

文章编号:1671-8879(2009)01-0074-04

基于指标链的道路运输站场布局评价方法

郝合瑞,邵春福,岳昊,马壮林

(北京交通大学 交通运输学院,北京 100044)

摘要:为了研究道路运输站场选址规划的站场布局评价,提出了一种基于评价指标链的道路站场布局评价方法。首先,确定各项评价指标两两比较时的权重系数,并建立任意两项评价指标对对比分析时与理想指标对的偏离函数;然后,建立以评价指标为节点、偏离函数为边权重的评价指标图,图中每个由指标链组成的 Hamilton 图对应备选方案的一种组合评价,其长度是备选方案的综合评价值;最后,通过综合评价值对备选方案进行优先排序。该方法模拟了两两对比分析的决策过程,通过应用实例检验,证明具有一定的实用性。

关键词:交通工程;站场布局;综合评价;指标链

中图分类号:U492.11

文献标志码:A

Evaluation method of road transportation terminals plan based on indicator chains

HAO He-rui, SHAO Chun-fu, YUE Hao, MA Zhuang-lin

(School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: In order to study the plan evaluation of terminals layout in road transportation terminals, a method based on indicator chains is presented, in which the weights and the deviation functions between any two indicators are first determined and established. Then, an indicator graph is constructed by indicator nodes and deviation functions. In the graph, a Hamilton circle represents a kind of evaluating, whose length is the evaluation value. Finally, the priority ordering is made by the evaluation value of every possible scheme. The method simulates the decision-made process by comparative analysis. A practical example is also presented and tested by the proposed method, which proves that the method possesses certain applicability. 2 tabs, 2 figs, 9 refs.

Key words: traffic engineering; terminal layout; comprehensive evaluation; indicator chain

0 引言

道路运输站场是交通运输的重要基础设施,是客货集散的中心,也是实现多种运输方式相互转换的重要场所。科学合理的运输站场布局能够提高运输效率,降低运输成本,充分发挥运输网络的整体效

益。道路运输站场的布局评价是公路客货运站场选址规划的重要组成部分。科学合理的站场布局评价方法将会为道路运输站场的布局规划提供理论指导和技术支持。由于国家宏观战略因素、区域交通环境因素、地区经济发展因素、城市总体规划以及其他诸多相关因素,使得运输站场的布局选址和评价逐

收稿日期:2008-05-15

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973 计划)项目(2006CB705500)

作者简介:郝合瑞(1964-),男,河北廊坊人,工学博士研究生,E-mail:05114165@bjtu.edu.cn.

渐成为相关研究领域的热点问题。在站场的选址布局规划中,层次分析法^[1]、聚类分析法^[2-3]、模糊理论^[4]、非线性规划^[5]和双层规划^[6]等理论被应用和研究。本文通过任意评价指标之间的两两对比,提出一种基于评价指标链的布局评价方法。在模拟两两指标对比决策的指标节点图中,每条指标链代表一种组合评价。在所有的组合评价中,选取最优组合作为方案的综合评价值。

1 布局评价指标体系

布局评价指标体系具有一定的层次性,高层次评价指标是从宏观角度考虑站场布局建设前的制约因素和建设后对社会环境的影响因素;低层次评价指标是从微观的角度细化或具体化高层次指标。建立评价指标时,应从站场布局方案的适应性、协调性、经济性、方便性、社会性和运作性等宏观指标^[7]出发,结合综合性和可操作性原则,确定具体的微观评价指标。在基于指标链的评价方法中,微观评价指标是组成指标链的节点。在本文的分析中,分别选取站场规模适应性、站场发展余地、与其他运输方式的协调性、与公路主骨架的协调性、投资额、车辆出入条件和旅客或货主进站便捷性7项指标,对站场布局方案进行评价。

2 指标链评价模型

2.1 模型的基本思路

指标链评价模型模拟两两指标的对比分析过程,在影响站场布局的决策因素中,通过两两指标之间的对比分析,选取与理想指标集相比偏离程度最小的备选方案,作为最后的决策最优方案。这种模拟过程与人们倾向于双指标之间对比分析的思路相仿。在指标的对比过程中,模型假设每个指标最多只能与其他指标比较一次,同时每个指标也最多只能被其他指标比较一次。这样,在指标之间将会生成一条指标链。指标链从某一指标出发,依次与其他指标比较一次后,再回到出发指标(图1)。在指标对的对比分析过程中,通过建立比较指标对与理想指标对之间的偏离函数,以此来表达实际指标与理想指标之间的偏离程度。因此,在以指标为节点、指标之间的对比分析为边的指标链中,指标对之间的偏离函数是边的权重。在比较的过程中,模型会选取偏离程度比较小的比较指标对,而放弃偏离程度比较大的比较指标对。因此,指标链的长度越小,实际指标与理想指标之间的差距就越小,备选方案

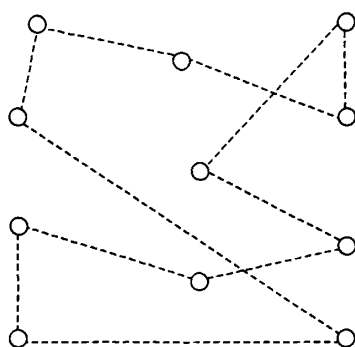


图1 指标链

就越接近于理想方案。

指标链评价模型主要包括4个步骤:评价指标量纲一(无量纲)化;建立指标对偏离函数;确定备选方案综合评价;备选方案优先排序。

2.2 评价指标量纲一化

在备选方案中,由于各项指标的性质和量纲的差异比较大,有必要通过对各项指标的量纲一化,把各项指标统一为量纲一化指标,以减少指标量纲和数量级之间的差异对综合评价的影响。指标量纲一化时,先确定或假定各项评价指标的最优值。最优指标值是量纲一化中的指标基准,备选方案指标高于或低于理想值,就会造成实际指标的浪费和不足。因此,模型采用实际指标值偏离理想指标值的偏离程度 $(x_i(k))$ 来量纲一化指标,即

$$X_i(k) = \frac{|x_i(k) - x_0(k)|}{\max_i [|x_i(k) - x_0(k)|]} \quad (1)$$

式中: $x_i(k)$ 为第*i*个备选方案中第*k*项指标的实际指标值; $x_0(k)$ 为第*i*个备选方案中第*k*项指标的理想指标值; $X_i(k)$ 为第*i*个备选方案中第*k*项指标的偏离度,且 $0 \leq X_i(k) \leq 1$ 。

当 $X_i(k) = 0$ 时, $X_i(k)$ 为最佳指标值;当 $X_i(k) = 1$ 时, $X_i(k)$ 为最劣指标值。

在指标集中,可能存在某项指标没有理想指标值的情况。当评价指标呈现指标值越大其评价越高或评价越低时,选取备选方案中指标最大或最小的值作为理想指标值,即

$$x_0(k) = \max_i [x_i(k)] \quad (2)$$

$$\text{或 } x_0(k) = \min_i [x_i(k)] \quad (3)$$

2.3 建立指标对偏离函数

在对比分析时,指标对偏离函数反映两个指标偏离理想指标值的综合偏离程度。在确定指标对的偏离函数时,首先要确定两个指标的权重系数。不同的权重系数反映两个指标对偏离程度的不同影响。

在建立偏离函数时,模型仅仅考虑指标对之间的权重,而不考虑其他指标的影响。

对于 m 个评价指标, n 个属性,指标两两比较的权重系数矩阵为

$$A = (a_{ij})_{m \times n} \tag{4}$$

式中: a_{ij} 为指标 i 的权重(在指标 i 与 j 比较时),并且 $i \neq j$ 时, $a_{ij} + a_{ji} = 1$ 。

建立评价指标对的偏离函数为

$$F_i(k,l) = \alpha_k e^{X_i(k)} + (1 - \alpha_k) e^{X_i(l)} \tag{5}$$

式中: α_k 为 k, l 两项指标比较分析时 k 项指标的权重; $X_i(l)$ 为第 i 个备选方案中第 l 项指标的偏离度; $F_i(k,l)$ 为第 i 个备选方案中 k, l 两项指标比较分析时的指标对偏离函数,且 $1 \leq F_i(k,l) \leq e$ 。

当 $F_i(k,l) = 1$ 时, k, l 两项指标值为最优指标;当 $F_i(k,l) = e$ 时, k, l 两项指标为最劣指标。

2.4 确定备选方案的综合评价值

在确定某个备选方案的综合评价值时,由于某项指标最多只能作为一次比较者和被比较者,所以在以评价指标为节点、指标对权益函数为边权重的无向网络图中,一条从某个指标节点出发并返回该节点的 Hamilton 圈对应一种组合评价。模型以总权重最小的 Hamilton 圈的长度作为备选方案的综合评价值,即

$$H_i^j = \sum_{k,l \in M} F_i^j(k,l) \tag{6}$$

$$R_i = \min_j (H_i^j) \tag{7}$$

式中: H_i^j 为第 i 个备选方案中第 j 条 Hamilton 圈; R_i 为第 i 个备选方案的综合评价值; $F_i^j(k,l)$ 为 $F_i(k,l)$ 的第 j 条 Hamilton 圈。

这样,多指标评价问题就转换为旅行商问题(traveling salesman problem, TSP)。TSP 是一类被证明的 NP-C 计算复杂度的组合优化难题^[8]。对于 m 个评价指标,且 $m \geq 3$ 时,模型共有 $J = (m-1)!/2$ 条 Hamilton 圈,即共有 J 个组合评价。在 J 个组合评价中,长度最小的指标链组合代表各项指标集对理想指标集最小偏离程度的组合评价。因此,选择最小的指标链长度作为备选方案的评价值。

2.5 备选方案优先排序

R_i 值越小,说明该备选方案与理想方案越接近,即该备选方案偏离理想最佳方案的程度最小。因此,可以根据综合评价值排列各备选方案的优先次序。

3 实例分析

本文以廊坊市道路运输客运站场布局评价为

例,说明该站场布局评价方法的应用过程。根据廊坊市规划年的预测客运量,遵照客运站场选址的指导思想与原则,兼备布局实施后对社会经济与交通的影响,利用交通规划、站场选址等最优化理论,确定廊坊市道路运输站场的规模和位置,形成备选方案。共计 5 个站场布局备选方案,如图 2 所示^[9]。

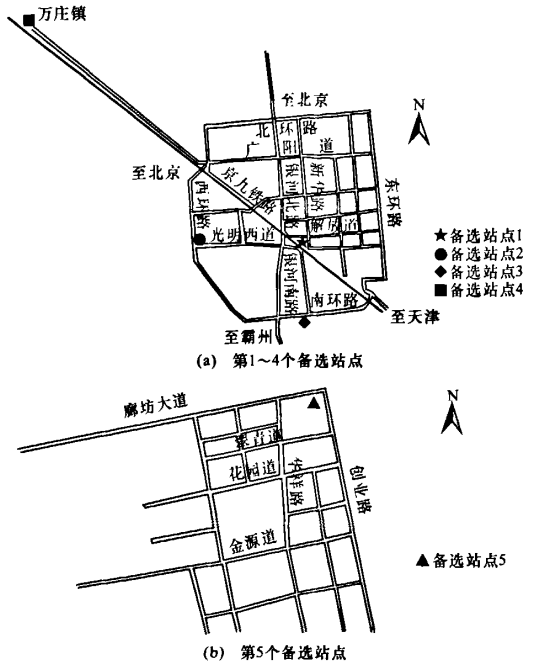


图 2 廊坊市道路运输客运站场布局备选方案

根据各备选方案的实际条件,确定备选方案的评价指标。分别选取站场规模适应性(I_1)、站场发展余地(I_2)、与其他运输方式的协调性(I_3)、与公路主骨架的协调性(I_4)、投资额(I_5)、车辆出入条件(I_6)和旅客或货主进站便捷性(I_7)7 项指标,对站场布局方案进行评价。指标之间两两比较的权重系数矩阵如表 1 所示。

应用本文提出的评价方法,依次生成和计算指标偏离度、指标对偏离函数、备选方案综合评价值和

表 1 廊坊市道路运输客运站场布局方案评价指标权重系数

a_{ij}	j						
	1	2	3	4	5	6	7
i	1	0.50	0.87	0.54	0.93	0.45	0.79
	2	0.13	0.50	0.15	0.67	0.11	0.36
	3	0.46	0.85	0.50	0.92	0.41	0.76
	4	0.07	0.33	0.08	0.50	0.06	0.22
	5	0.55	0.89	0.59	0.94	0.50	0.82
	6	0.21	0.64	0.24	0.78	0.18	0.50
	7	0.21	0.64	0.24	0.78	0.18	0.50

备选方案的排序结果(表 2)。评价结果表明,该评价方法具有一定的合理性和实用性,并且结果也与专家的经验(主观评价)基本相符合。

表 2 廊坊市道路运输客运站场布局方案评价指标偏离度和评价结果

站场位置	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	R_i	优先排序
备选站点 1	0.68	1.00	0	0	1.00	1.00	0	12.21	4
备选站点 2	0.44	0.15	0.62	0.34	0	0.11	0.08	8.92	1
备选站点 3	0.68	0	0.65	0.40	0	0.23	0.12	9.60	2
备选站点 4	1.00	0.40	0.93	1.00	0	0	0.47	11.94	3
备选站点 5	0.68	1.00	1.00	1.00	0.34	0.81	1.00	14.90	5

4 结 语

- (1)在模拟两两对比决策的基础上,提出了基于指标链的多指标因素的评价方法。
- (2)通过寻找以指标对偏离函数为权重的最小指标链,把多指标评价问题转化为旅行商问题(TSP);在模拟两两指标对比决策的指标节点图中,每条指标链代表一种组合评价;在所有的组合评价中,选取最优组合作为方案的综合评价价值。
- (3)通过对多种组合评价的搜索,减少了在评价过程中的盲目性和主观性,增加了对方案评价的客观合理性。
- (4)通过把评价问题转化为求解最短路径问题,为多指标评价方法的研究提供了新的思路;通过实例分析,该方法具有一定的实用性。

参考文献:

References:

[1] 晏启鹏,王忠强. AHP 在公路主枢纽站场总体布局规划中的应用[J]. 西南交通大学学报,1999,34(2): 223-227.
YAN Qi-peng, WANG Zhong-qiang. Application of AHP to the general planning of yard and station of highway main hub[J]. Journal of Southwest Jiaotong University,1999,34(2):223-227.

[2] 孟 岩,刘希玉,刘艳丽. 一种基于蚁群算法的 K-means 算法:在公路运输枢纽宏观布局规划中的应用[J]. 计算机工程与应用,2008,44(1):179-182.
MENG Yan, LIU Xi-yu, LIU Yan-li. Application of

K-means algorithm in macroscopic planning of highway transportation hub based on ant clustering algorithm[J]. Computer Engineering and Applications, 2008,44(1):179-182.

[3] 胡大伟,闫光辉. 聚类分析在公路运输枢纽宏观布局规划中的应用[J]. 公路交通科技,2004,21(9):136-139,144.
HU Da-wei, YAN Guang-hui. Application of clustering analysis in macroscopic planning of highway transportation hub[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development,2004,21(9):136-139,144.

[4] 阎 岩,陈秀峰. 模糊一致矩阵方法在公路主枢纽布局方案评价中的应用[J]. 交通标准化,2006(6): 117-119.
YAN Yan, CHEN Xiu-feng. Application of blurry accordant matrix in the distribution project evaluation of main road hinge[J]. Communications Standardization, 2006(6):117-119.

[5] 吕 慎,田 锋,李旭宏. 组团式大城市客运综合换乘枢纽布局规划方法[J]. 交通运输工程学报,2007,7(4):98-103.
LU Shen, TIAN Feng, LI Xu-hong. Layout planning method for urban passenger intermodal transfer points in cluster cities[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering,2007,7(4):98-103.

[6] 刘灿齐. 交通枢纽选址与网络设计同时优化的模型与算法[J]. 公路交通科技,2003,20(3):113-116.
LIU Can-qi. Model of simultaneously optimizing the transport pivot siting and network design and its algorithm[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development,2003,20(3):113-116.

[7] 刘伟华,晏启鹏,龙小强. 公路主枢纽站场布局评价指标量化研究[J]. 中国公路学报,2003,16(2): 86-89.
LIU Wei-hua, YAN Qi-peng, LONG Xiao-qiang. Analysis of evaluation indexes quantum used in the yard layout of highway hub[J]. China Journal of Highway and Transport,2003,16(2):86-89.

[8] 段海滨. 蚁群算法原理及其应用[M]. 北京:科学出版社,2005.

[9] 北京交通大学城市交通研究所. 廊坊市道路运输客运站场规划研究[R]. 北京:北京交通大学,2006.