

铁路物流节点规划模糊聚类分析

孙海涛¹, 李仲秋²

(1. 渤海大学 管理学院, 辽宁 锦州 121013;
2. 渤海大学 信息科学与技术学院, 辽宁 锦州 121013)

摘要:现代物流作为先进的组织方式和管理技术,已经成为经济发展重要的推动力量。针对目前缺乏对铁路物流节点综合发展规划研究的现状,文中运用模糊聚类分析方法进行研究。首先,建立影响因素指标体系,并通过递阶层次分析结构模型表现出来;然后,按模糊聚类分析的步骤建立数学模型,包括一级指标评价、无量纲化处理、建立模糊关系、模糊聚类;最后,通过规划实例来说明指标体系和数学模型的具体应用。文中的研究内容,对于科学规划分层分类的铁路物流节点,实现不同运输方式物流节点之间的合理分工与协调布局具有重要意义。

关键词:铁路;物流节点;布局规划;模糊聚类分析

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)03-0054-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.03.014

Fuzzy Cluster Analysis on Railway Logistics Node Planning

SUN Hai-tao¹, LI Zhong-qiu²

(1. School of Management, Bohai University, Jinzhou 121013, China;
2. College of Information Science and Technology, Bohai University, Jinzhou 121013, China)

Abstract: Modern logistics as an advanced organization and management technique, has become an important driving force to economic development. For the current lack of railway logistics node status of integrated development planning research, use fuzzy cluster analysis method for researching. Firstly, establish factor indicator system, and manifest through the analysis of hierarchical structure model. Then, establish mathematical model according to fuzzy cluster analysis step, including an index evaluation, dimensionless processing, fuzzy establishing relation, fuzzy cluster and so on. Finally, through the examples planning illustrate the index system and mathematical model for specific application. The content of this study is important for the scientific planning and hierarchical classification of railway logistics node, the rational division of labor and coordination layout between different nodes of transportation logistics modes.

Key words: railway; logistics node; location planning; fuzzy cluster analysis

0 引言

现代物流作为一种先进的经济运行组织方式和管理技术,是企业降低物资消耗、提高劳动生产率以外的重要利润源泉,已成为提高企业核心竞争力的关键因素。铁路运输作为我国国民经济发展的主动脉,具有运力大、辐射广和节能环保等诸多优势,规划和发展铁路节点已成为城市适应新时代发展要求的必然选择^[1]。铁路物流是依托铁路运输开展的物流活动,是转变铁路货物运输发展方式、推进多元化经营的重点领域,是现代物流业的重要组成部分和骨干支撑^[2]。如何综合利用既有各层次、各类型铁路货运场站资源,实现物流资源整合,科学规划分层分类的铁路物流节

点布局,实现铁路物流节点内部、不同运输方式物流节点之间的合理分工与协调布局,成为建设铁路物流节点需要研究的基础性问题^[3-4]。城市节点是区域物流的核心载体,是商品集散和加工中心,是聚类方法的应用对象。通过聚类分析建立多层次的物流节点网络,为区域乃至全国性的物流节点规划提供指导。

1 建立指标体系

铁路物流节点规划是涉及诸多影响因素的综合决策问题,建立影响因素指标体系是模糊聚类分析的基础性工作。在规划过程中各影响因素都有不同程度的影响,只有将各因素综合起来考虑,才能使节点规划更

收稿日期:2013-05-26

修回日期:2013-08-28

网络出版时间:2014-01-07

基金项目:国家博士后科学基金(20110490365)

作者简介:孙海涛(1977-),男,讲师,研究方向为物流与供应链管理。

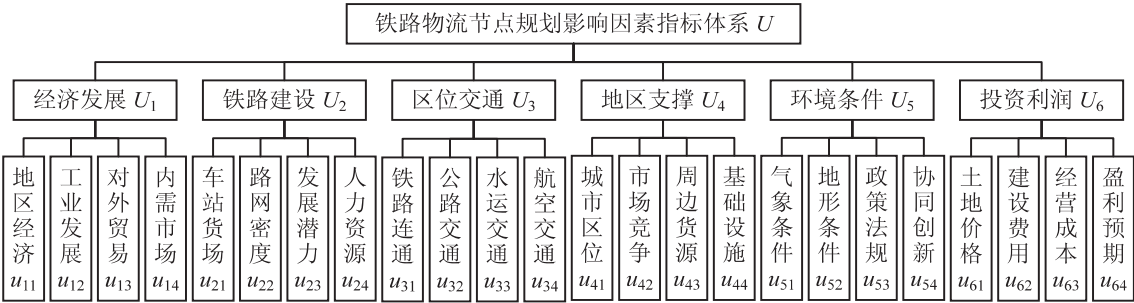
网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140107.1723.047.html>

合理、更科学。在遵循铁路物流节点布局规划的市场导向性、区位导向性、社会导向性、实践导向性等原则的基础上,根据国务院《物流业调整和振兴规划》的布局方案,综合考虑市场需求、产业布局、商品流向、资源环境、交通条件、区域规划等因素进行系统的分析与规划。一般分为四个步骤:

- (1)系统调研,对铁路物流的需求与供给进行分析;
- (2)综合考虑各种因素,建立初步影响因素指标体系;
- (3)计算初步指标体系的权重,去除权重较小的影响因素并进行优化,确定最终的影响因素指标体系;
- (4)计算最终影响因素指标体系权重。

文中综合运用前人的研究成果^[5],按照上述四个步骤建立的影响因素指标体系包括6个一级指标,24个二级指标,递阶层次分析结构模型如图1所示。权重计算结果如下:

- 一级指标权重:
- $$W = \{W_1, W_2, W_3, W_4, W_5, W_6\} = \{0.26, 0.19, 0.15, 0.11, 0.13, 0.16\}$$
- 二级指标权重:
- 经济发展 $W_1 = \{w_{11}, w_{12}, w_{13}, w_{14}\} = \{0.32, 0.37, 0.17, 0.14\}$
- 铁路建设 $W_2 = \{w_{21}, w_{22}, w_{23}, w_{24}\} = \{0.23, 0.35, 0.30, 0.12\}$
- 区位交通 $W_3 = \{w_{31}, w_{32}, w_{33}, w_{34}\} = \{0.27, 0.33, 0.18, 0.22\}$
- 地区支撑 $W_4 = \{w_{41}, w_{42}, w_{43}, w_{44}\} = \{0.34, 0.16, 0.29, 0.21\}$
- 环境条件 $W_5 = \{w_{51}, w_{52}, w_{53}, w_{54}\} = \{0.08, 0.39, 0.34, 0.19\}$
- 投资利润 $W_6 = \{w_{61}, w_{62}, w_{63}, w_{64}\} = \{0.31, 0.18, 0.13, 0.38\}$



2 建立数学模型

模糊聚类分析的基本思想,普通关系理论中, U 上的一个等价关系 R 唯一确定 U 的一个分类,彼此等价的元素属于同一类。模糊聚类与普通聚类区别是,当 λ 从1下降到0时, R_λ 不变化,从而形成动态聚类。

按照模糊聚类分析的步骤构建数学模型。令 i 为节点数量($i = 1, 2, \dots, n$), j 为一级指标数量($j = 1, 2, \dots, m$), k 为一个一级指标下面的二级指标数量($k = 1, 2, \dots, p$)。 s_{ijk} 为第 i 个节点的第 j 个一级指标下的第 k 个二级指标的模糊评价结果。

- 第1步:一级指标评价。
- 一个一级指标的评价结果是由其下多个二级指标评价结果通过加权平均计算得到,公式为:

$$x_{ij} = S_{jk}^{(i)} \times W_j^T = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1p} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2p} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ s_{j1} & s_{j2} & \cdots & s_{jp} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_{j1} \\ w_{j2} \\ \cdots \end{bmatrix} \quad (1)$$

- 第2步:无量纲化处理。
- 无量纲化的目的是消除不同因素在单位、量级上

的差异。常用的方法包括:均值法、向量规范化、线性变换法、归一化处理法、极值处理法、标准差标准化法、数据均值化、初值化法等。数据均值化是用数据列中所有数据的平均值去除所有数据,得到一个占平均值百分比的新序列。文中将数据均值化和归一化两种方法相结合对一级指标的评价结果进行规范化处理。

第 j 个一级指标的平均值为:

$$\bar{x}_j = \frac{\sum_{i=1}^m x_{ij}}{m} \quad (2)$$

数据均值化处理后的新序列为:

$$y_{ij} = \frac{x_{ij}}{\bar{x}_j} \quad (3)$$

对数据均值化的结果进行归一化处理,用该指标列的最大值去除每一个值:

$$z_{ij} = \frac{y_{ij}}{\max(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im})} \quad (4)$$

第3步:建立模糊关系。

建立模糊关系又称为标定,就是求出被分类对象间相似程度系数 r_{ij} ($i, j = 1, 2, \dots, n$),从而得到相似

矩阵 $R = (r_{ij})_{n \times n}$, 即模糊关系。

设论域 $U = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$, 其中每个元素为一个样本, 每个样本为 m 维向量, 即 $(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im})$, 计算 r_{ij} 的有多种方法, 包括数量积法、夹角余弦法、相关系数法、最大最小法、算术平均最小法、几何平均最小法、绝对值倒数法、绝对值指数法、绝对值减数法、海明距离法、欧氏距离法、切比雪夫距离法等^[6]。根据物流节点规划实际, 选择相关系数法。

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m |z_{ik} - \bar{z}_i| |z_{jk} - \bar{z}_j|}{\sqrt{\sum_{k=1}^m (z_{ik} - \bar{z}_i)^2} \sqrt{\sum_{k=1}^m (z_{jk} - \bar{z}_j)^2}} \quad (5)$$

式中, $\bar{z}_i = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m z_{ik}$; $\bar{z}_j = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m z_{jk}$ 。

第 4 步: 模糊聚类。

聚类的方法有多种, 主要包括以下三类:

(1) 基于模糊等价矩阵的聚类方法, 主要是传递闭包法和布尔矩阵法;

(2) 基于模糊相似关系的直接聚类法, 主要包括最大树法和编网法;

(3) 模糊 C 均值聚类法^[7]。

模糊矩阵 R 具有自反性和对称性, 不满足传递性, 只是模糊相似矩阵, 只有当 R 是模糊等价矩阵时才能聚类, 将 R 改造成模糊等价矩阵的计算步骤具有不确定性^[8]; 模糊 C 均值聚类法, 按照某种判别准则, 将数据的聚类转化为一个非线性优化问题, 并通过迭

代进行求解, 迭代过程非常复杂。考虑到计算量以及复杂性等因素, 文中选用最大树直接聚类法。

直接聚类是直接利用模糊相似矩阵 R 聚类。聚类原则是: x_i 与 x_j 在 λ 水平上同类, 即在 R 形成的模糊图中存在一条权重不低于 λ 的路相连接。

先画出所有顶点, 从矩阵 R 中按 r_{ij} 从大到小的顺序依次画枝, 标上权重, 不产生圈, 直到所有顶点连通为止, 就得到一棵最大树。具体如下^[9-10]:

(1) 将矩阵 R 中的值 r_{ij} 从大到小排序, 即: $Q_1 > Q_2 > \dots > Q_q$, $Q_q (q = 1, 2, \dots, h)$ 为某个 r_{ij} 。

(2) 以分类对象为顶点, 将矩阵 R 与 Q_1 相连接, 并在连线上标明 Q_1 。

(3) 依次将矩阵 R 与 $Q_q (q = 2, 3, \dots, h)$ 相连接, 并在连线上标明 Q_q , 若出现回路则不连接, 直到所有顶点构成一个无向连通赋权图为止, 就得到最大树 $G = (X, R_{ij})$ 。

最大树不是唯一的, 但可证明, 分类结果是一致的。

3 规划实例

某区域由 A, B, C, D, E, F, G 等 7 个城市构成, 每个城市作为一个节点建设物流中心, 根据节点的等级不同, 建设全国性、区域性和地区性的物流节点, 上级节点为下级节点提供服务。用模糊聚类分析法确定物流节点等级分类。通过专家打分法对各影响因素二级指标量化结果如表 1 所示。

表 1 铁路物流节点规划影响因素二级指标量化结果

城市	经济发展 U_1				铁路建设 U_2				区位交通 U_3				地区支撑 U_4				环境条件 U_5				投资利润 U_6			
	u_{11}	u_{12}	u_{13}	u_{14}	u_{21}	u_{22}	u_{23}	u_{24}	u_{31}	u_{32}	u_{33}	u_{34}	u_{41}	u_{42}	u_{43}	u_{44}	u_{51}	u_{52}	u_{53}	u_{54}	u_{61}	u_{62}	u_{63}	u_{64}
A	42	36	29	45	72	34	59	76	35	96	84	21	54	85	90	41	82	80	87	42	26	87	68	67
B	75	63	90	83	91	72	62	80	49	73	21	57	87	76	63	38	45	76	65	58	77	62	45	72
C	95	97	91	88	81	82	96	73	82	93	76	87	94	82	79	63	67	92	73	81	92	84	72	85
D	80	76	53	71	88	64	37	63	86	82	55	62	62	37	54	85	84	54	78	76	34	37	96	65
E	54	67	46	68	72	88	76	82	36	74	66	73	49	68	81	76	37	72	62	62	65	54	81	47
F	82	78	69	89	67	91	84	85	57	82	87	81	83	54	71	60	59	59	57	70	71	82	46	79
G	48	63	72	67	42	76	65	37	68	61	38	45	65	72	55	61	62	82	64	91	59	64	78	38

第 1 步: 一级指标评价。

一级指标评价结果如表 2 所示。

表 2 一级指标评价结果

指标	A	B	C	D	E	F	G
经济发展 U_1	37.99	74.23	94.08	72.67	59.41	79.29	60.29
铁路建设 U_2	55.28	74.33	84.89	61.30	80.00	82.66	60.20
区位交通 U_3	60.87	53.64	85.65	73.82	62.08	75.93	55.23
地区支撑 U_4	66.67	67.99	81.22	60.51	66.99	70.05	62.38
环境条件 U_5	75.32	66.36	81.45	68.74	63.90	60.41	75.99
投资利润 U_6	58.02	68.24	85.30	54.38	58.26	72.77	54.39

第 2 步: 无量纲化处理。

对表 2 中的数据均值化处理结果如表 3 所示。

表 3 均值化处理结果

指标	A	B	C	D	E	F	G
经济发展 U_1	0.56	1.09	1.38	1.06	0.87	1.16	0.88
铁路建设 U_2	0.78	1.04	1.19	0.86	1.12	1.16	0.84
区位交通 U_3	0.91	0.80	1.28	1.11	0.93	1.14	0.83
地区支撑 U_4	0.98	1.00	1.19	0.89	0.98	1.03	0.92
环境条件 U_5	1.07	0.94	1.16	0.98	0.91	0.86	1.08
投资利润 U_6	0.90	1.06	1.32	0.84	0.90	1.13	0.84

对表3中的数据归一化处理结果如表4所示。

表4 归一化处理结果

指标	A	B	C	D	E	F	G
经济发展 U_1	0.41	0.79	1.00	0.77	0.63	0.84	0.64
铁路建设 U_2	0.66	0.87	1.00	0.72	0.94	0.97	0.71
区位交通 U_3	0.71	0.63	1.00	0.87	0.73	0.89	0.65
地区支撑 U_4	0.82	0.84	1.00	0.75	0.82	0.87	0.77
环境条件 U_5	0.92	0.81	1.00	0.84	0.78	0.74	0.93
投资利润 U_6	0.68	0.80	1.00	0.63	0.68	0.86	0.64

第3步:建立模糊关系。

结果如下:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0.90 & 0.82 & 0.91 & 0.92 & 0.86 & 0.95 \\ 0.90 & 1 & 0.88 & 0.92 & 0.94 & 0.94 & 0.93 \\ 0.82 & 0.88 & 1 & 0.87 & 0.87 & 0.93 & 0.84 \\ 0.91 & 0.92 & 0.87 & 1 & 0.93 & 0.92 & 0.95 \\ 0.92 & 0.94 & 0.87 & 0.93 & 1 & 0.94 & 0.95 \\ 0.86 & 0.94 & 0.93 & 0.92 & 0.94 & 1 & 0.87 \\ 0.95 & 0.93 & 0.84 & 0.95 & 0.95 & 0.84 & 1 \end{bmatrix}$$

第4步:模糊聚类。

首先画出以被分类元素为顶点,以相似矩阵 R 中的值 r_{ij} 为权重的一棵最大树,然后取 $\lambda \in [0,1]$,砍去权重低于 λ 的枝,得到一个不连通的图,各连通分支便构成了 λ 在水平上的分类。结果如下:

取 $\lambda = 1$,得7类: $\{A\}$ 、 $\{B\}$ 、 $\{C\}$ 、 $\{D\}$ 、 $\{E\}$ 、 $\{F\}$ 、 $\{G\}$;

取 $\lambda = 0.95$,得3类: $\{A,D,E,G\}$ 、 $\{B,F\}$ 、 $\{C\}$;

取 $\lambda = 0.94$,得2类: $\{A,B,D,E,F,G\}$ 、 $\{C\}$;

取 $\lambda = 0.93$,得1类: $\{A,B,C,D,E,F,G\}$ 。

根据模糊聚类结果得出的聚类图如图2所示^[11]。

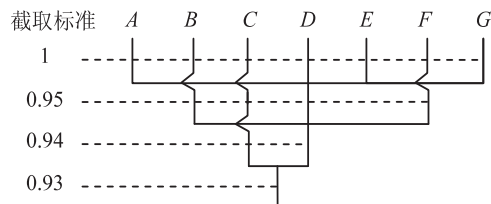


图2 模糊聚类图

根据该例需求,可将节点分为三类:

- (1)节点 C 为全国性物流中心;
- (2)节点 B 、 F 为区域性物流中心;
- (3)节点 A 、 D 、 E 、 G 为地区性物流中心。

4 结束语

国务院出台的《物流业调整和振兴规划》,将多式联运工程和物流园区工程列入我国现代物流业发展的九大重点工程。《铁路“十二五”物流发展规划》指出,“十二五”期间,构建一批管理科学、安全高效、服务优

质的现代化铁路物流中心。在铁路物流中心规划建设过程中,要立足于服务地方经济发展,积极协调将铁路物流中心纳入地方物流规划,强化与地方规划和其他运输方式衔接,把铁路物流中心逐步发展成为综合运输枢纽、重要的货源集散地和区域物流中心。因此,研究铁路物流节点统一规划布局具有一定的理论和现实意义。

对铁路物流节点规范布局分层分类研究可以促进物流网络布局的合理性,这种合理性不仅要适应当前铁路发展和区域经济发展,也要适应未来社会的发展需求。模糊聚类方法偏重于定量描述^[12],然而在实际中,有些影响因素无法纳入到影响指标体系中进行量化,所以采用该方法得出的结果只能作为一个重要的决策依据,最终规划布局还需综合更多的因素做最终决策。

参考文献:

[1] 张晓东,潘 华,万 涛.城市铁路物流园区选址规划方法[J].城市交通,2009,7(5):12-20.

[2] 中华人民共和国铁道部.铁路“十二五”物流发展规划[J].铁道货运,2012,30(4):46-57.

[3] Maropoulos P G, Kotsialos A, Bramall D G. A theoretical framework for the integration of resource aware planning with logistics for the dynamic validation of aggregate plans within a production network [J]. Manufacturing technology, 2006, 55 (1):483-488.

[4] 潘 华.铁路物流节点分层分类布局规划研究[D].北京:北京交通大学,2011.

[5] 李斐然.现代铁路物流中心规划研究[D].长沙:中南大学,2012.

[6] Zhou J G, Wang Y X, Li B. Study on optimization of denitration technology based on gray-fuzzy combined comprehensive evaluation model [J]. Systems engineering procedia, 2012, 4 (1):210-218.

[7] 王巧云.基于模糊聚类分析的学生考核模型研究[J].长江大学学报(自然科学版),2011,8(8):4-6.

[8] 宋 剑,成 静,赵 伟.舰艇编队综合作战能力评估的模糊聚类分析[J].火力与指挥控制,2012,37(3):83-86.

[9] 卓景文,赵 鹏,李学俊,等.模糊聚类最大树算法在教学质量评估中的应用[J].微型机与应用,2012,31(6):60-62.

[10] 豆丁网.模糊聚类分析[EB/OL]. 2013-05-10. <http://www.docin.com/p-448321608.html>.

[11] 金玲玲,汪文俊,王喜凤.大学生综合素质的灰色模糊聚类评价模型[J].计算机技术与发展,2012,22(5):109-112.

[12] Ren Y C, Xing T, Quan Q, et al. Fuzzy cluster analysis of regional city multi-level logistics distribution center location plan[C]//Proc of quantitative logic and soft computing. [s. l.]:Springer-Verlag, 2010:499-508.

铁路物流节点规划模糊聚类分析

作者：[孙海涛](#)，[李仲秋](#)，[SUN Hai-tao](#)，[LI Zhong-qiu](#)

作者单位：[孙海涛, SUN Hai-tao\(渤海大学 管理学院, 辽宁 锦州, 121013\)](#)，[李仲秋, LI Zhong-qiu\(渤海大学 信息科学与技术学院, 辽宁 锦州, 121013\)](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

ISTIC

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：

2014(3)

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201403014.aspx