

客运专线票价的模糊区间综合评价

李 祺

(西南交通大学 交通运输学院, 四川 成都 610031)

摘要: 随着我国客运专线的相继开通, 其票价受到了多方面的关注。客运专线票价制定与以往有了改变, 但也遭受质疑。对客运专线票价进行综合评价, 有助于更加合理的制定票价。本文综合考虑了影响客运专线票价的各种因素, 建立了评价指标体系; 提出了对于隶属度值以模糊区间数这种不确定形式给出, 构建了模糊区间综合评价模型, 并结合实例探讨了该法的可行性。

关键词: 客运专线票价; 区间数; AHP; 模糊区间综合评价

中图分类号: U293.22 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-0373(2010)04-0067-05

0 引言

随着我国客运专线的相继开通, 我国已迈入了高铁时代。除了高铁的快速、便捷并能拉动沿线地区的经济发展之外, 人们关心的更多的是其票价。而票价制定也与以往有了改变。京津城际列车、武广客运专线、郑西客运专线这三条线路暂实行试行运价, 试行运价水平由相关铁路运输企业根据市场供求状况自主确定。虽然, 以上客运专线票价由运输企业确定, 但并没有完全突破我国铁路旅客票价的传统模式, 运价形成机制不灵活, 没有完全适应市场经济体制的客观要求, 没有分区段、分时间实行浮动票价, 没有充分的考虑竞争因素, 以至于对现行客运专线票价的合理性质疑声不断。因此对客运专线票价的影响因素进行深入分析, 建立评价指标体系, 进行客运专线票价评价的研究工作, 具有现实意义。只有这样才能更加合理的制定客运专线的票价。

1 评价指标体系和评价等级

1.1 评价指标选取

为了对客运专线票价进行正确、公正的评价, 建立评价指标体系应从系统工程的角度出发, 既考虑客运专线的特点, 又应考虑专线所经过的区域的经济、社会条件以及居民支付能力等因素, 并结合类似评价指标的应用。

本研究采用专家主观评定和比较判定法。在建立评价指标体系时, 首先确定评价的最终目标, 然后通过收集资料, 建立被选指标集, 采用层次分析法建立树状的关系结构, 运用目标层次分类展开法, 将总目标按逻辑分类向下展开为若干目标, 再把各目标分别向下展开成分目标, 依此类推, 直到可定量或可定性分析为止。

初步拟出评价指标体系后, 对指标进行筛选, 用综合指标代替其它相关单项指标, 并对指标体系进行简化。考虑各相关因素的实际影响, 应用相关理论对指标进行独立性分析, 剔除相关指标, 保持指标的独立性, 从而确定评价指标。评价指标的选取应尽可能全面反映客运专线票价的相关因素对票价的影响^[1]。

1.2 评价指标体系和评价等级的建立

客运专线票价影响因素众多。从影响票价的内部因素来讲, 票价以运营消耗为最低界限, 票价只有

高于运营消耗, 运输企业才能获得一定的利润。从外部因素来讲, 票价随运输需求的变化而波动, 同时还要考虑竞争因素、居民的支付能力等方面。因此, 将票价评价指标分为 3 个方面: 运营消耗 (U_1), 运营效益 (U_2), 其它因素 (U_3)。

运营消耗 (U_1) 是运输企业在运输生产过程中为完成旅客运输任务所消耗的以货币形式表现的全部费用支出。具体分为 5 个二级指标: ①外借资金的年利息率 (U_{11})。客运专线建设投资资金除了铁路自有建设基金, 还有一部分是贷款和债券, 这就需要偿还一定的年利息。②运营工资 (U_{12}) 包括铁路职工工资、各种维修和服务费用。③日常消耗 (U_{13}) 包括材料和动力。材料是铁路运输企业在运营过程中所消耗的材料、配件、油脂、工具设备、劳保用品等。动力是铁路运输企业在运营过程中所消耗的电力、油料支出^[2]。④设备折旧 (U_{14}) 是按规定计入成本的铁路各种设备、车站站舍的折旧费用。⑤其它费用 (U_{15}) 不属于以上各要素开支的费用, 如事故损失、生产部门的差旅费用、招待费用等。

运营效益 (U_2) 是指铁路运输企业进行运输生产活动所获得的收入和各种效益。具体分为 3 个二级指标: ①经济收入 (U_{21}) 是铁路运输企业进行运输生产所获得的客票收入和一些附加收入。②均衡客流 (U_{22}) 是指在运输高峰期票价上浮一定的幅度; 反之, 则下降一定的幅度。这样能起到消峰填谷的作用。③时间效益价值 (U_{23}) 简言之就是企业节约生产时间而带来的经济效益。这里是指缩短旅客旅行时间在客运专线票价中的体现。

其他因素 (U_3) 是不属于以上两点的因素。具体分为 3 个二级指标: ①票价的完备性 (U_{31})。客运专线票价应该是多种: 学生票、军人票、残疾人票等各种优惠折扣票价。②票价占居民开支的比例 (U_{32})。票价占居民开支比例越大, 就越不合理。③票价的灵活性 (U_{33})。票价应该是灵活多变的, 而不是单一的, 应该随着不同情况如: 竞争的变化、运输需求与运输能力关系的变化等, 而采取不同的票价策略。

评价指标体系如图 1。评价等级分为: 合理 V_1 , 较合理 V_2 , 一般 V_3 , 较不合理 V_4 , 不合理 V_5 。

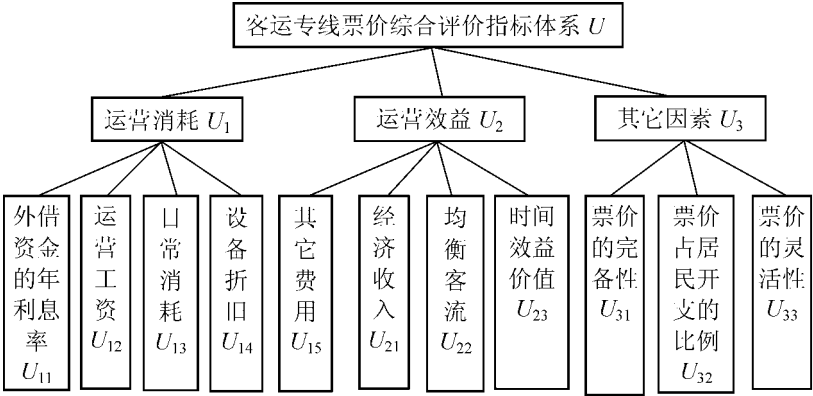


图 1 客运专线票价评价指标体系

2 票价的评价方法与原理

2.1 评价方法的确定

客运专线票价的合理性本身就是一个模糊的概念, 其内涵和外延是模糊的、不清晰的, 因此很难在合理与不合理之间划定出明确适当的界限。评价本身是人的思维判断过程, 评价结果通常以口语化的词汇来表达, 例如“合理”、“一般”、“不合理”等, 这使得经典数学并不适应。

综合评价是指综合考虑受多种因素影响的事物对其进行总的评价, 当评价因素具有模糊性时, 这样的评价被称为模糊综合评价, 又称模糊综合评判^[3]。在模糊综合评价中, 被评价对象有时带有某些不确定性, 这使得这些对象在某些评价指标上属于某个评语的隶属度值不在是一个确定的数, 而是一个区间。通常的做法是取其均值作为隶属度值, 但这无形中丢掉了很多有用的信息^[4]。模糊区间综合评价就是采用区间数表示隶属度值的模糊综合评价。根据以上特点, 采用模糊区间综合评价作为评价方法。

2 2 因素集和评价集确定

确定影响评价对象的 n 个因素组成的集合, 称为因素集。由于影响客运专线票价因素众多, 为避免单级评价的缺点而又不致于过分复杂, 本文将各因素分成 2 个层次进行二级模糊综合评价。

根据图 1 建立的评价指标体系, 得到评价因素集: $U = \{U_1, U_2, U_3\}$, 子因素集: $U_1 = \{U_{11}, U_{12}, U_{13}, U_{14}, U_{15}\}$, $U_2 = \{U_{21}, U_{22}, U_{23}\}$, $U_3 = \{U_{31}, U_{32}, U_{33}\}$ 。

建立的评价等级, 得到评价集: $V = \{V_1, V_2, V_3, V_4, V_5\} = \{\text{合理, 较合理, 一般, 较不合理, 不合理}\}$ 。

2 3 评价指标权重和评价矩阵

各层次因素权重的确定用层次分析法 (AHP)。层级分析法已应用于很多管理决策问题, 其具体原理可参照相关论文和书籍。

由专家打分给出每个评价指标相对于不同评语等级的隶属度, 从而得到评价矩阵。专家评分法很大程度上依赖于专家的学识, 所以专家的选择要有代表性、广泛性, 既要有经济技术学专家, 又要有成本核算专家以及铁路客运定价专家等。专家们进行充分的讨论, 再结合自身专业知识, 从本专业角度为每一个评价指标打分。综合专家们给出的分值, 得到每个评价指标隶属于不同评价等级的区间数, 从而得到模糊区间评价矩阵。

2 4 模糊综合评价

通过上述方法可以获得单因素评价矩阵, 单因素评价矩阵和对应的权向量通过模糊算子进行模糊合成, 得到单因素评价向量。模糊算子有多个, 这里选取的是 $(\cdot, +)$ 算子。同理, 可以求出这一层次的其他单因素评价向量。而多级模糊评价是高层次把低层次的所有单因素评价向量作为本层次的评价矩阵, 再和相对应的权向量通过模糊算子进行模糊合成。这就构成了多级模糊综合评价。

3 实例分析

对国内某客运专线票价进行评价。

3 1 权重的确定

根据既有铁路票价制定分析、票价影响因素分析、结合实际情况及专家意见, 用 AHP 确定各个因素的权重。 U 层各因素权重分别为: 0.733, 0.203, 0.064; U_1 层各因素权重分别为: 0.047, 0.133, 0.246, 0.538, 0.037; U_2 层各因素权重分别为: 0.680, 0.117, 0.203; U_3 层各因素权重分别为: 0.109, 0.587, 0.304。各层次判断矩阵如下。

$$U = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 9 \\ 1/5 & 1 & 4 \\ 1/9 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}, U_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/5 & 1/7 & 2 \\ 3 & 1 & 1/2 & 1/5 & 3 \\ 5 & 2 & 1 & 1/3 & 5 \\ 7 & 5 & 3 & 1 & 9 \\ 1/2 & 1/3 & 1/5 & 1/9 & 1 \end{bmatrix}, U_2 = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 4 \\ 1/5 & 1 & 1/2 \\ 1/4 & 2 & 1 \end{bmatrix}, U_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 1/3 \\ 5 & 1 & 3 \\ 3 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}。$$

3 2 模糊区间评价矩阵的建立

表 1 为国内某客运专线运营效益 U_2 的专家评分结果。专家按隶属度大小给出分值, 分值范围: 0~6, 分值越高表示隶属度越大。综合多位专家给出的分值, 用区间数的形式表达, 则该客运专线运营效益 U_2 的模糊区间评价矩阵为

表 1 运营效益单因素评价			
运营效益 U_2	经济收入	均衡客流	时间效益价值
权重	0.680	0.117	0.203
合理	[4, 6]	[3, 5]	[4, 6]
较合理	[2, 4]	[2, 3]	[2, 4]
一般	[2, 4]	[2, 4]	[3, 5]
较不合理	[1, 3]	[2, 4]	[0, 1]
不合理	[0, 1]	[0, 3]	[0, 2]

$$\underline{R}_2 = \begin{bmatrix} [0\ 4\ 0\ 6] & [0\ 2\ 0\ 4] & [0\ 2\ 0\ 4] & [0\ 1\ 0\ 3] & [0\ 0\ 0\ 1] \\ [0\ 3\ 0\ 5] & [0\ 2\ 0\ 3] & [0\ 2\ 0\ 4] & [0\ 2\ 0\ 4] & [0\ 0\ 0\ 3] \\ [0\ 4\ 0\ 6] & [0\ 2\ 0\ 4] & [0\ 3\ 0\ 5] & [0\ 0\ 0\ 1] & [0\ 0\ 0\ 2] \end{bmatrix}.$$

同理可得其它因素 U_3 、运营消耗 U_1 的模糊区间评价矩阵

$$\begin{aligned} \underline{R}_3 &= \begin{bmatrix} [0\ 5\ 0\ 6] & [0\ 3\ 0\ 5] & [0\ 2\ 0\ 4] & [0\ 0\ 0\ 1] & [0\ 0\ 0\ 0] \\ [0\ 3\ 0\ 5] & [0\ 2\ 0\ 4] & [0\ 2\ 0\ 5] & [0\ 2\ 0\ 3] & [0\ 0\ 0\ 1] \\ [0\ 4\ 0\ 6] & [0\ 2\ 0\ 4] & [0\ 2\ 0\ 5] & [0\ 1\ 0\ 3] & [0\ 0\ 0\ 2] \end{bmatrix}, \\ \underline{R}_1 &= \begin{bmatrix} [0\ 5\ 0\ 6] & [0\ 4\ 0\ 5] & [0\ 3\ 0\ 5] & [0\ 1\ 0\ 3] & [0\ 0\ 0\ 0] \\ [0\ 2\ 0\ 4] & [0\ 3\ 0\ 5] & [0\ 3\ 0\ 5] & [0\ 2\ 0\ 4] & [0\ 0\ 0\ 1] \\ [0\ 3\ 0\ 5] & [0\ 2\ 0\ 4] & [0\ 3\ 0\ 5] & [0\ 2\ 0\ 3] & [0\ 0\ 0\ 1] \\ [0\ 4\ 0\ 6] & [0\ 3\ 0\ 5] & [0\ 2\ 0\ 4] & [0\ 2\ 0\ 3] & [0\ 0\ 0\ 1] \\ [0\ 2\ 0\ 4] & [0\ 3\ 0\ 5] & [0\ 3\ 0\ 5] & [0\ 2\ 0\ 4] & [0\ 1\ 0\ 3] \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

3 3 模糊综合评价

鉴于此评价矩阵的元素为区间数, 为此利用区间数的加法与乘法运算模型进行运算, 模糊算子取 $(\cdot, +)$ 。得到运营消耗 B_1 、运营效益 B_2 、其它因素 B_3 三个单因素综合评价向量。其结果如下

$$B_1 = [[0\ 346\ 5\ 0\ 542] \ [0\ 280\ 4\ 0\ 475\ 9] \ [0\ 246\ 5\ 0\ 446\ 7] \ [0\ 195\ 5\ 0\ 317\ 3] \ [0\ 003\ 7\ 0\ 102\ 8]],$$

$$B_2 = [[0\ 388\ 3\ 0\ 588\ 3] \ [0\ 2\ 0\ 388\ 3] \ [0\ 220\ 3\ 0\ 420\ 3] \ [0\ 091\ 4\ 0\ 271\ 1] \ [0\ 0\ 143\ 7]],$$

$$B_3 = [[0\ 352\ 2\ 0\ 541\ 3] \ [0\ 210\ 9\ 0\ 410\ 9] \ [0\ 2\ 0\ 489\ 1] \ [0\ 147\ 8\ 0\ 278\ 2] \ [0\ 0\ 119\ 5]].$$

第二级综合评价的评价矩阵由运营消耗 B_1 、运营效益 B_2 、其它因素 B_3 三个单因素综合评价向量所组成, 二级模糊综合评价为:

$$B = [[0\ 355\ 350\ 0\ 551\ 354] \ [0\ 259\ 631\ 0\ 453\ 957] \ [0\ 238\ 205\ 0\ 444\ 054] \ [0\ 171\ 315\ 0\ 305\ 419] \ [0\ 002\ 712\ 0\ 112\ 172]].$$

其中, 各区间数即为该客运专线票价相对于各评语 (合理, 较合理, 一般, 较不合理, 不合理) 的相对隶属区间。

3 4 评价结果的排序处理

由于经过二级综合评价后所得的结果是区间数, 为了确切地反映客运专线票价合理性状况, 需要对区间数进行排序。采用基于模糊互补判断矩阵排序法^[5-6], 假设: $\alpha_1 = [a_1^L, a_1^U] = [0\ 355\ 350\ 0\ 551\ 354]$; $\alpha_2 = [a_2^L, a_2^U] = [0\ 259\ 631\ 0\ 453\ 957]$; $\alpha_3 = [a_3^L, a_3^U] = [0\ 238\ 205\ 0\ 444\ 054]$; $\alpha_4 = [a_4^L, a_4^U] = [0\ 171\ 315\ 0\ 305\ 419]$; $\alpha_5 = [a_5^L, a_5^U] = [0\ 002\ 712\ 0\ 112\ 172]$ 。

首先, 求出各区间数两两比较的可能度矩阵 $P = (p_{ij})$, 其中, $p_{ij} = p(a_i \geq a_j) = \frac{\max(0, a_i^U - a_j^L + a_j^U - a_i^L - \max(0, a_j^U - a_i^L))}{a_i^U - a_i^L + a_j^U - a_j^L}$, $i, j = 1\ 2\ 3\ 4\ 5$

$$P = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.747\ 375 & 0.779\ 263 & 1 & 1 \\ 0.252\ 625 & 0.5 & 0.539\ 144 & 0.860\ 585 & 1 \\ 0.220\ 737 & 0.460\ 856 & 0.5 & 0.802\ 284 & 1 \\ 0 & 0.139\ 415 & 0.197\ 716 & 0.5 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 \end{bmatrix}.$$

然后, 用公式 $v_i = \frac{\sum_{j=1}^5 p_{ij} + \frac{n}{2} - 1}{n(n-1)}$, $i = 1\ 2\ 3\ 4\ 5\ n = 5$ 得出可能度矩阵 P 的排序向量:

$$V = (V_1, V_2, V_3, V_4, V_5) = (0\ 276\ 332\ 0\ 232\ 618\ 0\ 224\ 194\ 0\ 166\ 856\ 0\ 1).$$

即得此线路票价相对于评价 (合理, 较合理, 一般, 较不合理, 不合理) 的相对隶属度。

因为此线路票价相对于票价评价中的合理的相对隶属度最大, 按最大隶属原则, 可以认为此客运专

线票价是合理的。

4 结论

分析了影响客运专线票价的各种因素,建立了 3 类 11 项评价指标体系,确定了各影响因素之间的层次隶属关系;提出了对于隶属度值以模糊区间数这种不确定形式给出,在此基础上建立了模糊区间评价矩阵;构建了客运专线票价的模糊区间综合评价模型,并结合实例进行说明,初步探讨了该方法的可行性。对客运专线票价评价进行研究,有助于更加合理的制定票价,具有现实意义。

参 考 文 献

[1]王建军,刘乙橙,吴宜淞. 高速公路交通安全设施系统评价指标及评价方法研究 [J]. 交通运输系统工程与信息, 2007, 7 (4): 67.

[2]杨洋. 铁路客运专线票价制定问题研究 [D]. 北京: 北京交通大学, 2008.

[3]李士勇. 工程模糊数学及应用 [M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2004.

[4]张兴芳,官恩瑞,孟广武. 区间值模糊综合评判及其应用 [J]. 系统工程理论与实践, 2001, 21 (12): 81.

[5]达庆利,刘新旺. 区间数线性规划及其满意解 [J]. 系统工程理论与实践, 1999, 19 (4): 5.

[6]徐泽水. 求解不确定型多属性决策问题的一种新方法 [J]. 系统工程学报, 2002, 17 (2): 178-179.

Fuzzy Interval Comprehensive Evaluation for Passenger Dedicated Line Ticket Price

Li Qi

(College of Traffic and Transportation, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract Along with the opening of passenger dedicated line one after another in China, its ticket price has received wide attention. The ticket price formulation for passenger railway traffic has changed, and at the same time is also questioned. Comprehensive evaluation of passenger dedicated line ticket price would facilitate to develop a more reasonable ticket fare. This paper considers the factors influencing passenger dedicated line ticket price synthetically and establishes the system of evaluation index, proposes to express the membership values in an uncertain form of fuzzy interval numbers, sets up the fuzzy interval comprehensive evaluation model and proves the feasibility of the method with an example.

Key words passenger dedicated line ticket price; interval number; AHP; fuzzy interval comprehensive evaluation

(上接第 60 页)

Medical Image Fusion Algorithm Based on Lifting Wavelet Transform

Mu Ying Wang Xuejun

(College of Information Science and Technology, Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang 050043, China)

Abstract Image fusion is the technology by which the information of multiple images is integrated into one image, which makes the fused image contain more accurate, more comprehensive and reliable image description. To improve the traditional medical image fusion algorithms losing of details, the source of medical images are decomposed by the way of lifting wavelet, and different fusion rules are utilized for high and low frequency weight respectively. Finally the target image is obtained by inverse wavelet transform. The simulation result proves that the algorithm is feasible and effective.

Key words image fusion; medical image; lifting wavelet