

王颖, 王云, 孔亚平, 等. 基于层次分析法和模糊数学的中巴喀喇昆仑公路沿线景观综合评价[J]. 生态科学, 2014, 33(6): 1106–1113.

WANG Ying, WANG Yun, KONG Yaping, et al. Landscape evaluation of Karakorum Highway based on analytic hierarchy process and fuzzy mathematics[J]. Ecological Science, 2014, 33(6): 1106–1113.

基于层次分析法和模糊数学的中巴喀喇昆仑公路沿线景观综合评价

王颖¹, 王云^{1,*}, 孔亚平¹, 王玉滴¹, 王萌萌¹, 叶成银², 施耀华²

1. 交通运输部科学研究院, 北京 100029

2. 中国路桥工程有限责任公司, 北京 100011

【摘要】国际大通道中国-巴基斯坦喀喇昆仑公路自然景观壮观、人文历史悠久。首先, 依据公路沿线自然、人文属性对公路走廊带进行空间段落划分; 然后, 基于专家法从视觉欣赏、心理感受、文化认知等角度构建评价指标体系; 最后, 运用层次分析法计算权重, 模糊数学综合评价法计算不同路段的景观质量。结果显示, 红其拉甫国家公园自然景观特色带、洪扎-吉尔吉特人文景观特色带的公路景观质量为很好; 索斯特-洪扎景观过渡带为好, 吉尔吉特-雷克特桥景观过渡带为一般。总体看来, 中巴公路沿线景观质量较高。研究可从宏观层面指导各段落景观规划与设计实践。

关键词: 景观美学; 丝绸之路; 道路生态学; 巴基斯坦

doi:10.14108/j.cnki.1008-8873.2014.06.012 中图分类号: U418.9 文献标识码: A 文章编号: 1008-8873(2014)06-1106-08

Landscape evaluation of Karakorum Highway based on analytic hierarchy process and fuzzy mathematics

WANG Ying¹, WANG Yun^{1,*}, KONG Yaping¹, WANG Yudi¹, WANG Mengmeng¹, YE Chengyin², SHI Yaohua²

1. China Academy of Transportation Sciences, Beijing 100029, China

2. China Road and Bridge Corporation, Beijing 100011, China

Abstract: Karakorum Highway (i.e. KKH) is an international route between China and Pakistan with magnificent natural landscape and historical cultural landscape. Firstly, we divided passage of KKH into 4 sections based on features of natural and cultural of roadside. Secondly, we constructed evaluating indicators from the view of vision, psychology, culture based on point of view. Finally, landscape quality of KKH was evaluated by analytic hierarchy process and fuzzy mathematics methods. The result indicates that the landscape quality of natural landscape section of Khunjerab National Park and cultural landscape section of Hunza-Gilgit are best. Sust-Hunza is good while Gilgit-Raikot Bridge section is common. As a whole, landscape quality of KKH is good. This research will guide landscape planning and practice from macroscopic view.

Key words: landscape aesthetics; silk route; road ecology; Pakistan

收稿日期: 2014-03-20; 修订日期: 2014-05-09

基金项目: 国家国际科技合作专项(2012DFA20980); 中国交通建设集团科技项目(2010-ZJKJ-19)

作者简介: 王颖(1987—), 女, 北京人, 硕士, 研究方向为交通景观规划与设计, E-mail: kurama_wang@163.com

*通信作者: 王云(1980—), 男, 安徽人, 博士, 研究方向为道路生态学, E-mail: wangyun80314@vip.sina.com

1 前言

中巴喀喇昆仑公路(以下简称中巴公路)是巴基斯坦北部通往首都伊斯兰堡及南部沿海地区的交通要道,是亚洲公路网的组成部分,也是中国通往巴基斯坦及巴南部港口卡拉奇、南亚次大陆、中东地区的唯一陆路通道,具有重要的战略和军事意义^[1]。中巴公路穿越了世界三大高山(喜马拉雅山脉、兴都库什山脉和喀喇昆仑山脉),地形险峻,自然形态丰富,山高谷深,河流密布,气候垂直分布明显^[2]。中巴公路主要路段所在河谷是古代丝绸之路的线路之一,曾是连接古代西方及沿线诸国各族的纽带和桥梁,公路沿线还保存了较为完整的岩画和古城遗址等文化遗产元素。因此,中巴公路具有明显且独特的景观特征,并在建成之后成为一条旅游线路,受到世界各地旅游者的向往^[2]。

目前,国内外针对中巴公路的景观评价均未有报道。同时,该路正在改扩建过程中,对于景观资源的开发利用要求很高,科学的景观评价将对景观规划和设计起到重要的指导作用。目前国内外比较常用的公路景观评价方法主要有:模糊数学评价法、层次分析法(AHP法)、心理物理学法、综合评分法等^[3-6]。由于公路景观的系统性、多要素的特性,应将公路景观作为一个系统进行研究,通过引入模糊理论,结合AHP法的优势,使公路景观评价具有了定性定量相结合的特点,同时还具有科学、准确、直观和易操作等优点^[4,7]。因此,本文采用基于层次分析法的模糊综合评价法对中巴公路进行宏观尺度的景观评价,从而为中巴公路景观规划与设计提供科学依据。

2 研究区

中巴喀喇昆仑公路(China-Pakistan Karakorum Highway, 简称 KKH), 又名中巴公路, 于 1978 年 6 月建成通车, 2008 年开始再次进行改扩建。工程地处帕米尔高原腹地, 地貌以高山峡谷为主, 部分路段为高山宽谷, 线路终点段为高原山岭。路线起点位于中巴公路的雷科特大桥(Raikot bridge)西 300 m 处, 里程桩号 K470+500, 路线改建终点在巴基斯坦与中国交界的红其拉甫山口(Khunjerab Pass)里程桩号: K811+343.165, 改建工程路线全长 331.940 km, 其中, K753+800—K811+343 段穿越巴基斯坦红其拉甫国家公园。其路线图见图 1。

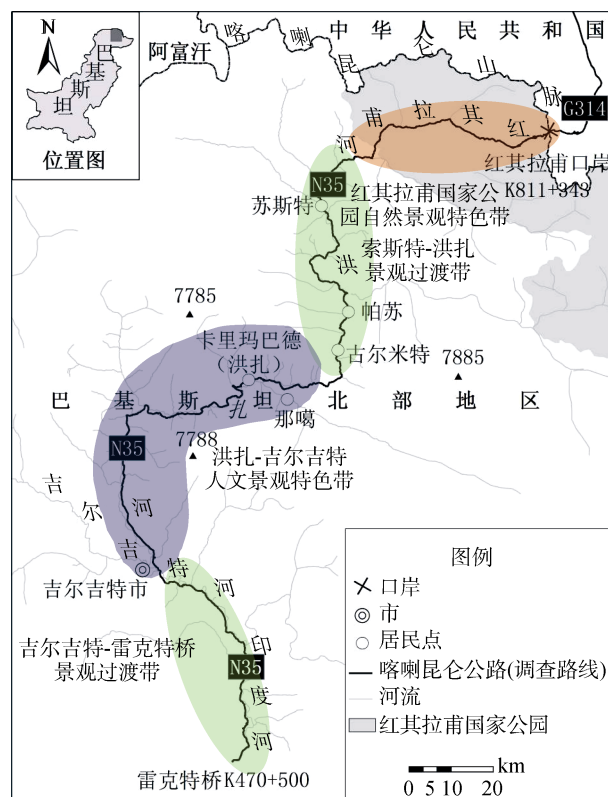


图1 中巴喀喇昆仑公路景观分段示意图

Fig.1 Sketch map of landscape sections of KKH

中巴公路具有很高的自然景观价值,公路穿越了三条世界上最大的山脉,沿红其拉甫河、洪扎河、吉尔吉特河和印度河蜿蜒而下。公路由海拔 4733 m 的红其拉甫山口降至 1154 m 的雷科特桥,沿线地形地质十分复杂,山体险峻,河水湍急,气候垂直分布明显。从公路沿线可以看到多座世界级的冰川,包括排名世界第 9 位、26 位、27 位的冰川。

中巴公路具有丰富的人文景观资源。根据对文献、古地图的查阅与研究,以及现场调研访谈等了解到,主要路段所在河谷即隋唐时期丝绸之路线路之一。具体区段是自索斯特(Sust)与 Minsgar 联通之处,至吉尔吉特(Gilgit)附近。作为这条意义重大的文化遗产线路最为重要的组成部分,中巴公路贯穿和涵盖了丰富的文化遗产元素,如古城、古镇、古村落、民居、寺院、码头、驿站、古坝、桥梁等,并具有完整性、历史性、旅游适宜性等良好基础。中巴公路沿线还较完整地保存着古老的游牧民族创造的岩画,具有分布广、内容丰富、跨越时间长等特点。公路沿线周边冲积扇绿洲上散布着大大小小的村落,具有久远古老的历史,与丝路古道一起成为文化遗产的一部分。典型代表就是坐落在一个巨大

的冲积扇绿洲上的小山国-洪扎，其王宫以及这座小城镇成为巴基斯坦北部著名而神秘的旅游胜地，也是自首都伊斯兰堡至我国的必经之地。

3 研究方法

本文从宏观尺度对公路沿线景观进行评价，首先，依据公路沿线自然、人文属性将公路及其走廊带进行空间段落划分；然后，基于专家角度从视觉欣赏、心理感受、文化认知等角度构建评价指标体系；最后，运用层次分析法计算权重，利用模糊综合评价法计算分值，评价得出不同路段的景观质量。

3.1 中巴公路景观分段

公路景观是一种序列性的景观类型，在行车过程中，游人难以感受到构成景观的各种细部特征，仅能体验到行驶过程中景观序列的转变。可以根据明显的序列变化，将中巴公路划分为景观特色带和景观过渡带。景观特色带是指公路所经过的具有同类景观资源的地理区域，也是公路景观设计中体现控制原则的最基本单元。景观过渡带是指公路景观序列中景观价值较低，特色不够鲜明的区域^[8]。经现场踏勘和分析，依据自然和人文属性分布特征，我们从宏观尺度把整条公路划分为4个景观带，分别是红其拉甫国家公园自然景观特色带、索斯特—洪扎景观过渡带、洪扎—吉尔吉特人文景观特色带和吉尔吉特-雷克特桥景观过渡带(图1)。

3.2 中巴公路景观评价指标体系框架的建立

公路景观评价是环境影响评价中的一个新的领域，是一个多因子高度综合的评价体系。在实际项目应用中，具体指标选择上因不同项目景观评价的侧重点不同而有所差异。在对中巴公路的评价过程中，根据评价区域的特点和评价总体目标要求，构建了一个三层次的评价体系，将公路景观分解成三个方面，再把每个分项问题层次化，直至最底层的指标层，以建立多层次的评价结构模型，为之后的景观评价提供框架基础。

参考《公路建设项目环境影响评价规范》的具体内容，将构成景观质量的一级指标分为3方面：公路自身景观、沿线自然景观和人文景观^[9]。二、三级指标根据中巴公路沿线典型特征并参照景观评价原则以及影响公路景观的若干因子，组成中巴公路

景观评价指标体系框架(表 1)。

3.3 评价方法

为了更科学合理地建立指标权重集，本文采用基于层次分析法(AHP 法)的模糊评价方法，将定性与定量评价相互结合，使结果更直观、准确。

3.3.1 层次分析法(AHP 法)

层次分析法(AHP法)最大的优点是可以处理定性和定量相结合的问题，可以将决策者的主观判断与政策经验导入模型，并加以量化处理，使其更有合理性，更符合客观实际并易于定量表示，从而提高模糊综合评判结果的准确性。由于用此种方法确定权重主观性较大，在模型的构建和权重的确定上应多次推敲和考虑。

表 1 中巴喀喇昆仑公路景观评价指标体系框架
Tab. 1 Evaluating indicators system of highway landscape of Karakorum Highway

A 中巴公路 研究区域 公路景观	B1 公路自身景观	C1 选线	D1 与地形结合 (依山造路)	
			D2 与地境融合 (与周边环境协调)	
		C2 线型	D3 舒适度	
			D4 安全感	
			D5 服务设施 (标识、观景台、休息区)	
			D6 通行设施 (桥、隧、路口等)	
		C3 公路沿线设施	D7 防护设施 (挡墙、护栏等)	
			D8 物种珍稀度	
			C4 动物	D9 物种丰富度
				D10 物种可遇见率
	C5 植物			D11 物种珍稀度
				D12 物种丰富度
		C6 地形地貌	D13 物种覆盖度	
			D14 奇异度	
	C7 水体		D15 可观赏性	
			D16 驳岸观赏度	
		B2 沿线自然景观	D17 水质	
			C8 文化遗产 (非物质)	D18 特色度
	D19 重要度			
	C9 文明遗址		D20 完整度	
			D21 重要度	
			C10 乡村城镇	D22 可达度
				D23 地域风俗
	B3 沿线人文景观			D24 城乡建筑特色
				D25 交通便捷度

3.3.1.1 建立判断矩阵

首先,在中巴公路景观评价指标体系框架建立后,就可以逐级将该级指标进行两两比较,建立判断矩阵。

对于判断矩阵各元素来说,显然有:

$$a_{ij} = 1 \quad (i=j) \quad a_{ij} = 1/a_{ji} \quad (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,n)$$

因此, n 阶判断矩阵原有 n^2 个元素,但实际上只要知道 $n(n-1)/2$ 个元素即可。

判断矩阵的建立,是根据对中巴公路沿线的资料分析结果结合深入考察,由景观和生态专家共同研究确定。确定时仅对单一准则进行两要素比较,不难给出B、C、D层指标判断矩阵。

3.3.1.2 层次单排序

建立B、C、D层指标的判断矩阵之后,便可以计算在判断矩阵单一准则下各要素的相对权重。计算步骤如下:

(1) 计算判断矩阵每一行元素的和 V_i

$$V_i = \sum_j = 1 a_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

(2) 将 V_i 归一化,即可得各要素在单一准则下的相对权重 W_i

$$W_i = V_i / \sum_i = 1 V_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

(3) 判断矩阵的一致性检验

一般来说,当一致性比例 $CR < 0.10$ 时,就认为判断矩阵具有令人满意的一致性;当 $CR \geq 0.10$ 时,就要调整判断矩阵,直至满意为止。文中采用方根法对判断矩阵的特征根及特征向量进行求解。

3.3.1.3 层次总排序

层次总排序是计算本层各要素对更上一层的相对权重。有了各层要素对上一层单一准则的权重,就可以计算各层要素对更上一层准则组合权重,并检验一致性。得到景观评价指标层次总排序表。

3.3.2 模糊综合评价

模糊综合评价法是一种基于模糊数学的综合评价方法。在公路景观的评价中,存在着许多不确定性的因素,如天气、季候、风俗等,不能只考虑一种因素,而必须兼顾事物的各个方面,综合考虑公路景观因素对景观评价的影响。对于像这类受到多种因素制约的、难以量化的事物或对象,模糊综合评价的结果清晰,系统性强,适用于公路的景观评价。

3.3.2.1 确定评价等级论域

在模糊评价中,评价等级论域是评价者对评价

对象可能做出的各种评价结果所组成的集合,通常用大写字母 V 来表示。在对中巴公路的景观评价中,确定评价等级论域为:

$$V = \{V_1, V_2, V_3, V_4, V_5\};$$

对应的评价等级论域为: $V = \{\text{很好, 好, 一般, 差, 很差}\}$

对应评分为: $V = \{5/5, 4/5, 3/5, 2/5, 1/5\}$ 。

3.3.2.2 对评价指标评分

为了对研究区域状况进行全面、准确、客观评价,本文中数据是由对中巴公路比较熟悉的来自路域生态、景观、道路相关的专业人员分别进行评价后汇总而成的。其中路域生态专家 3 人,景观设计专家 2 人,道路设计专家 2 人,道路工程专家 13 人,上述 20 份专业人员的评价均为有效评价。具体过程是 20 人针对四个景观段落采用表 1 中的 D1—D25 分别进行赋值(采用 5 分制,1: 很差 2: 差 3: 一般 4: 好 5: 很好),完成后将表格返回作者用于景观评价。

3.3.2.3 统计数据并构建评价矩阵

统计每一个评价等级在 5 个等级中的百分比值,得到统计数据,构建评价矩阵。

3.3.2.4 评价矩阵和权重的合成

采用公式 $B = A \circ R$ (其中 B 为中巴公路每个段落沿线景观评价结果向量, A 为指标 B 的模糊权重集, R 为公路相应段落的评价矩阵),将模糊评价矩阵和运用 AHP 法确定的各个指标权重合成,得到中巴公路沿线景观评价结果向量。

4 结果与讨论

4.1 评价过程和结果

在中巴公路景观评价指标体系框架的基础上,运用 AHP 法确定的各层次各指标权重合成,得到中巴公路景观评价指标层次总排序表,见表 2。

在得到指标权重表后,经过评分和数据统计便可以构建评价矩阵,形成景观评价表(表 3)。

将评价矩阵和运用 AHP 法确定的各个指标权重合成,得到中巴公路沿线景观评价结果向量。

其中,红其拉甫自然景观特色带的评价结果为:

$$= [0.0968 \quad 0.6774 \quad 0.2258] \times \begin{bmatrix} 0.3478 & 0.5944 & 0.0578 & 0.0000 & 0.0000 \\ 0.6229 & 0.2920 & 0.0682 & 0.0124 & 0.0000 \\ 0.0536 & 0.1568 & 0.1896 & 0.0429 & 0.5571 \end{bmatrix} \\ = [0.4677 \quad 0.2907 \quad 0.0946 \quad 0.0181 \quad 0.1258]$$

表 2 中巴公路景观评价指标层次总排序表
Tab. 2 Sorting weight of evaluating indicators of landscape of KKH

权重		指标(C)	权重	指标(D)	权重
B1 公路自身景观	0.0968	C1 选线	0.1020	D1 与地形结合	0.7500
				D2 与地境融合	0.2500
		C2 线型	0.1721	D3 舒适度	0.7500
				D4 安全感	0.2500
				D5 服务设施	0.6667
		C3 公路沿线设施	0.7258	D6 通行设施	0.2222
				D7 防护设施	0.1111
B2 公路自然景观	0.6774	C4 动物	0.1869	D8 物种珍稀度	0.6316
				D9 物种丰富度	0.2105
				D10 物种可遇见率	0.1578
				D11 物种珍稀度	0.2000
		C5 植物	0.1121	D12 物种丰富度	0.2000
				D13 物种覆盖度	0.6000
				D14 奇异度	0.8000
		C6 地形地貌	0.5607	D15 可观赏性	0.2000
				D16 驳岸观赏度	0.8333
		C7 水体	0.1402	D17 水质	0.1666
B3 公路人文景观	0.2258	C8 文化遗产	0.2857	D18 特色度	0.7500
				D19 重要度	0.2500
				D20 完整度	0.1463
		C9 文明遗址	0.5714	D21 重要度	0.7317
				D22 可达度	0.1220
				D23 地域风俗	0.5455
		C10 乡村城镇	0.1429	D24 城乡建筑特色	0.2727
				D25 交通便捷度	0.1818

同理,再分别计算其他三段的景观评价结果向量,得到中巴公路全线景观评价结果向量,并对其进行解释。评价结果见表 4。

根据结果发现,四个景观带中红其拉甫国家公园自然景观特色带和洪扎-吉尔吉特人文景观特色带的评价结果为很好,索斯特-洪扎景观过渡带为好,吉尔吉特-雷克特桥景观过渡带结果为一般(图 2-5)。

4.2 评价结果的分析和讨论

4.2.1 评价结果分析

在中巴公路的四个段落中,红其拉甫国家公园自然景观特色带、洪扎-吉尔吉特人文景观特色带的公路景观质量为很好。索斯特-洪扎景观过渡带为好,吉尔吉特-雷克特桥景观过渡带为一般。总体看来,中巴公路沿线景观质量较高。

红其拉甫国家公园自然景观带为高原山岭宽谷

地貌,有典型的高海拔高原雪山景观,冰川壮观,草甸茂密,与线路伴行的狭长河谷清澈见底,公园入口处还有河谷灌丛,植被茂密。红其拉甫国家公园作为高山生物多样性的重要保护基地,是世界濒危动物雪豹(*Uncia uncia*)、马可波罗盘羊(*Ovis ammon polii*)、棕熊(*Ursus arctos*)的重要栖息地。该景观段在动物、植物、地形地貌和水体等自然景观因素评价中均有较高分数。

洪扎-吉尔吉特人文景观特色带周边冲积扇绿洲上散布着大大小小的村庄,许多村落具有古老悠久的历史,与丝路古道一起成为文化遗产的一部分。沿线分布着洪扎王宫遗址、岩画遗迹、古道等文明遗址遗迹,均是当地著名的历史旅游景点,具有悠久的人文历史意义。该景观段在文明遗址、文化遗产和乡村城镇等人文景观因素评价中均有较高分数。

表 3 中巴喀喇昆仑公路景观模糊评价等级论域(以红其拉甫国家公园自然景观特色带为例)

Tab. 3 Fuzzy evaluating matrix of landscape of KKH(taking natural landscape section of Khunjerab National Park as an example)

因素			模糊评价等级论域					权重
			很好	好	一般	差	很差	
B1 公路自身景观	C1 选线	D1 与地形结合	0.90	0.10	0.00	0.00	0.00	0.7500
		D2 与地境融合	0.60	0.40	0.00	0.00	0.00	0.2500
	C2 线型	D3 舒适度	0.35	0.60	0.05	0.00	0.00	0.7500
		D4 安全感	0.20	0.45	0.35	0.00	0.00	0.2500
	C3 公路沿线设施	D5 服务设施	0.10	0.85	0.05	0.00	0.00	0.6667
		D6 通行设施	0.80	0.15	0.05	0.00	0.00	0.2222
		D7 防护设施	0.55	0.40	0.05	0.00	0.00	0.1111
B2 公路自然景观	C4 动物	D8 物种珍稀度	0.95	0.00	0.05	0.00	0.00	0.6316
		D9 物种丰富度	0.80	0.15	0.05	0.00	0.00	0.2105
		D10 物种可遇见率	0.50	0.40	0.10	0.00	0.00	0.1579
	C5 植物	D11 物种珍稀度	0.90	0.05	0.05	0.00	0.00	0.2000
		D12 物种丰富度	0.30	0.55	0.15	0.00	0.00	0.2000
		D13 物种覆盖度	0.10	0.25	0.50	0.15	0.00	0.6000
	C6 地形地貌	D14 奇异度	0.75	0.24	0.00	0.00	0.00	0.8000
		D15 可观赏性	0.45	0.55	0.00	0.00	0.00	0.2000
	C7 水体	D16 驳岸观赏度	0.05	0.75	0.20	0.00	0.00	0.8333
		D17 水质	0.90	0.05	0.00	0.05	0.00	0.1667
B3 公路人文景观	C8 文化遗产	D18 特色度	0.05	0.15	0.10	0.05	0.65	0.7500
		D19 重要度	0.00	0.15	0.15	0.05	0.65	0.2500
		D20 完整度	0.10	0.15	0.05	0.05	0.65	0.1463
	C9 文明遗址	D21 重要度	0.00	0.20	0.10	0.05	0.65	0.7317
		D22 可达度	0.10	0.05	0.15	0.05	0.65	0.1219
		D23 地域风俗	0.10	0.15	0.75	0.00	0.00	0.5454
	C10 乡村城镇	D24 城乡建筑特色	0.10	0.05	0.85	0.00	0.00	0.2727
		D25 交通便捷度	0.75	0.10	0.15	0.00	0.00	0.1818

表 4 中巴喀喇昆仑公路景观价结果表

Tab. 4 Result of landscape evaluation of KKH

	评价结果					评价集
红其拉甫自然景观特色带	[0.4677	0.2907	0.0946	0.0181	0.1258]	很好
索斯特-洪扎景观过渡带	[0.3428	0.4443	0.1966	0.0163	0.0000]	好
洪扎-吉尔吉特人文景观特色带	[0.4399	0.4137	0.1435	0.0028	0.0000]	很好
吉尔吉特-雷克特桥景观过渡带	[0.2152	0.3739	0.3820	0.0290	0.0000]	一般

相对来说,其他两个景观过渡段在各方面表现较为一般,但索斯特-洪扎景观过渡带也间断分布地方特色建筑、村寨、农田,亦有高大冰川、峡谷、珍稀野生动物等分布,因此评价为好。

4.2.2 本文对公路建设的启示和指导意义

采用层次分析法和模糊数学法对中巴公路的景

观进行了宏观尺度评价,客观地反映了公路景观整体质量。对公路分段以及指标体系的分类,目的在于评价公路景观中存在的具体问题,以便有针对性地提出改善和提高的方法,有利于指导下一步工程建设。

红其拉甫国家公园是巴基斯坦国内高山生物多



图 2 红其拉甫国家公园自然景观特色带之典型高山草甸景观

Fig. 2 typical alpine meadow landscape belong to natural landscape section in Khunjerab National Park



图 3 洪扎-吉尔吉特人文景观特色带之典型农村景观

Fig. 3 typical rural landscape belong to cultural landscape section from Hunza to Gilgit



图 4 索斯特-洪扎景观过渡带之典型路侧荒地景观

Fig. 4 typical uncultivated landscape belong to transition zone from Sust to Hunza



图 5 吉尔吉特-雷克特桥景观过渡带之典型干旱荒漠景观

Fig. 5 typical arid desert landscape belong to transition zone from Gilgit to Raikot Bridge

样性的重要保护基地,是北部地区生物多样性重要保护区^[10]。景观质量评价为很好,要求施工方在环境保护上实行最严格的控制措施,如保护原生环境,为野生动物提供迁徙廊道,进行垃圾处理和污水污染防治,减少噪声干扰等,严格按照环评要求施工,施工期悬挂标志牌,保护沿途大树等。通过优化排水沟设计、优化施工期植被清表方案等已经有效保护了路侧植被,间接保护了野生动物食物资源和庇护场所^[11]。因此,本研究从景观角度为红其拉甫国家公园的生态保护提供了理论依据。

针对洪扎-吉尔吉特文化景观带而言,人文景观的保护在公路景观方面有着重要的意义。该段路侧分布有极富地方特色的建筑、农田、千年历史的古岩画/石刻、王宫、地方服饰、习俗等文化景观。要求公路施工中开展文化景观的保护,通过公路观景台、标志牌等设计加以展示与利用。中巴公路在邻近洪扎地区路侧分布有一处岩画景观,公路施工方-中国路桥工程有限责任公司目前在岩画周边已经设置观景点,方便游人感受人文资源,在实际施工时已采用宣传标语、标志牌及指示牌等方式对当地文化进行有效保护和宣传,在保护现有文化遗迹的基础上,促进当地景观资源的开发和利用,带动经济社会的可持续发展。

另外两段“索斯特-洪扎景观过渡带”和“吉尔吉特-雷克特桥景观过渡带”尽管总体景观质量稍差,但有一些景观特色点恰好位于这 2 个路段中。如

K505+666—K505+715 的三山交汇观景台, K685+400 的帕苏冰川观景台等。也需要在公路设计和施工中开展有针对性的设计优化和施工保护措施的研究和实践。

此次景观评价是基于宏观层面的, 缺乏微观方面的详细评价。这也促使研究人员下一步继续进行具体景观观点的评价, 然后开展中巴公路沿线观景台的专项规划和设计。

参考文献

- [1] 中交第一公路勘察设计院有限公司. 巴基斯坦喀喇昆仑公路修复改建工程考察报告[R]. 西安, 2006.
- [2] 王萌萌, 庞彪, 王云, 等. 中巴喀喇昆仑公路沿线景观特征与旅游需求[J]. 中外公路, 2013, 33(4): 6–8.
- [3] 张阳. 公路景观学[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 2004.
- [4] 杜智民, 王建军. 基于多级模糊评价方法的公路景观评价分析[J]. 公路交通科技, 2007, 24(12): 144–148.
- [5] 王云, 李海峰, 陈学平. 公路路域景观美学评价[J]. 公路, 2009, 3: 162–167.
- [6] 王辉. 塔里木沙漠公路景观评价研究[J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25(11): 212–216.
- [7] 刘珊, 姚刚, 张雯, 等. 公路建设项目环境影响评价的多级模糊综合评价[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2007, 27(1): 80–83.
- [8] 王云, 李海峰, 崔鹏, 等. 卧龙自然保护区旅游公路景观规划与设计[J]. 公路, 2006, 5: 153–158.
- [9] 中华人民共和国交通部. 公路建设项目环境影响评价规范 JTG B03—2006[S]. 中华人民共和国行业标准.
- [10] QURESHI R, KHAN W A, BHATTI G R, et al. First report on the biodiversity of Khunjerab National Park, Pakistan[J]. Pakistan Journal of Botany, 2011, 43(2): 849–861.
- [11] WANG Y, CHEN J D, TAO S C, et al. Wildlife protection along the Karakorum Highway in Khunjerab National Park[J]. Pakistan Journal of Zoology, 2012, 44(5): 1452–1457.



《生态科学》新采编系统启用通告

尊敬的作者:

感谢您对《生态科学》刊物的关注! 为了更好地为《生态科学》各位作者服务,《生态科学》编辑部已经启用新的采编系统。从2014年1月1日起, 旧采编系统(<http://ecology.jnu.edu.cn>)停止接收新投稿, 请作者使用新采编系统(www.ecolsci.com)进行投稿。谢谢!

《生态科学》编辑部