

# 配送中心选址研究

田立新, 崔晓红\*, 徐伟军 (江苏大学理学院, 江苏镇江 212013)

**摘要** 配送中心选址在整个物流系统中占有十分重要的地位, 物流节点的数量、分布将直接影响到该物流系统的物流服务成本以及其服务范围。从对物流配送中心建立到配送各过程进行研究, 并利用熵值法对总费用的各个分费用进行加权——根据各项指标的实际数据提供的信息量的大小来确定权重, 客观的反映了各项支出费用的重要程度, 从而建立了关于选址的线性费用模型, 使得决策结果更合理, 最后用枚举法进行了实例求解。

**关键词** 配送中心; 选址; 目标函数; 熵值法; 枚举法

中图分类号 F062.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)33-14825-02

## Research on Location Selection of Distribution Center

TIAN Li-xin et al (Faculty of Science, Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu 212013)

**Abstract** The location selection of distribution center plays an important position in the whole logistics system. The quantity and distribution of logistics nodes will directly affect the service cost and the range of this logistics system. The establishment of logistics distribution center and each distribution process were studied. Each subitem of total expenditure was weighted by using entropy method. The weight was confirmed according to the information amount provided by the actual data of each index, which reflected the importance of each item of expenditure cost. So the linear expense model for the location selection was set up to make the decision more reasonably. At last, enumeration method was used to carry on the example solution.

**Key words** Distribution center; Location selection; Objective function; Entropy method; Enumeration method

在物流网络中配送中心连接着供货点和需求点, 是两者之间的桥梁, 在物流系统中起着举足轻重的作用, 配送中心的选址将对物流系统作用的发挥和经济效益的提升产生重要的影响。合理的选择配送中心能够减少运输费用, 降低制造成本和运营成本, 消除不同地点的地价差别带来的负面影响, 促进生产和消费2种流量的协调与配合, 保证物流系统的平衡发展。

各种类型物流配送中心的选址问题在理论和实践方面已经取得了许多研究成果, 而且形成了多种模型和算法, 如重心法、数值分析法、线性规划法、启发式算法, 尤其是近年来发展起来的神经网络、蚁群算法、遗传算法、禁忌搜索算法、模拟退火算法、粒子群算法等智能优化算法在众多领域都得到广泛应用, 国内外不少学者已经把这些算法都应用于物流配送中心的选址上来解决一些复杂优化问题。例如利用蚁群系统中蚂蚁通过信息素寻找最优路径的机制, 以物流配送的总成本最低为聚类准则, 结合蚂蚁将物体聚堆的行为模式来定义蚂蚁的转移概率、禁忌列表和信息素更新方式, 实现基于蚁群优化的物流配送中心选址算法<sup>[2]</sup>; 建立配送中心选址的模糊神经网络模型, 以专家评价值作为期望的输出对网络进行训练, 客观地评价了多个配送中心选址方案<sup>[2]</sup>; 建立配送中心选址和路线的LRP组合模型, 并针对该模型引入了遗传算法和禁忌搜索算法, 设计了求解该模型的算法程序, 进而快速有效地求解了模型<sup>[3]</sup>; 结合模拟退火算法和遗传算法, 研究了物流配送中心选址问题, 反映了模拟退火遗传算法高收敛速度及跳出局部极值的能力<sup>[4]</sup>; 综合考虑整车物流系统中的运输规模经济效应、库存控制策略、设施、服务质量等决策因素, 建立了整车物流网络规划集成优化模型, 给出了一种流预测算法和粒子群算法相结合的求解方法, 用粒子群算法搜索物流网络可行结构, 用流预测算法确定其最优运输路径, 二者相互协调实现了最优解的搜索<sup>[5]</sup>。

笔者在考虑有关差异费用的同时, 把各项费用看成指标, 结合熵值法对各项指标观测值所提供的信息量的大小来确定指标权重, 针对实例结合枚举法对建立的线性模型进行了求解。

## 1 物流配送中心选址模型的建立

考虑只有一个生产企业供货点, 讨论在理想情况下, 从  $n$  个备选地点中, 通过对成本因素的定量分析建立模型, 选出最佳的  $p$  个中心, 对  $K$  个客户进行配送, 在满足用户需求的基础上, 使得企业总的成本费用最小。

**基本假设:** 假设备选配送中心的个数是确定的, 中心之间是相互独立的并列关系, 各中心没有容量和流量限制; 一个配送中心可以向多个用户服务, 但是一个用户只可以由一个配送中心服务; 用户需求量已知, 且生产企业能够及时满足用户的订购需要; 企业根据客户的需求订单进行发货。

符号定义:

0 配送中心  $j$  未被选中  
 $y_j =$   
 1 配送中心  $j$  被选中

式中,  $j$  为备选配送中心的下标,  $j = 1, \dots, n$ ;  $p$  为实际需要建立的中心个数;  $g_j$  企业到配送中心  $j$  的货运量;  $d_k$  为配送中心  $j$  到用户  $k$  的路程;  $c_{jk}$  为配送中心  $j$  到用户  $k$  的单位路程单位运量的运费。

0  $k$  用户不由配送中心  $j$  配送  
 $y_{jk} =$   
 1  $k$  用户由配送中心  $j$  配送

式中,  $k$  为已知的用户的个数,  $k = 1, \dots, K$ ;  $d_j$  为企业到配送中心  $j$  的路程;  $c_j$  为企业到配送中心  $j$  的单位路程单位运量的运费;  $g_k$  为配送中心  $j$  到用户  $k$  的运输量(需求量);  $F_j$  为建立配送中心的固定费用。

该文讨论在理想的情况下, 起主要决定作用的影响要素对于选址量化问题的研究, 根据成本费用建立如下模型:

$$\min F = \sum_{j=1}^n y_j d_j c_j g_j + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^K y_{jk} d_{jk} g_{jk} c_{jk} + \sum_{j=1}^n y_j F_j \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^n y_j = p$$

$$\sum_{j=1}^n y_{jk} = 1$$

基金项目 国家自然科学基金资助项目(90610031)。

作者简介 田立新(1964-), 男, 江苏姜堰人, 教授, 博士生导师, 从事系统工程的研究。\* 通讯作者。

收稿日期 2008-09-16

$0 < g_j - \sum_{k=1}^K g_{jk} y_{jk} < \epsilon$ , 为一个很小的正数。

## 2 引入熵值法<sup>[6]</sup>建立带权的线性费用模型

鉴于模型(1)只是把各项费用直接相加,对于不同等级的数据来说,如果一个费用数据很大,很可能会忽略了其他费用的影响,“一手遮天”了,要使所考虑的费用对决策结果都产生适当的影响,就必须在各项费用之前赋予一个权重。常用的赋值方法有AHP法、综合评价法、主观赋权法、客观赋权法、德尔菲法等,该文运用熵值法从客观的实际数据入手,通过数据所含的信息量大小来客观的确定权重。

**2.1 基于“差异驱动”原理的熵值法** 熵是热力学中的一个名词,在信息论中称为信息量,它是信息的一个度量。根据信息论的定义,在一个信息通道中传输的第*i*个信号的信息量 $I_i$ 是 $I_i = -\ln p_i$ ,式中, $p_i$ 是这个信号出现的概率。因此,如果有*n*个信号,其出现的概率分别为 $p_1, p_2, \dots, p_n$ ,则这*n*个信号的平均信息量,即熵为 $-\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$ 。

下面,利用熵的概念,给出确定指标权系数的熵值法。

设 $x_{ij}(i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m)$ 为第*i*个系统中的第*j*项指标的观测数据。对于给定的*j*, $x_{ij}$ 的差异越大,该项指标对系统的比较作用就越大,亦即该项指标包含和传输的信息越多。信息的增加意味着熵的减少,熵可以用来度量这种信息量的大小。用熵值法确定指标权数的步骤如下:

(1) 计算第*j*项指标下,第*i*个系统的特征比重 $p_{ij} =$

$$\frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}}, \text{这里假定 } x_{ij} > 0, \text{且 } \sum_{i=1}^n x_{ij} > 0。$$

(2) 计算第*j*项指标的熵值 $e_j = -\sum_{i=1}^n p_{ij} \ln(p_{ij})$ ,其中 $k =$

$$\ln \frac{1}{n}, 0 < e_j < 1。$$

(3) 计算指标 $x_{ij}$ 的差异性系数。

对于给定的*j*, $x_{ij}$ 的差异越小,则 $e_j$ 越大,当 $x_{ij}$ 全相等时, $e_j = e_{\max} = 1$ ,此时对于系统间的比较,指标 $x_{ij}$ 毫无作用;当 $x_{ij}$ 差异越大, $e_j$ 越小,指标对于系统的比较作用越大。因此定义差异系数 $g_j = 1 - e_j$ , $g_j$ 越大,越应重视该项指标的作用。

(4) 确定权重,即取 $w_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^m g_j}, j=1, 2, \dots, m$ ,则 $w_j$ 为归

一化了的权重系数。

**2.2 基于熵值法加权改进的线性模型** 基于差异驱动的熵值法赋权是一类求大异存小同的方法,完全根据客观情况进行评价,评价过程具有透明性,不存在任何主观色彩,能够使决策的结果更准确化、客观化。根据上面对熵值法的介绍,把3个费用分别看作3个指标,然后根据熵值法确定出这3个费用的相对比重,从而建立了改进的线性费用模型:

$$\min F = \sum_{j=1}^3 \frac{g_j}{\sum_{j=1}^3 g_j} y_j d_j c_j g_j + \sum_{j=1}^3 \frac{g_j}{\sum_{j=1}^3 g_j} \sum_{k=1}^K y_{jk} d_{jk} g_{jk} c_{jk} + \sum_{j=1}^3 \frac{g_j}{\sum_{j=1}^3 g_j} y_j F_j \quad (2)$$

其中, $g_j = 1 + \frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \ln \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \right), j=1, 2, 3。$

## 3 实例分析

假设由定性分析筛选出4个候选中心,研究如何根据所

产生的相联成本费用最小从中选出3个中心向6个客户进行配送(表1、2、3)。该文数据是根据参考文献[7]中的部分数据得来的。

表1 中心到用户单位距离单位运量的运输费率

Table 1 The delivery fees of traffic per distance from the center to users

j	1	2	3	4	5	6
1	25	21.5	27	20.5	27.0	23.6
2	19	33.0	20	23.0	25.5	26.4
3	20	18.0	23	21.5	21.0	26.0
4	24	23.0	21	28.0	17.0	21.0

表2 中心到用户的距离

Table 2 The distance from the center to users

j	1	2	3	4	5	6
1	215	198	145	202	173	184
2	120	145	200	194	185	215
3	200	350	200	195	135	215
4	135	150	120	175	195	205

表3 其他数据

Table 3 The other data

j	$c_j$	$d_j$	$F_j$
1	11	165	80 000
2	10	120	85 000
3	12	190	98 000
4	15	155	67 000

各用户的需求量分别为15,13,10,9,12,11。

具体数据如上所示,但是选用哪一组数据作为确定权重的依据成了一个难题。熵值法是利用观测数据所提供的信息来确定权系数的,它虽然避免了主观赋权法的弊病,但也有它的不足之处:对于同一指标体系的2组不同的样本,即使用同一种方法来确定各指标的权重系数,结果也会有差异。对于给定的几组数据,本文采用平均期望值的方法求得一组平均数据,再运用熵值法根据这组数据求得指标权重,最后用枚举法求解线性模型。

(1) 从企业到配送中心的平均运输费用。把客户的需求平摊到4个中心上,即为17.5,根据企业到不同配送中心的距离,费率和运量求出各自的运输费用: $f_{11} = 31\ 762.5, f_{21} = 21\ 000, f_{31} = 39\ 900, f_{41} = 40\ 687.5。$

(2) 从配送中心到用户的配送费用。计算各个中心到6个用户的平均距离 $d_i$ 和平均运输费率 $c_i$ ,根据这些平均期望值可求得从配送中心到用户的配送费用 $f_{i2}: f_{12} = 78\ 120, f_{22} = 74\ 340, f_{32} = 83\ 160, f_{42} = 62\ 755。$

根据以上求得的数据作为指标的观测数据,并标准化,分别求得 $p_{ij}$ 后,根据上述熵值法的步骤,分别求得 $e_j, g_j$ ,进而求得 $w_j = (0.679, 0.115, 0.206)$ ,则该实例的具体线性模型为:

$$\min F = 0.679 \sum_{j=1}^3 y_j d_j c_j g_j + 0.115 \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^K y_{jk} d_{jk} g_{jk} c_{jk} + 0.206 \sum_{j=1}^3 y_j F_j \quad (3)$$

对4个最佳配送方案(最佳配送方案是指在配送路线确

(下转第14828页)

解程度、年龄对其消费行为有显著性影响; 被访者对有机食品的信任程度以及性别对其购买行为也有较显著的影响, 但是影响程度不如前2个大; 被访者的教育程度、家庭老年人和儿童的数目有轻微的影响; 而有机食品价格、对食品安全的担心程度和家庭月收入等因素不会产生影响。

**3.1** 被访者对有机食品的了解程度对其最后购买行为的影响 在调查中, 把消费者对有机食品的了解程度划分为5个等级, 分别为从没听说过、听说过但不了解、听说过也了解一点、了解和非常了解<sup>[2]</sup>。模型运行结果为影响系数为正且  $\text{Exp}(B) = 1.77$ , 这说明消费者对有机食品的了解程度与其购买意愿是呈正相关的, 且当消费者对有机食品的了解上升1个等级时, 其对有机食品购买意愿就增加1.77个单位。

**3.2** 被访者的年龄大小对其购买行为的影响(显著性水平为**0.01**) 由于影响系数为正, 表明年龄和购买有机食品的行为也呈正相关, 年纪越大越有可能购买有机食品,  $\text{Exp}(B) = 1.49$ , 说明年龄增加1个单位, 对有机食品购买会增加1.49个单位。之所以会有这样的结果, 笔者认为, 随着年龄的增长, 人们的保健意识和养生意识也在不断地提高, 因此对食物的要求也会相应地提高。

**3.3** 信任程度对购买有机食品行为的影响 按照常理推断, 应该是信任度越高就越可能购买, 可是此项因素的影响系数为负, 即信任度与购买行为呈负相关。究其原因, 从前文的描述性统计可以看出, 教育程度越高的人对有机食品越是持怀疑态度, 可能是由于教育程度越高, 对有机食品认证、生产等各个环节了解的越多, 对有机食品的效用和价格之间的关系越是有自己的看法。而信任有机食品的人往往是那些教育程度比较低的人, 这部分群体的收入水平也比较低, 即使信任有机食品, 但是由于收入的限制购买行为也会受到约束。模型运算结果与笔者的预想差异很大。

(上接第14826页)

定后, 单纯根据运输距离和运输费率算出的成本最小的组合方案, 即决定哪个客户由哪个配送中心配送是最佳的。) 进行枚举, 分别求解总费用进行比较, 可知当选择(2, 2, 2, 2, 3, 1)方案时总费用最小, 即选择第1, 2, 3, 3个备选地址, 可以使得基本的成本费用最小, 且此时第1个配送中心负责配送第6个用户, 第2个配送中心负责配送第1到第4个用户, 第3个配送中心负责配送第5个用户, 从而求出了最优解。

#### 4 小结

配送中心的选址问题就是要有利于整个物流网络的优化, 物流配送中心的合理选址是一个成功物流系统的关键环节。通过不同的手段定性和定量的分析都可以实现在不同评价标准上的决策。通过对客观数据的利用, 将所考虑的成本费用项看成指标, 根据熵值法建立了比较客观的定量模

**3.4** 被访者性别对购买行为的影响 从理论的角度上说, 不同性别的消费者在购买行为上有较大的差异<sup>[3]</sup>。但是相对于以上3个因素来说性别的影响相对较弱, 其回归系数为负数, 说明男性相对于女性来说更倾向于购买有机食品。这个结论跟预期有很大的不同。究其原因, 笔者认为是由男性的消费习惯决定的。男性在购买物品的过程中可能更倾向于认为越贵的东西越好, 而不像女性考虑很多其他因素, 而有机食品的价格相对与常规食品又较高, 所以男性更倾向于购买有机食品。

**3.5** 其他因素对购买行为的影响 相对于以上4个因素来说, 调查前所设想的家庭收入, 家庭人口结构以及有机食品的价格对消费者的购买行为并没有十分显著的影响。

#### 4 结论

研究表明, 消费者购买有机食品的关键影响因素是, 消费者对有机食品的了解程度以及消费者的年龄, 其次为消费者对有机食品的信任程度和消费者的性别。与调查预期相矛盾的是, 消费者对有机食品的信任程度对购买行为起到相反的作用, 即两者为负相关, 并且被访者的家庭月收入, 家庭人口机构以及有机食品的价格对消费者购买行为的影响不大。这说明随着社会经济和文化的发展, 购买偏好对消费者购买行为的影响起到越来越重要的作用。调查结果显示, 尽管收入并不是很高, 但是仍然有相当一部分人选择购买有机食品, 可见, 人们对自身健康的关注程度在一定程度上超过了收入本身, 而这个因素也应逐渐成为经销商、生产者和政策制定者应该考虑的。

#### 参考文献

- [1] 王志刚. 食品安全的认知和消费决定: 关于天津市个体消费者的实证分析[J]. 中国农村经济, 2008(4): 41 - 48.
- [2] 王志刚, 翁燕珍, 毛燕娜. 消费者对 HACCP 认证的支付意愿: 基于北京市乳制品市场的调查[J]. 中国食品学报, 2007(1): 12 - 17.
- [3] 孟菲. 食品安全的消费特征分析[J]. 消费经济, 2007, 23(1): 85 - 88.

型, 并通过枚举法求解得出了最佳的配送地址, 选择的手段和过程客观、准确、透明, 可以客观的用于各种类型的实际选址模型中, 避免了人为因素的干扰。

#### 参考文献

- [1] 秦固. 基于蚁群优化的多物流配送中心选址算法[J]. 系统工程理论与实践, 2006(4): 120 - 124.
- [2] 刘筱洁, 曹立明, 王小平. 基于模糊神经网络模型的配送中心选址综合评价[J]. 计算机应用与软件, 2007(3): 15 - 17.
- [3] 胡大伟, 陈诚. 遗传算法(GA)和禁忌搜索算法(TS)在配送中心选址和路线问题中的应用[J]. 系统工程理论与实践, 2007(9): 171 - 176.
- [4] 张雪东, 季一木. 基于模拟退火遗传混合算法的物流中心选址问题研究[J]. 电脑开发与应用, 2006(6): 4 - 6.
- [5] 秦绪伟, 范玉顺, 尹朝万. 整车物流网络规划问题的混合粒子群算法研究[J]. 系统工程理论与实践, 2006(7): 47 - 53.
- [6] 郭亚军. 综合评价理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [7] 杨柳. 供应链中配送中心选址方法研究[J]. 上海: 上海海事大学, 2004: 36 - 37.