

文章编号:1002-980X(2007)04-0062-04

石油销售企业配送网络优化研究

郑玉华, 罗东坤

(中国石油大学(北京)工商管理学院, 北京 102249)

摘要:我国石油销售企业的配送网络运营效率较低,亟需对其进行重新规划和整合,以降低成品油流通成本。通过构建一个混合规划模型,得到配送可行方案集及其流通成本集;再运用模糊综合评判法,对可行方案进行定性评价;最后利用数值变换将两种评价结果相结合,以此确定配送网络的最优化布局。

关键词:配送网络;配送中心;混合规划;模糊综合评判

中图分类号:F424.6 **文献标志码:**A

我国成品油销售主要通过炼厂—配送中心—加油站三个环节、两次配送来完成,由于建设之初缺乏科学设计和长远规划,各地区销售公司中普遍存在配送中心运营效率低、配送覆盖区域相互重叠以及配送半径不合理的现象,从而使我国的成品油流通成本远高于世界平均水平。随着国内成品油零售市场的逐步开放以及业务竞争的加剧,各销售公司亟需在所属区域内整合配送中心和优化配送网络,以降低成品油的流通成本,增强企业的竞争力。对配送网络进行优化,需要将定量计算和定性分析相结合。定量计算以总费用最小为目标建立模型,主要用于确定配送中心布局和配送路径优化的可行方案,并对不同方案的成本效益水平进行测算;定性分析则是通过借助专业人员判断对影响配送网络的其他因素进行分析,以保证配送网络能够满足销售企业未来发展的需要。

1 配送网络优化的定量分析

成品油流通成本可分为固定成本和变动成本。固定成本是配送中心的固定运营费用(职工工资、公积金和福利费、修理费、土地使用费、物业费等)。变动成本包括配送中心的变动运营费用(材料费、燃料费、装卸费、检验费、差旅费、保险费、水电费等),一次配送(由炼油厂到配送中心)运费,二次配送(由配

送中心到加油站)运费。

1.1 成本模型

现假设:①配送中心的固定运营成本、加油站需求量和配送中心的周转能力已知。②炼厂到配送中心、配送中心到加油站的配送费为配送量的线性函数,配送中心的变动运营成本为流量的凹函数。

建立配送中心总费用最小化模型如下:

$$\begin{aligned} \text{Min } F = & \sum_{k=1}^r \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (C_k + H_{ij}) X_{kij} \\ & + \sum_{i=1}^n V_i (W_i)^{\theta} + \sum_{i=1}^n Z_i Y_i \end{aligned} \quad (1.1)$$

$$\left\{ \begin{aligned} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{kij} &\leq S_k, k=1, 2, \Lambda, r \end{aligned} \right. \quad (1.2)$$

$$\left\{ \begin{aligned} \sum_{k=1}^r \sum_{j=1}^m X_{kij} &\leq M_i Z_i, i=1, 2, \Lambda, n \end{aligned} \right. \quad (1.3)$$

$$\left\{ \begin{aligned} \sum_{k=1}^r \sum_{i=1}^n X_{kij} &= D_j, j=1, 2, \Lambda, m \end{aligned} \right. \quad (1.4)$$

$$\left\{ \begin{aligned} \sum_{k=1}^r X_{ki} &= \sum_{j=1}^m X_{ij} = W_i, i=1, 2, \Lambda, n \end{aligned} \right. \quad (1.5)$$

其中: r, n, m 分别为炼厂、配送中心、加油站的数目;

C_k 为第 k 个炼厂到第 i 个配送中心的单位运费;

收稿日期:2006-12-16

作者简介:郑玉华(1981—),女,河北承德人,中国石油大学(北京)工商管理学院在读博士,主要研究方向为石油工程项目管理;罗东坤(1956—),男,山东淄博人,中国石油大学教授、博士生导师,从事石油勘探项目管理和油气勘探开发经济评价的研究和教学工作。

H_{ij} 为第 i 个配送中心到第 j 个加油站的单位运费;

X_{kij} 为第 k 个炼厂经第 i 个配送中心向第 j 个加油站的配送量;

Y_i, V_i 分别为第 i 个配送中心的固定运营成本和变动运营成本率;

W_i, M_i 分别为第 i 个油库的周转量和周转能力;

θ 为效率提高时边际成本的递减率

S_k 为第 k 个炼厂的供应能力;

D_j 为第 j 个加油站的需求量;

$$Z_i(0-1 \text{ 变量}) = \begin{cases} 1 & \text{配送中心 } i \text{ 运营} \\ 0 & \text{配送中心 } i \text{ 关闭} \end{cases}$$

目标函数(1.1)表示总成本最小,约束(1.2)表示炼厂供给量的限制,约束(1.3)表示配送中心的周转量的限制,约束(1.4)表示所有加油站的需求都能够得到满足,约束(1.5)表示炼厂、配送中心、加油站的流量关系。

1.2 成本模型求解

模型求解可参照文献[6]给出的启发式算法:每次由备选配送中心选 P 个作组合,这类组合共有 C_P^r 个,各组合中所含备选配送中心下标集用 t 表示。

设定两个过滤条件:

$$\sum_{i \in t} M_i \geq \sum_{j=1}^m D_j \quad (1.6)$$

$$\sum_{k=1}^r X_{kij} \leq M_i, i \in t \quad (1.7)$$

若满足过滤条件,则集合为可行方案,否则为不可行方案。经以上筛选后,得到个数 $\leq C_P^r$ 的可行方案集。对每个可行方案集配送方案和费用总额的求解过程如下:

1) 找出从炼厂经配送中心到加油站的最小费用 $\min\{C_k + H_{ij}\}$, 其下标记为 $I^{(0)}$ 。

2) 解 $I^{(0)}$ 对应的运输问题:

$$\begin{aligned} \text{Min } F = & \sum_{k=1}^r \sum_{i \in t} \sum_{j=1}^m (C_k + H_{ij}) X_{kij} + \sum_{i \in t} V_i (W_i)^\theta \\ & + \sum_{i \in t} Y_i \end{aligned} \quad (1.8)$$

$$\begin{cases} \sum_{i \in t} \sum_{j=1}^m X_{kij} \leq S_k, k = 1, 2, \Lambda, r \end{cases} \quad (1.9)$$

$$\begin{cases} \sum_{k=1}^r \sum_{i \in t} X_{kij} = D_j, j = 1, 2, \Lambda, m \end{cases} \quad (1.10)$$

$$\begin{cases} \sum_{k=1}^r X_{kij} = \sum_{j=1}^m X_{kij} = W_i, i \in t \end{cases} \quad (1.11)$$

得到其初次最优解 $\{X_{kij}^{(0)}\}$ 。

3) 计算配送中心流量 $W_i^{(0)} = \sum_{i \in t} X_{kij}^{(0)}, i \in t$ 。验证 $W_i^{(0)} \leq M_i$ 是否成立。若成立,转入步骤(4),不成立则转入下一可行方案。

4) 计算 $\min_{i \in t} \{C_k + H_{ij} + V_i \theta (W_i)^{\theta-1}\}$, 记录其下标为 $I^{(t+1)}$, 对 $I^{(t+1)}$ 对应的运输问题求最优解 $\{X_{kij}^{(t+1)}\}$ 。

5) 计算 $W_i^{(t+1)} = \sum_{i \in t} X_{kij}^{(t+1)}$, 若等式 $W_i^{(0)} = W_i^{(t+1)}$ 成立,则已经得到可行方案的最优解(即最优配送方案);若不成立则以 $I^{(t+1)}$ 代替 $I^{(0)}$ 转入步骤(2)继续计算,直到得出最优解。

2 配送网络优化的定性分析

通过定量计算,得到配送中心布局的可行方案集 $R = (R_1, R_2, \Lambda R_t)$, 流通成本集 $F = (F_1, F_2, \Lambda F_t)$, 以及与之相对应的配送路径集 X_{ij} 。流通成本是衡量配送网络效率的重要指标,但是在对配送网络进行优化的过程中,还需要综合考虑配送中心基础设施和配送网络的可持续发展条件方面的因素,以使得配送网络的优化结果能够满足石油销售企业未来业务发展的需要。本文运用模糊综合评判法对这些定性指标进行评价,具体步骤如下:

1) 构造三个层次的评价指标体系 $U = \{u_1, u_2, u_3\}$, 如图1所示。

2) 构造判断矩阵。针对上一层某一因素而言,将本层次与之有关的因素进行两两比较,聘请有关专家采用1-9标度法对其进行评价。

3) 确定单层次权重。根据判断矩阵,求出其最大特征根 $\lambda_{\max}$ 。属于 $\lambda_{\max}$ 的标准化特征向量 $W = (w_1, w_2, \Lambda w_n)^T$ 即为本层因素对于上一层因素重要程度(即权重)的一个组合。

4) 一致性检验。利用一致性检验指标 $C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$, 一般来说,只要 $C.I. \leq 0.1$ 就可以通过。如果没有通过一致性检验,则以权值的比率 w_i/w_j 为元素构造矩阵,在此基础上对偏差矩阵 $[|a_{ij} - w_i/w_j|]$ 最大元素所在位置对应的判断进行修改。

5) 建立评语集 $V = \{v_1, v_2, \Lambda v_m\}$, 对于评价指标 u_i 分别给出评语 v_j 的隶属度,得到隶属度向量 $R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \Lambda r_{im})$ 。建立模糊隶属度矩阵 $R = (r_{ij})$ 。即把针对每个单因素评价的隶属度向量结合起来。

6) 得出各方案的综合评定结果,即 $B = W^T \cdot R$, 将所有方案的评定结果标准化后作为定性评价的权重向量 $G = (g_1, g_2, \Lambda g_t)$ 。

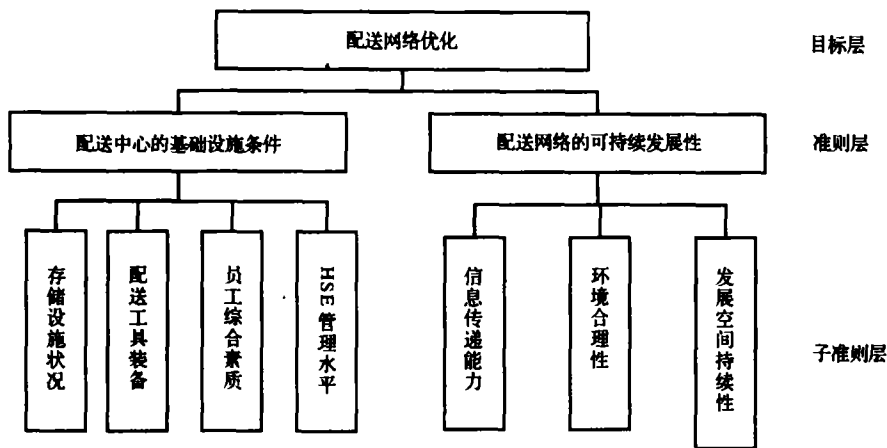


图 1 评价的层次结构模型

3 配送网络优化方案综合评价

定量评价结果为各可行方案的成本额,属于越小越优型指标,而定性评价的结果是越大越优型指标,为了使两种评价的结果具有一致性和可累加性,首先对定量评价结果进行倒数处理:

$$T_i = \frac{1}{F_i} \quad i = 1, 2, \Delta l \quad (3.1)$$

其中 F_i 为可行方案 i 的定量评价结果,即方案总物流成本。

对 T 建立构造矩阵 A :

$$A = \begin{bmatrix} T_1/T_1 & T_1/T_2 & \Delta & T_1/T_l \\ T_2/T_1 & T_2/T_2 & \Delta & T_2/T_l \\ \Lambda & \Lambda & \Lambda & \Lambda \\ T_l/T_1 & T_l/T_2 & \Delta & T_l/T_l \end{bmatrix}$$

构造矩阵 A 足: $AT = lT$, 其最大特征值 $\lambda_{\max} = l$, 且具有一致性, 因此可将其标准化后的权向量 $E = (e_1, e_2 \Delta e_l)$ 作为定量评价相对权向量。

运用德尔菲法综合有关专家的意见确定定量和定性评价在综合评价中的权重 a, b , 则综合评价结果为:

$$\gamma_i = a \cdot e_i + b \cdot g_i \quad (3.2)$$

综合评价指标 γ_i 越大, 方案越优。

4 实例及分析

某销售大区由两个炼厂 M, N 提供成品油, 炼厂 M 到配送中心 A, B 的单位运费分别为 198 元/吨和 187 元/吨, 炼厂 N 到配送中心 C 的单位运费为 165 元/吨; 该销售区域内共有 18 个加油站(具体数据见表 2)。现决定对配送网络进行优化, 关闭低效配送中心, 重新确定配送方案。取 $\theta = 0.5$, 根据本文 1.1, 1.2 费用模型, 可以得出销售区内配送中

心布局的不同可行方案及其成本构成情况(表 4):

表 1 配送中心参数

	固定成本 (元/年)	变动成本 (元/吨)	最大周转量 (吨/年)
配送中心 A	865000	35.0	65000
配送中心 B	1052000	37.0	50000
配送中心 C	837000	30.0	59000

表 2 加油站需求量(吨/年)和炼厂到加油站二次

		配送单位运费 (元/吨)								
加油站	需求量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
配送中心 A		16	70	45	65	16	84	41	24	48
配送中心 B		16	69	30	50	18	61	28	41	62
配送中心 C		30	84	16	69	44	39	52	68	86
加油站	需求量	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
		3094	2822	3026	2049	8492	2617	902	1958	624
配送中心 A		67	29	78	26	46	91	55	38	55
配送中心 B		76	31	71	37	29	102	71	53	68
配送中心 C		102	60	76	65	16	122	94	77	92

表 3 运算结果

方案是否可行	方案编号	A	B	C	固定成本 (万元)	变动成本 (万元)	总成本 (万元)
可行	1	运行	运行	运行	275.4	1526.1	1801.5
可行	2	关闭	运行	运行	188.9	1514.8	1703.7
可行	3	运行	关闭	运行	170.2	1530.8	1701.0
可行	4	运行	运行	关闭	191.7	1580.8	1772.5
可行	5	运行	关闭	关闭	86.5	1654.0	1740.5
不可行		关闭	运行	关闭			
可行	6	关闭	关闭	运行	83.7	1481.4	1565.1

由本文 3 可以求出六个可行方案定量评价标准化权向量为 (0.1582, 0.1674, 0.1676, 0.1609, 0.1638, 0.1821)。

根据模糊综合评判法对六个可行方案的评分为 (0.1078, 0.1490, 0.2341, 0.1321, 0.1805, 0.1965)。

取 $a = 0.7, b = 0.3$ 则, 由本文 4 可以得出定性定量综合评价结果为: (0.1431, 0.1618, 0.1875,

0.1522, 0.1688, 0.1865)。可见, 若仅考虑费用因素, 则最后应选择方案 6, 而综合考虑多种因素后, 方案 3 为最佳选择。

5 结论

本文从我国石油销售企业现状出发, 对影响石油销售企业配送网络运营效率的定量和定性因素进行了系统地分析。通过建立和求解数量化费用模型确定配送路径的可行方案和其物流成本, 在此基础上利用模糊综合评判法对成本以外的其他因素进行综合评价。最后对可行方案物流成本建立构造矩阵并求相对权重, 使其与定性分析的结果相统一, 从而可以将两种评价的相对权重指标赋权后相加作为综合评价结果。

参考文献

- [1] 胡运权, 郭耀煌. 运筹学教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000, 396-412.
- [2] 刘则毅. 科学计算技术与 Matlab[M]. 北京: 科学出版社, 2001, 301-306.
- [3] 张可明, 宋伯慧. 物流系统分析[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004, 138-158.
- [4] L C LEUNG, D CAO. On consistency and ranking of alternatives in fuzzy AHP[J]. European Journal of Operational Research, 2000, 124(1), 102-103.
- [5] 高学东, 李宗元. 物流中心选址模型及一种启发式算法[J]. 管理与运筹学, 1994(11), 56-61.
- [6] 韩世莲, 李旭宏, 刘新旺, 等. 多人多准则模糊层次分析法的物流中心综合评价优选模型[J]. 系统工程理论与实践, 2004(7), 128-134.
- [7] 王威, 赵富军, 郑金忠. 基于 AHP 方法的物流中心选址研究[J]. 物流技术, 2005(3), 58-62.

Optimization of Distribution Network in Oil Sales Enterprises

ZHENG Yu-hua, LUO Dong-kun

(School of Management Administration, China University of Petroleum, Beijing 102249, China)

Abstract: The distribution networks of oil sales company in China have the feature of low operational efficiency. It is necessary to have them optimized in order to reduce logistic cost. A mixed programming model, as a quantitative appraisal method, was presented to decide the feasible schemes and their costs; the fuzzy synthesis judgement, as a qualitative appraisal method, was also used to appraise the feasible schemes. By combining the results of both quantitative and qualitative appraisal, the location of the distribution center can be optimized more practically and scientifically.

Key words: distribution network; distribution center; mixed programming; fuzzy synthesis judgement

(上接第 36 页)

A Study of Empirical Analysis on Consumption in Promoting the Growth of Economy in China

GONG Bin

(School of Statistics & Applied Mathematics Anhui University of Finance & Economics, Bengbu Anhui 233030, China)

Abstract: At present, the effect of consumption is ebbing in promoting the growth of the economy. In face of this phenomenon the article explains the importance and the potentiality of consumption in driving economic growth safely and continuously with the method of empirical analysis. In order to enlarge the demand of consumption and to promote the growth of economy measures such as changing consumption conception, transferring finance payment, consummating social insurance system, building new country as well as improving market conditions are adopted.

Key words: consumption demand; empirical analysis; countermeasure