

文章编号:1672-058X(2012)04-0027-05

# 模糊层次分析法在轻轨站点综合评价中的应用

张向科, 刘浪

(重庆交通大学 管理学院, 重庆 400074)

**摘要:**轻轨站点是重庆轻轨交通的重要组成部分,针对轻轨站点各方面的模糊特性,提出了基于 AHP(层次分析法)的模糊综合评判方法,设立了评价指标,构建了评判方法和评判模型,并将模型应用到一个轻轨站点上;对其安全性、便捷性、舒适性、智能性进行了综合评估。

**关键词:**轻轨站点;层次分析法;模糊评价

**中图分类号:**U239.5

**文献标志码:**A

轻轨车站作为轻轨交通的“窗口”,是乘客与轻轨交通衔接的平台,有着举足轻重的作用。随着人民生活水平的提高,乘客对轻轨车站不仅仅是乘车站点的需要,而且对轻轨车站的环境、质量安全有了更高的要求。因此有必要建立一个针对轻轨车站各方面设计的综合评价体系,发现轻轨运营中所出现的问题,为进一步提高轻轨交通的服务质量提供参考。

## 1 层次分析法与模糊综合评判法概述

### 1.1 层次分析法

层次分析法是由美国运筹学家 T·L·Saaty 提出的一种数学方法,这种方法的优点是定性与定量相结合,具有高度的逻辑性、系统性、简洁性和实用性,是针对多层次、多目标规划决策问题的有效决策方法。其基本原理就是把所要研究的复杂问题看作一个大系统,通过对系统多个因素的分析,划出各因素间相互联系的有序层次,再对每一层次各因素进行较为客观的判断后相应给出相对重要性的定量表示,进而建立数学模型,计算出每一层次全部因素的相对重要性的权值并加以排序,最后根据排序结果进行规划决策。

### 1.2 模糊评判原理

模糊综合评判基本原理是首先收集准备评价项目的资料,确定评价的主要因素和评价等级,再分别确定各个因素的权重及它们的隶属度向量,获得模糊矩阵,最后把模糊评判矩阵与因素权向量进行模糊运算并归一化处理,得到模糊评价综合结果。

AHP(层次分析法)将定性分析和定量分析有效地结合,不仅能保证模型的系统性和合理性,而且让决策人员充分运用其有价值的经验和判断能力,从而为许多多规则决策问题提供强有力的支持。而模糊层次分析法是综合层次分析法和模糊数学理论形成的一种综合评价方法,主要体现在将评价指标体系分成递阶层次结构,运用层次分析法得出权重,然后分层次进行模糊评判。该综合评价法的原理是根据模糊数学的隶属度理论,把定性评价转化为定量评价,从而对受到多种因素制约的对象做出一个总体的评价。它具有

系统性强、计算结果清晰的优点,在实际中,能较好地解决难以量化的模糊问题,适合轻轨站点综合评价中非确定性问题的解决。

## 2 重庆市轻轨站点服务质量评估指标体系的设计

### 2.1 指标体系的设计原则

建立轻轨站点综合评价体系是为了更好地了解轻轨建设、运营中存在的不足,为以后的建设、运营管理模式提供参考。建立轻轨站点综合评估体系应全面、本质地反映评估目标,为此所设计评估指标应满足下列原则:

(1) 科学性和先进性原则。设计指标体系应能有效地反映所评判的轻轨站点各方面的特征。

(2) 全面性和系统性原则。合理的指标层次结构,应能全面地反映评估的轻轨站点的基本状态,并能为评估提供必要的数据库。

(3) 定性和定量分析相结合原则。为了对轻轨站点进行综合评判,必须将所设计评估指标定量化、规范化,为采用定量评估分析方法奠定基础。

(4) 可行性和可操作性原则。设计的指标应具有可采集性和可量化性特点,各项指标能够有效测度或统计。

### 2.2 指标体系的构建

根据评估指标体系的设计原则,在国内外学者的研究成果基础上,运用层次分析法建立如下的轻轨站点综合评价体系。评估体系的目标层是轻轨站点综合评估,主准则层包括安全性、快捷性、舒适性、智能性 4 个方面的内容,次准则层将主要准则层的内容细化层 13 个具体可量化的评估指标,如图 1。

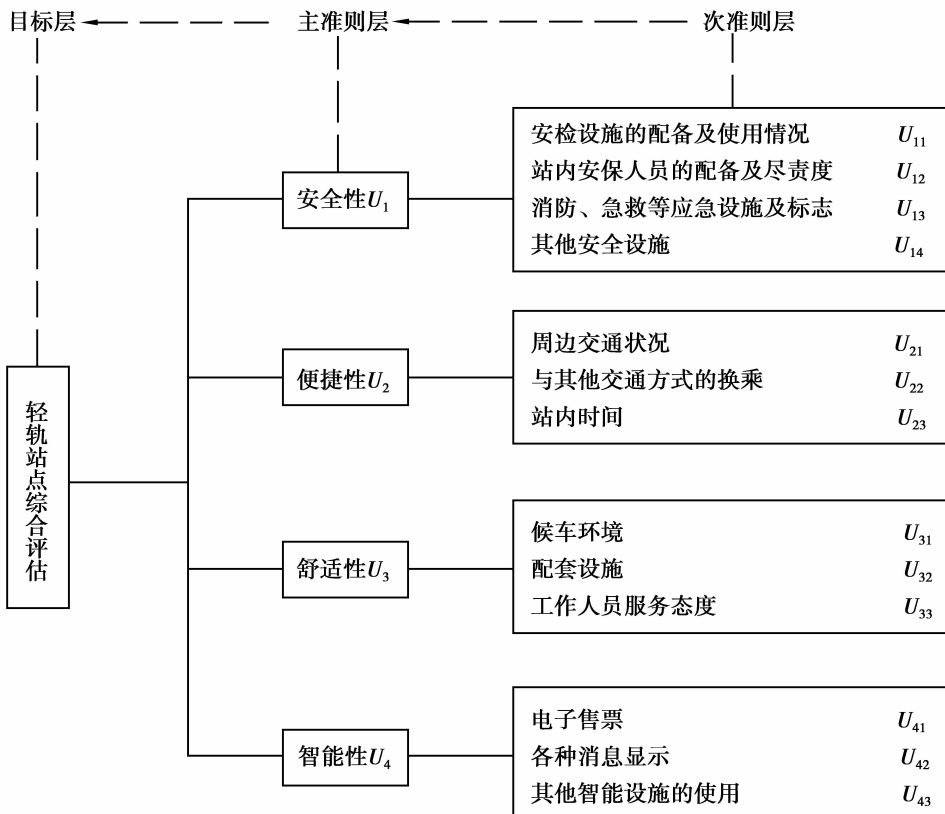


图 1 指标体系构建图

### 2.3 轻轨站点综合评价模型

图1设计的轻轨站点综合评估体系是一个两级三层的指标体系,这些评估指标大多带有模糊性。因此,根据FUZZY理论,把次准则层对主准则层的评判看成一级评判,把主准则层对目标层的评判看成二级评判,从而构成一个两级三层的模糊综合评估模型。

具体评估步骤如下:

(1) 设重庆轻轨站点综合评估因素集  $U = \{U_1, U_2, \dots, U_n\}$ , 将因素按属性分为  $m$  个自评估因素集  $U_i = \{U_{i1}, U_{i2}, \dots, U_{im}, i = 1, 2, \dots, m\}$ 。

(2) 进行一级评判:对每一个子评估因素集分别作出综合评判。

① 评语集。用  $V = \{V_1, V_2, \dots, V_5\}$  表示。模型所定义的评语集有  $V = \{\text{优, 良, 一般, 差, 较差}\}$  5个档次。

② 权重指标集。在层次分析法中,为了使决策判断定量化,形成判断矩阵,下面是一种常用的1-9的标度方法,用  $A_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ij})$  表示(表1),  $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, t$ 。

表1 1-9 标度方法

序号	重要性等级	$C_{ij}$
1	$i, j$ 两元素同等重要	1
2	$i$ 元素比 $j$ 元素稍重要	3
3	$i$ 元素比 $j$ 元素明显重要	5
4	$i$ 元素比 $j$ 元素强烈重要	7
5	$i$ 元素比 $j$ 元素极端重要	9
6	$i$ 元素比 $j$ 元素稍不重要	1/3
7	$i$ 元素比 $j$ 元素明显不重要	1/5
8	$i$ 元素比 $j$ 元素强烈不重要	1/7
9	$i$ 元素比 $j$ 元素极端不重要	1/9

注:  $C_{ij} = \{2, 4, 6, 1/2, 1/4, 1/6, 1/8\}$  表示重要性等级介于  $C_{ij} = \{1, 3, 5, 7, 9, 1/3, 1/5, 1/7, 1/9\}$ 。这些数字是根据人们进行定性分析的直觉和判断能力而确定的。

③ 模糊评估矩阵。把重庆轻轨站点评估子因素集  $U_i$  到评语集  $V$  看成是一个模糊映射,可以确定模糊评估矩阵  $R_i = \{r_{ij}\}$ , 其中  $r_{ij} = d_{ijk}/d$ ,  $d_{ijk}$  为评估因素集  $U_i$  中第  $ij$  项评估指标被评语集中第  $k$  种评估的调查人数,  $d$  为参加评估调查的总人数。

④ 运用模糊矩阵的运算,得  $U_i$  的综合评判向量  $B_i, B_i = A_i \cdot R_i = (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{i5})$ 。

(3) 进行二级评判:将每个子因素集  $U_i$  看为一个因素,用  $B_i$  作为它的单因素评判,即得重庆轻轨交通站点评估因素集  $U$  到评语集  $V$  是一个模糊映射,  $U = \{U_1, U_2, \dots, U_s\}$ 。将每个  $U_i$  的一部分,按它们的重要性给出权重分配  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_s\}$ , 所以二级综合评判为:  $B = A \cdot R = (b_1, b_2, \dots, b_m)$ , 按最大隶属度原则得:  $B_k = \max(b_1, b_2, \dots, b_m)$ , 得出FUZZY综合评判为  $V_k$ 。

## 3 算例

(1) 首先根据轻轨车站的各方面情况设立一级指标,二级指标,以及\{优,良,一般,较差,差\}5个评语集;再根据乘客对各项指标的打分,得出结论。

① 安全性。轻轨交通的运营安全对城市的经济活动和市民的日常出行有着举足轻重的影响,一旦发生安全事故,轻则影响乘客出行,重者可能造成大面积混乱甚至群死群伤的惨剧。如重庆夏季气温炎热,很多乘客转向快捷舒适的轻轨列车,这会使得客流量急剧增加,若不及时疏导,轻轨车站容易发生拥堵踩踏事件。重庆多阴雨天气,一些老年乘客容易因车站地而湿滑而摔伤,设立栏杆、隔离栅、防滑面等设施。另外,轻轨车站因客流集中,易成为恐怖组织施行纵火、爆炸投毒等恐怖活动的场所。其4个二级指标几乎涵盖了安全问题的所有方面。

② 快捷性。交通系统是一个复杂的系统,它的组成不仅仅是轻轨交通。所以与其他交通方式的衔接,站点周围的交通状况都会影响乘客乘坐轻轨的便捷性;其次,站内设计布置的合理性,也会影响乘客在站点内的消耗时间。

③ 舒适性。随着生活水平的提高,人们对乘车环境有了更高的要求,这不仅仅体现在车厢内,更是体现在乘车站点上。干净整洁的环境,热情周到的服务,各种配套设施,既是广大乘客的需要,更是重庆轻轨作为直辖市窗口面向全世界的必备条件。

④ 智能性。轻轨交通作为一项新型交通工具,其站点不再单纯是乘车站点,它的建设都是现代高科技的应用,一卡通、自动售货机、自助缴费机、各种信息显示牌、以及站内可视系统的安装,这些都体现了智能性要求。以轻轨站 D 为例:具体的评价体系见表 2。

表 2 评价体系

一级指标	二级指标	优	良	一般	较差	差
安全性	试验设施的配备及使用情况	0.65	0.25	0.1	0	0
	安保人员的配备及尽责度	0.4	0.4	0.2	0	0
	消防、急救等应急设施及标志	0.4	0.4	0.2	0	0
	其他安全设施	0.3	0.5	0.2	0	0
便捷性	周边交通状况	0.2	0.3	0.45	0.05	0
	与其他交通工具的换乘	0.1	0.2	0.6	0.1	0
	站内时间	0.6	0.3	0.1	0	0
舒适性	候车环境	0.4	0.4	0.2	0	0
	配套设施	0.3	0.5	0.2	0	0
	工作人员服务态度	0.1	0.5	0.3	0.05	0.05
智能性	电子售票	0.1	0.2	0.6	0.1	0
	站内各种消息显示	0.1	0.5	0.4	0	0
	其他站智能设施的使用	0.2	0.4	0.3	0.1	0

(2) 评语集中各项的打分采取乘客问卷调查的形式: $R_1 = (0.65, 0.25, 0.1, 0, 0)$ 表示该项二级指标评定中有 65% 的调查人选择优, 25% 选择良, 10% 选择一般, 认为较差或差的人为 0。

(3) 计算各项指标的权重。

以一级指标为例的判断矩阵(计算略)如表 3。

表 3 各项指标权重

A	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	计算后的权值
$B_1$	1	3	5	7	0.538 1
$B_2$	1/3	1	4	6	0.287 3
$B_3$	1/5	1/4	1	4	0.123 9
$B_4$	1/7	1/6	1/4	1	0.050 7

注: $\lambda_{\max} = 4, CI = 0, RI = 0.90, CR = 0 < 0.10$

同理可得二级指标权重为:

$$A_1 = (0.345 5, 0.404 2, 0.175 5, 0.074 8)$$

$$A_2 = (0.468 3, 0.275 8, 0.255 9)$$

$$A_3 = (0.567 7, 0.098 4, 0.333 9)$$

$$A_4 = (0.524 7, 0.141 6, 0.333 7)$$

(4) 对各个二级指标因素进行模糊综合评判得:

$$B_1 = A_1 \cdot R_1 = (0.478\ 9, 0.355\ 7, 0.165\ 5, 0, 0)$$

$$B_2 = A_2 \cdot R_2 = (0.274\ 8, 0.272\ 4, 0.401\ 8, 0.050\ 9, 0)$$

$$B_3 = A_3 \cdot R_3 = (0.290\ 0, 0.443\ 2, 0.233\ 4, 0.016\ 7, 0.016\ 7)$$

$$B_4 = A_4 \cdot R_4 = (0.133\ 4, 0.309\ 2, 0.471\ 6, 0.085\ 8, 0)$$

同理一级指标评判:

$$B = A \cdot R = (0.538\ 1, 0.287\ 3, 0.123\ 9, 0.050\ 7) \cdot \begin{bmatrix} 0.478\ 9, 0.355\ 7, 0.165\ 5, 0, 0 \\ 0.274\ 8, 0.272\ 4, 0.401\ 8, 0.050\ 9, 0 \\ 0.290\ 0, 0.443\ 2, 0.233\ 4, 0.016\ 7, 0.016\ 7 \\ 0.133\ 4, 0.309\ 2, 0.471\ 6, 0.085\ 8, 0 \end{bmatrix} =$$

$$(0.379\ 3, 0.340\ 3, 0.257\ 3, 0.021\ 0, 0.002)$$

根据最大隶属度原则,认为D轻轨站点的综合评价为优。这里需要说明的是,在最后的评判结果中,当几个评语的评判结果之和不为“1”时,可以直接取用评判结果,也可以对评判结果进行归一化处理,再取用评判结果。

## 4 结 论

该轻轨站点综合评估是在定性分析的基础上,进行量化、模型化的综合评判系统。该系统具有适用性、简洁性、实用性和可操作性。它不但能全面、有效地反映轻轨站点的基本特征,而且还能较好地评估出轻轨站点的综合水平,为以后的轻轨建设提供指导性意见。在今后的评价中还可以将指标进行细化,提高评价结果的客观性。

### 参考文献:

- [1] 张索,宁超. 客运专线车站旅客服务质量灰色评价模型[J]. 交通科技与经济,2009(4):30-31
- [2] 杜栋,庞庆华,吴炎. 现代综合评价方法与案例精选[M]. 北京:清华大学出版社,2009
- [3] 袁凯文,崔阳,周兴荣. 轨道交通市域性站点周边用地及换乘布局方法初探[J]. 城市,2008(12):65-68
- [4] 惠英. 城市轨道交通站点地区规划与建设研究[J]. 城市规划会刊,2002(2):30-33
- [5] 钱惠静,刘浪. 重庆轻轨二号线运营不安全因素分析及对策[J]. 重庆交通大学学报,2008(3):18-20

## Application of Fuzzy Analytic Hierarchy Process to Comprehensive Evaluation on Light Rail Stations

**ZHANG Xiang-ke, LIU Lang**

(School of Management, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

**Abstract:** Light rail stations are important part of Chongqing transportation. According to their fuzzy characteristics, this paper proposes fuzzy comprehensive evaluation method based on analytic hierarchy process (AHP), evaluation indicators, evaluation methods and discriminating model, applies the model to a station of the light rail and makes comprehensive evaluation on its safety, convenience, comfortableness and intelligence.

**Key words:** light rail station; analytic hierarchy process; fuzzy evaluation