

# 山岭复杂条件下一级公路建设技术标准的 选定方法研究

张利民

(山西省公路局忻州分局, 山西 忻州 034000)

**摘 要:**根据国道 108 线沙河—神堂堡段工程可研报告的设计,针对山岭重丘地形条件复杂的情况,就设计主要技术参数的选定和计算方法、路线布设与地形条件的合理结合、路基、路面的设计、主要技术指标如平曲线、竖曲线半径、最大纵坡及坡长采用等进行了分析和比较,较为合理的利用了地形,对环保、水保等进行了综合考虑,既使设计可满足使用条件,又最大限度节省了投资,具有好的使用价值,为山岭重丘区一级路设计提供了可借鉴经验。

**关键词:**山岭;复杂条件;一级公路;技术标准

**中图分类号:**U116.2

**文献标识码:**A

## 引 言

在山区公路的修建、扩建及改建工程中,建设技术标准的合理选用是至关重要的。它不仅直接关系到工程的安全性、技术性,对社会和谐和可持续发展也有一定的影响。其中,山区一级道路由于工程量大、安全等级高、投资大、工期长,因此建设技术标准的合理选用则显得尤为重要。

本文结合国道 108 线在忻州境内山区的建设,探讨了建设标准选用中各种因素的作用,以期为广大交通工作者提供借鉴和参考。

## 1 工程概要

国道 108 线起自首都北京,终至昆明,途经北京、河北、山西、陕西、四川、云南六省市,是我国中西部地区一条贯穿南北的大通道。其中神堂堡—沙河段全长 50.55 公里,位于忻州市繁峙县境内,起点与河北省相接,终点位于繁峙重镇沙河,是晋煤外运和陕蒙多个煤产地运往京、津、唐地区的主要运输通道。

该路段目前标准为山岭二级公路,部分段落宽度仅为 8.5 m,白坡头—省界处约 20 km,由于地形所限,急弯、陡坡众多,甚至不达标处和连续纵坡较长,严重制约了通行能力,堵车天天有,事故频发。经 2008 年交通量

观察,该路段日交通量混合交通达到 11 581 辆(折算成标准小客车),其中重型车辆占到 80%,路况严重不适应,急需改造。为此我们对该路进行了可行性研究。

## 2 主要技术参数的确定

### 2.1 交通量调查及设计交通量

108 国道神堂堡—沙河段位于忻州市东北部,是本区域通往河北省最为顺适和便捷的通道,向北相邻出口为大同马头关,地势险要,不利大车通行;向南五台山出口,一是地形险要,二是受风景区大型车交通管理影响,难以顺利行驶,除此之外,再无绕行路线,本研究交通量调查共布点 3 个:即大营、沙河、西义,调查采用 OD 调查法,时间为 2008 年 12 月 17 日 7:00 时至 2008 年 12 月 18 日 7:00 时,经与交警部门核对,具有较强的代表性。交通量观测汇总结果见表 1。

表 1 交通量观测结果汇总表

编号	地点	调查时间		汽车交通量	
		OD 调查	交通量观察	绝对数	折算数(小客车)
1	大营	24 小时	24 小时	7925	11581
2	沙河		24 小时	5606	7287
3	西义	24 小时	24 小时	4726	6143
4	平均交通量			6187	8837

上述年平均日交通量采用下式计算:

收稿日期:2011-05-29

作者简介:张利民(1958-),男,山西清徐人,高级工程师,主要从事公路工程方面的研究。

$$Q_{ijk} = q_{ijk} \cdot \beta_i \cdot \gamma_i \cdot \alpha_i$$

式中:  $Q_{ijk}$  ——i 地点、j 方向、k 类车的年平均日交通量;

$q_{ijk}$  ——i 地点、j 方向、k 类车 24 小时观测交通量;

$\beta_i$  ——i 地点的日昼比(24 小时观测取 1.0);

$\gamma_i$  ——i 地点的交通量月不均匀系数;

$\alpha_i$  ——i 地点的交通量周不均匀系数。

根据连续式观察站资料,各车型月不均匀系数取 1.05,周不均匀系数取 0.98。

设计远景交通量(建成后 20 年)到 2031 年,我们综合考虑社会经济增长情况,交通量车型增长情况,交通流分布及分析,交通量分配等因素,建立相关模型,在良好回归的条件下,预测的交通量结果见表 2。

表 2 拟建公路交通量  $A_{ADT}$

年份	2012	2015	2020	2025	2031
折算小客车					
标准小客车	14506	16823	20282	24229	28519

从预测结果可以看出,2031 年的预测交通量有可能达到目前的 2 倍。

### 2.2 通行能力分析 & 车道数确定

车道数的多少,反映一条公路的实际通行能力,同时通行能力的大小也与设计行车速度有关。神堂堡至砂河段按地型可分为两个段落,即神堂堡至白坡头段和白坡头至砂河段,前者约 18 km,地型为两山夹一沟,纵坡较大,展线回旋余地较小,为此选用设计速度为 60 km/h;白坡头至砂河段约 33 km,地势较平坦,回旋余地较大且工程量较小,经反复比较采用设计速度为 80 km/h。

根据交通部颁布的 JTGB20 - 2006《公路路线设计规范》<sup>[1]</sup>,一级公路在二级服务水平、不同行驶速度状态下,一条车道的设计通行能力为:设计速度为 80 km/h 和 60 km/h 小时,对应基本通行能力为 1100pcu/h/in 和 900pcu/h/in,本项目经计算可满足通行能力要求。

车道总数的确定根据下式计算:

$$N = \frac{A_{ADT} \cdot K \cdot D}{C_d}$$

式中:  $N$  ——单向车道数;

$A_{ADT}$  ——预测交通量(见前述);

$K$  ——设计小时交通量系数,取 0.12;

$D$  ——方向分布系数,取 0.55;

$C_d$  ——单车道设计通行能力。

当设计行车速度 60 km/h,单车道设计通行能力 900PCU/n/cn,

那么单向车道数为:  $N = 28519 \times 0.12 \times 0.55 / 900 = 1.97$ (道);

当设计行车速度为 80 km/h 时,单车道设计通行能力 1100PCU/n/cn,

那么单向车道数为:  $N = 28519 \times 0.12 \times 0.55 / 1100 = 1.61$ (道)。

经计算,本项目按双向四车道设计可满足通行能力的服务水平的需求。

## 3 主要技术标准选定

### 3.1 路基宽度采用

根据《公路路线设计规范》(JTGD20 - 2006)<sup>[2]</sup>规定,一级公路可根据地形条件选择分离式或整体式路基,且分离式两幅间距不必等宽,亦不必等高,可随地型而变化。由于本项目神堂堡 - 白坡头段地型复杂,河床狭窄,采用整体式路基的开挖方工程量大,造价高且不利于环保、水保,同时原二级路部分路段有一定利用价值,故采用分离式路基,单幅路基宽 11.25 m。

在地势开阔、平纵指标较高的路段则采用整体式路基,路基宽 23 m 或 24.5 m。

### 3.2 平曲线最小半径的采用

本项目平曲线最小半径均位于神堂堡至白坡头段,本段是典型的两山夹一沟地型,展线困难且分离式路段较多,经计算,共有 6 处半径小于 1000 米,其中最小平曲线半径为 200 米/1 处,(设计行车速度 60 km)、250 米/1 处(设计行车速度 80 km)<sup>[3-5]</sup>。

### 3.3 最大纵坡及坡长采用

本项目改造前二级公路最大纵坡达 6.4%,且坡长较长,本次一级路改造设计中,充分考虑了安全因素,对最大纵坡和坡长均做了限制,力争避免连续大纵坡。

经综合考虑多方因素,最大纵坡设计为 5.9%,坡长限制为 360 m,为最大限度降低连续纵坡的影响,设计中还设置了紧急避险车道。

### 3.4 路面结构设计

本路段涉及到晋煤外运,因此在混合交通中,重车比例占到 80% 以上,且主要分布于上行方向。为此,考虑到荷载分布情况,我们适当地提高了路面的刚度要求,将路面设计弯沉值按等量轴次折算分析后,确定为 25.1(0.01 mm)。

经研究并充分考虑施工结构层分布后推荐路面结构方案如表 3。

表 3 路面结构推荐方案

路面结构	干燥、中湿	潮湿
上面层	5cm 改性沥青青混凝土	
下面层	7cm 改性沥青青混凝土	
上基层	10cm 沥青稳定碎石	
下基层	40cm(20cm)水稳碎石	
底基层	20cm 水稳砂砾	
垫层	15cm 天然砂砾	

桥梁、隧道、排水设计不再列出。

#### 4 结 论

山岭重丘复杂地型条件下修建一级公路,往往展线较困难,由于局部高差大,回旋余地小,平、纵、横各项指标难以同时满足,因此,在复杂条件下,合理采用最小半径,采用最大纵坡及坡长组合,过于困难地段采用分离式结构,对于路线设计达标、安全、建成后使用过程中较为舒适节约投资,就显得尤为重要。同时在设计中对于具有控制意义的相关点(如重车的影响)应予以重点考虑,才可使得设计工作更可行,更切合设计。

对于国道 108 道忻州境内山区部分的升级设计,我们在预测交通量增长的基础上,充分考虑到单向重车多、地形复杂等特点,尽可能合理地平衡了流量、车速和安全性、经济性的要求。

综上所述,在山岭重丘地型复条件下进行一级公路设计,详细周密的勘测,综合指标的应用及整体方案的

选择,对于项目的可行性及后期使用效果及节省投资,具有非常重要的实际意义,也是一条路线设计成功与否的关键。

#### 参 考 文 献:

- [1] 公路路基设计规范(JTG D30-2004)[S].北京:人民交通出版社.2004.
- [2] 公路路线设计规范(JTGD20-2006)[S].北京:人民交通出版社.2004.
- [3] 高铭.浅谈山区公路选线的几点问题[J].黑龙江交通科技,2009(3):40-42.
- [4] 朱海军.云南山区高等级公路路线设计研究[J].交通标准化,2010(10):130-132.
- [5] 陈国照.浅谈工程地质选线对山区高速(高等级)公路工程造价的影响[J].地质灾害与环境保护,2006(3):101-103.

## Technical Standards for a Highway Construction under the Conditions of a Mountain Area

ZHANG Li-ming

(Xinzhou Highway Branch in Shanxi Province, Xinzhou 034000, China)

**Abstract:** According to State Road 108 line Sand River-Shentang Fort section of the design feasibility study report for the conditions, the mountainous terrain complicated the situation, the main technical parameters of the selected design and calculation methods, routes and terrain conditions laid reasonable combined, roadbed, road design, the main technical indicators such as flat curve, vertical curve radius, the maximum vertical gradient and slope length were analyzed and the use of such comparison, a more reasonable use of terrain, environmental protection, water conservation, etc. were taken into account, not only make the design can meet the conditions of use, but also to maximize savings in the investment, with good value, as the experience that can draw lessons from for mountainous area level road design.

**Key words:** hillsides; complex conditions; a highway; technical standards

# 基于模糊综合评价法的公路路线方案比选

武喜

(山西省公路局大同分局, 山西 大同 037006)

**摘要:**为了综合比选公路路线设计方案,必须针对路线方案进行多目标多层次的决策分析。结合公路项目选线的特点与原则,利用改进的层次分析法和模糊综合评价法等系统分析方法,建立了完整可靠的公路路线综合评价指标体系,并利用建立的模糊综合评判模型对公路路线方案的优选进行了实证分析。结果表明,该模型具有较强的系统性、灵活性和实用性。

**关键词:**道路工程;公路路线;方案比选;模糊综合评价;层次分析法

**中图分类号:**U412.32

**文献标识码:**A

## 引言

公路路线方案的综合比选是公路建设的核心问题,是在公路建设前期需要解决的重要问题,其方案选择是否科学合理,直接影响到项目建成后能否满足国家经济建设需要,关系到该项目是否能够达到预期的效果。因此,为了建立资源节约型、环境友好型和谐交通,实现公路建设又好又快的发展,就必须对公路选线提出更高的要求。尤其是我国西部地区的经济基础薄弱,生态环境脆弱,公路建设受社会、经济、地理环境的制约较大,如何针对我国西部地区的具体情况,建立一套科学、全面、实用的公路路线方案的综合评价体系显得十分必要。我国道路工作者对道路选线工作进行了一定的研究<sup>[1-2]</sup>,但是并没有较为完善的路线方案评价体系,大部分路线方案评价理论都是基于某一侧重因素结合一定的评价方法进行探讨的,定性评价指标较多,定量评价指标较少,相对于路线方案评价来说,评价体系不够完整,选取的评价指标较为片面。基于此,本文对公路方案设计的综合比选进行了研究,提出了协调设计经济、路线线形、环境、景观以及可持续发展等关系的公路方案优选的综合评价指标体系,建立了相应的评价模型并对实例进行分析,提出了推荐方案。

## 1 评价指标体系的构建

评价指标的选择是进行评价的基础,也是决定评价

结果优劣的关键。评价指标体系的构建主要包括评价指标的筛选和层次关系的构造两个部分。公路路线方案比选的指标选取应遵循客观性、全面性、可操作性、以定量指标为主,辅以定性指标等原则,综合考虑评价指标体系的选取原则和其影响因素,确定公路路线方案比选的主要评价指标有:社会经济要素、路线线形要素、环境要素、景观要素以及可持续发展要素五个方面,每一个评价要素又进一步细分,详见图1。

## 2 模糊综合评价法优选路线方案的基本原理

模糊综合评价是运用模糊数学理论对系统进行综合评价的一种方法。其基本原理是:从评价主体根据具体情况所给定的、可能是模糊的评价尺度出发,综合考虑所有影响因素的影响程度,进行首尾一致的、无矛盾的价值测定,以获得对多数人来说可以接受的评价结果,为正确决策提供所需信息<sup>[3]</sup>。模糊综合评价中各影响因素的重要程度又是决定评价结果的关键,IAHP(改进的层次分析法)作为一种定量与定性结合的系统分析方法,适合于因素权重的评定。因此应用IAHP结合模糊综合评价法进行优选定额观测对象是一种科学、有效的评价方法。

### 2.1 建立评价组织,确定评价对象

对于优选路线方案而言,评价对象为某建设项目的多个路线方案<sup>[4-6]</sup>,设有 $q$ 个: $x_1, x_2, x_3 \dots x_q$ ,即论域

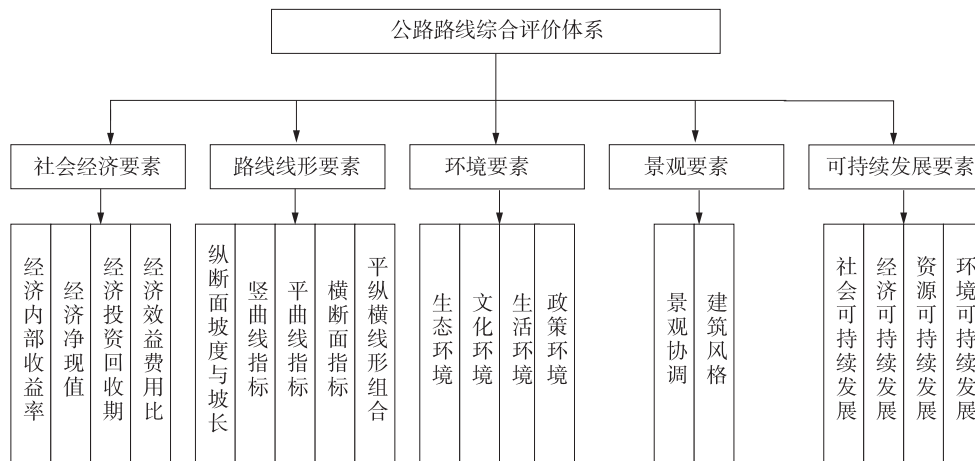


图 1 公路路线方案综合评价体系

$$X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_q\}。$$

2.2 选择评价指标,确立评价尺度

评价指标集是评价对象的评价因素的集合,若因素有  $n$  个,可表示为  $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$ , 其中每一个指标  $u_i$  都可看成论域  $U$  的一个模糊集合。评价尺度集表示不同的模糊评定(如优、良、中、次、差)的集合,可根据实际情况将评语分为  $m$  个等级,则表示为  $V = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_m\}。$

2.3 应用 IAHP 确定权重分配

(1)分析系统中各因素之间的关系,建立系统的递阶层次结构<sup>[6]</sup>;

(2)对同一层次各元素关于上一层次中某一准则的重要性进行两两比较,构造两两比较判断矩阵  $A$ , 采用 1~9 九个标度和它们的倒数,对评价指标集中各评价因素相互相对重要性一一比较标定。在此,对一般的判断矩阵进行改进,使其考虑人在分析和思考时的模糊性,具体改进方法:对指标进行比较时,对于判断矩阵  $A = (a_{ij})_{n \times n}$  中的元素,专家用三角模糊数标出两两指标间的相互关系。首先标出最有可能值  $m$ , 表示对两两指标相互关系的基本评价,接着标出上下界  $a$  和  $b$ 。下界  $b$  表示专家认为可能的最低评分,上界  $a$  表示可能的最高评分,同时假定  $m$  的可能性 2 倍于  $a$  或  $b$  的可能性,则指标  $i$  相对于指标  $j$  的权重评价  $a_{ij} = (a + 4m + b)/6$ , 进而得出改进模糊判断矩阵,之后按专家人数进行算数平均计算出一一般判断矩阵;

(3)由改进的一般判断矩阵计算被比较元素对于该准则的相对权重;

(4)一致性检验,即构造判断矩阵时前后思维要保持连贯性、一致性。只有当判断矩阵完全一致时,判断矩阵才存在  $\lambda_{max} = n$ , 而一致时,  $\lambda_{max} > n$ ; 故以  $\lambda_{max} - n$  差值大小来判断一致性程度,用  $CI$  这一指标:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

其中  $\lambda_{max}$  为矩阵最大特征根,  $n$  为矩阵阶数;  $CI$  越小一致性越好。同时,须具有满意的一致性,要将  $CI$  与平均随机一致性指标  $RI$  比较,得出检验值

$CR : CR = \frac{CI}{RI}$ , 当  $CR < 0.1$  时,认为判断矩阵的一致性是可以接受的;当  $CR \geq 0.1$  时,应该对判断矩阵做适当修正。

(5)最终确定各影响因素的权重向量  $W$ 。

2.4 构建隶属度矩阵

对同一评价指标,评价人员可以做出不同的评定,因此评价结果只能用第  $u_i$  评价指标做出第  $v_j$  评价尺度的隶属度  $r_{ij}$ 。隶属度向量  $R_i = (r_{i1}, r_{i2}, r_{i3}, \dots, r_{im})$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ , 且  $\sum_{j=1}^m r_{ij} = 1$ 。隶属度矩阵为  $R = (R_1, R_2, R_3, \dots, R_n)^T = (r_{ij})$ 。

2.5 模糊综合评判

在确定权重向量  $W$  和构建隶属度矩阵  $R$  的基础上,计算综合的评价结果  $B$  :

$$B = WR = (w_1, w_2, \dots, w_n) \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix} = (b_1, b_2, \dots, b_m)$$

2.6 计算优先度

对应评价尺度的模糊评定(如优、良、中、次、差)中  $m$  个等级给予一定的分值  $y_1, y_2, \dots, y_m$ , 则每一种路线方案有其对应优先度  $P$ , 优先度最大的方案即为最佳方案。

$$P = (b_1, b_2, \dots, b_m) \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_m \end{bmatrix}$$

### 3 路线方案的模糊综合评判

某公路在初步设计中提出3个路线方案,方案一社会经济和可持续发展要素差,路线线形、环境和景观均优;方案二社会经济和路线线形要素差,环境、景观和可持续发展较优;方案三设计经济要素较差,但路线线形、环境、景观和可持续发展要素均较优。按照本文提出的公路路线方案综合评价指标体系来评选出一个最优方案。从公路路线综合评价体系中,可以看出这是一个多层次的综合评价模型,其评价过程如图2所示(以二级综合评价模型为例)。

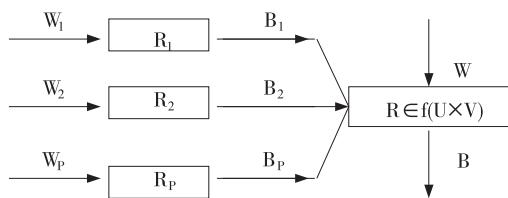


图2 路线综合评价过程

#### 3.1 评价等级的确定

公路路线方案综合评价中各个要素或子要素的评价等级,按要素的性质和程度分为5个等级,设评价集为:  $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$ , 其中  $V_j$  为第  $j$  个等级的分数,评价时采用各等级分级分数的上限值。该公路路线方案的评选要素和评选目标经分析分类,建立如表1评价要素及评价等级。

#### 3.2 权重向量的计算

在路线方案综合评选中,评价要素及其子要素权分配向量的确定由相关方面专家的专家组根据路线的等级和路线的特殊用途等综合计算可得社会经济、路线线形、环境、景观以及可持续发展五个要素的权重向量为:  $W = (0.30, 0.25, 0.20, 0.10, 0.15)$ , 各要素对应的子要素的权向量分别为:  $W_1 = (0.30, 0.25, 0.25, 0.20)$ ,  $W_2 = (0.25, 0.20, 0.20, 0.20, 0.15)$ ,  $W_3 = (0.35, 0.20, 0.25, 0.20)$ ,  $W_4 = (0.70, 0.30)$ ,  $W_5 = (0.20, 0.30, 0.25, 0.25)$ 。

表1 评价要素及评价等级

总目标	要素集	子要素集	影响要素	评价等级					
路线方案综合评价要素集 U	社会经济要素 $U_1$	$u_{11}$	经济内部收益率	高	较高	一般	较低	低	
		$u_{12}$	经济净现值	大	较大	一般	较小	小	
		$u_{13}$	经济投资回收期	短	较短	一般	较长	长	
		$u_{14}$	经济效益费用比	高	较高	一般	较低	低	
	路线线形要素 $U_2$	$u_{21}$	纵断面坡度与坡长	好	较好	一般	较差	差	
		$u_{22}$	竖曲线指标	好	较好	一般	较差	差	
		$u_{23}$	平曲线指标	好	较好	一般	较差	差	
		$u_{24}$	横断面指标	好	较好	一般	较差	差	
	环境要素 $U_3$	$u_{25}$	平纵横线形组合	好	较好	一般	较差	差	
		$u_{31}$	生态环境	理想	良好	合格	污染	重污	
		$u_{32}$	文化环境	好	较好	一般	较差	差	
	景观要素 $U_4$	$u_{33}$	生活环境	理想	良好	合格	污染	重污	
		$u_{34}$	政策环境	好	较好	一般	较差	差	
		$u_{41}$	景观协调	协调	较协调	一般	较差	差	
	可持续发展要素 $U_5$	$u_{42}$	建筑风格	好	较好	一般	较差	差	
		$u_{51}$	社会可持续发展	好	较好	一般	较差	差	
		$u_{52}$	经济可持续发展	好	较好	一般	较差	差	
		$u_{53}$	资源可持续发展	好	较好	一般	较差	差	
			$u_{54}$	环境可持续发展	好	较好	一般	较差	差
			分数		$\geq 80$	80 ~ 60	60 ~ 40	40 ~ 20	< 20

#### 3.3 优选路线方案

计算所得方案一的隶属度矩阵如下,其中每一行数据之和为1,数据间的关系表示各指标的重要程度:

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.32 & 0.68 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.45 & 0.55 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.18 & 0.82 & 0 & 0 & 0 \\ 0.10 & 0.90 & 0 & 0 & 0 \\ 0.60 & 0.40 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.91 & 0.09 & 0 & 0 \\ 0 & 0.65 & 0.35 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0.76 & 0.24 \\ 0 & 0.49 & 0.51 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.55 & 0.45 & 0 \\ 0 & 0.25 & 0.75 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_4 = \begin{bmatrix} 0.15 & 0.85 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.75 & 0.25 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_5 = \begin{bmatrix} 0 & 0.15 & 0.85 & 0 & 0 \\ 0 & 0.45 & 0.55 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.55 & 0.45 & 0 \\ 0 & 0 & 0.48 & 0.52 & 0 \end{bmatrix}$$

最红计算方案一的评价向量:  $B = WR = \{0.2623, 0.3923, 0.1787, 0.1121, 0.0168\}$  评价等级:  $V = \{100, 80, 60, 40, 20\}$

方案一的总体得分:  $P_1 = VB^T = 73.18$

同理计算得方案二、方案三的总体得分:  $P_2 = 80.12, P_3 = 82.52$

根据计算结果  $P_3 > P_2 > P_1$ , 故在三个方案中选出方案三为最佳方案, 所以推荐选用路线方案三。

#### 4 结束语

从公路建设的全过程出发, 利用模糊综合评价方法, 建立了公路路线方案的综合评价体系, 从社会经济、路线线形、环境、景观、可持续发展等五个要素全面考虑, 实行定量化的综合分析, 提高决策的准确性和可靠性。并通过实例分析, 计算可知路线方案三的综合评价

值最大, 方案二次之, 方案一最小, 推荐方案三为最优路线, 这一最优结果与常规定性分析方法所得结果一致, 但是利用模糊综合评价法可使三个方案的优劣程度得到定量区分, 表明应用模糊综合评价法在进行路线方案必选中具有较大的应用价值。

#### 参考文献:

- [1] 黄曰爱. 基于运输需求的公路选线经济评价[D]. 长安大学, 2009.
- [2] 孙家驹. 道路设计资料集之路线设计[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.
- [3] 肖盛燮, 王平义, 吕恩琳. 模糊数学在土木与水利工程中的应用[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004.
- [4] 徐兵, 芮延年, 曹春泉. 可装配性的模糊综合评价[J]. 四川理工学院学报: 自然科学版, 2008, 21(1): 97-99.
- [5] 黄灏然, 俞守华, 周玉意. 基于 AHP 的模糊综合评价方法在方案评价中的应用[J]. 价值工程, 2007(1): 84-86.
- [6] 樊为刚, 侯丽红. 层次分析法的改进[J]. 科技情报开发与经济, 2005, 15(4): 153-154.

## Study on Selection of Highway Plan Based on Fuzzy Comprehensive Evaluation

WU Xi

(Datong Highway Branch in Shanxi Province, Datong 037006, China)

**Abstract:** In order to comprehensively select the best design plan of highway route, the multi-objectives and multi-levels decision must be analyzed. In view of the characteristics and principles of highway route a complete, feasible comprehensive evaluation index system of highway route is established based on the system analysis theories such as improved analytic hierarchy process and fuzzy comprehensive evaluation theory. The decision making model of multi active fuzzy optimal selection is applied to highway route. The results show the decision making model is systematic, flexible and practical.

**Key words:** road engineering; highway route; plan selection; fuzzy comprehensive evaluation; analytical hierarchy process