

# 信息更新下的物流服务订单分配

范琛, 王效俐, 陈瑾, 张露

(同济大学 经济与管理学院, 上海 200092)

**摘要:** 提出一个多期多任务的多目标动态整数规划模型, 通过引入方案锁定期和带服务质量目标控制机制, 进一步给出了存在信息更新的多次订单分配规划模型. 通过参数试验, 把带服务质量控制目标机制的模型与采用线性权重法的多目标规划模型以及服务质量约束的规划模型进行比较. 结果表明: 带服务质量控制目标机制的订单分配模型和控制策略在确保满足服务质量要求的基础上, 同时能够较好地兼顾成本目标, 并且可操作性强, 能够达到满意的效果.

**关键词:** 物流服务; 订单分配; 信息更新; 多目标动态规划; 整数规划

**中图分类号:** F224

**文献标志码:** A

## Service Order Allocation Based on Multi-objective Dynamic Programming

FAN Chen, WANG Xiaoli, CHEN Jin, ZHANG Lu

(College of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

**Abstract:** This paper analyzes how an individual logistic service integrator distributes its orders to the functional service suppliers in service supply chain. We introduce a dynamic integer-programming model with multiple tasks and targets, in multiple periods. An example is given to prove the feasibility of the model. We also propose an updating model to schedule order distributions in multi-periods, with the introduction of the mechanism of executing part of the solution then adjusting according to the updating information. We conduct a simulation. Based on a comparison between the linear weights MOP model and the service constrain model, the simulation result demonstrates that our model generates a lower cost while ensuring the satisfaction of service requirement.

**Key words:** logistic service; order allocation; information updating; multi-objective dynamic programming; integer programming

随着制造业服务模块化趋势的推动, 越来越多的服务业务流程或功能被外包, 构成了链式结构的服务供应链, 催生出了物流服务供应链(LSSC). 根据刘伟华等<sup>[1]</sup>的研究, 物流服务供应链通常由一个物流集成商和多个物流服务功能提供商组成. 物流服务集成商负责承接客户订单并将仓储、运输、搬运、报关等服务功能进行外包, 由专门的服务功能提供商进行具体服务流程的操作, 其中运输功能是最主要的外包业务之一. 是否能够在各个运输服务供应商之间合理地分配订单任务将直接影响到物流服务集成商的成本以及所提供运输服务产品的质量等许多方面, 因此运输服务订单分配是一个重要的决策问题.

有关订单分配的研究主要是针对有限产能或有限服务能力下多供应商、多期的订单分配问题, 且绝大部分集中于制造业产品订单分配问题. Mafakheri等<sup>[2]</sup>利用层次分析法(AHP)进行供应商选择, 根据选择的结果, 通过建立多期的订单分配动态整数规划模型进行订单分配. Lin<sup>[3]</sup>利用模糊网络层次分析法(ANP)研究了供应商评价, 然后根据评价的结果利用模糊多目标线性规划来分配订单. 潘伟等<sup>[4]</sup>在总结了一些采用带有模糊目标和机会约束模型的基础上, 针对订单分配问题给出了带有随机约束条件的模糊多目标规划一般模型. Che等<sup>[5]</sup>在研究订单分配问题时, 结合了物料清单(BOM)的信息, 考虑制造顺序和制造时间等因素, 建立了一个非线性的多目标动态整数规划模型, 利用遗传算法(GA)进行求解. Zhou等<sup>[6]</sup>在研究订单分配时考虑了库存因素, 设计了一个动态随机整数规划模型, 并给出了一种启发式算法进行求解. Cheng等<sup>[7]</sup>的模型中进一步考虑了供应商生产强度对制造时间的影响, 建立了一个非线性的多目标整数规划模型, 并采用带有帕累托寻优机制的非支配排序遗传算法(NSGA-2)进

收稿日期: 2013-09-07

基金项目: 国家自然科学基金(71272045)

第一作者: 范琛(1983—), 男, 博士生, 主要研究方向为系统工程方法应用与供应链管理. E-mail: samfc666@163.com

通讯作者: 王效俐(1960—), 男, 教授, 博士生导师, 管理学博士, 主要研究方向为管理科学与系统工程. E-mail: xiaoli-wang@tongji.edu.cn

行求解. 姬小利<sup>[8]</sup>研究了多产品有限生产能力的多制造商供应链订单分配模型,建立了非线性多目标整数规划模型. 范志强<sup>[9]</sup>、向晋乾等<sup>[10]</sup>也给出了类似模型.

目前,针对物流服务订单分配问题的研究仍然较少. 刘伟华等<sup>[11]</sup>针对物流服务供应链提出了一个任务分配模型,在考虑成本的同时考虑了物流功能服务商对所分到任务的满意度以及服务供应商服务能力的匹配程度. 高志军等<sup>[12]</sup>提出了一个多期多任务的运输订单分配模型,考虑了交易费用,但没有直接给定每期的资源限量,也没有考虑资源占用的动态变化,是一个静态的规划模型.

综上所述,以上这些文献都是基于一段时间内,需求信息已知的情况下,对订单的分配进行一次性规划,规划的效果受到掌握信息多寡的影响. 然而,在现实当中,信息随着时间的推移而不断更新,上一个规划期规划方案的执行会对之后规划期的优化带来影响,单规划期内的最优方案不一定是长期的最优方案. 因此,本文研究根据当前有限的信息,找到一种策略,使得长期运营成本等各方面目标达到满意. 首先,本文将提出一个服务订单分配的决策模型,然后针对动态多次规划的情况,提出规划策略,并利用参数仿真来验证效果.

## 1 问题及模型描述

考虑一个由单个物流服务集成商和  $m$  个运输服务供应商组成的二级供应链,每家运输服务供应商拥有若干运输资源. 物流服务集成商需将订单在  $m$  个运输服务供应商之间进行分配. 假设单个任务由单个运输服务资源完成,运输服务供应商  $i$  在订单规划期初的可用运输服务资源为  $R_i$ . 根据占用单个运输服务资源的时间长短将任务分为  $n$  种,为表述简便,设第  $j$  种任务所需耗费时间为  $j$  个单位期. 设订单提前期为  $L$ ,即物流服务集成商可以获知接下来  $L$  期的需求并且能够给出  $L$  期内各期的报价. 设运输服务供应商  $i$  给出第  $j$  种任务在第  $t$  期的报价为  $p_{ij}(t)$ ,第  $t$  期对第  $j$  种任务的运输服务需求为  $D_j(t)$ ;根据服务产品的即生产即消费不能存储的特性,假设订单不能被提前或者延后完成,未能满足的需求不能延后只能流失;物流服务集成商已知各运输服务供应商的平均服务质量水平(假设该服务质量水平(满意率)在相当长一段时间内是固定的),设运输服务供应商的平均服务质量水平(满意率)为

$Q_i$ . 物流服务集成商在第  $t$  期分配给运输服务供应商  $i$  任务  $j$  的数量为  $O_{ij}(t)$ . 设定以下目标:① 物流服务集成商支出的总费用要低;② 总的服务质量水平要高,有

$$\begin{aligned} \min z_1 &= \sum_{t=1}^L \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij}(t) O_{ij}(t) \\ \min z_2 &= - \sum_{t=1}^L \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Q_i O_{ij}(t) \end{aligned}$$

式中: $z_1$  为总成本, $z_2$  为总质量水平. 同时满足以下约束条件:

### (1) 服务资源约束

动态情况下运输服务供应商可用服务资源的状态转移方程为

$$\begin{cases} C_i(t) = R_i + A_i(t) - B_i(t), \\ i = 1, \dots, m, t = 1 \\ C_i(t) = C_i(t-1) - \sum_{j=1}^n O_{ij}(t) + \\ \sum_{j=1}^n O_{ij}(t-j) + A_i(t) - B_i(t), \\ i = 1, \dots, m, t = 2, \dots, L \end{cases}$$

式中: $C_i(t)$  为第  $t$  期运输服务供应商  $i$  的可用服务资源; $A_i(t)$  为运输服务供应商  $i$  在第  $t$  期获得的额外资源,如曾经在订单规划期之前就被占用的资源回到空闲状态或维护中的资源结束维护可以继续使用; $B_i(t)$  为运输服务供应商  $i$  在第  $t$  期失去的资源,如设备损坏送修等. 那么可以得到关于运输服务资源的约束为

$$\sum_{j=1}^n O_{ij}(t) \leq C_i(t), \quad t = 1, \dots, L$$

### (2) 需求约束

订单分配的方案要尽可能多地满足订单需求,于是有如下约束:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m O_{ij}(t) + e_j(t) &\geq D_j(t), \\ j &= 1, \dots, n, t = 1, \dots, L, \end{aligned}$$

同时考虑以下目标

$$\min z_3 = \sum_{t=1}^L \sum_{j=1}^n e_j(t) j$$

其中  $e_j(t)$  表示第  $t$  期未能满足的任务  $j$  的需求数, $z_3$  表示未满足需求. 当需求大于当前的总服务能力,仍可模型求解. 由于不同订单所占资源时间不一样,所以需在目标函数中乘以任务消耗时间来统一不同订单的优先级,否则当总需求大于总服务能力时,解得的方案将会优先考虑占用时间少的订单.

### (3) 物流服务集成商运营风险控制约束

物流服务集成商在分配订单时,将会考虑如果对某个运输服务供应商过于依赖,则在长期合作中将有损自身利益,因此给出以下约束:

$$\sum_{t=1}^L \sum_{j=1}^n O_{ij}(t)j \leq \alpha_i \sum_{t=1}^L \sum_{j=1}^n D_j(t)j, \quad i=1, \dots, m$$

式中:  $\alpha_i$  表示分配给运输服务供应商的订单量占总订单量的比例上限. 考虑到占用运输服务资源时间长的任务报价通常比占用运输服务资源时间短的任务高,那么需要平衡不同任务订单的优先级,于是将任务订单数量乘以资源被占用的时间.

### (4) 订单基础保障约束

为了维持同运输服务供应商长期的合作关系,在一段时间内,各运输服务供应商所分到的任务数量要有一个基础的保障,提出如下约束:

$$\sum_{t=1}^L \sum_{j=1}^n O_{ij}(t)j + d_i \geq G_i, \quad i=1, \dots, m$$

式中:  $G_i$  为订单规划期内的运输服务供应商  $i$  的基础保障数量. 考虑到有可能会总需求比较低,导致无法达到运输服务供应商的基础保障数量,加入人工变量  $d_i$ ,同时提出以下目标:

$$\min z_4(t) = \sum_{i=1}^m d_i$$

式中:  $z_4$  为订单保障误差. 结合以上提出的约束条件,为了方便描述,设  $\Theta$  为如下约束集:

$$\Theta = \begin{cases} C_i(t) = R_i + A_i(t) - B_i(t), \\ \quad i=1, \dots, m, t=1 \\ C_i(t) = C_i(t-1) - \sum_{j=1}^n O_{ij}(t) + \\ \quad \sum_{j=1}^n O_{ij}(t-j) + A_i(t) - B_i(t), \\ \quad i=1, \dots, m, t=2, \dots, L \\ \sum_{j=1}^n O_{ij}(t) \leq C_i(t), \quad t=1, \dots, L \\ \sum_{i=1}^m O_{ij}(t) + e_j(t) \geq D_j(t), \\ \quad j=1, \dots, n, t=1, \dots, L \\ \sum_{t=1}^L \sum_{j=1}^n O_{ij}(t)j \leq \alpha_i \sum_{t=1}^L \sum_{j=1}^n D_j(t)j, \\ \quad i=1, \dots, m \\ \sum_{t=1}^L \sum_{j=1}^n O_{ij}(t)j + d_i \geq G_i, \quad i=1, \dots, m \\ O_{ij}(t), d_i, e_j(t) \in \mathbf{Z}^+, i=1, \dots, m, \\ \quad j=1, \dots, n, t=1, \dots, L \end{cases}$$

首先考虑成本目标有如下规划:

$$\min z_1 + M_1 z_3 + M_2 z_4 \quad (1)$$

$$\text{s. t. } \Theta$$

其中  $M_1$  和  $M_2$  为极大值,表示约束未满足惩罚系数. 再考虑服务目标有如下规划:

$$\min z_2 + M_1 z_3 + M_2 z_4 \quad (2)$$

$$\text{s. t. } \Theta$$

那么通过计算规划(1),可以得到针对成本目标的最优订单排定,同时得到成本目标值  $z_1$  的下界  $z_1^{(l)}$ . 此时该订单排定方案所能算得的服务目标值  $z_2^{(w)}$  为服务目标值  $z_2$  的上界,因为其他任何使得  $z_2$  大于  $z_2^{(w)}$  的订单排序方案对于规划(1)的解来说都是严格劣解,不需要考虑.

同样,通过计算规划(2),可以得到针对服务目标的最优订单排定,同时得到服务目标值  $z_2$  的下界  $z_2^{(l)}$ ,而且该订单排序方案可以计算出成本目标值的上界  $z_1^{(w)}$ . 那么,满意解的范围必须满足  $z_1 \in [z_1^{(l)}, z_1^{(w)}]$  和  $z_2 \in [z_2^{(l)}, z_2^{(w)}]$ ,可以在区间内任意选择满意解. 设定一个目标  $\hat{z}_2 \in [z_2^{(l)}, z_2^{(w)}]$ ,可以给出如下规划:

$$\min z_1 + M_1 z_3 + M_2 z_4 \quad (3)$$

$$\text{s. t. } \Theta$$

$$z_2 \leq \hat{z}_2$$

根据规划(3)可计算得到满意的多目标规划的解.

## 2 多次规划期的情况

将订单分配模型推广到多规划期,由于模型只是针对规划期  $L$  内的订单分配进行优化,而  $L$  期后的信息未知,在按照当前规划执行的时候后续的信息也在不断更新,所以模型求得的是局部优化的方案,见图1.

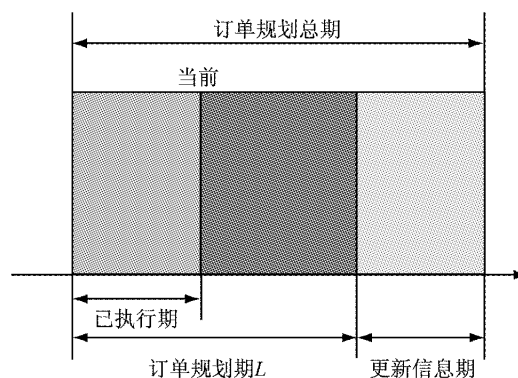


图1 规划期与信息更新期图

Fig.1 Planning time and information updating

根据原有信息制定的订单分配方案可能不再是

满意的优化方案,需要对方案进行调整.引入生产订单调度研究中方案锁定期的概念,设定方案锁定期.为了便于说明推导给出以下定义:

**定义1**  $t$  到  $(t+T-1)$  期内,物流服务集成商购买单位时间单位服务资源所提供服务的平均成本

$$\bar{z}_1(t, T) = \frac{\sum_{\tau=t}^{t+T-1} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij}(\tau) O_{ij}(\tau)}{\sum_{\tau=t}^{t+T-1} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n O_{ij}(\tau)}$$

**定义2**  $t$  到  $(t+T-1)$  期单位需求的平均服务质量

$$\bar{z}_2(t, T) = \frac{\sum_{\tau=t}^{t+T-1} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Q_i O_{ij}(\tau)}{\sum_{\tau=t}^{t+T-1} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n O_{ij}(\tau)}$$

式中:  $T$  为  $T$  个单位时间. 给出一个平均服务质量的目标, 设为  $\hat{Q}$ , 多期情况下误差的传递方程为

$$E_Q(t) = [\bar{z}_2(t, T=1) - \hat{Q}] \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n O_{ij}(t) + E_Q(t-1)$$

规划(3)中服务质量水平目标控制在规划中  $\hat{z}_2$  的表达式为

$$\hat{z}_2(t) = -[\hat{Q} \sum_{\tau=1}^{t+L-1} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n O_{ij}(\tau) + E_Q(t-1)]$$

对于二次规划目标的平衡给出以下控制策略, 在规划(1)的基础上增加以下约束:

$$\begin{cases} z_2(t) = z_2^{(u)}(t), & z_2^{(u)}(t) < \hat{z}_2(t) \\ z_2(t) \leq \hat{z}_2(t), & z_2^{(l)}(t) \leq \hat{z}_2(t) \leq z_2^{(u)}(t) \\ z_2(t) = z_2^{(l)}(t), & \hat{z}_2(t) \leq z_2^{(l)}(t) \end{cases}$$

于是规划(3)可改写为

$$\min z(t) = z_1(t) + M_1 z_3(t) + M_2 z_4(t) \quad (4)$$

s. t.  $\Theta$

$$\begin{cases} z_2(t) = z_2^{(u)}(t), & z_2^{(u)}(t) < \hat{z}_2(t) \\ z_2(t) \leq \hat{z}_2(t), & z_2^{(l)}(t) \leq \hat{z}_2(t) \leq z_2^{(u)}(t) \\ z_2(t) = z_2^{(l)}(t), & \hat{z}_2(t) \leq z_2^{(l)}(t) \end{cases}$$

另外, 为了便于验证效果, 本文将  $t$  到  $(t+T-1)$  期的资源空闲率的计算方式定义如下:

$$\text{资源空闲率} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^T [C_i(t) - \sum_{j=1}^n O_{ij}(t)]}{\sum_{i=1}^m R_i T}$$

### 3 参数仿真

某物流服务集成商, 向三家运输服务提供商购

买货物运输服务. 三家运输服务提供商的基本信息如表1所示.

表1 运输服务供应商报价表

运输供应商	$R_i$	$Q_i$	$\alpha_i$	$G_i$
1	300	0.998 0	0.5	50
2	250	0.997 5	0.5	40
3	275	0.999 0	0.5	60

三家运输服务提供商根据占用车辆时间的不同将运输任务分为三种, 服务需求的单位为车次. 假设三家服务供应商在仿真模拟期中对各个任务的单位需求报价在同一个范围内随机波动, 服从平均分布. 物流服务集成商获得的三种任务的市场订单服从正态分布, 具体的仿真参数设定见表2.

表2 仿真参数设定表

任务	占用资源时间/d	$p_{ij}(t)$ /万元		$D_{ij}(t)$ /车次	
		$a$	$b$	$\mu$	$\sigma$
1	1	1	5	100	50
2	2	4	7	100	50
3	3	7	11	100	50

注:  $p_{ij}(t)$  服从平均分布,  $a$  和  $b$  表示上界和下界;  $D_{ij}(t)$  服从正态分布,  $\mu$  表示均值,  $\sigma$  表示方差.

设提前期  $L=7$ , 预热期为 300 期. 将平均服务质量目标设定为  $\hat{Q}=0.998 5$ , 高于运输服务提供商 1 和 2 的平均服务质量, 低于运输服务提供商 3 的平均服务质量. 在实际应用过程中, 服务质量水平应根据运输服务提供商的服务质量水平及成本和客户满意率的平衡来确定, 订单排定的方案取决于运输服务提供商的服务质量水平与服务质量目标的相对关系, 与服务质量水平的绝对值关系不大.

在相同的需求和价格设定下, 通过设定不同的方案锁定期, 试运行 1 000 期, 通过比较得到的结果, 发现当订单锁定期为 4 的时候, 平均成本和资源空闲率较低, 因此将订单锁定期设定为 4.

一些研究中对多目标的常见处理方法有线性权重法<sup>[3,5,8-9,12]</sup>和将目标转化为约束的方法<sup>[3-4,11]</sup>等. 由于这些研究中的模型各不相同, 没有办法直接进行对比, 因此在本文基本模型的基础上结合两种比较常见的对目标函数的处理方式: 线性权重法和把服务质量目标转化为约束, 给出模型(5)和(6), 用来与模型(4)进行比较. 基于线性权重法的规则模型如下所示:

$$\min z = \lambda_1 z_1 + \lambda_2 z_2 + M_1 z_3 + M_2 z_4 \quad (5)$$

s. t.  $\Theta$

$$\lambda_1 + \lambda_2 = 1$$

其中 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 为 $z_1$ 和 $z_2$ 的线性权重, $z$ 为总目标.为了找到一组既能够达到平均服务质量0.9985的目标,又使得成本尽可能小,经过多次仿真,得到的结果显示:当 $\lambda_1 = 0.0002$ 时,平均服务质量低于0.9985;当 $\lambda_1 = 0.0001$ 时,刚刚满足平均服务质量达到0.9985的要求;如果再减少 $\lambda_1$ ,平均成本将会上升.所以,设 $\lambda_1 = 0.0001$ , $\lambda_2 = 0.9999$ .

第二种是带服务质量约束的规划模型,如下所示:

$$\min z = z_1 + M_1 z_3 + M_2 z_4 + M_3 \epsilon \quad (6)$$

$$\text{s. t. } \Theta$$

$$z_2 \leq -\hat{Q} \sum_{t=1}^L \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n O_{ij}(t) + \epsilon$$

$$\epsilon \geq 0$$

为了避免在多期规划时出现无解的情况,在以上模型的服务质量约束中加入了松弛变量 $\epsilon$ , $M_3$ 是一个值为极大的惩罚系数.

根据表1和2中的基本参数设定,仿真10000

期,在生成的完全相同的一组需求数据和价格数据环境下,将模型(4)~(6)计算出的方案进行对比,可得到图2中的结果.

图2a,b分别是三个模型计算出的总体平均成本和总体平均服务质量.通过比较后可以发现,虽然模型(6)的总平均成本最低,但是其长期的平均服务质量没有达到规定的0.9985的水平.这是因为在模型(6)中,服务质量目标被当作约束来处理,单次规划计算出的方案的服务质量水平有可能小于0.9985.缺失的这部分服务质量,在后面进行规划时并未专门进行补足,于是在多期规划的情况下,会出现达不到服务质量要求的情况.在达到服务质量要求的同时,模型(4)平均成本要低于模型(5).图2c显示的是资源空闲率,资源空闲率越低越好.模型(4)的资源空闲率较模型(5)和(6)略微高,不过总体三者基本处在同一水平.相比模型(4),模型(5)的一个弱点是在实际操作中,很难找到一个合适的目标权重值来平衡各个目标,本例中 $\lambda_1 = 0.0001$ , $\lambda_2 = 0.9999$ ,就是一组比较极端的取值.

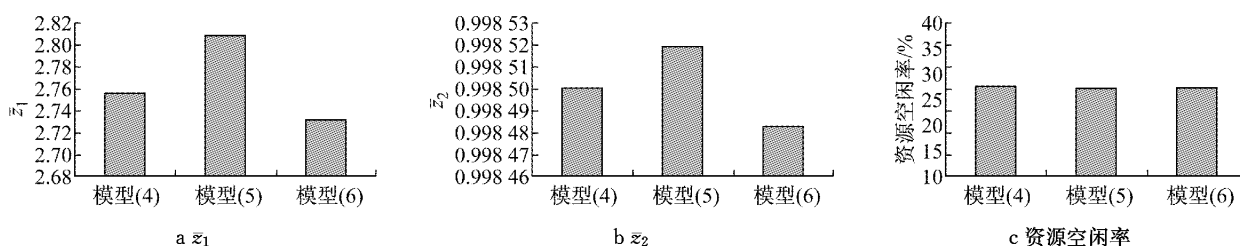


图2 模型(4)~(6)仿真10000期结果

Fig.2 Simulation results of Model (4)~(6) after 10 000 periods

## 4 灵敏度分析

为了观察以上结论与参数变化之间的关系,在其他参数设定不变的情况下,选取不同的规划期 $L$ 以及不同的需求波动幅度进行仿真,分别得到图3和4.通过观察图3a,c可以发现,在一定的订单规划期变化幅度下,模型(4)~(6)的平均成本和资源空闲率变化不大;而图3b中,虽然模型(5)和(6)的平均服务质量有上升的趋势,但模型(6)对于服务质量目标的无补偿机制决定了它无法保证长期平均服务质量的目标;而模型(5)虽然服务质量略有上升,但是平均成本相对模型(4)和(6)较高.观察图4a发现随着需求波动幅度变大,模型(4)和(6)的平均成本呈上升趋势,而模型(5)的平均成本随着需求波动幅度的变大逐渐降低,但伴随着的是服务质量水平的

大幅降低.图4b中当需求波动标准差达到60时,模型(5)的服务质量刚好达到0.9985,而此时模型(5)的平均成本仍然高于模型(4)和(6).实际应用中,市场需求是复杂多变的,模型(5)无法适应市场需求多变的环境,一旦需求情况发生变化,如果不调整目标权重,就不能紧跟变化,无法准确地平衡质量和成本之间关系.模型(4)能够很好地适应需求的变化,始终将满意度保持在0.9985,但随着需求波动幅度的增加,需要调整订单锁定期来更好地平衡成本.虽然模型(6)的平均成本较模型(5)低,但始终无法达到服务质量目标,不具有可行性.图4c中,模型(4)和(6)的资源空闲率变化不大,但注意到模型(5)的资源空闲率有下降的趋势,但由于模型(5)在订单需求波动标准差超过60以后平均服务质量低于0.9985,而订单需求波动标准差小于60时模型(5)的资源空闲率与模型(4)和(6)相差无几.

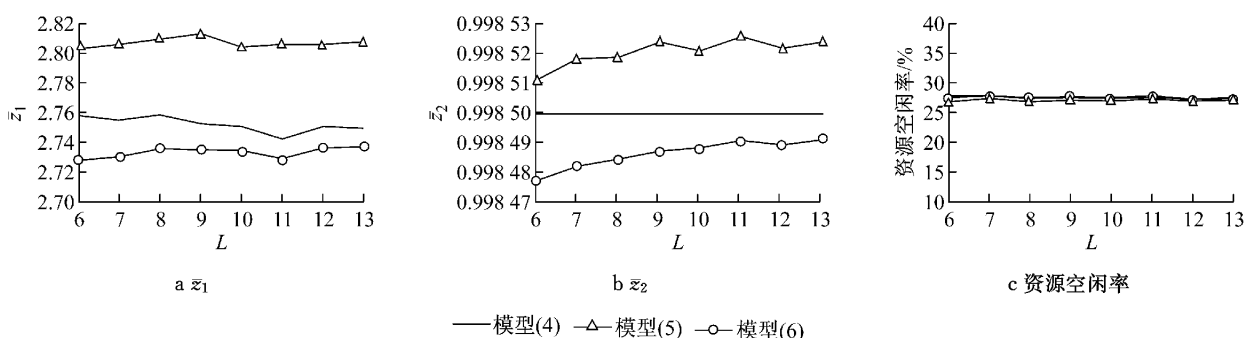


图3 订单规划期与10 000期总平均成本、资源空闲率以及总平均服务质量关系图

Fig.3 Average cost, average service quality and layoff time after 10 000 periods under different lead time

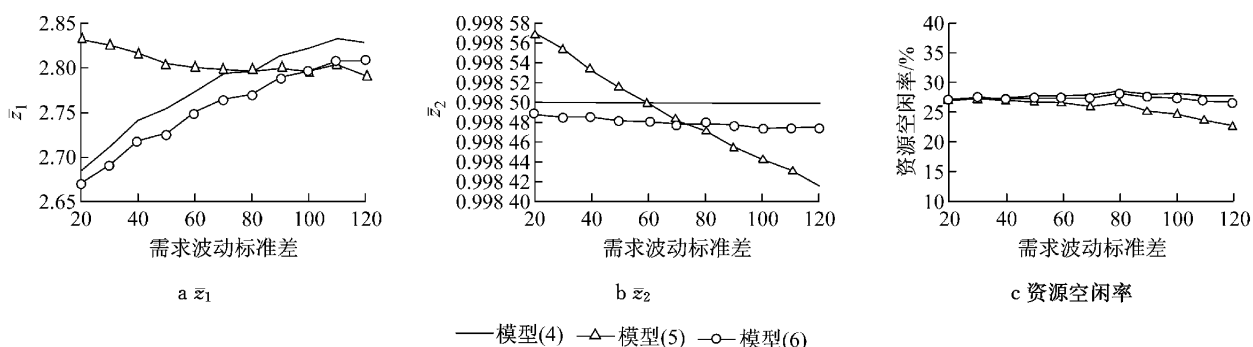


图4 需求波动标准差与10 000期总平均成本、资源空闲率以及总平均服务质量关系图

Fig.4 Average cost, average service quality and layoff time after 10 000 periods with different demand variances

所以综合起来,模型(4)较好地平衡了各个目标,能够适应变化的需求环境,可以认为本文提出的模型(4)是满意的方案。

## 5 结语

现实中,决策者掌握的信息总是有限的,根据当前信息所做出的当前最优决策,在长期不一定是优的,需要根据信息的不断变化而进行调整。

本文针对物流服务集成商的订单分配决策给出了一个订单分配模型,主要考虑了成本、服务质量、风险控制等因素,同时与模型中可用的服务资源动态相关。然后在此基础上,尝试引入生产订单规划中的锁定期概念,在新的需求信息不断更新的动态情况下,按原规划执行一段时间后,根据更新的信息重新优化调整订单的分配方案。针对成本与质量目标的平衡,提出了带服务质量水平补偿控制机制的规划模型。

通过参数试验发现,直接将常见的采用线性权重法的多目标规划模型(模型(5))和带服务质量水平约束的多目标规划模型(模型(6))应用于连续多次规划的情况会产生长期服务质量达不到要求,目标权重不易确定,长期平均成本高企等缺陷。而本文

提出的模型(模型(4))很好地兼顾了以上几个方面,在确保达到质量要求的基础上,优化长期平均成本,并且无需确定目标权重,可操作性较强,是一种满意的方法。

本文模型是建立在各服务任务的开始时间和完成时间为固定的基础上,进一步的研究可以考虑只给定任务完成的最后期限,将服务订单排定问题同订单分配问题结合起来研究。

## 参考文献:

- [1] 刘伟华,季建华,王振强. 基于服务产品的服务供应链设计[J]. 工业工程, 2008, 11(4): 60.  
LIU Weihua, JI Jianhua, WANG Zhenqiang. Design of service supply chains based on service products [J]. Industrial Engineering Journal, 2008, 11(4): 60.
- [2] Fereshteh M, Breton M, Ghoniem A. Supplier selection-order allocation; a two-stage multiple criteria dynamic programming approach[J]. International Journal of Production Economics, 2011, 132: 52.
- [3] LIN Rongho. An integrated model for supplier selection under a fuzzy situation [J]. International Journal of Production Economics, 2012, 138: 55.
- [4] 潘伟,汪寿阳,华国伟,等. 基于模糊权重的多目标订单分配模型[J]. 中国管理科学, 2009, 17(2): 80.  
PAN Wei, WANG Shouyang, HUA Guowei, et al. Multi-

- objective order allocation model under fuzzy weight [J]. Chinese Journal of Management Science, 2009, 17(2): 80.
- [5] Che Z H, Wang H S. Supplier selection and supply quantity allocation of common and non-common parts with multiple criteria under multiple products[J]. Computers & Industrial Engineering, 2008, 55: 110.
- [6] ZHOU Yun, ZHAO Lei, ZHAO Xiaobo, *et al.* A supplier selection and order allocation problem with stochastic demands [J]. International Journal of Systems Science, 2011, 42(8): 1323.
- [7] CHENG Fangqi, YE Feifan. A two-objective optimization model for order splitting among parallel suppliers[J]. International Journal of Production Research, 2011, 49(10): 2759.
- [8] 姬小利. 供应链订单任务分配模型及其混合遗传算法[J]. 西南交通大学学报, 2005, 40(6): 811.  
JI Xiaoli. Order allocation model in supply chain and hybrid genetic algorithm [J]. Journal of Southwest Jiaotong University, 2005, 40(6): 811.
- [9] 范志强. 供应链订单分配优化模型及其模拟退火算法[J]. 计算机工程与应用, 2012, 48(25): 28.
- FAN Zhiqiang. Simulated annealing algorithm to supply chain order allocation problem [J]. Computer Engineering and Applications, 2012, 48(25): 28.
- [10] 向晋乾, 黄培清, 王子萍. 横向型企业集团利润最大化的订单分配模型[J]. 西南交通大学学报, 2006, 41(2): 241.  
XIANG Jinqian, HUANG Peiqing, WANG Ziping. Order allocation model based on profit maximization of horizontal conglomerate[J]. Journal of South West Jiaotong University, 2006, 41(2): 241.
- [11] 刘伟华, 季建华, 周乐. 两级物流服务供应链任务分配模型[J]. 上海交通大学学报, 2008, 42(9): 1524.  
LIU Weihua, JI Jianhua, ZHOU Le. An order allocation model in two echelon logistics service supply chain[J]. Journal of Shanghai Jiao Tong University, 2008, 42(9): 1524.
- [12] 高志军, 刘伟, 范志强, 等. 考虑交易费用的 LSSC 订单分配的多目标优化模型[J]. 系统工程, 2012, 30(7): 35.  
GAO Zhijun, LIU Wei, FAN Zhiqiang, *et al.* Multi-objective order allocation optimization model of LSSC considering transaction costs[J]. System Engineering, 2012, 30(7): 35.
- ~~~~~
- (上接第 1358 页)
- [8] 钱保国, 叶志明, 陈玲俐, 等. 生命线工程网络系统抗震可靠性分析方法综述[J]. 自然灾害学报, 2010, 19(1): 122.  
QIAN Baoguo, YE Zhiming, CHEN Lingli, *et al.* Summary of analysis method for seismic reliability of lifeline network system[J]. Journal of Natural Disasters, 2010, 19(1): 122.
- [9] 孙璐, 郁烨, 顾文钧. 基于 PCA 和 HMM 的汽车保有量预测方法[J]. 交通运输工程学报, 2013, 13(2): 92.  
SUN Lu, YU Ye, GU Wenjun. Car ownership prediction method based on principal component analysis and hidden markov model [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2013, 13(2): 92.
- [10] Malhi A, Gao R X. PCA-based feature selection scheme for machine defect classification [J]. Transactions on Instrumentation and Measurement, 2004, 53(6): 1517.
- [11] Jibson R W. Regression models for estimating coseismic landslide displacement[J]. Engineering Geology, 2007, 91(2): 209.
- [12] 王秀英, 聂高众, 王登伟. 汶川地震诱发滑坡与地震动峰值加速度对应关系研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2010, 29(1): 82.  
WANG Xiying, NIE Gaozhong, WANG Dengwei. Research on relationship between landslides and peak ground accelerations induced by Wenchuan earthquake[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2010, 29(1): 82.
- [13] Miles S B, Keefer D K. Evaluation of CAMEL—comprehensive areal model of earthquake—induced landslides [J]. Engineering Geology, 2009, 104: 1.
- [14] Kamp U, Growley B J, Khattak G A, *et al.* GIS-based landslide susceptibility mapping for the 2005 Kashmir Earthquake region[J]. Geomorphology, 2008, 101: 631.
- [15] Amelia L, Ataroff M, Robert O. Soil erosion under different vegetation covers in the Venezuelan Andes [J]. The Environmentalist, 2002(2): 161.