

doi:10.3969/j.issn.1007-855x.2013.04.008

基于熵权物元可拓模型的公共交通优先 发展度评估模型

戢晓峰¹, 张宏达¹, 陈方²

(1. 昆明理工大学 交通工程学院, 云南 昆明 650504; 2. 昆明理工大学 社会科学学院, 云南 昆明 650504)

摘要: 为科学评估城市公共交通优先发展的程度, 在分析公交优先内涵及需求的基础上, 定义了公共交通优先发展度的概念, 并建立了公共交通优先发展度评价体系. 在对各项评价指标进行定义并给出计算方法的基础上, 基于物元可拓模型建立了公共交通优先发展度评估模型. 同时, 将改进的熵值法用于区间值的权重计算, 以提高评价体系的客观性和准确性. 最后, 以建水县公共交通系统为实例采集数据, 进行了公共交通优先发展度评估, 验证了指标体系的合理性以及模型方法的有效性.

关键词: 公交优先发展度; 物元可拓模型; 评价指标体系; 熵值法; 综合评价

中图分类号: U491.17 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2013)04-0032-07

Evaluation Model for Prior Development Degree of Public Transport Based on Entropy Weight Matter-Element Extension Model

Ji Xiao-feng¹, ZHANG Hong-da¹, CHEN Fang²

(1. Faculty of Transportation Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650504, China;

2. Faculty of Social Science, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650504, China)

Abstract: To scientifically evaluate the prior development degree of urban public transportation, an evaluation index system is proposed based on analyzing the connotation and the requirement of public transport priority as well as on defining public transport priority development degree. By defining the selected evaluating indicators and providing the calculation method of them, the evaluation model for prior development degree of public transport is established based on matter-element extension model. In order to improve the objectivity and accuracy of the evaluation system, the improved entropy method is applied to weight coefficient. Finally, the data acquisition from public transport system in Jianshui is used to evaluate the prior development degree. The analysis results validate the practicability of the evaluation index system and the model.

Key words: public transport priority development degree; matter-element extension model; evaluation index system; entropy method; comprehensively evaluation

0 引言

优先发展城市公共交通是改善城市交通结构, 提高交通资源利用率, 缓解城市交通拥堵, 并实现交通可持续发展的重要手段. 2012年10月, 国务院就优先发展城市公共交通确定了八点重要任务, 要求在规划调控、用地开发、财政投入、路权优先、管理制度等方面加大对公共交通支持力度. 近年来, 公交优先的理

收稿日期: 2012-12-18. **基金项目:** 国家社科基金青年项目(13CSH018); 教育部人文社科研究西部与边疆地区项目(11XJC840001).

作者简介: 戢晓峰(1982-), 男, 博士, 副教授, 主要从事交通规划与管理研究. **E-mail:** yiluxinshi@sina.com

念在交通规划、交通管理与控制领域已经得到一定体现,大部分省、市出台了公共交通优先发展政策并取得了一些成果,公交优先发展度也开始受到公众关注,但如何科学评估公共交通优先发展程度仍然缺乏理论支撑。

公交优先发展度直接关系到城市交通系统的发展水平和交通公平性^[1],合理评估公交优先发展度,将为公交优先提供规划、建设与管理等方面的依据。目前,相关研究较为零散,未能纳入一个公交优先评估的整体性框架,如邹志云等^[2]提出用灰色聚类分析法初步评价公交的整体发展水平;张萌等^[3-4]利用层次-主成分分析法对比了BRT、地铁、轻轨和常规公交四种公共交通方式的综合评价结果,指出BRT是最具建设性的公共交通方式;成曦等^[5]基于集成模糊评价和层次分析法制定出适用于大城市公交特性的综合评价体系;乔欢等^[6]从建设投入水平、运营服务水平以及综合效益水平三方面建立评价指标体系,对大城市公共交通发展水平进行了模糊综合评价;游婷等^[7]提出用物元模型对大城市公交系统进行综合评价,但评价指标体系不能体现公交优先理念,并且在权重确定上具有一定的主观性。上述研究仅关注于公共交通系统发展水平的某个层面,缺乏对公交优先政策与指标的系统梳理,远不能指导公共交通优先发展度的合理评估,并且大多研究缺乏对公交优先内涵的全面分析。

本文在分析公交优先内涵及公交优先政策与措施需求的基础上,提出对公交优先发展度进行综合评价的系统流程,并应用熵权物元可拓模型对其进行综合评价。将定性分析和定量分析有效的结合,建立起基于公交优先政策、线网设施和运营服务三个方面^[8]的综合评价体系,对政府决策、改善公共交通基础设施、提高公交服务水平等都具有重要的意义。

1 公交优先内涵及需求分析

公交优先从广义上理解,是指凡是有利于公共交通发展的一切政策和措施,应从城市规划、投资力度、税费政策、交通管理以及科技进步等诸多方面优先发展城市公共交通。具体来说公交优先的主要内容应当包括:政府在综合交通政策上确立公交优先的地位;在规划建设上确立公交优先的安排顺序;在资金投入、财政税收上确立公交优先的地位;在道路通行权上确立公交优先的权利。公交优先不仅体现在具体诸如公交专用道、港湾式停靠站等公交优先的工程项目上,而且应当体现在包括法规、政策、运行环境、管理措施等诸多方面的支持。公交优先体现的是城市和交通发展的一种观念和意识,它要求法规、政策、规划、设施建设和运营管理等都在公交优先的目标下统一起来,作为一项社会系统工程共同实施^[9],本文从公交优先政策、措施和服务进行全面的需求分析^[10]:

1) 优先政策。公交优先政策的导向性对公交发展发挥着越来越重要的作用,优先发展城市公交必须从政策上给予其最根本的保障。因此,确立以公交优先为导向的交通法规体系、树立公交优先的规划理念、明确公交优先的土地利用划分、加大对公共交通的财政支持、给予公共交通优先的路权分配等,必须得到政策的认同和支持。

2) 基础设施。快速城镇化导致市域范围扩大,加大线网密度、提高线网覆盖率、增加公交专用道设置率等措施是完善公交建设的首要任务。在中小城市,特别是交通基础设施薄弱的新兴城市,资金和公交资源有限,需科学规划公交车站、降低非直线系数。

3) 公交服务。出行方式多样化是城市交通发展的重要趋势,增加公交吸引力、提高公交分担率是发展公交优先的核心,而提升公交服务质量则是发展的重点。只有确保公交更加安全、方便、快捷、舒适的运行,才能为公共交通优先发展提供更多的客流保障。

2 公交优先发展度评价指标体系

2.1 评价指标体系

公交优先发展度是反映城市公共交通相对于其他交通方式享有的优先措施的程度,以及现阶段公共交通发展实际水平的综合评价体系。其评价指标体系的建立过程应该是定性和定量研究的相互结合,定性分析主要考虑评价指标的完备性、针对性和独立性等因素;定量分析则是通过一系列检验使评价指标体系

更加科学合理的过程. 综合上述分析, 依据全面、科学、客观、通用性的原则, 本文从公交优先政策性指标、基础设施指标和运营服务指标三个方面构建了包括目标层、准则层和指标层三个层次的公交优先发展度评价体系, 如表1所示.

2.2 评价等级确定及评价指标量化

根据《城市道路交通规划设计规范》(GB 50220—95)及《城市道路交通管理评价指标体系》(2012年版)等技术标准, 并参考当前国内外公交线网、设施及服务的平均水平, 将评价等级由高到低划分为好、较好、一般、差、很差五个等级, 同时对不同等级下的评价指标进行定量, 如表2所示. 对于表1中的定性指标, 如 $C_1 \sim C_5$, 采用专家打分法定量确定.

表1 公交优先发展度评价指标体系

Tab.1 Evaluation index system of prior development degree

目标层	准则层	指标层	指标含义和计算方法
公交优先发展度评价指标体系	政策性指标	C_1 立法优先	指在公交立法的层面确立公交优先的地位
		C_2 规划优先	指在规划层面优先公交规划
		C_3 用地优先	指优先满足完善公交基础设施系统所需要的土地
		C_4 财务优先	指在财务方面确保投资优先、票价优先、补贴优先
		C_5 路权优先	指优先满足公交运营所需要的行驶权、通行权、先行权、占用权
	基础设施指标	C_6 公交线网密度 (km/km^2)	指公交运营线路总长度除以有公交服务的城市用地面积
		C_7 公交站点覆盖率 (%)	指公交站点服务面积占城市用地面积的百分比
		C_8 非直线系数	指公交线路长度与起、终点站间空间直线距离之比
		C_9 重复系数	指公交运营线路总长度与运营线网的长度之比
		C_{10} 公交车站间距 (m)	指相邻的两个公交车站之间的平均距离
		C_{11} 公交专用道设置率 (%)	指城市主干道上设置公交专用车道的道路长度占主干道总长度的比例
	运营服务性指标	C_{12} 万人拥有标台数 (辆/万人)	指城市一定空间内每万人拥有公交车辆标台数
		C_{13} 公交分担率 (%)	指城市居民出行方式中选择公共交通的出行量占总出行量的比率
		C_{14} 高峰时段运送速度 (km/h)	指高峰期间公交线路首末站之间的行程长度除行程时间所得的平均速度
		C_{15} 平均候车时间 (min)	指乘客到达公交车站起到乘客上车为止的时间消耗
		C_{16} 公交行车准点率 (%)	指运营车辆在营业线路上准点行车次数与全部行车次数之比
		C_{17} 乘客换乘系数	指统计期内, 乘车出行人数与换乘人数之和再除以乘车出行人数
		C_{18} 高峰满载率 (%)	指客运高峰期间车辆在主要线路载运乘客的平均满载程度
		C_{19} 平均出行时间 (min)	指乘客完成一次出行所花费的时间
		C_{20} 安全行驶间隔里程 (km)	指平均行驶多少公里发生一次事故

表2 评价指标分级标准

Tab.2 Grade standard of the evaluation index

评价指标	评价等级					
	好	较好	一般	差	很差	
C_1	[90,100]	[80,90]	[70,80]	[60,70]	[0,60]	
C_2	[90,100]	[80,90]	[70,80]	[60,70]	[0,60]	
C_3	[90,100]	[80,90]	[70,80]	[60,70]	[0,60]	
C_4	[90,100]	[80,90]	[70,80]	[60,70]	[0,60]	
C_5	[90,100]	[80,90]	[70,80]	[60,70]	[0,60]	
C_6 (km/km^2)	[4,5,6]	[3.5,4.5]	[2.5,3.5]	[1.2,2.5]	[0,1.2]	
C_7 (%)	$\frac{300\text{m}}$	[60,100]	[55,60]	[48,55]	[43,48]	[0,43]
	$\frac{500\text{m}}$	[96,100]	[92,96]	[86,92]	[78,86]	[0,78]
C_8	[1,1.2]	[1.2,1.4]	[1.4,1.6]	[1.6,1.8]	[1.8,2.5]	
C_9	[1,1.25]	[1.25,1.5]	[1.5,1.75]	[1.75,2.25]	[2.25,2.75]	

评价指标	评价等级				
	好	较好	一般	差	很差
C_{10} (m)	[300,450]	[450,550]	[550,700]	[700,850]	[850,1000]
C_{11} (%)	[20,30]	[16,20]	[12,16]	[8,12]	[0,8]
C_{12} (辆/万人)	[15,20]	[12,15]	[9,12]	[6,9]	[0,6]
C_{13} (%)	[43,50]	[36,43]	[29,36]	[20,29]	[0,20]
C_{14} (km/h)	[25,35]	[16,25]	[13,16]	[10,13]	[0,10]
C_{15} (min)	[0,5]	[5,10]	[10,15]	[15,20]	[20,40]
C_{16} (%)	[85,100]	[80,85]	[70,80]	[65,70]	[0,65]
C_{17}	[1,1.15]	[1.15,1.35]	[1.35,1.48]	[1.48,1.6]	[1.6,2]
C_{18} (%)	[0,63]	[63,73]	[73,83]	[83,93]	[93,100]
C_{19} (min)	[0,20]	[20,25]	[25,45]	[45,55]	[55,90]
C_{20} (km)	[125,150]	[100,125]	[75,100]	[50,75]	[0,50]

3 基于熵权物元可拓的公交优先发展度评价模型

公交优先发展度评价是一个模糊概念,对其评价是一个多指标的决策过程,评价指标间可能存在不相容问题,而物元分析理论正是以促进事物转化、解决不相容问题为核心,因此本文引入熵权物元可拓模型对其进行评价^[11].该方法通过建立多指标性能参数的质量综合评判的物元模型,并能以定量的数值表示评定结果,从而能较完整的反映被评价对象的综合水平.物元可拓模型的构建步骤如下^[12-13]:

3.1 确定经典域

由事物的特征及其标准量值范围组成的物元矩阵称为经典域,记为 R_j .本文取一至五级公交优先实施效果评价等级标准的取值范围作为经典域.

$$R_j = \begin{vmatrix} N_j & c_1 & X_{0j1} \\ & c_2 & X_{0j2} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & X_{0jn} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} N_j & c_1 & (a_{j1}, b_{j1}) \\ & c_2 & (a_{j2}, b_{j2}) \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & (a_{jn}, b_{jn}) \end{vmatrix} \quad (1)$$

式中: N_j 表示所划分的第 j 个评价等级; c_i 表示第 i 个评价指标; X_{0ji} 分别为 c_i 对应评价等级 j 的取值范围,即经典域.

3.2 确定节域

由经典物元加上可以转化为经典物元的事物及其特征和次特征相应拓广了的量值范围组成的物元矩阵称为节域,记为 R_p .本文取公交优先实施效果评价指标的取值范围作为节域.

$$R_p = \begin{vmatrix} N_p & c_1 & X_{p1} \\ & c_2 & X_{p2} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & X_{pn} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} N_p & c_1 & (a_{p1}, b_{p1}) \\ & c_2 & (a_{p2}, b_{p2}) \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & (a_{pn}, b_{pn}) \end{vmatrix} \quad (2)$$

式中: N_p 表示评价等级的全体; X_{pi} 为 p 关于 c_i 的取值范围,即 p 的节域,显然 $X_{0ji} \in X_{pi}$.

3.3 确定待评物元

$$R = \begin{vmatrix} p & c_1 & v_1 \\ & c_2 & v_2 \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & v_n \end{vmatrix} \quad (3)$$

式中: p 表示评价对象; v_i 为 p 关于特征 c_i 的实测量值.

3.4 确定关联度

$$K_j(v_i) = \begin{cases} -\frac{\rho(v_i, X_{0ji})}{|X_{0ji}|} & v_i \in X_{0ji} \\ \frac{\rho(v_i, X_{0ji})}{\rho(v_i, X_{pi}) - \rho(v_i, X_{0ji})} & v_i \notin X_{0ji} \end{cases} \quad (4)$$

$$\rho(v_i, X_{0ji}) = \left| v_i - \frac{1}{2}(a_{ji} + b_{ji}) \right| - \frac{1}{2}(b_{ji} - a_{ji}) \quad (5)$$

$$\rho(v_i, X_{pi}) = \left| v_i - \frac{1}{2}(a_{pi} + b_{pi}) \right| - \frac{1}{2}(b_{pi} - a_{pi}) \quad (6)$$

式中: b_{ji}, a_{ji} 分别为评价等级 j 关于 p 的特征 c_i 所取量值 X_{0ji} 的上下限; b_{pi}, a_{pi} 分别为评价等级全体关于待评对象 p 的特征值 c_i 所取量值 X_{pi} 的上下限.

3.5 熵值法确定权重系数

目前,在实际评价应用中,常用的定权方法多采用层次分析法、专家评分法等主观赋权法,这会使评价结果受主观影响较大.为避免主观因素造成评价结果的偏差,本文引入熵值法确定权重系数^[14].将公交优先发展度作为一个研究系统,而某评价指标则为子系统,由评价指标值构成的决策矩阵来确定指标权重,它能尽量消除各指标权重计算的人为干扰,使评价结果更符合实际.计算步骤如下:

1) 构建 m 个评价指标 n 个评价等级的下限决策矩阵 A^-

$$A^- = (a_{ij}^-)_{mn} (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (7)$$

式中: a_{ij}^- 为各指标区间值的下限

2) 计算各评价等级区间数指标值的下界序列信息熵 E_i^-

$$E_i^- = -(\ln n)^{-1} \sum_{j=1}^n p_{ij}^- \ln p_{ij}^- (i = 1, 2, \dots, m) \quad (8)$$

式中: $p_{ij}^- = a_{ij}^- / \sum_{j=1}^n a_{ij}^- (j = 1, 2, \dots, n); 0 \ln 0 \equiv 0$

3) 构建 m 个评价指标 n 个评价等级的上限决策矩阵 A^+

$$A^+ = (a_{ij}^+)_{mn} (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (9)$$

式中: a_{ij}^+ 为各指标区间值的上限

4) 计算各评价等级区间数指标值的上界序列信息熵

$$E_i^+ = -(\ln n)^{-1} \sum_{j=1}^n p_{ij}^+ \ln p_{ij}^+ (i = 1, 2, \dots, m) \quad (10)$$

式中: $p_{ij}^+ = a_{ij}^+ / \sum_{j=1}^n a_{ij}^+ (j = 1, 2, \dots, n); 0 \ln 0 \equiv 0$.

5) 计算各评价等级区间数指标值序列信息熵 E_i

$$E_i = \frac{1}{2}(E_i^+ + E_i^-) \quad (11)$$

6) 计算 c_i 指标对评价等级的重要程度 d_i

$$d_i = 1 - E_i (i = 1, 2, \dots, m) \quad (12)$$

7) 计算 c_i 指标的权重 ω_i

$$\omega_i = \frac{d_i}{\sum_{i=1}^m d_i} (i = 1, 2, \dots, m) \quad (13)$$

3.6 确定综合关联度

$$K_j(p_0) = \sum_{i=1}^n \omega_i k_j(v_i) \quad (14)$$

式中: $K_j(p_0)$ 为待评事物 p 关于等级 j 的综合关联度; ω_i 为各评价指标的权重; $K_j(v_i)$ 为待评事物各指标关于各等级的关联度.

3.7 评价等级

对于综合关联度 $K_j(p_0)$, 其值越大即与对应等级集合的符合程度越好. 因此若某关联度 $K_j = \max K_j(p_0)$, 则评定 p 属于等级 j .

4 实例分析

建水县位于云南省南部, 县城总人口为 5.23 万人. 到 2012 年, 建水县共有 72 辆公交车、16 条公交线路, 年运行总里程为 438 万公里, 日均客运量达到 2.3 万人次. 为了进一步优化建水县公共交通系统, 建水县从世界银行贷款实施公交优先发展项目. 本文基于此次世行项目采集建水县公共交通的实际数据, 分析公交优先发展度的评价流程, 利用专家对指标 $C_1 \sim C_5$ 的定量评分以及调查所得的基础数据确定各指标的实际数值, 见表 3. 利用改进的熵值法, 依据 (7) ~ (13) 式计算得到各指标的权重向量 $\omega = (0.0416, 0.0416, 0.0416, 0.0416, 0.0416, 0.0719, 0.0467, 0.0384, 0.0089, 0.0129, 0.0162, 0.0615, 0.0587, 0.0507, 0.0637, 0.0899, 0.0399, 0.0623, 0.041, 0.073, 0.0566)$. 然后, 依据式 (1) ~ 式 (6)、式 (14) 计算各项指标对应各评价等级的关联度及各评价等级的综合关联度, 结果见表 4.

从关联度的计算结果可以得出以下结论, 建水县公交站覆盖率、非直线系数、公交线网重复系数、公交分担率、公交线网密度、公交车站间距、万人拥有标台数均处在“很差”或“差”等级; 公交立法优先、用地优先、财务优先、高峰时段运行速度、行车准点率为“一般”等级; 同时, 因 $K_3(p_0) = \max K_j(p_0)$, 根据 3.7 节的结论, 建水县公交优先发展度等级为“一般”, 已经对出行者满意度和公交优先发展造成了显著影响.

结合建水县公交优先发展度的评价结果, 对公交优先发展提出以下具体建议: 1) 为实现公交立法优先、用地优先与财务优先, 政府应推进公交优先规划的理念, 加强对公共交通用地发展的引导和控制, 协调用地发展要求与通道、枢纽的规划及建设过程, 建立健全公共交通运输法律法规和标准体系, 实施燃油价格补贴和公益性补偿机制, 确保公共交通优先通行的权利. 2) 加大场站建设力度和车辆更新步伐, 改善乘车条件, 缓解公交场站设施不足的典型问题, 加强公共交通换乘枢纽中心建设, 实现公交乘客的方便换乘. 3) 为改善公交线网密度、公交分担率、站点覆盖率等技术指标, 应在路网规划层面打通断头路, 优化公交线路布设, 并提高公交线网密度, 整合公交线路以降低重复系数. 4) 为改善高峰运行速度与行车准点率, 应科学调度车辆和编制调度计划, 加大行车密度, 及时疏解客流, 缩短乘客候车时间.

5 结语

1) 应用物元可拓综合评价法对城市公共交通优先发展度进行评价, 建立了物元可拓评价模型, 克服了多角度、多因素识别评价中的主观片面性, 不但可以对指标层进行等级判定, 也能对所研究城市的公交优先发展综合状况进行总体评价, 计算方法较为简便, 能够真实反映实际现状.

表 3 建水县各评价指标实际数值
Tab.3 Actual index value of Jianshui

指标	指标值	指标节域	指标	指标值	指标节域
C_1 立法优先	65	[0,100]	C_{11} 公交专用道设置率(%)	5.6	[0,40]
C_2 规划优先	75	[0,100]	C_{12} 万人拥有标台数(辆/万人)	2.5	[0,20]
C_3 用地优先	65	[0,100]	C_{13} 公交分担率(%)	8.19	[0,60]
C_4 财务优先	65	[0,100]	C_{14} 高峰时段运送速度(km/h)	17.7	[0,40]
C_5 路权优先	75	[0,100]	C_{15} 平均候车时间(min)	10.3	[0,60]
C_6 公交线网密度(km/km ²)	0.656	[0,6]	C_{16} 公交行车准点率(%)	81.7	[0,100]
C_7 公交站点覆盖率 $\frac{300m}{500m}$	45	[0,100]	C_{17} 乘客换乘系数	1.25	[1,3]
	83	[0,100]			
C_8 非直线系数	1.67	[1,3]	C_{18} 高峰满载率(%)	65	[0,100]
C_9 重复系数	2.28	[1,3]	C_{19} 平均出行时间(min)	22	[0,100]
C_{10} 公交车站间距(m)	350	[50,1200]	C_{20} 安全行驶间隔里程(km)	118	[0,200]

表 4 各评价指标的关联度
Tab.4 Correlation degree of the evaluation index

$K_j(v_i)$	好	较好	一般	差	很差	等级	
$K_j(v_i)$	-0.417	-0.3	-0.125	-0.5	-0.125	一般	
$K_j(v_1)$	-0.375	-0.167	-0.5	-0.167	-0.375	较好	
$K_j(v_2)$	-0.417	-0.3	-0.125	-0.5	-0.125	一般	
$K_j(v_3)$	-0.417	-0.3	-0.125	-0.5	-0.125	一般	
$K_j(v_4)$	-0.375	-0.167	-0.5	-0.167	-0.375	较好	
$K_j(v_6)$	-0.854	-0.813	-0.738	-0.453	-0.453	差	
$K_j(v_7)$	$\frac{300m}{500m}$	-0.25	-0.182	-0.063	-0.4	-0.043	很差
		-0.443	-0.346	-0.15	-0.375	-0.227	一般
$K_j(v_8)$	-0.412	-0.287	-0.459	-0.35	-0.163	很差	
$K_j(v_9)$	-0.589	-0.52	-0.424	-0.04	-0.06	差	
$K_j(v_{10})$	-0.333	-0.25	-0.4	-0.538	-0.625	较好	
$K_j(v_{11})$	-0.72	-0.65	-0.533	-0.3	-0.3	差	
$K_j(v_{12})$	-0.833	-0.792	-0.722	-0.583	-0.417	很差	
$K_j(v_{13})$	-0.81	-0.773	-0.718	-0.591	-0.41	很差	
$K_j(v_{14})$	-0.292	-0.189	-0.088	-0.21	-0.303	一般	
$K_j(v_{15})$	-0.34	-0.03	-0.06	-0.313	-0.5	较好	
$K_j(v_{16})$	-0.039	-0.34	-0.02	-0.125	-0.17	一般	
$K_j(v_{17})$	-0.038	-0.5	-0.074	-0.155	-0.219	好	
$K_j(v_{18})$	-0.054	-0.2	-0.186	-0.34	-0.444	好	
$K_j(v_{19})$	-0.083	-0.4	-0.12	-0.511	-0.6	好	
$K_j(v_{20})$	-0.079	-0.28	-0.18	-0.344	-0.453	好	
$K_j(P_0)$	-0.389	-0.383	-0.289	-0.364	-0.338	一般	

2) 引用改进的信息熵法对各项评价指标确定权重值,不需进行一致性检验,同时克服了因子权重分配的任意性,并能准确得出各评价指标的权系数值.

3) 将熵权物元可拓模型应用到城市公共交通优先发展度评价,取得了较为满意的结果,为城市公共交通优先发展度评价提供了决策工具,但该方法的指标选择、量值范围界定以及指标评分还存在主观性问题,这也是笔者下一步的研究方向.

参考文献:

- [1] 陈方, 耿晓峰. 城市交通政策对交通公平的影响分析[J]. 昆明理工大学学报: 社会科学版, 2011, 11(2): 7-10.
- [2] 邹志云, 李硕. 公交综合发展水平评价的灰色聚类分析法[J]. 武汉交通科技大学学报, 2000, 24(1): 38-41.
- [3] 张萌, 毛保华, 陈团生. 基于层次-主成分分析法的常规公共交通系统综合评价[J]. 城市公共交通, 2007, (5): 33-37.
- [4] 张朝元, 王彭德, 陈丽. 基于 PCA 改进的 LS-SVM 公路旅游客流量预测模型[J]. 昆明理工大学学报: 自然科学版, 2011, 36(5): 38-42.
- [5] 成曦, 王炜, 任刚, 等. 集成模糊评价和层次分析法的大城市公交系统综合评价研究[J]. 城市公共交通, 2009, (2): 25-29.
- [6] 乔欢, 张鹤. 城市公共交通发展评价指标体系研究[J]. 交通与运输, 2009, (2): 62-65.
- [7] 游婷, 朱宏伟, 张健武. 基于 AHP-可拓物元的大城市公交系统综合评价[J]. 交通与运输, 2011, (1): 32-36.
- [8] 王军利, 刘东. 城市公共交通项目评价指标体系及评价方法研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2002, 2(1): 70-73.
- [9] 徐循初. 城市道路与交通规划[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
- [10] 陈学武, 葛宏伟, 王炜. 城市公交优先发展的对策研究[J]. 现代城市研究, 2004, (1): 34-36.
- [11] 蔡文. 物元模型及其应用[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1994.
- [12] 耿晓峰, 刘澜. 多模式公共交通系统的出行信息有效性研究[J]. 武汉理工大学学报: 交通科学与工程版, 2009, 33(5): 980-983.
- [13] 黄仁东, 张小军. 基于熵权物元可拓模型的隧道瓦斯等级评价[J]. 中国安全科学学报, 2012, 22(4): 79-82.
- [14] 郭秀英. 区间数指标权重确定的熵值法改进[J]. 统计与决策, 2012, (17): 32-34.