

西北地区公路交通价值评估指标体系

许金良,周育名,王玉平,贾兴利

(长安大学 特殊地区公路工程教育部重点实验室,陕西 西安 710064)

摘要:针对目前中国公路交通价值评估体系研究不完善的现状,以西北地区为研究对象,分析公路交通综合价值,以凸显其除经济以外的其他具有区域特点的贡献。定义了公路交通价值,对西北地区公路交通价值进行了分类,构建了包含功利性价值和超功利性价值的西北地区公路交通价值评估指标体系;提出采用多层次模糊综合评判模型作为西北地区公路交通价值的评估方法,并以陕西省公路交通基础设施情况为例,对所建立的评估指标体系及方法进行验证。分析结果表明:西北地区公路交通价值宜分为功利性与超功利价值两大类,前者包括经济价值、社会价值、政治价值及军事价值,后者包括公平价值和扶贫价值;陕西省公路交通价值结果为社会价值极大,经济、军事及扶贫价值较大,政治、公平价值一般,综合评估效果较大;本指标体系对合理确定西北地区公路投资建设、路网规模、公路等级和技术标准具有指导性意义。

关键词:交通工程;公路交通价值;评估指标体系;层次分析法;综合模糊评估法

中图分类号:U491 **文献标志码:**A

Evaluation index system of highway traffic value in northwest China

XU Jin-liang, ZHOU Yu-ming, WANG Yu-ping, JIA Xing-li

(Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of the Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

Abstract: At present, indexes of domestic highway traffic value evaluation are not comprehensive. This paper focused on the northwest region of China and analyzed the comprehensive value of road traffic to highlight other contributions with regional characteristics except economic. Firstly, highway traffic value was defined. Then, the highway traffic value of northwest China was classified and an evaluation index system containing utility value and ultra-utility value was established. Multi-level fuzzy comprehensive evaluation model was recommended to evaluate highway traffic value in northwest China. Finally, taking Shaanxi Province as an example, the evaluation index system and method were verified. The results show that highway traffic value in northwest China should be divided into utility value and ultra-utility value, the former involves economic value, social value, politic value and military value and the latter involves fair value and poverty alleviation value; in Shaanxi province, social value is maximal and economic, military and poverty alleviation value are larger but politic and fair value are fair, the comprehensive evaluation is larger. The index system has a guiding significance for determining reasonable highway construction investment, road network scale, road grade and technical standards in northwest

China. 12 tabs, 14 refs.

Key words: traffic engineering; highway traffic value; evaluation index system; AHP; comprehensive fuzzy evaluation method

0 引言

中国西北地区包括陕西、甘肃、宁夏、青海及新疆 5 个省、自治区,总面积 $304.3 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。改革开放 30 多年来,西北地区公路交通建设取得了很大进步,但由于整体经济实力弱,公路发展与东、中部地区的差距未能得到扭转,同东部相比西北地区干线公路等级偏低。公路交通价值是其在经济、社会、政治、军事等方面创造的价值,这是由公路工程活动中利益主体的多元化及公路交通的内在要求所决定的。国外对公路交通价值的研究较为成熟,而中国目前尚没有一套完整的公路交通价值评估指标体系^[1-2]。部分研究人员针对公路交通效益开展了大量研究,赵玉林等建立了高速公路对沿线经济发展影响的评估指标体系,分析了宜黄(宜昌—黄石)高速公路对黄石经济发展的影响^[3];毛敏等认为分析高速公路的经济影响时没有对指标体系的结构层次进行分析,且评估结果与可行性研究中经济评估的差别太大^[4];李华等对沈大(沈阳—大连)高速公路的修建与运营,给辽宁省综合运输体系、区域经济发展和扩大对外开放等方面的积极影响进行了评估^[5];赵凤山等建立了高速公路间接社会效益评估指标体系^[6];余双喜进一步完善了高速公路社会环境评估指标体系,并对单项指标进行定量计算与定性分析^[7]。

对于公路效益价值的评估方法,葛海燕运用层次分析法和模糊综合相结合的方法建立了高速公路社会影响评价指标体系模型^[8];周伟等运用人工神经网络方法,定量分析了公路影响区域经济各因子的主次顺序^[9];王建军利用人工神经网络模型和灰色关联度对变量进行筛选,提出基于消耗系数的社会经济效益定量方法^[10];李庆瑞提出多层模糊分析模型,并利用该模型对少洛(少林寺—洛阳)高速公路进行社会效益评估^[11];徐淑雨等利用灰色系统理论建立了灰色线性回归组合模型,测算了厦门海沧公路大桥项目的社会效益^[12]。

综合中国与世界其他地区公路交通价值评估的发展,国内外在这一领域评估理论及方法上尚有不足之处:①大部分公路建设项目社会经济效益评估,着重对公路带来的直接效益进行评估,对于间接效益只作简单的对比分析或定性描述,定量评估研究较少,评估内容不够全面,仍然单纯从项目持续性方

面评估,没有从可持续发展的高度对公路项目进行全面评估,对政治效益、国防效益的评估迄今为止还处于探索阶段;②因为社会经济效益影响因素的复杂性,国内外仍没有可操作性强的评估标准。缺乏对公路交通价值分析与评估方法的研究,尤其是欠发达地区公路交通价值体系更缺乏深入研究。

西北地区经济发展落后、建设资金匮乏固然是西北公路发展滞后的主要原因之一,但对西北地区公路交通建设的综合价值(政治、社会、民族、国防和经济等)认识不足也是重要原因。对西北地区而言,公路交通的社会意义远大于其自身的经济效益。为此,本文对西北地区公路交通价值评估指标体系进行研究,评估公路交通项目的建设和运营对经济与社会发展方面的影响效果;最后以陕西省为例,对所建立的评估指标体系及方法模型进行了实证分析,从而对西北地区公路交通的价值做出客观、全面的评估。

1 西北地区公路交通价值分析

1.1 公路交通价值定义

根据价值、工程价值及项目价值的内涵,对公路交通价值定义为:公路交通价值是指公路项目活动及其成果满足人们需要的一种关系,它是一种特殊价值,其独特性体现在公路交通项目的建设与运营整个过程中,在其修建结束后仍得以延续,且同步性与滞后性同在。

1.2 西北地区公路交通价值分类

公路交通价值按其评估目的和地域的不同可分为多种类型。为了准确衡量西北地区公路交通各方面的价值,凸显其政治及军事贡献,将西北地区公路交通价值分为功利性价值和超功利性价值 2 大类。具体内容见表 1。

表 1 价值分类
Tab. 1 Classification of values

价值	功利价值	经济价值
		社会价值
		政治价值
		军事价值
	超功利价值	公平价值
		扶贫价值

1.3 评估原则及特点

1.3.1 评估原则

为全面、科学地评估西北地区公路交通的价值,

具体评估过程中应遵循以下原则:①客观、全面原则;②实用性原则;③可操作性原则;④定量与定性相结合的原则。

1.3.2 评估特点

西北地区公路交通价值评估除了具有公路项目后评估所具有的间接性、区域性及多目标、多层次性等特点外,还具有以下特点:①宏观性;②注重对经济的拉动作用;③注重军事作用;④关注贫困人群的受益情况;⑤注重民族关系风险的规避效果。

2 西北地区公路交通价值评估指标

2.1 评估指标初步建立

根据公路交通价值评估内容分析,并参考《社会指标体系》、《公路建设项目环境影响评价规范(试行)》以及《高速公路社会影响评价指标可靠度估算方法》等相关资料^[13],初步建立西北地区公路交通价值评估指标体系,如表 2 所示。

表 2 西北地区公路交通价值评估指标体系

Tab. 2 Evaluation index system of northwest highway traffic value

目标层	子目标层	准则层	指标层
西北地区公路交通价值评估指标体系	功利性价值	经济价值	促进区域经济增长
			优化产业结构
			促进资源开发
			土地增值
		社会价值	生活质量提高
			促进区域内出行变化
			带动就业
			公路交通条件改善
			促进科学进步
			推动城市化进程
			促进对外交流
			思想观念改变
			交通事故减少
		政治价值	弘扬革命文化
			加强民族团结
			促进社会安定
			弘扬民族精神
		军事价值	军运能力
			军运可靠性
			军运机动性
	超功利性价值	公平价值	收入分配
			交通资源分配
			其他资源分配
		扶贫价值	区域协调发展
			人文扶贫
			经济扶贫

2.2 评估指标筛选

在初选评估指标的基础上,对指标进行筛选,选择受公路交通影响较大,且符合区域实际发展状况的指标。鉴于公路交通价值评估研究相对较晚,对其指标的筛选目前还没有一套成熟、固定的方法,本研究采用专家咨询法,具体步骤如下。

2.2.1 挑选专家

挑选表 2 中评估指标体系所涉及的领域有代表性、权威性的 20 位专家,具体分布如表 3 所示。

表 3 专家领域及人数

Tab. 3 Realms and number of experts

专家所属领域	交通规划部门	公路交通设计部门	公路管理部门	社会学
人数/个	5	5	5	5

首先将表 2 中指标制成重要性专家咨询统计表。以社会价值为例,重要性分为 5 级:极重要、很重要、重要、一般、不重要,分别用数值表示为 5、4、3、2、1。专家打分后共收回有效问卷 18 份,其中公路设计部门及社会学专家问卷各为 4 份,统计每个指标最后得分见表 4。

表 4 社会价值指标重要性专家咨询结果

Tab. 4 Expert consultation scores of importance of social value index

指 标	重要性				
	极重要 (5)	很重要 (4)	重要 (3)	一般 (2)	不重要 (1)
生活质量提高	5	5	4	4	0
促进区域内出行变化	10	4	1	3	0
带动就业	6	4	5	2	1
公路交通条件改善	16	2	0	0	0
促进科学进步	7	4	2	4	1
推动城市化进程	4	5	4	4	1
促进对外交流	5	5	8	0	0
思想观念改变	2	4	5	6	1
交通事故减少	0	0	5	6	7

2.2.2 专家评价结果修正

专家不可能在征询问卷中每一个问题都是权威,而其权威程度对评价的可靠性有很大的影响。因此,对评价结果进行处理时,将专家对某一问题的权威程度纳入到数据处理中。专家的权威程度一般由 2 个因素决定:①专家对方案作出判断的依据;②专家对问题的熟悉程度。专家的权威程度以自我评价为主。用 C_a 表示判断依据量化系数, $C_a < 1$ 。用 C_s 表示专家对问题熟悉程度系数。量化结果见下页表 5。

表 5 判断依据与熟悉程度系数
Tab.5 Judgement basis and familiarity

判断依据	量化值	熟悉程度	量化值
实践经验	0.8	非常熟悉	1.0
理论分析	0.6	很熟悉	0.8
国内外同行了解	0.4	熟悉	0.6
直觉	0.2	一般	0.4
		不太熟悉	0.2
		不熟悉	0.0

用 C_r 表示专家权威程度系数,其为判断系数 C_a 和熟悉程度系数 C_s 的算术平均值 $C_r=\frac{C_a+C_s}{2}$ 。

通过计算 5 个准则层指标(经济、社会、政治、军事、公平、扶贫价值)的专家权威程度系数来确定本次研究的准确性与可靠性。通过专家权威程度系数的折算,得到修正后的评价结果。

2.2.3 集中度、离散度与协调度计算

根据表 4 计算各指标集中度、离散度与协调度。

(1)集中度用算术平均值 \bar{E}_i 表示,即

$$\bar{E}_i=\frac{1}{p}\sum_{j=1}^pE_{ij}$$
 (1)

式中: p 为所征询评估专家的人数; E_{ij} 为第 i 个指标第 j 级重要度修正值。

(2)离散度用标准差 δ_i 表示,即

$$\delta_i=\sqrt{\frac{1}{p-1}\sum_{j=1}^p(E_{ij}-\bar{E}_i)^2}$$
 (2)

式中: δ_i 为 p 个专家对第 i 个指标重要度评估的分散程度,借鉴有关研究,一般若 $\delta_i>0.63$,则可进行下轮咨询。

(3)协调度用变异系数 V_i 表示,即

$$V_i=\frac{\delta_i}{\bar{E}_i}$$
 (3)

V_i 反映了专家对第 i 个指标评估的相对波动程度。

2.2.4 参数统计

由 \bar{E}_i 、 δ_i 、 V_i 参数决定是否需要进行下轮咨询,若已满足要求,则以最后一轮获得的各指标值作为判断依据,建立相应指标体系。通过对专家连续征询 5 轮后,满足 $\delta_i<0.63$,最后一轮专家征询后统计 \bar{E}_i 、 δ_i 、 V_i 值。

2.2.5 指标筛选

一般常用的指标筛选方法为界值法,最后一轮中,根据每项指标的重要性得分计算满分频率 K_j 、算术平均数 \bar{E}_i 和变异系数 V_i (满分频率 $K_j=\frac{m_j}{M_j}$, m_j 为第 j 个指标给满分(5 分)的专家数; M_j 为参加第 j 个指标评价的专家数)。计算所有指标的 K_j 、 \bar{E}_i 、 V_i 的均数和标准差。满分频率 K_j 和算术平均数 \bar{E}_i 的界值计算方法: E_i-V_i 得分高于界值的指标入选;变异系数 V_i 界值计算方法: E_i+V_i 得分低于界值的指标入选。为防止重要的指标被剔除,在以上 3 个衡量尺度中,凡 3 个尺度均不符合要求的指标才剔除。对于有 1 个或 2 个尺度不符合要求的指标,根据全面性、科学性、可行性等原则经讨论后取舍。最终评估指标重要性统计分析见表 6。

由表 6 可知,在西北地区公路交通价值评估指

表 6 最终评估指标重要性统计分析
Tab.6 Statistical analysis of importance of final indexes

指标	生活质量提高	促进区域内出行变化	带动就业	公路交通条件改善	促进科技进步	推动城市化进程	促进对外交流	思想观念改变	交通事故减少
K_j 界值	0.197 0	0.475 8	0.253 6	0.809 1	0.309 1	0.142 5	0.198 0	0.031 4	-0.079 8
E_{ij} 界值	1.123 6	2.068 0	1.901 3	2.068 0	0.956 9	1.012 4	1.179 1	0.901 3	-0.765 3
V_i 界值	-0.091 2	-0.127 0	-0.127 3	-0.127 0	-0.085 7	-0.085 6	-0.096 1	-0.086 2	0.092 0
指标	促进区域经济增长	优化产业结构	促进资源开发	土地增值	弘扬革命文化	加强民族团结	促进社会安定	弘扬民族精神	军运能力
K_j 界值	0.356 2	0.812 5	0.205 9	-0.100 3	0.301 2	0.422 1	0.145 1	-0.021 3	0.430 1
E_{ij} 界值	2.012 4	2.068 0	2.068 0	-1.043 1	2.012 4	2.012 4	1.956 9	-1.320 9	1.956 9
V_i 界值	-0.125 9	-0.127 0	-0.150 1	0.096 7	-0.149 4	-0.125 9	-0.125 9	0.026 5	-0.125 9
指标	军运可靠性	军运机动性	收入分配	交通资源分配	其他资源分配	区域协调发展	人文扶贫	经济扶贫	
K_j 界值	0.584 2	0.712 5	0.571 6	0.613 3	-0.008 7	-0.030 4	0.381 0	0.582 9	
E_{ij} 界值	2.012 4	2.068 0	1.068 0	1.901 3	-1.209 8	-1.098 7	2.012 4	2.068 0	
V_i 界值	-0.125 9	-0.126 4	-0.087 7	-0.127 3	0.085 5	0.099 3	-0.125 9	-0.127 1	

标中,公路交通事故减少价值、土地增值、弘扬民族精神价值、其他资源分配、区域协调发展价值不明显,故删除此 5 项评估指标。

2.3 评估指标体系建立

根据相应的研究,建立西北地区公路交通价值

评估指标体系(表 7)。该指标体系中大部分指标是定量指标,只有少数定性指标难于量化,主要是靠定性描述,而这些指标却是西北地区公路交通价值评估不可或缺的内容。

表 7 西北地区公路交通价值评估指标体系
Tab. 7 Evaluation index system of northwest highway traffic value

目标层	子目标层	第 1 准则层	第 2 准则层	指标层
西北地区公路交通价值评估指标体系	功利性价值评估	经济价值	促进区域经济增长	地区 GDP 增长贡献率
			优化产业结构	三次产业比重变化率
			促进资源开发	旅游收入及旅游人数增长率
				自然资源开发效益
		社会价值	促进区域内生活质量提高	区域居民人均收入增长率
			促进区域内出行条件变化	出行方式变化情况
				出行时间缩短情况
				出行次数增加情况
			带动就业	就业人数增长率
				三次产业从业人员比例
			公路交通条件改善	公路交通网综合密度
				路网节点平均到达时间
				高等级公路里程率
			促进科学进步	高新技术产值增长率
			推动城市化进程	城镇化率
			促进对外交流	吸引外资效果
				外贸效果
			思想观念改变	传统思想、生活方式改变情况
		政治价值	弘扬革命文化	红色旅游人数增长率
			加强民族团结	少数民族区公路实施效果
			社会安定	群众满意度
		军事价值	军运能力	区域网值
				公路客、货运量比重
			军运可靠性	接点连通度
			军运机动性	军运机动性
	超功利性价值评估	公平价值	收入分配	收入分配效益值
			交通资源分配	公路密度
			人文扶贫	贫困地区人均受教育程度
			经济扶贫	贫困地区人均 GDP

3 西北地区公路交通价值评估方法

西北地区公路交通价值评估体系中指标较多,且层次复杂,运用一种评估方法难以得出准确、全面的评估结果,本研究采用多层次模糊综合方法为主、德尔菲法及改进的层次分析法为辅的综合评估分析模型^[14]。具体思路如下:运用德尔菲法对各指标进行排序,构建综合评估指标递阶层次结构;运用改进的层次分析法确定各指标相

对于上层指标的权重;邀请若干专家对各单项指标进行打分,从而取得专家评判数据,并依据模糊数学理论形成模糊评判矩阵;运用多层次模糊综合评判模型进行模糊运算,得到综合评估结果,具体步骤如下。

3.1 采用德尔菲法对指标按重要性进行排序

(1)确定各指标的重要性序列值

评审专家根据经验,确定每个指标的序列值 F_i 。其中, $1 \leq F_i \leq m$,最不重要的指标值为 $F_i = 1$,

最重要的值为 $F_i = m$, 每位专家将针对评估指标体系, 提供一份各指标的 F_i 值评估表格, 第 n 位专家提供的各指标序列值记为 F_{i-n} 。见表 8。

表 8 第 k 个专家的 F_i 值评定表

Tab. 8 Evaluation chart of F_i value made by expert k

指标序号	U_1	U_2	U_3	...	U_n
重要性序列值	F_{1-k}	F_{2-k}	F_{3-k}	...	F_{n-k}

(2) 编制优先得分表

按专家们所提供的指标重要性序列值 F_i 进行如下统计: 当 $\frac{F_{i-k}}{F_{j-k}} > 1$ 时, 记得分 $A_{ij-k} = 1$; 当 $\frac{F_{i-k}}{F_{j-k}} < 1$ 时, 记得分 $A_{ij-k} = 0$ 。

计算指标的最终得分值 A_{ij} , 即

$$A_{ij} = \sum_{k=1}^n A_{ij-k} \quad i=1, 2, \dots, m; \quad j=1, 2, \dots, m \quad (4)$$

这样 $m \times m$ 个统计值 A_{ij} 组成下列优先得分表, 如表 9 所示。

表 9 优先得分统计 (A_{ij} 值)

Tab. 9 Statistics of priority scores

指标序号	U_1	U_2	...	U_n
U_1	A_{11}	A_{12}	...	A_{1n}
U_2	A_{21}	A_{22}	...	A_{2n}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
U_n	A_{n1}	A_{n2}	...	A_{nm}

(3) 求 A_{ij} 的累加值 $\sum A_i$

$$\sum A_i = \sum_{j=1}^m A_{ij} \quad i=1, 2, \dots, m \quad (5)$$

$\sum A_i$ 值越大, 其对应指标的重要性程度越高。

3.2 改进的层次分析法确定各指标权重

改进的层次分析法将 1~9 个标段改为 -1, 0, 1 这 3 个标度, 能使决策者很容易地对评估结果做出比较, 避免前后矛盾判断的出现, 不需要一致性检验。具体步骤如下。

将评判空间记为 $S = \{P, G, A\}$, 其中 $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ 是某层次上的 n 个元素, G 是上一层中的元素, A 是 P 关于 G 的评判矩阵, 建立判断矩阵 A , 并求出 P 中各元素的相对权重。

3.3 建立单因素模糊评判矩阵 R

前文构造了等级模糊子集, 此步骤对被评事物从每个因素 $u_i (i=1, 2, \dots, P)$ 上进行量化, 确定单因素对各等级模糊子集的隶属度。计算出每个指标隶属度, 得到模糊关系矩阵为

$$R = \begin{bmatrix} R/u_1 \\ \vdots \\ R/u_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix}$$

矩阵 R 中 r_{ij} 为评估对象从因素 u_i 来看对 v_j 等

级模糊子集的隶属度。

3.4 综合评判

在本次西北地区公路交通价值评估中, 涉及若干个评价指标, 且指标权重又有所差别, 所以要得到比较全面的有实用价值的评价结果, 采用加权平均型 M 模糊算子, 即 $s_j = \sum_{k=1}^m (\omega_k r_{kj})$ 。此模型在决定各因素的评价对等级 V_j 的隶属度时, 兼顾了各元素的权重大小, 评价结果体现了被评价对象的整体特征, 比较适合于整体指标的优化。

(1) 一级综合评判模型

一级综合评判是对多因素采取单层次的评估方法, 其模型为

$$WR = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m) \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix} = (b_1, b_2, \dots, b_n) = B \quad (6)$$

式中: b_j 为 W 与 R 的第 j 列运算得到的值, 表示被评事物从整体上看对等级模糊子集 ω_j 的隶属程度。

(2) 多层次模糊综合评判模型

多层次模糊综合评估是对因素集合 u 中元素按某些属性分成几个下属层次, 然后按此层次逐级进行。由于每个评估因素是由低一层次的若干因素决定的, 所以每一因素的单因素评估是低一层次的多因素综合评估, 多层次模糊综合评估模型表示为 B , 式中合成运算符为加权平均模糊算子。

4 实例分析

4.1 项目概况

陕西省地处内陆腹地, 周边与 8 省(市、区)接壤, 具有连接东西、沟通南北的区位优势。截止 2010 年底, 陕西省公路总里程达到 14.8×10^4 km, 路网密度达到 71.7 km/100 km²。

4.2 评价指标排序

公路交通价值涉及多个领域, 为准确评估其价值, 选取 10 位陕西省各领域专家参加评议, 计算各层次指标, 按相对重要程度由大到小进行从上到下排序, 见下页表 10。

4.3 计算指标权重

运用改进的层次分析法建立以下判断矩阵, 将以上最优矩阵转变为一致性矩阵, 运用方根法计算一致性矩阵的特征向量, 进行归一化后, 得到各指标相对于上一层指标的相对权重(下页表 11)。

表 10 陕西省公路交通价值评估指标层次结构

Tab. 10 Level structure of highway traffic value evaluation index system in Shannxi Province

目标层	子目标层	第 1 准则层	第 2 准则层	指标层
陕西省 公路 交通 价值 评估	功利 性价 值评 估 U_1	社会价 值 A_1	公路交通条件改善 B_{11}	公路交通网综合密度 C_{111}
				高等级公路里程率 C_{112}
			促进区域内出行变化 B_{12}	出行方式变化情况 C_{121}
				出行时间缩短情况 C_{122}
				出行次数增加情况 C_{123}
			思想观念改变 B_{13}	传统思想、生活方式改变情况 C_{13}
			促进区域内生活质量提高 B_{14}	区域居民人均收入增长率 C_{14}
			带动就业 B_{15}	就业人数增长率 C_{151}
				三次产业从业人员比例 C_{152}
			促进科学进步 B_{16}	高新技术产值增长率 C_{161}
				公路技术 C_{162}
			促进对外交流 B_{17}	吸引外资效果 C_{171}
				外贸效果 C_{172}
			推动城市化进程 B_{18}	城镇化率 C_{18}
		经济价 值 A_2	优化产业结构 B_{21}	三次产业比重变化率 C_{21}
			促进区域经济增长 B_{22}	地区 GDP 增长贡献率 C_{22}
			促进资源开发 B_{23}	旅游收入增长率 C_{231}
				自然资源开发效益 C_{232}
		政治价 值 A_3	弘扬革命文化 B_{31}	红色旅游人数增长率 C_{31}
			加强民族团结 B_{32}	少数民族区公路实施效果 C_{32}
			社会安定 B_{33}	社会安定 C_{33}
		军事价 值 A_4	军运机动性 B_{41}	应急响应时间 C_{41}
			军运可靠性 B_{42}	接点连通度 C_{42}
			军运能力 B_{43}	区域网值 C_{431}
				公路客、货运量比重 C_{432}
	超功 利性 价值 评估 U_2	扶贫价 值 A_5	人文扶贫 B_{51}	贫困地区人均受教育程度 C_{51}
			经济扶贫 B_{52}	贫困地区人均收入增长率 C_{52}
		公平价 值 A_6	收入分配 B_{61}	收入分配效益值 C_{61}
			交通资源分配 B_{62}	高速公路密度 C_{62}

4.4 确定各指标评判矩阵

将陕西省公路交通价值分为 5 级:极大、较大、一般、较小、极小。引用《道路经济管理》中对公路项目外部效果指标的评估标准作为评估指标的评估标准:极大(100~80)、较大(80~60)、一般(60~40)、较小(40~20)、极小(20~0)。对陕西省内各领域 24 位专家进行问卷调查(收到有效问卷 20 份),根据评估标准及评估依据进行打分。将打分采用模糊统计方法处理,得到评估体系中单因素评估矩阵。

4.5 综合模糊评判

进行一级与多级综合模糊评判,作模糊矩阵运算,得到各指标综合评估效果如下页表 12 所示。

根据加权平均原则对陕西省公路交通价值进行评估,“加权平均原则”的思想是将等级看作一种相对位置,使其连续化,设有“1,2,3,⋯,m”依次表示各等级,并称其为各等级的秩,用 S 中对应分量将各等级的秩进行加权求和,得到被评事物的相对位置,可表示为

$$I=\frac{\sum_{j=1}^ms_j^k}{\sum_{j=1}^ms_j^k}\tag{7}$$

式中: k 为待定系数($k=1$ 或 $k=2$),目的是控制较大的 s_j 所起的作用。可通过计算各指标的综合评价得分来确定各因素的评价等级。

表 11 各层指标相对于上层指标的权重统计

Tab. 11 Weigh of indexes on each level relative to indexes on upper level

目标层	U 层	权重	A 层	权重	B 层	权重
陕西省 公路 交通 价值 评估	功利性 性价值 U_1	0. 731	社会价 值 A_1	0. 455	公路交通条件改善 B_{11}	0. 596
					促进区域内出行变化 B_{12}	0. 104
					思想观念改变 B_{13}	0. 084
					促进区域内生质量提高 B_{14}	0. 066
					带动就业 B_{15}	0. 051
					促进科学进步 B_{16}	0. 040
					促进对外交流 B_{17}	0. 031
					推动城市化进程 B_{18}	0. 024
			经济价 值 A_2	0. 276	优化产业结构 B_{21}	0. 563
					促进区域经济增长 B_{22}	0. 289
					促进资源开发 B_{23}	0. 148
			政治价 值 A_3	0. 167	弘扬革命文化 B_{31}	0. 455
					加强民族团结 B_{32}	0. 276
					社会安定 B_{33}	0. 269
			军事价 值 A_4	0. 102	军运机动性 B_{41}	0. 563
					军运可靠性 B_{42}	0. 289
					军运能力 B_{43}	0. 148
	超功利 性价值 U_2	0. 269	扶贫价 值 A_5	0. 731	人文扶贫 B_{51}	0. 500
			公平价 值 A_6	0. 269	经济扶贫 B_{52}	0. 500
					交通资源分配 B_{61}	0. 731
					收入分配 B_{62}	0. 269

表 12 各指标综合评估效果

Tab. 12 Comprehensive evaluation effect of all indexes

指 标	极大	较大	一般	较小	极小
社会价值	0. 524	0. 453	0. 021	0. 000	0. 002
经济价值	0. 253	0. 646	0. 101	0. 000	0. 000
政治价值	0. 164	0. 625	0. 107	0. 104	0. 000
军事价值	0. 376	0. 331	0. 293	0. 000	0. 000
扶贫价值	0. 300	0. 700	0. 000	0. 000	0. 000
公平价值	0. 000	0. 402	0. 413	0. 185	0. 000
功利性价值	0. 384	0. 512	0. 063	0. 021	0. 020
超功利性价值	0. 219	0. 620	0. 111	0. 050	0. 000
综合评估效果	0. 340	0. 541	0. 076	0. 039	0. 004

因为只给出评估指标标准的范围,对于不同的指标每个等级的得分是不同的,因此需一一求出。如由 20 位专家对公路交通条件改善 B_{11} 的评价得分得到 20 个数,将其分类分别归在极大、较大、一般、较小、极小中,在每个等级下将这几名专家评分相加求平均,即为公路交通条件改善 B_{11} 分别在 $V_j(j=1,2,\cdots,5)$ 等级下得分。同理可得到 $B_{12}\sim B_{18}$ 在 V_j 评价等级下的平均

得分,加权求和即为经济价值 A_1 在 V_j 评价等级下的平均得分。以此类推,将 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 的得分加权平均下即为 U_1 在 $V_j(j=1,2,\cdots,5)$ 评价等级下的平均得分;同理得 U_2 ,最后得到最终目标层在 $V_j(j=1,2,\cdots,5)$ 评价等级下的平均得分,从而得到各指标的评价等级。例如扶贫价值在各等级下的得分为:极大 86. 78,较大 73. 14,一般 57,较小 0,极小 0,此即为 A_1 在 V 集合下的量化,则扶贫价值的综合得分

$$I_{A_1}=(0. 3,0. 7,0,0,0)\begin{pmatrix} 86. 78 \\ 73. 14 \\ 57. 00 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}=77. 23,处于“较$$

大”的评估范围内。

社会、经济、政治、军事、扶贫、公平价值得分分别为 87. 59、70. 22、58. 93、63. 32、77. 23、48. 51;功利价值与超功利价值得分分别为 71. 33 和 57. 62,总体评价为 68. 42。结果为:公路交通的社会价值极大,经济、军事及扶贫价值较大,政治、公平价值一

般;功利性价值较大,超功利性价值一般;陕西省公路交通综合评估效果较大。

5 结 语

(1)初选了公路交通价值评估指标,根据西北地区公路交通自身特点,并通过专家征询、统计分析,构建了西北地区公路交通价值的评估指标体系。

(2)采用德尔菲法、层次分析法和模糊综合评判法对西北地区公路交通价值进行评估。并以陕西省为例,对所建立的评估指标体系及方法模型进行实证分析。

参考文献:

References:

- [1] Transit Cooperative Research Program. Estimating the benefits and costs of public transit projects: a guidebook for practitioners[R]. Washington DC: National Academy Press, 2002.
- [2] Todd L. Evaluating transportation economic development impacts[R]. Victoria: Victoria Transport Policy Institute, 2010.
- [3] 赵玉林,任路平,祝向军,等. 高速公路对沿线经济发展影响评价指标体系[J]. 武汉工业大学学报, 1999, 21(5): 74-77.
ZHAO Yu-lin, REN Lu-ping, ZHU Xiang-jun, et al. On the index system adopted for evaluating the impact of expressway initiating alongside economic development [J]. Journal of Wuhan University of Technology, 1999, 21(5): 74-77. (in Chinese)
- [4] 毛敏,喻翔,蒲云. 高速公路效益后评价指标体系层次结构的分析[J]. 中南公路工程, 2003, 28(2): 51-53.
MAO Min, YU Xiang, PU Yun. Analysis of hierarchical structure of index system for post-evaluation of freeway benefits[J]. Central South Highway Engineering, 2003, 28(2): 51-53. (in Chinese)
- [5] 李华,晓白. 沈大高速公路社会效益评估[J]. 公路, 1994(12): 43-47.
LI Hua, XIAO Bai. Evaluation of social benefit of Shen-Da highway[J]. Highway, 1994(12): 43-47. (in Chinese)
- [6] 赵凤山,秋露,胡连杰. 高速公路间接社会效益指标体系研究[J]. 东北公路, 1996(1): 8-11.
ZHAO Feng-shan, QIU Lu, HU Lian-jie. The study of social benefit index system of Expressway [J]. Northeastern Highway, 1996(1): 8-11. (in Chinese)
- [7] 余双喜. 公路建设项目社会环境影响分析与评价方法研究[D]. 长沙:长沙理工大学, 2005.
- [8] 葛海燕. 高速公路项目社会影响分析与研究[D]. 西安:长安大学, 1999.
GE Hai-yan. Study on highway project social impact assessment [D]. Xi'an: Chang'an University, 1999. (in Chinese)
- [9] 周伟,王建军,李继锐. 基于人工神经网络的影响高速公路社会效益量化的变量选择方法[J]. 西安公路交通大学学报, 2000, 20(3): 63-66.
ZHOU Wei, WANG Jian-jun, LI Ji-rui. Variables choice about expressway social benefit quantification-based on artificial neural networks [J]. Journal of Xi'an Highway University, 2000, 20(3): 63-66. (in Chinese)
- [10] 王建军. 公路建设项目后评价理论研究[D]. 西安:长安大学, 2003.
WANG Jian-jun. Study on post-evaluation theory of highway construction [D]. Xi'an: Chang'an University, 2003. (in Chinese)
- [11] 李庆瑞. 基于多层模糊分析模型的高速公路社会效益评价方法研究[J]. 中外公路, 2005, 25(3): 113-116.
LI Qing-rui. Study on social benefit evaluation methods of highway based on multilayer fuzzy analysis model. [J]. Journal of China & Foreign Highway, 2005, 25(3): 113-116. (in Chinese)
- [12] 徐淑雨,贾元华. 基于灰色系统理论的公路项目社会效益评价[J]. 交通运输系统工程与信息, 2006, 6(1): 118-122.
XU Shu-yu, JIA Yuan-hua. The post-evaluation of social economic benefit based on grey system theory [J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2006, 6(1): 118-122. (in Chinese)
- [13] 张红红. 高速公路社会影响评价指标可靠度估算方法[J]. 西安公路交通大学学报, 2000, 20(4): 57-59.
ZHANG Hong-hong. Evaluation method on social impact assessment indexes reliability of expressway [J]. Journal of Xi'an Highway University, 2000, 20(4): 57-59. (in Chinese)
- [14] 霍娅敏,陈坚,李啸虎,等. 城市建设项目交通影响后评价模型[J]. 交通运输工程学报, 2011, 11(1): 79-86.
HUO Ya-min, CHEN Jian, LI Xiao-hu, et al. Traffic impact post-evaluation model of urban construction project [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2011, 11(1): 79-86. (in Chinese)

