实现参与方之间的利益最大化, 可以通过引入区块链技术, 利用其几大特性, 将区块链技术运用于冷链物流配送环节中, 通过生产商和物流配送企业之间实现合作平台, 同时建立产品上链机制, 实现各节点的制度化管管理, 助力其稳定运作。

### 3 区块链技术应用下的冷链物流优化作用途径

考虑信息实时收集, 数据透明以及智能化进程, 将区块链应用于冷链物流中, 实现区块链赋能冷链物流的优化效应。以下将具体分析区块链的作用途径。

#### 3.1 实时采集产品质量安全信息

在整个冷链物流过程中, 由于整条业务链条长, 且跨区域广、复杂度高, 为实现产品质量信息的实时采集, 区块链技术以其不可篡改的特性, 目前可通过将 RFID(新型无线射频技术) 相关的信息标签安装在物流转运处(包括相关的仓库、港口、集装箱、驾驶室等), 同时通过 RFID 阅读器可以实时获取标签上的无线电信号<sup>[14]</sup>, 并将其转换为相关的数字信息(包括实时温度、湿度等实时更新), 保证在极短时间内上传到区块链上, 实现实时变化信息的

有效收集。对收集的数据可通过区块链智能合约进行进一步校验,并通过算法生成的二进制密码实现加密保护。在整条链上的用户都能实时精确地获得时间和温度等参数,从而提升了冷链物流过程中查询和控制相应环境条件的效率,有效地节省了额外成本,进一步保障了各参与方的稳定合作。

### 3.2 开放共享实时信息

利用区块链技术的去中心化特点之一,可以保证整条链上每个节点的平等性、独立性以及难以篡改性<sup>[15]</sup>。考虑对其整合与发展,使得冷链物流的各个环节不仅仅是以单链的形式运行,区块链技术则是可以构建一个从生产商、供应商、配送企业、分销商以及消费者共同参与的去中心化冷链物流平台,各参与方可以保证信息流的多渠道发散,保证全方位的信息共享和合作意向。不仅完善了单一的链条传递信息渠道,更是使得参与主体之间建立全面的冷链信任合作体系,同时实现对各信息流的加密保护,从而保证冷链物流的高效稳定运行。

### 3.3 实时数据的智能化存储

区块链技术可以实现对质量安全信息的智能化存储,当质量安全数据传输到各个终端节点之后,可以利用区块链的共识机制,通过验证后形成新的区块并整合成新的链条,在整个区块链实现质量安全数据信息的实时查询与永久存储。此外,对于企业之间的合作关系的合约签订,可以实现合约交易数据信息的存储,降低合约被篡改的风险,并且可以实时查询到合作方之间的履约情况及真实信用情况,这在契约合作出现交易风险过程中的一大保障,为预防参与方在冷链物流过程中的违约抉择,以及可能出现的交易资金延期交付和一系列不必要的推脱责任现象的规避,切实维护整个冷链物流过程的运作效率,缩短交易周期,增强资金流流动,获得更高的经济效益。

### 3.4 实时预警质量安全风险

设定冷链物流工作平台,利用区块链的智能合约作为节点设计相应的数据机构和自动判别机制,实现对整个流程中包括对产品特性、物流运输、储存数据、交易情况、环境因素、质量数据、监管数据等信息的即时自主审核。通过设定的质量特征参数阈值,即时监测并排除异常数据影响的质量安全风险状况,做到即刻预警并实时计划回应性措施制定。依靠区块链技术下智能化网络体系快速识别并实时反馈,对相关问题要素进行分析与鉴别,完成对安全隐患及其他的异常状况采取相关防范措施,

从而降低质量风险,减少质量成本,提升收益,切实为冷链物流环节稳定运行的一大要素。

### 3.5 实时信息的真实与可追溯

在区块链技术的加持下,链上数据库具备了相对完整的时间戳,且其特有的不可篡改性杜绝了参与相关方对实时数据的伪造与篡改,确保了冷链物流实时信息的真实性,保证了整个冷链物流管理环节的透明性与公开性。此外,节点与节点之间的信息传递也可以保证实时数据的可追溯,在整个流程中,一旦某一环节出现问题,都可以实现溯源,找到症结所在,更有效地提升工作效率。通过减少额外成本,最大化利用市场资源,不断提升冷链物流管理的安全性,切实保障冷链物流参与主体的利益。

## 4 结论与讨论

在冷链物流中,本文通过对供应商和冷链物流配送企业之间的冷链产品物流合作关系进行了博弈分析,探讨了契约合作在参与方之间的内部作用因素,以及市场变化对双方的策略影响。基于此,可以发现应该在冷链物流配送的内部建立良好的协调机制,实现各方的稳定合作与市场利益的最大化。将区块链技术运用到冷链物流过程中,可以改善冷链物流整体过程的内部信息不对称问题而导致的主体违约成本的增加,同时可以最大化地发挥区块链的优势提升参与主体长期合作得益,从而保证冷链物流的高效稳定运行。但是,本文在针对当下对于区块链技术对冷链物流整体稳定运行的优化研究尚存在不足,冷链物流环节在实际过程中更为复杂,参与主体更多,市场影响要素存在更多的不确定性。同时,区块链与冷链物流环节的结合也需要在不断的实践中得到验证与有效地平台构建,需要在以后的研究中进一步的探讨。

## 参考文献

- [1] 梁鸿宇.从“十四五”规划看冷链物流发展大势[J].中国储运,2021(7):28-29.
- [2] 朱轩彤,董宁.关于区块链行业“十四五”时期发展的思考[J].中国经贸导刊,2020(23):37-39.
- [3] 袁学国,邹平,朱军,等.我国冷链物流业发展态势、问题与对策[J].中国农业科技导报,2015,17(1):7-14.
- [4] 翟铁伟,陈光建.我国现阶段医疗机构药品冷链管理的现状分析及可能的改进对策[J].中南药学,2019,17(10):1771-1775.
- [5] 倪卫红,陈太.医用防疫应急物资冷链供应链体系构建及协同运作机制研究[J].卫生经济研究,2021,38(8):19-24.
- [6] 史砚磊,王伟,李亚敏.我国冷链运输标准化现状与发展

政策建议[J]. 交通运输研究, 2021, 7(1): 41-49.

[7] 于晓胜. 政府与食品企业实施冷链物流的博弈分析[J]. 统计与决策, 2019, 35(1): 52-57.

[8] 罗千峰, 张利庠. 农产品冷链物流高质量发展的理论阐释与实现路径[J]. 中国流通经济, 2021, 35(11): 3-11.

[9] 陈伟炯, 王茂馨. 医药冷链物流在物联网环境下的动态风险评估[J]. 科技管理研究, 2020, 40(1): 215-220.

[10] 李水生, 李明娟. 乳制品的冷链物流发展策略研究: 以糟粕醋为例[J]. 现代商贸工业, 2021, 42(36): 26-28.

[11] 涂国平, 冷碧滨. 基于博弈模型的“公司+农户”模式契约稳定性及模式优化[J]. 中国管理科学, 2010(3): 148-157.

[12] 尚杰, 吉雪强. 区块链应用下生态农产品供应链优化[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2020, 19(4): 67-75.

[13] 刘钢. 基于区块链构建的供应链溯源探究[J]. 计算机产品与流通, 2019(6): 97.

[14] 唐衍军, 许雯宏, 李海洲, 等. 基于区块链的食品冷链质量安全信息平台构建[J]. 包装工程, 2021, 42(11): 39-44.

[15] 刘衍希. 区块链技术视角下生鲜食品冷链物流的发展模式及其策略研究[J]. 物流工程与管理, 2021, 43(5): 27-29.

Research on Optimization of Cold Chain Logistics under Blockchain Technology

YANG Shuhui<sup>1</sup>, YAN Han<sup>2</sup>, ZHANG Biao<sup>1</sup>

(1. School of Management and Economics, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China;  
2. Liaocheng Work Safety Law Enforcement and Supervision Detachment, Liaocheng Shandong 252516, China)

**Abstract:** Using the game model, the unstable factors of cooperation among enterprises in cold chain logistics is discussed, and how blockchain technology that ensures the stable operation of cold chain logistics is analyzed. The research shows that the stable operation of the cold chain logistics link is constrained by the market. By improving the information opacity in the cold chain logistics, the blockchain technology realizes decentralization and the data on the chain can not be tampered with, and its technical characteristics are used to ensure the stable operation, coordination and cooperation of enterprises on the cold chain logistics chain, so as to finally realize the stable cooperation and income of participants in the whole link.

**Keywords:** cold chain logistics; blockchain; cooperation; optimization