

# 不同距离带上旅游植被景观的特征差异

程占红<sup>1</sup>, 张金屯<sup>1,2</sup>

(1 山西大学黄土高原研究所, 山西 太原 030006; 2 北京师范大学生命科学院, 北京 100875)

**摘 要:** 以芦芽山自然保护区为例, 采用 4 个指标, 对不同距离带上旅游植被景观的特征差异进行了研究, 利用 DCA 排序的结果来表达它们的空间格局。结果表明: 在海拔 2 020 m~ 2 150 m 地段各指标变化复杂。在海拔 2 150 m 以上地段, 不同距离带上景观重要值表现出远距离> 中距离> 近距离; 物种多样性信息指数是中距离> 远距离> 近距离; 阴生种比值大致为中距离< 近距离和远距离; 旅游影响系数是近距离> 中距离> 远距离的格局。距游径的水平距离关系随着旅游活动的分布规律, 是导致旅游植被景观特征差异的关键因素。DCA 排序能够有效揭示旅游与植被景观的关系, 在简化的空间中深刻地表达出它们复杂的演化机制, 是一种较好的分析方法。

**关键词:** 芦芽山; 不同距离带; 景观特征; DCA 分析

中图分类号: Q149

文献标识码: A

游径是游客通向旅游景点的基本交通设施之一, 是旅游生态学研究的重要内容。从景观生态上看, 它是一条线状走廊。走廊起着运输、隔离、资源和观赏的作用。按起源分, 游径属于干扰走廊, 它是由于旅游活动的带状干扰造成的。干扰走廊周转率快, 稳定性差, 但又与干扰的性质有关, 它要受干扰所发生的植被演替过程所控制<sup>[1]</sup>。在一定意义上可以说, 游径是一条线状旅游污染源, 在同一水平距离带上会向四周放射状辐射, 从而致使自然环境有所变化。植被是一定地域各种自然要素相互作用的最直接表现, 它能充分客观地反映其生态环境的质量优劣。植被不仅仅是重要的风景资源, 而且更是协调生态平衡的杠杆所在<sup>[2]</sup>。探讨不同距离带上植被景观的特征, 不仅能够反映出植被景观的美学现状特征, 而且能反映出它们各自的旅游环境破坏程度和承载力状况, 体现出旅游活动的基本规律, 从而为景区管理提供一定的信息指导。

自然保护区是开展生态旅游的主要场所之一。不同地带有不同的植被类型, 而不同的植被类型对于旅游的影响又有着不同的响应。在旅游业迅速

发展的情况下, 本文以位于我国北方地区的芦芽山自然保护区为例, 探讨自然保护区的植被景观特征对于指导生态旅游的发展。

## 1 研究区概况

芦芽山是管涔山的主峰, 属暖温带半湿润区, 具有明显的大陆性气候特点, 1997 年晋升为国家级自然保护区, 面积 21 453 hm<sup>2</sup>, 主要保护褐马鸡和温性森林植被类型。它保存了大量的天然次生林, 主要是白 ( *Picea meyeri* ) 和华北落叶松 ( *Larix principis-rupprechtii* ) 的森林群落, 而且保护区是汾河的发源地。保护区的合理建设, 对于山西省干旱的黄土高原保持水土、涵养水源、调节气候, 特别是保持汾河水量平稳, 促进山西经济稳步协调发展, 具有明显的生态效益。芦芽山具有丰富的生态旅游资源, 自 20 世纪 90 年代以来, 旅游业悄然兴起, 尤其在 1995 年以来, 游客量不断增长, 1998 年达 27 500 多人, 1999 年达 36 000 多人。

收稿日期( Received date ): 2003- 06- 01; 改回日期( Accepted ): 2003- 10- 11。

基金项目( Foundation item ): 国家自然科学基金( 批准号: 30070140 ) 资助。[ Supported by National Natural Science Foundation ( Grant No. 30070140 ) ]

作者简介( Biography ): 程占红( 1972- ), 男, 山西新绛人, 博士, 从事生态旅游方面的工作。[ Introduction to the first author: Mr. Cheng Zhanhong, male, doctor, is born in 1972 in Xinjiang, Shanxi, and is mainly engaged in ecotourism studies. Tel: ( 0351 ) 7010700; E- mail: chengzhanhong055@sina.com ]

## 2 研究方法

### 2.1 取样调查

1999 年在芦芽山自然保护区南坡和西南坡,即沿干沟滩保护站(以下简称保护站)–冰口凹–太子殿旅游线路,根据旅游景观敏感水平的不同,用样带和样地相结合的方法取样,大致以海拔高差每隔 100 m 做一条样带,每条样带上又依据距离游径的水平距离不同,随机设置 2~3 个样地,每个样地面积 10 m × 10 m,共 7 条样带 20 个样地。记录每个样地的海拔高度、游径宽度、距离和附近景点的游览人次,测量每个植被层盖度及每个种的盖度、高度和冠幅,最后记录垃圾种类和数量、枯枝落叶层和腐殖层厚度、乔木死枝下高、树桩量、幼苗数量等其他指标。

### 2.2 分析方法

根据国内外的先进成果和经验<sup>[2~6]</sup>,本文主要采用以下 4 个指标来进行分析。

景观重要值(landscape important value,简称 LIV)是以物种多样化、群落结构和美学因素来反映植物群落的旅游价值和环境质量<sup>[2,5]</sup>。LIV =  $X_s + X_h + X_w$ , 式中  $X_s$  为相对物种系数 = 样地物种数/景区总种数;  $X_h$  为相对林高系数 = 样地平均林高/最高林高;  $X_w$  为乔木相对冠幅系数 = 乔木平均冠幅/最大冠幅。景观重要值越大,说明该群落的旅游价值越大,其生态环境越好。

物种多样性信息指数(Information index of species diversity, 简称为  $H'$ )表示物种的丰富程度和各物种组成的均匀性程度<sup>[6,7]</sup>。 $H' = -\sum (P_i \ln P_i)$ , 式中  $i = 1, 2, \dots, S$  为物种总数,  $P_i$  为第  $i$  个种的盖度比例,即  $P_i = N_i/N_0$ ,  $N_i$  为第  $i$  个种的盖度,  $N_0$  为所有种的盖度之和。信息指数愈大,表示物种多样性愈大,生态环境质量愈好。

阴生种比值(Negative species proportion, 简称 NSP)指样地中阴生植物种类所占的比例<sup>[2]</sup>。NSP = 阴生种数/总种数。阴生种适生于低温阴湿的环境,其环境敏感性大,即环境的微弱变化即可引起阴生种的变化。阴生种比值愈大,表明群落所依存的生态环境质量愈佳。

旅游影响系数(Tourist influence index, 简称 TII)反映旅游活动对植被景观的干扰程度<sup>[2,5]</sup>。TII =  $C_r$

+  $C_d + C_t + C_p + C_w + C_m$ ,  $C_r$  为垃圾影响系数,  $C_d$  为折枝影响系数,  $C_t$  为践踏影响系数,  $C_p$  为剔除树桩影响系数,  $C_w$  为林木更新影响系数,  $C_m$  为草本层现状系数,它们的具体计量见参考文献<sup>[1]</sup>。旅游影响系数越大,说明其受影响愈大。

除趋势对应分析(Detrended Correspondence Analysis, 简称 DCA)是生态学中用来分析植被与环境关系的一种方法。与其他方法相比,它具有自身独特的优越性<sup>[7]</sup>。它是以 CA/RA 为基础修改而成的一个特征向量排序,把第一轴分成一系列区间,在每一区间内将平均数定为零而对第二轴的坐标值进行调整,具体讲需将第一排序轴分成几个长度相等的区间,在每一区间内对第二轴的坐标值进行中心化,即将某个样方或种类在第二轴上的坐标值减去该样方或种类所在的区间内全部样方或种类在第二轴上坐标值的平均值。这一趋势过程基本消除了“弓形效应”的影响。在现有的方法中, DCA 的结果与高斯的群落模型最为吻合,是植被分析中最为有效的一种方法。

首先,为便于比较不同距离带上的旅游植被景观之间的差异,根据距游径的水平距离不同,将其分为近距离( $d < 5$  m)、中距离( $5 \text{ m} \leq d < 15$  m)和远距离( $d \geq 15$  m)三个地带。若多个样地位于同一个距离带上,则取其平均值进行比较。其次,本文在用样方及其植被特征指标进行 DCA 排序<sup>[1]</sup>的基础上,把景观特征等级划分的结果表示在图中,以进一步反映它们的空间格局。

## 3 结果分析

### 3.1 4 个指标的比较

据野外调查,海拔 2 020~2 150 m 地段植物群落为人工林,林木年龄约 20 a 左右,林间距排列较为整齐,但因长期受到社区人们的人为影响,不同地方的群落景观重要值有着不同的特征,没有表现出明显的规律性变化。但从表 1 可以看出,在海拔 2 150 m 以上地段,不同距离带上的 LIV 表现出远距离 > 中距离 > 近距离的趋势,说明远距离处植物群落的潜在旅游价值最大,中距离处次之,近距离处则较小,原因在于不同水平距离带上游客量的差异,近距离处旅游破坏程度强烈,其旅游价值日渐丧失。

其中, 冰口凹处最为明显且值最小, 因为该处一方面是游客集散活动中心; 另一方面又是旅游商业中心, 各种旅游污染源较多。海拔 2 520~ 2 580 m 地段 *LIV* 值之所以有所下降, 一方面因为游客的影响, 另一方面则是自然环境的限制, 使其乔木种发生变化并有矮化现象。这一地段不同水平距离带上 *LIV* 值差异微弱, 主要在于游客的游兴在于登上山顶, 而很少去欣赏植被景观。

由表 1 可知, 在海拔 2 020~ 2 150 m 地段物种

多样性变化复杂, 没有明显的变化规律, 同样因为它是人工群落。在海拔> 2 150 m 地段 *H'* 则表现出明显的中距离> 远距离> 近距离的分布规律, 这说明旅游活动的适度干扰使物种多样性有所增加( 中距离处), 旅游活动的强度干扰则使其有所减小( 近距离处), 而远距离处 *H'* 表现出相对的稳定性。冰口凹处最为明显。在海拔 2 520~ 2 580 m 地段 *H'* 之所以有所上升, 原因在于该区海拔较高, 适宜亚高山草甸发育, 使之草本层生长繁茂, 物种丰富。

表 1 不同距离带上旅游植被景观的特征差异  
Table 1 Difference between tourism vegetation landscapes at different distance

海拔(m) elevation	距离带 distance zone	景观重要值 important landscape value ( <i>LIV</i> )	物种多样性信息指数 Information index of diversity ( <i>H'</i> )	阴生种比值 Negative species proportion ( <i>NSP</i> )	旅游影响系数 Tourist influencing index ( <i>TII</i> )
2 020	中	1. 17	1. 42	0. 14	3. 2
	远	1. 35	1. 68	0. 25	3. 4
2 150	近	1. 22	2. 12	0. 37	2. 9
	中	1. 07	1. 52	0. 35	2. 4
2 220	近	0. 70	0. 80	0. 50	5. 7
	中	1. 055	1. 26	0. 46	4. 65
	远	1. 24	1. 655	0. 415	3. 05
2 320	近	1. 20	1. 87	0. 72	2. 8
	中	1. 21	1. 96	0. 52	2. 3
	远	1. 25	1. 51	0. 69	1. 8
2 420	近	1. 21	1. 54	0. 59	2. 9
	中	1. 22	1. 83	0. 55	2. 5
	远	1. 51	1. 78	0. 63	2. 0
2 520	近	1. 11	1. 23	0. 62	4. 0
	远	1. 125	1. 82	0. 655	2. 05
2 580	近	0. 98	1. 78	0. 47	3. 7
	远	0. 97	1. 89	0. 33	3. 0

由表 1 可知, 不同距离带上 *NSP* 大致表现出中距离< 近距离和远距离的格局, 而近距离和远距离处的 *NSP* 则相差微弱。这说明在旅游活动的强烈干扰下, 近距离处 *NSP* 不但没有减少, 而有所增加; 中距离处 *NSP* 在一定的干扰下则有所下降; 远距离处在其生态环境相对稳定的情况下, *NSP* 保持相对高的水平。这些规律说明 *NSP* 作为一个衡量指标, 不能很好地反映旅游活动对植被景观的作用程度。但在冰口凹和山顶附近 *NSP* 则表现出近距离> 中距离> 远距离的格局, 说明 *NSP* 在旅游影响程度较大的地区, 具有一定的可行性。同时, 随着海拔的不断升高, *NSP* 也在不断增加, 仅在海拔 2 520~ 2 580 m 地段有所下降。海拔 2 020~ 2 150 m 地段 *NSP* 较

低, 原因在于该区为人工群落和人为作用大, 生态环境不及高海拔地区。海拔 2 520~ 2 580 m 地段 *NSP* 之所以不断下降, 原因是旅游活动量大, 同时自然环境恶劣而不能抵抗旅游活动的负面作用。

由表 1 可知, 保护站至海拔 2 150 m 段 *TII* 值不断下降, 这是由于该地段多为人工林, 又靠近社区, 游客量不多, 但社区人们的人为活动较多。海拔 2 150 m 至冰口凹段开始回升, 旅游影响处于中等水平, 因为在该段人工林逐步向自然林过渡, 游客逐步增加。冰口凹作为旅游中心点, 人为影响大, 故 *TII* 值最大。冰口凹至海拔 2 420 m 段 *TII* 又开始下降, 原因在于该段群落生境条件优越, 抵抗力强, 能迅速恢复稳定状态。海拔 2 420 m 至太子殿段 *TII* 趋于

上升,关键在于山顶旅游吸引力大,游客量多,同时远离旅游中心区,旅游管理水平跟不上。同时,不同水平距离带上  $TII$  表现出明显的近距离>中距离>远距离的分布格局,充分说明近距离处旅游影响严重,中距离处旅游影响次之,远距离处则最小,这一趋势体现了旅游活动的规律性变化。

由此可见,距游径的水平距离关系着旅游活动的分布规律,是导致旅游植被景观特征差异的关键因素。整个自然保护区管理水平较好,某些差级地

段的出现说明存在一定的危机感。植被景观较好的地段主要分布于中距离和远距离处以及靠近社区的人工林地段,差级地段主要在近距离处。

3.2 植被景观特征的空间格局

由于阴生种比值反映旅游活动作用植被的迟滞性,本文只对景观重要值、物种多样性信息指数和旅游影响系数进行等级划分(表 2)。根据  $DCA$  排序的结果<sup>1)</sup>,把各指标等级划分的结果表示于其上,得图 1、图 2 和图 3。

表 2 3 个植被景观特征指标的等级划分  
Table 2 Gradation of three vegetation landscapes indexes

景观重要值 important landscape value	等级 class	物种多样性信息指数 information index of diversity	等级 class	旅游影响系数 tourist influencing index	等级 class
$\leq 1.00$	1	$\leq 1.30$	1	$\leq 2.0$	1
1.00~ 1.10	2	1.31~ 1.60	2	2.0~ 3.0	2
1.11~ 1.15	3	1.61~ 1.70	3	3.0~ 3.5	3
1.16~ 1.20	4	1.71~ 1.80	4	3.5~ 4.0	4
$> 1.20$	5	$> 1.80$	5	$> 4.0$	5

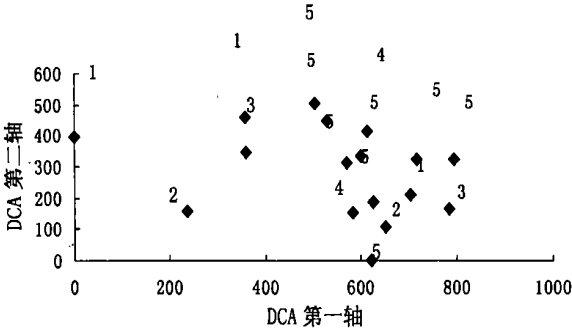


图 1 景观重要值在 DCA 上的分布

Fig. 1 Distribution of important landscape value in DCA

$DCA$  第一轴与距游径的水平距离极显著相关,第二轴与海拔、距游径的水平距离均显著相关<sup>1)</sup>。这说明在  $DCA$  第一轴上,从左到右距游径的水平距离逐渐增大;在  $DCA$  第二轴上,从上到下海拔在不断升高,同时距游径的水平距离也在不断增大。因此,  $DCA$  排序图的对角线反映了一个重要的综合梯度变化,即从左下角到右上角,海拔在不断升高,距游径的水平距离也在不断增大。

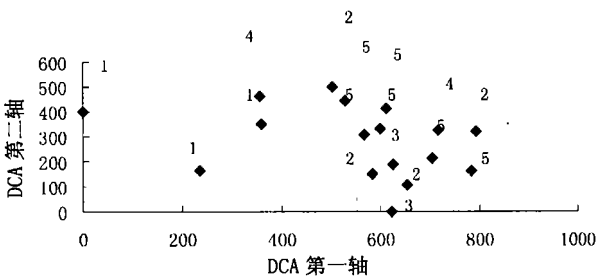


图 2 物种多样性信息指数在 DCA 上的分布

Fig. 2 Distribution of information index of diversity in DCA

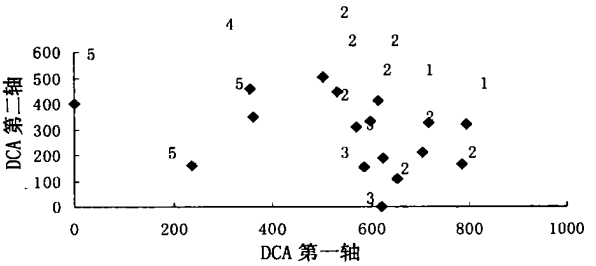


图 3 旅游影响系数在 DCA 上的分布

Fig. 3 Distribution of influencing index in DCA

1) Cheng Zhanhong. Study on ecotourism in Luya Mountains [D]. The Master Thesis of Shanxi University, 2000. ( in Chinese with English abstract) [ 程占红. 芦芽山生态旅游研究[D]. 山西大学硕士论文, 2000. ] Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

图1的对角线说明随着距游径的水平距离的不断增大, 景观重要值由小变大, 即  $LIV$  在不同距离带上表现出远距离 > 中距离 > 近距离的趋势。  $DCA$  第一轴在反映景观重要值因水平距离的不同而递变的规律最为明显, 如在海拔 2 220 m 样带上, 随着水平距离的增大, 景观重要值由最左边的 1 到中间的 2 再到最右边的 5。

在图2中, 由对角线的下方到其上方, 物种多样性信息指数由小变大, 随后又开始有所减小, 即反映了  $H'$  在水平距离带上的中距离 > 远距离 > 近距离的分布格局。这充分说明  $DCA$  排序能够揭示旅游活动作用于物种多样性的机制问题。

在图3中, 由对角线的下方到其上方, 旅游影响系数由大逐步变小, 递减规律明显。同样在第一轴和第二轴上, 这一规律也格外明显。即  $TII$  在不同距离带上表现出明显的近距离 > 中距离 > 远距离的分布格局。

从这3个图中可以看出, 由于植被环境特征的不同, 尤其是距游径的水平距离的不同, 植被景观特征表现出不同的空间格局, 而且这些格局与旅游活动作用于植被景观的机制相吻合。说明  $DCA$  排序能够客观地反映出不同距离带上旅游活动对植被景观影响的特征差异。在旅游生态学中,  $DCA$  方法能够把旅游景观的数量——图式模型在更为简化的环境空间中表达出来。

## 4 结语

在生态旅游日趋时尚的形势下, 探讨景区不同距离带上植被景观的特征是生态旅游研究的一个新兴领域, 在我国这一领域还未见有详细报道。本文以芦芽山自然保护区为例的研究具有重要的理论和实践意义, 通过4个指标的分析, 得出如下结论。

在海拔 2 020~ 2 150 m 地段植物群落为人工林, 且又靠近社区, 人为作用强, 各指标变化复杂。在 2 150 m 以上地段,  $LIV$  表现为远距离 > 中距离 > 近距离的趋势;  $H'$  表现出中距离 > 远距离 > 近距离的分布规律;  $NSP$  大致表现出中距离 < 近距离和远

距离的格局;  $TII$  表现出明显的近距离 > 中距离 > 远距离的分布格局。其次, 距游径的水平距离关系着旅游活动的分布规律, 是导致旅游植被景观特征差异的关键因素。根据景区植被景观的特征和旅游活动的规律性, 有必要制定切实可行的景区规划管理方案。

在  $DCA$  排序图中, 景观重要值、物种多样性信息指数和旅游影响系数各有其空间分布的模式, 与旅游活动作用于它们的机制相吻合。说明  $DCA$  排序能够有效揭示旅游与植被景观的关系, 在简化的空间中深刻地表达出它们复杂的演化机制, 是一种较好的分析方法。

## 参考文献(References):

- [1] Xu Huacheng. Landscape ecology [M]. Beijing: China Forest Press, 1996. (in Chinese) [徐化成. 景观生态学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1996.]
- [2] Cheng Zhanhong, Zhang Jintun. The impacts of tourism development on vegetation in Tianlong Mountains [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2000, 20(2): 144~ 147. (in Chinese with English abstract) [程占红, 张金屯. 天龙山旅游开发对植被的影响 [J]. 地理科学, 2000, 20(2): 144~ 147.]
- [3] Cheng Zhanhong. Active characteristics of residents occupied with tourism in ecotourist community [J]. *Journal of Shanxi University (Natural Science Edition)*, 2001, 24(2): 101~ 105. (in Chinese with English abstract) [程占红. 生态旅游社区从事旅游业者的行为特征研究 [J]. 山西大学学报(自然科学版), 2001, 24(2): 101~ 105.]
- [4] Wang Xianjiu. The scenery resource management system of the USA and its method [J]. *Journal of Natural Resources*, 1993, 8(4): 371~ 380. (in Chinese with English abstract) [王晓俊. 美国风景资源管理系统及其方法 [J]. 自然资源学报, 1993, 8(4): 371~ 380.]
- [5] Li Zhen, Bao Jigang, Qin Chaofeng. The impact of tourism development on the vegetation cover of Mount Danxia, Guangdong [J]. *Acta Geographica Sinica*, 1998, 53(6): 554~ 561. (in Chinese with English abstract) [李贞, 保继刚, 覃朝锋. 旅游开发对丹霞山植被的影响研究 [J]. 地理学报, 1998, 53(6): 554~ 561.]
- [6] Ludwig J A (Translated by Li Yuzhong). Statistical ecology [M]. Hohhot: Inner Mongolia University Press, 1990, 54~ 56. (in Chinese) [Ludwig J A (李育中译). 统计生态学 [M]. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1990, 54~ 56.]
- [7] Zhang Jintun. Methods in quantitative vegetation ecology [M]. Beijing: China Science and Technology Press, 1995. (in Chinese) [张金屯. 植被数量生态学方法 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995.]

# Difference between Tourism Vegetation Landscapes of Different Distance

CHENG Zhai hong<sup>1</sup>, ZHANG Jirr tun<sup>2</sup>

(1 Institute of Loess Plateau, Shanxi University, Taiyuan 030006, China;

2 College of Life Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** Difference between tourist vegetation landscapes in Luya mountain natureal reserve is analyzed by four indices, and their spatial distributions are also shown by the diagram of DCA. It shows that: All indices vary during 2 020 m~ 2 150 m. The rule of LIV at different distance in the place of over 2 150 m is far distance > middle distance > near distance, that of H' is middle> far> near, that of NSP is approximately middle< near and far, and that of TII is near> middle> far. The horizontal distance from tourist path influences the regulation of tourist activities, and results in the difference of tourism vegetation landscapes. The DCA ordination can reflect the relationship between tourism and vegetation landscape, express their developing mechanism in the simple space.

**Key words:** Luya Mountains; different distance zone; landscapes' characteristics; DCA analysis

## 《山区生态产业的开发与组织研究》一书出版

本书由中科院成都山地所方一平博士著,四川科技出版社、新疆科技出版社联合出版。全书共分13章,围绕着人地关系协调和生态与经济关系协调主线,较全面系统地探讨了山区生态产业开发和组织的理论方法和实践,揭示山区生态产业在维系人地关系协调和生态系统保育中的作用、山区生态产业的宏观布局规律、生态产业建设的微观组织规律,为山区生态产业健康有序发展提供理论和实践依据。

本书系统性强,取材新颖,内容丰富,实际应用性与可操作性强,可作为环境科学、生态科学、经济科学与管理科学专业教师与学生的参考用书。对生态环境科学、社会经济科学和经营管理科学研究人员、企业管理人员、政府有关部门的决策人士,此书也有重要的参考价值。

该书为16开本,定价32元。凡需购买者可与本刊编辑部联系。联系地址:成都人民南路四段9号,中科院成都山地所《山地学报》编辑部 联系人:冯海燕 邮编:610041 联系电话:028- 85223826