

文章编号: 1002-0268 (2008) 02-0118-05

# 基于通达和通畅指标的农村公路网评价

赵 莉, 袁振洲, 林 声

(北京交通大学 交通运输学院, 北京 100044)

**摘要:** 结合农村公路网建设与社会经济发展的相互关系, 建立了有别于干线公路网评价的量化评价指标体系, 评价指标分为两大类: 一类是考查节点连接程度的通达性指标, 另一类是考查路网道路交通条件的通畅性指标。在指标的具体设计中充分考虑到农村公路的基础数据相对缺乏的实际情况, 从定性的视角出发, 基于统计思想提出了如村镇通达方向、农村公路的经济吸引半径等技术指标, 反映农村公路网建设的深度和广度。最后结合保定市农村公路网建设的现状, 应用模糊综合评价方法进行了实例分析, 取得较好的效果, 证明了该评价体系的合理性, 并指出了评价路网中现存的问题, 为农村公路网的进一步规划提供了可靠依据。

**关键词:** 交通工程; 通畅指标; 模糊综合评价; 农村公路网; 道路等级

中图分类号: U491.1<sup>+</sup>3

文献标识码: A

## Evaluation of Rural Highway Network Based on Accessibility and Smooth

ZHAO Li, YUAN Zhen-zhou, LIN Sheng

(School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

**Abstract:** Accessibility and smooth are the most important characters in evaluation on rural highway network. Combining the relationship between construction of rural highway and social economic development, an evaluation index system which is different from evaluation system on trunk highway network was established. The indexes were divided to two kinds: one is accessibility which is to represent the connect degree, the other is smooth which is to represent the traffic conditions. Have fully realized that the data of rural area is scarce, from the qualitative point of view of principle and approach, several indexes like the connected direction of thorp, etc. which represents the dimension and the extent of construction of rural highway network were put forward. Finally the present situation of rural highway network of Baoding was evaluated using fuzzy comprehensive evaluation, which proves that the index system is reasonable.

**Key words:** traffic engineering; smooth index; fuzzy comprehensive evaluation; rural highway network; highway grade

## 0 引言

农村公路是以干线公路网为基础的县道、乡道和村道的总称, 是干线公路的延伸和拓展, 是区域公路交通的支脉, 从而完成干线公路交通的集散。农村公路网评价是衡量农村公路网与农村社会经济发展需要适应程度的尺度, 是制定农村公路规划的前提和依

据。目前对高速公路、国省干线公路网评价的评价指标、评价方法的研究比较多, 也形成了一系列成果, 但是随着新农村建设中农村公路网规划的深入, 无论从理论研究领域还是实践管理部门都认识到应该探讨研究针对农村公路特点的评价指标和方法。目前针对干线公路网提出的诸如网流量、网容量、网技术等级、网饱和度等技术评价指标, 对农村公路网并不完

收稿日期: 2006-12-06

基金项目: 国家高技术研究发展 (863 计划) 专项经费资助项目 (2006AA11Z201); 国家自然科学基金资助项目 (5077806)

作者简介: 赵莉 (1983 - ), 女, 河北易县人, 博士研究生, 研究方向为公路网规划. (fish\_zhl@sohu.com)

全适用。农村公路有其自身道路细小繁密,覆盖面积更广泛的特点,农村公路网所起到的通达功能也不同于干线路网的通行功能。因此在评价指标选择上不能将农村公路的评价与干线公路网的评价一概而论,农村公路网更注重其通达性和通畅性。本文在所完成的农村公路网规划项目研究工作的基础上,对该问题进行了探索性的分析和研究。

## 1 农村公路网评价指标体系的建立与分析

### 1.1 评价指标体系建立的原则

在评价指标体系建立的过程中应考虑以下因素:

(1) 农村公路是农村赖以生存的与城市交流的通道,是推动农村经济发展,适应新农村建设的重要支撑,因此指标的建立要反映出农村公路与农村社会经济发展的适应情况。

(2) 连通性是农村公路网重点考察的特征,通达、通畅指标的选择是研究重点。

(3) 结合农村公路多为升级改造工程的特点,应从农村公路的等级方面做出定量的评价。

### 1.2 评价指标体系的建立

评价指标的选择与计算,是影响评价结果的关键,故所选择的评价指标需具有科学性、可测性和可比性<sup>[1]</sup>。本文重点考察农村公路网的通达、通畅情况,结合农村公路建设与社会经济发展的相互联系,建立农村公路网的技术评价指标体系。指标分为两类:一类是反映农村路网通达状况的指标:通达性(accessibility)是指从一个地方能够到达另一个地方的容易程度,通常用网络中连接各节点的边的个数来描述,通达指标属于考察数量的指标,用以反映农村公路网中各节点间的连接程度<sup>[2-8]</sup>;另一类是反映农村路网通畅状况的指标:通畅性(smooth)是指能够以较短时间到达某一地方和网络能够提供较好的道路、交通条件的程度,该类指标属于考察路网质量的指标,用以评价连通各村镇的路网的通行状况。见表1。

表1 农村公路网评价指标体系

Tab. 1 An evaluation index system on rural highway network	
通达指标	农村公路网密度类指标( $D$ )
	通建制村率( )
通畅指标	村镇通达方向类指标( )
	不同人口规模或经济水平的村镇所通公路等级情况( )
	农村公路的路面铺装率( )
	农村公路网与干线路网衔接的时间距离( $T$ )
	农村公路的经济吸引半径类指标( $R$ )

### 1.3 评价指标的计算和分析

#### 1.3.1 农村公路网密度

农村公路网密度是公路网规划中经常使用的一个评价规模的指标,其值等于单位社会经济指标上的农村公路里程长度,一个地区的农村公路网密度与该地区农村经济发展水平有很大关系,经济发展水平高的农村,路网密度越大。可以选择以下两种表达方式:

#### (1) 地区产值密度

指单位地区生产总值对应的农村公路里程数,计算公式为:

$$D_G = L / G. \quad (1)$$

#### (2) 人口密度

指单位地区人口拥有农村公路里程数,计算公式为:

$$D_P = L / P, \quad (2)$$

式中, $L$ 为区域内农村公路总里程; $G$ 为区域内年度地区生产总值; $P$ 为区域内人口数。

#### 1.3.2 通建制村率

通建制村率指规划区域内通公路的建制村数与建制村总数之比。该指标可以较为直观的反映规划区域公路网的通达深度。该指标越大,通达程度越好。其计算公式为:

$$= \frac{N_i}{N} \times 100\%, \quad (3)$$

式中, $\frac{N_i}{N}$ 为通建制村率; $N_i$ 为通公路的建制村数; $N$ 为建制村的总数。

#### 1.3.3 村镇通达方向类指标

该类指标主要是针对目前农村公路中断头路较多,以及建制村之间道路联络通常要绕行迂回路线的现状所设计的。该类指标能够反映农村公路网的机动性。只在一个方位上通达了公路的称为一面通;在两个方位上通达了公路称为两面通;在三个方位上通达了公路称为三面通;在四个方位上通达了公路称为四面通。由于村镇的人口或经济规模的不同,通达方位数相同的村镇所通道路的等级结构也不同,因此同时考虑所通道路的最低等级因素设计该类指标的计算公式为:

$$p_q = \frac{N_{pq}}{N} \times 100\%, \quad (4)$$

式中, $p_q$ 为 $p$ 面通且所通的公路至少达到 $q$ 级的乡镇(或建制村)比例; $N_{pq}$ 为 $p$ 面通且所通的公路等级至少达到 $q$ 级的乡镇(或建制村)数; $p$ 为通达方位数, $p = \{1, 2, 3, 4\}$ ;  $q$ 为所通达的公路的最低等级, $q = \{1, 2, 3, 4, \text{等外}\}$ ;  $N$ 为区域内的乡镇(或建制村)总数。

#### 1.3.4 不同人口规模的乡镇(或村)所通公路的技术等级情况

不同人口规模的乡镇(或村)所通公路的技术等级情况是衡量一定范围内的乡镇(或村)在已经通达公路的基础上,其道路的服务水平和行车的畅通情况。等级高的道路使出行更安全快捷,在实际的操作过程中可以根据评价层面的需要和掌握资料的情况选择评价的层次。

一般可以分为两类:一类是选择乡镇层的指标;另一类是选择村庄层的指标。

#### (1) 对乡镇层次的指标

重点考察人口在一定数量(如3、5、10万等)规模的乡镇的道路条件。以5万人口规模为例,可以选择的指标表达式如下:

(a) 人口规模在5万人以上的重点乡镇中通各等级公路的比重

该指标反映了人口规模较大的乡镇的公路畅通程度,计算公式为:

$$\alpha_x = \frac{N_{\cdot x}}{N} \times 100\%, \quad (5)$$

式中, $\alpha_x$ 为人口在5万以上的乡镇中通某一等级公路的比重; $N$ 为人口在5万以上的乡镇数; $N_{\cdot x}$ 为人口在5万以上的乡镇中通达某一等级公路的乡镇个数;为所考察的人口规模在以上,在上式中表示5万人以上; $x$ 为公路等级, $x = \{1, 2, 3, 4, \text{等外}\}$ 。

(b) 人口规模在5万人以下的乡镇中通各等级公路的比重

该指标反映了人口较少的乡镇的公路畅通程度,计算公式为:

$$\alpha_x = \frac{N_{\cdot x}}{N} \times 100\%, \quad (6)$$

式中, $\alpha_x$ 为人口在5万人以下的乡镇中通某一等级公路的比重; $N$ 为人口在5万人以下的乡镇个数; $N_{\cdot x}$ 为人口在5万以下的乡镇中通达某一等级公路的乡镇个数;为所考察的人口规模在以下,在上式中表示5万人以下; $x$ 为公路等级, $x = \{1, 2, 3, 4, \text{等外}\}$ 。

#### (2) 对建制村层次的指标

重点考察人口在一定数量(如300人、500人等)规模的建制村的道路条件。对建制村层次的指标设计可参考乡镇层的指标计算形式,因篇幅原因,不重复累述,可按下列通式进行计算:

$$= \frac{\text{所选建制村中通达某一等级公路的建制村个数}}{\text{人口在某一数量范围内的建制村个数}}, \quad (7)$$

式中,为一定人口数量范围内的建制村中所通各等级公路的比例。

### 1.3.5 路面铺装率

农村公路网铺装率与路网的通行能力和服务水平相关,它既直接影响到行车质量,又直接影响到农村公路运输的经济效益,其定义是有铺装路面(主要是油路、水泥路两类路面)的农村公路里程占农村公路总里程的比例。该指标可以较为简便地反映规划区域的农村公路网的通畅状况,指标值越大说明通畅程度越好。计算公式为:

$$= \frac{L_{pl}}{L} \times 100\%, \quad (8)$$

式中,为路面铺装率; $L_{pl}$ 为区域内有铺装路面(含油路、水泥路)的农村公路里程; $L$ 为区域内农村公路总里程。

### 1.3.6 农村公路网与干线路网衔接的时间距离

农村公路网与干线路网衔接的时间距离指标定义是:在评价区域内的各建制村通过农村公路网以最短路上至国、省干线路网的平均行驶时间。该指标反映了规划路网能否有效的对国、省干线公路运输进行集散,能否从各建制村及时到达干线公路,通过干线公路网达到较深的辐射,对区域经济发展起促进作用。计算公式为:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^N t_{\min i}}{N}, \quad (9)$$

式中, $T$ 为时间距离; $t_{\min i}$ 为各建制村由最短路上到国、省干线路网的走行时间; $N$ 为区域内的建制村个数;为地形系数(根据区域内的地形情况具体确定)。

### 1.3.7 农村公路的经济吸引半径类指标

该类指标的定义是:在评价区域内重点村镇与其通过农村公路网半小时内能够达到的村镇的实际平均最短距离。农村公路是村镇之间相互联系的主要通道,重点村镇主要依靠农村公路发挥对周边小村镇的经济辐射作用,实现聚集效应。该类指标反映了农村公路的吸引特性:扩大重点村镇的经济吸引面积。该指标值越大,说明农村公路网促进区域经济发展的作用越大。其指标的计算表达式如下:

$$R = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m R_i, \quad (10)$$

$$R_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_{ij}, \quad (11)$$

式中, $R$ 为区域内农村公路的经济吸引半径; $R_i$ 为所选的第*i*个重点村镇的农村公路吸引半径;*i*为达到一定社会经济指标(如人口8万人以上)的重点乡镇, $i = \{1, 2, \dots, m\}$ ; *j*为在0.5 h内通过农村公路能够到达

重点村镇  $i$  的村镇,  $j = \{1, 2, \dots, n\}$ ;  $d_{ij}$  为重点村镇  $i$  与村镇  $j$  之间相连的最短农村公路的实际长度。

上述评价指标是从技术评价角度针对农村公路网建立起来的, 其中也涉及了道路等级、通达程度等指标, 但是要与针对一般公路网提出的评价指标相区别, 常用的公路网评价指标多为定量值, 有一定的计算规则, 对于农村公路网缺乏可操作性, 因为农村公路细小而繁密, 调查、收集全部基础数据在实际操作中是不可能的, 且定量的计算连通度等数值也十分繁琐, 因此本文在制定指标时从定性的视角出发, 基于统计的思想将指标以所占比例的量化形式表达, 便于计算, 同时能够直观、准确的反映农村公路网的建设情况。

## 2 以保定市为例的农村公路网现状评价

### 2.1 保定市农村公路网现状的数据整理

保定市现有人口约 1 088 万人, 乡镇总数为 312 个, 建制村总数为 6 252 个, 现已全部修通农村公路。境内现有农村公路总里程 13 581.6 km, 其中县道 10 36.1 km, 乡道 4 123.7 km, 村道 8 421.8 km。具体保定市农村公路网状况汇总, 如表 2 所示。

表 2 保定市农村公路网现状 (单位: km)

Tab. 2 The present situation of rural highway network in Baoding (unit: km)

总里程	技术等级里程					路面等级里程			
	1 级	2 级	3 级	4 级	等外	高级	次高级	小计	
县道	1 036.1	19.8	280.2	531.9	204.3	-	676.8	338.7	1 015.5
乡道	4 123.7	10.2	157.2	330.3	3 346.1	280.0	1 513.6	1 728.6	3 242.3
村道	8 421.8	-	15.8	55.8	7 093.61	256.65	354.6	785.1	6 139.7
小计	13 581.6	29.9	453.2	918.0	10 644.1	536.67	545.1	2 852.4	10 397.5

### 2.2 模糊综合评价

采用模糊综合评价的方法<sup>[9,10]</sup>对保定市农村公路网现状进行评价:

(1) 建立评价因素集  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ , 即确定单项指标的集合。本文结合保定市农村公路现状的统计情况, 取  $U = \{\text{人口密度 } u_1; \text{通建制村率 } u_2; \text{四面通等级公路的乡镇比例 } u_3; \text{人口规模在 5 万人以上的乡镇通 2 级及以上公路的比重 } u_4; \text{人口规模在 1 万人以下的乡镇通 3 级及以上公路的比重 } u_5; \text{路面铺装率 } u_6\}$ 。经公式计算得到单项指标值见表 3。

(2) 建立评语等级论域  $V, V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ , 即对被评价事物的等级划分, 如: 优、良、中、差等评语, 这里取  $m = 5$ , 将确定为  $V = \{\text{很好, 较好, 一般, 较差, 很差}\}$ 。

表 3 单项指标特征值

Tab. 3 Value of signal index

单项指标 (km·万人 <sup>-1</sup> )	$u_1/$	$u_2/\%$	$u_3/\%$	$u_4/\%$	$u_5/\%$	$u_6/\%$
特征值	12.48	100	34	83.3	70	76.56

(3) 对单项指标进行评价, 建立模糊判断矩阵。通常首先需要通过汇集专家意见确定单项指标的评价标准, 如  $u_1 = 20$  的评语为很好,  $u_1 = 15$  的评语为较好, 具体标准的分级值如表 4。

表 4 各因素评判标准的 5 个分级值

Tab. 4 Five grades of factors

单项指标	很好 ( $v_1$ )	较好 ( $v_2$ )	一般 ( $v_3$ )	较差 ( $v_4$ )	很差 ( $v_5$ )
$u_1$	20	15	10	8	5
$u_2$	100	99	98	95	90
$u_3$	70	60	50	40	30
$u_4$	95	85	80	75	65
$u_5$	95	85	80	75	65
$u_6$	95	85	80	70	60

根据表 4, 确定各指标的 5 级标准的隶属函数, 这里采用三角形隶属函数进行计算, 如人口密度  $u_1$  的隶属函数即为  $[R1(V_1(u_1)), R1(V_2(u_2)), \dots, R1(V_5(u_5))]$ :

$$R1(V_1(u_1)) = \begin{cases} 1, & u_1 \leq 20, \\ (u_1 - 15)/(20 - 15), & 20 > u_1 > 15, \\ 0, & u_1 \leq 15, \end{cases}$$

$$R1(V_2(u_1)) = \begin{cases} (u_1 - 20)/(15 - 20) & 20 > u_1 > 15, \\ (u_1 - 10)/(15 - 10), & 15 > u_1 > 10, \\ 0, & \text{其他}, \end{cases}$$

$$R1(V_3(u_1)) = \begin{cases} (u_1 - 15)/(10 - 15), & 15 > u_1 > 10, \\ (u_1 - 8)/(10 - 8), & 10 > u_1 > 8, \\ 0, & \text{其他}, \end{cases}$$

$$R1(V_4(u_1)) = \begin{cases} (u_1 - 10)/(8 - 10), & 10 > u_1 > 8, \\ (u_1 - 5)/(8 - 5), & 8 > u_1 > 5, \\ 0, & \text{其他}, \end{cases}$$

$$R1(V_5(u_1)) = \begin{cases} 1, & u_1 \leq 5, \\ (u_1 - 8)/(5 - 8), & 8 > u_1 > 5, \\ 0, & u_1 \leq 8. \end{cases}$$

同理, 可得到其他指标的隶属函数。  $R = [R1, R2, R3, R4, R5, R6]^T$ , 经计算得到模糊判断矩阵如下:

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 0.262 & 0.738 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.4 & 0.6 \\ 0 & 0.66 & 0.34 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0.656 & 0.344 & 0 \end{bmatrix}。$$

(4) 确定各指标的相对权重  $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ , 即比较各指标的重要程度, 采用层次分析法确定权重为  $W = \{0.036, 0.017, 0.141, 0.258, 0.258, 0.29\}$ 。

(5) 根据模糊综合评价的建模过程, 在确定各指标的权重和相应的模糊评价矩阵的基础上, 做出综合评价结果:

$$B = W^{\circ} R = [B_1, B_2, B_3, B_4, B_5],$$

$B = [0.017455, 0.17959, 0.30476, 0.28492, 0.21327]$ , 其中,  $B_j$  表示评价对象从整体上看对  $v_j$  等级的隶属程度, 由最大隶属度得  $\max B = 0.30476$ , 即隶属于评语  $V_3$  的程度最大, 因此保定市的农村公路网现状评价状况为一般, 偏于较差。

以上就是根据所建立的通达和通畅指标进行保定市农村公路网现状评价得到的评价结果, 可以看到, 其结果较真实和准确地反映了保定市农村公路的现状, 并体现了保定市农村公路现存的问题, 如: 四面通的乡镇比例较低, 农村公路等级有待提高等等, 为农村公路网的未来规划提供了重要依据。

### 3 结语

本文根据农村公路网细小繁密、覆盖面积广的特点和在公路网当中发挥的作用, 从通达性和通畅性的角度入手, 提出了有别于干线公路网评价的指标体系, 并结合保定市农村公路的实际情况, 利用模糊综合评价方法进行了合理评价, 最后分析了保定市农村公路网现状存在的问题, 对农村公路网的规划和建设具有一定的理论和实践指导意义。

### 参考文献:

#### References:

- [1] 周伟, 向前忠. 公路网规划后评价的理论与方法 [J]. 中国公路学报, 2003, 16 (1): 99 - 104.  
ZHOU Wei, XIANG Qian-zhong. Theory and Method for Post-evaluation of Highway Network Planning [J]. China Journal of Highway and Transport, 2003, 16 (1): 99 - 104.
- [2] 朱辉, 李沛才, 陈绍莹. 公路网现状综合评价 [J]. 长安大学学报 (自然科学版), 2005, 25 (5): 79 - 82.  
ZHU Hui, LI Pei-cai, CHEN Shao-ying. Synthetic Evaluation of Highway Network Actuality [J]. Journal of Chang'an University (Natural Science Edition), 2005, 25 (5): 79 - 82.
- [3] 盖春英, 裴玉龙. 公路网络可达性研究 [J]. 公路交通科技, 2006, 23 (6): 104 - 107.  
GAI Chun-ying, PEI Yu-long. Study on Accessibility of High-

way Network [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2006, 23 (6): 104 - 107.

- [4] 顾政华, 李旭宏, 于世军. 区域高速公路网布局结构的连通度研究 [J]. 公路交通科技, 2005, 22 (2): 86 - 89.  
GU Zheng-hua, LI Xu-hong, YU Shi-jun. Research on Connectivity of Layout Structure for Regional Expressway Network [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2005, 22 (2): 86 - 89.
- [5] 王元庆, 崔世华, 郝素斌. 重要度区位联合农村公路网布局法 [J]. 中国公路学报, 2002, 15 (4): 86 - 90.  
WANG Yuan-qing, CUI Shi-hua, HAO Su-bin. Study of the Theory and Methods for Highway Network in Countryside [J]. China Journal of Highway and Transport, 2002, 15 (4): 86 - 90.
- [6] 徐的, 陆玉麒. 高等级公路网建设对区域可达性的影响——以江苏省为例 [J]. 经济地理, 2004, 24 (6): 830 - 833.  
XU Di, LU Yu-qi. Impacts of the Trunk Highway System on Accessibility of The Municipalities In Jiangsu [J]. Economic Geography, 2004, 24 (6): 830 - 833.
- [7] VICKERMAN R, SPIEKERMANN K, WEGENER M. Accessibility and economic development in Europe [J]. Regional Studies, 1999, 33 (1): 1 - 15.
- [8] 朱辉, 隽志才. 灰色关联投影法在公路网综合评价中的应用 [J]. 公路交通科技, 2005, 22 (2): 90 - 94.  
ZHU Hui, JUAN Zhi-cai. Application of Grey Relation Projection Method to Synthetic Evaluation of Highway Network [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2005, 22 (2): 90 - 94.
- [9] 过秀成, 肖慎, 张立早, 等. 多级模糊评判法在公路网规划方案评价中的应用 [J]. 公路交通科技, 2003, 20 (1): 45 - 48.  
GUO Xiu-cheng, XIAO Shen, ZHANG Li-zao, et al. Application of Multilevel Fuzzy Model in Plan Scheme Assessment in Highway Network Planning [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2003, 20 (1): 45 - 48.
- [10] 梁军, 江薇, 李旭宏. 模糊综合评价方法改进及其在交通管理规划中的应用 [J]. 交通运输工程学报, 2002, 2 (4): 68 - 72.  
LIANG Jun, JIANG Wei, LI Xu-hong. An Improvement on Fuzzy Comprehensive Evaluation Method and Its Use in Urban Traffic Planning [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2002, 2 (4): 68 - 72.