

## The Systematic Constructing and Optimizing on the Logistics Model for SME

Jun DING and Xiang-cheng ZHU\*

Ningbo DHY University; Ningbo, Zhejiang, China

\*Corresponding author

**Keywords:** Logistics system, Logistics Model design, Supply-chain Optimization.

**Abstracts.** Small and medium-sized enterprise's development need to optimize the system of enterprise's logistics. A joint optimization model based on enterprise inventory control and transportation rationalization is designed, and the model is optimized by the model of logistics system. Effectively balance the various functional elements of the enterprise logistics. Because there is phenomenon "benefit is carried inside out" exist in logistics system. This article use reverse thinking synthetically designed the joint optimization model of supply chain cooperation.

### 中小企业物流系统的模型构建及其系统优化研究

丁俊, 朱相诚\*

宁波大红鹰学院, 宁波, 浙江, 中国

\*通信作者

**关键词:** 物流系统; 模型构建; 联合优化

**摘要:** 中小企业物流系统的优化以其控制采购和销售成本, 协同供应链的敏捷物流和精益物流为核心, 设计了基于企业库存控制和运输合理化的联合优化模型, 并尝试通过中小企业物流系统的模型设计, 以及求解, 实现有效平衡企业物流系统中库存和运输之间的“效益背反”, 通过综合优化, 实现中小企业物流系统的持续改进。

#### 1. 引言

在国内经济较发达的沿海地区, 中小企业在实体经济中占据重要地位, 其对区域经济的贡献日益提升。如何逐步促进中小企业内部物流优化的进程, 以降低物流成本, 已成为共性的问题。区域中小企业在经历了持续增长之后, 目前已经到了提升内涵、增强内力的阶段。随着国家提出发展实体经济的宏观导向之后, 作为实体经济重要组成部分的中小企业, 物流系统的改善也到了其最好的时间节点。

#### 2. 中小企业物流系统模型设计

本文拟根据精益物流和敏捷物流运行的思想, 从成本控制和顾客服务两方面, 从制造资源 (MRP)、流程设计、库存模型优化再设计、运输路线选择层面, 构筑中小企业物流系统模型。

企业物流系统模型设计需要在付出的成本和提供的服务之间选择平衡点。依据精益物流与敏捷物流思想, 精益物流的核心就是以越少的物流投入创造出尽可能多的物流增值; 而企业的敏捷物流以满足市场需求为目标、以客户满意为约束、以对需求及时反应为标杆。

### 3. 中小企业物流系统模型优化设计

模型设计主要以物流系统综合优化为目标，并以 MRP 的逻辑流程作为设计的依据，构建基于企业库存控制和运输的联合优化模型。

#### 3.1 MRP 的基本原理与逻辑流程

中小企业基于 MRP 的逻辑关系是：主生产计划 (MPS)、物料清单 (BOM)、零部件物料库存信息，他们之间的逻辑流程关系如下图 3-1 所示。

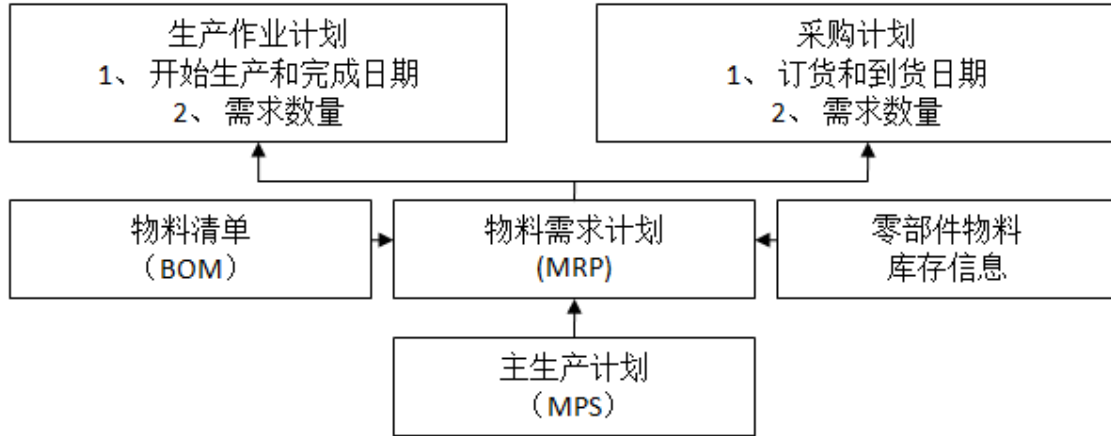


图3-1 MRP逻辑流程图

#### 3.2 基于企业库存计划和运输的联合优化模型

企业库存计划和运输的联合优化使得企业库存和运输达到平衡为目标：确定产品的订购周期  $T$ 、订货量  $Q$ ，以及在  $T$  和  $Q$  确定的条件下确定运输。以一个销售  $M$  种产品的企业为例，假设采用  $(R_i, T_i)$  周期进行补货策略，即企业每隔  $T_i$  期，需要补充产品  $I$ ，数量为  $R_i$ ，同时企业有  $S$  个供应商且产品需求满足需求率为  $\lambda_i$  的泊松分布。企业的物流决策：由于第  $i$  种产品订货周期  $T_i = N_i T (N_i = 1, 2, 3 \dots N)$  为一个库存决策周期，优化模型以此周期内总成本最小为目标函数。此时各个部分的成本应用以下模型确定：

##### A、长期平均运输成本

运输成本包括运输固定成本（计入订货成本）、运输可变成本以及中转成本。

$$\sum_{j=1}^N \left[ \sum_{p=1}^s \gamma_{sj} k_p + CF_{(pj)} \right]$$

长期平均运输成本 =  $\frac{\quad}{NT}$  (3-1)

其中：S——供应商数量；

P——位置参数， $p=(0,1,2, \dots, S)$  P 表示企业成品仓库；

N—— $n_i$  的最大数，NT 即整个库存补充周期的长度；

J——表示第  $j$  个进货期， $(j=1, 2, \dots, N)$ ；

$R_s$ ——如果在第  $j$  次进货期内从供应商  $S$  处进货，则  $r_{pj}=1$ ，否则  $r_{pj}=0$ ；

$K_p$ ——在  $p$  处发生的可变运输成本；

$F_{(pj)}$ ——第  $j$  次进货期内，要完成  $P_j$  运输的最短距离。

##### B、长期平均订货成本

订货成本由混合订货固定成本和独立订货成本组成，所以

$$\text{长期平均订货成本} = \frac{\sum_{j=1}^N \left[ K + \sum_{i=1}^M y_{ij} k_i \right]}{NT} = \frac{K}{T} + \frac{\sum_{i=1}^M k_i}{N_i T} \quad (3-2)$$

其中：K——混合订货成本（包括车辆调度成本、日常费用等）；

T——基本进货期；

$K_i$ ——补充商品 i 时发生的独立成本；

I——产品参数（ $i=1, 2, \dots, M$ ）；

$Y_{ij}$ ——如果在第 j 次进货期内，对产品 i 进行库存补充，则  $Y_{ij}=1$ ，否则  $Y_{ij}=0$ ；

#### C、长期平均库存维持成本

企业订单的提前期 L，预期产品 i 的库存水平为  $R_i - \gamma_i L$ 。经过  $N_i T + L$  时间，下一批到货，预期产品 i 的库存水平为  $R_i - \gamma_i (N_i T + L)$ 。产品 i 的平均库存约为  $R_i - \gamma_i (L + N_i T/2)$ 。

$$\text{长期平均库存维持成本} = \sum_{i=1}^M h_i \left[ R_i - \lambda_i \left( L + \frac{N_i T}{2} \right) \right] \quad (3-3)$$

其中： $R_i$ ——产品 i 的订货点；

L——固定订货提前期；

$\lambda_i$ ——对产品 I 的需求率；

$h_i$ ——单位时间内，产品 i 的单位库存持有成本。

#### D、长期平均缺货成本

$$\text{长期平均缺货成本} = \sum_{i=1}^M \left[ \frac{\pi_i}{N_i T} \int_{R_i}^{\infty} (x_i - R_i) f(x_i, L + N_i T) dx_i \right] \quad (3-4)$$

#### E、企业库存运输联合优化模型

$$\begin{aligned} \min C = & \frac{\sum_{j=1}^N \left[ \sum_{p=1}^s \gamma_{sj} k_p + CF_{(pj)} \right]}{NT} + \frac{K}{T} + \frac{\sum_{i=1}^M k_i}{N_i T} + \sum_{i=1}^M h_i \left[ R_i - \lambda_i \left( L + \frac{N_i T}{2} \right) \right] \\ & + \sum_{i=1}^M \left[ \frac{\pi_i}{N_i T} \int_{R_i}^{\infty} (x_i - R_i) f(x_i, L + N_i T) dx_i \right] \end{aligned} \quad (3-5)$$

s. t.  $N=(n_1, n_2, n_3, \dots, n_m)$  的最大值， $S^j \subseteq S$ ,  $M^i$  为整数， $T \geq 0$  且  $1 \leq I \leq M$ ,  $1 \leq j \leq N$ ,  $0 \leq p \leq S$ 。

### 4. 库存计划和运输联合优化模型的求解

上述非线性规划问题模型的求解分解为以下四个步骤：a、确定  $T_i$ ；b、优化  $Q_i$ ；c、确定运输决策；d、对初始解进行优化处理，从而得到一个比较理想的结果。

#### a、 $T_i$ 的确定

假设运输成本  $F_i$  以历史数据进行初始赋值，混合订货成本 K 在基本产品组中进行分配。对于已知的  $F_i$ ， $T_i$  的确定通过解式 (3-5) 的两个变形公式 (4-6)、(4-7) 完成。

$$\min C^i = \frac{(F_i + k)}{t_i} + h_i \left[ R_i - \lambda_i \left( L + \frac{t_i}{2} \right) \right] + \frac{\pi_i}{t_i} \int_{R_i}^{\infty} (x_i - R_i) f(x_i, L + t_i) dx_i$$

s.t.  $t^i, R^i \geq 0 \quad i=(1,2,3,\dots,M)$  (4-6)

以上式子对  $T_i$  求导并使之等于零，求得  $t_i$ ，对得到的  $M$  个  $t_i$  值进行排序，将值最小的  $t_i$  对应的产品列入基本产品组  $B$  内，再解：

$$\min C^B = \sum_{i \in B} \left\{ \frac{(F_i + k_i)}{T} + h_i \left[ R_i - \lambda_i \left( L + \frac{T}{2} \right) \right] + \frac{\pi_i}{T} \int_{R_i}^{\infty} (x_i - R_i) f(x_i, L + T) dx_i \right\} + \frac{K}{T}$$

s.t.  $t^i, R^i \geq 0 \quad i=(1,2,3,\dots,M)$  (4-7)

以 (4-7) 式对  $T$  求导并使之等于零，确定  $T$  的值。比较 (4-6) 求得的次小的  $t_i$  和已经确定的  $T$ 。如果  $t_i \leq T$ ，则将  $t_i$  对应的产品加入基本产品组  $B$  内，再次求解公式 (4-7) 更新  $T$ ，反复迭代，直至次小的  $t_i \geq T$ 。对于其余产品的计算  $n_i = \frac{t_i}{T}$ ，对  $n_i$  修正以确定订货周期  $T_i$ 。

### b、优化 $Q_i$

前期假设企业采用  $(R_i, T_i)$  的补货策略，在确定了每种产品的订货周期  $T_i$  之后，产品  $i$  的订货量  $Q$  是库存量和  $R_i$  之间的差值。当  $X_i < R_i$  时，存在库存维持成本的浪费；当  $X_i > R_i$  时，存在缺货成本，所以在  $T_i$  确定的基础上存在优化  $Q_i$  的空间。设  $D_i$  为产品  $i$  在  $(L+n_i T)$  时间周期内的需求，由于需求满足泊松分布，因此：

$$D_i = \lambda_i (L + n_i T)$$

显然， $D_i$  为产品  $i$  的订购上限。令  $Q_i = D_i - \Delta Q_i$ ，只要确定  $\Delta Q_i$  的值，就可以确定  $Q_i$  的值， $\Delta Q_i$  的值有以下两种情况：

$\pi_i$  值很大，即缺货成本高，不能缺货。此时， $\Delta Q_i = 0$ ， $Q_i = D_i = \lambda_i (L + n_i T)$ 。

$\pi_i$  值不是很大，即缺货时导致总成本的节约，最佳决策点是：

$$\frac{\partial \text{缺货成本}}{\Delta Q_i} = \frac{\partial \text{库存维持成本}}{\Delta Q_i} + \frac{\partial \text{运输成本}}{\Delta Q_i}$$

$$\text{即： } \pi_i = h^i + \frac{\partial F(\Delta Q_i)}{\Delta Q_i} \quad (4-8)$$

为了计算合理， $F(\Delta Q_i)$  的确定以提供  $i$  产品的最远的供应商距离计算，企业成本最低，首先向提供  $i$  产品最近的供应商订货，不足的量再向较远的供应商订货。解上式方程可得  $\Delta Q_i$ ，从而  $Q_i = \lambda_i (L + n_i T) - \Delta Q_i$ 。

### c、运输决策的确定

由于单个供应商的供应量可能不能满足订单，在实践中可能将配送的产品分装。对于整车，可以采取点对点的方案。对于零担车，需要确定运输的车辆和路线，而这时满足典型的 VRP 问题，因为上述的点对点决策和 VRP 问题的解决已经相当的成熟，这里不再赘述。通过上述两种方案的求解，可以确定运输路线和相应的运输成本  $F_i^*$ 。

#### d、初始解的优化

通过以上模型求解得到的初始解，不一定是最优解，因为在上述计算中， $F_i$ 的初始值是以历史数据赋值，再进一步确定  $T_i$  和优化  $Q_i$ ，计算出来的运输成本  $F_i^*$ 。如果精确计算，必须将  $F_i^*$  代替  $F_i$  进行第二轮计算，以  $(C-A, C)$  为合理阈值，若第一次优化初始解中的  $C$  不在该区域内，则以  $F_i^*$  代替  $F_i$  进行新一轮计算，直到  $n$  次后  $C$  落在该区间内，再进行第  $n+1$  次迭代并得出总成本  $C^*$ ，迭代直至  $C < C^*$  时，此时最小的  $C$  对应的就是最优解。

## 5. 结语

上述中小企业基于企业库存控制和运输的联合优化模型的设计，主要引入精益和敏捷物流的供应链思想，体现了中小企业物流的持续改进。特别是较合理地解决了企业合作中的持久共赢。最后，在回归发展实体经济的新常态下，实现企业物流系统和外部物流合作优化，积极推促企业自身的发展不失为一副助推剂。

## References

- [1] Fraza Victoria. streaming the channel. Industrial distribution. 2004.
- [2] Matin Christopher. Logistics Supple Chain Management. London: Pitmin Publishing 2012.
- [3] Joseph L Mazel, Approaches to Improving Logistics Costs on Management Logistics.2012.
- [4] Quinn, Francis J. Getting close to the customer. Logistics 2013.
- [5] Minahan Tim. JIT moves up the supple chain Purchasing. 2014.9.
- [6] Magnus. Berglund, third party logistics providers-towards a conceptual strage gicmodel. Linkoping University. Sweden, 2008.
- [7] Joseph L. Mazel, Logistics Costs on The Rise: New Study Tells Where and Why, IOMA's Report On Management Logistics .2010.4.
- [8] Etsuko Niahimura, Akio Imai. Optimal Vehicle Routing For Container Handling In A Multi-User Container Terminal. Published by Kobe University of Mercantile Marine .Kobe, Japan. October.2013.