

文章编号:1671-6833(2011)04-0042-05

基于主客观赋权和 TOPSIS 的物流中心规划方案评价

李玉民

(郑州大学 管理工程系, 河南 郑州 450001)

摘 要: 物流中心设施规划的方案评价是一个多目标决策问题. 提出了一种基于主客观赋权(SOSA)和理想点法(TOPSIS)的综合评价方法, 能够较好解决物流中心设施规划方案的评价优选问题. 根据物流中心设施规划设计的特点和要求, 建立综合评价指标体系; 应用主客观赋权的方法, 确定各指标在综合评价指标体系中的权重; 求出各方案相应指标属性值对理想解的相对接近度; 通过比较相对接近度的大小, 对各个规划方案进行排序优选. 应用实例表明该方法是合理有效的.

关键词: 物流中心; 规划方案; 评价; AHP; 熵权; TOPSIS

中图分类号: TU984.13

文献标志码: A

0 引言

一般来说,不同的设计人员得出的物流中心设施规划设计方案往往相差很大;即使是同一个人出于不同的考虑,也经常会得到不同的物流中心设施规划设计方案;并且为了便于科学决策,也往往需要同时给领导提供多个备选方案^[1,2].这就涉及到了对各种规划设计方案进行评价与优选的问题.

较好的物流中心设施规划方案,应有利于减少投资,提高收益;应有利于降低管理成本,提高生产效率;应有利于员工的劳动安全和身心健康.因此物流中心设施规划的方案评价问题实际上是一个多目标决策问题.笔者提出了一种基于主客观赋权(SOSA)和理想点法(TOPSIS)的综合评价方法,能够较好解决物流中心设施规划方案的评价优选问题.总体思路:首先根据物流中心设施规划设计的特点和要求,建立综合评价指标体系;接着综合运用层次分析法(AHP)和熵权法相结合的主客观赋权的方法,确定各指标在综合评价指标体系中的权重;进而求出各方案相应指标属性值对理想解的相对接近度;最后通过比较相对接近度的大小,对各个规划布置方案进行排序优选,以供决策.

1 评价指标体系的建立

物流中心的设施规划设计受多种因素影响,其表现也是多方面的.在评价指标的选择上,应遵循几个原则:①功能性原则,即指标要具有描述功能、评价功能和解释功能;②可获取原则,即指标数据要易于量化或能够从其它途径获得;③完整性原则,即指标体系要全面反映研究对象的主要本质;④可比性原则,指标在涵义、统计口径和时空上要有可比性;⑤非重叠性原则,以防止多重共线性的发生;⑥定量指标和定性指标相结合.根据上述原则,选择五大类十个指标,建立如表1所示的评价指标体系^[3].

(1)建设总投资(C1).建设投资是物流中心经营决策要考虑的主要依据之一,主要包括土地成本、厂房建设费用、购买设备费用、信息系统建设费用等.

(2)投资收益率(C2).预期的经济效益和社会效益是物流中心经营决策要考虑的首要因素之一.较好的规划设计方案能够提高物流中心运作效率,增大物流中心的产出效益.

(3)空间利用率(C3).土地一直都是最宝贵的资源之一.较高的布置设计空间利用率一可以减少征地,降低成本;二可以使物流中心布置紧凑,缩短物料搬运的距离;三可以使工作人员便于

收稿日期:2011-03-10;修订日期:2011-05-16

基金项目:国家自然科学基金资助项目(70901066);河南省科技计划资助项目(102400440008).

作者简介:李玉民(1969-),男,郑州大学副教授,博士,从事物流系统工程研究,E-mail:li.yu.min@163.com.

表 1 物流中心设施规划方案评价指标体系
Tab.1 Evaluation indexsystem of planning scheme

物流中心 设施 规划 方案 评价 指标 体系 (A)	投资与收益 (B1)	建设投资 (C1)
		投资收益率 (C2)
	空间利用情况 (B2)	空间利用率 (C3)
		空间扩展率 (C4)
	技术水平和 标准化程度 (B3)	技术水平 (C5)
		标准化程度 (C6)
	动线合理性 (B4)	货物动线 (C7)
		人员动线 (C8)
	工作环境 (B5)	安全与环境 (C9)
		景观与美化 (C10)

沟通与协作. 物流中心布置设计的空间利用率可用式(1)来衡量

$$R_1 = T_1 / T \times 100\% \tag{1}$$

式中: R_1 表示物流中心布置设计的空间利用率; T 表示物流中心布置设计的占地总面积,对于一次征地、分期建设的物流中心,在计算总面积时需扣除预留的用地面积; T_1 表示作业区厂房的实际占地面积之和,假设物流中心共划分 n 个作业区,若用 S_i 表示规划设计完成后第 i 个作业区厂房的实际占用面积,则存在 $T_1 = \sum_{i=1}^n S_i$.

(4)空间扩展率(C4). 物流中心设施规划应具有 一定柔性,为未来发展和业务增长预留一定的弹性空间. 物流中心布置设计的空间扩展率可用式(2)来衡量^[4].

$$R_2 = \left[\frac{T - T_1}{T} + \sum_{i=1}^n \frac{S_i - M_i}{S_i} \right] \times 100\% \tag{2}$$

式中: R_2 表示物流中心布置设计的空间扩展率; M_i 表示第 i 个作业区厂房布置必须占用的最小面积; T 、 T_1 、 S_i 的含义同前; $\frac{T - T_1}{T}$ 表示物流中心规划的整体扩展率; $\frac{S_i - M_i}{S_i}$ 表示第 i 个作业区布置的车间扩展率.

需要注意的是,空间利用率主要反映了物流中心布置设计的紧凑性,而空间扩展率则主要反映了物流中心布置设计的柔性、可扩展性.

(5)技术水平(C5). 技术水平主要指物流中心规划的设施和设备的机械化、自动化程度与信息系统的先进水平. 目前,有不少人对物流中心技术水平先进性的看法存在一些误区:他们认为建立现代化的物流中心,就需要大规模地投资先进的物流设施,似乎没有现代化的设备和硬件就不能成为现代化的物流中心;为了追求先进性就要

配备高度机械化、自动化的设备,结果给建设投资带来很大负担. 而事实上,即便是发达国家的物流中心,也并不都是充满完全自动化、高度机械化的设备和系统,而是根据企业发展的实际需要来实现机械化,如日本资生堂公司就提出了“弹性机械化”的概念. 再如,欧洲物流界认为“先进性”就是合理配备,能以较简单的设备、较少的投资,实现预定的功能,也就是强调先进的思想、先进的方法;从功能方面来看,设备的机械化、自动化程度不是衡量先进性的最主要因素.

因此,物流中心的技术水平是“适度先进”的,可以稍微超前一点,但总体上要与企业发展的实际需要相适应. 根据我国的实际状况,信息系统可以有稍高的先进水平;而硬件设施设备则可以根据我国资金不足、人工费用便宜、空间利用要求不严格等特点,在满足作业要求的前提下,更多选用一般机械化、半机械化的装备.

对物流中心技术水平“适度先进”的评价,是一个专业性很强、涉及面很广的问题,是比较困难的. 但可以考虑构建一个相对比较简单的指标来对技术水平的适度先进性进行初步的考察和评价.

$$R_3 = N_1 / N_2 \times 100\% \tag{3}$$

式中: N_1 为考察期内物流中心预期总收益; N_2 为考察期内物流中心在机械化、自动化等方面的总投资(注:不包括土地征用费用). 指标 R_3 反映了物流中心在设施设备机械化、自动化方面的投资对项目建设预期总收益的影响程度. R_3 的值大,说明物流中心在设施设备机械化、自动化方面较少的投资,就可以实现较好预期总收益. 显然, R_3 越大越好. 虽然 R_3 对物流中心技术水平适度先进性的考察和评价是初步的,但得到的结论已足以满足物流中心设施规划评价的要求.

(6)标准化程度(C6). 物流中心内各种机械设备、建筑设施的标准化与模块化布置设计的好处非常明显:①可以加快物流中心的布置设计速度;②标准化组件的价格一般比较低,因此可以降低建设成本;③标准化与模块化,还有利于提高物流中心布置设计的柔性;④可以使各个作业环节实现无缝衔接,从而提高物流中心的作业效率. 因此,对规划设计的标准化程度进行考察很有必要.

(7)动线的合理性(B4). 该指标包含货物动线的合理性(C7)与人员动线的合理性(C8). 它们分别反映了物流中心货物流动和人员流动的通畅程度,也部分地反映了工艺流程的合理程度. 流

畅的货物动线与人员动线能够减少各种移动的阻断、迂回、绕行、干扰等现象,能够降低物料搬运费用,也使人员联系方便;流畅的动线将大大提高物流中心的运转效率。

注意,动线的合理性要考察3个方面:各作业区之间的动线合理性,各作业区内部的动线合理性,与物流中心外部通道的衔接性。较好的物流中心规划设计,不但其作业区内外具有较为合理的、比较流畅的货物动线和人员动线,而且与物流中心的外部通道衔接也较好。

(8)安全与环境等设施的齐备程度(C9)。安全设施是安全生产的重要保障,要有对潜在事故的危险性和危害性进行有效防范的设施和设备;环境设施则将使物流中心运作中产生的废水、废气、垃圾等进行较好的处理,使其对周边环境的负面影响降到较低程度。

(9)景观与美化程度(C10)。物流中心布置设计的景观、绿化与美化,不但影响企业的形象与发展,也对员工的士气和精神产生较大影响。

上述指标体系中,前5个指标是定量指标,后5个指标是定性指标。对于定性指标的评价,可划分为9个等级,即{极好,很好,好,较好,一般,较差,差,很差,极差},分别对应^[1,10]区间的{9,8,7,6,5,4,3,2,1},采用专家打分,并结合相关资料给出各指标得分。

2 指标权重的确定

由于主观赋权法主要考虑决策人员的经验和偏好,客观赋权法侧重反映数据本身的客观实际情况。因此,笔者综合运用主客观赋权的方法来确定各指标的权重,其中主观赋权部分采用层次分析法,客观赋权部分采用熵权法。

2.1 数据标准化处理

为了消除不同指标量纲的影响,并把定量和定性指标统一起来,需要对指标进行标准化处理。对于已经获得的 n 个布置方案、 m 个评价指标的初始数据矩阵 $Y = (y_{ij})_{n \times m}$, $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$ 。为了使层次分析法和熵权法同时适用,笔者采用如式(4)所示的标准化方法。

$$x_{ij}^o = y_{ij} / \sum_{i=1}^n y_{ij} \quad (4)$$

得到标准化评价矩阵 $X^o = (x_{ij}^o)_{n \times m}$ 。

2.2 层次分析法

层次分析法(AHP)是一种定性和定量分析相结合的系统分析方法^[5],对多指标、多属性的

系统进行研究和评价非常有效。鉴于层次分析法比较常用,许多资料中介绍得很详细,这里不再赘述,直接给出结果:假设应用AHP方法已求得各

评价指标的权重为 ω'_j ,则有 $\sum_{j=1}^m \omega'_j = 1$ 。

2.3 熵权法

熵是系统状态不确定性的一种度量^[6]。应用熵可以度量评价指标体系中指标数据所蕴含的信息量,并依此确定各指标的权重。根据信息熵定义,评价矩阵 X^o 中第 j 项指标的信息熵为

$$E_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n x_{ij}^o \ln x_{ij}^o \quad (5)$$

当某指标对各布置方案等概率作用时,信息熵达到最大值,此时 $E_j = 1$ 。等概率作用说明该指标包含的信息量对所有布置方案是一致的,该指标的存在不影响最终评价结果,对布置方案评价分析的效用价值为零。因此某项指标的信息效用价值取决于该指标的信息熵 E_j 与1的差值

$$D_j = 1 - E_j \quad (6)$$

某指标的效用价值越高,则对评价的重要性就越大,该指标的权重也就越大。于是得到 j 项指标的熵权为

$$\omega''_j = D_j / \sum_{j=1}^m D_j \quad (7)$$

显然也有 $\sum_{j=1}^m \omega''_j = 1$ 。

2.4 确定综合权重

层次分析法考虑了决策者的知识和经验,意向和偏好,虽然指标权重的排序往往具有较高的合理性,但仍然无法克服主观随意性较大的缺陷;熵权法充分挖掘了原始数据本身蕴涵的信息,结果比较客观,但却不能反映决策者的经验和意见,有时得到的权重可能与实际重要程度不相符,甚至相悖。综合分析两种方法的优缺点,笔者把层次分析法和熵权法的结果相结合,得到综合考虑主客观因素的指标权重^[7]

$$\omega_j = \alpha \omega'_j + (1 - \alpha) \omega''_j \quad 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (8)$$

综合权重随 α 的改变而改变,当 $\alpha = 1$ 和 $\alpha = 0$ 时,分别对应于层次分析法和熵权法。多数情况下,主观赋权和客观赋权并重,此时可以取 $\alpha = 0.5$ 。

3 理想点评价法

理想点法^[8],全称为逼近于理想解的排序方法(Technique for Order Preference by Similarity to

Ideal Solution, 简称 TOPSIS 法). 该方法借助于多目标决策问题的“理想解”和“负理想解”, 利用理想点所构成的空间, 将每种物流中心规划设计方案视为空间上的一个点. 计算各规划设计方案对于理想点的相对贴近度, 这种相对贴近度体现了靠近理想解和远离负理想解的程度, 因此可以作为评价物流中心各规划方案的依据. TOPSIS 法的优点在于能够充分利用方案决策矩阵中所含有的信息, 对方案的分析注重方案的总体优劣程度.

基于主客观赋权和理想点法的物流中心布置方案评价方法的大概步骤如下.

第一步, 按照理想点法对决策矩阵标准化的要求, 将 n 个布置方案、 m 个评价指标的初始数据矩阵 $Y = (y_{ij})_{n \times m}$ 进行标准化处理, 得到矩阵 Z , 其中的元素

$$z_{ij} = y_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^n y_{ij}^2} \tag{9}$$

第二步, 构成加权的标准化决策矩阵 X , 其中的元素

$$x_{ij} = \omega_j z_{ij} \tag{10}$$

其中指标权重 ω_j 可由主客观赋权法得到.

第三步, 确定理想解和负理想解.

理想解为

$$x^+ = \{(\max_i x_{ij} | j \in J), (\min_i x_{ij} | j \in J') | i = 1, 2, \dots, n\} = \{x_1^+, x_2^+, \dots, x_m^+\} \tag{11}$$

负理想解为

$$x^- = \{(\max_i x_{ij} | j \in J), (\max_i x_{ij} | j \in J') | i = 1, 2, \dots, n\} = \{x_1^-, x_2^-, \dots, x_m^-\} \tag{12}$$

式中: J 是效益型的目标集; J' 是成本型的目标集.

第四步, 计算每个规划布置方案到理想解和负理想解的欧式距离.

其中, 到理想解的距离为

$$S^+ = [\sum_{j=1}^m (x_{ij} - x_j^+)^2]^{1/2} \tag{13}$$

到负理想解的距离为

$$S^- = [\sum_{j=1}^m (x_{ij} - x_j^-)^2]^{1/2} \tag{14}$$

第五步, 计算每个规划方案对理想解的相对接近度.

$$C_i^* = S_i^- / (S_i^+ + S_i^-) \tag{15}$$

显然, 若第 i 个规划方案为理想解, 则 $C_i^* = 1$; 若第 i 个规划方案为负理想解, 则 $C_i^* = 0$. 一般情况下, 没有哪个规划方案恰好为理想解或负理

想解, 所以 $0 \leq C_i^* \leq 1$; C_i^* 的值越接近 1, 则说明该规划方案越好.

第六步, 依照 C_i^* 的大小顺序, 对物流中心各个规划方案进行排序, 以供优选决策.

4 应用实例

上述方法在某物流中心的规划设计方案评价中得到应用, 效果比较满意. 规划布置设计共得到 3 个方案: P1, P2, P3. 按照前述评价指标体系对这 3 个规划方案进行考察, 得到决策矩阵中各指标数据, 详见表 2. 其中, 指标 C2 本文只考察了税前内部投资收益率.

表 2 各规划方案的指标数据
Tab.2 The indexes' data of the planning schemes

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
P1	1.5	11	60	50	10	6	5	6	5	5
P2	0.8	8	64	45	7	5	5	5	5	4
P3	2	13	56	55	15	6	6	7	6	7

根据式(4)~(8)求得各个评价指标的熵权及综合权重, 详见表 3.

表 3 评价指标主客观赋权的综合权重
Tab.3 The indexes' weight based on SOSA

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
w_j^*	0.138	0.138	0.119	0.081	0.102	0.102	0.111	0.091	0.072	0.048
w_j^m	0.344	0.105	0.008	0.019	0.262	0.020	0.021	0.052	0.021	0.148
w_j	0.241	0.122	0.064	0.050	0.182	0.061	0.066	0.071	0.047	0.098

按照式(9)标准化, 并引入各指标的综合权重, 得到加权的标准化决策矩阵, 详见表 4.

表 4 加权的标准化决策矩阵
Tab.4 The weighting standardized decision matrix

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
P1	0.1380	0.0710	0.0370	0.0290	0.0940	0.0370	0.0360	0.0410	0.025	0.052
P2	0.0740	0.0520	0.0390	0.0260	0.0660	0.0310	0.0360	0.0340	0.025	0.041
P3	0.1840	0.0840	0.0340	0.0320	0.1410	0.0370	0.0430	0.0470	0.030	0.073

依照式(10)~(14), 计算得到各规划方案到理想解与负理想解的距离, 以及各规划方案对理想解的相对接近度, 详见表 5.

依照 C_i^* 的大小排序, 得: $C_2^* > C_3^* > C_1^*$. 方案 2 投资较少, 且能获得相对合理、有效的规划布局. 因此, 建议首选规划方案 2.

表 5 各规划布置方案的欧式距离及相对接近度
Tab.5 The distance and the relative approach degree of the schemes

	P1	P2	P3
S ⁺	0.084 1	0.089 6	0.110 2
S ⁻	0.059 0	0.110 3	0.089 5
C ⁺	0.412 3	0.551 8	0.448 0

5 结论

(1)根据物流中心设施规划设计的特点和要求,建立了综合评价指标体系并进行了分析。
(2)主客观赋权的方法综合了主观经验和客观实际两方面的信息,有助于得到合理、可信的指标权重。
(3)基于主客观赋权和理想点法的分析评价方法,能够有效地对物流中心各规划布置方案进行综合评价,以供优选决策。

参考文献:

[1] 李旭宏. 区域物流中心规划方法[J]. 交通运输工程

学报,2002,2(1):85-88.

[2] 蔡临宁. 物流系统规划——建模及实例分析[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
[3] 李玉民. 物流中心设施规划与运营系统建模方法研究[D]. 南京:东南大学交通学院,2004.
[4] 赵景华,王二乐. 计算机辅助设施布置系统[J]. 北京科技大学学报,1995,17(2):143-147.
[5] 《运筹学》教材编写组. 运筹学[M]. (3版)北京:清华大学出版社,2005.
[6] 邱菀华. 管理决策与应用熵学[M]. 北京:机械工业出版社,2002.
[7] LIE C L, GUNTER P S. Quantitative and qualitative indices for the plant layout evaluation problem[J]. European Journal of Operational Research, 1999 (116):100-117.
[8] 尤天慧,樊治平. 区间数多指标决策的一种 TOPSIS 方法[J]. 东北大学学报:自然科学版,2002,23(9):840-843.

The Evaluation Method for Facilities Planning of Logistics Centre
Based on SOSA and TOPSIS

LI Yu-min

(Management Engineering Department, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: The scheme evaluation for facilities planning of logistics center is a multiobjective decision making problem. Based on SOSA (Subjective and Objective Synthetic Approach) and TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), a comprehensive evaluation method is brought forward to evaluate the scheme of logistics center's facilities planning. After establishing the evaluation indexes system, ascertaining the indexes' weight by SOSA, calculating the relative approach degree as to the ideal point and negative ideal point, and then the values of these relative approach degree are obtained. Based on the values, the evaluation result and the optimum scheme could be obtained. Case analysis shows that the proposed method is effective and reasonable.
Key words: logistics center, planning scheme, evaluation, AHP, entropy, TOPSIS