

基于景观空间格局的公路景观定量评价指标体系

张 阳,肖 晶,张 可,王天问

(长安大学建筑学院,陕西 西安 710061)

摘 要:针对我国公路景观环境影响评价多以定性分析为主,评价内容庞杂无序,目前尚无统一、规范、切实可行的定量评价方法.通过对我国大量公路景观环境的调查、研究、探析与实践,借鉴景观生态学研究方法,探索在公路沿线景观环境研究范围内,从小尺度上分析景观空间格局,提出选取反映景观空间格局的斑块数量、大小、形状及景观破碎度、景观多样性等指标体系对公路景观环境进行定量评价.并采用该评价指标体系,借助地理信息系统 ArcGis9.2 及景观格局分析软件 Fragstats3.0,对神农架旅游公路景观空间格局特征指标进行计算、评价与分析.

关键词:景观空间格局;景观类型;公路景观;定量评价

中图分类号:U412

文献标志码:A

文章编号:1006-7930(2011)01-0101-05

在我国,公路作为重要的基础设施,其建设对社会经济及区域发展起到了很大的促进作用.但随着公路建设的突飞猛进,由此引起的公路建设大量占用土地、改变地形地貌、扰乱土壤结构、降低生物多样性、破坏植被群落、加剧水土流失、产生视觉污染等环境问题不断加剧.目前主要的解决方法是对建设项目进行环境影响评价,使公路建设对环境的影响尽可能减小.但现行公路环评中,由于景观评价的复杂性、不确定性、多学科性及评价人员专业知识所限,大多采用较为简略的、定性论述分析的方法^[1].作者通过对公路景观环境影响评价的实践与研究,借鉴景观生态学研究方法,提出选取反映景观空间格局的斑块数量、大小、形状及景观破碎度、景观多样性等指标体系对公路景观环境进行定量评价^[2-3].该评价指标体系简便明了、可比性强,较定性描述更为实用科学,在国内外公路景观环境影响评价中尚未见有关这方面的应用实践与研究报道.

1 公路景观空间格局分析与景观类型划分原则

1.1 公路景观空间格局分析

景观空间格局是由自然或人为形成的,一系列大小、形状各异、排列不同的景观要素共同作用的产物,也是各种复杂物理、生物和社会因子相互作用的结果.其直接影响区域景观生态过程,且与景观干扰能力、恢复能力、系统稳定性和生物多样性等有着密切联系^[4-5].

公路景观类型(即区域景观尺度上可分辨的相对同质单元)的划分与研究是公路景观空间格局研究的基础.实际上,公路景观是由多个具有异质性且相对独立的景观单元所组成,这些自然与人工景观单元镶嵌组合、相互作用,形成具有一定空间结构的公路景观环境.

1.2 公路景观类型划分原则

在公路景观环境影响评价中,对于景观单元的分类,应根据所评价公路所处区域的景观特点,按下述原则分类^[3,6]:①必须明确景观单元等级,即根据不同空间尺度或地形图比例确定分类的基础单元;②应体现出景观空间分异与组合,即不同景观间既相互独立又相互联系;③要反映出控制景观形成过程的主要因子;④单元确定和类型归并,前者以功能关系为基础,后者以空间形态为指标;⑤突出体现人类

收稿日期:2010-03-24 修改稿日期:2010-12-12

基金项目:国家西部交通建设科技资助项目(200731822115)

作者简介:张 阳(1962-),女,陕西西安人,副教授,主要从事公路景观及建筑技术等方面的科研教学工作.

活动对景观演化的决定作用。

2 公路景观空间格局评价指标体系

本文采用的公路景观空间格局评价指标能够高度浓缩景观格局信息,反映景观结构组成和空间配置特征,各指标内涵与计算方法如下^[3,7]:

(1) 斑块个数(NP)

$NP = n$;公式说明: NP 等于景观中某类型斑块的总个数 n 。

(2) 平均斑块面积(MPS) 和平均斑块周长(MPE)

$$MPS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} a_{ij} \quad MPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} p_{ij}$$

式中: a_{ij} 为斑块类型 i 中 j 斑块的面积; p_{ij} 为斑块类型 i 中 j 斑块的周长; m 为景观中斑块类型总数; n_i 为斑块类型 i 的斑块个数; N 为景观中所有斑块总数。 MPS 等于景观总面积除以所有斑块总个数; MPE 等于景观总周长除以所有斑块总个数。

(3) 景观比例(LP) $LP = \left(\frac{a_i}{A}\right) \times 100\%$

式中: a_i 为景观类型 i 的总面积; A 为景观总面积。景观比例 LP 表示某类型景观面积占整个景观总面积的百分比。

(4) 平均斑块形状指数(MSI) 和平均斑块分维数(MPF)

$$MSI = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \left(\frac{0.25 p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}} \right)}{N} \quad MPF = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \left[\frac{2 \ln(0.25 p_{ij})}{\ln(a_{ij})} \right]}{N}$$

式中符号含义同上。形状指数说明某一斑块周长与面积同该斑块相等的正方形周长之比;而分维数用来测定斑块形状复杂程度,它与人类对景观管理密切相关。

(5) 景观破碎度指数(B_i) 和分离度指数(F_i)

$$B_i = \frac{n_i}{a_i} F_i = \frac{D_i}{S_i}, \text{其中距离指数 } D_i = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{n_i}{A}}; \text{面积指数 } S_i = \frac{a_i}{A}$$

式中符号含义同上。 B_i 用来描述某类型景观被分割破碎的程度; F_i 反映某类型景观中不同斑块个体分布的离散程度。

(6) 景观丰富度指数(R) 和多样性指数(H)

$$R = m \quad H = - \sum_{i=1}^m P_i \ln(P_i)$$

式中: P_i 为斑块类型 i 在景观中所占面积的比例。式中其他符号含义同上。 R 等于景观中所有斑块类型数 m ; H 等于各斑块类型面积比乘以其值自然对数后和的负值。

(7) 景观优势度指数(D)

$$D = \ln(m) + \sum_{i=1}^m P_i \ln(P_i)$$

式中符号含义同上。优势度 D 表示景观多样性对最大多样性的偏离程度。景观优势度 D 越大,各景观类型所占比例差别也就越大,反映出景观受一种或少数几种优势斑块类型所支配;其值为 0 时,各类型景观比例相等,说明景观中没有明显优势类型且各斑块类型在景观中均匀分布。

3 公路景观空间格局评价指标应用实践

本研究以神农架旅游公路改扩建工程 1:1 000 的土地利用图作为空间信息提取的基本图件,属性数据主要来自该图形文件,并经过现场调查进行核实。采用地理信息系统 ArcGis9.2 对选取的图面资料

全线 5 888 个斑块生成相应多边形数据文件,并利用该软件的空间分析功能和景观格局分析软件 Fragstats3.0 来定量分析该旅游公路景观空间格局特征.按下述步骤,计算出该公路相应的景观空间格局指标.

3.1 神农架旅游公路景观类型分析

在遵循上述公路景观分类原则基础上,根据实际情况和研究目的,本文将神农架旅游公路景观分为 5 种类型,即森林景观、河流景观、人工林景观、道路自身景观和人工建筑景观.具体内容如表 1.

表 1 神农架旅游公路景观类型
Tab.1 Tourist highway landscape types in Shen Nong-jia

景观类型	分类说明
森林景观	指自然生长的针叶林、阔叶林及林灌混合的植被景观,包括疏林地
河流景观	指天然陆地水域景观,包括滩地
人工林景观	指由经济树种组成的景观,包括板栗、柑橘园、茶园、杉木林等
道路自身景观	指独立于各居民点、厂矿等的交通景观
人工建筑景观	指城镇、村落、厂矿等建筑景观

3.2 神农架旅游公路景观空间格局指标计算

根据分类结果,在公路改扩建工程 1 : 1 000 的土地利用图上依不同景观类型标注颜色,在地理信息系统 ArcGis9.2 及景观格局分析软件 Fragstats3.0 的支持下,输出神农架旅游公路景观类型分布状况图及景观空间格局特征指标计算表格.其中景观空间格局特征指标计算结果详见表 2 和表 3.

表 2 神农架旅游公路景观类型空间格局特征指标
Tab.2 Characteristic indices of different highway landscape types in Shen Nong-jia

Landscape type	Patch number	Mean patch area/hm ²	Mean patch Perimeter /m	Percent of landscape /%	Mean shape index	Mean patch fractal dimension	Landscape fragmentation /(1·hm ⁻²)	Landscape isolation
Forest landscape	76	27.816 2	13 207	75.49	6.996 0	1.327 5	0.036 0	4.020 3
River landscape	69	1.778 4	2 458	4.38	3.331 8	1.270 6	0.562 3	72.691 3
Man-made forest landscape	1 326	0.343 1	282	16.25	1.401 1	1.082 5	2.914 6	4.472 8
Road landscape	365	0.189 0	1 081	2.46	6.597 7	1.607 2	5.291 0	56.227 2
Manual building landscape	4 052	0.009 8	38	1.42	1.102 2	1.048 2	102.040 8	29.329 4
Total/ Average	5 888	0.475 6	356	100	1.612 4	1.096 8	2.102 6	

表 3 神农架旅游公路各路段景观空间格局特征指标
Tab.3 Characteristic indices of highway landscape in different route of Shen Nong-jia

Road section	Patch number	Landscape richness index	Mean patch area /hm ²	Mean patch Perimeter /m	Percent of landscape /%	Mean shape index	Mean patch fractal dimension	Landscape fragmen- tation /(1·hm ⁻²)	Landscape diversity index	Landscape deviation index	Landscape dominance index
K0+000—k6+029	490	5	0.700 9	556	12.26	1.857 1	1.109 8	1.426 7	9.750 9	0.689 2	0.920 2
k6+029—k11+319	528	5	0.442 2	445	8.33	1.852 2	1.137 4	2.261 4	13.817 8	0.822 3	0.787 2
k11+319—k19+760	736	5	0.573 7	413	15.07	1.582 4	1.085 5	1.743 1	6.472 0	0.663 6	0.945 8
k19+760—k28+895	531	5	0.836 0	521	15.84	1.664 2	1.096 0	1.196 2	7.247 1	0.637 4	0.972 1
K28+895—k36+070	523	5	0.817 7	424	15.27	1.587 7	1.085 1	1.222 9	7.579 9	0.591 5	1.017 9
k36+070—k42+866	912	5	0.403 3	364	13.13	1.630 5	1.101 5	2.479 5	6.674 6	0.904 5	0.705 0
k42+866—k49+044	1 474	5	0.258 1	280	13.58	1.452 9	1.092 2	3.874 5	5.075 7	0.985 1	0.624 4
k49+044—k52+968	707	5	0.258 0	319	6.52	1.471 0	1.084 3	3.876 0	15.286 3	1.098 8	0.510 7
Total/ Average	5 901	5	0.474 7	386	100	1.598 9	1.097 1	2.106 5		0.796 1	0.813 4

3.3 神农架旅游公路景观空间格局分析

(1)数量结构特征:从表2可以看出,就斑块数量来说,神农架旅游公路沿线人工建筑景观数量最多,河流景观最少,次少的是森林景观;从景观面积比例看,森林景观最大,人工建筑景观最小;从破碎度看,人工建筑景观最高,森林景观最低。由此可见,森林景观的高景观比例与低斑块数量及破碎度是该研究区域的典型地域景观类型;人工建筑景观的高斑块数量与低面积比例的结构特征则表明该类景观破碎化程度最高,也印证斑块数量指标大小与景观破碎度有很高的正相关性。

(2)形状结构特征:从表2可以看出,道路和森林景观形状指数与分维数较高,河流景观次之,人工林和人工建筑景观形状指数与分维数较小。因为形状指数与分维数是用来说明斑块周长的发达程度和斑块形状的复杂程度,由此可见,道路和森林景观形状最复杂,这主要取决于周边自然地貌的形态,而人工林和人工建筑这两种景观形状指数、分维数较小,则反映其受人类社会经济活动影响较大。

(3)多样性与优势度:多样性和优势度指数从不同侧面反映景观空间结构的丰富程度和受一种或几种景观类型支配的程度,对景观系统的稳定性产生直接影响。从表3可以看出,神农架旅游公路沿线各路段景观多样性不太高,平均多样性指数为0.7961,而优势度指数相对较高,为0.8134,说明公路沿线少数景观类型占一定优势,结合景观比例,明显可见该旅游公路沿线景观受森林支配程度高,而景观稳定性较为脆弱,容易受人为干扰的影响,视觉环境阈值低。如果该类景观保护得好,以自然森林为主的空间格局对维护整个研究区景观系统的稳定,表现区域景观特色起非常重要的作用。

4 结 语

(1)建立在景观生态学基本原理指导下,以地理信息系统为手段的公路景观定量评价指标体系能够系统、定量、客观、深入的评价、分析、探讨、研究公路景观环境。

(2)公路景观空间格局不仅反映公路沿线的生态环境、自然环境、人文环境,同时与公路景观抗干扰能力、恢复能力、稳定性及人类活动痕迹等有着密切的联系,而且对公路沿线的视觉环境质量产生直接影响。

(3)通过对神农架旅游公路景观空间格局的调研、分析与评价实践,可见该方法可比性强、简便明了,对我国公路建设项目景观环境质量评价、建设、保护、管理等领域具有重要的理论与应用价值。

参考文献 References

- [1] 张阳,王天问,崔永峰.基于生态基础的公路景观规划设计[J].长安大学学报:自然科学版,2008,28(5):45-47.
ZHANG Yang, WANG Tian-wen, CUI Yong-feng. Plan and design of highway landscape based on ecosystem[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2008, 28(5): 45-47.
- [2] MEITNER M. J. Scenic beauty of river views in the Grand Canyon: relating perceptual judgments to locations[J]. Landscape and Urban Planning, 2004(68): 3-13.
- [3] 王天问. 旅游公路景观空间格局与景观美学关系研究[D]. 西安: 长安大学, 2008.
WANG Tian-wen. Research on the relationship between landscape spatial pattern and landscape aesthetics of tourist highway[D]. Xi'an: Chang'an University, 2008.
- [4] HUSLSHOFF R M. Landscape indices describing a Dutch landscape[J]. Landscape Ecology, 1995, 10(2): 331-334.
- [5] 肖笃宁, 布仁仓, 李秀珍. 生态空间理论与景观异质性[J]. 生态学报, 1997, 17(5): 453-456.
XIAO Du-ning, BU Ren-cang, LI Xiu-zhen. Ecology spatial theory and landscape heterogeneity[J]. Journal of Ecology, 1997, 17(5): 453-456.
- [6] 王琳. 南通市景观格局与景观生态规划研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2006.
WANG Lin. Study on landscape pattern and landscape ecological planning of nantong. Nanjing: Nanjin Normal University, 2006.
- [7] 欧阳勋志. 婺源森林景观美学评价及其对生态旅游影响的研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2004.
O'yang xun zhi. A study on easthetic evaluation and impact on ecologlcal tourism of forest landscape in Wuyuan county. Nanjing: Nanjin forestry University, 2004.

Quantitative evaluation index system of highway landscape based on landscape spatial pattern

ZHANG Yang, XIAO Jing, ZHANG Ke, WANG Tian-wen

(School of Architecture, Chang'an University, Xi'an 710061, China)

Abstract: In view of the evaluation of environmental influence, based on the analysis of quality on highway landscape in China and the confusing content of evaluation, there is no uniform, normative and feasible method for quantitative evaluation. Through investigation, research, and practice of a large number of environmental highway landscape, the research method can be used for our reference landscape ecology. To explore the on landscape environment along the highway, this paper analyzed landscape spatial pattern in small scale, chose some index systems such as the number patches, size and scale of landscape spatial pattern, the landscape crake index and landscape richness index to evaluate highway landscape environment quantitatively. Meanwhile, the paper used an evaluation index system, drew the support from ArcGis9.2 (geographical information system) and Fragstats3.0 (The landscape pattern analysis software) in calculating, evaluating and analyzing the index of feature on the spatial pattern tourist highway landscape of Shen Nong-jia.

Key words: *landscape spatial pattern; landscape type; highway landscape; quantitative evaluation*

Biography: ZHANG Yang, Associate Professor, Xi'an 710061, P. R. China, Tel: 0086-13629284859, E-mail: great-mebo@sina.com.

(上接第 084 页)

- [5] 张 颖, 钱晓敏, 张钱丽, 等. 固相微萃取—加压毛细管电色谱测定痕量丙烯酰胺[J]. 常熟理工学院学报, 2007, 21(10): 65-69.

ZHANG Ying, QIAN Xiao-min, ZHANG Qian-li, et al. Determination of acrylamide by joint utilization of solid phase micro-extraction and pressurized capillary electrochromatography[J]. Journal of Changshu Institute of Technology[J]. 2007, 21(10): 65-69.

Determination of trace acrylamide in water by ultrasonic extraction of activated carbon capillary gas chromatography

WANG Feng-hui¹, TANG Jian-xin², WEI Wei²

(1. Xi'an Water Operation Co., Ltd., Xi'an 710082, China;

2. Scholl of Envir. and Muni Eng, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China)

Abstract: An ultrasonic extraction of activated carbon-capillary gas chromatography method is established for the determination of trace acrylamide in water by comparing and optimizing ethyl acetate liquid-liquid extraction, agilent ODS-C18 solid phase extraction column (500 mg, 6 mL) extraction with ultrasonic extraction of activated carbon. The results showed that ultrasonic extraction of activated carbon was the best for extraction of water samples generally, which was demonstrated through the precision, reproducibility and recovery experiments. The detection limit of the method was 0.05 $\mu\text{g/mL}$. This method is desirable for high sensitivity and good reproducibility, and it can be applied to determine the trace acrylamide.

Key words: *acrylamide; gas chromatography; activated carbon; ultrasound*

Biography: WANG Feng-hui, Senior Engineer, Xi'an 710082, P. R. China, Tel: 0086-029-88633810; E-mail: wfhui8695@126.com