

北京山区景观功能评价

——以北京市怀柔区为例

谢花林¹, 李 波¹, 刘黎明², 杨 波¹

(1. 北京师范大学资源学院, 北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875;

2. 中国农业大学土地资源管理系, 北京 100094)

摘 要: 根据山区景观所具有的 3 层次功能和指标体系选取的原则, 从美学、社会、生态 3 个方面, 初步构建了 4 个层次的评价指标体系。在此基础上建立综合评判模型, 应用于北京市怀柔区 9 个乡镇, 得到如下结果: 景观功能评价综合指数处在“较好”标准的有宝山镇和怀北镇; 在“一般”标准的有喇叭沟门乡、雁栖镇、九渡河镇、长哨营乡; 处在“较差”标准的有渤海镇、玻璃庙镇、汤河口镇。评价结果基本与实际相符, 说明建立的评价指标体系与模型是可行的。

关键词: 山区景观; 景观功能评价; 指标体系

中图分类号: Q 149; F 509; X32

文献标识码: A

由于受自然条件、经济规律的制约以及传统观念的影响, 北京山区的社会经济发展水平远远落后于平原地区, 人口、资源、环境与发展之间的矛盾较其他地区更为尖锐。因此, 研究山区的可持续发展问题, 探索实现“经济要发展、资源要保护、环境要改善”的路子, 具有特殊重要性和必要性^[1]。山区景观功能评价作为山区景观规划与设计的基础工作之一, 其根本任务就是对山区景观所发挥的经济功能、社会功能、生态功能和美感功能进行合理评价, 揭示现有山区景观中存在的问题和确定将来发展的方向, 为山区景观规划与设计提供依据。因此, 山区景观功能评价研究对于促进山区景观整治, 改善山区环境, 使山区发挥合理的地域功能, 具有重要的理论意义和实践意义。

1 功能评价指标体系的构建

1.1 指标选取的依据与原则

1.1.1 北京山区景观的特点

北京山区面积广大, 地形复杂, 因而其景观类型具有多样性。其中, 以丰富的林地景观、旅游景观等尤为突出。虽然北京山区景观开发程度不高, 人类活动的影响较弱, 但由于历史上的长期利用, 原始生态系统已演替为次生生态系统。目前多数地区植被稀疏, 山高坡陡, 土层瘠薄, 加之不合理的经济活动, 使环境恶化日趋严重。尤其是西部山区, 与西北部山区和东北部山区相比, 土层更薄、植被覆盖度更低、水土流失更为严重, 泥石流等灾害时有发生。因此, 山区景观功能评价的指标体系应充分考虑北京山区的特点, 结合评价区的实际情况, 选取相应的指标。

1.1.2 北京山区景观的功能

根据北京山区的地理区位、资源、环境特点及首都整体功能要求, 其功能应有以下 3 个层次的功能: 一是生产功能(林果基地、绿色食品和特色食品生产区); 二是生态效应功能(生态环境屏障及水源涵养

收稿日期(Received date): 2004- 04- 11; 改回日期(Accepted): 2004- 06- 20。

基金项目(Foundation item): 国家基础研究重点发展规划项目, 项目编号: G2000018607 [funded by National key basic research project, No. G2000018607]

作者简介(Biography): 谢花林(1979-), 男, 汉族, 江西莲花县人, 博士生, 研究方向为景观生态学、可持续农业、生态规划等。[XIE Hualin, doctor candidate, mainly working on the following fields: Landscape ecology, sustainable agriculture and ecological planning. E-mail: xieh12000@163.com]

地); 三是游闲功能(旅游和休闲地)。

1. 1. 3 人们普遍的审美标准

例如久居高楼如林、车声嘈杂的城市人们, 期盼着亲近自然、返回自然, 旅游农业、观光农业孕育而生。据 Antrop^[2]的分析, 大多数人所知的景观正向美学评价有: ①多样性和变化性, 景观类型的多样性和时空动态变化; ②清洁性, 景观系统的清新、洁净与健康; ③安静性, 景观的静寂、幽美; ④持续性和自然性, 景观的开发利用体现可持续思想, 保持其自然特色; ⑤运动性, 包括景观的可达性和生物在其中的移动自由; ⑥合适的空间尺度, 景观结构的适量有序化; ⑦有序化是对景观要素组合关系和人类认知的一种表达, 适量有序化而不要太规整可使得景观生动, 即具有少量的无序因素反而是有益的。

1. 1. 4 指标体系应具有的层次性

指标体系应根据研究系统的结构分出层次, 由宏观到微观, 由抽象到具体, 如构建目标层—准则层—指标层的结构, 并在此基础上进行指标分析。这样可以使指标体系结构清晰, 易于使用。

1. 2 指标体系的总体框架

国外对景观评价的指标体系和评价方法研究较为深入: 如德国的Steinhardt^[3]描述了景观评价与规划的几个等级层次, 并用模糊评判理论进行中小尺

度上的景观评价实例研究; 韩国的 Sung 等人^[4]用 GIS 和人工神经网络评价山区景观的美学价值, 并预测了山区景观的发展趋势; Gulinck 等人^[5]从完整性、多样性、视觉质量三方面选取了城市化度、文化持续性、农业生产潜力、生态恢复潜力、土地利用适宜性、破碎度、物种丰富度、自然恢复潜力、旅游潜力等指标, 并对西班牙的 Madrid 地区进行了实例研究。欧盟确定的景观可持续发展的指标体系(分为生物环境质量、社会环境质量、文化环境质量三大类)^[6]。国内对这方面的研究主要侧重于景观评价的风景资源评价方面^[7-8]和景观生态评价方面^[9-11], 没有综合考虑景观所具有的生态效应功能、美感效应功能和生产功能。

本文根据上述指标选取的原则, 并考虑到前面所述国内外有关景观评价的各种方法, 构建了4个层次的山区景观功能评价指标体系。第1层次是目标层(Object), 也即评价目标, 即功能评价综合指数; 第2层次是项目层(Item), 包含山区景观3层次功能: 社会效应功能、生态效应功能、美感效应功能; 第3层次是评价因素层(Factor), 即每一个评价准则具体有哪些因素决定; 第4层次是指标层(Indicator), 即每一个评价因素有哪些具体指标来表达。具体结果见表1。

表 1 山区景观功能评价指标体系
Table 1 Index system of functional evaluation of mountain landscape

目标层(Object)	项目层(Item)	因素层(Factor)	指标层(Indicator)
功能评价综合指数 (A)	社会效应功能(B ₁)	经济活力性(C ₁)	单位面积产值(D ₁)、人均纯收入(D ₂)、年人均纯收入增长率(D ₃)
		社会认同性(C ₂)	农林产品商品率(D ₄)、农林产品供求状况(D ₅)
	生态效应功能(B ₂)	生态稳定性(C ₃)	森林覆盖率(D ₆)、土地退化面积率(D ₇)、水土流失率(D ₈)、自然灾害发生频率(D ₉)
		异质性(C ₄)	Shannon 多样性指数(D ₁₀)、景观优势度指数(D ₁₁)、景观破碎化指数(D ₁₂)
	美感效应功能(B ₃)	自然性(C ₅)	绿色覆盖度(D ₁₃)、农地景观面积比(D ₁₄)
		环境状况(C ₆)	地面垃圾的处理率(D ₁₅)、区域环境噪声(D ₁₆)、水体质量指数(D ₁₇)、大气质量指数(D ₁₈)
		奇特性(C ₇)	地形地貌奇特度(D ₁₉)、名胜古迹丰富度(D ₂₀)、古迹胜地知名度(D ₂₁)
		视觉多样性(C ₈)	景观类型相对丰富度(D ₂₂)、地形地貌多样化(D ₂₃)

注: 绿色覆盖度指区域内植被和水域的面积与区域总面积的百分比; 农地景观面积比指区域内农用地景观(耕地景观、园地景观、草地景观) 面积与区域总面积的百分比; Shannon 多样性指数、景观优势度指数、景观破碎化指数、相对均匀度、景观类型相对丰富度的表达方法参阅文献[12]。

2 山区景观功能评价方法

2.1 指标权重的确定

确定权重的方法有多种,如 Delphi 法、AHP 法、主成分分析法等。本文运用定性与定量综合集成方法来确定权重,即采用 AHP 法、结合专家咨询,确定项目层、因素层、指标层各指标的权重如下:

项目层: $B_1(0.30)$ 、 $B_2(0.38)$ 、 $B_3(0.32)$;

因素层: $C_1(0.54)$ 、 $C_2(0.46)$ 、 $C_3(0.65)$ 、 $C_4(0.35)$ 、 $C_5(0.28)$ 、 $C_6(0.21)$ 、 $C_7(0.26)$ 、 $C_8(0.25)$;

指标层: $D_1(0.27)$ 、 $D_2(0.45)$ 、 $D_3(0.28)$ 、 $D_4(0.44)$ 、 $D_5(0.56)$ 、 $D_6(0.24)$ 、 $D_7(0.27)$ 、 $D_8(0.25)$ 、 $D_9(0.24)$ 、 $D_{10}(0.35)$ 、 $D_{11}(0.34)$ 、 $D_{12}(0.31)$ 、 $D_{13}(0.57)$ 、 $D_{14}(0.43)$ 、 $D_{15}(0.44)$ 、 $D_{16}(0.28)$ 、 $D_{17}(0.10)$ 、 $D_{18}(0.18)$ 、 $D_{19}(0.31)$ 、 $D_{20}(0.33)$ 、 $D_{21}(0.36)$ 、 $D_{22}(0.65)$ 、 $D_{23}(0.35)$ 。

2.2 评价指标的量化与标准化处理

为了便于比较,我们根据各因素、因子的作用性质及表现形式,采用以下 2 种方法对评价指标进行量化及标准化处理:

1. 定量评价指标中,①对于经济活力性指标借鉴美国斯坦福大学社会学家英克尔斯教授提出的现代化 10 项标准、联合国社会发展研究所 1990 年提出的按贫富区分的社会指标体系 21 项国际标准,同时参考我国统计局提出的小康社会指标,即单位面积产值为 2×10^6 元/ km^2 、人均纯收入为 7 000 元/人、年人均纯收入增长率为 7%。以上数据即为评价的标准值。对于环境状况指标严格执行国家一级环境标准,即地面垃圾的处理率为 100%、区域环境噪声低于 45 dB、水体质量指数低于 0.02、大气质量指数低于 0.01,以上数据即为评价的标准值;对于正向指标的评分值计算,即用该指标的实际调查值去除以该指标的标准值,对于逆向指标(即该指标取值越小越好时)则用该指标的标准值去除以该指标的实际调查值,即得到该指标的实际评分值。②其他可度量的指标量化及标准化处理,我们采用下式计算:

$$W_i = a_i / \max\{a_i\} \text{ (正向指标)}$$

或
$$W_i = a_i / \min\{a_i\} \text{ (负向指标)}$$

式中 W_i 为第 i 个因素的评分值; a_i 为第 i 个因素的实际调查值。若是评价某一特定区域,即以全国该类型区域某指标的最大值(正向指标)即 $\max\{a_i\}$

或最小值(负向指标)即 $\min\{a_i\}$ 作为评价的标准值。

2. 对于定性评价指标如农林产品供求状况、地形地貌奇特度、名胜古迹丰富度、古迹胜地知名度等指标按专家评分法来确定。首先将每一项指标分为优(A)、良(B)、中(C)、低(D)、差(E) 5 个等级,每个等级系数分为 1.0、0.8、0.6、0.4、0.2。然后由评估专家组(5 人以上)的各位专家按照评价指标所考核的内容,进行打分,最后根据下式计算该评价指标的评分值:

$$\text{定性指标的评分值} = \sum \text{每位评议专家选定等级系数} / \text{评议专家人数}$$

2.3 综合评价模型

本次研究采用多目标线性加权函数法,即常用的综合评分法。山区景观功能评价指标体系中的每一单项指标,都是从不同侧面来反映区域景观的状况,要想反映全貌还需从指标层向目标层逐步进行综合评价,具体步骤如下:

1. 因素层的公式为

$$F = \sum_{i=1}^M (W_i \times D_i)$$

式中 F 为因素层某个因素的指标值; W_i 为某因素在指标层第 i 个指标的指标值; D_i 为某因素在指标层第 i 个指标的权重; M 为某因素在指标层中所包含指标的个数。

2. 项目层的公式为

$$I = \sum_{j=1}^N (F_j \times C_j)$$

式中 I 为项目层某个项目的指标值; F_j 为某项目在因素层第 j 个因素的指标值; C_j 为某项目在因素层第 j 个因素的权重; N 为某项目在因素层中所包含因素的个数。

3. 目标层的公式为

$$O = \sum_{t=1}^T (I_t \times B_t)$$

式中 O 为总得分(即目标层景观功能评价价值); I_t 为目标层第 t 个项目的指标值; B_t 为目标层第 t 个项目的权重; T 为目标层在项目层中所包含项目的个数。

按上述公式即可得出评价结果,参照国内外的各种综合指数的分组方法,对目标层进行评判集标准的确定(表 2)。

表 2 山区景观功能评判标准

Table 2 Criterion of mountain landscape function evaluation

综合评估值	> 0.75	0.45~0.75	0.35~0.45	0.25~0.35	< 0.25
评判标准	优异	较好	一般	较差	很差

3 实例分析

3.1 研究区概况

怀柔区是北京市的远郊区,地处燕山南麓,北京东北部,40°14′~41°04′N,116°17′~116°55′E。东临密云县,南与顺义、昌平区相连,西与延庆县搭界,北与河北省赤城县、丰宁县、滦平县接壤。怀柔区地域面积 2 128.7 km²,山区占 88.7%,地形南北狭长,呈哑铃状,南北长 128 km,东西最窄 11 km。地势北高南低,以著名的万里长城为界,北群山,南偃平原,层次鲜明地分为深山、浅山、平原地区。境内最高点海拔 1 705 m,最低点海拔仅 34 m。怀柔属

暖温带大陆性季风型半湿润气候,四季分明,雨热同期,夏季暖热湿润,冬季寒冷少雪。全年日照时数为 2 748~2 878 h,年平均气温 9~13℃,积温 2 800~4 610℃。无霜期 170~200 d。年降水 600~700 mm,主要集中在 6~8 月。怀柔地处首都饮用水源保护区,境内有 4 级以上河流 17 条,大小水库 22 座,山泉 774 处。年水资源总量 $8.6\times 10^8\text{ m}^3$,占全北京市水资源总量的 1/5。地表水质量达到国家二级标准。旅游景点和水系分布见图 1。

3.2 数据来源

本研究所涉及的数据资料的获取主要基于以下几方面的途径:(1)对于单位面积产值、人均纯收入、年人均纯收入增长率,森林覆盖率、土地退化面积



图 1 怀柔区旅游景点和水系分布略图

率、水土流失率、自然灾害发生频率等指标值直接来源于怀柔区 2001 年国民经济统计资料汇编^[13]; (2) 对于 Shannon 多样性指数、景观优势度指数、景观破碎化指数等景观指数值根据 2001 年的怀柔区土地利用现状图, 利用 fragstats 2.0 计算得出; (3) 对于农林产品供求状况、地形地貌奇特度、名胜古迹丰富度、古迹胜地知名度、地形地貌多样化等定性指标, 2001 年通过邀请 10 名专家根据研究区的实际情况, 选定等级系数, 利用相关公式计算。

3.3 评价结果与分析

根据上述山区景观功能评价的指标体系和评价方法, 选择怀柔区北部的喇叭沟门乡、长哨营乡、九渡河镇、怀北镇、宝山镇等 9 个乡镇作为评价对象, 这 9 个乡镇以山地为主。得出 9 个乡镇的景观功能评价结果(表 3, 图 2)。

表 3 怀柔区 9 个乡镇景观功能评价结果

Table 3 The result of comprehensive landscape evaluation of nine towns in Huairou District

乡镇名	社会效应功能	生态效应功能	美感效应功能	综合评价值
Name of town	Social function	Ecological function	Aesthetic function	Value of integrate evaluation
喇叭沟门乡	0.310	0.485	0.394	0.403 4
雁栖镇	0.501	0.365	0.386	0.412 5
九渡河镇	0.537	0.315	0.454	0.426 1
渤海镇	0.299	0.279	0.338	0.303 9
宝山镇	0.595	0.452	0.364	0.466 7
汤河口镇	0.342	0.331	0.332	0.334 6
琉璃庙镇	0.278	0.402	0.245	0.314 6
怀北镇	0.603	0.348	0.478	0.466 1
长哨营乡	0.328	0.466	0.426	0.411 8

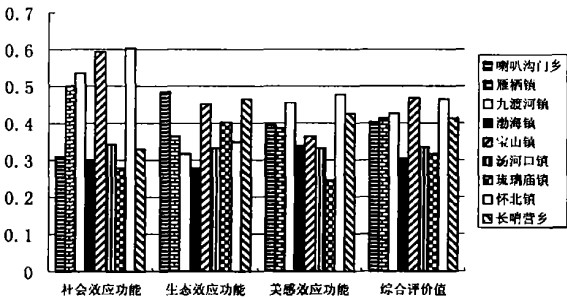


图 2 怀柔区 9 个乡镇景观功能评价结果比较图

Fig. 2 Comparative chart of functional evaluation of landscape of nine towns in Huairou District

从表 3 和图 2 看, 景观的社会效应功能方面, 怀北镇最大, 为 0.603, 其次为宝山镇, 0.537。目前琉璃庙镇的数值仅为 0.278, 在 9 个乡镇中是最低的, 其原因主要是琉璃庙镇林业还停留在传统林业生产上, 农林产品结构不合理, 农林产品商品率低。而怀北镇、宝山镇之所以名列前茅, 则得益于其产业结构的调整, 农林产品结构合理, 发展特色林果业和旅游业, 使得人均纯收入、单位面积产值、农林产品商品率等指标值较高。

景观的生态效应功能方面, 排在前面的喇叭沟门乡为 0.512, 比最低的渤海镇高出 0.206。七道河乡之所以落后, 主要是由于该乡的土地退化面积率、水土流失率和自然灾害发生频率等指标值较低, 使得景观的生态稳定性方面较低; 同时由于不断的城市化使得 Shannon 多样性指数和景观优势度指数指标值也较低, 使得异质性表现较差。

景观的美感效应功能方面, 怀北镇最大为 0.478, 而琉璃庙镇最小。怀北镇之所以最大是它有百泉山风景区、青龙峡、九谷山自然风景区、神堂峪自然风景区等多处旅游景点, 同时著名的雁栖湖也坐落于此, 使得绿色覆盖度、地形地貌奇特度、景观类型相对丰富度和地形地貌多样化等指标值较高, 自然性、视觉多样性、奇特性方面表现为“较好”的等级。

从表 2、表 3 可以看出, 景观功能评价综合指数处在“较好”标准的有宝山镇和怀北镇, 其中宝山镇排在第一位。宝山镇之所以名列第一主要是因为该镇以建设特色农林产品生产加工基地为目标, 不断加大农业结构调整力度, 坚持以市场为导向, 以绿色为基点, 大力发展养殖业和经济作物, 促进一产业向二三产业延伸, 加快优质特色农产品生产加工基地建设, 发展精品、加工、观光、创汇农业, 积极推进产业化经营。另一方面宝山镇在生态质量、美感效果方面也做得很出色。景观功能评价综合指数处在“一般”标准的有喇叭沟门乡、雁栖镇、九渡河镇、长哨营乡。景观功能评价综合指数处在“较差”标准的有渤海镇、琉璃庙镇、汤河口镇。渤海镇、汤河口镇之所以较差主要原因是生态效应功能方面远远落后其他乡镇。

通过上面的分析可知, 北京市怀柔区山区景观要想达到“优异”这一标准, 还需要做大量的工作来全面提升景观质量, 如开展景观规划与设计, 针对现状景观功能评价中暴露的环境、生态、美学问题, 加

大投入, 进行生态恢复和重建, 功能组团设计, 生态社区建设及园林建设等设计, 试图以最具操作性的方案来规整山区环境, 建立具有时代感同时体现乡土风情的景观整体。

参考文献(References):

- [1] Fan Ziwen. Preliminary study on the sustainable development of the mountainous area in Beijing[J]. *Chinese agricultural resources and section*, 1998, **19**(1): 58~ 62. [范子文. 北京山区可持续发展研究[J]. 中国农业资源与区划, 1998, **19**(1): 58~ 62.]
- [2] Antrop, M. Background concepts for integrated landscape analysis. Agriculture[J]. *Ecosystem and Environment*, 2000, **77**(3), 1~ 17.
- [3] Steinhardt, U. Applying the fuzzy set theory for medium and small scale landscape assessment [J]. *Landscape and Urban planning*, 1998, **41**: 203~ 208.
- [4] Sung, D. G. Scenic evaluation of landscape for urban design purpose using GIS and ANN [J]. *Landscape and Urban planning*, 2001, **56**: 75~ 85.
- [5] Gulink, H. A framework for comparative landscape analysis and evaluation based on land cover data, with an application in the Madrid region (Spain) [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2001, **55**: 257~ 270.
- [6] Van, D B. The influence of planned change context on the evaluation of natural landscapes[J]. *Landscape and Urban Planning*, 1998, **43**: 1~ 10.
- [7] Yu Kongjian. Landscape: Culture, Ecology, and Apperceive [M]. 1998, Beijing: Science Press. [俞孔坚. 景观: 文化、生态与感知 [M]. 北京: 科学出版社, 1998.]
- [8] Xie Hualin, Liu Liming. Research on the esthetic evaluation of rural landscape[J]. *Economic geography*, 2003, **23**(3): 423~ 426. [谢花林, 刘黎明. 乡村景观美感评价研究[J]. 经济地理, 2003, **23**(3): 423~ 426.]
- [9] Li Zhen. Eco-evolutionary analysis of GuangZhou suburban landscape [J]. *Chinese journal of applied ecology*, 1997, **8**(6): 633~ 638. [李贞. 广州市城郊景观的生态演化分析[J]. 应用生态学报, 1997, **8**(6): 633~ 638.]
- [10] Xiao Duning, . Zhong Linsheng. Ecological principle of landscape classification and assessment[J]. *Chinese journal of applied ecology*, 1998, **9**(2): 217~ 221. [肖笃宁, 钟林生. 景观分类与评价的生态原则[J]. 应用生态学报, 1998, **9**(2): 217~ 221.]
- [11] Zhang Jiexian, Lu Jun. Evaluation of red soil ecosystem in Hilly Land and discussion of its eco-model[J]. *Jour. of Zhejiang for. Sci. & tech.*, 1998, **18**(6): 54~ 57. [张吉先, 陆军. 红壤丘陵生态系统的评价及其生态模型探讨[J]. 浙江林业科技, 1998, **18**(6): 54~ 57.]
- [12] Wu Jianguo. Landscape: Pattern, Process, Scale and Grade [M]. 2000, Beijing: Higher Education Press. [邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.]
- [13] Statistic Bureau of Huairou District. Statistic Materials of Economy of Huairou District (2001) [Z]. [怀柔区统计局. 怀柔区国民经济统计资料汇编 (2001 年度).]

Functional Evaluation of Mountain Landscape

——A Case Study of Huairou District, Beijing City

XIE Hualin, LI Bo¹, LIU Liming², YANG Bo¹

(1. School of Resource Science, Beijing Normal University, Key Lab. of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education, Beijing 100875, China;

2. Department of Land Resources Management, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract: Based on three functions of mountain landscape and the principle of choosing index system, the paper designed an four-hierarchical index system of evaluation including object, item, factor and indicator from the social effects, ecological quality and the aesthetical effects. Based on this, the model of evaluation was constructed and was applied to nine towns in Huairou District, Beijing City. Results are as follows: the result of evaluating Baoshan Town and Huaibei Town was relatively good. The result of evaluating Labagoumen Town, Yaxi Town, Jiuduhe Town and Changshaoying Town is ordinary. The result of evaluating other towns is not good. The results are basically consistent with facts, so the index system and model of evaluation are feasible.

Key words: mountain landscape; functional evaluation of landscape; index system