

双渠道供应链多期多目标动态选址模型

周 健¹, 牛林宁¹, 钱建飞²

(1. 同济大学机械工程学院, 上海 201804; 2. 东北大学工商管理学院, 辽宁 沈阳 110169)

摘 要: 考虑双渠道供应链环境下的物流配送选址问题的特殊性, 建立顾客需求随机环境下, 考虑网络直销和中央仓库传统零售渠道相结合的中央仓库多期多目标动态选址模型, 模型不仅考虑了最小化相关的运作成本, 并且考虑了客户的最大满意度, 给出了中央仓库在整个规划期内的打开、运营、关闭和再次打开的成本表达式, 使用主要目标法将多目标转化为单目标模型. 设计了基于顾客满意度的贪婪启发式求解算法. 求解结果表明, 该结果包含了以最小化物流成本为目标的选址模型的最优解, 为双渠道供应链环境下的中央仓库选址提供了更加灵活并且全面的依据.

关 键 词: 双渠道; 需求随机; 多期动态选址; 客户满意度; 贪婪启发式算法

中图分类号: TP 301; F 252 文献标志码: A 文章编号: 1005-3026(2015)12-1800-05

Multi-stage and Multi-objective Dynamic Location Model Under the Dual-channel Supply Chain

ZHOU Jian¹, NIU Lin-ning¹, QIAN Jian-fei²

(1. School of Mechanical Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China; 2. School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110169, China. Corresponding author: ZHOU Jian, E-mail: 04105@tongji.edu.cn)

Abstract: Given the special characteristics of logistics distribution center location under dual-channel supply chain, a multi-stage and multi-objective dynamic location model was formulated, which combined network direct marketing and traditional retailing channel of central warehouses based on customers' stochastic demands. This model not only considered minimizing the operation cost, but also prioritized maximizing customer satisfaction and designing the formulas of opening, operation, closing and reopening cost in the planning stage. A chief-objective approach was used to turn multiple objectives to single objectives, and a greedy heuristic algorithm was developed based on customer satisfaction. It was shown that the computation results include the optimal solution to minimizing logistics cost, thus offering a more flexible and comprehensive decision support for central warehouse location under the dual-channel supply chain.

Key words: dual channel; stochastic demand; multi-stage dynamic location; customer satisfaction; greedy heuristic algorithm

随着电子商务的发展与社会物流体系的加速成熟, 企业与消费者之间的信息沟通距离被极大地缩小, 传统企业纷纷开拓新型的电子商务直销渠道, 分销渠道呈现多元化、动态化特征, 零售商可以选择通过网络渠道直接向工厂订货, 能有效降低与中央仓库相关的各种成本, 对中央仓库的选址提出了更高的要求. 如果工厂能将网络直销

渠道与其传统零售渠道有效结合, 实现两者的优势互补, 则能够有效提升企业的市场竞争力.

目前, 国内外多数学者聚焦于解决渠道间的定价决策问题^[1]和多渠道库存分配问题^[2], 鲜有学者研究多渠道供应链环境下的中央仓库选址问题. Liu 等^[3]研究多渠道供应链中考虑在线需求分配能力受限的区域中央仓库选址模型, 在二级

库存/物流系统的风险汇聚效应和运输成本间作权衡,最小化运输、库存和固定管理成本.陶莹^[4]建立针对电子商务环境下的物流配送中心选址模型,对两级配送中心的选址分别使用货币尺度和费用函数确定.王晓博等^[5]考虑电子商务环境下的中央仓库选址问题,针对此环境下的物流配送特殊性,将选址模型从变动费用和时间约束的条件进行修改,结合定量化启发式算法与定性化综合评价法进行求解.蒋忠中等^[6]在考虑商品供应成本基础上研究中央仓库选址-分配问题,结合B2C电子商务企业物流配送网络的特点,建立了混合0-1整数规划的优化模型.

由于需求环境的不断变化,需要对设施进行动态选址,即在每一个阶段允许不同设施进行打开和关闭操作.Wesolowsky^[7]研究了单设施的允许设施重复打开和关闭的动态选址问题.文献[8-9]使用动态规划和遗传算法求解多商品、有能力限制的动态选址问题,但前者假设设施的初次打开成本与再次打开成本相同,后者不考虑设施的关闭成本.本文聚焦于解决双渠道供应链环境下中央仓库选址问题,提出了考虑顾客满意度的多期多目标动态选址模型.

1 模型构建

1.1 客户满意度

随着物流行业的迅速发展,网络直销模式日益普遍,网络直销能有效降低运营和库存成本.然而随着竞争的日益激烈,高的零售商满意度也成为生产厂家追求的目标.在影响零售商满意度的众多因素中,交货时间非常重要.采用网络直销模式可以有效降低各种成本,但会大大增加运输时间,因此需要在成本和零售商满意度之间进行权衡.本文采用连续梯形隶属函数定量表示客户等待时间与零售商满意度的关系.在规划周期 T 内, $[t_{1,n}, t_{2,n}]$ 为客户 n 可以接受的等待时间窗, $[t_{e1,n}, t_{e2,n}]$ 为客户期望的等待时间窗.零售商满意度和等待时间的数学关系定义为

$$F(t_{m,n}, t) = \begin{cases} 1, t_{e1,n} \leq t_{m,n} \leq t_{e2,n}, \\ \frac{t_{m,n} - t_{1,n}}{t_{e1,n} - t_{1,n}}, t_{1,n} < t_{m,n} < t_{e1,n}, \\ \frac{t_{2,n} - t_{m,n}}{t_{2,n} - t_{e2,n}}, t_{e2,n} < t_{m,n} < t_{2,n}, \\ 0, t_{m,n} \leq t_{1,n} \text{ 或 } t_{m,n} \geq t_{2,n}. \end{cases} \quad (1)$$

其中, $t_{m,n}$ 为工厂通过网络直销或者中央仓库 m 将产品配送到零售商 n 所需要的时间.

1.2 定义变量

T 为时间周期的集合, $t \in T$; I 表示工厂的集合, $i \in I$; J 表示中央仓库的集合, $j \in J$; K 表示零售商的集合, $k \in K$.

$WC_{j,t}$, $WA_{j,t}$, $WB_{j,t}$, $WO_{j,t}$ 分别表示中央仓库 j 在周期 t 内的关闭成本、初次打开成本、再次打开成本以及单位库存成本; p 表示货车单位运输成本; DFW_{ij} 表示工厂 i 到中央仓库 j 的距离; DWC_{jk} 表示中央仓库 j 到零售商 k 的距离; DFC_{ik} 表示工厂 i 到零售商 k 的距离; $CP_{i,t}$ 表示在周期 t 内工厂 i 的最大产能; $CW_{j,t}$ 表示在周期 t 内中央仓库 j 的最大容量; $d_{k,t}$ 表示在周期 t 内零售商 k 的需求, $d_{k,t} \sim N(\mu_{k,t}, \sigma_{k,t})$; $F(t_{j,k}, t)$ 为在周期 t 中央仓库 j 向零售商 k 服务时的满意度; $F(t_{i,k}, t)$ 表示在周期 t 零售商 k 采取网络直销时的满意度.

模型中的决策变量为0-1变量和整数变量: $V_{j,t}$ 为1表示在周期 t 内中央仓库 j 是打开的,否则取0; $X_{ik,t}$ 表示周期 t 内零售商 k 采取网络直销的方式向工厂 i 订货; $Y_{ij,t}$ 表示周期 t 内中央仓库 j 向工厂 i 订货; $Z_{jk,t}$ 表示周期 t 内零售商 k 由中央仓库 j 服务. 本文主要假设如下:

- 1) 设施的初次和再次打开成本不同;
- 2) 规划周期有多个阶段,每个阶段零售商的需求服从参数已知且相互独立的正态分布^[10];
- 3) 工厂的生产能力和中央仓库的容量有限;
- 4) 每位零售商只能选择工厂网络直销或者中央仓库配送其中的一种方式服务;
- 5) 若零售商选择中央仓库配送,如果中央仓库的剩余库存不能满足零售商需求,则零售商选择就近工厂通过网络方式直接订货.

1.3 模型建立

零售商需求处于动态变化,综合考虑中央仓库整个规划周期内的打开、库存、关闭和再次打开成本,建立如下模型:

$$\begin{aligned} \max F &= \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} F(t_{i,k}, t) \cdot X_{ik,t} + \\ &\sum_{t \in T} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} F(t_{j,k}, t) \cdot Z_{jk,t}. \quad (2) \\ \min C &= \left(\sum_{t=1}^T \sum_{j \in J} WA_{j,t} \cdot V_{j,t} + \sum_{t=2}^T \sum_{j \in J} WA_{j,t} \cdot V_{j,t} \cdot \right. \\ &(1 - V'_{j,t}) \left. \right) + \sum_{t=1}^{T-1} \sum_{j \in J} WC_{j,t} \cdot V_{j,t} \cdot (1 - V_{j,t+1}) + \\ &\sum_{t=3}^{T-1} \sum_{j \in J} WB_{j,t} \cdot V_{j,t} \cdot (1 - V_{j,t-1}) \cdot V'_{j,t} + \end{aligned}$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (WO_{j,i} \cdot \sum_{k \in K} Z_{jk,t}) + \sum_{i \in I} \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} p \cdot DFC_{ik} \cdot X_{ik,t} + \sum_{i \in I} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} p \cdot DFW_{ij} \cdot Y_{ij,t} + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} p \cdot DWC_{jk} \cdot Z_{jk,t} \quad (3)$$

$$\sum_{k \in K} d_{k,t} \cdot X_{ik,t} + \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} CW_{j,i} \cdot Y_{ij,t} \leq CP_{i,t}, \quad \forall i \in I, \forall t \in T. \quad (4)$$

$$\sum_{k \in K} d_{k,t} \cdot Y_{ij,t} \leq CW_{j,i} \cdot V_{j,t}, \quad \forall j \in J, \forall t \in T. \quad (5)$$

$$Y_{ij,t} \leq V_{j,t}, \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall t \in T. \quad (6)$$

$$Z_{jk,t} \leq V_{j,t}, \quad \forall j \in J, \forall k \in K, \forall t \in T. \quad (7)$$

$$\sum_{i \in I} X_{ik,t} + \sum_{j \in J} Z_{jk,t} = 1, \quad \forall k \in K, \forall t \in T. \quad (8)$$

$$\sum_{i \in I} Y_{ij,t} = 1, \quad \forall j \in J, \forall t \in T. \quad (9)$$

$$V'_{j,t} = \max \{V_{j,1}, V_{j,2}, \dots, V_{j,t-1}\}. \quad (10)$$

$$V''_{j,t} = \max \{V_{j,1}, V_{j,2}, \dots, V_{j,t-2}\}. \quad (11)$$

$$V_{j,t} = \{0, 1\}, \quad \forall j \in J, \forall t \in T. \quad (12)$$

$$X_{ik,t} = \{0, 1\}, \quad \forall i \in I, \forall k \in K, \forall t \in T. \quad (13)$$

$$Y_{ij,t} = \{0, 1\}, \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall t \in T. \quad (14)$$

$$Z_{jk,t} = \{0, 1\}, \quad \forall j \in J, \forall k \in K, \forall t \in T. \quad (15)$$

式(2)为目标函数,使规划期内的零售商满意度最大;目标函数式(3)依次为中央仓库的初次打开成本、中央仓库的关闭成本、中央仓库的再次打开成本、中央仓库的库存成本、通过网络直销的运输成本、工厂到中央仓库的运输成本、中央仓库到零售商的运输成本;式(4)表示零售商和中央仓库对工厂的需求量小于工厂的能力;式(5)表示中央仓库的转运能力约束;式(6),(7)保证开放的中央仓库才能使用;式(8)保证每个零售商只能选择网络直销或者就近中央仓库服务中的一种服务方式;式(9)要求每个中央仓库只由一个工厂供货;式(10),(11)为初次打开和再次打开成本的中间变量;式(12)~(15)为二元约束。

1.4 模型处理

多目标函数很难找到各目标均为最优的理想解,一般采用线性加权、模糊规划、理想点法和主要目标法等方法进行处理。本文采用主要目标法:

1) 以最大化零售商满意度为目标,将目标函数(3)转化为约束 $\min C \leq C_0$, C_0 为成本控制;

2) 参考文献[12]对随机变量的处理方法,现对式(4)中随机变量 $d_{k,t}$ 作如下变换:

$$P_r \left\{ \sum_{k \in K} d_{k,t} \cdot X_{ik,t} + \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} CW_{j,i} \cdot Y_{ij,t} \leq CP_{i,t} \right\} \geq \alpha.$$

式中 P_r 为随机概率。

$$\text{记 } Y = \sum_{k \in K} d_{k,t} \cdot X_{ik,t} + \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} CW_{j,i} \cdot Y_{ij,t} - CP_{i,t},$$

则

$$E(Y) = \sum_{k \in K} X_{ik,t} \cdot \mu_{k,t} + \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} CW_{j,i} \cdot Y_{ij,t} -$$

$CP_{i,t},$

$$V(Y) = \sum_{k \in K} X_{ik,t} \cdot \sigma_{k,t}.$$

令 $\eta = (Y - E(Y)) / \sqrt{V(Y)}$, 则 $\eta \sim N(0, 1)$ 。

式(4)等价于 $P_r \{ \eta \leq -E(Y) / \sqrt{V(Y)} \} \geq \alpha$, 记 η 的概率函数为 $\varphi(\eta)$, 则式(4)成立, 当且仅当 $\sqrt{V(Y)} \varphi^{-1}(\alpha) + E(Y) \leq 0$ 。因此, 式(4)的确定型等价约束为

$$\sqrt{\sum_{k \in K} X_{ik,t} \cdot \sigma_{k,t}^2} \cdot \varphi^{-1}(\alpha) + \sum_{k \in K} X_{ik,t} \cdot \mu_{k,t} + \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} CW_{j,i} \cdot Y_{ij,t} \leq CP_{i,t}, \quad \forall i \in I, \forall t \in T. \quad (16)$$

同理, 式(5)转变为

$$P_r \left\{ \sum_{k \in K} d_{k,t} \cdot Y_{ij,t} \leq CW_{j,i} \cdot V_{j,t} \right\} \geq \beta,$$

$$\sqrt{\sum_{k \in K} Y_{ij,t} \cdot \sigma_{k,t}^2} \cdot \varphi^{-1}(\beta) + \sum_{k \in K} Y_{ij,t} \cdot \mu_{k,t} \leq CW_{j,i} \cdot V_{j,t}, \quad \forall j \in J, \forall t \in T. \quad (17)$$

约束(4)和(5)分别变换为式(16)和(17)。至此, 随机规划模型转化为机会约束规划模型。

2 模型求解

基于零售商满意度优先的指派原则, 本文设计如下启发式算法, 主要步骤如下:

1) 令 $t=1$, 考虑第一个规划周期;

2) 计算 $|I|+|J|$ 个指派方案中的服务满意度, 针对每个零售商, 选取其满意度最高的方案, 若同一零售商对指派方案的满意度之差小于 0.4, 则保留两种方案, 筛选得到 Q_1 种配送方案, 通过配送方案得到 R_1 种对应选址方案 ($R_1 \leq Q_1$);

3) 对 Q_1 种配送方案计算相应的物流成本 C_{Q_1} 和服务满意度 F_{Q_1} , 并进行记录;

4) $t=t+1$;

5) 若 $t \in T$, 则转步骤 2), 否则继续下一步;

6) 记录中央仓库的选址方案以及零售商的指派方案, 形成决策方案集 S , 同时计算每个方案对应的物流成本 C 和零售商满意度 F ;

7) ①对集合 S 中的各个方案进行排序, 确定

满意度最高的方案 P_a (若满意度相同,则选取成本最低的方案), $S = S/P_a$; ②选择 S 中所有成本小于 P_a 的方案 P_b 形成方案集 U ; ③任取 $P_b \in U$, 计算 P_a 与 P_b 中各对应周期内的成本差值, 并将其按递增的方式排序后放入集合 M 中, $M = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$, $U = U/P_b$; ④取 M 中最小的成本差值 d , 将其对应周期的 P_a 与 P_b 方案调换, 形成新的指派方案 P_d , 计算其总成本 C_d 和满意度 F_d , $M = M/d$; ⑤若 $M = \varphi$, 进入⑧, 否则进入步骤⑥; ⑥取 M 中最小的成本差值 d , 将其对应周期的 P_a 与 P_c 方案调换, 形成新的指派方案 P_e , 计算其总成本 C_e 和满意度 F_e , $M = M/d$; ⑦若 $M = \varphi$, 进入⑧, 否则回到步骤④; ⑧若 $U = \varphi$, 进入步骤 8), 否则回到步骤③;

8) 对于方案 P_e 和 P_d , 若 $F_e = F_d$, 则选择总成本最小对应的方案, 否则总是选择满意度高成本低的方案保留在集合 N 中;

9) 决策者根据 C_0 对 N 中的方案进行权衡。

3 算例与分析

以一个简单的算例对所构建的模型和算法的有效性进行检验. 该算例包含 3 个规划周期 ($t = 1, 2, 3$), 3 个工厂 ($i = 1, 2, 3$), 5 个中央仓库 ($j = 1, 2, \dots, 5$), 10 个零售商 ($k = 1, 2, \dots, 10$), 每个客户需求期望值如表 1 所示, 其标准差为均值的 10%, 其置信水平 $\alpha = \beta = 90\%$, C_0 为 8×10^5 . 工厂、中央仓库以及零售商的位置在边长为 1×10^4 的方形区域内随机产生, 其中工厂和中央仓库在整个规划周期内的位置一旦产生, 则不再变化, 而零售商的位置则在每两个规划周期内重新产生。

表 1 零售商需求的期望
Table 1 Expected demand of retailers

k	t				
	1	2	3	4	5
1	46	66	36	60	62
2	38	47	57	65	58
3	54	58	59	36	34
4	75	56	57	80	70
5	56	76	64	60	57
6	47	56	49	52	46
7	49	45	70	68	75
8	40	62	61	75	76
9	65	58	40	45	38
10	49	54	45	50	52

工厂 i 通过网络直销向零售商 k 的配送时间服从正态分布, $\mu_{ik,t}$ 在 $[5, 7]$ 随机产生, $\sigma_{ik,t}$ 在 $[1, 2]$ 随机产生. 中央仓库 j 对零售商 k 的配送时间服从正态分布, $\mu_{jk,t}$ 在 $[3, 4]$ 随机产生, $\sigma_{jk,t}$ 在 $[1, 2]$ 随机产生. 零售商 k 可接受的获得产品的时间窗为 $[\mu_{jk,t} - \sigma_{jk,t}, \mu_{jk,t} + \sigma_{jk,t}]$, 零售商 k 期望得到产品的时间窗为 $[\mu_{jk,t} - 0.5\sigma_{jk,t}, \mu_{jk,t} + 0.5\sigma_{jk,t}]$, 单位距离运输成本为 0.5 元, 与中央仓库和工厂相关的数据分别如表 2 和表 3 所示。

在较高的零售商满意度和低成本双重目标下, 确定每个规划周期选址及配送方案, 结果如表 4 所示. 以表 4 中的第一行为例, $W(1, 2, 3, 5)$ 表示仓库 1, 2, 3, 5 开放, $W(1) \leftarrow C(1, 3, 4)$ 表示零售点 1, 3, 4 由仓库 1 供货。

表 2 各中央仓库的相关参数
Table 2 Related parameters of central warehouses

j	WA	WB	WC	WO	W
1	24 914	16 609	8 305	12 457	154
2	28 302	18 868	9 434	14 151	152
3	26 392	17 595	8 797	13 196	186
4	17 946	11 964	5 982	8 973	168
5	21 292	14 195	7 097	10 646	185

注: WA 为中央仓库的初次打开成本 (元), WB 为中央仓库的再次打开成本 (元), WC 为中央仓库的关闭成本 (元), WO 为中央仓库的运营成本 (元), W 为中央仓库的最大容量。

表 3 各工厂的生产能力
Table 3 Capacity of different plants

i	t				
	1	2	3	4	5
1	220	200	220	230	210
2	200	170	160	180	190
3	170	140	230	230	220

由表 4 可知: ①在一定范围内, 物流运作成本与服务满意度正相关, 合理选择中央仓库可以大幅提升零售商服务满意度, 但随之产生的是包括中央仓库的打开和关闭成本、运营成本等物流运作成本的大幅增加. ②当服务满意度的差距在 0.4 之内时, 中央仓库的选址和配送方案基本保持不变, 当选择网络直销的方式向零售店供货时, 顾客的服务满意度会快速下降, 这说明通过网络直销渠道仍需要不断发展, 来应对及时物流的目标; ③多目标动态选址模型在电子商务迅速发展的背景下, 能为企业提供更多的选择和建议, 使其根据自身企业战略 (服务优先还是成本优先) 不断进行调整, 更具优越性。

表 4 模型求解结果
Table 4 Solving results for decision model

选址方案	客户配送方案	适用周期	物流成本 / 万元	满意度
W(1,2,3,5)	W(1) \leftarrow C(1,3,4) ; W(2) \leftarrow C(2,5,7) ; W(3) \leftarrow C(6,8) ; W(5) \leftarrow C(9,10)	T1 ~ T2		
W(1,3,4,5)	W(1) \leftarrow C(1,5,7) ; W(3) \leftarrow C(3,4) ; W(4) \leftarrow C(2,6,9) ; W(5) \leftarrow C(8,10)	T3 ~ T4	75.931 4	0.949
W(2,3,4,5)	W(2) \leftarrow C(1,6,8) ; W(3) \leftarrow C(2,10) ; W(4) \leftarrow C(3,5) ; W(5) \leftarrow C(4,7,9)	T5		
W(1,2,3,5)	W(1) \leftarrow C(1,2,4) ; W(2) \leftarrow C(3,5,7) ; W(3) \leftarrow C(6,8) ; W(5) \leftarrow C(9,10)	T1 ~ T2		
W(1,3,4,5)	W(1) \leftarrow C(1,5,7) ; W(3) \leftarrow C(3,4) ; W(4) \leftarrow C(2,6,9) ; W(5) \leftarrow C(8,10)	T3 ~ T4	74.279 0	0.946
W(2,3,4,5)	W(2) \leftarrow C(1,3,6) ; W(3) \leftarrow C(2,10) ; W(4) \leftarrow C(5,8) ; W(5) \leftarrow C(4,7,9)	T5		
W(1,2,5)	W(1) \leftarrow C(1,3,4) ; W(2) \leftarrow C(2,5,7) ; W(5) \leftarrow C(6,8,9) ; P(1) \leftarrow C(10)	T1 ~ T2		
W(1,3,4)	W(1) \leftarrow C(1,5,7) ; W(3) \leftarrow C(3,4) ; W(4) \leftarrow C(2,6,9) ; P(1) \leftarrow C(8) ; P(2) \leftarrow C(10)	T3 ~ T4	70.244 1	0.923
W(2,3,4)	W(2) \leftarrow C(1,8,6) ; W(3) \leftarrow C(2,9,10) ; W(4) \leftarrow C(3,5) ; P(2) \leftarrow C(4,7)	T5		
W(1,2)	W(1) \leftarrow C(1,3,4) ; W(2) \leftarrow C(2,5,7) ; P(1) \leftarrow C(10) ; P(2) \leftarrow C(6,8) ; P(3) \leftarrow C(10)	T1 ~ T2		
W(1,3)	W(1) \leftarrow C(1,5,7) ; W(3) \leftarrow C(3,4) ; P(1) \leftarrow C(2,6,9) ; P(1) \leftarrow C(8) ; P(2) \leftarrow C(10)	T3 ~ T4	66.608 3	0.900
W(2,3)	W(2) \leftarrow C(1,8,6) ; W(3) \leftarrow C(2,9,10) ; P(1) \leftarrow C(3,5) ; P(2) \leftarrow C(4,7)	T5		
W(1,2)	W(1) \leftarrow C(1,3,4) ; W(2) \leftarrow C(2,5,7) ; P(1) \leftarrow C(10) ; P(2) \leftarrow C(6,8) ; P(3) \leftarrow C(10)	T1 ~ T2		
W(3)	W(3) \leftarrow C(3,4) ; P(1) \leftarrow C(2,6,9) ; P(1) \leftarrow C(8) ; P(2) \leftarrow C(10) ; P(3) \leftarrow C(1,5,7)	T3 ~ T4	60.340 7	0.872
W(3)	W(3) \leftarrow C(2,9,10) ; P(1) \leftarrow C(3,5) ; P(2) \leftarrow C(4,7) ; P(3) \leftarrow C(1,8,6,10)	T5		

4 结 论

1) 电子商务的发展,形成了网络直销渠道与中央仓库的传统零售渠道并存的局面,合理选择中央仓库的位置,使其与网络直销渠道优势互补日益重要.本文考虑双渠道供应链环境下的多周期,允许中央仓库动态开关的双目标动态优化模型,是对传统选址模型的扩展.

2) 设计了一种基于顾客满意度的贪婪启发式算法进行求解,得到一组近优解.然而,当决策者的发展战略改变,以成本最优为主要目标,则相应的选址结果也会变化.此算法同样适用于需求为任意类别,考虑机会损失,或者以利润最大为目标的其他选址问题的求解.

参考文献:

- [1] Chen J M, Ku C Y. Channel strategy and pricing in a dual-channel with competition [J]. *International Journal of Electronic Business Management*, 2013, 11(4): 258 - 267.
- [2] Takahashi K, Aoi T, Hirotsu D, et al. Inventory control in a two-echelon dual-channel supply chain with setup of production and delivery [J]. *International Journal of Production Economics*, 2011, 133(1): 403 - 415.
- [3] Liu K, Zhou Y. Capacitated location model with online demand pooling in a multi-channel supply chain [J]. *European Journal of Operational Research*, 2010, 207(1): 218 - 231.

- [4] 陶莹. 电子商务环境下物流配送中心的选址方法[J]. *物流技术*, 2005(2): 82 - 86.
(Tao Ying. Logistics distribution center location in e-commerce environment [J]. *Logistics Technology*, 2005(2): 82 - 86.)
- [5] 王晓博, 李一军. 电子商务环境下物流配送中心选址模型与评价方法[J]. *系统工程理论方法应用*, 2006, 15(3): 199 - 204.
(Wang Xiao-bo, Li Yi-jun. Research on logistics distribution center location model and evaluation under electronic commerce [J]. *Systems Engineering—Theory Methodology Applications*, 2006, 15(3): 199 - 204.)
- [6] 蒋忠中, 汪定伟. B2C 电子商务中配送中心选址优化的模型与算法[J]. *控制与决策*, 2006, 20(10): 1125 - 1128.
(Jiang Zhong-zhong, Wang Ding-wei. Model and algorithm of location optimization of distribution centers for B2C e-commerce [J]. *Control and Decision*, 2006, 20(10): 1125 - 1128.)
- [7] Wesolowsky G O. Dynamic facility location [J]. *Management Science*, 1973, 19(11): 1241 - 1248.
- [8] Canel C. The uncapacitated multi-period facilities location problem with profit maximization [J]. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 1999, 29(6): 409 - 433.
- [9] Ko H J, Ko C S, Kin T. A hybrid optimization/simulation approach for a distribution network design of 3PLS [J]. *Computers & Industrial Engineering*, 2006, 50(4): 440 - 449.
- [10] Mostafa H, Emad R. An optimization model for reverse logistics network under stochastic environment using genetic algorithm [J]. *International Journal of Business and Social Science*, 2012, 33(3): 348 - 356.