

基于多级模糊综合评价法的内河运输 可持续发展能力评价研究

李玉凤,周愉峰

(1. 重庆工商大学 经济贸易学院,重庆 400067;2. 重庆工商大学 商务策划学院,重庆 400067)

摘要:内河运输可持续系统是一个新而复杂的概念,对其评价研究具有重要的理论意义和现实意义;通过回顾国内外在运输与内河运输生态可持续性方面的相关研究,应用多级模糊综合评价法进行了综合评价。结果表明:在评价过程中,应用模糊综合评价法,能将各种因素综合进行考虑,降低了加权平均评价主观臆断的程度,评价结果较传统的二元值评价准确、科学,同时,计算方法简单,易操作,便于在实际工作中应用,保证了评价工作的适用性和可操作性。

关键词:内河运输;可持续性;模糊综合评价法;生态经济性

中图分类号:U6

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2010)05-0134-04

运输系统的可持续性研究在国际上成为一个热点,其研究已渐成体系且逐步深入。Rayner Tim^[1]在总结前人成果的基础上提出了一个具有代表性的评价体系,该体系以环保性、安全性、经济性、可达性、一体化 5 个要素为一级评价指标,每个一级指标下设若干二级指标,这套指标较为完善地体现了运输系统的可持续发展能力。Matsumoto Naoko 等^[2],在突出强调生态性和经济性的同时,细化了内河运输系统的内外协调度。同时,引入系统动力学等方法工具对运输系统在区域、全球范围内的生态可持续性研究也方兴未艾^[3]。2008 年第七次国际环境工程学会会议开辟专题研究运输系统的可持续性发展问题,在内河运输系统可持续性研究方面,学者们提出了一些新的方法理论,一些学者更加强调政府的环境政策^[4]。环境政策在新的评价体系中也有所体现。在运输及内河运输系统可持续性评价的方法和模型方面,目前西方所采用的方法模型主要有因素加权平均法、层次分析法^[5]、系统动力学^[2]、数据包络分析、神经网络分析^[6]、模糊聚类算法和熵权多目标决策法^[7]等,这些方法各有优劣,各有其适合的研究环境。

国内对运输系统评价的研究主要集中在竞争

能力、绩效等方面,可持续性评价方面的研究较少,内河运输可持续性评价的研究更是缺乏。徐创军等^[8]将各种运输方式在土地占用、能源消耗、环境危害、安全、便捷性等方面的影响进行比较,设计了一套运输系统的生态可持续性评价指标体系,并应用灰色关联分析方法进行了综合评价。李柯等^[9]对内河运输的生态可持续发展能力进行了定性的研究,并提出了一系列的评价指标。综合文献研究可以发现,国内对内河运输系统生态可持续性评价的研究不足,主要表现为:一是针对内河运输的研究不足,集中于各种运输方式在环境、成本等方面的效益比较研究,其评价指标体系的科学性也有待改进。二是内河运输生态可持续性评价本身缺少定量研究。

哈佛的 Shrivastava Paul 认为,快速发展的中国经济对道路运输产生了巨大的需求,引发诸多环境问题,重新审视中国的运输战略,必须更加强调生态经济可持续性,在当代中国,生态可持续运输系统是一个新而复杂的概念^[10]。之所以“新而复杂”主要是由于国情和内河运输发展阶段的差异,因而不能简单复制西方的评价体系和评价方法,内河运输可持续发展能力的评价,必然要切合国情。我国发展生态可持续型内河运输方式:宏观上,可持续发展已成为国家战略,建设资源节约、环境友好、经济可持续的运输体系是大势所趋;微观上,我国内河运输的生态环境压力日趋沉重,以主要的内河运输通道长江为例,港口设施滥建,水污染严重,可持续发展问题已迫在眉睫。因

收稿日期:2010-02-02

第一作者简介:李玉凤(1984-),女,湖北省武汉市人,在读硕士,主要从事商业经济研究。E-mail: wangdianjiyou @ 126.com。

此,对内河运输可持续发展能力进行评价研究具有理论意义和现实意义。

1 内河运输可持续能力评价指标体系的构建

1.1 内涵

可持续运输系统依照众多专家的定义,是一个节约能源,安全便利,能够为经济发展和社会福利提供持续驱动力的交通运输系统(Daly^[11]、Whitelegg^[12])。可持续性运输系统既强调生态环境的保护作用,又强调社会经济发展的驱动作用,致力于实现两者的综合优化。

1.2 评价指标体系的设置

依照定义,进行内河运输可持续发展能力综合评价时必须遵从的原则是:反映内河运输的成本经济效益;反映内河运输环境效应;反映内河运输的安全与舒适度等指标;各指标层次分明,避免重复与相互包含。

根据以上原则,以 Rayner Tim 指标体系和国内已有文献为基础,内河运输可持续发展能力综合评价指标体系^[1,9]可以设置如图 1 所示。

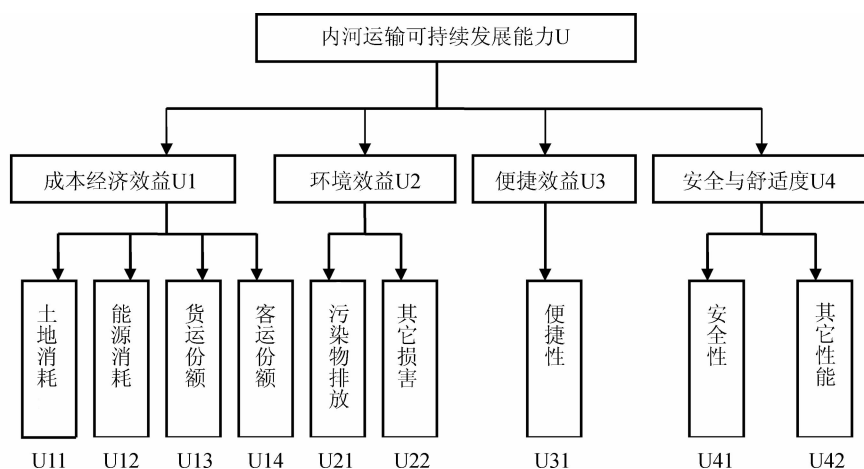


图 1 内河运输可持续能力综合评价指标体系

2 多级模糊综合评价法

2.1 构建评价因素集合

在内河运输可持续能力评价指标体系中,评价对象因素集合为:

$$U = (U_1, U_2, U_3, U_4)$$

$$U_1 = (U_{11}, U_{12}, U_{13}, U_{14})$$

$$U_2 = (U_{21}, U_{22})$$

$$U_3 = (U_{31})$$

$$U_4 = (U_{41}, U_{42})$$

2.2 建立评价集

评价集是评价等级的集合,针对内河运输可持续发展能力评价指标体系,建立评价集为 $Z = (Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5) = (\text{强}, \text{较强}, \text{一般}, \text{较弱}, \text{弱})$ 。根据评价集,进行临界值的设立: (强, 较强, 一般, 较弱, 弱) = (5, 4, 3, 2, 1)。

2.3 确定指标权重

确定指标权重的方法有很多,这里通过德尔菲法确定一级指标与二级指标的权重。设有 U_K 的权重为 $W_K (K=1, 2, 3, 4)$, 则一级评价指标的权重集为 $W = (W_1, W_2, W_3, W_4)$, 且 $0 \leq W_K \leq 1$, $\sum_{i=1}^K W_i = 1$ 。

2.4 确定评价指标的隶属度

进行模糊综合评价前应先确定各评价指标的隶属度,对于难以用数量表达的指标,宜采用模糊统计法来确定隶属度。模糊统计方法是让参与评价的专家按事先给定的评语集 Z 给各个评价指标划分等级,再一次统计各个评价指标 U_{ij} 属于各个评价等级 $Z_q (q=1, 2, 3, 4, 5)$ 的频数 n_{ijq} , 由 n_{ijq} 可以计算出评价因素隶属于评价等级 Z_q 的隶属度 U_{ij}^q 。如果聘请 n 个专家, 则 $u_{ij}^q = n_{ijq}/n$ 。对于可以收集到确切数据的定量指标,可以分成正向指标、负向指标与适度指标,并确定各评价等级 Z_q 的临界值 $Z_1 \sim Z_6$, 再通过 Zadeh 式(1)~(3)计算已量化的指标 U_{ij} 隶属于各评价等级的隶属度。

正向指标、适度指标和负向指标的隶属度计算^[11]依次为

$$U_{ij}^q = \begin{cases} 0 & U_{ij} < V_q \\ (U_{ij} - V_q) / (V_{q+1} - V_q) & (V_{q+1} > U_{ij} > V_q) \\ 1 & (U_{ij} \geq V_{q+1}, U_{ij} \leq V_q) \end{cases} \quad (1)$$

$$U_{ij}^q = \begin{cases} 0 & (U_{ij} \geq V_{q+1}, U_{ij} \leq V_q) \\ 2(U_{ij} - V_q)/(V_{q+1} - V_q) & [V_q \leq U_{ij} \leq V_q + (V_{q+1} - V_q)/2] \\ 0 & [V_q + (V_{q+1} - V_q)/2 \leq U_{ij} \leq V_{q+1}] \end{cases} \quad (2)$$

$$U_{ij}^q = \begin{cases} 1 & (U_{ij} \leq V_q) \\ (V_{q+1} - U_{ij})/(V_{q+1} - V_q) & (V_{q+1} \geq U_{ij} \geq V_q) \\ 0 & (U_{ij} \geq V_{q+1}) \end{cases} \quad (3)$$

2.5 进行模糊综合评价

首先进行一级模糊综合评价,根据上述方法确定的隶属度刻划的模糊集合来描述模糊规则,得到的模糊矩阵 R_i 为

$$R_i = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ r_{31} & r_{32} & \cdots & r_{3m} \end{bmatrix}$$

一般评价模型 $U_i = W_i R_i$,对指标层的每一评价指标均做出评价后,对准则层各指标进行二级模糊综合评价,得出评价矩阵 $U = WU_i = (W_1,$

$$W_2, W_3, W_4) \cdot \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_4 \end{bmatrix} = (b_1, b_2, b_3, b_4, b_5), \text{如果评}$$

价结果 $\sum_{i=1}^5 b_i \neq 1$,对结果进行归一化处理,得到 U^* ,再进一步计算 $S = U^* \cdot C^T$, C 为评价集 Z 确定, S 即为内河运输可持续发展能力的综合评价结果。

3 算例研究

3.1 算例

根据上述方法与步骤,对中国西部某内河港口的内河运输可持续发展能力进行评价:

3.1.1 设定评语集 设定评语集为 $Z = (Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5)$,评价定位5级:(强,较强,一般,较弱,弱),数学符号记为(5,4,3,2,1)。

3.1.2 确定指标权重 通过专家投票的方法确定指标权重,设一级指标权重为 $W = (0.45, 0.30, 0.15, 0.10)$,二级指标的权重分别为 $W_1 = (0.2, 0.3, 0.3, 0.2), W_2 = (0.7, 0.3), W_3 = (1), W_4 = (0.6, 0.4)$ 。

3.1.3 确定评价指标的隶属度矩阵 按步骤2.4的方法获得二级评价指标的隶属度矩阵,假设分别为:

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.16 & 0.27 & 0.41 & 0.11 & 0.05 \\ 0.07 & 0.21 & 0.40 & 0.17 & 0.15 \\ 0.18 & 0.22 & 0.41 & 0.09 & 0.10 \\ 0.15 & 0.32 & 0.35 & 0.10 & 0.08 \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.14 & 0.26 & 0.37 & 0.17 & 0.06 \\ 0.07 & 0.12 & 0.23 & 0.28 & 0.30 \end{bmatrix}$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0.20 & 0.24 & 0.16 & 0.26 & 0.14 \end{bmatrix}$$

$$R_4 = \begin{bmatrix} 0.15 & 0.21 & 0.20 & 0.40 & 0.04 \\ 0.08 & 0.30 & 0.41 & 0.15 & 0.06 \end{bmatrix}$$

3.1.4 模糊综合评价 进行一级模糊综合评判,得到:

$$U_1 = W_1 R_1 = (0.2, 0.3, 0.3, 0.2)$$

$$\begin{bmatrix} 0.16 & 0.27 & 0.41 & 0.11 & 0.05 \\ 0.07 & 0.21 & 0.40 & 0.17 & 0.15 \\ 0.18 & 0.22 & 0.41 & 0.09 & 0.10 \\ 0.15 & 0.32 & 0.35 & 0.10 & 0.08 \end{bmatrix}$$

$$= (0.137, 0.31, 0.395, 0.12, 0.101)$$

$$U_2 = W_2 R_2 = (0.7, 0.3)$$

$$\begin{bmatrix} 0.14 & 0.26 & 0.37 & 0.17 & 0.06 \\ 0.07 & 0.12 & 0.23 & 0.28 & 0.30 \end{bmatrix}$$

$$= (0.119, 0.218, 0.328, 0.203, 0.132)$$

$$U_3 = W_3 R_3 = (1) \cdot [0.20 \quad 0.24 \quad 0.16$$

$$0.26 \quad 0.14]$$

$$= (0.20, 0.24, 0.16, 0.26, 0.14)$$

$$U_4 = W_4 R_4 = (0.6, 0.4)$$

$$\begin{bmatrix} 0.15 & 0.21 & 0.20 & 0.40 & 0.04 \\ 0.08 & 0.30 & 0.41 & 0.15 & 0.06 \end{bmatrix}$$

$$= (0.122, 0.246, 0.284, 0.30, 0.048)$$

对一级综合评判的结果做二级综合评判,得到

$$U = W \cdot \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_4 \end{bmatrix} = (0.45, 0.30, 0.15, 0.10)$$

$$\begin{bmatrix} 0.137 & 0.31 & 0.395 & 0.12 & 0.101 \\ 0.119 & 0.218 & 0.328 & 0.203 & 0.132 \\ 0.20 & 0.24 & 0.16 & 0.26 & 0.14 \\ 0.122 & 0.246 & 0.284 & 0.30 & 0.048 \end{bmatrix}$$

$$= (0.14, 0.26, 0.33, 0.18, 0.11)$$

做归一化处理,得到 $U = (0.137, 0.255, 0.324, 0.176, 0.108)$

3.2 分析与讨论

通过计算结果显示,认为该港运输可持续发展能力“强”的程度为13.7%，“较强”的程度为25.5%，“一般”的程度为32.4%，“较差”的程度为17.6%，“差”的程度为10.8%。按照最大隶属度原则,内河运输可持续发展能力一般。计算综合评价得分为 $S = U^* \cdot C^T = 5 \times 0.137 + 4 \times 0.255 + 3 \times 0.324 + 2 \times 0.176 + 1 \times 0.108 = 3.137$,进一步说明该港内河运输可持续发展能力

一般。从一级指标的评价结果来看,在同类港口中,该港内河运输的成本经济效益与环境效益一般,便捷效益、安全度与舒适度较差,各个方面均存在不足和较大的改善空间。

4 结论

在回顾国内外研究现状的基础上,应用多级模糊综合评价法对内河运输可持续发展能力进行了综合评价。模糊综合评价法能将各种因素进行综合考虑,降低了加权平均评价主观臆断的程度,评价结果较传统的二元值评价更准确、科学。与层次分析法、灰色关联分析法、神经网络分析、模糊聚类算法和熵权多目标决策法等相比,多级模糊综合评价法计算方法简单,操作简便,便于在实际工作中应用,保证了评价工作的适用性和可操作性。

文章的评价指标体系以 Rayner Tim 的研究和国内文献为基础,但由于我国国情与内河发展阶段与西方的差异性,评价指标体系的科学性有待改进。在此只对一个港口的内河运输可持续发展能力进行评价,在实际应用过程中,可以针对所评价的对象收集多个年度的数据,进行纵向比较,也可以扩大范围,收集多个内河港口的数据进行横向比较,使研究进一步深入和完善。

参考文献:

- [1] Rayner Tim. Sustainability and transport appraisal: the case of the "access to Hastings" multimodal study [J]. Journal of Environmental Assessment Policy and Management, 2004(9):465-491.
- [2] Matsumoto N, King P N, Hideyuki M. Policies for Environmentally Sustainable Transport [J]. International Review for Environmental Strategies, 2007(7):97-116.
- [3] Burkhard S, Wolfgang S. Evaluating economic feasibility and technical progress of environmentally sustainable transport scenarios by a backcasting approach with ESCOT [J]. Transport Reviews, 2005, 25: 647-668.
- [4] Burinskien M. New methodology for sustainable development towards sustainable transportation system [J]. Technological and economic development of economy, 2009(1): 5-9.
- [5] Smith S P, Sheate W R. Sustainability appraisal of English regional plans: incorporating the requirements of the EU Strategic Environmental Assessment Directive [J]. Impact Assessment and Project Appraisal, 2001(4):263-276.
- [6] Tugwell M, Gwilliam M. Access to Hastings Multi-Modal Study. Report of Head of Regional Transport Planning and Director of Planning and Transport [J]. Regional Planning Committee, SEERA, 2001(6):32-40.
- [7] Schade B, Rothengatter. The economic impact of environmentally sustainable in Germany [J]. European Journal of Transport and Infrastructure Research, 2004(1):147-172.
- [8] 徐创军, 杨立中, 杨红薇, 等. 运输系统生态可持续性评价指标体系的研究 [J]. 铁道运输与经济, 2007(5):4-7.
- [9] 李柯, 云俊. 内河运输可持续发展指标体系设计 [J]. 水运管理, 2005(6):9-12.
- [10] Shrivastava P. Sustainable Transportation Strategies: China [J]. Greener Management International, 2007(3): 53-63.
- [11] Daly H. Steady State Economics [M]. Wasing ton: DC: Island Press, 1991:135-147.
- [12] Whitelegg. Bombag and Melbourne: Contradictions of Transport Sustainability [J]. Urban planning Overseas, 1993(6):13-15.

Evaluation Study on Sustainable Development Capacity of Inland Waterway Transport Based on Multilevel Fuzzy Comprehensive Evaluation Method

LI Yu-feng, ZHOU Yu-feng

(1. Economics and Trade College of Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067; 2. Business Planning College of Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067)

Abstract: Ecological and sustainable transport system is a new and complicated concept, therefore, evaluation and study on the sustainable development capacity of inland waterway transport is of great significance in theory and realistic needs. The article reviews domestic and foreign studies on the ecological sustainability of transport and inland waterway transport and comprehensively evaluates the sustainable development capacity of inland waterway transport with Multilevel Fuzzy Comprehensive Evaluation Method. The result shows that during the evaluation of sustainable development capacity of inland waterway transport, all kinds of factors can comprehensively be taken into account through using Fuzzy Comprehensive Evaluation Method, subjective assumption of weighted average evaluation can be reduced and the result is more correct and scientific than that of traditional binary value evaluation. Besides, the method is simple for calculation, easy for operation and convenient for practical use and also guarantees applicability and maneuverability of the evaluation.

Key words: Inland Waterway Transport; sustainability; Fuzzy Comprehensive Evaluation Method; ecological and economical efficiency