

文章编号: 0451-0712(2005)07-0071-04

中图分类号: U412.32

文献标识码: A

# 高速公路选线环境影响评价方法研究

江玉林, 张前进, 陈学平, 王永胜, 吴洪洋

(交通部科学研究院 北京市 100029)

**摘 要:** 以云南省大理~保山高速公路为依托, 综合考虑地质环境、土地利用、水土保持和敏感目标等因素, 以层次分析法建立了公路选线生态环境评价方法。在评价方法上, 由定性评价实现了定量评价, 可对公路沿线综合环境进行定量分析比较, 以在区域中选择环境最小敏感走廊和对具体线路进行环境优化。

**关键词:** 公路; 生态环境; 评价

公路选线是公路修建之前一道十分重要的环节, 是关系到公路本身的工程投资、运输效率和公路在整个交通网中能否发挥积极效应的一项关键性工作。

当前, 环境问题日益受到重视, “预防重于治理”的思想已经成为共识, 这就要求在公路项目建设之前, 就能预测公路路线走廊的环境状况, 为生态公路建设创造良好的基础。本研究结合云南省大理~保山(大保)高速公路建设, 建立高速公路选线环境影响评价指标体系, 针对环境条件与公路建设的关系进行评价, 得出环境条件上适合的公路选线方案, 促进公路建设与环境的协调发展。

## 1 评价方法步骤

公路选线环境影响评价是一个复杂的系统分析过程, 是定性分析和定量研究的相互结合, 因此, 公路选线环境影响评价指标体系呈现多目标性和多层次性, 必须采用相应的方法来建立公路选线环境影响评价指标体系, 确定指标选取和指标之间的结构关系, 从而对选线环境条件进行综合评价, 评价过程如图 1 所示。

### 1.1 评价指标的选取与测算

为使评价指标体系能够综合反映选线环境影响评价的多个方面, 在选取评价指标的过程中, 按照“全面考虑, 突出重点”的原则, 在专家评审的基础上, 注重可比的关键问题和控制路线方案的重要指标, 建立选线环境影响评价指标体系, 进行选线环境优化, 以获得最佳的环境走廊。

本研究建立的公路选线环境影响评价指标如图 2 所示。

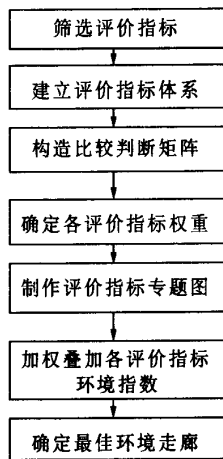


图1 基于GIS的图形叠置法公路选线环境影响评价过程

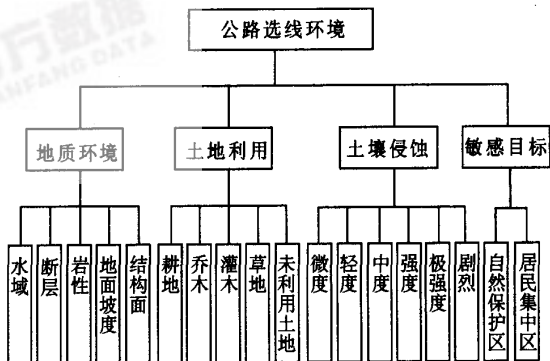


图2 公路选线环境影响评价指标

评价因子的选择基于以下考虑。

(1) 地质环境对公路路线选择、施工有着关键的

影响。尤其是在自然条件恶劣,地形、地质条件复杂地区,在前期工作中更要注重加强地质基础资料的收集和调查工作,以避免地质灾害对公路建设造成不利影响及人员财产损失。

(2)水土流失除了会导致土地肥力下降、土地沙化,严重破坏水土资源,淤积河床、水库,毁坏水利设施,加剧洪涝灾害,引发滑坡、泥石流等灾害以外,还会影响公路本身的建设与运营安全。因此,在公路选线时,应充分考虑到沿线土壤侵蚀状况,调查收集相关资料,合理布线,尽力避免可能会发生的严重水土流失。

(3)土地是关系国计民生的重要战略资源。在公路建设中要合理利用土地资源,减少对本已十分紧缺的土地资源的进一步破坏,要采取各种措施引导集约用地,提高土地利用率。

(4)公路将会穿越各种生态系统,不可避免地会涉及一些特殊的、敏感的、应保护的生态目标,如湿地、自然保护区、水源区和风景名胜区分等,尤其是自然保护区的保护要求更为严格。此外,公路建设对沿线居民集中区(包括学校、医院和居民点等)也会引起拆迁等问题。

在评价指标的测算方法上,对于定量指标和定性指标分别采用相应的方法。定量指标的测算方法是根据指标的度量方法,计算出指标值。对于定性指标,则根据指标定义和实际情况给指标评分。其做法是对每个单项指标分别进行研究,先确定出准确的分级标准和对应的分值范围,然后根据指标的数据确定其所属的等级标准,确定指标的分值。也就是说,对于定性指标,结合具体技术参数情况,把定性指标人为定量化,使各评价指标间具有可比性。

## 1.2 评价指标体系的确定

### (1)建立层次分析模型。

根据公路选线方案评价指标及指标之间的相互关系,结合选线原则,将公路选线问题层次化,从而构造出公路选线环境评价的层次分析模型,如图 3 所示。

### (2)构造比较判断矩阵。

多层次的评价体系结构一般比较复杂,各种评价指标的权重难以确定,人们往往求助于专家判断的方法,利用专家的知识 and 经验来判断评价因子的相对重要性。当评价指标很多时,由专家直接对权重做出估计,往往难以具体把握,通过两两比较评价指标的重要性来确定权重要比一次性确定所有指标的权重更易于把握,结果也更为准确。因此,用特征向量法和加权最小平方方法确定权重时,要先构造各评

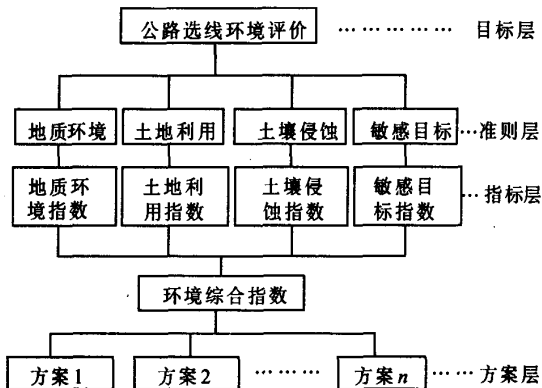


图 3 公路选线环境评价层次分析模型

价指标的两两比较判断矩阵  $A$ 。

$$A = (a_{ij})$$

$$\text{式中: } i, j = 1, 2, \dots, n; a_{ij} > 0; a_{ji} = 1/a_{ij}; a_{ii} = 1.$$

确定  $a_{ij}$  的方法是 1—9 标度法(表 1),这是将思维判断数量化的一种方法,用相同、稍微重要、强烈重要等语言两两比较评价指标。

表 1 1—9 标度法

标度	定义说明
1	同样重要
3	一个要素比另一个要素稍微重要
5	一个要素比另一个要素明显重要
7	一个要素比另一个要素强烈重要
9	一个要素比另一个要素极端重要

注:2、4、6、8 为相邻值的中间值。

在确定判断矩阵各系数值时,应考虑到:对公路建设而言,地质环境属于自然条件,从根本上影响公路选线方案;土地利用和敏感目标是重要的资源,也属于人文社会因素,需要遵守相关法律、法规;土壤侵蚀虽也属于自然条件,但通过采取一定防护措施可以加以控制。

构造的比较判断矩阵  $A-C$  如下:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 & 2 \\ 1/2 & 1 & 2 & 1 \\ 1/4 & 1/2 & 1 & 1/2 \\ 1/2 & 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

根据判断矩阵,分别计算出该矩阵的特征向量及特征值。

判断矩阵  $A$  的最大特征向量为:

$$W = (W_1, W_2, W_3, W_4) = (0.444 \ 4, 0.222 \ 2, 0.111 \ 1, 0.222 \ 2)$$

其中 4 个分量为准则层中 4 个要素的权重。

其特征根  $\lambda_{\max}$  为:

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^4 \frac{(AW_0)_i}{nW_i} = 4$$

检验判断矩阵 A 的一致性指标 CI 为:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{4 - 4}{4 - 1} = 0$$

检验判断矩阵 A-C 的平均随机一致性指标 RI,对于四阶矩阵为 RI=0.90,则判断矩阵 A-C 的随机一致性指标 CR 为:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0}{0.90} = 0$$

显然,A-C 矩阵具有满意一致性,即 CR=0<

0.1,故 W 中的权值可以应用。

研究各因子的权重之后,还需要对单个因子中各个分级标准赋分。这是按照其对公路建设是否有利为原则,由专家打分确定。如果某条件下对公路建设较为有利,则分值较高,反之则较低。以此衡量各种环境条件对公路建设的有利程度,最终得出环境综合指数,从而确定区域中对于公路建设较为有利的选线走廊。

(3)建立评价指标体系。

公路选线环境影响评价指标体系结构见表 2。

表 2 公路选线环境影响评价指标体系结构

	权重	内容	分值	内容	分值	内容	分级
公路选线 环境评价 综合指数	0.45	地质环境	0.1	水域	1	公路通过的水域加权长度	陆地
					0		水域
			0.3	坡度	1	公路通过的各种坡度加权长度	<5°
					0.8		5°~20°
					0.5		20°~35°
					0.2		35°~60°
					0		60°~90°
			0.15	断层	1	公路通过的断层破碎带加权长度	非断层破碎带
					0		断层破碎带
			0.3	岩性	1	公路通过的各种岩性加权长度	坚硬岩类
					0.7		半坚硬岩类
					0.4		软弱岩类
					0.1		松散岩类
			0.15	结构面	0	公路通过的各种结构面加权长度	倾向一致
					1		倾向不一致
	0.22	土地利用	1	土地利用	1	公路通过的各种类型加权长度	未利用土地
					0.8		草地
					0.5		灌木
					0.3		乔木
					0		耕地
	0.11	土壤侵蚀	1	土壤侵蚀	1	公路通过的各种类型加权长度	微度侵蚀
					0.7		轻度侵蚀
					0.4		中度侵蚀
					0.2		强度侵蚀
					0		极强侵蚀
	0.22	敏感目标	0.8	自然保护区	1	公路通过的各种类型加权长度	影响区(实验区外围 500 m)外
					0.4		影响区(实验区外围 500 m)内
					0.1		实验区
					综合指数设为-1		缓冲区
					综合指数设为-1		核心区
			0.2	居民集中区 (医院学校居民点)	1	公路 50 m 范围内拆迁面积占公路路域 50 m 范围内总面积的比例	0
					0.8		(0,20%]
					0.6		(20%,40%]
					0.4		(40%,60%]
					0.2		(60%,80%]
					0.1		(80%,100%)
					0		100%

区域环境综合指数计算方法为:

$$P = \sum X_i \cdot F_i \cdot k$$

式中:  $P$  为区域环境综合指数;  $X_i$  为  $i$  评价因子的权重;  $F_i$  为  $i$  评价因子在某分级标准下的分值;  $k$  为公路通过某分级类型长度与总长度之比。

特殊情况:若选线通过自然保护区核心区和缓冲区,则直接将选线环境综合指数值设为-1,表示该选线方案被否决。这是由于国家对自然保护区有特殊的保护要求,因而在公路选线中应尽力避免线路通过其核心区和缓冲区。

### 1.3 环境评价与优化程序

在给定区域,收集相关资料制作各环境因子图层,利用基于GIS的图形叠置法进行叠加分析计算区域综合环境值。将计算所得到的区域综合环境指数作为依据,在给定综合环境指数时,可自动计算出甲、乙2个控制点之间,在该区域内符合这个综合环境值的公路线路区域,即公路方案可以经过的走廊。

对于具体线路而言,可收集各环境因素的相关资料,利用GIS制作各因子图层进行叠加分析。在本研究中,开发了公路生态环境设计系统,可以自动进行环境综合指数分析比较,以确定环境条件最好的选线方案。

## 2 评价实例分析

### 2.1 建设项目概况

云南省大理~保山高速公路是国道主干线上海~瑞丽高速公路在云南省境内的一段,路线全长为165.84 km,投资概算为70.4亿元。公路所在区域为“三江并流”地带,拥有丰富的植被类型,是我国生态重点治理地区之一。本区位于青藏、滇缅、印尼巨型“歹”字型构造与构造复合部位,属构造强化地带,尤其是主干断裂的继承性活动更为强烈,常伴有地震发生。断层纵横交错,岩性以“滇西红层”为主,工程地质条件极为脆弱,崩塌、滑坡等不良地质现象极易发生,对边坡、路基和桥梁施工有较大的危害。

### 2.2 评价过程与结果

按照前述评价指标体系,结合“3S”技术,对依托工程大保高速公路某段所在区域进行选线环境评价。首先,根据大保高速公路区域环境状况资料,制作参与公路选线环境评价的各因子图层:水系图、断层图、坡度图、岩性分布图、结构面图、土地利用图、土壤侵蚀图和敏感目标图等。然后,利用基于GIS开发的公路生态环境设计系统,对该区域进行公路选线环境评价。

在信息系统中,依次打开参与公路环境选线指标评价的各指标图层,进行叠加分析,按照前述评价方法,可以得出环境综合指数等级划分图。根据环境综合指数的大小,将选线区域划分为不同的区域。环境值越大,表明该区域选线环境条件越好。

在系统中还可以对不同线路进行评价分析,计算其环境综合指数大小,环境综合指数越大,表明该线路环境条件越好。大保高速公路目前已经建成,应用本文的研究方法对其中一段进行选线环境评价分析,环境值为0.502 1。分析结果见表3。

表3 大保高速某段选线环境评价分析

评价指标		环境综合指数
地质环境	水系	0.031 66
	断层	0.05
	岩性地质	0.066 1
	坡度	0.056 2
	结构面组合	0.004 8
土地利用		0.126 2
土壤侵蚀		0.127 3
敏感目标		0.04
总 计		0.502 1

作为对比,在该区域另选线路进行评价分析,如图4中所示的线路A和B。

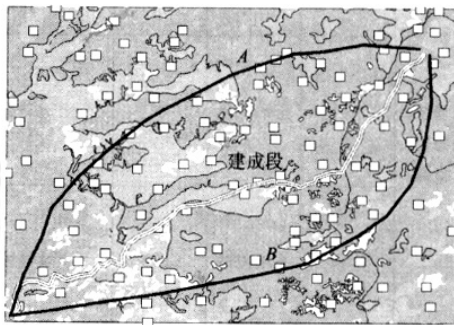


图4 大保高速公路某段选线环境评价分析

经分析,线路A的环境综合指数为0.453 1,线路B的环境综合指数为0.378 2。与此类似,可在该区域内任选其他线路进行比较分析。总之,根据本文拟定的评价指标体系测算表明,大保高速公路该段选线环境条件较为有利,从环境角度来看,在公路建设过程中,虽然也引起了许多生态环境问题,诸如滑坡、崩塌与水土流失等,但综合评价认为,大保高速公路该段选线从环境角度来说还是较为合理的。

文章编号: 0451-0712(2005)07-0075-07

中图分类号: U416.168

文献标识码: A

# 多年冻土地区路基修筑技术及实践

裴建中

(长安大学特殊地区公路工程教育部重点实验室 西安市 710064)

**摘 要:** 我国多年冻土地区的路基修筑技术及其相关研究走过了 50 年的历程。从多年冻土地区路基修筑技术的回顾出发,系统总结了多年冻土地区路基冻胀、融沉和纵向裂缝等主导病害的发育性状、分布规律和形成机理,就基于多年冻土稳定的路基设计理论和面向调控的路基稳定结构进行了深入探讨,最后提出了路基修筑技术未来的发展趋势。

**关键词:** 多年冻土地区; 路基; 病害; 设计理论; 调控措施; 发展趋势

随着人类活动足迹的延伸,人类对冻土的认识与研究逐渐深入。随着寒区经济的迅速发展,人们在冻土区开始大兴土木,如道路工程、水利工程、隧道工程、工业与民用建筑等方面的建设逐步展开。冻土区工程修筑过程中,必须考虑冻土,尤其是多年冻土这一特殊地基。从多年冻土被认识、有关多年冻土科

学概念的提出,到围绕工程建设进行的相关研究、解决实际冻土工程问题等,经历了一个漫长的过程。

我国公路建设第一次遇到多年冻土是 1953 年在青康公路查拉坪路段,当时由于缺乏相应的认识和处治措施,按照泥沼地段处理,造成多年冻土大面积暴露融化,结果未能成功;之后经过改移路线,采

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(项目编号: 50178010)

收稿日期: 2005-01-05

## 3 结语

选取地质、地貌、土地利用、水土流失和敏感目标等生态环境因子,利用层次分析法建立了公路选线环境评价指标体系,并利用 GIS 技术开发了公路生态环境设计信息系统。在评价方法上,由定性评价

实现了定量评价,以达到对公路沿线综合环境进行定量分析和比较,可在区域中选择环境最佳走廊和比较具体线路的环境状况,从而提高公路选线的科学性,促进公路建设与环境的协调发展。

## A Study on Environmental Assessment for Expressway Routing

JIANG Yu-lin, ZHANG Qian-jin, CHEN Xue-ping, Wang Yong-sheng, WU Hong-yang

(China Academy of Transportation Sciences, MOC, Beijing 100029, China)

**Abstract:** The environmental assessment indexes of expressway routing are built to select the optimized environmental corridor and routes through Analytical Hierarchy Process Method on the basis of comprehensive considerations of environmental factors, such as geology, land use, soil erosion and sensitive objects, etc.. An index system is constructed to assess the ecology environment quantitatively, which offers the scientific assessment method to select optimal route on the basis of environment. Dali-Baoshan Highway in Yunnan Province is the case for the study.

**Key words:** highway; ecology environment; evaluation