

文章编号: 1002-0268 (2004) 07-0127-04

基于 DEA 方法的物流园区投资方案决策

梅振宇, 陈峻, 王炜
(东南大学交通学院, 江苏 南京 210096)

摘要: 在物流园区面积既定的情况下, 不同的投资方案, 物流园区的经济性是不同的。但是物流园区投资和运营的特殊性, 如寿命期很长、市场需求变化大等特点, 问题变得比较复杂, 使得用传统的技术、经济方法进行投资方案决策受到很大的限制。针对物流园区投资是一个多投入、多产出, 长期的动态的决策问题的特点, 提出将物流园区投资决策问题分成两个步骤进行简化, 先利用 DEA 方法对物流园区经济性作静态分析, 把物流园区效益问题转化为资源的利用率问题进行分析; 再利用层次分析法综合考虑物流园区土地、资金等其它实际条件, 判断出最终最优方案。

关键词: 物流园区; 投资决策; DEA 方法; 层次分析法

中图分类号: U492.3

文献标识码: A

Decision-making Method for Logistics Parks Project Based on DEA

MEI Zhen-yu, CHEN Jun, WANG Wei

(Transportation College, Southeast University, Jiangsu Nanjing 210096, China)

Abstract: With given logistics parks area, logistics parks have the different economy with the different investment schemes. But considering the particularity of logistics parks' investment and management such as long life-span, great changes in market demand and so on, the issue becomes more complex. Traditional technique and economy decision-making methods for investment scheme have their limitations. Considering the investment of logistics parks is a long-term dynamic issue with much investment and much output, this paper simplifies the decision issue by means of dividing into two steps. First, it statically analyzes the economy of logistics parks by using DEA, transferring the benefits of logistics parks into the one about utilization of resources, and then selects the final optimized plan by considering the other practical conditions as ground and fund with the use of AHP.

Key words: Logistics parks; Investment decision; DEA; AHP

物流园区的经济性是物流园区投资主要指标。物流园区的总成本主要包括建设和运营费用两个方面, 在物流园区面积既定的情况下, 不同的投资方案, 园区的经济性是不同的, 评价投资方案经济性的首要目标是效益^[1]。但是物流园区投资和运营的特殊性, 如寿命期很长、市场需求变化大等特点, 问题变得比较复杂, 使得用传统的技术经济方法计算投资回报率受到很大的限制。本文将此类问题分为两阶段处理, 首先用 DEA 方法对不同投资方案的物流园区作资源的相对有效性分析, 挑选出资源利用率较高的方案; 然后根据规划的具体情况目标, 利用层次分析法作进一步分析, 确定最优方案。

1 基于 DEA 方法的物流园区投资决策的思路

数据包络分析 (Data Envelopment Analysis, 简称 DEA) 是一种对同类型的具有多输入、多输出的投入产出系统 (称为决策单元, Decision Making Unites, 简称 DMU) 的相对运行效率进行比较评价的系统分析方法。从生产函数的角度看, DEA 模型是用来研究多个输入、特别是具有多个输出的生产部门同时为规模有效与技术有效的十分理想的方法。它不需事先假定投入产出之间的函数关系, 以系统中的实际决策单元为基础, 利用观测到的有效样本数据, 采用线性规划技术确定系统的有效前沿面, 进而得到各决策单元的

相对效率以及资源输入剩余和输出亏空等方面的信息,已在许多领域得到了广泛应用^[3]。为了正确地运用DEA方法,得到科学的评价结论和有用的决策信息,必须认真分析评价具体的目标。物流园区的主要功能是提高整个城市货物周转速度,降低周转费用。而这些功能的实现就需要物流园区能提高周转效率以降低流通成本。因此,可以将其看作一种投入产出系统,其运营的有效性评价就是要判别物流园区主要功能的实现程度及其运作效率的高低。相对运作效率越大,意味着物流园区运营的有效性越好,能够以较高的运作效率降低流通成本。因此DEA方法中的“相对有效性”的概念可以用来评价物流园区的运营有效性及其资源利用的情况。在进行实际评价分析时,可将物流园区运营系统视作DEA评价中的决策单元。它具有特定的输入和输出,将其输入转化为输出的过程中,尽量实现物流园区的功能,使其运营效率达到最优^[2]。通过DEA方法分析和筛选,可以得到一系列可行方案,而最终整体最优方案的确定可采用层次分析法(AHP)来进行决策。物流园区的评价,包含了社会、经济、环境及生态等方面因素,要使其最终目的是最佳方案的整体评价和选择,也即是物流园区方案的决策问题,可采用决策技术方案中的方法,层次分析法便是其中最有效的方法之一。因此基于DEA物流园区投资的步骤如图1。

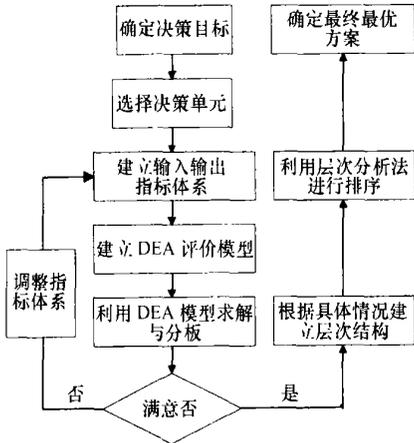


图1 基于DEA方法的应用步骤

2 利用DEA方法确定可行方案范围

2.1 决策单元和指标体系的选择

选择DMU就是确定评价参考集,须遵循两个基本原则:一是参考集中的DMU应该具有同类型的特征,即相同的目标和任务、相同的外部环境和相同的输入输出指标;二是为了避免DMU的同类型受到影

响,其个数不应过多,以不少于输入输出的指标总数的2倍为宜。在物流园区方案的有效性评价中,DMU可采用纵向、横向、纵横向、整体与局部综合比较等方法^[4]。

一般来说,物流园区的费用主要包括3个部分:建设费用、营运费用和工资。建设费用包括两个部分:一部分是征地、仓库堆场建设、设备购买的费用,这部分费用与物流园区的规模成正比,亦即和物流处理量成正比;另一部分则是固定费用,如附属设施建设。运营费用主要内容包括配货、转载、运送、卸载、返回几个过程及折旧费等不变成本等,而物流园区的效益主要表现在周转量、利润等。工资费用主要是支付物流园区员工工作报酬的费用。评价项目的优劣是资源利用率,在DEA模型中处理量纲问题的具体办法是:给每个投入产出指标适当地配上权系数,使不同量纲的指标之间具有可比意义。

2.2 基于DEA方法确定可行解范围

通过全面分析物流园区投资方案,设3个决策单元,形成表1的求解模型。

表1 物流园区投资方案求解模型

指标	权系数	决策单元		
		1	2	3
投入指标1	v_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}
投入指标2	v_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}
产出指标1	u_1	b_{11}	b_{12}	b_{13}
产出指标2	u_2	b_{21}	b_{22}	b_{23}

表中的决策单元就是投资方案,因为设有3个决策单元,决策单元列中的元素代表投入与产出的具体量值。设 $j=1, 2, 3$ 分别代表决策单元1, 2和3,可以得到以下的决策单元 j 的效率表达式

$$h_j = \frac{b_{1j}u_1 + b_{2j}u_2}{a_{1j}v_1 + a_{2j}v_2} \quad j=1, 2, 3 \quad (1)$$

我们总可以适当地选取权系数 v_1, v_2, u_1, u_2 使得 $h_j \leq 1 (j=1, 2, 3)$ 。在表1中取出一个决策单元对其作相对有效性分析,先令其为 $j_0 (j_0=1, 2, 3)$,以权系数 v_1, v_2, u_1, u_2 为求解变量,以全体决策单元的效率表达式 $h_j < 1 (j=1, 2, 3)$ 为约束条件,以 j_0 的效率表达式 h_{j_0} 为目标函数(最大为最优),可得到如下的最优化模型

$$\begin{aligned} \max h_{j_0} &= \frac{b_{1j_0}u_1 + b_{2j_0}u_2}{a_{1j_0}v_1 + a_{2j_0}v_2} \\ \text{s. t. } &\begin{cases} \frac{b_{1j}u_1 + b_{2j}u_2}{a_{1j}v_1 + a_{2j}v_2} \leq 1 & j=1, 2, 3 \\ v_1, v_2, u_1, u_2 > 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

此模型即为 C^2R 模型, 模型的经济含义是求解 1 组权系数 v_1, v_2, u_1, u_2 , 在所考察的全部决策单元的效率式 h_j 满足小于等于 1 的条件下, 使所评价的决策单元 j_0 的效率式 h_{j_0} 最大。从构模的过程来看, 它是评价决策单元 j_0 的相对有效性, 所谓相对是指相对于全体决策单元的计算结果。

上述模型是个线性分式规划, 可将其转化为一个等价的线性规划问题。方法如下, 令变换为

$$t = \frac{1}{a_{1j_0}v_1 + a_{2j_0}v_2} \quad (3)$$

$$\omega_1 = tv_1, \omega_2 = tv_2, \mu_1 = tu_1, \mu_2 = tu_2$$

由此, 分式规划转换为如下的线性规划

$$\max Z = b_{1j_0}\mu_1 + b_{2j_0}\mu_2$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} -a_{1j}\omega_1 - a_{2j}\omega_2 + b_{1j}\mu_1 + b_{2j}\mu_2 \leq 0 (j=1, 2, 3) \\ a_{1j_0}\omega_1 + a_{2j_0}\omega_2 = 1 \\ \omega_1, \omega_2, \mu_1, \mu_2 \geq 0 \end{cases} \quad (4)$$

由于式(4)线性规划的模型的对偶模型有明显的经济学含义, 有实用价值, 所以需转化为对偶模型。令 x_1, x_2, x_3 分别为前三个约束方程的对偶变量, y 为最后 1 个约束方程的对偶变量, 引入松弛变量 s_1, s_2 和剩余变量 t_1, t_2 后, 得到对偶模型的标准型

$$\min W = y$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + s_1 = a_{1j_0}y \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + s_2 = a_{2j_0}y \\ b_{11}x_1 + b_{12}x_2 + b_{13}x_3 - t_1 = b_{1j_0} \\ b_{21}x_1 + b_{22}x_2 + b_{23}x_3 - t_2 = b_{2j_0} \\ x_1, x_2, x_3, s_1, s_2, t_1, t_2 \geq 0 \end{cases} \quad (5)$$

在使用模型时需要注意的是, 模型中的 j_0 要取遍每个决策单元, 每取定 1 个决策单元的数值, 就得到 1 个独立的模型, 并对其求解。因为在求解物流园区投资方案中设有 3 个决策单元, 得到 3 个模型, 要做 3 次计算。通过计算, 当目标函数 (即对偶变量 y) 等于 1, 即 $s_1 = s_2 = t_1 = t_2 = 0$ 时, 则决策单元 j_0 为 DEA 有效, 即为可行方案解。

3 利用层次分析法确定最佳投资方案

采用层次分析法确定物流园区最佳投资方案, 即结合物流园区的职能和投资原则, 充分考虑社会、经济、环境和生态目标, 对可行方案解进行逐一的评价, 寻求最佳的投资方案。层次分析法的基本步骤可分为: 提出总目标及建立层次结构、求同层权系数、求组合权系数、评价、一致性检验。

3.1 物流园区投资的总目标及层次结构

影响物流园区的投资因素很多, 但这些因素可总结为经济因素和土地因素两个主要方面。因此, 物流园区投资的总目标可设为经济、土地目标两个方面。满足经济目标是保证物流园区稳定运行和发挥最大效能的前提条件, 而满足土地目标则是可持续发展的重要环节。在物流园区投资时, 应适当设置在远离市中心的地方, 使得大城市的流通机能, 道路交通状况能够得到改善, 城市机能得以维持和增进。可以建立如图 2 所示的层次结构。

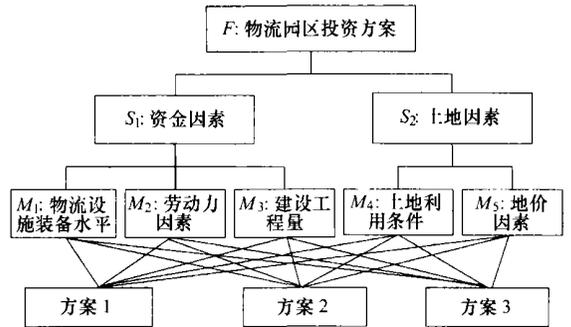


图 2 物流园区投资决策层次结构图

3.2 采用层次分析法确定最优方案

在物流中心投资中, 目标层受两个决策因素的影响, 而两个决策因素分别受到各子决策因素的影响, 通过上一层次某因素与本层次相关因素之间相对重要性的比较和层次结构图, 可以构造判断矩阵。分别建立 $F-S, S_1-M, S_2-M$ 判断矩阵, 最后建立判断矩阵 M_i-P , 其中 $i=1, 2, \dots, n$ 。即相对于每一个子准则层的指标, 各方案之间的相对重要性比较。

在进行了判断矩阵的确定后, 要进行一次性检验, 即判断矩阵求出的权系数是否合理。判断矩阵具有完全一致性时, $\lambda_{\max} = n$, 其余特征根为 0。而当判断矩阵具有满意的一致性时, 它的最大特征根稍大于矩阵阶数 n , 且其余特征根为 0。

计算同一层次所有因素对于总目标相对重要性的排序权值, 即进行层次总排序, 得到各子准则层各因素 M 对总目标 F 的权值, 然后根据权值进行重要性总排序。最后进行层次总排序的一致性检验, 验算出 M 层符合一致性检验。

4 方法应用

表 2 给出了扬州市物流园区投资的 9 种不同的方案。方案 1、2、3、4、5 均位于扬州市郊区, 所在区面积较大, 地价相对较低, 交通相对发达, 采用叉车存取, 除方案 1 外均采用电瓶车搬运, 电脑管理文件资料, 而方案 1 采用人工搬运, 人工处理文件。方案

6、7、8均位于扬州市经济开发区，是工业的集结区域，人流、物流、信息流的集散地，地价相对高，交通发达，运费较低，采用辊道传送带运输，全系统电脑控制，文件资料电脑处理。

表2 扬州市物流园区投资的9种方案

方案	建设费用 /万元	营运费用 /万元	工资 /万元	最大库存量 /万箱	最大周转量 /万箱
1	450	800	110	60	2000
2	560	800	96	60	2400
3	900	900	98	90	2800
4	950	900	80	90	3500
5	1050	900	71	90	3600
6	1000	1200	70	130	5100
7	1100	1200	60	130	5200
8	1350	1200	43	130	5300
9	1400	1200	40	130	5300

表2中建设费用、营运费用、工资和最大库存量为投入量，由于利润较难估计，仅取最大周转量为产出量。本例的投入变量的权系数有4个，产出变量的权系数只有1个，如备选方案1，代入式(5)得到1个C²R模型进行求解，对于其他决策单元做分析时，只需依次替换方程组右边的系数就得到1个新模型。本实例有9个方案，要建9个模型，计算9次，计算结果见表3。

表3 利用DEA方法求解结果

方案	求解结果															
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	s_1	s_2	s_3	s_4	t_1	y	
1	0	0	0	0	0	0.39	0	0	0	0	226.6	68.4	1	0	0.87	
2	0	0	0	0	0	0	0.25	0.21	0	0	224.0	71.2	0	0	0.99	
3	0	0	0	0	0	0	0.11	0.42	0	0	53.0	50.4	0	0	0.77	
4	0	0	0	0	0	0	0	0.66	0	15	66.0	47.9	0	0	0.95	
5	0	0	0	0	0	0	0	0.68	0	113	67.9	40.4	0	0	0.98	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3E-14	0	0	1	
7	0	0	0	0	0	0	1	5E-16	0	0	7E-14	1E-14	0	0	1	
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2E-13	0	3E-14	0	1	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	

从计算结果看，后4个方案的效率指数达到1，松弛变量和剩余变量均为零或近似于零，为DEA有效。说明这些方案的资源配置在技术上得到较好组织，资源利用比较理想，是优先考虑了投资方案。第1、3、4号方案的y值较小，而松弛变量s₂、s₃值比较大，说明这3个方案的资源利用率相对较低。第2、5号方案的效率指数接近1，也是可以考虑的。

DEA分析初步筛选出资源利用相对较好的投资方案，这是在某个时间横断面上的比较，所谓有效是在这个时段条件下的有效，并且各方案的周转量是理论上的最大数值。在某个特定时间内，物流园区实际的周转量只有1个数值，如果用实际吞吐量作为模型

的产出量，计算的结果显然与上述结果不一样。而随着时间的推移，物流园区业务量会发生变化，原来有效的方案可能变为不可行。所以上述结果是每个方案都达到理想的产出量的前提下，比较出的相对有效性。它提供了1个决策的基本框架，要作出最终的决策还需根据具体情况作进一步的分析。

物流园区投资是一种战略行为，对物流周转量要做长远打算。物流园区面临不同的条件下，具有不同的选择。现假定该物流园区目前周转量接近2000万箱，2005年预测将达到3000万箱，土地资源宽余，而资金短缺，即相对于目标层F而言，s₁比s₂相对重要，根据此建立矩阵F-S如下

$$A = \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ 3 & 1 \end{bmatrix}$$

然后对s₁-M、s₂-M分别建立判断矩阵，最后进行优劣总排序，其结果见表4。

表4 层次分析法总排序结果

方案	优劣排序
2	1
5	2
6	3
7	4
8	5
9	6

通过层次分析法比较可知，方案2在近期资金短缺的情况下，会有较好的收益。

5 结语

基于DEA方法物流园区投资评价方法的优点是把较复杂的问题分为两个步骤解决，达到简化的目的。方法的原理是先把物流园区效益问题转化为资源的利用率问题，在一般情况下可以认为物流园区的资源利用越充分，物流园区的效益越好，DEA方法最适合求解这类问题。DEA方法仅仅是对物流园区经济性作静态分析，而利用层次分析法可以综合考虑园区经济、土地等多方面因素形成最终的决策。

参考文献:

[1] 董千里. 高级物流学 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1999.
 [2] 田宇. 物流效率评价研究 [J]. 物流技术, 2000 (2).
 [3] 魏全龄. 评价相对有效性的DEA方法 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1988.
 [4] Kim S.H, et al An Application of Data Envelopment Analysis in Telephone Offices Evaluation with Partial Data [J]. Computers & Operations Research, 1999, 26: 59-72