

武器装备行业供应链库存优化控制研究^{*}

Supply Chain Inventory Optimization of Weaponry Industry

西北工业大学现代设计与集成制造教育部重点实验室 孙黎黎 张 维 何卫平

[摘要] 本研究通过分析武器装备行业供应链的特点,应用中心化的多级库存优化与控制策略,通过库存优化控制数学模型的建立、对库存点控制参数的求解以及实例分析,证明该优化方法能使供应链库存成本达到最小,缓解了需求信息放大效应带来的成本增加问题,达到了供应链的整体库存优化协调的目的。

关键词: 需求信息放大效应 多级库存 中心化库存控制策略

[ABSTRACT] The characteristics of supply chain in weaponry industry is analyzed and the centralized multi-echelon inventory optimization and control policy is applied. The mathematical model of inventory optimization control is established and the solution of inventory control parameters is obtained. The analysis results prove that this optimization method can realize the minimum cost of supply chain inventory and reduce the cost increasing problem brought by demand information scale-up effect, which achieves the aim of general inventory optimization and coordination of supply chain.

Keywords: Demand information amplification Multi-echelon inventory Centralized inventory control policy

供应链管理涵盖物流的整个领域,即从最初的供应商制造到分销、零售以及最终用户的采购等职能领域。其中,供应链环境下的库存问题与传统的企业库存问题相比有许多不同点,这些不同点体现了供应链管理思想对库存管理的影响。传统的企业库存管理侧重于优化单一的库存成本,从存储成本和订货成本出发确定经济订货量和订货点。从单一的库存角度看,这种库存管理方法有一定的适用性;但是从供应链整体角度看,这种库存管理方法显然不够。在供应链管理环境下,企业不能仅仅从自身的角度来考虑竞争问题,而是需要考虑企业所在的供应链与其他供应链之间的竞争,强调本供应链企业之间的协作;企业的库存模型也不能仅仅局限于

基本的库存模型,同一供应链中不同节点的企业之间的库存相互影响,因而应该更多地研究多级库存问题。供应链库存管理策略有很多种,如供应商管理库存及联合库存管理策略都是对供应链库存的局部进行优化与控制,而要想实现对供应链库存的全局优化与控制,则必须采用多级库存优化与控制方法。本课题在基于武器装备企业XX制造厂的多级供应链的需求信息放大效应问题及其对供应链整体库存影响的基础上,提出供应链多级库存系统的中心化控制策略,并重点从成本优化的角度构建了以XX制造厂为核心企业的多级库存控制模型,最后进行了优化结果分析。

1 供应链环境下的库存控制

供应链是一个整体,需要协调各方活动才能取得最佳的运作效果。供应链的各个节点企业为了应对市场的不确定性,都要有一定的产品安全库存量。传统的单级产品库存模型没有考虑供应链中相邻节点企业的产品库存信息,容易在相互之间造成需求信息放大现象,而供应链的多级库存模型协调涉及了更多的利益群体,对不同级别的库存进行协调与控制,增强了企业之间的信息透明度,避免了信息扭曲现象,实现了供应链库存的全局优化与控制。

供应链本身是一个高度集成的虚拟化网络体系,它的运行环境与单一企业有本质区别。如果单一企业不考虑供应链因素,即使尽力降低了库存成本,但在其他因素的制约和影响下,生产经营成本不一定会下降。

多级库存优化与控制是一种对供应链资源进行全局性优化的库存管理模式。目前主要有2种库存控制方法:一种是非中心化库存控制策略,另一种是中心化库存控制策略。这2种控制策略各有其优缺点,在实际应用中,非中心化策略多数情况下产生的是次优的结果。

中心化库存控制策略是将控制中心放在核心企业上,由核心企业对供应链系统的库存进行控制,协调上游企业与下游企业的库存活动。这里的核心企业成为了供应链上的数据中心,担负着数据的集成和协调功能。

在这里采用中心化库存控制策略来对基于核心企

^{*} 863 计划项目(2007AA040701-3)、国家自然科学基金项目(50505039)资助。

业 XX 厂的供应链多级库存进行优化与控制,对整个供应链系统的运行有一个较全面的掌握,能够协调各个节点企业的库存活动,缓解需求信息放大效应造成的影响。

2 武器装备行业 XX 厂的多级库存控制系统

以 XX 厂为核心企业的供应链系统模型如图 1 所示。

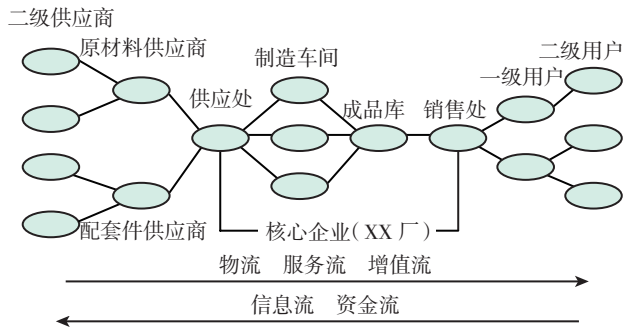


图1 供应链系统模型
Fig.1 Model of supply chain system

这里的供应链是由最初的供应商到核心企业（XX 厂）直至最终用户所形成的网链结构,网链结构中的成员为供应链的节点,上一节点与下一节点形成上下游的关系。在供应链上下游各节点之间发生着物流与信息流的传递,物流从上游节点流向下游节点;需求信息则从下游节点流向上游节点。在该供应链环境下存在着多级库存的管理,包括二级供应商库存管理、一级供应商库存管理、核心企业库存管理,一级用户库存管理和二级用户库存管理。

整个供应链的库存过程包括以下 4 项。

(1) 订货过程。它是整个库存过程的开始,从接到需求信息起到制定生产计划并发出订货单,然后选择供应商,再到订货成交签合同为止。

(2) 发货过程。这是一个物流过程,当订货成交后,供应商把货物发送给订货商的过程。

(3) 保管过程。货物到达仓库,检查合格后入库进行管理。在该过程中货物的使用价值保持不变,直到出库为止。

(4) 出库过程。保管一段时间后,就要被销售或者领用出库,这一过程也是一个物流过程。

制造型行业的库存分为独立需求库存和相关需求库存 2 种模式。一般情况下,产品库存管理属于独立需求库存管理,而制品、配套件和原材料的库存管理则属于相关需求库存管理。应当针对这 2 种库存问题分别进行分析,如产品的需求量需要通过订单来确定,而原

材料的需求量则通过分解的商品计划,产品结构等来确定。

从供应链中库存管理的范围来说,产品的库存管理属于下游供应链,即制造商（XX 厂）——一级用户——二级用户的三级库存优化;配套件和原材料的库存管理则属于上游供应链,即二级供应商——一级供应商——制造商（XX 厂）的库存优化,这里的供应商分为原材料供应商和配套件供应商 2 种;而制品则属于 XX 厂内部供应链库存管理问题。

这里提到的库存以原材料、配套件、半成品、成品的形式存在于供应链的各个环节。该条供应链是由供应商、制造商及客户组成的功能网络,在供应链每个环节的每个节点企业或多或少都有库存需求。供应链的库存管理不是简单的需求预测与补给,而是要通过库存管理获得顾客服务与利润的优化。

3 供应链库存控制优化模型的建立

从制造行业的特点出发,选用中心化的多级库存优化与控制的库存管理模式建立 XX 厂库存管理系统模型。图 2 为三级库存控制的供应链模型。

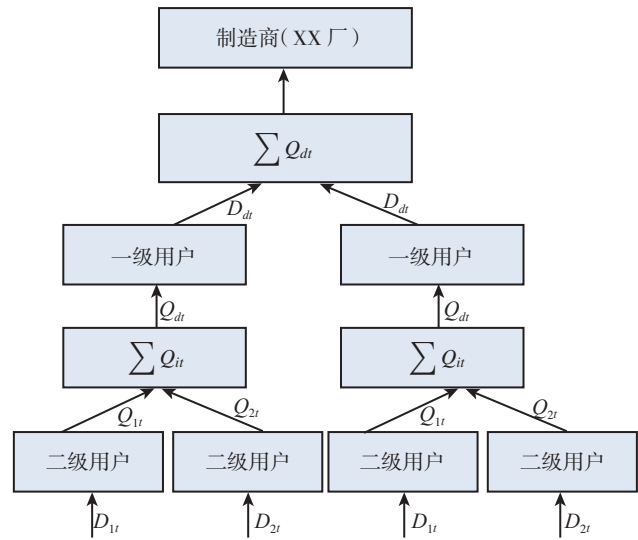


图2 三级库存控制的供应链模型
Fig.2 Supply chain model under 3-level inventory control

其中,各个二级用户的需求量 D_{ir} 是独立的,根据需求量的变化做出的订单量为 Q_{ir} ,各个二级用户汇总到一级用户,一级用户产生的订单经过汇总后交给制造商,制造商根据产品订单决定生产计划,同时对上游的供应商产生物料需求。所以在这个三级库存控制系统中,制造商、一级用户、二级用户 3 个地方都存在库存。

3.1 基本假设和符号

此多级库存优化模型是下游供应链,假设各二级用户的需求为独立需求,系统销售同一产品。在该模型中缺货损失可以定量测算,缺货时存货量为0。

模型中的符号表示意义如下所示:

h : 单位存储成本(单位时间);

k : 交易成本(交易1次所需的总费用,这里是指供应链中每次交易的平均费用);

s : 缺货成本(假设在整个供应链中是一致的);

y : 初始库存量;

λ : 每个二级客户单位时间的产品需求量;

m : 每个一级客户负责的二级客户数量;

n : 一级客户数量;

t : 时间函数;

A : 平均库存量(等于订货数量的一半);

B : 平均缺货量;

y^* : 最优库存量;

t^* : 最优订货周期;

L^* : 最优订货批量;

其中,单位时间的产品需求量为 $nm\lambda$; $y/(nm\lambda)$ 时间后,库存量为0。

3.2 模型的建立

现以此下游供应链库存总成本的优化为例建立数学模型。

此模型的库存是一个三级库存问题,所以XX厂在制订库存计划时必须考虑整个供应链上的成本最优化,即 $\min C_{\text{total}} = \min\{C_m + C_d + C_r\}$ (C_m 、 C_d 、 C_r 分别为制造商库存成本,一级用户库存成本和二级用户库存成本)。

由此可应用以下公式来确定库存点的各个控制参数:

$$\text{平均库存量}(A): \frac{1}{2} \frac{y^2}{n \cdot m \cdot \lambda},$$

$$\text{平均缺货量}(B): \frac{1}{2} \frac{n \cdot m \cdot \lambda - y}{t} \left(t - \frac{y}{n \cdot m \cdot \lambda} \right),$$

由此可得出单位时间平均总成本的函数式:

$$T(t, y) = \frac{1}{t} \left[\frac{1}{2} \frac{h \cdot y^2}{n \cdot m \cdot \lambda} + \frac{1}{2} \frac{s \cdot (n \cdot m \cdot \lambda \cdot t - y)^2}{t} + k \right].$$

分别对变量 t, y 求偏导数,解方程组可得:

$$\text{最优库存量}(y^*): y^* = \sqrt{\frac{2 \cdot n \cdot m \cdot \lambda \cdot k}{h}} \sqrt{\frac{s}{h+s}},$$

$$\text{最优订货周期}(t^*): t^* = \sqrt{\frac{2 \cdot k}{h \cdot n \cdot m \cdot \lambda}} \sqrt{\frac{s}{s+h}},$$

最优订货批量(L^*):

$$L^* = \sqrt{\frac{24 \cdot n \cdot m \cdot \lambda \cdot k}{h}} \sqrt{\frac{n \cdot m \cdot \lambda}{k}}.$$

在中心化库存控制策略中,通过建立库存目标函数,同时确定库存点的控制参数,在降低库存总体成本的基础上通过协调来实现库存优化。

4 案例分析

这里是针对XX厂(制造商)进行计算的,供应商和用户的最优库存计算的数学模型与此类似。

根据XX厂2008年每月生产、销售和库存的数据资料,可以算出平均库存量为4083件/月、平均缺货量为14.7件/月、最优库存量为1824件/月、最优订货周期为7.3天、最优订货批量为240件/月。

与XX厂原有的订货周期、订货批量相比,订货周期有了明显的缩短,订货批量相比以前也缩小了。

通过对供应链的多级库存进行优化与控制,使XX厂的产品供应更加准时,提高了资金的利用率,控制了整个供应链库存的成本。

5 结束语

本项目结合武器装备制造企业XX厂的需求进行了研发,针对以XX厂为核心企业的供应链库存管理中存在的需求信息放大效应问题,选用中心化的多级库存优化与控制的库存管理模式建立供应链库存管理系统模型,通过实例分析得出优化后的结果,表明应用此种方法可以缓解库存管理中的需求信息放大效应,达到供应链整体库存优化控制的目的。(责编 泰山)

(上接第82页)

```
{ HJ=1; } // 座舱温度 > 50℃ 或者 < -50℃, 报警
else { HJ=0; }
}
else { }
if (Num == 2)
{
if (sign_flag == 0 & Temp_A > 60 | (sign_flag == 1 & Temp_A > 50))
{ HJ=1; } // 设备舱温度 > 60℃ 或者 < -50℃, 报警
else { HJ=0; }
}
else { }
}
```

3 结束语

本课题提出的座舱及设备舱温度检测仪采用模块化设计,显示精度高,抗干扰强。通过试验,证明其性能稳定可靠,为今后的同类设计提供了参考。

(责编 小颖)