

基于第三方回收再制造逆向物流网络设计^①

高 阳, 刘 军

(中南大学 商学院, 长沙 410083)

摘 要: 针对再制造逆向物流网络设计问题, 在考虑产品回收量和消费市场需求量不确定的条件下, 以第三方物流企业收益最大化和制造商收益最大化为目标建立了基于第三方回收多周期再制造逆向物流网络模型. 利用该模型可以确定每个周期制造商购买第三方物流企业产品的最优价格, 可以确定网络中回收中心和检测/拆卸中心的开设数量以及各设施间的物流量分配. 将不确定参数用三角模糊数表示, 借助模糊机会约束规划方法将该模型转化为确定性等价模型. 利用算例验证了模型的有效性, 并用目标规划法分析了两个目标之间的关系.

关键词: 再制造; 第三方物流企业; 模糊机会约束规划方法; 目标规划法

Remanufacturing Reverse Logistics Network Design Based on the Third-Party Recovery Under Fuzzy Environment

GAO Yang, LIU Jun

(School of Business, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: To deal with the design of remanufacturing reverse logistics network, considering the uncertainty of the product recovery and consumer market demand, a multi-period remanufacturing reverse logistics network model based on third-party recovery was established in order to maximize the benefits of both the third-party logistics supplier and the manufacturer. The model can be determined for the best price of products that the manufacturer pays for the third-party logistics supplier each period. The numbers of recycling centers and inspection/disassembly centers, and the allocation of the corresponding goods flows in the network can be decided. The uncertainty parameters were denoted by the triangular fuzzy numbers. With fuzzy chance constrained programming methods, the network model in the uncertain environment can be transferred into a certainty equivalent model. The validity of the model was illustrated by a numerical example, and the relationship between the two goals was analyzed by goal programming method.

Key words: remanufacturing; the third-party logistics supplier; fuzzy chance constrained programming methods; goal programming method

1 引言

制造业是造成全球环境污染的主要来源, 据统计 70% 以上的排放物来自制造业, 仅制造业每年就产生 55 亿吨无害废物和 7 亿吨有害废物^[1]. 因此越来越多的企业开始关注废旧品的回收再制造. 再制造是通过必要的拆卸、检修和零部件更换等, 将废旧产品恢复得如同新产品一样的过程^[2]. 目前废旧品的回收方式主要有企业自主回收模式、企业联合回收模式以及第三方逆向物流回收模式^[3]. 第三方回收模式是由独立于厂商、销

售者(或消费者)的第三方来代表厂商承担回收责任. 和企业自身相比, 第三方逆向物流企业有更强的专业性, 它利用自身专业知识可将企业的逆向物流业务规范化、集中化, 并且减少运营风险和提高运作效率. 据统计, 2000 年世界 500 强中有 74% 的企业选择第三方物流进行回收^[4]. 它可以使企业达到降低生产成本、提高企业核心竞争力的目的, 对于公司迅速提高自身在市场竞争中的竞争力具有非常现实的意义.

制造商自主回收的再制造逆向物流网络设计, 国

^① 基金项目: 国家自然科学基金(71071163)

收稿时间: 2012-12-20; 收到修改稿时间: 2013-01-18

内外已有很多学者进行了研究^[5-11], 但由第三方回收的逆向物流网络设计相对较少. Onur Kaya 分析了集中供应链和分散供应链模式下原始设备商自己回收和外包回收的定价问题^[12]. 在将各参数都视为确定已知的情形下, 薛雷等人构建了一个由第三方物流参与的逆向物流网络^[13]. 周虹等人针对可拆卸再制造产品的回收, 构建了两级产品市场的逆向物流网络, 模型仅能实现该类回收网络整体利润达到最大的单目标^[14]. 陈果等人基于不确定环境, 从第三方物流企业角度构建了单周期再制造逆向物流网络随机规划模型^[15]. 刘嘉莹等人考虑到第三方逆向物流网络设计是否合理将直接影响到逆向物流管理的效率和效益, 构建了带有随机变量的再制造逆向物流网络单周期单目标模型^[16]. 黄祖庆等人研究了第三方负责回收的再制造闭环供应链在不同决策结构下的供应链收益情况^[17]. 许志端等人从第三方回收企业的角度出发, 以废旧手机回收为例, 对第三方回收企业的运作全过程进行研究, 构建出第三方回收企业盈利最大的单目标模型^[18].

已有文献研究大多集中在确定环境下单周期、单目标逆向物流网络的设计. 而现实中, 网络涉及的很多参数都是不确定的. 就单周期的局限性来说, 首先, 它不符合逆向物流系统的现实运作方式, 在现实的物流运作中, 废旧品的回收总是基于有限多个运营周期. 其次, 单周期无法反映某些参数随时间变化而发生动态变化的特点, 从而使模型处于静止不变的状态. 再次, 单周期情况下, 由于没有下个周期的存在, 无法利用库存来发挥节约成本的作用. 就单目标的局限性来说, 它仅从一个角度来优化网络设计问题, 并不能权衡网络中各主体的满意度问题.

近年来一些学者将网络中不确定因素考虑到所建模型中, 但一般是用随机变量来表示不确定参数, 并用随机规划理论来建立数学模型. 目标多是逆向物流总成本最小化, 很少考虑不同主体各自收益的最大化. 为了使模型更贴近实际, 本文建立了模糊环境下基于第三方回收的多周期、多目标再制造逆向物流网络模型. 借助模糊机会约束规划思想, 用三角模糊数来描述网络中的不确定参数. 多周期能够更好地反映不同参数随着时间的动态变化, 并且能通过库存量将各周期衔接起来. 多目标可以权衡第三方物流企业收益和制造商收益之间的关系. 最后利用 LINGO11.0 软件包对模型进行求解和分析.

2 模型建立

2.1 问题描述及假设

本文建立了模糊环境下基于第三方回收的多周期再制造逆向物流网络模型, 由消费区域、回收中心、检测/拆卸中心、再制造工厂构成, 如图 1 所示. 该模型的目标是, 在废旧产品回收量和产品需求量为模糊数的情况下, 考虑第三方物流企业设施开放数量、制造商购买产品愿意支付价格以及各设施间的物流量, 通过分别最大化第三方物流企业和制造商的收益, 来权衡各参与主体收益之间的关系.

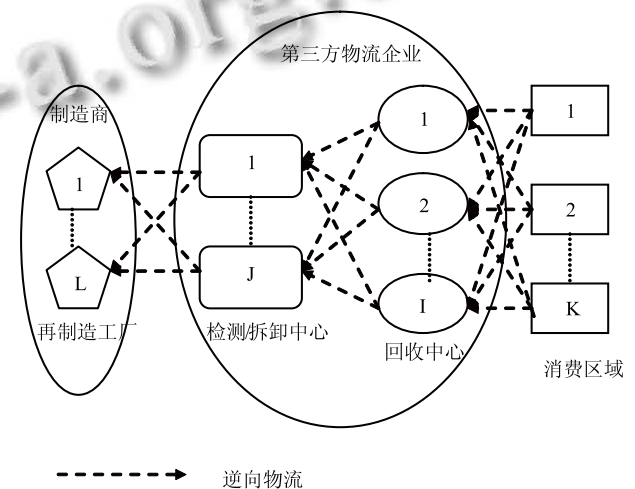


图 1 基于第三方回收再制造逆向物流网络结构图

根据问题描述, 在建立模型之前, 给出以下假设:

- 1) 在物流网络所有运营周期中成本参数不变.
- 2) 消费区域划分已知, 消费者只能将废旧产品送至最近且已开设的回收中心, 回收量为三角模糊数.
- 3) 回收中心有足够能力回收废旧产品, 一旦收到消费区域的废旧产品就将其送到检测/拆卸中心, 每个废旧产品经拆卸后可用一个零部件.
- 4) 检测/拆卸中心具有处理容量限制, 当期流入超过能力部分将作为库存延至下期处理, 并产生一定库存成本. 再制造工厂不具备储存能力.
- 5) 第三方物流企业出售给制造商的产品数由制造商支付价格、第三方物流企业期望价格以及产品的可利用率共同决定.
- 6) 制造商未满足对应消费区域需求的部分会产生惩罚费用, 消费区域需求用三角模糊数表示.
- 7) 回收产品在设施间的运费与运输的产品数量及设施间距离成正比.

8) 再制造工厂的数量和位置已知, 仅在备选地址中考虑回收中心和检测/拆卸中心的选址.

2.2 模型参数与决策变量

2.2.1 下标

- k : 已知的消费区域, $k \in \{1, 2, \dots, K\}$.
- i : 回收中心备选地点, $i \in \{1, 2, \dots, I\}$.
- j : 检测/拆卸中心备选地点, $j \in \{1, 2, \dots, J\}$.
- l : 已知的再制造工厂地点, $l \in \{1, 2, \dots, L\}$.
- t : 回收周期, $t \in \{1, 2, \dots, T\}$, T 为再制造逆向物流网络运营的总周期数.

2.2.2 模型参数

- f_i : 回收中心 i 的固定建设成本.
- f_j : 检测/拆卸中心 j 的固定建设成本.
- v_i : 回收中心 i 对废旧品的单位处理成本.
- v_j : 检测/拆卸中心 j 对废旧品的单位处理成本.
- rc_l : 再制造工厂 l 对废旧品的单位再制造成本.
- tc : 单位废旧产品单位距离运输成本.
- d_{ki} : 消费区域 k 到回收中心 i 的距离.
- DIS_{ki} : 消费区域 k 到被选择的回收中心 i 的距离.
- d_{ij} : 回收中心 i 到检测/拆卸中心 j 的距离.
- d_{jl} : 检测/拆卸中心 j 到再制造工厂 l 的距离.
- cap_j : 检测/拆卸中心 j 的最大处理能力.
- IP : 第三方物流企业支付的单位废旧产品回收价格.

- P : 制造商生产的单位产品出售价格.
- w_j : 检测/拆卸中心 j 对废旧产品的再利用率.
- r_l : 再制造工厂 l 对产品的再制造率.
- e_{ij} : 第三方物流企业在周期 t 愿意将检测/拆卸中心 j 处理后的产品卖给制造商的数量占回收产品数的比率.
- iv_j : 检测/拆卸中心 j 单位产品单周期库存成本.
- s_{ij} : 检测/拆卸中心 j 第 t 期末产品库存量.
- \tilde{h}_{ik} : 周期 t 能够从消费区域 k 回收的废旧产品数量, 为三角模糊数.

q_{tk} : 经转化后周期 t 能够从消费区域 k 回收的废旧产品数量, 为确定数.

\tilde{D}_t : 周期 t 制造商对应的消费区域对再制造产品

的总需求, 为三角模糊数.

bv_t : 周期 t 制造商未满足对应的消费区域对再制造产品需求的单位惩罚成本.

LP_{\min} : 第三方物流企业愿意接受制造商支付的最低单位产品价格.

LP_{\max} : 第三方物流企业期望制造商支付的单位产品价格.

R : 无穷大数.

2.2.3 决策变量

Y_i : 是否建立回收中心 i , 为 0-1 变量.

Z_l : 是否建立检测/拆卸中心 l , 为 0-1 变量.

LP_t : 制造商在第 t 期愿意支付给第三方物流企业的单位产品价格.

X_{tki} : 周期 t 从消费区域 k 运往回收中心 i 的产品数量.

X_{ij} : 周期 t 从回收中心 i 运往检测/拆卸中心 j 的产品数量.

X_{qj} : 周期 t 从检测/拆卸中心 j 运往再制造工厂 l 的产品数量.

G_t : 周期 t 制造商出售再制造产品总量.

2.3 目标函数

一个好的逆向物流网络要同时考虑到各参与主体的利益, 因此本文分别以第三方物流企业收益最大化和制造商收益最大化为目标, 建立双目标模型. 具体目标函数如下:

$$\max\{F_1, F_2\} \quad (1)$$

$$F_1 = \sum_t \sum_j \sum_l X_{qjl} \cdot LP_t - \sum_j Z_j f_j - \sum_i Y_i \cdot f_i - \sum_t \sum_i \sum_j X_{ij} \cdot d_{ij} \cdot tc - \sum_t \sum_j \sum_l X_{qjl} \cdot d_{jl} \cdot tc - \sum_t \sum_k \sum_i X_{tki} \cdot v_i - \sum_t \sum_i \sum_j X_{ij} \cdot v_j - \sum_t \sum_j s_{ij} \cdot iv_j - \sum_t \sum_k \sum_i X_{tki} \cdot IP \quad (2)$$

$$F_2 = \sum_t P \cdot G_t - \sum_t \sum_j \sum_l X_{qjl} \cdot (LP_t + rc_l) - \sum_t bv(\tilde{D}_t - G_t) \quad (3)$$

其中, F_1 为第三方物流企业的最大收益函数, 式(2)等号右边从左至右依次为经过处理后的产品销售收入、检测/拆卸中心建立成本、回收中心建立成本、废旧产品从回收中心运往检测/拆卸中心的费用、产品从检测

/拆卸中心运往再制造工厂的费用、回收中心处理成本、检测/拆卸中心处理成本、检测/拆卸中心库存成本、购买废旧产品费用。\$F_2\$ 为制造商的最大收益函数，式(3)等号右边从左至右依次为制造商销售再制造产品的收入、向第三方物流企业购买产品的费用、再制造成本、再制造产品未满足消费区域的惩罚费用。

2.4 约束条件

$$X_{tki} = \begin{cases} \tilde{h}_{tk}, DIS_{ki} = \min_i \{DIS_{ki}\} \\ 0, DIS_{ki} \neq \min_i \{DIS_{ki}\} \end{cases} \forall t \in T, \forall k \in K, \forall i \in I \quad (4)$$

$$DIS_{ki} = \begin{cases} \lambda, Y_i = 0 \\ d_{ki}, Y_i = 1 \end{cases} \forall k \in K, \forall i \in I \quad (5)$$

$$\sum_k X_{tki} = \sum_j X_{tij} \forall t \in T, \forall i \in I \quad (6)$$

$$e_{ij} = \frac{w_j}{LP_{\max}} \cdot LP_i \forall t \in T, \forall j \in J \quad (7)$$

$$\sum_l X_{tjl} = \begin{cases} e_{ij} \cdot (\sum_i X_{tij} + S_{(t-1)j} - S_{tj}), t > 1 \\ e_{ij} \cdot (\sum_i X_{tij} - S_{tj}), t = 1 \end{cases} \forall j \in J \quad (8)$$

$$S_{tj} = \begin{cases} \max \left\{ \sum_x X_{tij} + S_{(t-1)j} - cap_j, 0 \right\}, t > 1 \\ \max \left\{ \sum_x X_{tij} - cap_j, 0 \right\}, t = 1 \end{cases} \forall j \in J \quad (9)$$

$$G_t = \sum_j \sum_l X_{tjl} \cdot r_l \quad \forall t \in T \quad (10)$$

$$\sum_t \sum_k X_{tki} + \sum_t \sum_j X_{tij} \leq \lambda \cdot Y_i \quad \forall i \in I \quad (11)$$

$$\sum_t \sum_i X_{tij} + \sum_t \sum_l X_{tjl} \leq \lambda \cdot Z_j \quad \forall j \in J \quad (12)$$

$$G_t \leq \tilde{D}_t \quad \forall t \in T \quad (13)$$

$$Y_i, Z_j \in \{0, 1\} \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad (14)$$

$$LP_{\min} \leq LP_t \leq LP_{\max} \quad \forall t \in T \quad (15)$$

$$X_{tki}, X_{tij}, X_{tjl}, G_t \geq 0 \quad \forall t \in T, \forall k \in K, \forall i \in I, \forall j \in J, \forall l \in L \quad (16)$$

其中,式(4)保证消费区域的废旧产品被送至离自身最近的回收中心;式(5)保证了各条候选运输路线必须是存在的;式(6)表示回收中心将所有废旧产品运至检测/拆卸中心;式(7)表示第三方物流企业愿意卖给制造商的产品数占回收产品数的比率;式(8)表示第三方物流企业卖给制造商的产品总数;式(9)是每周期检测/拆卸中心的库存量;式(10)表示经过再制造工厂进行再制造后可销售给对应消费区域的总产品数;式(11)和(12)

保证只有建立了的设施才有物流量通过;式(13)是由于再制造工厂没有库存能力而产生的约束条件;式(14)为0-1约束;式(15)表示制造商在第\$t\$期愿意支付给第三方物流企业的单位产品价格的取值范围;式(16)为非负约束。

3 模型转化

3.1 模糊参数的处理

由于模糊参数的存在,目标函数(3)、约束条件(4)及(13)没有明确意义,借用模糊机会约束规划的思想,在Liu和Iwamura的工作基础上将上述模型转化为如下等价模糊机会约束规划模型^[19,20]。

$$\max \bar{F}_2 \quad (17)$$

$$st.pos \left\{ \sum_t P \cdot G_t - \sum_t \sum_j \sum_l X_{tjl} \cdot (LP_t + rc_l) - \sum_t bv \cdot (\tilde{D}_t - G_t) \geq \bar{F}_2 \right\} \geq a \quad (18)$$

$$pos \left\{ X_{tki} = \begin{cases} \tilde{h}_{tk}, DIS_{ki} = \min_i \{DIS_{ki}\} \\ 0, DIS_{ki} \neq \min_i \{DIS_{ki}\} \end{cases} \right\} \quad (19)$$

$$pos \{G_t \leq \tilde{D}_t\} \geq \beta_2 \quad (20)$$

引理 1. 设三角模糊数 \$r = (r_1, r_2, r_3)\$, 其隶属函数为 \$\mu_r(x)\$, 则对任意给定置信水平 \$\alpha (0 \le \alpha \le 1)\$, 当且仅当 \$b \le K_\alpha = \sup \{K | K = \mu^{-1}(\alpha)\}\$ 时, 有 \$pos \{r \ge b\} \ge \alpha\$ 成立. 对于 \$r\$ 而言, \$K_\alpha = (1 - \alpha)r_3 + \alpha r_2\$.

引理 2. 设三角模糊数 \$r = (r_1, r_2, r_3)\$, 其隶属函数以 \$\mu_r(x)\$ 表示, 则对任意给定水平 \$\beta (0 \le \beta \le 1)\$, 当且仅当 \$\begin{cases} b \ge (1 - \beta)r_1 + \beta r_2 \\ b \le (1 - \beta)r_1 + \beta r_2 \end{cases}\$ 时, 有 \$pos \{r = b\} \ge \beta\$ 成立.

因此, 上述模型可转化为如下确定性模型。

$$\max \bar{F}_2 \quad (21)$$

$$st.pos \left\{ \sum_t P \cdot G_t - \sum_t \sum_j \sum_l X_{tjl} \cdot (LP_t + rc_l) - \sum_t bv \cdot [(1 - \alpha) \cdot \tilde{D}_{t3} + \alpha \cdot D_{t2} - G_t] \geq \bar{F}_2 \right\} \quad (22)$$

$$q_{tk} \geq (1 - \beta_1)h_{tk1} + \beta_1 h_{tk2} \quad (23)$$

$$q_{tk} \leq (1 - \beta_1)h_{tk1} + \beta_1 h_{tk2} \quad (24)$$

$$X_{tki} = \begin{cases} q_{tk}, DIS_{ki} = \min_i \{DIS_{ki}\} \\ 0, DIS_{ki} \neq \min_i \{DIS_{ki}\} \end{cases} \quad (25)$$

$$G_t \leq (1 - \beta_2) \cdot D_{t3} + \beta_2 \cdot D_{t2} \quad (26)$$

目标函数 \$F_1\$ 及其他约束式均与原模型中相同。

3.2 多目标的处理

为了研究目标之间的关系, 本文采用目标规划法来处理此模型. 根据文献[21], 目标规划模型为

$$\min \{P_\theta \cdot d_1^- + P_\gamma \cdot d_2^-\} \quad (27)$$

其中, P_θ 、 P_γ 为优先级, $\theta, \gamma \in \{1, 2\}$, 且 $\theta \neq \gamma$. 若 $\theta < \gamma$, 则 $P_\theta \gg P_\gamma$. Obj_1 和 Obj_2 分别为 F_1 和 F_2 的目标值, d_1^- 、 d_2^- 为偏差变量. 将多目标规划模型转化如下

$$\min \{P_\theta \cdot d_1^- + P_\gamma \cdot d_2^-\} \quad (28)$$

$$\text{st. } Obj_1 - d_1^- = F_1 \quad (29)$$

$$Obj_2 - d_2^- = F_2 \quad (30)$$

$$d_1^-, d_2^- \geq 0 \quad (31)$$

式(5)~(12), (14)~(16), (22)~(26)

转化后, 原模型成为一个确定的混合整数线性规划模型, 可以利用 LINGO11.0 软件进行编程求解.

4 算例

4.1 算例描述

已知一第三方物流企业在某城市回收某种废旧品, 该城市可分为 5 个消费区域, 该第三方物流企业拥有 4 个回收中心备选地址, 3 个检测/拆卸中心备选地址. 一制造商向该企业购买经处理后的产品, 经过其在郊区的 1 个再制造工厂进行再制造后销售给对应的消费区域. $T=5$, $P=700$ 元, $IP=150$ 元, $tc=0.005$ 元/米, $iv_j=15$ 元/个, $w_j=80\%$, $LP_{\min}=400$ 元, $LP_{\max}=500$ 元, $r_j=90\%$, $rc_j=100$ 元/个, $bv_j=20$ 元/个, λ 取 10^6 , 置信水平 β_1 , β_2 均取 0.9. 其余参数如表 1 至 7 所示.

表 1 消费区域废旧产品数量(个)

	t1	t2	t3	t4	t5
k1	(220,240, 260)	(200,220, 240)	(300,320, 340)	(150,170, 190)	(370,390, 410)
k2	(240,260, 280)	(180,200, 220)	(290,310, 330)	(280,300, 320)	(400,420, 440)
k3	(260,280, 300)	(210,230, 250)	(330,350, 370)	(320,340, 360)	(350,370, 390)
k4	(320,340, 360)	(230,250, 270)	(360,380, 400)	(200,220, 240)	(420,440, 460)
k5	(290,310, 330)	(250,270, 290)	(370,390, 410)	(400,420, 440)	(380,400, 420)

表 2 回收中心相关参数

	i1	i2	i3	i4
建设成本(元)	10000	15000	20000	25000
单位处理成本(元)	10	9	8	7

表 3 检测/拆卸中心相关参数

	j1	j2	j3
建设成本(元)	10000	15000	20000
单位处理成本(元)	50	45	40
处理能力(个)	500	600	700

表 4 再制造产品需求量(个)

	t1	t2	t3	t4	t5
	(940,990, 1040)	(770,820, 870)	(1050,1100, 1150)	(850,900, 950)	(1220,1270, 1320)

表 5 消费区域与回收中心的距离(米)

	i1	i2	i3	i4
k1	1420	9440	14860	17020
k2	13040	7000	3600	14220
k3	8240	2240	7280	8240
k4	15520	8000	7080	4120
k5	17460	12800	14760	4120

表 6 回收中心与检测/拆卸中心的距离(米)

	j1	j2	j3
i1	6000	17800	18120
i2	7280	9900	11180
i3	10440	4480	10640
i4	17080	11180	2820

表 7 检测/拆卸中心与再制造工厂的距离(米)

	j1	j2	j3
i1	5100	13000	19240

4.2 算例求解

利用 LINGO11.0 软件包对算例求解, 其结果如下. 当置信水平 $\alpha=0.9$ 时, 分别求出目标函数的最大值. 目标函数 F_1 的最优值为 621426.8 元, 每周期最优定价均为 500 元, 回收中心 1、2 开设, 检测/拆卸中心 1、2、3 开设. 目标函数的最优值为 519422.8 元, 每周期最优定价为 400 元, 回收中心 1、4 开设, 检测/拆卸中心 1、2、3 开设.

当置信水平 $\alpha=0.75$ 时, 目标函数 F_2 最优值为 518672.8 元; 当置信水平 $\alpha=0.8$ 时, 目标函数 F_2 最优值为 518922.8 元; 当置信水平 $\alpha=0.85$ 时, 目标函数 F_2 最优值为 519172.8 元; 当置信水平 $\alpha=0.95$ 时, 目标函数 F_2 最优值为 519672.8 元. 选址决策不变. 具体变化情况如图 2 所示. 可见, 随着置信度水平的增长, 制造商的总收益逐渐增加.

现将两个函数的最大值作为两者的目标值, 即 $Obj_1 = 621426.8$, $Obj_2 = 519422.8$. 当优先考虑第三方

物流企业的利益, 即 $\theta=1, \gamma=2$ 时, 由 LINGO11.0 软件包求解得到 $d_1^- = 0$, $d_2^- = 13695.4$, F_1 完全达到了 Obj_1 , 而 F_2 为 Obj_2 的 97.36%. 当优先考虑制造商的利益, $\gamma=1, \theta=2$ 时, $d_1^- = 601801.77$, $d_2^- = 0$, F_2 完全达到了 Obj_2 , 而 F_1 仅为 Obj_1 的 3.16%. 不同优先级下各目标函数值与具体物流设施选址决策分别如表 8、表 9 所示.

表 8 不同优先级下各目标函数值

(θ, γ)	$\max F_1$	$\max F_2$
(1,2)	621426.8	505727.4
(2,1)	19625.03	519422.8

表 9 不同优先级下具体物流设施选址决策

(θ, γ)	i1	i2	i3	i4	j1	j2	j3
(1,2)	1	1	0	0	1	1	1
(2,1)	1	0	0	1	1	1	1

通过目标规划法对算例进行分析, 可以得出优先考虑最大化第三方物流企业的利益对制造商收益的影响不大, 而优先考虑最大化制造商的利益对第三方物流企业收益的影响极大. 因此制造商在考虑自身收益的同时, 一定要考虑到第三方物流企业的收益, 这样双方的合作才能够持续下去.

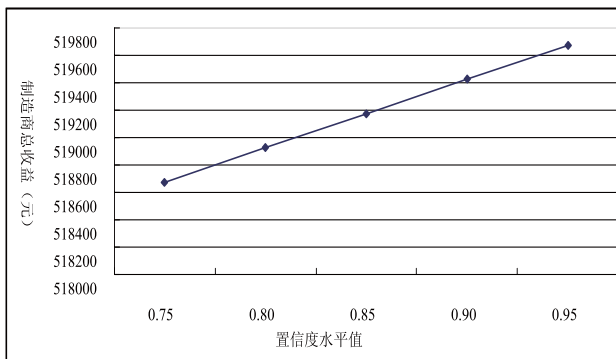


图 2 置信度水平与制造商总收益之间的关系

5 结论

本文在考虑废旧品回收量和消费区域需求量不确定的情况下, 以第三方物流企业收益最大化和制造商收益最大化为目标, 设计了由消费区域、回收中心、检测/拆卸中心和再制造工厂组成的多周期多目标再制造逆向物流网络模型. 将网络中不确定参数用三角模糊数表示, 利用模糊机会约束规划方法对模糊规划模型进行处理, 将不确定模型转化为确定性模型. 通过算例验证了该模型的有效性, 利用目标规划法分析了两个目标之间的关系, 即优先考虑最大化第三方物流企业

的利益对制造商收益的影响不大, 而优先考虑最大化制造商的利益对第三方物流企业收益的影响极大.

再制造系统中存在着许多不确定因素, 本文仅考虑了回收量和需求量的不确定, 因而进一步的研究可考虑其他多种因素的不确定性. 本文构建的模型仅包括单个第三方物流企业和单个制造商, 之后研究可将模型扩展到多个制造商参与的再制造逆向物流网络模型设计.

参考文献

- 徐滨士. 发展再制造工程促进循环经济建设. 中国设备工程, 2005,(2):4-5.
- 朱培武. 我国废旧家电及电子产品回收处理现状及对策. 再生资源与循环经济, 2003,27(14):45-48.
- Spicer AJ, Johnson MR. Third-Party demanufacturing as a solution for extended producer responsibility. Journal of Cleaner Production, 2004,12:37-45.
- Ko HJ, Evans GW. A genetic algorithm-based heuristic for the dynamic integrated forward/reverse logistics network for 3PLs. Computers and Operations Research, 2007,34(2):346-366.
- 马祖军, 代颖, 刘飞. 再制造物流网络的稳健优化设计. 系统工程, 2005,23(1):74-78.
- Lee DH, Dong M, Bian W. The design of sustainable logistics network under uncertainty. International Journal of Production Economics, 2010,128:159-166.
- Chu LK, Shi Y, Lin S, et al. Fuzzy chance-constrained programming model for a multi-echelon reverse logistics network for household appliances. Journal of the Operational Research Society, 2010,61:551-560.
- Amin SH, Zhang GQ. An integrated model for closed-loop supply chain configuration and supplier selection: Multi-objective approach. Expert Systems with Applications, 2012, 39:6782-6791.
- Dat LQ, Linh DTT, Chou SY, et al. Optimizing reverse logistic costs for recycling end-of-life electrical and electronic products. Expert Systems with Applications, 2012,39: 6380-6387.
- Pishvae MS, Farahani RZ, Dullaert W. A memetic algorithm for bi-objective integrated forward/reverse logistics network design. Computers & Operations Research,

(下转第 15 页)

假设向量 b 有多个相同值, 无法判断最优评价, 可对评价结果进行平均值的求解得到最优评价。

通过收集专家评分结果, 进行多次筛选评价, 最终计算结果为: 2 次处于危机状态; 3 次处于低度危机状态。经过对指标进行调整重新进行计算, 结果为: 1 次处于低度危机状态; 2 次处于基本正常状态; 2 次处于正常管理状态。因为还有 1 次处于危机状态, 所以我们继续对指标进行优化, 结果为: 3 次处于基本正常状态; 2 次处于正常管理状态, 对指标不断进行优化, 使计算结果基本符合航空管理要求。

3 结论

作为周界安全防范技术在民用机场飞行区中的运用, 不仅要考虑到系统的安全可靠性, 还应兼顾系统的准确性与传统管理体系的兼容性。周界安全防范系统是通过相关的报警子系统和辅助的定位监测手段运用特殊的接口协议实现整个系统的联动监控。系统的稳定性和准确性将是机场飞行区安全防范工作提供有效的保证。本文从各个子系统及其功能角度入手构建

了机场周界安全防范评价指标体系, 并应用综合模糊评价法进行评价, 以确定机场的安全状态。上述方法能够对机场周界安全防范体系进行监测, 以便管理者及时掌控机场的安全状态, 制定相应的安全对策, 达到减少事故灾害的目的。

参考文献

- 1 李航,赵贵红.机场安全可拓预警模型研究.计算机工程与应用,2009,45(14):238-239.
 - 2 吴民胜.现代化大型国际机场周界防范系统分析与设计思考.中国安防,2008,12(8):93-94.
 - 3 陈衍泰,陈国宏,李美娟.综合评价方法分类及研究进展.管理科学学报,2004,7(2):70-71.
 - 4 俞焕昕.浅议民用机场的安全方针政策.江苏航空,2007,3(2):76-79.
 - 5 彭祖曾.模糊数学及应用.武汉:武汉大学出版社,2003.23-25.
 - 6 徐泽水,岳振军.模糊综合评价的两种新算法.解放军理工大学学报,2001,2(4):5-8.
-
- (上接第 21 页)
- 2010,37:1100-1112.
 - 11 Kenne JP, Dejax P, Ali Gharbi. Production planing of a hybrid manufacturing-remanufacturing system under uncertainty within a closed-loop supply chain. International Journal of Production Economics, 2012,135:81-93.
 - 12 Kaya O. Outsourcing vs.in-house production: a comparison of supply chain contracts with effort dependent demand. Omega, 2011,39:168-178.
 - 13 薛雷,王志平.基于第三方物流的逆向物流优化模型.大连海事大学学报,2007,33(S2):164-166.
 - 14 周虹,范体军.可拆卸再制造产品逆向物流网络设计模型.科技管理研究,2010,30(5):108-111.
 - 15 陈果,王峰,李夏苗.第三方物流的逆向物流网络随机规划模型及其算法.铁道科学与工程学报,2008,5(5):86-91.
 - 16 刘嘉莹,邵良彬.第三方逆向物流再制造网络模型与算法设计.物流工程与管理,2010,32(1):78-79.
 - 17 黄祖庆,易荣华,达庆利.第三方负责回收的再制造闭环供应链决策结构的效率分析.中国管理科学,2008,16(3):73-77.
 - 18 许志端,郑腾.电子废旧品第三方回收企业的盈利模型.管理现代化,2008,2:12-14.
 - 19 Liu B, Iwamura K. Chance constrained programming with fuzzy parameters. Fuzzy Sets and Systems, 1998,94(2):2272-237.
 - 20 Liu B, Lwamura K. A note chance constrained programming with fuzzy coefficients. Fuzzy Sets and Systems, 1998,100(1-3):229-233.
 - 21 徐玖平,李军.多目标决策的理论与方法.北京:清华大学出版社,2005.91-96.