

模糊环境下物流服务供应链订单分配问题研究*

胡彦勇, 范志强

(河南理工大学 工商管理学院 能源经济研究中心, 河南 焦作 454000)

摘要:【目的】针对物流服务供应链订单分配问题,考虑订单分配问题的动态性与模糊性,使所建模型更符合实际情况,提高方案可行性。【方法】将物流服务供应商物流能力供给量与物流服务集成商物流能力需求量设为模糊不确定变量,建立模糊环境下的订单分配模型,以最小化物流服务集成商订单分配成本为优化目标,利用可行性理论进行清晰等价式转换,最后通过Lingo 11.0软件进行模拟运算。【结果】通过置信水平灵敏度分析,得出置信水平与订单分配成本之间的关系,能为物流服务集成商提供一定的决策支持。【结论】物流服务集成商在制定订单分配方案时,置信水平应设置在0.5以上,以使分配方案不过度偏离实际情况,增加方案可行性。又要注重置信水平与成本之间的关系,选择适合自身需求的置信水平。

关键词:模糊环境;物流服务供应链;订单分配;可信性理论

中图分类号:O29;F253

文献标志码:A

文章编号:1672-6693(2019)05-0035-07

1 研究背景

物流服务供应链伴随着互联网信息化的进步和社会需求的发展应运而生,物流服务供应链的出现极大提升了物流服务资源的利用率,减少了社会资源的闲置浪费。随着客户服务需求多样化、服务要求高质量化的发展,物流服务集成商订单分配决策的重要性日益凸显。订单分配是物流服务供应链的一个核心问题,良好的物流服务供应链管理必须要充分利用物流服务集成商的主导优势,明确客户需求及各供应商供给优势,实现供应链上各参与主体利益最大化。

物流服务供应链基本运作结构由功能型物流服务供应商、物流服务集成商、物流服务需求方所组成。物流服务供应链是指为了满足物流服务需求客户日益多样化、个性化、质量化的物流能力需求,物流服务集成商招募具备一种或多种物流功能的物流服务供应商组成合作伙伴联盟,向终端客户提供综合性的物流服务。目前,关于物流服务供应链的研究多集中在质量协调^[1-2]、契约协调^[3-4]、供应商选择^[5-6]等方面。在订单分配研究方面,已有许多中外学者和企业管理者进行了广泛研究。张广胜等人^[7]研究认为物流服务集成商如何在最短时间内合理分配订单任务,及时满足客户需求对保证物流服务供应链长期稳定运作起到关键性作用;Liu等人^[8]建立了一个考虑物流能力需求动态更新和物流服务供应商公平性偏好的两阶段订单分配模型,采用理想点法进行订单分配优化;谢乃明等人^[9]提出了一种云平台主导的集成调度模式,以云平台充当“传统集成商”的角色,构建了跨供应商订单分配优化模型,并设计了一种改进遗传算法进行求解。

上述对物流服务供应链的订单分配问题研究大部分都假定了所有信息是确定已知的,只有少量文献研究了单一不确定因素下的订单分配问题,如吴晓研等人^[10]研究了物流能力随机条件下的订单分配优化,但鲜有文献对多重不确定因素下的订单分配问题进行研究。然而在实际的物流服务供应链运作过程中面临着大量不确定因素的干扰,既包括主观因素、客观因素,也包括内部因素、外部因素。因此,订单分配决策也受到多重不确定因

* 收稿日期:2019-03-30 修回日期:2019-05-10 网络出版时间:2019-09-26 11:24

资助项目:国家自然科学基金(No. 71502050);河南省教育厅科学技术研究重点项目应用计划(No. 15A630066);河南省哲学社会科学规划项目(No. 2018BJJ023);河南省政府决策研究招标课题(No. 2018B017)

第一作者简介:胡彦勇,男,研究方向为供应链系统优化与仿真;E-mail: 211713020004@home.hpu.edu.cn;通信作者:范志强,男,讲师,博士,E-mail:1358508328@qq.com

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20190926.1123.004.html>

素的影响。鉴于此,本文在前述研究的基础上,针对物流服务供应链管理的核心内容“订单分配问题”展开研究,考虑多重不确定因素,对模糊环境下的物流服务供应链进行订单分配优化,以期为物流服务集成商提供决策支持。物流服务集成商在制定订单分配方案时只有充分考虑运作过程中存在的不确定因素,才能合理利用资源,对订单进行科学分配,满足终端客户的物流需求,提升物流服务供应链服务水平,增加客户满意度。因此对于物流服务供应链进行模糊环境下的订单分配研究具有重要的理论意义及应用价值^[1]。

2 问题描述与模型建立

2.1 问题描述

在一条由一个物流服务集成商和多个物流服务供应商以及物流能力需求客户群组成的三级物流服务供应链上,物流服务集成商向物流服务需求客户收集物流订单,并将这些订单按着某些标准合理地分配给物流服务提供商,使在满足客户需求的情况下追求运作成本最小化。物流服务供应链基本结构如图 1 所示。物流服务供应链在现实市场竞争环境下面对的不确定因素很多,而且相互之间关系复杂,为了使研究情况更符合实际,本文研究的多周期多物流能力需求的动态订单分配问题,将物流服务供应商的供给能力、物流服务集成商物流能力需求量设定为模糊不确定数,进行模糊环境下的物流服务供应链订单分配问题研究。

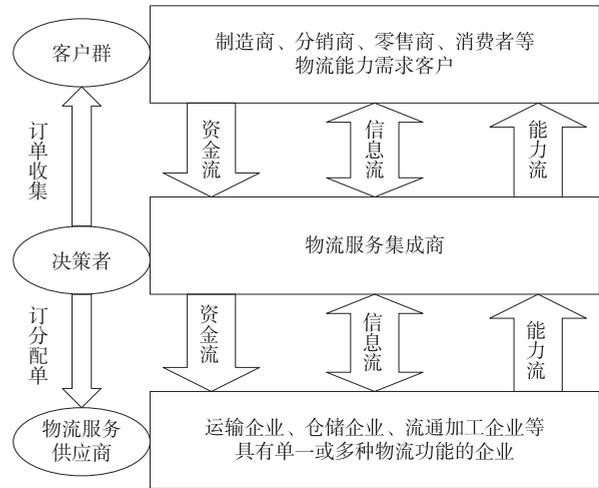


图 1 物流服务供应链基本结构

Fig. 1 Basic structure of logistics service supply chain

2.2 符号说明

为方便建立模糊环境下物流服务供应链订单分配问题的数学模型,对模型的假设以及相应的参数设置如下。 $S = \{1, 2, \dots, s\}$ 表示物流服务供应商的集合; $I = \{1, 2, \dots, i\}$ 表示物流任务的集合; $T = \{1, 2, \dots, t\}$ 表示订单分配计划周期的集合; \tilde{e}_{sit} 为物流服务供应商 s 在周期 t 时具备物流任务 i 所需物流能力的模糊可供量; \tilde{D}_i 为物流服务集成商在周期 t 时对物流任务 i 能力类型的模糊需求量; j_{sit} 为物流服务供应商 s 对周期 t 时物流任务 i 的单位服务报价; η 为物流服务集成商随物流能力采购成本的多少而需支付的交易费用支出比例; l_{si} 为物流服务供应商 s 完成物流任务 i 的延迟服务率; α 为物流服务集成商因物流服务供应商的延迟服务而造成的单位损失成本; f_{sit} 为服务水平合格率,即服务供应商 s 在周期 t 时完成物流任务 i 时的服务水平达标部分与所需物流服务水平之间的比率; β 为物流服务集成商因物流服务供应商的服务水平未满足要求而付出的单位惩罚成本; L_i 为物流任务 i 可接受的最大延迟服务率; F_0 为物流服务集成商在各分配周期内所要求的完成物流任务的服务水平合格率。另有决策变量: x_{sit} 表示在周期 t 时,物流服务集成商分配给物流服务供应商 s 关于物流任务 i 的具体任务量; y_{sit} 为二元决策变量,即当周期 t 物流服务供应商 s 被选中去完成物流任务 i 时为 1,否则,取值为 0。

2.3 模型建立

根据上述符号说明,可求得各分配周期内总采购成本为 $\sum_s \sum_i \sum_t j_{sit} x_{sit}$,总交易费用为 $\sum_s \sum_i \sum_t \eta j_{sit} x_{sit} y_{sit}$,延迟交付损失成本为 $\sum_s \sum_i \sum_t \alpha l_{si} x_{sit}$,服务水平不足惩罚成本为 $\sum_s \sum_i \sum_t \beta (1 - f_{sit}) x_{sit}$ 。因此得到使物流服务集成商总成本最小的 0-1 混合整数模糊动态非线性多目标订单分配模型如下:

$$\min W = \sum_s \sum_i \sum_t j_{sit} x_{sit} + \sum_s \sum_i \sum_t \eta j_{sit} x_{sit} y_{sit} + \sum_s \sum_i \sum_t \alpha l_{si} x_{sit} + \sum_s \sum_i \sum_t \beta (1 - f_{sit}) x_{sit} \quad (1)$$

约束条件:

$$\sum_s x_{sit} y_{sit} \geq \tilde{D}_i, \forall i, t, \quad (2)$$

$$x_{sit} \leq \tilde{e}_{sit}, \forall s, i, t, \quad (3)$$

$$f_{sit} \geq F_0 y_{sit}, \forall s, i, t, \quad (4)$$

$$\sum_s \sum_t l_{si} x_{sit} \leq L_i \sum_t \tilde{D}_{i2}, \forall i, \tag{5}$$

$$x_{sit} \geq 0, \forall s, i, t, \tag{6}$$

$$y_{sit} = \{0, 1\}, \forall s, i, t. \tag{7}$$

约束(2)保证了各周期内的物流任务都被完成;约束(3)限制了物流服务供应商在各周期内的订单分配量应不大于自身的模糊可供应量;约束(4)限制了各物流服务供应商在每个分配周期内的服务水平合格率满足物流服务集成商要求;约束(5)限制了各周期内延迟交付总量不大于规定的最大水平;约束(6)与约束(7)为决策变量的取值范围。

3 求解模型

3.1 模型清晰等价转化

由于约束条件中含有不确定变量,如果采用确定型模型进行求解,只能通过设定一些假设条件对问题进行简化,这就会造成模型与现实情况的脱节,因此不能采用常规的确定型方法对目标函数(1)式直接进行求解,而需要进一步研究模糊环境下的目标优化方法。为了求解该模型,本文假设所有不确定参数均为三角模糊数,针对该问题,基于文献[12-15]的研究基础,引入可信性理论,设置置信水平参数,结合问题实际情况,置信水平越大,决策者物流服务集成商的满意度越高,因此置信水平参数均设置为大于 0.5。就此运用可信性理论对含有三角模糊数的目标函数及约束条件进行清晰等价转化。

引理 1^[16] 设 δ 为三角模糊变量 (u_1, u_2, u_3) ($u_1 < u_2 < u_3$), 则对给定的置信水平 ξ ($0.5 < \xi \leq 1$), 有:

$$Cr\{\delta \leq u\} \geq \xi \Leftrightarrow u \geq 2(1-\xi)\delta_2 + (2\xi-1)\delta_3. \tag{8}$$

引理 2^[16] 设 δ 为三角模糊变量 (u_1, u_2, u_3) ($u_1 < u_2 < u_3$), 则对给定的置信水平 λ ($0.5 < \lambda \leq 1$), 有:

$$Cr\{\delta \geq u\} \geq \lambda \Leftrightarrow u \leq (2\lambda-1)\delta_1 + 2(1-\lambda)\delta_2. \tag{9}$$

基于引理 1, 约束条件(2)可以转化为清晰等价式(10); 同理, 基于引理 2, 约束条件(3)与(5)可以转化为清晰等价式(11)与(12)。

$$\sum_s x_{sit} y_{sit} \geq 2(1-\xi)D_{i2} + (2\xi-1)D_{i3}, \forall i, t, \tag{10}$$

$$x_{sit} \leq (2\lambda-1)e_{sit1} + 2(1-\lambda)e_{sit2}, \forall s, i, t, \tag{11}$$

$$\sum_s \sum_t l_{si} x_{sit} \leq (2\lambda-1)L_i \sum_t D_{i1} + 2(1-\lambda)L_i \sum_t D_{i2}, \forall i. \tag{12}$$

3.2 模型的清晰等价形式

采用上述方法,模糊环境下物流服务供应链订单分配模型可以转化为如下清晰等价形式:

$$\begin{aligned} \min W = & \sum_s \sum_i \sum_t j_{sit} x_{sit} + \sum_s \sum_i \sum_t \eta j_{sit} x_{sit} y_{sit} + \\ & \sum_s \sum_i \sum_t a l_{si} x_{sit} + \sum_s \sum_i \sum_t \beta (1 - f_{sit}) x_{sit}. \end{aligned} \tag{13}$$

$$\text{s. t. } \sum_s x_{sit} y_{sit} \geq 2(1-\xi)D_{i2} + (2\xi-1)D_{i3}, \forall i, t, \tag{14}$$

$$x_{sit} \leq (2\lambda-1)e_{sit1} + 2(1-\lambda)e_{sit2}, \forall s, i, t, \tag{15}$$

$$f_{sit} \geq F_0 y_{sit}, \forall s, i, t, \tag{16}$$

$$\sum_s \sum_t l_{si} x_{sit} \leq (2\lambda-1)L_i \sum_t D_{i1} + 2(1-\lambda)L_i \sum_t D_{i2}, \forall i, \tag{17}$$

$$x_{sit} \geq 0, \forall s, i, t, \tag{18}$$

$$y_{sit} = \{0, 1\}, \forall s, i, t. \tag{19}$$

4 数值算例

4.1 算例分析

在一条由 4 个物流服务供应商(分别用 S_1, S_2, S_3 和 S_4 表示)和 1 个物流服务集成商组成的物流服务供应链

上,以物流服务集成商为核心进行模糊环境下的订单分配问题研究。由于受市场竞争、复杂经营环境等众多不可控的人为与自然因素的影响,物流服务供应商的可供量与物流服务集成商对物流能力的需求量往往都是模糊不确定的。根据以往经验并统计历史数据,物流服务集成商可以获得物流服务供应商在各个时期的模糊可供量、模糊需求量。在此算例中,订单分配周期为 4 周期,对 3 种物流任务(I_1, I_2, I_3)进行订单分配研究。为了避免物流服务集成商在模糊环境下面临的风险过大,为提升物流服务集成商对分配方案的满意度,故将文中的置信水平取值均不小于 0.5,假设置信水平 ξ, λ 均取为 0.8。各分配期内交易费用支出比例为 $\eta=3\%$;因延迟服务所造成的单位损失成本为 $a=5$ 元;因服务水平不足所付出的单位惩罚成本为 $\beta=5$ 元;分配期内各任务允许的最大延迟服务率为 $L_1=0.085, L_2=0.070, L_3=0.080$;服务水平合格率 F_0 设为 0.92。表 1 给出了各周期物流服务供应商的模糊可供量;表 2 为各周期内物流能力模糊需求量;各物流服务供应商的延迟服务率见表 3;表 4 为各分配期内单位服务报价 j_{sit} 和服务水平合格率 f_{sit} 的取值。利用 Lingo 11.0 软件对模型进行求解,结果如表 5 所示,得到最小分配成本为 66 652.27 元。

通过表 5 可以看出,在第 1 分配周期内,物流服务供应商 1 所分配到的订单量:任务 1 为 74,任务 2 为 59;物流服务供应商 2 所分配到的订单量:任务 1 为 80,任务 3 为 38;物流服务供应商 3 所分配到的订单量:任务 2 为 134,任务 3 为 58;物流服务供应商 4 所分配到的任务量为:任务 1 为 58,任务 3 为 86。周期 1 内的总需求为 587,总成本为 16 968.99 元。同理,可以看到其他分配周期内各物流服务供应商所分配到的各任务的订单量以及周期成本。现对各周期的物流能力需求量与周期成本关系进行分析,如图 2 所示。

由图 2 可以看出,各分配周期内物流能力的需求量与分配成本呈现出相对一致的变化趋势,这是因为在其他成本保持不变的情况下,随着各类型物流能力需求的增加,总订单分配成本就会相应增加;随着各类型物流能力需求的减少,总订单分配成本也会相应减少,这与实际情况相符。

表 1 各周期物流服务供应商的模糊可供量 \tilde{e}_{sit} 的取值

Tab. 1 The value of the fuzzy supply \tilde{e}_{sit} of each logistics service provider in each cycle

\tilde{e}_{sit}	$i=1$	$i=2$	$i=3$	
$s=1$	$t=1$	(70,80,90)	(60,70,80)	(70,80,90)
	$t=2$	(90,110,130)	(100,120,140)	(80,90,100)
	$t=3$	(40,50,60)	(70,80,90)	(50,70,90)
	$t=4$	(30,40,50)	(70,90,110)	(90,100,110)
$s=2$	$t=1$	(100,110,120)	(50,60,70)	(30,50,70)
	$t=2$	(90,100,110)	(100,120,140)	(80,100,120)
	$t=3$	(30,50,70)	(60,80,100)	(40,60,80)
	$t=4$	(50,60,70)	(70,80,90)	(70,90,110)
$s=3$	$t=1$	(80,90,100)	(130,140,150)	(50,70,90)
	$t=2$	(60,80,100)	(90,100,110)	(80,100,120)
	$t=3$	(50,70,90)	(80,90,100)	(70,80,90)
	$t=4$	(70,90,110)	(150,160,170)	(30,50,70)
$s=4$	$t=1$	(50,70,90)	(40,50,60)	(100,110,120)
	$t=2$	(80,90,100)	(80,100,120)	(80,90,100)
	$t=3$	(80,100,120)	(60,80,100)	(70,90,100)
	$t=4$	(90,100,110)	(70,80,90)	(100,110,120)

表 2 各周期内物流能力模糊需求量 \tilde{D}_it 的取值

Tab. 2 The value of fuzzy demand for \tilde{D}_it in each cycle

\tilde{D}_it	$i=1$	$i=2$	$i=3$
$t=1$	(180,200,220)	(185,190,195)	(150,170,190)
$t=2$	(200,220,240)	(160,180,200)	(220,230,240)
$t=3$	(130,150,170)	(100,110,120)	(160,180,200)
$t=4$	(130,140,150)	(200,210,220)	(200,220,240)

表 3 延迟服务率 l_{si} 的取值

Tab. 3 Delayed service rate l_{si} value

l_{si}	$i=1$	$i=2$	$i=3$
$s=1$	0.02	0.06	0.09
$s=2$	0.07	0.08	0.07
$s=3$	0.15	0.07	0.08
$s=4$	0.09	0.08	0.06

4.2 置信水平灵敏度分析

首先分析当置信水平 ξ 与 λ 取值相同时(即 $\xi=\lambda$),对目标函数值的影响,置信水平 $\xi=\lambda$ 分别取值为 0.5,0.6,0.7,0.8,0.9,1 时,目标函数值的变化如图 3 所示。

由图 3 所示,订单分配总成本随着置信水平的提高而增加(其中,当 $\xi=\lambda$ 取值为 0.9 与 1 时,目标函数值无解)。这是因为随着置信水平的提高,约束条件变得更加严格,当置信水平越趋近于 1,模糊约束条件越趋近于确定型约束条件。当置信水平为 1 时,模糊环境下的约束条件将转化为确定环境下的约束。因此,物流服务集成商在制定分配方案时,置信水平应设置在 0.5 以上,以使分配方案不过度偏离实际情况,增加方案可行性。还要注重置信水平与成本之间的关系,选择适合自身需求的置信水平。

其次,以第 1 分配周期分配方案为例,分析置信水平 ξ 与 λ 取值不相同对目标函数值 W 的影响, $W1$ 为 $\xi=0.8,\lambda$ 分别取值 0.2,0.4,0.6,0.8,1 时的第 1 周期分配成本; $W2$ 为 $\lambda=0.8,\xi$ 分别取值 0.2,0.4,0.6,0.8,1 时的第 1 周期分配成本。第 1 周期内置信水平与分配成本的关系如图 4 所示。

由图 4 可以看出,当 λ 取值固定为 0.8 时,随着置信水平 ξ 的增大,分配成本 $W2$ 也随之增大。经分析,这是因为随着 ξ 的

表 4 各分配期内单位服务报价 j_{sit} 和服务水平合格率 f_{sit} 的取值

Tab. 4 The value of unit service quotation j_{sit} and service level pass rate f_{sit} in each allocation period

	j_{sit}	$i=1$	$i=2$	$i=3$	f_{sit}	$i=1$	$i=2$	$i=3$
$s=1$	$t=1$	25	30	32	$t=1$	0.95	0.93	0.92
	$t=2$	25	30	32	$t=2$	0.95	0.93	0.92
	$t=3$	25	30	32	$t=3$	0.95	0.93	0.92
	$t=4$	25	30	32	$t=4$	0.95	0.93	0.92
$s=2$	$t=1$	30	28	26	$t=1$	0.96	0.90	0.98
	$t=2$	30	28	26	$t=2$	0.96	0.90	0.98
	$t=3$	30	28	26	$t=3$	0.96	0.90	0.98
	$t=4$	30	28	26	$t=4$	0.96	0.90	0.98
$s=3$	$t=1$	22	25	27	$t=1$	0.88	0.92	0.95
	$t=2$	22	25	27	$t=2$	0.88	0.92	0.95
	$t=3$	22	25	27	$t=3$	0.88	0.92	0.95
	$t=4$	22	25	27	$t=4$	0.88	0.92	0.95
$s=4$	$t=1$	28	29	30	$t=1$	0.96	0.87	0.93
	$t=2$	28	29	30	$t=2$	0.96	0.87	0.93
	$t=3$	28	29	30	$t=3$	0.96	0.87	0.93
	$t=4$	28	29	30	$t=4$	0.96	0.87	0.93

表 5 决策变量 x_{sit} 的求解结果

Tab. 5 Solution result of decision variable x_{sit}

周期	x_{sit}	$s=1$	$s=2$	$s=3$	$s=4$	总成本/元
$t=1$	$i=1$	74	80	0	58	16 968.99
	$i=2$	59	0	134	0	
	$i=3$	0	38	58	86	
$t=2$	$i=1$	98	50	0	84	18 984.08
	$i=3$	0	88	88	60	
$t=3$	$i=1$	44	30	0	88	13 544.2
	$i=2$	32	0	84	0	
	$i=3$	0	48	74	70	
$t=4$	$i=1$	34	18	0	94	17 155
	$i=2$	62	0	154	0	
	$i=3$	12	78	38	104	

增大,使得对满足需求的约束更为严格。当 $\xi=1$ 时,表示物流服务集成商的物流能力需求必须得到满足。因此,此时物流订单分配成本最高,这与现实情况相符。当固定 ξ 的取值为 0.8 时,随着置信水平 λ 的增大,分配成本 $W1$ 也随之增大($\lambda=1$ 时,无解),但增幅却小于 $W2$,这是因为 ξ 制约着需求约束的严格程度, λ 制约着供给约束的严格程度。此时 ξ 取值是确定的,需求范围也是确定的。当物流服务供应商的物流能力供应量满足物流服务集成商的最低需求时,随着对供给约束的严格程度要求越高,供给数量将会相应增加,但变化范围不会太大,所以分配成本也不会大幅度变化,这与实际情况相符。

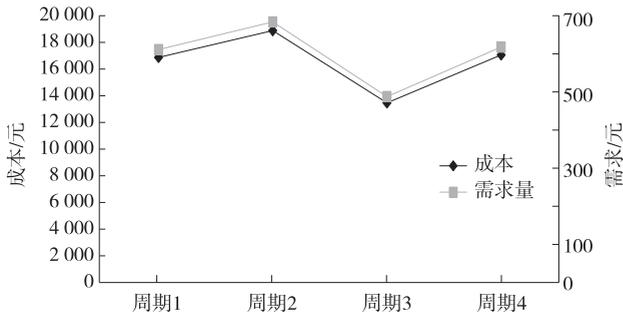


图 2 各分配周期内物流能力需求与分配成本的关系

Fig. 2 Relationship between logistics capacity demand and distribution cost in each distribution cycle

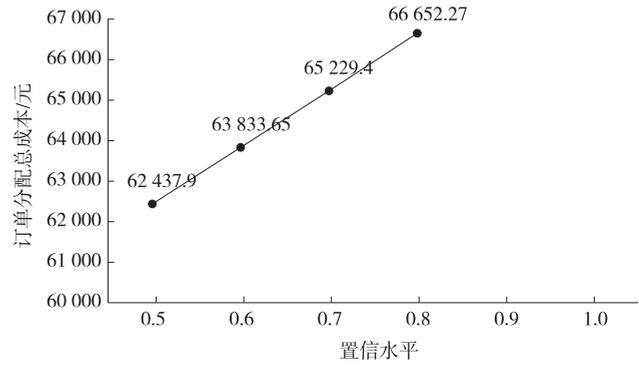


图 3 置信水平 $\xi=\lambda$ 与分配总成本关系图

Fig. 3 Confidence level $\xi=\lambda$ and total cost of distribution

5 结论

在实际物流服务供应链订单分配中,往往会受到不确定性因素的影响,考虑参数变量的模糊不确定性,在模糊环境下对订单进行分配优化,有利于提升方案的有效性和可行性。考虑到供给量和需求量的模糊性,本文建立了 0-1 混合整数模糊动态非线性多目标分配模型,优化目标是最小化物流服务集成商订单分配成本。通过可信性理论将模糊型模型转化为确定型模型,利用 Lingo 软件进行求解,并对求解结果及置信水平灵敏性进行了分析,算例分析验证了所建模型的可行性。未来研究方向可以考虑物流服务集成商与物流服务供应商的合作模式,将物流服务供应商分为合约型与市场型两种,对订单分配进行优化。

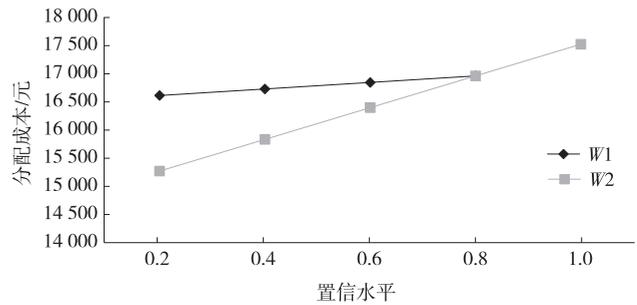


图 4 第 1 周期内置信水平与分配成本的关系

Fig. 4 The relationship between the built-in letter level and the distribution cost in the first cycle

参考文献:

[1] 蹇洁,张昱瑶,陈华,等.基于多周期合作的物流服务供应链质量协调研究[J]. 数学的实践与认识,2018,48(5):44-51.
 QI J,ZHANG Y Y,CHEN H,et al. Study on quality coordination of logistics service supply chain based on multi-cycle cooperation[J]. Mathematics in Practice and Theory, 2018,48(5):44-51.

[2] 张丹凤.基于努力水平的物流服务供应链质量监督与协调研究[J]. 现代商贸工业,2018,39(32):60-61.
 ZHANG D F. Study on quality supervision and coordination of logistics service supply chain based on effort level[J]. Modern Business & Trade,2018,39(32):60-61.

[3] 刘艳秋,蔡超.考虑双边可靠性的物流服务供应链协调契约研究[J]. 工业工程与管理,2018,23(2):59-67.
 LIU Y Q,CAI C. Research on LSSC coordination contract considering bilateral reliability[J]. Industrial Engineering and Management,2018,23(2):59-67.

[4] 卢安文,杨东华.关于物流服务供应链契约协调研究[J]. 铁道运输与经济,2018,40(6):42-47.
 LU A W,YANG D H. Research on contract coordination of logistics service supply chain[J]. Railway Transport & Economy,2018,40(6):42-47.

[5] 秦娟,陈振颂,李延来.考虑专家风险偏好的物流服务供应商选择研究[J]. 工业工程与管理,2016,21(2):41-48.
 QIN J,CHEN Z S,LI Y L. Study on the selection of logistics service providers considering expert risk preference [J]. Industrial Engineering and Management,2016,21(2):41-48.

[6] Yang Y L. The selection of logistics service provider based on rough set and unascertained measure model[C/OL]// International Conference on Service Systems & Service Management, Dalian, China; IEEE,2017. [2019-09-25]. <https://ieeexplore.ieee.org/document/7996144>.

[7] 张广胜,刘伟.考虑服务时效的物流服务供应链应急任务分配[J]. 计算机应用,2016,36(8):2335-2339.
 ZHANG G S,LIU W. Emergency task assignment of logistics service supply chain considering service timeliness[J]. Computer Applications,2016,36(8):2335-2339.

[8] LIU W,WANG S,ZHU D L,et al. Order allocation of logistics service supply chain with fairness concern and demand updating: model analysis and empirical examination [J]. Annals of Operations Research,2018,268(1/2):177-

- 213.
- [9] 谢乃明,吴乔,郑绍祥. 面向云平台中心化集成调度的跨供应商订单分配模型[EB/OL]. [2019-09-25]. <https://doi.org/10.13195/jkzyjc.2018.0545>.
- XIE N M, WU Q, ZHENG S X. Cross-vendor order allocation model for cloud platform centralized integration scheduling[EB/OL]. [2019-09-25]. <https://doi.org/10.13195/jkzyjc.2018.0545>.
- [10] 吴晓研,路世昌,刘忠敏. 物流能力随机条件下的 LSSC 任务分配模型及算法[J]. 物流技术, 2015, 34(19): 91-93.
- WU X Y, LU S C, LIU Z M. The LSSC task allocation model and algorithm under stochastic conditions of logistics capability[J]. Logistics Technology, 2015, 34(19): 91-93.
- [11] 周晓阳,涂燕,韩菁. 不确定条件下环境友好型资源分配二层规划模型[J]. 运筹与管理, 2018, 27(5): 15-21.
- ZHOU X Y, TU Y, HAN J. A two-tier planning model for environmentally friendly resource allocation under uncertain conditions[J]. Operations Research and Management, 2018, 27(5): 15-21.
- [12] 张广胜,刘伟. 考虑价格风险的物流服务供应链能力组合采购决策[EB/OL]. [2019-09-25]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5946.TP.20180809.1543.036.html>.
- ZHANG G S, LIU W. Logistics service supply chain capability combination purchasing decision considering price risk[EB/OL]. [2019-09-25]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5946.TP.20180809.1543.036.html>.
- [13] PARTHIBAN P, PUNNIAMOORTHY M, GANESH K, et al. A hybrid model for sourcing selection with order quantity allocation with multiple objectives under fuzzy environment[J]. International Journal of Applied Decision Sciences, 2009, 2(3): 275.
- [14] 曲孟,朱斌,惠记庄,等. 基于可信性理论的闭环供应链生产计划[J]. 工业工程与管理, 2018, 23(4): 36-44.
- QU M, ZHU B, HUI J Z, et al. The production plan of closed-loop supply chain based on credibility theory[J]. Industrial Engineering and Management, 2018, 23(4): 36-44.
- [15] GONG Y, PENG Y, HUANG D, et al. A fuzzy chance constraint programming approach for location-allocation problem under uncertainty in a closed-loop supply chain [C/OL]//International Joint Conference on Computational Sciences & Optimization, Sanya, China: IEEE, 2009 [2019-09-25]. <https://ieeexplore.ieee.org/document/5194074>.
- [16] 王心. 流程工业实施绿色生产的模糊规划[M]. 北京: 中国财富出版社, 2014: 191-194.
- WANG X. Fuzzy planning for green production in process industry[M]. Beijing: China Fortune Press, 2014: 191-194.

Operations Research and Cybernetics

Research on Order Distribution of Logistics Service Supply Chain under Fuzzy Environment

HU Yanyong, FAN Zhiqiang

(School of Business Administration Energy Economics Research Center,
Henan Polytechnic University, Jiaozuo Henan 454000, China)

Abstract: [Purposes] In view of the order allocation problem of logistics service supply chain, considering the dynamic and ambiguity of the order allocation problem, the model is designed to be more in line with the actual situation and improve the feasibility of the scheme. [Methods] The logistics service provider logistics capacity supply and logistics service integrator logistics capacity demand quantity were set as fuzzy uncertain variables, and the order allocation model under fuzzy environment was established to minimize the logistics service integrator order allocation cost as the optimization goal. The feasibility theory is used to carry out the clear equivalent conversion, and finally the simulation operation is performed by the LINGO11.0 software. [Findings] Through the confidence level sensitivity analysis, the relationship between the confidence level and the order allocation cost is obtained, which can provide certain decision support for logistics service integrators. [Conclusions] When the logistics service integrators formulate the order allocation plan, the confidence level should be set above 0.5, so that the allocation plan does not deviate too much from the actual situation and increase the feasibility of the plan. Also pay attention to the relationship between the level of confidence and cost, and choose the level of confidence that suits your needs.

Keywords: fuzzy environment; logistics service supply chain; order allocation; credibility theory

(责任编辑 许 甲)