

文章编号:2095-0365(2016)04-0011-07

系统集成商多阶段产能预订模型研究

张子为, 尚翠娟

(河北工业大学 经济管理学院, 天津 300401)

摘 要:随着经济全球化迅猛发展,系统集成商在运营组织变革中脱颖而出。系统集成商面对不确定需求需要快速做出响应,这就要求其集中智能化组织上游供应商的产能。本文基于供应链产能预订机制和契约协调理论,构建了两级供应链多阶段需求下的产能预订模型。用时域滚动执行法求解模型并进行敏感性分析,验证了模型的有效性。为系统集成商做出产能预订决策提供了有力依据。

关键词:系统集成商;多阶段;产能预订;契约

中图分类号:C393 **文献标志码:**A **DOI:**10.13319/j.cnki.sjztdxbskb.2016.04.02

一、引言

信息化和经济全球化的迅速发展,推动了运营组织变革。系统集成商(System Integrator,以下简称集成商)是指能为客户提供系统集成产品与服务的专业机构,分散产能的集中智能化组织是其本质特征。集成商和供应商之间的长期契约可以有效控制物流和生产系统,从而提升竞争优势。在长期契约执行过程中,集成商对运营安排和资源整合方案进行调整,以应对订单需求波动带来的风险。随着不确定风险持续加大,有效的供应链产能预订机制是集成商合理安排资源的关键方法。

以往有关供应链产能预订的研究主要集中在以下4个方面。一是运用包括数量折扣^[1]、收入共享^[2]和回购契约^[3]等传统契约的研究,主要集中在单阶段一对一报童问题,解决了单阶段供应商产能协调问题。二是将产能预订契约和其他类型契约结合以实现供应链协调。Jin和Wu^[4]在产能预订契约的基础上结合预付费用形式,建立了可抵扣预订费契约;孔融^[5]将批发价格契约与产能投资分担契约结合,研究了单阶段供应链协

调问题。三是由单阶段模型扩展而来的多阶段预订模型研究,Serel^[6]证明了相比于传统价格契约,一个制造商和一个供应商之间的多阶段产能契约可以增加产能利用率;Xu等^[7]研究了多阶段动态供应契约问题,其中买方每个阶段从供应商订购产品并且供应商允许其支付罚款来取消部分订单;Inderfurth K, Kelle P和Kleber R^[8]在多阶段预订模型中考虑需求和现货市场价格的不确定性;以上研究解决了多阶段的静态和动态产能预订问题,但是没有考虑多个异质供应商。三是Park S I和Kim J S^[9]站在买方视角建立了对多个拥有不同能力和价格的供应商的多阶段产能预订模型。由于集成商负责整个生产服务过程,所以预订供应商产能的过程是根据订单工艺流程在多个供应商之间有序进行的,Park S I和Kim J S建立的模型考虑了一对多的供应链结构,但是没有考虑有序预定过程并且模型中供应商生产提前期都在单个预订周期内,无法适用于本文系统集成商的产能预订过程。本文在Park S I和Kim J S研究的基础上针对多个负责不同工序的异质供应商建立多阶段有序产能预订模型。

本文余下部分安排如下:第二节提出本文研

收稿日期:2016-08-31

作者简介:张子为(1991—),男,硕士研究生,研究方向:物流与供应链管理。

本文信息:张子为,尚翠娟.系统集成商多阶段产能预订模型研究[J].石家庄铁道大学学报:社会科学版,2016,10(4):11-17.

究问题并进行模型假设。第三节,将产能预订方法和数量弹性契约相结合,在由多个供应商构成的复杂供应链系统中构建多阶段随机需求的集成商产能预订模型。第四节运用基于线性规划的时域滚动执行方法(RIMS)对模型进行仿真求解,分析参数对模型结果的影响,验证所构建模型的有效性。第五节总结本文研究成果,并分析局限性以及未来的研究方向。

二、问题描述与假设

本文模型研究的集成商产能预订过程分为两

个步骤。第一步,在计划期初期,此时需求信息未知,集成商根据由工艺流程产生的预订计划有序向供应商提供预订其产能的预订单,供应商根据预订单和自身的风险意识决策其产能准备量。第二步,集成商观察到需求市场的真实需求信息后,采用完全信息更新的方式,在供应链契约基础上确定最终的采购订单,供应商根据最终订单组织生产,当从供应商处获得的产品不足以满足市场需求量时,集成商还可以从现货市场采购产品。集成商产能预订过程模型如图1。

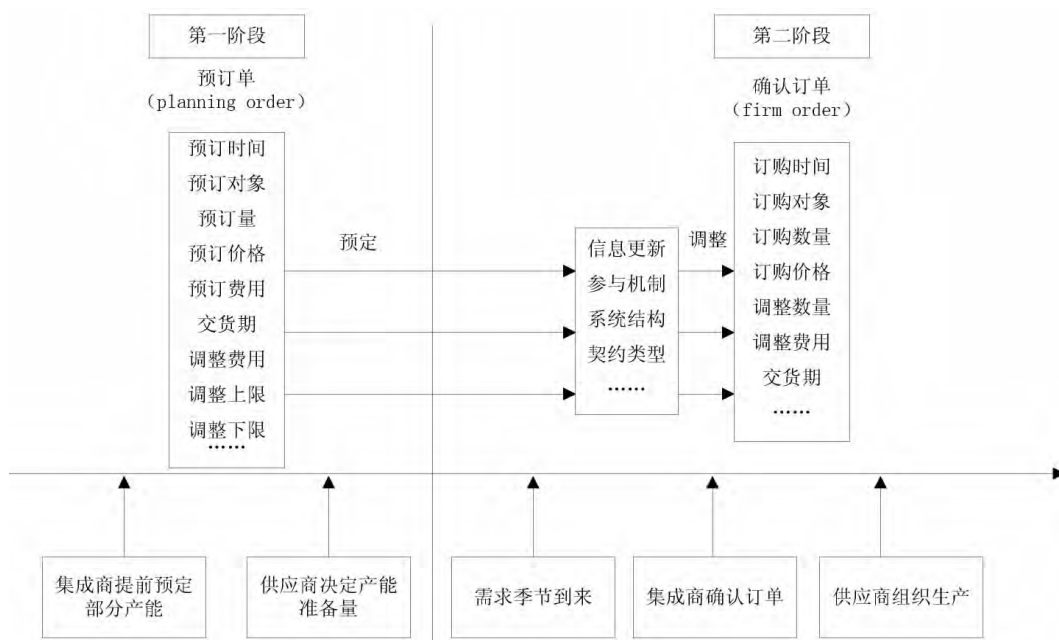


图1 系统集成商产能预订过程模型

假设在该模型中,包含一个集成商和多个异质供应商,每个供应商在约定期限内向集成商提供生产一定数量产品的产能,供应商之间的预订过程是有序的,集成商在制定预订计划时便根据需求预测工艺流程进行了工序分解,即预订顺序是给定的。产能量在初期根据各个供应商之前的订单来确定。在当前阶段开始时,集成商有机会修正先前提供给每个供应商的订单数量,确定最终的订单量。同时,集成商可以根据契约来修正未来某阶段的预订量。

本文站在集成商对供应商集中控制角度下,研究如何确定集成商对每个供应商的当前阶段采购量、后续阶段预订量以及现货市场采购量以使得自身总成本最小,集成商成本主要包括采购、库

存成本、订单变动成本等其他相关成本。本文所提出的模型中,计划期很长(通常1-2年),此时间框架下,每个供应商的提前期可以为每个阶段的整数倍。

三、建立系统集成商多阶段产能预订模型

(一)参数设置

阶段, $t=1,2,\dots,T$; T 为计划期的长度; j 为供应商, $j=1,2,\dots,J$; L_j 为供应商 j 的提前期, $j=1,2,\dots,J$; h_t 为阶段 t 中,单位库存持有成本, $t=1,2,\dots,T$; o_{jt} 为阶段 t 中,向供应商 j 预订时连续两个阶段有偏差时的单位成本; p_t 为阶段 t 中,

集成商销售产品的单位价格, $t=1,2,\dots,T$; c_{ij}^r 为阶段 t 中, 集成商根据预订订单向供应商 j 正常采购的价格 $j=1,2,\dots,J, t=1,2,\dots,T$; c_{f+1j} 、 c_{f-1j} 为阶段 1 向供应商 j 增加、减少订单量时的单位采购成本, $j=1,2,\dots,J$; c_i^s 为阶段 t 中, 现货市场的产品价格, $t=1,2,\dots,T$; l_{ij}^u 、 l_{ij}^l 为阶段 t 中, 向供应商 j 增加、减少初始预订量的比例上、下限, $j=1,2,\dots,J, t=1,2,\dots,T-1$; f_{ij} 为阶段 t 中, 向供应商 j 预订单位产能的预付费用, $j=1,2,\dots,J, t=2,3,\dots,T$; r_{ij} 为阶段 t 中, 向供应商 j 取消预订量的单位预订费用的退费, $j=1,2,\dots,J, t=2,3,\dots,T-1$; δ 为每个阶段的贴现率; x_t 为未来阶段 t 时的需求(预测), $t=1,2,\dots,T$; σ_t 为阶段 t 需求预测的标准差, $t=1,2,\dots,T$; k 为满足订单完成率的安全因子; u_{ij} 为阶段 t 中, 按照契约向供应商 j 预订产能的上限, $j=1,2,\dots,J, t=2,3,\dots,T$; $\tilde{R}_{ij}$ 为在计划期刚开始前, 确定阶段 t 时向供应商 j 承诺的预订量, $j=1,2,\dots,J, t=2,3,\dots,T$; z_{ij} 为阶段 t 中, 向供应商 j 预订产能的最小比例系数, $j=1,2,\dots,J, t=1,2,\dots,T-1$; I_0 为计划初期的库存水平; θ_{ij} 为预订顺序矩阵, t 阶段供应商 j 有产能预订则为 1, 否则为 0。 d_t 阶段 t 的需求。

以下为决策变量: I_t 为阶段 t 末的库存量, $t=1,2,\dots,T$; I_t^+ 、 I_t^- 为库存和缺货订单, $I_t = I_t^+ - I_t^-$, $t=1,2,\dots,T$; Q_{ij}^{f+} 、 Q_{ij}^{f-} 为除了先前承诺预订量外, 向供应商 j 弹性增加、减少的订单量, $j=1,2,\dots,J$; R_{ij} 为向供应商 j 为未来阶段 t 的预订量, $j=1,2,\dots,J, t=2,3,\dots,T$; Q_{ij} 为阶段 t 中, 集成商向供应商 j 下达的订单量 $j=1,2,\dots,J, t=1,2,\dots,T$; Q_i^s 为在一个计划期内, 从现货市场采购的当前阶段订单量与未来阶段计划订单量之和; S_t 为阶段 t 的补给水平, $t=1,2,\dots,T$ 。

(二)关于有序预订过程

集成商根据订单工艺流程和供应商的供应水平, 将多周期内的生产任务对供应商有序安排, 即在整个预订周期内, 供应商并不是一直被预订产能, 而是间断的进行生产, 所以本文引入一个 $T \times J$ 的 01 矩阵, 矩阵中 0 代表此阶段内未对该供应商进行产能预订, 1 则代表进行了预订, 此矩阵作为模型的固定参数进行初始化。

(三)约束条件

不失一般性, 由阶段 1 的初始量、预订量和现

货购买量之和等于阶段 1 的补给水平得:

$$I_0 + \sum_{j=1}^J (\tilde{R}_{t-L,j} + Q_{t-L,j}^{f+} + Q_{t-L,j}^{f-}) + Q_i^s = S_1 \quad (1)$$

当集成商最终订单量与初始预订量有差别时, 供应商的成本就会增加。因此, 供应商通常会设定一个允许的调整范围。调整增加时的约束为:

$$Q_{f+1j} \leq l_{ij}^u \tilde{R}_{1j}, \quad j=1,2,\dots,J \quad (2)$$

调整减少时, 约束为:

$$Q_{f-1j} \leq l_{ij}^l \tilde{R}_{1j}, \quad j=1,2,\dots,J \quad (3)$$

从阶段 2 到 T , 补给水平要达到初始库存、每个供应商交付的计划订单与此阶段向现货市场采购量之和。输入—输出之间的关系如式(4)所示 (L 表示 L_j):

$$I_{t-1,j} + \theta_{ij}(R_{ij} | L=0) + (\tilde{R}_{t-L,j} + Q_{t-L,j}^{f+} + Q_{t-L,j}^{f-} | L \geq 1, t-L \leq 1) + \theta_{ij}(R_{t-L,j} | L \geq 1, t-L > 1) + Q_i^s = S_t, \quad j=1,2,\dots,J, t=2,3,\dots,T. \quad (4)$$

式(4)第一项是阶段 t 开始时的初始库存。第二、三项代表阶段 t 开始时期望到达的订单量。其中, 第二项是提前期为 0 的订单。第四项是阶段 2 到 $T-1$ 之间确定的预订量, 在一定提前期之后期望实现阶段 t 的需求。

在每个阶段开始和结束时的库存水平, 表示为:

$$S_t - d_t = I_t, \quad t=1,2,\dots,T. \quad (5)$$

因为供应商不可能短期内增加产能, 所以存在预订量上限。

$$R_{ij} \leq u_{ij}, \quad j=1,2,\dots,J, t=2,3,\dots,T. \quad (6)$$

当集成商频繁的变更预订量时, 相应的供应商就必须频繁的调整他们的生产计划, 因此供应商会对未来每个阶段的预订变更设定一个限制。对变更的约束表示为:

$$l_{ij}^l \tilde{R}_{ij} \leq R_{ij} \leq z_{ij} u_{ij} + l_{ij}^u \tilde{R}_{ij}, \quad j=1,2,\dots,J, t=2,3,\dots,T-1. \quad (7)$$

$z_{ij} u_{ij}$ 项为除了先前预订量之外, 允许的最小预订量。如果没有这个缓冲机制, 在未来某阶段先前预订量为 0 后, 此阶段的预订量也会变为 0。

本文中采用客户订单满足率作为评价标准, 将订单满足率定义为需求的满足比例, 满足标准正态分布的条件分布特性。为了生成订单满足率的相关约束, 将安全库存水平 $E(I_t)$ 设定为 $k\sigma_t$ 。当未来 t 阶段的需求预测误差(用 ϵ_t 表示)满足

$\varepsilon_t \leq k\sigma_t$ 时,阶段 t 末期的期望库存水平为正值,如式(8)所示。

$$E(S_{ij} - d_{ij}) = E(S_{ij} - f_{ij} - \varepsilon_{ij}) = k\sigma_{ij} - \varepsilon_{ij} > 0 \quad (8)$$

库存量满足目标订单满足率的约束如下。

$$I_{ij} \geq k\sigma_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, J, t = 1, 2, \dots, T. \quad (9)$$

(四) 目标函数

本文以集成商总成本最小为目标函数,如前面流程描述,集成商的相关成本包括库存持有成本、采购成本、改变订单的惩罚费用成本和预订产能的预订费用。

整个计划期内的期望库存成本为

$$0.5 \times \sum_{t=1}^T h_t (S_t + I_t^+) \quad (10)$$

阶段 1 的采购成本等于当前阶段中考虑提前期时到达的最终订单和从现货市场采购的成本之和。

$$\sum_{j|0 \leq L_j \leq T-1} (c_{ij}^r \tilde{R}_{1j} + c_{ij}^{f+} Q_{ij}^{f+} - c_{ij}^{f-} Q_{ij}^{f-}) + c_1^s Q_1^s \quad (11)$$

未来阶段中的期望采购成本等于每个供应商预订成本与现货市场采购成本之和:

$$\sum_{t=2}^T \sum_{j=1}^J c_{it}^r R_{ij} + \sum_{t=2}^T c_t^s Q_t^s \quad (12)$$

假设预订费用是基于当前阶段新预订量按比例支付的,转化为线性形式如下:

$$\begin{aligned} \text{支付预订费用} &= \sum_{t=2}^T \sum_{j=1}^J f_{ij} \max[R_{ij} - \tilde{R}_{ij}, 0] \\ &= \sum_{t=2}^T \sum_{j=1}^J f_{ij} q_{ij}^+ \end{aligned} \quad (13)$$

其中公式(14):

$$R_{ij} - \tilde{R}_{ij} = q_{ij}^+ - q_{ij}^-, \quad j = 1, 2, \dots, J, t = 2, 3, \dots, T. \quad (14)$$

变量 q_{ij}^+ 、 q_{ij}^- 为线性化加入的大于 0 的人工变量。

当取消预订量时,供应商通常会退还给集成商一部分预订费用。同理得公式(15):

$$\begin{aligned} \text{退费} &= \sum_{t=2}^T \sum_{j=1}^J r_{ij} \max[R_{ij} - \tilde{R}_{ij}, 0] = \\ &= \sum_{t=2}^T \sum_{j=1}^J r_{ij} q_{ij}^- \end{aligned} \quad (15)$$

相邻阶段中订单量的显著改变会使供应商改

变生产计划来应对订单的波动,同样也会导致成本增加。这时,供应商会收取一定的惩罚费用。转化为线性形式如下:

$$\sum_{t=3}^T \sum_{j=1}^J o_{ij} |R_{ij} - R_{t-1,j}| = \sum_{t=3}^T \sum_{j=1}^J o_{ij} (z_{ij}^+ - z_{ij}^-) \quad (16)$$

此时需要增加下面的约束:

$$R_{ij} - R_{t-1,j} = z_{ij}^+ - z_{ij}^- \quad (17)$$

计划期内集成商期望总成本折现后,用 D_I 表示,目标函数如下:

$$\begin{aligned} \text{MIN } D_I &= \sum_{j|0 \leq L_j \leq T-1} \frac{1}{(1+\delta)^t} (c_{ij}^r \tilde{R}_{1j} + \\ &+ c_{ij}^{f+} Q_{ij}^{f+} - c_{ij}^{f-} Q_{ij}^{f-}) + \sum_{t=2}^T \sum_{j=1}^J \frac{1}{(1+\delta)^t} \theta_{ij} (c_{ij}^r R_{ij} + \\ &+ f_{ij} q_{ij}^+) - \sum_{t=2}^T \sum_{j=1}^J r_{ij} q_{ij}^- + \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+\delta)^t} [c_t^s Q_t^s + 0.5 \times \\ &+ h_t (S_t + I_t^+)] + \sum_{t=3}^T \sum_{j=1}^J o_{ij} (z_{ij}^+ - z_{ij}^-) \end{aligned} \quad (18)$$

四、模型求解方法

本文模型是基于最优化理论的线性规划模型,应用滚动时域方法(Rolling-horizon Implementation for Multiple Suppliers)求解模型,滚动时域计划是供应链契约在生产计划和多周期协调中应用最广的方法^[10],基于线性规划的滚动时域执行方法流程如下。

Step 1: 初始化

Step 1.1 令当前阶段为阶段 1; 将当前库存水平重置为 I_0 。

Step 1.2 将 $\tilde{R}_{ij}$ 重置为初始预留水平 $j = 1, 2, \dots, J, t = 1, 2, \dots, T$; 对于 $t \leq 0$ 时,将所有 $\tilde{R}_{ij}, Q_{ij}^{f+}, Q_{ij}^{f-}$ 置为 0。

Step 2: 运行线性规划模块

预测需求 $f_t, t = 1, 2, \dots, T$; 运行线性规划模块。

Step 3: 输出

输出当前阶段中每个供应商的订单量 $\tilde{R}_{1j} + Q_{ij}^{f+} - Q_{ij}^{f-}$, 和未来阶段的预订量 R_{ij} , 以及从现货市场的购买量 Q_i^s 。

Step 4: 等待一个阶段的运行

Step 5: 新计划阶段的输入

Step 5.1 将当前库存水平重置为 I_0 。

Step 5.2 所有供应商,当前阶段之前,重置 $\tilde{R}_{t-1,j} \leftarrow R_{t,j}, Q_{t-1}^{f+} \leftarrow Q_t^{f+}, Q_{t-1}^{f-} \leftarrow Q_t^{f-}$ 。

Step 5.3 令 $t \leftarrow 1$, 转到 Step 2.

五、算例分析

本节算例考虑一年计划期,每个阶段为4周,即该算法需要计算12个阶段的决策(假设一个月包括4周)。

此算例分为两部分:常规测试和敏感性分析。常规测试中将RIMS的结果与开环方法(OPEN-LOOP;OM)结果比较,开环方法不是基于滚动操作,而是在初始时运行整个计划期的线性规划,最终输出整个计划期的线性规划结果。

(一)已知模型数据

表1、表2、表3和表4分别为模型的已知参数。假设有序生产矩阵 θ 为 $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ 。

关于需求数据,本节采用Y. Boulaksil^[11]等的方法,来获得随机需求函数 $d_t = u_m + \varepsilon_t$ 。实际中,产品的需求均值为 u_m 可以通过预测方法来

得到,但是预测会产生一定的误差 ε_t ,服从正态分布 $N(0, \sigma_t^2)$ 。

预测需求均值函数如下得到:

由于本算例的计划期为1年,本文研究的产品为季节性产品,一年中产品的平均需求满足产品生命周期理论,预测需求均值函数的表达式为: $u_m = -D \times (\alpha \times M)^{-2} \times (m - \alpha \times M)^2 + D$,其中总计划期长度 $M = 12$ 月;最大需求量 $D = 500$; $\alpha = 0.83$ 为最大需求系数; m 为计划期下标。

预测偏差满足:

$$\sigma_t = \left\{ 1 + \sum_{i=1}^{t-1} \left(\frac{l}{2} \right) \right\}^{1/2} \alpha, t = 1, 2, \dots, T \quad (19)$$

其中, α 为需求均值的白噪声标准差,设置为0.2。

本节算例使用MATLAB 2013b进行编程和运行,将以上的数据输入程序中,得出该模型的最优决策和目标函数值。

表1 集成商相关输入参数

安全因子	库存持有成本	贴现率	现货市场价格	市场销售价格
1.96	5.00	0.002 5	100	150

表2 分散决策中集成商采购价格数据

供应商	正常采购价格	额外采购价格	取消预订退费
供应商1	30	70	10
供应商2	60	80	20

表3 供应商属性

供应商	最小比例系数	订单变动成本	预订费	提前期	预订费的退费	预订增加上限/%	预订减少下限/%	预订上限
供应商1	0.1	3	3	1	1.5	30	30	$U * 0.7$
供应商2	0.1	1.5	2	0	1.5	30	30	$U * 0.7$

注: U 表示计划期内每个阶段的需求预测均值。

表4 供应商成本相关参数

供应商	正常生产成本	增加生产成本	取消预订成本	订单偏差成本	预订费退费
供应商1	10	20	5	1	1.5
供应商2	20	30	10	0.5	1.5

(二)模型计算结果

由输入模型的参数求解得到结果,多供应商的滚动时域执行方法所得结果为 1 669 283.938,开环方法所得结果为 1 877 944.430 25,高出 12.5%的成本数量,可见本模型能为减小集成商节约较大的总成本。OM 机制成本较高的原因是其不适应更新的预测信息,造成预订的产能过剩或不足,产生了额外成本。

(三)敏感性分析

下面对模型参数进行敏感性分析,分析参数值的不确定性对目标函数的影响。输入的变化参数为集成商单位采购价格、单位现货市场价格。如图 2 和图 3。

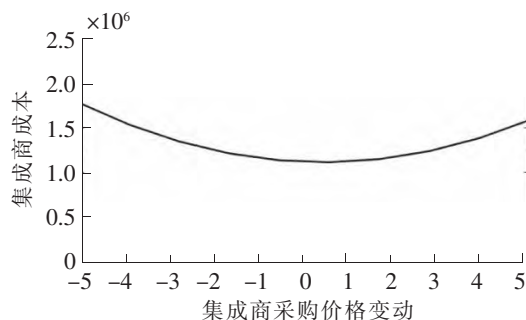


图2 集成商单位采购价格敏感性分析图

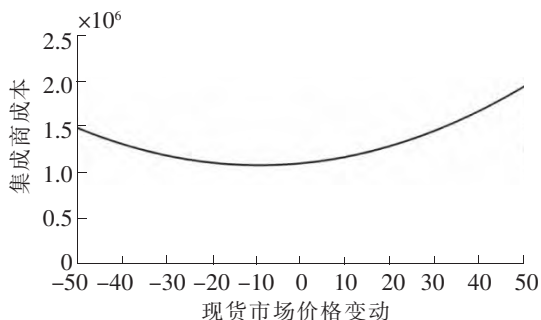


图3 现货市场单位价格敏感性分析图

图 2 横轴为参数变化值,纵轴为集成商总成本值。由图 2 可以看出,随着集成商采购价格的由小到大变化,集成商成本值呈现先减小再增大的曲线,并且最低点出现在 0 点右侧,说明当单位采购价格小幅增加时集成商能获得最低成本。由图 3 可以看出,曲线最低点在 0 点左侧,说明当现货市场价格减小为 90 时集成商的成本最小。

通常的协调模型中需求波动一般不考虑销售价格对模型的影响,但在实际市场中,销售价格往

往是影响销售量非常关键的一个参数。本文下一步探讨价格系数对预订模型的影响。

在 5.1 中需求函数构造的基础上,将需求函数 $d_t = u_m + \epsilon_t$ 中的需求均值调整为: $u_m(p) = u_m - \beta p'$, 其中价格敏感系数 $\beta \in [0, 1]$, $p' \in [-50, 50]$ 为价格的变化区间。分析结果如图 4。

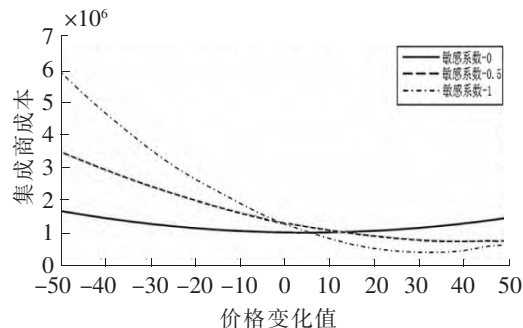


图4 价格敏感系数对模型的影响

图 4 表明,当销售价格上升 30 时,该模型针对需求敏感系数较大的产品能获得最低的集成商成本,所以该模型能很好的适应需求对价格高度敏感的产品供应链。

本章通过第二节得出模型的求解结果优于传统开环求解方法,验证了求解模型的有效性。第三节对模型参数集成商单位采购价格和单位现货市场价格进行分析得出二者的敏感性变化趋势,以及模型结果最优时对应的参数设置。最后分析价格敏感系数对模型的影响,结果表明该模型能很好的适应需求对价格高度敏感的产品供应链。

六、总结与展望

随着需求变化速度加快,针对日益严峻的产能集中智能化组织问题,本文提出了集成商和多个异质供应商之间的多阶段产能预订模型,运用了多供应商滚动时域执行方法(RIMS)进行线性规划求解,通过与其他方法得出的最优解对比证明了模型的有效性,并对多个模型参数进行了敏感性分析。本文的模型为集成商在面对不确定性需求时快速进行产能预订决策提供了有力工具。该模型可以有效降低集成商成本并且运行简单迅速,使其对供应商产能高效利用以降低自身运营成本具有十分重要的现实意义。

本文站在集成商的角度考虑减小成本问题,没有全面考虑供应商视角,进一步的研究可以加入供应商在产能预订问题上的最优决策,变为买方-卖方问题。本文的假设条件是加工顺序是给

定的,未来可以将工艺流程分解过程与该模型融合。另外,本文没有考虑现实中存在的突发情况

下供应商供应中断问题,如何协调能使得突发情况造成的经济损失最小也是进一步研究的方向。

参考文献:

- [1]曹宗宏,周永务.价格和库作量影响需求的供应链量折扣定价模型[J].系统工程学报,2008,23(1):67-73.
- [2]但斌,徐广业.随机需求下双渠道供应链协调的收益共享契约[J].系统工程学报,2013,28(4):514-522.
- [3]赵泉午,熊榆,林娅,等.多个零售商库存竞争的易逝品回购合同研究[J].系统工程,2004,22(8):39-42.
- [4]Jin M Z, Wu S D. Capacity reservation contracts for high-tech industry [J]. European Journal of Operational Research, 2007, 176: 1659-1677.
- [5]孔融,董明,刘少轩.考虑产能投资分担的供应链契约协调研究[J].上海交通大学学报,2012,12(46):1994-1999.
- [6]Serel D A. Capacity reservation under supply uncertainty [J]. Computers & Operations Research, 2007, 34: 1192-1220.
- [7] Xu N. Multi-period dynamic supply contracts with cancellation [J]. Comput. Oper. Res., 2005, 32: 3129-3142.
- [8] Inderfurth K, Kelle P, Kleber R. Dual Sourcing Using Capacity Reservation and Spot Market: Optimal Procurement Policy and Heuristic Parameter Determination [J]. European Journal of Operational Research, 2013, 225(2):298-309.
- [9] Park S I, Kim J S. A mathematical model for a capacity reservation contract [J]. Applied Mathematical Modelling, 2014, 38(38):1866-1880.
- [10]Zhu X. Replenishment strategy and coordination with quantity flexibility in a rolling-horizon environment [M]. Hong Kong University of Science and Technology: Dissertation, 2006.
- [11]Boulaksil Y, Grunow M, Fransoo J C. Capacity flexibility allocation in an outsourced supply chain with reservation [J]. International Journal of Production Economics, 2011, 129(1): 111-118.

Research on the Multi-stage Capacity Reservation Model of the System Integrator

Zhang Ziwei, Shang Cuijuan

(School of Economics and Management, Hebei University of Technology, Tianjin, 300401, China)

Abstract: With the rapid development of economic globalization, system integrators in the operation of organizational change stand out. System integrators need to respond quickly in face of the uncertainty of demand, which requires the organization the capacity of upstream suppliers centrally and intelligently. Based on the supply chain mechanism and the coordination theory of capacity reservation contract, we constructed a model of two levels, which can satisfy the multi-stage demands. A rolling-horizon implementation strategy and sensitivity analysis were suggested for the efficient application of the model. It provided a sound basis for the system integrator to make the decisions of capacity reservation.

Key words: system integrator; multi-stage capacity; reservation; contracts