

# 基于景观指数的九寨沟旅游区旅游干扰评价\*

钟 静<sup>1</sup> 张 捷<sup>2\*\*</sup>

(<sup>1</sup> 南京财经大学工商管理学院, 南京 210046; <sup>2</sup> 南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210093)

**摘 要** 旅游活动对景观格局的影响是旅游干扰的重要体现, 景观指数则是反映景观格局变化的定量指标。为评价旅游干扰, 本文选取景观指数, 综合旅游利用幅度和旅游利用强度两方面, 构建旅游干扰度指标, 并将该指标用于九寨沟旅游区旅游干扰的评价。评价过程中, 首先选取旅游区 QuickBird 遥感影像, 并运用 3S 技术实施影像解译和分区 (1~5 区), 5 个分区海拔递增且垂直距离相等, 然后计算各分区的旅游干扰度。结果表明: 从 1 区到 5 区, 旅游利用幅度相同, 旅游利用强度总体呈递减趋势, 因此, 旅游干扰度总体呈递减趋势。具体来说, 2 区最大, 其次为 1 区和 3 区, 4 区和 5 区较小。各分区旅游干扰度和平均斑块分维数之间无显著相关性, 说明旅游干扰在改变土地利用形态方面作用不显著。

**关键词** 景观指数; 旅游干扰; 九寨沟旅游区

**中图分类号** P901 **文献标识码** A **文章编号** 1000-4890(2011)6-1210-07

**Tourism disturbance assessment of Jiuzhaigou Tourism Area based on landscape metrics.**

ZHONG Jing<sup>1</sup>, ZHANG Jie<sup>2</sup> (<sup>1</sup>Business Administration Department, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210046, China; <sup>2</sup>School of Geography and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China). *Chinese Journal of Ecology*, 2011, 30(6): 1210–1216.

**Abstract:** The impact of tourism activity on landscape pattern is an important reflection of tourism disturbance, while landscape metrics are the quantitative indices in reflecting the changes of landscape pattern. In order to evaluate tourism disturbance, this paper selected landscape metrics to construct a tourism disturbance degree index with the consideration of tourism use extent and intensity. The index was then applied to evaluate the tourism disturbance in Jiuzhaigou tourism area. During the evaluation process, QuickBird image of the tourism area was selected, and 3S technology was used in the image interpretation and the tourism area partitioning (sub-areas 1–5). From the sub-area 1 to sub-area 5, the elevation was ascending, and the vertical distance of each sub-area was the same. Then, the tourism disturbance degree of each sub-area was calculated. The results indicated that from sub-area 1 to sub-area 5, the tourism use extent was the same but the tourism use intensity showed a decreasing trend, and thereby, the tourism disturbance degree had an overall decrease. Specifically, the tourism disturbance degree of sub-area 2 was the largest, followed by sub-areas 1 and 3, while those of sub-areas 4 and 5 were the smallest. As to each sub-area, the tourism disturbance degree didn't have significant relationship with the mean patch fractal dimension, which demonstrated that the tourism disturbance had no significant effects on the land use pattern.

**Key words:** landscape metric; tourism disturbance; Jiuzhaigou Tourism Area.

旅游干扰是指旅游活动对自然环境的干扰程度。目前国内外对旅游干扰的研究多集中于旅游干扰对生态系统要素的影响。从国外研究来看, 研究内容侧重于旅游干扰对植被和动物的影响。Kerbi-

riou 等(2008)以法国西部 Iroise 自然保护区为例, 评估了旅游践踏对稀有种、植物群落和景观结构的影响。在对动物影响的研究方面, 主要探讨了旅游干扰与动物生长繁殖特征和种群分布关系 (McClung *et al.*, 2004; Ellenberg *et al.*, 2007; Martin *et al.*, 2008)。旅游干扰研究在国外的地区规划中也得到了应用。Geneletti (2008) 运用 GIS 技术和因子

\* 国家自然科学基金项目 (40371030 和 40801054) 资助。

\*\* 通讯作者 E-mail: jiezhang@nju.edu.cn

收稿日期: 2010-12-03 接受日期: 2011-01-28

分析法,从生态系统损失和破碎、土壤侵蚀、地貌损害、对动植物干扰和可视性方面,综合反映研究区规划为滑雪场地对周边环境的影响。国内对旅游干扰的研究侧重于植被和土壤的变化,研究过程中,多采用样方或样带的调查方法,运用多个生态学指标,对不同干扰强度下的植被和土壤特征开展比较研究。植被变化研究方面,常采用单项指标和综合指标评价植被特征,单项指标如高度、盖度、物种数等,综合指标包括物种丰富度指数、多样性指数、均匀度指数和重要值等。研究中所选取的植被类型包括草本层植物(巩劫等,2009a)、草甸群落(程占红等,2004;张桂萍等,2005,2008;武俊智等,2007;李永亮等,2010)、黄山松群落(吴甘霖等,2006)、岷江冷杉林林下植物(朱珠等,2006)等。除比较不同干扰强度下的植被特征外,部分研究人员还探讨了旅游区植被对某种干扰方式的敏感性,如对六盘山地区不同类型植被对人类旅游践踏干扰敏感性的研究(武国柱等,2008;席建超等,2009)。土壤研究方面,研究人员运用相关指数,如土壤容重、非毛管孔隙度、含水率、pH 值、土壤有机质含量等,对旅游区内不同景点或地区土壤的物理化学性质变化开展了研究,研究结果大都认为高强度旅游干扰下土壤理化性质变化显著(孔祥丽等,2008;李灵等,2009;张力圆等,2009;巩劫等,2009b;张昆等,2009)。

从九寨沟地区已有的旅游研究来看,研究内容主要集中在旅游客源市场及旅游客流(张捷等,1999a,1999b)、旅游生态足迹(章锦河等,2005)、旅游业发展对九寨沟保护区的影响(章小平等,2010)、旅游地居民感知与态度(卢松等,2008;李东和等,2008;程绍文等,2010;史春云等,2010)、旅游地植被景观变化(郝云庆等,2009)、旅游地建筑景观(李娜和张捷,2009)、旅游地可进入性评价(王岚等,2010)等方面,对九寨沟地区整体旅游干扰的评价研究较少。

总体来说,现阶段的旅游干扰研究,大多是在干扰程度已知的情况下,研究植被和土壤的变化,对旅游干扰自身的评价研究较少。虽然可以通过距离游径的远近、是否为旅游活动核心区等方面来大致估计旅游干扰的大小,但是对旅游干扰的评价研究仍然是十分必要的,这对于旅游地的可持续发展具有重要意义。鉴于此,本文以九寨沟旅游区为例,尝试运用景观指数构建旅游干扰度评价指标。遥感影像覆盖范围广,能在一定程度上弥补样带和样方调查

在范围上的局限性,本文将在遥感影像解译的基础上,计算景观指数和评价旅游干扰。

## 1 研究地区与研究方法

### 1.1 自然概况

九寨沟位于四川省北部阿坝藏族羌族自治州九寨沟县境内,地处岷山山脉南段尕尔纳峰北麓,是长江水系嘉陵江源头的一条支沟,海拔 2000 ~ 4300 m,其地理坐标为 32°53'N—33° 20'N,103°46'E—104°5'E。九寨沟自然保护区全境东西宽 19 km,南北长 59 km,总面积约 720 km<sup>2</sup>,外围保护地带为 600 km<sup>2</sup>。1984 年国务院将九寨沟划为第一批国家重点风景名胜区,并建立四川南坪县九寨沟风景名胜管理局。1992 年 12 月 14 日,联合国教科文组织将九寨沟自然保护区列入《世界自然遗产名录》。九寨沟自旅游开发以来,游客人数不断增长,从 1984 年的 2.75 万人次增加到 2007 年的 250 万人次。九寨沟主要景点分布在树正、日则、则查洼 3 条沟内,沟内可分为五大景区,即宝镜崖景区、树正景区、日则景区、原始森林生态景区和长海景区。由于宾馆是旅游业的重要组成,因此除主要景点分布区外,本文将沟口宾馆也作为九寨沟旅游区的组成部分。九寨沟旅游景点分布如图 1 所示。

### 1.2 数据来源与处理

**1.2.1 数据源** 九寨沟旅游区数据源主要为 QuickBird 高分辨率遥感影像,采集时间为 2004 年 11 月,空间分辨率为 2 m,可用波段为 123 波段。在预处理过程中,还采用了其他辅助数据,包括四川省阿坝藏族自治州 1970 年版地形图数据(1:10 万)、九寨沟植被类型图(1:20 万)和九寨沟导游图。

**1.2.2 几何校正和影像解译** 几何校正和影像解译借助 Erdas 8.5 软件。对 QuickBird 遥感影像进行几何校正时,参照地形图数据(1:10 万)。由于时间关系,地物分布存在一定变化,且九寨沟的地形较特殊,所能选择的控制点有限,共计 11 个。几何校正误差控制在 3 个像元,校正后影像空间分辨率为 2 m。考虑九寨沟地形起伏较大,所以对遥感影像同时进行地形校正。由于研究区为九寨沟旅游区,因此对校正后的遥感影像进行裁剪。裁剪过程中,参考 2006 年 8 月的实地调查情况、GPS 定位数据、九寨沟导游图以及沟口宾馆分布情况,选取沟口、树正沟、扎如沟、日则沟和则查洼沟等区域,裁剪后的九寨沟旅游区如图 2 所示,总面积约为 364 km<sup>2</sup>。

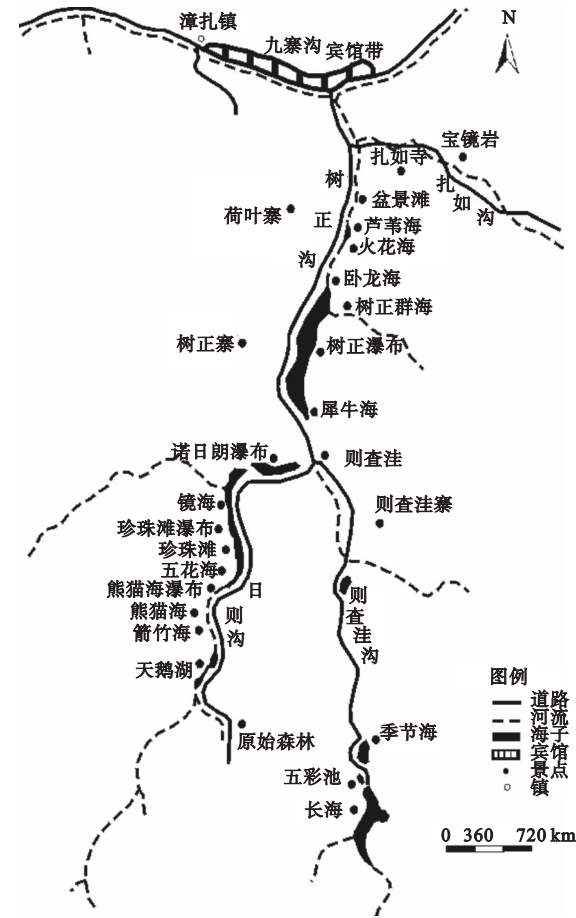


图1 九寨沟旅游景点分布示意图  
Fig.1 Distribution of scenic spots in Jiuzhaigou

在遥感影像解译过程中,首先尝试对影像进行监督分类,分类效果并不理想。由于影像本身的高分辨率,为地物识别带来了便利,因此对影像进行目视解译,解译过程中主要参考九寨沟植被类型图(1:20万)和旅游景点分布图,另外也与实地调查相结合。最终将地物分为12类,即水体、草甸、针叶林、道路、水生植被、裸岩、居住设施、阔叶林、灌丛、栽培植被、泥石流植被、混合绿地。解译后的九寨沟旅游区景观类型图如图3所示。

九寨沟旅游区的主要功能为旅游观光,除主要旅游景点、旅游设施、部分藏族村寨服务于旅游活动外,其他的植被景观、水体景观等为旅游区提供了天然背景,使旅游区的特色更加突出。因此格局分析时,将旅游区内的所有景观类型均视为旅游景观。

**1.2.3 图像分区** 为研究旅游干扰的空间差异,对九寨沟旅游区进行划分。在确定旅游分区时,综合考虑九寨沟旅游景点分布和景观分布大致走向两方面,沿北南纵向,借助ArcGIS技术将旅游区划分为

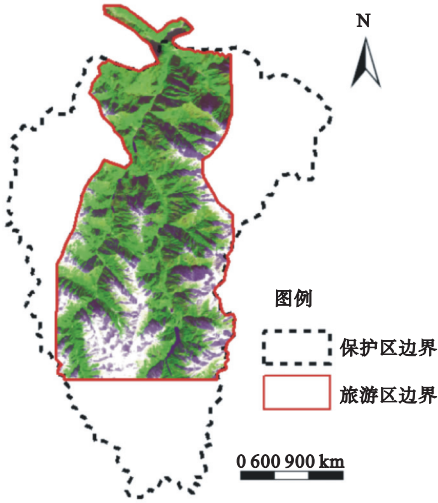


图2 九寨沟旅游区示意图  
Fig.2 Sketch map of Jiuzhaigou tourism area

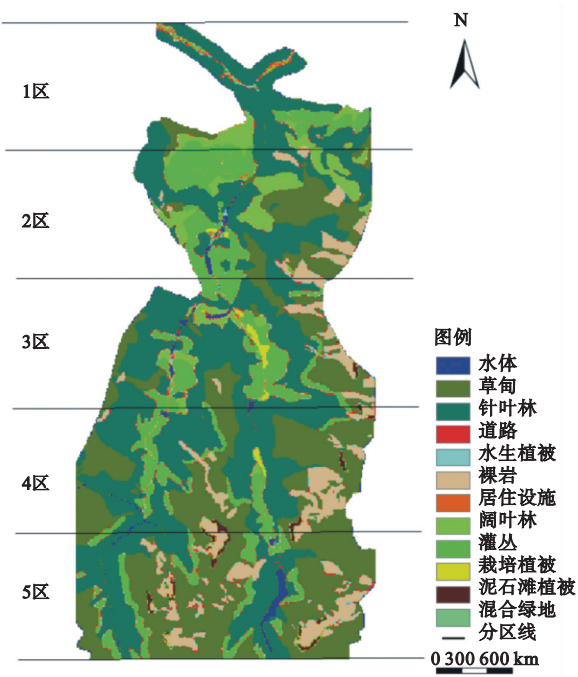


图3 九寨沟旅游景观分类及分区示意图  
Fig.3 Classification and partition of Jiuzhaigou tourism landscape

5个等垂直距离的分区(图3),具体操作中,首先测出图像南北两端的垂直距离(32820 m),然后以每隔6564 m生成平行线的方式设置分区线,并依据分区线划分旅游区。从地形来看,这5个分区海拔呈递增趋势,各分区概况见表1。

1.3 研究方法

**1.3.1 旅游干扰度指标构建** 本文选取景观的旅游利用幅度和旅游利用强度来体现旅游干扰度。旅



表1 九寨沟旅游区各分区概况  
Table 1 General information of each sub-area in Jiuzhai-gou tourism area

分区	面积 (km <sup>2</sup> )	海拔范围 (m)	平均海拔 (m)	道路长度 (km)	景点数
1 区	32.96	2000 ~ 3200	2600	15.69	3
2 区	68.82	2120 ~ 4000	3060	13.99	9
3 区	73.43	2120 ~ 4080	3100	18.31	6
4 区	92.71	2680 ~ 4400	3540	14.72	5
5 区	96.50	2960 ~ 4560	3760	3.72	4

游利用幅度是指该景观用于旅游活动的面积比例。相同面积但不同类型的旅游景观,如果对游客的重要性不同,它所受到的旅游干扰也会存在差异性。因此计算旅游利用幅度应同时考虑景观面积和景观重要性。此处将旅游利用幅度定义为各类旅游景观在旅游区中的景观比例与景观权重的乘积,具体计算公式如(1)式所示。

$$TUE_i = \sum_{j=1}^n (PLAND_j \times W_j) \tag{1}$$

式(1)中,  $PLAND_j$  为第  $j$  类景观(即某类斑块)在第  $i$  旅游区中景观比例,  $W_j$  为第  $j$  类景观权重,  $TUE_i$  为第  $i$  旅游区旅游利用幅度,  $TUE_i$  需实施总和标准化。

旅游利用强度指在一定的旅游活动范围内景观受到旅游活动干扰的强度。本研究中,旅游利用强度通过核心旅游景观斑块密度、旅游区 Shannon 均匀度指数和旅游区 Simpson 多样性指数来体现。核心旅游景观是指对旅游客流具有聚集作用的景观,此类景观斑块密度越大,就越有可能对自然环境产生较强的干扰。Shannon 均匀度指数和 Simpson 多样性指数综合使用能较为客观地反映景观的组成情况(Weng,2007)。有研究认为,Shannon 均匀度指数与土地利用强度呈正相关(Fu et al.,2006)。多样性指数则随干扰强度变化,一般认为适度干扰下物种多样性指数较高,较高或较低的干扰均不利于物种多样性指数的增加(吴甘霖等,2006;程占红和牛莉芹,2009)。总体上来说,较高的旅游干扰与多样性指数大致呈负相关关系。基于以上分析,得出旅游利用强度计算公式,如(2)式所示。

$$TUI_i = PD_i + SHEI_i - SIDI_i \tag{2}$$

式(2)中,  $PD_i$  为第  $i$  旅游区中核心旅游景观的斑块密度,  $SHEI_i$  为第  $i$  旅游区的 Shannon 均匀度指数,  $SIDI_i$  为第  $i$  旅游区的 Simpson 多样性指数。为消除量纲影响,3个指数值均实施总和标准化。  $TUI_i$  为

表2 景观指数计算公式  
Table 2 Equations of landscape metrics

景观指数	表达式
景观比例	$PLAND = P_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} \times 100$
斑块密度	$PD = N_i/A \times 10^6$
Shannon 均匀度指数	$SHEI = - \frac{\sum_{i=1}^m P_i \ln P_i}{\ln m}$
Simpson 多样性指数	$SIDI = 1 - \sum_{i=1}^m P_i^2$
平均斑块分维数	$FRAC_{-MN} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[ \frac{2 \ln(0.25 P_{ij})}{\ln(a_{ij})} \right]}{N}$

第  $i$  旅游区的旅游利用强度。  $TUI_i$  需实施总和和标准化。

综合旅游利用幅度和旅游利用强度两方面,可以得出旅游区的旅游干扰度,如(3)式所示:

$$TDD_i = TUE_i + TUI_i \tag{3}$$

1.3.2 景观指数计算公式 景观指数公式如表2所示。景观指数计算借助 Fragstats 3.3 软件。

$P_i$  为第  $i$  类斑块所占景观面积的比例,  $a_{ij}$  为单个斑块的面积,  $A$  为景观面积,  $N_i$  为第  $i$  类斑块的数目,  $m$  为斑块类型数。  $P_{ij}$  为单个斑块的周长,  $N$  为景观中斑块的总数。

2 结果与分析

2.1 旅游利用幅度

从景观比例来看,植被景观(包括针叶林、草甸、灌丛和阔叶林等景观类型)在各区中所占比例较高(表3)。

景观权重( $W_j$ )的确定采用层次分析法,构建判断矩阵。在因子重要性判断中,采用5、3、1、1/3和1/5共5个等级标度,5代表重要得多,3代表稍重要,1代表重要性相当,1/3代表稍不重要,1/5代表极不重要。笔者对参与九寨沟旅游调研的14位研究人员开展问卷调查,并对判断结果进行信度检验,哥伦巴赫  $\alpha$  系数为0.7622, >0.7,证明问卷数据具有较高信度。然后构建判断矩阵,  $CR = 0.06 < 0.1$ ,表明判断矩阵具有一致性。最终确定各景观权重,如表4所示。从景观权重来看,水体景观权重最高,这与九寨沟水体旅游景观的主体地位相符。另外,植被景观权重也较高,如泥石滩植被、草甸、针叶林和阔叶林等。

表3 九寨沟旅游区各分区景观比例(%)  
Table 3 PLAND of each sub-area in Jiuzhaigou tourism area

景观类型	1区	2区	3区	4区	5区
水体	0.49	0.90	1.14	0.36	1.58
草甸	5.73	20.47	20.32	37.36	48.75
针叶林	62.08	37.98	47.95	41.96	26.20
道路	0.52	0.16	0.26	0.17	0.004
水生植被	—	0.31	0.39	0.004	0.007
裸岩	0.21	6.99	5.88	8.69	11.67
居住设施	2.64	0.19	0.07	0.0001	0.00002
阔叶林	13.53	13.06	3.77	0.33	—
灌丛	13.62	19.67	18.28	9.82	10.01
栽培植被	—	0.28	1.63	0.42	—
泥石滩植被	—	—	0.30	0.88	1.79
混合绿地	1.18	—	—	—	—

表4 各类旅游景观权重  
Table 4 Weight of each tourism landscape type

景观类型	权重	景观类型	权重
水体	0.23	居住设施	0.04
草甸	0.10	阔叶林	0.10
针叶林	0.10	灌丛	0.06
道路	0.04	栽培植被	0.04
水生植被	0.09	泥石滩植被	0.12
裸岩	0.02	混合绿地	0.06

得出景观权重后,依据公式(1),计算分区旅游利用幅度,并实施总和和标准化,结果显示,5个分区的旅游利用幅度相同,均为0.20(图4)。

2.2 旅游利用强度

由前述可知,计算旅游利用强度时需计算斑块密度、景观均匀度指数和景观多样性指数。计算斑块密度,首先必须明确核心旅游景观。结合旅游客流和主要景点分布,选择水体、水生植被、道路和居住设施作为核心旅游景观。计算各分区核心旅游景观斑块密度、各分区景观均匀度指数和景观多样性指数后,依据公式(2),得出各分区旅游利用强度,如表5所示。比较各分区的旅游利用强度,发现

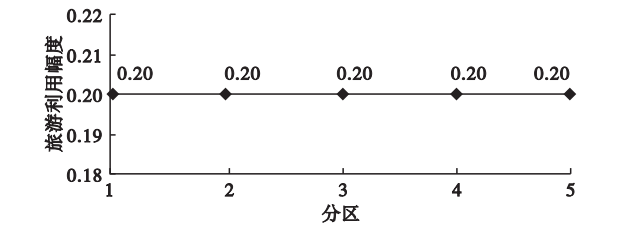


图4 九寨沟旅游区各分区旅游利用幅度  
Fig.4 Tourism use extent of each sub-area in Jiuzhaigou tourism area

表5 九寨沟旅游区各分区旅游利用强度  
Table 5 Tourism use intensity of each sub-area in Jiuzhaigou tourism area

分区	斑块密度	均匀度	多样性	旅游利用强度
1	0.21	0.19	0.17	0.23
2	0.28	0.23	0.22	0.29
3	0.22	0.21	0.21	0.22
4	0.20	0.18	0.20	0.18
5	0.09	0.19	0.20	0.08

2区最大,1区和3区接近,4区和5区相对最小。总体来说,旅游利用强度从1区到5区呈递减趋势。

2.3 旅游干扰度

依据公式(3),对各分区旅游利用幅度和旅游利用强度计算结果实施标准化后,相加求和,即得各分区旅游干扰度(图5)。由于5个分区的旅游利用幅度相同,因此旅游干扰度的分布与旅游利用强度相同,即2区最大,1区和3区接近,4区和5区相对最小,旅游干扰度从1区至5区总体上呈递减趋势。

从实际情况来看,1区的旅游景点较少,但区内包括沟口宾馆带,宾馆数量众多。2区和3区内旅游景点和旅游设施的分布较为集中。2区内分布着荷叶寨、盆景滩、火花海、卧龙海、树正群海、树正寨等景点,3区内则分布着诺日朗瀑布、珍珠滩、五花海、则查洼寨等景点,同时还有诺日朗游客接待中心。因此1区、2区和3区内所产生的旅游干扰较大。在5个分区中,4区和5区的面积较大,均>90 km<sup>2</sup>,但核心旅游景观相对较少,所以旅游干扰也较小。总体来说,旅游干扰度在一定程度上反映了旅游活动的实际干扰程度。

2.4 旅游干扰度与平均斑块分维数关系

有研究表明,土地利用强度与平均斑块分维数

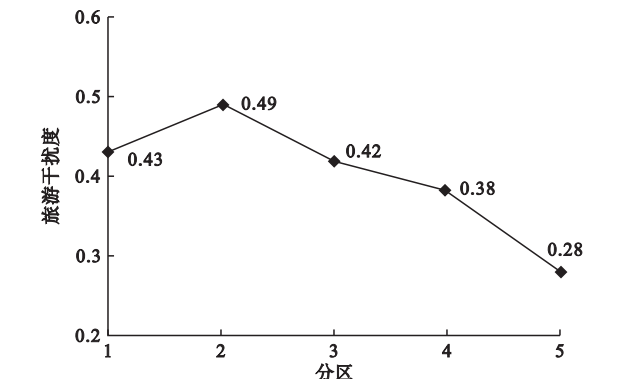


图5 九寨沟旅游区各分区旅游干扰度  
Fig.5 Tourism disturbance degree of each sub-area in Jiuzhaigou tourism area

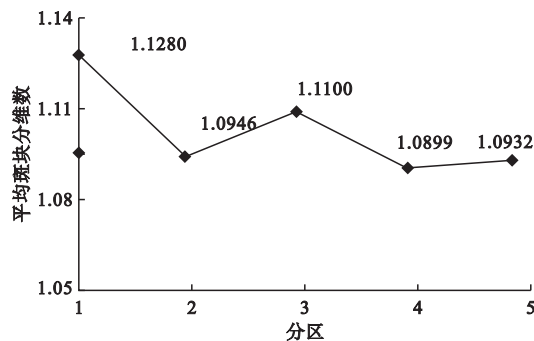


图6 九寨沟旅游区各分区平均斑块分维数

Fig. 6 FRAC\_MN of each sub-area in Jiuzhaigou tourism area

之间存在负相关关系(Fu *et al.*, 2006)。土地利用强度越高,则其形状越简单,平均斑块分维数越低。由于旅游干扰也是人类对环境干扰的一种表现形式,且旅游干扰也涉及到对土地利用问题。如果旅游干扰度和平均斑块分维数之间也存在负相关关系,那么在未来的研究中,可以选择平均斑块分维数作为旅游干扰度的指示器,为旅游地环境保护提供必要的警示。为探讨二者关系,对5个分区的旅游干扰度与平均斑块分维数(图6)进行相关分析,结果显示旅游干扰度与平均斑块分维数不相关(相关系数为0.318,  $P=0.602$ )。

进一步分析认为,旅游干扰在改变土地利用形态方面作用不显著。从景观格局来说,旅游干扰对用地形态的改变仅体现在宾馆和其他旅游服务设施的建设上。旅游业的发展与城市化发展、农业发展不同,它在很大程度上需要依靠旅游地原有的景观来吸引游客,特别是自然景区。因此旅游干扰对景区用地形态的改变作用是有限的。

### 3 结 语

本文运用景观指数构建旅游干扰度指标,对旅游干扰评价具有一定借鉴意义,同时在一定程度上丰富了现有的旅游干扰研究视角。旅游干扰往往随着旅游业发展不断变化,因此,在今后的研究中,可采用不同时段的旅游地遥感影像,比较旅游干扰程度,也可对不同景区的旅游干扰开展比较研究。另外,旅游干扰评价还可与旅游干扰下生态系统要素的变化相比照,探讨旅游干扰与生态系统要素变化之间的关系。

**致 谢** 感谢九寨沟国家级自然保护区管理局章小平主任和九寨沟课题组成员在研究中给予的帮助。

### 参考文献

- 程绍文, 张 捷, 徐菲菲. 2010. 自然旅游地居民自然保护态度的影响因素. 生态学报, **30**(23): 6487–6494.
- 程占红, 牛莉芹. 2009. 芦芽山旅游干扰下不同植被景观区物种多样性的比较. 干旱区资源与环境, **23**(5): 138–142.
- 程占红, 张金屯, 张 峰. 2004. 不同旅游干扰下草甸种群生态优势度的差异. 西北植物学报, **24**(8): 1476–1479.
- 巩 劼, 陆 林, 晋秀龙, 等. 2009a. 黄山风景区旅游干扰对植物群落草本层的影响. 地理科学, **29**(4): 607–613.
- 巩 劼, 陆 林, 晋秀龙, 等. 2009b. 黄山风景区旅游干扰对植物群落及其土壤性质的影响. 生态学报, **29**(5): 2239–2251.
- 郝云庆, 江 洪, 王金锡, 等. 2009. 九寨沟保护区植被景观变化与生境破碎化研究. 地理科学, **29**(6): 886–892.
- 孔祥丽, 李丽娜, 龚国勇, 等. 2008. 旅游干扰对明月山国家森林公园土壤的影响. 农业现代化研究, **29**(3): 350–353.
- 李 灵, 张 玉, 江慧华, 等. 2009. 旅游干扰对武夷山风景区土壤质量的影响. 水土保持研究, **16**(6): 56–62.
- 李 娜, 张 捷. 2009. 旅游地传统聚落建筑景观变迁的空间分异. 苏州大学学报(哲学社会科学版), (6): 131–133.
- 李东和, 张 捷, 杨效忠. 2008. “旅游罩”现象的实证研究——以九寨沟为例. 旅游学刊, **23**(3): 37–42.
- 李永亮, 岳 明, 杨永林, 等. 2010. 旅游干扰对喀纳斯自然保护区植物群落的影响. 西北植物学报, **30**(4): 645–651.
- 卢 松, 张 捷, 李东和, 等. 2008. 旅游地居民对旅游影响感知和态度的比较——以西递景区和九寨沟景区为例. 地理学报, **63**(6): 646–656.
- 史春云, 韩宝平, 刘泽华, 等. 2010. 旅游地居民感知与态度的比较研究. 经济地理, **30**(8): 1400–1407.
- 王 岚, 张 捷, 曹 靖, 等. 2010. 游客感知视角下的旅游地可进入性评价研究. 人文地理, **25**(2): 144–148.
- 吴甘霖, 黄敏毅, 段仁燕, 等. 2006. 不同强度旅游干扰对黄山松群落物种多样性的影响. 生态学报, **26**(12): 3924–3930.
- 武国柱, 席建超, 刘浩龙, 等. 2008. 六盘山自然保护区不同类型植被对人类旅游干扰的响应. 资源科学, **30**(8): 1169–1175.
- 武俊智, 上官铁梁, 张 捷, 等. 2007. 旅游干扰对马仑亚高山草甸植物物种多样性的影响. 山地学报, **25**(5): 534–540.
- 席建超, 武国柱, 甘萌雨, 等. 2009. 六盘山生态旅游区典型植被对人类旅游践踏干扰的敏感性研究. 资源科学, **31**(8): 1447–1453.
- 张 捷, 都金康, 周寅康, 等. 1999a. 自然观光旅游地客源市场的空间结构研究——以九寨沟及比较风景区为例.

- 地理学报, **54**(4): 357–364.
- 张捷, 都金康, 周寅康, 等. 1999b. 观光旅游地客流时间分布特性的比较研究. 地理科学, **19**(1): 49–54.
- 张昆, 田昆, 吕宪国, 等. 2009. 旅游干扰对纳帕海湖滨草甸湿地土壤水文调蓄功能的影响. 水科学进展, **20**(6): 800–805.
- 张桂萍, 张峰, 茹文明. 2005. 旅游干扰对历山亚高山草甸优势种群种间相关性的影响. 生态学报, **25**(11): 2868–2874.
- 张桂萍, 张峰, 茹文明. 2008. 旅游干扰对历山亚高山草甸植物多样性的影响. 生态学报, **28**(1): 407–415.
- 张力圆, 梁增贤, 张立, 等. 2009. 旅游干扰对西藏林芝巨柏林的影响. 生态环境学报, **18**(4): 1413–1421.
- 章锦河, 张捷, 梁玥琳, 等. 2005. 九寨沟旅游生态足迹与生态补偿分析. 自然资源学报, **20**(5): 735–744.
- 章小平, 颜磊, 邓贵平. 2010. 旅游在保护区 CHANS 中的交互作用. 旅游学刊, **25**(4): 61–67.
- 朱珠, 包维楷, 庞学勇, 等. 2006. 旅游干扰对九寨沟冷杉林下植物种类组成及多样性的影响. 生物多样性, **14**(4): 284–291.
- Ellenberg U, Setiawan AN, Cree A, *et al.* 2007. Elevated hormonal stress response and reduced reproductive output in Yellow-eyed penguins exposed to unregulated tourism. *General and Comparative Endocrinology*, **152**: 54–63.
- Fu BJ, Hu CX, Chen LD, *et al.* 2006. Evaluating change in agricultural landscape pattern between 1980 and 2000 in the Loess hilly region of Ansai County, China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **14**: 387–396.
- Geneletti D. 2008. Impact assessment of proposed ski areas: A GIS approach integrating biological, physical and landscape indicators. *Environmental Impact Assessment Review*, **28**: 116–130.
- Kerbiriou C, Leviol I, Jiguet F, *et al.* 2008. The impact of human frequentation on coastal vegetation in a biosphere reserve. *Journal of Environmental Management*, **88**: 715–728.
- Martin JG, Réale D. 2008. Animal temperament and human disturbance: implications for the response of wildlife to tourism. *Behavioural Processes*, **77**: 66–72.
- McClung MR, Seddon PJ, Massaro M, *et al.* 2004. Nature-based tourism impacts on yellow-eyed penguins *Megadyptes antipodes*: Does unregulated visitor access affect fledging weight and juvenile survival. *Biological Conservation*, **119**: 279–285.
- Weng CY. 2007. Spatiotemporal changes of landscape pattern in response to urbanization. *Landscape and Urban Planning*, **81**: 341–353.

---

**作者简介** 钟静,女,1978年生,讲师,博士。主要从事旅游客流与旅游环境影响研究。E-mail: Zhongjing6001@sina.com

**责任编辑** 王伟

---