

共同配送模式下 冷链物流的路径优化策略

周 姣

(淮北理工学院, 安徽 淮北 235000)

摘 要: 为了提升冷链物流配送效率与质量, 提高客户的满意度, 本文立足共同配送模式, 对冷链物流路径优化进行探索分析。本文首先简单介绍何为共同配送模式, 随后分析该模式的类型, 讨论该模式下冷链物流优化需要遵循的原则, 最后对共同配送模式下冷链物流的路径优化模型构建进行分析, 并提出一些具体路径优化策略, 希望能够为相关研究提供一定的参考。

关键词: 共同配送; 冷链物流; 路径优化

DOI:10.12323/j.issn.1673-0542.2023.22.031

共同配送模式能够以不同客户实际需求为依据, 合理安排配送时间、次数, 确保相应的货物能够集中统一配送。这种配送模式的优点是节省更多运力, 提升配送效率, 节约更多成本, 所以非常适合在冷链物流中应用。为了更好地发挥出共同配送模式的价值, 还需要对该模式下冷链物流运输路径优化进行探索分析, 这对推动共同配送模式广泛应用发展有着非常重要的意义。

1 共同配送模式下冷链物流路径优化原则

共同配送模式简单来说是将生鲜物品交由不同的主体进行配送^[1]。针对冷链物流的共同配送模式, 具体可以分为以下两类: 一类是以自营物流 + 第三方物流的共同配送模式; 另一类是以农户为主的共同配送模式^[2]。

1.1 时效性原则

众所周知, 对物流配送而言, 时效性越强, 越能保障物品产品尤其是生鲜产品的新鲜程度, 提升客户的满意度。所以针对共同配送模式下冷链物流路径优化工作开展, 首先应遵

循时效性原则。在实际运行优化时, 需要充分考虑企业实际的冷链物流配送时间, 同时还应结合配送企业所在的城市每天不同时段的道路交通拥堵情况等, 还应考虑意外或者不可控因素, 如恶劣天气、交通事故等, 以此来完成相应冷链物流共同配送路径的优化, 有效增强路径优化的效果, 科学合理地降低物流运输的成本。

1.2 实地性原则

在实际进行共同配送模式下冷链物流路径优化时, 还应遵循实地性原则, 即在优化前, 需要对物流企业所在的地区进行实地的调查, 了解企业日常物流生产配送的真实情况, 了解不同商家位置, 考虑不同客户所在的区域等, 如此才能为后续的路径优化提供充足的信息支持。这能使共同配送模式下的冷链物流路径优化更加符合实际情况, 降低物流配送成本, 提升客户的满意度。

1.3 科学性原则

在实际进行共同配送模式下冷链物流路径优化时, 还应遵循科学性原则, 结合收集的客户情况、商家以及自身的物流配送信息, 做好针对性

的共同配送模式下冷链物流路径优化模型的构建, 才能为后续的路径优化提供科学的指导^[3]。总之, 共同配送模式下冷链物流路径优化是一种较为复杂、专业的系统项目, 所以必须在科学性原则的指导下, 采用一些科学的技术手段, 如构建相应的优化模型等, 从而进一步提升共同配送模式下冷链物流路径优化的合理性。

2 共同配送模式下冷链物流的路径优化模型构建

2.1 基本假设

本次共同配送模式下冷链物流的路径优化模型构建, 需要满足以下几点假设条件。(1) 物流配送企业配备的车辆能够满足冷链配送需求。(2) 冷链运输车辆属于同一车型。(3) 冷链运输车辆在正常行驶时, 均默认为匀速行驶。(4) 客户的配送需要均由一辆冷链运输车辆负责满足。(5) 冷链配送企业在配送前已经全面明确了客户配送需求。(6) 冷链运输车辆在完成配送任务后, 都会空车返回。(7) 冷链运输车辆完成规范运输, 否则会承担惩罚成本;

惩罚成本还包括冷链运输车辆没有及时送达，影响了客户满意度情况。

(8) 冷链运输车辆单位距离运输成本已知。(9) 冷链运输车辆运输碳排放成本与运输重量呈线性关系。

2.2 模型符号含义

模型符号含义如表 1 所示。

2.3 模型构建

① 固定成本。固定成本是指冷链运输车辆在提供配送服务时的基础成本，主要包括司机薪酬、车辆和制冷设备等磨损以及维护成本等。固定成本公式表示如下：

$$y_1 = C_1 \sum_{k=1}^K x_k \quad (1)$$

② 运输成本。该项成本主要包括冷链运输车辆的燃油费，运输距离与运输成本成正比。所以，本次冷链物流路径优化模型构建，目的之一是选择最短的运输路径，具体公式表达如下：

$$y_2 = C_2 \sum_{k=1}^K \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n d_{ij} x_{ij}^k \quad (2)$$

③ 能耗成本。能耗成本以制冷设备能耗为主，一方面包括密闭环境

下的能耗，另一方面包括生鲜产品装卸时暴露环境下的能耗成本，上述能耗成本分别采用 y_{31} 、 y_{32} 表示，总成本用 y_3 表示，具体公式如下：

$$\begin{cases} y_{31} = C_3 \sum_{k=1}^K \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \frac{d_{ij}}{v} \\ y_{32} = C_3' \sum_{k=1}^K \sum_{i=0}^n t_i x_i^k \\ y_3 = y_{31} + y_{32} \end{cases} \quad (3)$$

④ 损耗成本。该成本是指冷链货物因为种种原因“部分不再新鲜”带来的成本损失。成本损失源头主要包括两种，一是没有按约定时间及时送达导致的冷链变质损耗，用 y_{41} 表示；二是在装卸时冷链暴露在外部环境下列引起的损耗，用 y_{42} 表示；总损耗成本用 y_4 表示。具体成本计算公式如下：

$$\begin{cases} y_{41} = \sum_{k=1}^K \sum_{i=0}^n x_i^k p q_i (1 - e^{-\lambda_1 (t_i - T_b)}) \\ y_{42} = \sum_{k=1}^K \sum_{i=0}^n x_i^k p w_i (1 - e^{-\lambda_2 t_i}) \\ y_4 = y_{41} + y_{42} \end{cases} \quad (4)$$

⑤ 碳排放成本。该项成本与冷链运输车辆运输重量、运输距离等有着密切关系。通过上述假设可知，冷链运输车辆碳排放成本高低与运输重量呈线性关系，在本模型中，可采用以下公式表示二者的这种线性关系：

$$f(M) = R_0 + \frac{R - R_0}{W} M \quad (5)$$

冷链运输车辆从客户 i 运输到客户 j 后，产生的碳排放采用以下公式表示：

$$Q = \beta f(w_i) d_{ij} \quad (6)$$

基于式 (5)、式 (6)，可以得出冷链运输车辆总碳排放成本，计算公式如下：

$$y_5 = C_4 \sum_{k=1}^K \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n Q x_{ij}^k \quad (7)$$

⑥ 惩罚成本。该成本主要包括两部分，一是因为超载引起的惩罚成本，用 y_{61} 表示；二是超出了配送约定时间带来的惩罚成本，用 y_{62} 表示；总的惩罚成本采用 y_6 表示。那么最终共同配送模式下冷链物流的运输总成本采用 Y 表示。具体表达公式如下：

表 1 冷链物流的路径优化模型符号代表的含义

模型符号	代表含义	模型符号	代表含义
N	需要冷链配送服务的客户点集合， $N=\{0,1,2,3,\dots,n\}$	T_b	冷链运输车辆从配送中心开始出发的时间
K	冷链运输车辆 k 集合， $K=\{1,2,3,\dots,k\}$	T_i	冷链运输车辆到达客户 i 的时间
C_1	冷链运输车辆固定成本	t_i	冷链运输车辆对客户 i 提供的配送服务时间
C_2	冷链运输车辆单位运输成本	C_3	冷链运输车辆运输途中单位制冷成本
q_i	客户 i 的冷链配送需求量	C_3'	卸货时单位时间制冷成本
v	冷链运输车辆正常行驶速度	C_4	单位碳排放时间成本
W	冷链运输车辆最大载重量	R	冷链运输车辆满载时耗油量
p	冷链运输生鲜产品单价	R_0	冷链运输车辆空载时耗油量
w_0	冷链运输车辆自重	β	碳排放系数
w_i	冷链运输车辆离开客户后载重冷链货物量	Q	碳排放量
M	冷链运输车辆载货量	φ	比时间窗早到达时付出的等待成本
λ_1	运输中密闭环境下冷链产品损耗率	γ	比时间窗晚到达时付出的惩罚成本
λ_2	暴露环境下（比如在卸货时）冷链产品损耗率	$[e_i, l_i]$	时间窗的范围
d_{ij}	客户 i 与客户 j 之间的冷链运输距离	σ	冷链运输车辆超载付出的惩罚成本
$x_k = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$	1 代表冷链运输车辆在执行配送任务， 0 代表相反情况	$x_{ij}^k = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$	1 代表冷藏车辆 k 在行驶过程中， 0 代表相反情况
$x_i^k = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$	1 代表冷藏车辆 k 在为客户 i 提供配送服务， 0 代表相反情况	—	—

$$\begin{cases} y_{61} = \sigma \max((w_i - W), 0) \\ y_{62} = \begin{cases} \varphi \max((e_i - T_i), 0) & , 0 \leq T_i \leq e_i \\ 0 & , e_i < T_i < l_i \\ \gamma \max((T_i - l_i), 0) & , T_i \geq l_i \end{cases} \\ y_6 = y_{61} + y_{62} \end{cases} \quad (8)$$

本次共同配送模式下冷链物流的路径优化模型构建的目的是实现上述成本最小化，所以最终的模型表达如下：

$$Y \min = y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 \quad (9)$$

3 共同配送模式下冷链物流的路径优化策略

3.1 建立完善的冷链物流体系

在共同配送模式下冷链物流的路径优化过程中，应先建立一个完整的冷链物流体系。该体系既包含上游供应商，同时与下游客户端也有着紧密的联系。除此之外，在共同配送模式下，其他物流企业也有可能参与其中。所以，在共同配送模式下冷链物流的路径优化方面，需要多个主体进行协作，不同的物流企业彼此做好沟通交流，完成信息共享，进一步深化不同物流企业之间的合作关系，才能合理地调动合作物流资源，将配送路径优化到极致，实现生鲜冷链物流“最后一公里”的配送、企业降低物流成本、提高冷链物流的配送效率。在完整的冷链物流体系帮助下，不同的企业主体之间的彼此相互友好合作，还能够成功打破物流信息壁垒，充分地整合各种物流资源，应对道路交通压力带来的堵塞问题，还可以有效减少碳排放。在建立完整的冷链物流体系的基础上，还应结合实际情况，进一步扩大冷链物流市场规模，实现规模化、专业化发展，加强不同物流主体之间的监督，从而进一步提升共同配送模式下冷链物流配送效

率与质量。

3.2 提升冷链物流生产配送技术水平

从现实情况来看，很多企业在进行生鲜物品分拣时，依然以人力分拣为主。这种分拣方式不仅效率低下，而且不利于生鲜物品的安全，很容易受到人为失误影响导致生鲜物品损坏等，进一步增加了物流配送的成本。在一些冷链运输车辆中，也很少配备专业的温度、湿度以及车辆监控系统，从而难以实现对生鲜产品共同配送全过程监督，在发现问题后，无法及时将问题责任落实到个体，同样导致物流成本增加。为解决这一问题，还需要注重提升冷链物流生产配送技术水平^[4]。例如，引入自动分拣系统，通过机器进行智能识别分拣，同时搭配物联网，在收到订单需求订单后，自动分拣系统可以准确定位生鲜物品所在的位置，自动完成物品的分拣，匹配客户的位置信息、需求信息等，自动制定冷链物流配送路线，显著提升生鲜物流配送效率。此外，在冷链运输车辆中，还需要安装温度湿度监控系统、行车记录仪等先进的设备，实时监控每辆冷链运输车辆的运输行驶情况，及时发现车内温度湿度异常问题，明确责任主体，从而减少生鲜在共同配送模式下带来的损耗同时，还能够及时应对各种突发状况，提升生鲜物流配送效率。

3.3 加强对冷链运输车辆的管理

从现实情况来看，生鲜物流车辆超载问题较为常见，由此导致企业需要承担较高的惩罚成本。所以，在生鲜冷链物流配送路径优化方面，还应从加强冷链运输车辆管理入手，合理安排订单数量，避免车辆运输超载^[5]。在整个路径优化模型中，应将冷链运输车辆载重量作为约束条件，提升路径优化效果。在此基础上，还应注重提升冷链运输车辆装卸货物

的效率，如可以在装货时按照送达顺序先后摆放，节约更多卸货时间。在进行生鲜物品运输配送时间与路线规划时，除了考虑时间窗问题，还应尽可能避开城市上下班高峰时段以及拥堵路段，合理安排配送路线和出发时间，从而有效降低生鲜物流运输的成本。

4 结语

共同配送模式下冷链物流路径优化是一项系统专业复杂的过程，在实际进行优化时，需要加强对共同配送模式的认识，了解该模式的具体类型，明确具体的优化原则，结合实际，搭建共同配送模式下冷链物流路径优化模型，最后采取有效的路径优化策略，从而提升共同配送模式下冷链物流路径优化效果，最终为物流企业带来更好的配送效益。

参考文献

- [1] 付应霞, 杨丽莎. 乡村振兴战略下生鲜农产品冷链物流发展问题及对策研究[J]. 物流科技, 2024(3):141-142.
- [2] 邓亦涛. 冷链物流企业协同配送模式与利益分配研究[J]. 中国航空周刊, 2023(44):48-50.
- [3] 李义华, 邓梦杰. 数字经济下医药冷链物流共同配送体系构建研究[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版), 2022(5):49-59.
- [4] 王青. 社区团购模式下的生鲜电商共同配送模式探索研究[J]. 中共乌鲁木齐市委党校学报, 2022(3):25-28.
- [5] 易美, 黎聪. 共同配送模式下冷链物流的配送优化途径分析[J]. 中国物流与采购, 2022(18):95-96.

基金项目：安徽省高等学校哲学社会科学基金项目“基于跨境冷链物流模式优化研究”（2023AH052028）。

作者简介：周姣（1992—），女，安徽铜陵人，硕士研究生。研究方向：信息管理与物流管理。