

文章编号:1005-0523(2015)03-0070-08

基于IAHP的低碳绿色高速公路评估研究

胡万欣¹,刘玉露²,周则程¹,刘艳³,张艳³

(1.武汉铁路职业技术学院,湖北 武汉 430205;2.湖北省交通运输厅随岳高速公路管理处,湖北 武汉 430050;3.西南交通大学交通运输与物流学院,四川 成都 610031)

摘要:为准确分析绿色低碳高速公路的应用程度,基于高速公路实际的运营情况,构建区间层次模糊低碳绿色评价模型。首先引入区间层次分析法分析了绿色低碳高速公路的权重,其次利用模糊综合评价法建立绿色低碳高速公路评价模型。然后,基于运营实际从高速公路综合运营指标、能源环境指标以及养护管理指标3个方面构建了指标组成的评价体系。最后通过案例,以某段高速公路为例对其绿色低碳程度进行评价,结果显示模型能够有效地解决多属性的绿色低碳高速公路评价问题。

关键词:高速公路;绿色低碳;区间层次分析法(IAHP);模糊综合评价

中图分类号:U418.6

文献标志码:A

随着我国对绿色低碳理念的重视,高速公路运营正走向环保发展之路。所以,探索如何对高速公路进行绿色低碳评价,是创建绿色低碳高速公路的迫切需要。欧美许多发达国家高速公路管理模式经过50多年的调整已经向节能与环保的方向前进。例如:日本的三级垂直管理体系;法国、意大利、西班牙等国家的特许公司制;英国则以绿色低碳环保为核心进行高速公路管理运营^[1-2]。相比于欧美发达国家,我国高速公路发展时间较短,以绿色低碳为核心的发展模式仍然在不断探索中。马中南等(2006)探讨了绿色公路的评价体系^[2]。王健等(2011)构建了公路绿色施工属性识别评价模型^[3]。刘丽芳(2011)对高速公路绿色施工进行了探讨^[4]。夏波(2012),王晋(2014)采用层次分析法(AHP)分析了绿色低碳公路指标的权重,采用模糊数学法建立了评价方法^[5-6]。目前我国高速公路里程已经成为世界第一,但对于绿色低碳公路的评价问题,研究成果还很少,也缺少广泛认同的指标体系。上述分析中,灰色系统理论需要大量因素的数据统计分析,现阶段关于绿色低碳的数据积累不足,该方法实施效果不够理想。属性识别需要给出一个判断准则,使用时需要结合其它方法时才能进行有效地评价高速公路绿色低碳的程度。我国现阶段的高速公路绿色低碳评估的基础数据仍然在积累当中,进行评价时还需要结合主观经验。而层次分析理论可以将众多复杂因素和决策者个人因素结合起来,适应于现阶段我国的评价特点,是近期比较可行的方法。但是应用AHP时,有时元素之间影响的高低的程度很难用一个精确的数来表达(例如:如果综合结果介于“稍微重要”与“明显重要”之间时),可以用区间数来表示判断的结果更加合理。因此,文章引入区间层次分析法(IAHP)比较区间数大小的相对优势度排序方法,避免评估时信息丢失,提高高速公路决策结果的合理性。鉴于绿色低碳评价指标之间存在着模糊性、多目标性,使用模糊综合评价理论,期望为高速公路绿色低碳评价提供参考,以提高高速公路绿色低碳评价的有效性。

收稿日期:2015-01-23

作者简介:胡万欣(1989—),男,助教,主要研究方向为交通规划,交通运输经济。

通讯作者:周则程(1982—),男,高级工程师,主要研究方向为运输规划与管理。

1 绿色低碳高速公路评价过程

绿色低碳高速公路是指将绿色低碳理念运用到整个管理过程中,最大程度地合理保护环境,形成“安、畅、舒、美”的和谐之路。高速公路绿色低碳评价就是合理分析现役高速公路“绿色低碳”等级,以便查找高速公路运营管理中存在的问题,从而采取措施来提升高速公路的综合效益。绿色低碳高速公路评价主要需要考虑3个方面:①选择何种指标评价高速公路的绿色低碳特性;②如何选择适用的评价方法;③如何根据评价等级调整高速公路的管理。其中,绿色低碳高速公路评价流程示意图如图1所示。

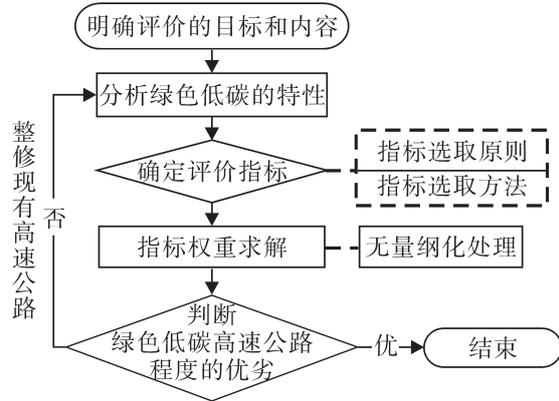


图1 绿色低碳高速公路评价流程

Fig.1 Low-carbon green highway evaluation process

2 区间层次模糊综合理论的评价分析

由于绿色低碳高速公路发展的不确定性,评价指标在现阶段很难用精确的结果来评判。灰色系统理论主要是解决包含未知因素的特殊领域问题。该方法根据大量因素的数据统计分析,定量研究并且比较系统之间的相对变化。相似权法确定权重需要能取得多个同种评价的样本,而且需要结合其它评价方法才能进行综合评价。因此,本文引入IAHP进行绿色低碳高速公路的评估,以此提高绿色低碳高速公路评估结果的客观性和有效性。

2.1 基于区间层析理论确定指标权重

第1步:与AHP方法相似,构建目标层A,准则层B及指标层C。

第2步:构造一致性区间互补判断矩阵。此处参照文献[11]利用1/10—9/10标度法来构造互补判断矩阵 $R(x_{ij})$

$$R(x_{ij}) = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中: x_{ij} 为第*i*行第*j*列的区间数, $x_{ij} = [x_{ij}^-, x_{ij}^+]$, $0.1 < x_{ij}^- < x_{ij}^+ < 0.9$, $x_{ij}^- + x_{ij}^+ = 1$, x_{ij}^- 为第*i*行第*j*列的区间数下界, x_{ij}^+ 为第*i*行第*j*列的区间数上界。

第3步:一致性检验。计算区间一致性的判断矩阵 $R(r_{ij})_{n \times n}$

$$R(r_{ij}) = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

其中: $r_{ij} = (r_i - r_j) / [2(n - 1)] + 1/2$, $r_{ij} = [r_{ij}^-, r_{ij}^+]$, $i = 1, 2, \dots, n$, r_i 为判断矩阵进行按行求和,即

$$r_i = \sum_{j=1}^n x_{ij}, i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

第4步:层次排序计算。

首先对 $R(r_{ij})_{n \times n}$ 层次单排序,得到C相对于B的权重向量 (w_1, w_2, \dots, w_n)

$$(w_1, w_2, \dots, w_n) = ([w_1^-, w_1^+], [w_2^-, w_2^+], \dots, [w_n^-, w_n^+]) \quad (4)$$

$$w_i = \frac{1}{n(n-1)} \left(\sum_{j=1}^n r_{ij} + n/2 - 1 \right) \quad (5)$$

通过公式(4)和公式(5)计算指标层 C 对于其准则层 B 中 j 的权重 w_{ji} , 准则层 B 中 j 相对于目标层的权重 λ_j 。然后进行层次总排序, 计算总层次区间权重 w_i

$$w_i = \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot w_{ji} \quad (6)$$

第5步: 区间权重的比较^[11]。利用公式(5)对 w_i 进行两两比较, 得到相对优势度矩阵 p

$$p(a > b) = \begin{cases} 1 - 1/(2\rho^{x-0.5}), & \text{当 } x = (a^+ - b^-)/(a^+ - a^- + b^+ - b^-) \geq 0.5 \\ 1/(2\rho^{0.5-x}), & \text{当 } x = (a^+ - b^-)/(a^+ - a^- + b^+ - b^-) \leq 0.5 \end{cases} \quad (7)$$

$$p = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \cdots & p_{nn} \end{bmatrix} \quad (8)$$

式(7)中 p 称为区间 a 与区间 b 相比较时, $a > b$ 的相对优势度。 $\rho > 1$, 一般取2(或者 e), 此处取2。

最后, 利用式(1)一式(5)得到相对优势度的指标排序。

2.2 模糊评价理论的绿色低碳高速公路综合评价

2.2.1 评价指标的量化

1) 定量指标无量纲化。由于定量指标的不太相同, 为了能够判定指标等级, 对其进行无量纲化处理^[12]。设评价指标为 μ_{ij} , 其定义域为 $\mu_{ij} \in [A_{ij}, B_{ij}]$, $A_{ij} > 0$, $B_{ij} > 0$, $A_{ij} < B_{ij}$, y_{ij} 为无量纲化后的结果成本型指标和效益型指标的无量纲化函数如式(9)一式(10)。

$$\text{成本型指标} \quad y_{ij} = \begin{cases} 0 & \mu_{ij} \geq B_{ij} \\ (\mu_{ij} - A_{ij})/(B_{ij} - A_{ij}) & \mu_{ij} \in (A_{ij}, B_{ij}) \\ 1 & \mu_{ij} \leq A_{ij} \end{cases} \quad (9)$$

$$\text{效益型指标} \quad y_{ij} = \begin{cases} 1 & \mu_{ij} \geq B_{ij} \\ (\mu_{ij} - A_{ij})/(B_{ij} - A_{ij}) & \mu_{ij} \in (A_{ij}, B_{ij}) \\ 0 & \mu_{ij} \leq A_{ij} \end{cases} \quad (10)$$

2) 定性指标量化。针对定性指标采用评价等级隶属度的方法来进行确定, 本文将定性评价指标分为5个等级。为了克服单人评分可能带来的偏差, 采用三角模糊打分法结合群决策方法共同确定。

2.2.2 建立模糊评价矩阵

指标 u_{ij} 对评价等级 $v_t (t=1, 2, \dots, w)$ 的隶属度为 l_{ij} 。 u_{ij} 的评判集为 $l_{ij} = (l_{ij1}, l_{ij2}, \dots, l_{ijw})$, 其中 $i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n_i$ 。可得到 m 个二级指标的评价矩阵 R_i

$$R_i = \begin{bmatrix} l_{i11} & l_{i12} & \cdots & l_{i1w} \\ l_{i21} & l_{i22} & \cdots & l_{i2w} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{in,1} & l_{in,2} & \cdots & l_{in,w} \end{bmatrix} \quad (11)$$

2.2.3 模糊综合评价

第 i 个一级指标的二级评价特征向量设为 $W_{2i} (i=1, 2, \dots, m)$, 则第 i 个一级指标的模糊综合评价集 $H_i = W_{2i} \cdot R_i$; 设综合评价矩阵为 W_1 , 则最终模糊综合评价结果向量 Y 为

$$Y = W_1 \cdot H = W_1 \cdot W_2 \cdot R = (y_1, y_2, \dots, y_w) \quad (12)$$

模糊综合评价结果向量 Y 中, y_t 表示公路隶属于绿色低碳评价等级程度, Y 中最大的 y_t 对应的等级表示被评价高速公路最适合于该等级, 可作为评价结果。

3 绿色低碳高速公路评价指标集的确定

建立绿色低碳高速公路评价指标, 本质就是要寻找能全面反映低碳高速公路各方面特征的指标。为

提高绿色低碳高速公路评价的准确性,尽可能选取可以量化的指标。指标根据高速公路运营中产生节能减排量或起到生态、环保、循环效果的来划分,本文从绿色低碳高速公路中的综合运营指标、能源环境指标以及养护管理指标3个方面构建评价体系。结合实际的养护工程以及文献[2-6]构建如图2的评价体系。

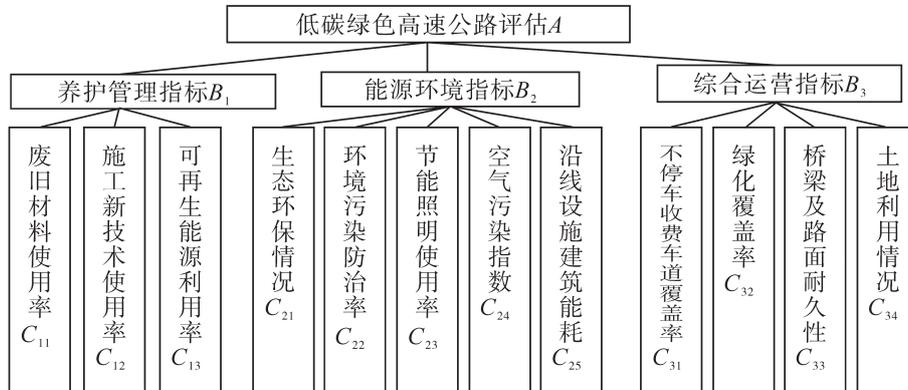


图2 低碳绿色高速公路评价指标体系

Fig. 2 Evaluation system of low-carbon green expressway

4 案例分析

4.1 案例描述

荆州市某高速公路于2010年12月完全通车,此段有长江大桥连接湖南省。该桥长度为4 302.5 m,全封闭、全立交,桥梁设计速度为100 km·h⁻¹,桥涵设计荷载为公路-I级。2014年10月对此高速公路进行了详细的调研。调查发现:2014年8月时该路面使用了双层SMA技术进行了中修维护,沿线建筑设施污水处理和中水回用等资源循环生态环保项目都已经建立,部分车道已使用ETC车道。绿色低碳指标调查如表1。

表1 某高速公路绿色低碳指标调查情况

Tab.1 Green low carbon index of an expressway

单项指标	实际数值	单项指标	实际数值
废旧材料使用率 C_{11}	79	空气污染指数 C_{24}	—
施工新技术新工艺使用率 C_{12}	65	沿线设施建筑能耗 C_{25}	—
可再生能源利用率 C_{13}	45	不停车收费车道覆盖率 C_{31}	65
生态环保建设情况 C_{21}	—	绿化覆盖率 C_{32}	45
环境污染防治率 C_{22}	65	桥梁路面耐久性 C_{33}	—
节能照明使用率 C_{23}	76	土地利用情况 C_{34}	—

备注:定性指标由专家打分得出。

4.2 区间层次计算分析

4.2.1 构造单层判断矩阵

依据图2建立12个指标。依据该桥梁养护工程师以及绿色低碳养护科研人员的分别构造区间层次判断矩阵,分别见表2—表5。

表2 A-B 判断矩阵

Tab.2 Judgment matrix of A-B

A	B_1	B_2	B_3
B_1	[0.5,0.5]	[0.4,0.5]	[0.2,0.4]
B_2	[0.5,0.6]	[0.5,0.5]	[0.4,0.5]
B_3	[0.6,0.8]	[0.5,0.6]	[0.5,0.5]

表3 B_1 - C 判断矩阵Tab.3 Judgment matrix of B_1 - C

B_1	C_{11}	C_{12}	C_{13}
C_{11}	[0.5,0.5]	[0.4,0.5]	[0.2,0.4]
C_{12}	[0.5,0.6]	[0.5,0.5]	[0.4,0.5]
C_{13}	[0.6,0.8]	[0.5,0.6]	[0.5,0.5]

表4 B_2 - C 判断矩阵Table 4 Judgment matrix of B_2 - C

B_2	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{24}	C_{25}
C_{21}	[0.5,0.5]	[0.5,0.6]	[0.4,0.5]	[0.3,0.6]	[0.4,0.6]
C_{22}	[0.4,0.5]	[0.5,0.5]	[0.3,0.6]	[0.4,0.6]	[0.5,0.5]
C_{23}	[0.5,0.6]	[0.4,0.7]	[0.5,0.5]	[0.5,0.8]	[0.7,0.9]
C_{24}	[0.4,0.7]	[0.4,0.6]	[0.5,0.5]	[0.5,0.5]	[0.4,0.5]
C_{25}	[0.4,0.6]	[0.5,0.5]	[0.1,0.3]	[0.5,0.6]	[0.5,0.5]

表5 B_3 - C 判断矩阵Tab.5 Judgment matrix of B_3 - C

B_3	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{34}
C_{31}	[0.5,0.5]	[0.4,0.5]	[0.4,0.6]	[0.4,0.6]
C_{32}	[0.5,0.6]	[0.5,0.5]	[0.4,0.6]	[0.4,0.6]
C_{33}	[0.4,0.6]	[0.4,0.6]	[0.5,0.5]	[0.4,0.6]
C_{34}	[0.4,0.6]	[0.4,0.6]	[0.4,0.6]	[0.5,0.5]

根据式(1)一式(2)对表2—表5进行转化,再使用式(3)一式(4)得到 W_A 、 W_{B_1} 、 W_{B_2} 、 W_{B_3} 的排序。

$$\begin{cases} W_A = ([0.266667, 0.316667], [0.316667, 0.35], [0.35, 0.4]) \\ W_{B_1} = ([0.266667, 0.316667], [0.316667, 0.35], [0.35, 0.4]) \\ W_{B_2} = ([0.18, 0.215], [0.18, 0.21], [0.205, 0.25], [0.185, 0.215], [0.175, 0.2]) \\ W_{B_3} = ([0.225, 0.266667], [0.23333, 0.275], [0.225, 0.275], [0.225, 0.275]) \end{cases} \quad (13)$$

4.2.2 区间层次总排序

经过上述运算得到各个单层次权重,然后根据公式 $w_i = \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot w_{ji}$ 得到最底层相对于目标层的权重向量,即得

$$W_i = \begin{bmatrix} (0.0711, 0.084444) & (0.084444, 0.093) & (0.093333, 0.106667) & (0.057, 0.06808) \\ (0.057, 0.0665) & (0.0649, 0.07916) & (0.05858, 0.06808) & (0.055417, 0.0633) \\ (0.07875, 0.09333) & (0.08167, 0.0963) & (0.07875, 0.09625) & (0.07875, 0.09625) \end{bmatrix} \quad (14)$$

然后对求得 W_i 利用公式(7)求 p

$$p = \begin{bmatrix} 0.5000 & 0.6464 & 0.7194 & 0.7706 & 0.8133 & 0.5774 & 0.7752 & 0.9115 & 0.3861 & 0.3399 & 0.3778 & 0.3778 \\ 0.3536 & 0.5000 & 0.2929 & 0.2004 & 0.1798 & 0.3019 & 0.1908 & 0.1480 & 0.4597 & 0.5011 & 0.4821 & 0.4821 \\ 0.2806 & 0.7071 & 0.5000 & 0.1727 & 0.1566 & 0.2477 & 0.1643 & 0.1329 & 0.3536 & 0.3801 & 0.3775 & 0.3775 \\ 0.2294 & 0.7996 & 0.8273 & 0.5000 & 0.4869 & 0.6145 & 0.5131 & 0.4388 & 0.7350 & 0.7551 & 0.7271 & 0.7271 \\ 0.1867 & 0.8202 & 0.8434 & 0.5131 & 0.5000 & 0.6298 & 0.5280 & 0.4504 & 0.7515 & 0.7715 & 0.7418 & 0.7418 \\ 0.4226 & 0.6981 & 0.7523 & 0.3855 & 0.3702 & 0.5000 & 0.3877 & 0.3364 & 0.6429 & 0.6671 & 0.6432 & 0.6432 \\ 0.2248 & 0.8092 & 0.8357 & 0.4869 & 0.4720 & 0.6123 & 0.5000 & 0.4272 & 0.7399 & 0.7609 & 0.7312 & 0.7312 \\ 0.0885 & 0.8520 & 0.8671 & 0.5612 & 0.5496 & 0.6636 & 0.5728 & 0.5000 & 0.7805 & 0.7994 & 0.7682 & 0.7682 \\ 0.6139 & 0.5403 & 0.6464 & 0.2650 & 0.2485 & 0.3571 & 0.2601 & 0.2195 & 0.5000 & 0.5335 & 0.5155 & 0.5155 \\ 0.6601 & 0.4989 & 0.6199 & 0.2449 & 0.2285 & 0.3329 & 0.2391 & 0.2006 & 0.4665 & 0.5000 & 0.4845 & 0.4845 \\ 0.6222 & 0.5179 & 0.6225 & 0.2729 & 0.2582 & 0.3568 & 0.2688 & 0.2318 & 0.4845 & 0.5155 & 0.5000 & 0.5000 \\ 0.6222 & 0.5179 & 0.6225 & 0.2729 & 0.2582 & 0.3568 & 0.2688 & 0.2318 & 0.4845 & 0.5155 & 0.5000 & 0.5000 \end{bmatrix} \quad (15)$$

最后,利用式(1)一式(5)得到相对优势度的指标排序。权重如下

(0.0924,0.0689,0.0671,0.0936,0.0945,0.0867,0.0934,0.0968,0.0774,0.0755,0.0769,0.0769)

4.3 模糊综合评价

4.3.1 确定因素集和评语集

根据绿色低碳高速公路评价的程度,将其划分为优、良、中、次、差5个级别。所有指标的节域为[0,100]。所有绿色低碳高速公路评价指标的评估级别为 $U = \{U_1, U_2, U_3, U_4, U_5\} = \{\text{优,良,中,次,差}\}$ 。绿色低碳高速公路评价指标隶属度如表6所示。

表6 绿色低碳指标隶属度
Tab.6 Low-carbon green index membership

指标	优	良	中	次	差
C_{11}	[60,100]	[50,60)	[40,50)	[30,40)	[0,30)
C_{12}	[70,100]	[50,70)	[40,50)	[30,40)	[0,30)
C_{13}	[70,100]	[50,70)	[40,50)	[20,40)	[0,20)
C_{21}	[80,100]	[60,80)	[40,60)	[20,40)	[0,20)
C_{22}	[80,100]	[70,80)	[60,70)	[50,60)	[0,50)
C_{23}	[80,100]	[70,80)	[60,70)	[40,60)	[0,40)
C_{24}	[80,100]	[60,80)	[40,60)	[20,40)	[0,20)
C_{25}	[80,100]	[60,80)	[40,60)	[20,40)	[0,20)
C_{31}	100	[80,100)	[60,80)	(0,60)	0
C_{32}	[80,100]	[70,80)	[60,70)	[50,60)	[0,50)
C_{33}	[80,100]	[60,80)	[40,60)	[20,40)	[0,20)
C_{34}	[80,100]	[60,80)	[40,60)	[20,40)	[0,20)

4.3.2 建立评价矩阵

利用绿色低碳公路评价指标隶属度建立评价矩阵,如表1所示,在数据处理中对定量指标通过查阅工程资料获得,对定性指标采取专家打分法获得。定性指标得分如表7所示。

表7 定性指标得分
Tab.7 Qualitative index score

评价指标	优	良	中	次	差
C_{21}	0.2	0.4	0.4	0	0
C_{24}	0	0.3	0.4	0.4	0
C_{25}	0	0.1	0.6	0.3	0
C_{33}	0.8	0.2	0	0	0
C_{34}	0.3	0.6	0.1	0	0

依据式(11),评价矩阵为

$$R_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, R_2 = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.4 & 0.4 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0.3 & 0.3 & 0.4 & 0 \\ 0 & 0.1 & 0.6 & 0.3 & 0 \end{bmatrix}, R_3 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.6 & 0.1 & 0.4 & 0 \end{bmatrix} \quad (16)$$

4.3.3 模糊综合评价

依据式(16),综合评价为

$$\begin{cases} H_1 = W_{21} \cdot R_1 = (0.0924, 0.0689, 0.0671, 0.0000, 0.0000) \\ H_2 = W_{22} \cdot R_2 = (0.0187, 0.1697, 0.2102, 0.0664, 0.0000) \\ H_3 = W_{23} \cdot R_3 = (0.0846, 0.0615, 0.0851, 0.0755, 0.0000) \\ Y = (0.1957, 0.3001, 0.3624, 0.1418, 0.0000) \end{cases} \quad (17)$$

4.4 结果分析

根据最大隶属度原则,养护管理指标(max=0.0924)为优秀等级;能源环境指标(max=0.2102)为中等等级;综合运营指标(max=0.0851)为中等等级;高速公路整体绿色低碳(max=0.3624)属于中等等级。通过1级评价计算可知,日常养护管理中需要进一步引入先进的、环保的材料来进行养护维修,可再生能源以及材料需要作为重点项目放在养护管理中;该段高速公路在以后的运营过程还需要做到节约能源、提高节能设备的普及;综合管理中该高速公路管理处会推进ETC车道普及,来提高运管效率。该段的高速公路公路刚刚经历了中修工程,一些绿色低碳的设备、设施在不断的完善中,以后的管理中许多低碳措施会得到改善和突破。

5 结束语

高速公路绿色低碳水平评价是一个多准则、多属性的问题,有效的评价该等级是一个复杂的工作。研究结论如下:

1) 针对目前高速公路绿色低碳评价缺少合理的综合评价指标体系的问题,综合已有文献,以IAHP为基础的指标权重计算方法,克服了决策人员因失误或者偏好等使权重出现偏差的问题,为最终绿色低碳评价提供了依据。同时,由于绿色低碳高速公路评估具有模糊性和不确定性,建立了高速公路绿色低碳的多级模糊理论评级模型。

2) 运用IAHP多级模糊评价模型对荆州市某高速公路的绿色低碳程度进行了评价,得出高速公路的绿色低碳的评价等级,从计算过程和结果可以看出该方法不仅能够科学合理地进行现状评价,而且能够反映高速公路低碳的等级,计算过程简便、易懂,说明该方法有效。

参考文献:

- [1] SCIENTIFIC APPLICATIONS INTERNATIONAL CORPORATION (SAIC), CURRAN M A. Life-cycle Assessment: Principles and Practice[M].National Risk Management Research Laboratory, Office of Research and Development,US Environmental Protection Agency, 2006.
- [2] 马中南,高建刚.绿色公路的研究体系探讨[J].公路交通科技:应用技术版,2006(9):146-149.
- [3] 王健,朝晖,曹海波.基于相似权的公路绿色施工属性评价研究[J].交通标准化,2011(20):72-76.
- [4] 刘丽芳.基于灰色理论的高速公路绿色施工评价研究[J].现代商贸工业,2011,23(14):107-108.
- [5] 夏波,常妮,聂丹.生态友好型公路评价指标体系的构建研究[J].公路工程,2012(6):101-104.
- [6] 王晋,吉光,马军.绿色低碳公路评价指标体系与评价方法研究[J].公路,2014(7):356-371.
- [7] 程昊,伴俊.浅谈低碳高速公路设计[J].公路交通科技:应用技术版,2011(5):53-55.
- [8] 刘玉露,胡万欣,蒋晶尧,等.基于多人决策分析的多属性预防性养护决策[J].交通科学与工程,2014,30(2): 95-100.
- [9] 刘艳,胡怡玮,刘玉露.基于模糊评价法的武汉雨天交通安全分析及对策研究[J].浙江交通职业技术学院学报, 2013, 14(1): 21-24.
- [10] 刘玉露,胡万欣,胡怡玮.基于多属性群决策层次分析的预防性养护措施决策研究[J].公路工程,2014,39(5):342-346.
- [11] 高会生,郭爱玲,于晓东.基于区间层次分析法的网络安全风险评估[J].电力科学与工程.2009,25(3):64-67.
- [12] 李得昌,杨新安,王树杰.基于AHP-模糊综合法的浅埋隧道施工风险评估[J].华东交通大学学报,2012,29(3):67-73.

Evaluation of Green and Low Carbon Highway Based on Interval Analytical Hierarchy Process

Hu Wanxin¹, Liu Yulu², Zhou Zechen¹, Liu Yan³, Zhang Yan³

(1. Wuhan Railway Vocational College of Technology, Wuhan 430205, China; 2. Suiyue Expressway Management Office of Hubei Provincial Department of Transportation, Wuhan 430050, China; 3. College of Traffic & Logistics, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: In order to accurately analyze the application of low-carbon green highways, this study constructs green interval level fuzzy evaluation model of low carbon based on the actual operations of highways. Firstly, it uses the interval analytic hierarchy process to analyze the weight of low-carbon green highways. Secondly, by the use of the fuzzy comprehensive evaluation method it builds up a low-carbon green highway evaluation model. Then, the evaluation system is constructed based on the actual operations including integrated operational metrics highway, energy and environmental indicators and indicators for conservation management. Finally, with the case study of a certain highway it evaluates the extent of green carbon, whose results show the proposed model can effectively solve the problem of green and low carbon highway.

Key words: expressway; green and low carbon; interval analytical hierarchy process(IAHP); fuzzy theory

(责任编辑 姜红贵)

(上接第69页)

Feature Analysis and Evaluation of Air Transportation Market Structure in China

Li Tianrui, Hu Rong, Li Dongya, Jiang Chao

(College of Civil Aviation, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 211106, China)

Abstract: At present, civil aviation industry in China has been developing fast. In order to investigate current air transportation market structure in China more exactly, this study adopts data statistics to calculate passenger transport volume, fleet and share holdings status of each domestic airline after getting the absolute concentration of market CR_n and Herfindahl--Hirschman Index (HHI), researching the type of domestic air transportation market structure and evolution trends of recent years from different perspectives. On the basis of features of air transportation market, it compares and analyzes the results of CR_n and HHI index, maintaining the results of HHI index for the analysis of the domestic air transportation market structure more appropriate. According to oligopoly market theory, it discusses the features and natures of domestic air transport market and finds out that the domestic air transportation market is a multi-oligopoly competitive market. It suggests that game theory can be applied in researching air transport market.

Key words: air transportation; market structure; monopoly; index analysis

(责任编辑 王建华 李萍)