

基于灰色-DEA 的物流配送中心选址研究

曹庆奎, 李现美

(河北工程大学 经济管理学院, 邯郸 056038)

[摘要]物流配送中心作为物流配送系统的重要组成部分, 其选址规划问题也是主要研究对象。本文将 DEA 与灰色关联分析相结合, 把带有灰色关联约束锥的 DEA 模型用于选址, 构建了成本—效益型指标体系进行经济论证评价。该方法既克服了确定权重时的主观性, 又通过“非均一”赋权达到了优先序评价的最优性, 从而实现了投资效果分析的公正性。最后通过实例说明了方法的有效性。

[关键词]灰色关联; DEA; 配送中心; 选址

doi: 10. 3969/j. issn. 1673-9477. 2013. 04. 002

[中图分类号] F25-2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-9477(2013)04-007-04

随着经济的发展和社会的进步, 企业间物流的配送能力已经成为企业核心竞争力之一, 要提高物流配送能力首先需要对物流配送中心进行合理选址。而选址决策是一个多目标多属性的问题^[1], 涉及的因素很多也很复杂。如何建立一个全面、良好的评价体系来构造选址模型并获取最优解成为国内外学者研究的热点问题。李梦觉以物流成本最小化为目标, 对农产品物流配送中心进行了选址^[2]。翁克瑞建立了成本与半径优化的服务设施选址问题(CROFL)的混合整数规划模型, 实现了服务成本与服务半径的双重优化^[3]。曾敏刚以总成本最小为目标构造了应急服务设施选址模型, 并运用改进的模拟植物生长算法进行求解^[4]。这些大都以物流成本最小或配送距离最小为目标来对配送中心进行选址, 很少有文献考虑成本—效益两者之间的相对有效性对配送中心选址构造模型来求解。在方法的研究上, 如蚁群算法、遗传算法、模拟退火算法等用于选址问题, 虽然在一定程度上取得了较好的结果, 但这些启发式算法在参数的设置上较为复杂, 对计算的速度、收敛性能等方面有一定的影响。Hwang C L 和 Yoon K^[5]提出了 TOPSIS 方法, 其中心思想是通过比较各备选方案与最优方案和最劣方案的距离来对备选方案进行排序。其不足在于对指标进行赋权时难以找到合适的赋权方法, 使得其应用受到一定的限制。模糊综合评价作为一种多属性的综合评价方法, 其隶属度函数权重也有一定的主观性^[6]。

本文将灰色关联分析用于 DEA 模型对权重进行约束, 其中灰色关联分析是根据事物或因素的时间序列曲线的相似程度来判断其关联程度的大小^[7]。此方法在计算各方案相对于最优方案的关联度时使用的都是同一组权重, 从而不能体现评价的最优性与

公正性^[8]。DEA 是著名的运筹学家 Charnes 等学者^[9-11]以“相对效率”概念为基础, 根据多指标投入和多指标产出使用数学规划模型^[12]对相同类型的单位进行相对有效性评价的一种系统分析方法。此方法属于“非均一”^[13]评价, 从而具有最优性和客观性。因此, 本文综合了 DEA 和灰色关联分析两种方法的优点, 并从成本—效益之间的相对有效性角度对配送中心选址进行合理评价。

一、构建配送中心选址评价指标体系

(一) 配送中心选址影响因素分析

本文从成本效益合理性出发, 以最低的成本为顾客提供满意的服务并实现效益最大化为主要经营目标对配送中心选址因素分析。

(1) 土地条件

对于土地的使用, 应该符合相关法规及城市规划的要求, 尽量选在物流园区或经济开发区。建设用地要考虑土地大小与地价, 在考虑现有地价及未来增值状况下, 配合未来可能扩展的需求程度, 决定最合适的面积大小。

(2) 交通条件

是影响物流的配送成本及效率的重要因素之一, 交通运输的不便将直接影响物流的成本。因此必须考虑对外交通的运输通路, 以及未来交通与邻近地区的发展状况等因素。

(3) 基础设施条件

物流中心所在地要求城市的道路、通信等公共设施齐备, 有充足的供电、水热、燃气的能力, 且场区周围要有污水、固体废弃物处理能力。可保证物流作业安全, 满足消防、生活等方面的需要, 在一定程度上降低物流成本。

[投稿日期] 2013-11-20

[基金项目] 国家自然科学基金项目(61240050); 河北软科学研究计划项目(13455406D); 河北省高等学校社科研究 2013 年度基金项目(SY13101); 河北省社科基金项目(HB12GL063; HB12GL014)

[作者简介] 曹庆奎(1963-), 男, 河北乐亭人, 教授, 博士, 研究生导师, 研究方向: 物流与供应链管理。

(4) 客户状况

基于物流中心未来的经营绩效,物流中心选址时还要考虑所服务客户的分布、客户的素质、客户对服务的反应情况等因素。

本文在分析各影响因素的基础上,遵循系统全面性、可操控性、可比性、可拓展性等原则^[14],从经济论证的角度,对指标从成本型和效益型两方面细化分类见表1。

(二) 指标体系的建立

表1 物流配送中心选址指标

一级指标	二级指标	指标说明
成本型	土地价格	物流配送中心作为货物的集散地需要大片的土地,不同地方的土地价格差别很大,因此地价是一个重要的指标
	建设费用	主要指基础设施建设费用,包括道路建设的费用,水电、供暖设备的费用等
	运输成本	是物流费用的主要成本之一
	配送时间	作为配送中心,给顾客提供及时便捷的服务是必要的,如果配送不及时,可能造成顾客的流失,影响销售量,进而影响产值效益
效益型	配送时间	作为配送中心,给顾客提供及时便捷的服务是必要的,如果配送不及时,可能造成顾客的流失,影响销售量,进而影响产值效益
	服务质量	包括货物完好程度、货品的精准率、货品质量以及应急需求的反应能力等,是衡量物流系统好坏的一个效益型指标
	车辆满载率	车辆实际载装量与车辆装载能力的百分比
	年产值	衡量物流配送中心的产值效益

对物流中心选址,如果只考虑物流中心的成本因素而不考虑效益,尽管成本小但带来的效益也很小,这样的物流中心没有太大的价值^[15]。相反,如果只考虑效益,可能其成本也很高,这也不合理。因此要综合考虑两者对物流中心进行合理选址。

二、带有灰色-DEA模型

(一) 问题描述

对配送中心选址进行评价时,把成本型指标作为输入变量 x ,把效益型指标作为输出变量 y 。假设系统由 m 个决策方案和 n 个指标构成,记 DMU_i 为评价系统中第 i ($i=1,2,\dots,m$)个决策方案, DMU_i 的输入向量与输出向量分别为^[16]:

$$x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{is})^T$$

$$y_i = (y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ip})^T$$

其中, s 为成本型指标的个数, p 为效益型指

$$\gamma_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{\min_i \min_k |X_0(k) - X_i(k)| + \varepsilon \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|}{|X_0(k) - X_i(k)| + \varepsilon \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|} \quad (1)$$

其中, ε 为分辨系数,在 $[0, 1]$ 内取值,可以证明在最小信息原理下取0.5。 γ_i 的大小直接反映了 X_i 对 X_0 的影响程度(权重)^[17-18]。

(2) 构建灰色关联约束锥

根据关联度对指标权重进行约束,但因为DEA模型中的权重没有归一化,所以必须先写成比例式

$$W_{w_i} = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad W_{\mu_i} = \frac{\mu_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i} \quad (2)$$

标的个数, $s+p=n$ 。那么输入数列矩阵 X 和输出矩阵 Y 如下:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1s} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2s} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{ms} \end{bmatrix}^T \quad Y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1p} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & y_{m2} & \cdots & y_{mp} \end{bmatrix}^T$$

(二) 带有灰色关联约束锥的DEA模型

(1) 确定参考序列求关联度

以输入指标为例,设参考因素数列 X_0 ,记为

$$X_0 = \{X_0(1), X_0(2), \dots, X_0(s)\}$$

比较因素数列 X_i , $i \in m$,记为

$$X_i = \{X_i(1), X_i(2), \dots, X_i(s)\}$$

则 X_0 与 X_i 的关联度为

式中 w , μ 分别表示输入与输出权重,然后将比例式改成线性式,构成灰色关联约束锥得:

$$Xw \geq 0, \quad w = (w_1, w_2, \dots, w_m)^T \geq 0 \quad (3)$$

$$Y\mu \geq 0, \quad \mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_m)^T \geq 0 \quad (4)$$

(3) (4) 带有灰色关联约束锥的DEA模型

根据 C^2WH 模型,构建带有灰色关联约束锥的DEA模型,即

$$\begin{aligned} &\max(\mu^T Y_0 + \mu_0 L) \\ &w^T X_j - \mu^T Y_j - \mu_0 L \in K \\ &S.t \quad w^T X_0 = 1 \\ &w \in V, \mu \in U, j = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \tag{5}$$

$$\begin{aligned} &L \sum_{j=1}^n \lambda_j = L \\ &\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)^T \in -K^* \end{aligned}$$

式中

$$V^* = \{A^T v | v \leq 0\}, U^* = \{B^T u | u \leq 0\}, K^* = \{R^T k | k \leq 0\}$$

分别为 V, U, K 的倒锥, $L = 0$ 或 1 。

其中, $L = 0$ 为 C^2R 模型, $L = 1$ 为 C^2GS^2 模型。 X_j 为输入指标矩阵, Y_j 为输出指标矩阵; $V \subset E_s^+$ 为闭凸锥, 称输入锥, $\text{int } V \neq \phi$; $U \subset E_p^+$ 为闭凸锥, 称输出锥, $\text{int } U \neq \phi$; $K \subset E_m^+$ 为闭凸锥, 称决策锥, $\text{int } K \neq \phi$; E_m^+, E_p^+, E_s^+ 分别表示 m, p, s 维正向量空间, 且有 $V = \{v | Av \geq 0\}, U = \{u | Bu \geq 0\}, K = \{k | Rk \geq 0\}$ 。其 对 偶 模 型 如 下:

$$\begin{aligned} \min \quad &\theta \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j - \theta X_0 \in V^* \\ S.t \quad &-\sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j + Y_0 \in U^* \end{aligned} \tag{6}$$

三、实证分析

某市一家物流配送中心, 为了扩大业务范围, 需新建一物流配送中心。该企业领导通过宏观分析已选定七个可行备选地址, 即决策单元 DMU1、DMU2、DMU3、DMU4、DMU5、DMU6、DMU7。要求在尽可能降低物流成本增大效益的情况下, 从中选取一个最优地址。通过对该企业的业务报表进行分析与整理及顾客的调查分析, 得到如下表 2 各项数据。

选址方案		表 2 数据源						
指标		DMU1	DMU2	DMU3	DMU4	DMU5	DMU6	DMU7
输入指标 X	土地价格 (万元)	35	43	30	72	44	80	58
	建设费用 (万元)	92	82	120	75	84	72	100
	运输成 (百元/次)	4.3	4.5	5.6	3.7	4.2	3.4	5.2
	配送时间 (小时/次)	4.0	3.0	4.7	2.7	3.5	2.4	3.4
输出指标 Y	服务质量	8.8	8.5	7.8	9.2	8.2	9.4	9.0
	车辆满载率	0.86	0.87	0.89	0.91	0.84	0.90	0.82
	年产值 (万元)	240	260	220	187	290	196	200

对数据进行标准化处理, 得表 3

表 3 标准化的输入指标和输出指标数据							
决策单元	DMU1	DMU2	DMU3	DMU4	DMU5	DMU6	DMU7
X	0.90	0.74	1.00	0.16	0.72	0.00	0.44
	0.58	0.79	0.00	0.94	0.75	1.00	0.42
	0.59	0.50	0.00	0.86	0.64	1.00	0.18
	0.30	0.74	0.00	0.87	0.52	1.00	0.57
	0.63	0.44	0.00	0.87	0.25	1.00	0.75
Y	0.44	0.56	0.78	1.00	0.22	0.89	0.00
	0.51	0.71	0.32	0.00	1.00	0.09	0.13

利用 Xw^T 和 $Y\mu^T$ 将多输入多输出指标合成单输入指标 X' 和单输出指标 Y' , 见表 4

表 4 单输入指标 X' 和单输出指标 Y'							
单输入指标 X'	0.62564	0.70641	0.24076	0.71741	0.65941	0.75923	0.38783
单输出指标 Y'	0.53292	0.43295	0.36402	0.93874	0.12259	0.92719	0.32204

最后,根据公式(6),运用 EXCEL“加载宏”中的规划求解对的 C^2R 模型进行计算,结果见表5。

表5 各方案相对效用值

决策单元	DMU1	DMU2	DMU3	DMU4	DMU5	DMU6	DMU7
相对效用值	0.70945	0.99997	0.40537	0.86545	0.12296	0.80773	0.52065

从表中可以得出7个备选点有效值排序为 DMU2>DMU4>DMU6>DMU1>DMU7>DMU3>DMU5, DMU2 的有效性要优于其他六个决策单元。因此,本文选择备选地址2作为最终的物流配送中心。

四、结论

本文将灰色关联分析与 DEA 相结合,综合两者的优点把带有灰色关联约束锥的 DEA 模型运用到物流配送中心选址研究中,从而得到客观公正的评价结果。这种集成方法属于非均一化评价方法,将会有广泛的应用。文章不足之处在于仅从经济角度选取指标,还应该从技术角度如土地利用,物流中心功能的完善程度等方面对选址方案进行评价。

参考文献:

- [1]周延年,朱怡安.基于灰色系统理论的多属性群决策专家权重的调整算法[J].控制与决策,2012,27(7):1113-1116.
- [2]李梦觉,曹伟,谢小良.基于混合整数规划法的农产品物流配送中心选址模型[J].统计与决策 2011(8):62-64.
- [3]翁克瑞,杨超.成本与半径优化的设施选址问题[J].系统管理学报,2012,21(3):352-356.
- [4]曾敏刚,余高辉.基于改进模拟植物生长算法的应急物流中心选址研究[J].软科学,2011(10):45-49.
- [5]Ching-Lai Hwang, Yoon Kwangsun. Multiple attribute decision making[M]. New York: Springer-Verlag, 1981.
- [6]刘筱洁,曹立明.基于模糊神经网络模型的配送中选址综合评价[J].计算机应用与软件,2007,24(3):15-17.
- [7]Deng J L. Control problems of gray systems[J]. System & Control Letters, 1982, 1(5):288-294.
- [8]杨印生,谢鹏扬,李洪伟.基于 DEA 的加权灰色关联分析[J].吉林大学学报,2003,33(1):98-101.
- [9]Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Research, 1978, (2):429-444.
- [10]Charnes A, Cooper W W, Golany B. Foundations of data envelopment analysis for Paret-Koopmans efficient empirical production functions[J]. Journal of Econometrics, 1985, 30(1/2):91-107.
- [11]Seiford L M. Data envelopment analysis: The evolution of state of the art (1978-1995)[J]. Journal of Production Analysis, 1996, 7:99-137.
- [12]王建宏,陆志峰.基于相关性分析与 DEA 模型的寿险公司效率分析[J].数学的实践与认识,2009,39(20):25-30.
- [13]王先甲.基于 AHP 和 DEA 的非均一化灰色关联方法[J].系统工程理论与实践,2011,31(7):1222-1229.
- [14]何炳华.物流系统规划设计与软件应用[M].北京:北京交通大学出版社,2012:287-289.
- [15]夏玉森,周海云.基于成本效益比和相互淘汰的物流中心选址[J].武汉理工大学学报,2006,28(1):134-137.
- [16]王洁方.灰色 DEA 组合模型及其应用研究[D].南京:南京航空航天大学,2010:70-86.
- [17]崔杰,党耀国.基于灰色关联度求解指标权重的改进方法[J].中国管理科学,2008,16(5):141-145.
- [18]曹庆奎,李建光.基于信息熵和灰关联分析的煤矿企业供应商评价选择研究[J].河北工程大学学报(社科版),2008(1):81-84.

[责任编辑 陶爱新]

The site selection research of logistics distribution center based on gray-DEA

CAO Qing-kui, LI Xian-mei

(School of Economics and Management, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

Abstract: As an important part of the distribution system, how to select a logistics distribution center is of great importance in research. This paper combines DEA with gray correlation analysis, and applies grey relational constraint cone DEA model to site selection, which builds an index system of cost-efficiency for evaluation of economic reasoning. This method has overcome the subjectivity in determining the weights, and achieved the optimality of priority assessment through "non-uniform", thus it represents the impartiality of investment analysis. The paper also illustrates the effectiveness of the methods.

Key words: Gray associated; DEA; Distribution Center; Site selection