

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

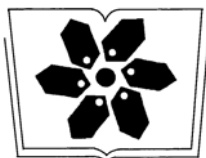
景观生态学专辑



第34卷 第12期 Vol.34 No.12 **2014**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 34 卷 第 12 期

2014 年 6 月 (半月刊)

目 次

中国景观生态学发展历程与未来研究重点.....	陈利顶,李秀珍,傅伯杰,等 (3129)
城市景观格局演变的水环境效应研究综述.....	黄 硕,郭青海 (3142)
多功能景观研究进展.....	汤 茜,丁圣彦 (3151)
空间形态受限型城市紧凑发展研究——以厦门岛为例	黄 硕,郭青海,等 (3158)
紫金山森林公园降温效应影响因素.....	闫伟姣,孔繁花,尹海伟,等 (3169)
城市公园景观空间结构对其热环境效应的影响	冯悦怡,胡潭高,张力小 (3179)
基于 OWA 的低丘缓坡建设开发适宜性评价——以云南大理白族自治州为例	刘焱序,彭 建,韩忆楠,等 (3188)
生态安全条件下土地利用格局优化——以皇甫川流域为例	喻 锋,李晓兵,王 宏 (3198)
新疆玛纳斯河流域 2000—2010 年土地利用/覆盖变化及影响因素	刘金巍,靳甜甜,刘国华,等 (3211)
基于 GIS 和 RS 的赣江上游流域土地利用动态趋势分析	鲁燕飞,彭 芳,万 韵,等 (3224)
1954—2010 年三江平原土地利用景观格局动态变化及驱动力	刘吉平,赵丹丹,田学智,等 (3234)
基于斑块评价的三峡库区腹地坡耕地优化调控方法与案例研究.....	王永艳,李阳兵,邵景安,等 (3245)
贵州省山地-坝地系统土地利用与景观格局时空演变	李阳兵,姚原温,谢 静,等 (3257)
中国西南地区土地覆盖情景的时空模拟	李 婧,范泽孟,岳天祥 (3266)
基于移动窗口法的岷江干旱河谷景观格局梯度分析.....	张玲玲,赵永华,殷 莎,等 (3276)
基于植被覆盖度的藏羚羊栖息地时空变化研究.....	赵海迪,刘世梁,董世魁,等 (3285)
西南峡谷型喀斯特坡地土壤微生物量 C、N、P 空间变异特征	范夫静,黄国勤,宋同清,等 (3293)
峡谷型喀斯特不同生态系统的土壤微生物数量及生物量特征.....	谭秋锦,宋同清,彭晚霞,等 (3302)
长三角地区土地利用时空变化对生态系统服务价值的影响	刘桂林,张落成,张 倩 (3311)
基于视觉廊道的青藏铁路沿线旅游动态景观评价.....	张瑞英,席建超,姚予龙,等 (3320)
基于 RS 与 GIS 的农村居民点空间变化特征与景观格局影响研究	任 平,洪步庭,刘 寅,等 (3331)
生态系统保护现状及保护等级评估——以江西省为例.....	樊乃卿,张育新,吕一河,等 (3341)
崇明东滩盐沼植被变化对滩涂湿地促淤消浪功能的影响.....	任璘婧,李秀珍,杨世伦,等 (3350)
基于气候、地貌、生态系统的景观分类体系——以新疆地区为例.....	师庆东,王 智,贺龙梅,等 (3359)
黄土丘陵沟壑区景观格局演变特征——以陕西省延安市为例.....	钟莉娜,赵文武,吕一河,等 (3368)
不同干扰背景下农业景观异质性——以巩义市为例	张晓阳,梁国付,丁圣彦 (3378)
山西高原草地景观的数量分类与排序.....	张先平,李志琴,王孟本,等 (3386)

山区夏季地表温度的影响因素——以泰山为例..... 孙常峰,孔繁花,尹海伟,等 (3396)

典型岩溶洼地土壤水分的空间分布及影响因素..... 张继光,苏以荣,陈洪松,等 (3405)

基于移动窗口法的豫西山丘陵区景观异质性分析..... 李栋科,丁圣彦,梁国付,等 (3414)

桂西北喀斯特区域植被变化趋势及其对气候和地形的响应..... 童晓伟,王克林,岳跃民,等 (3425)

喀斯特与非喀斯特区域植被覆盖变化景观分析——以广西壮族自治区河池市为例.....
..... 汪明冲,王兮之,梁钊雄,等 (3435)

不同干扰背景下景观指数与物种多样性的多尺度效应——以巩义市为例.....
..... 董翠芳,梁国付,丁圣彦,等 (3444)

石栎-青冈常绿阔叶林土壤有机碳和全氮空间变异特征 杨 丹,项文化,方 晰,等 (3452)

湘中丘陵区南酸枣阔叶林群落特征及群落更新..... 易 好,邓湘雯,项文化,等 (3463)

基于 RBFN 的桂西北喀斯特区植被碳密度空间分布影响因素分析..... 张明阳,王克林,邓振华,等 (3472)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 352 * zh * P * ¥ 90.00 * 1510 * 36 * 2014-06



封面图说: 空间发展受限城市的厦门——在我国城市化进程中,中小城市在城镇体系建设中处于中间环节,起到了联系大城市和小城镇的作用。但是,每个城市由于发展历史、社会经济结构、自然地理形态等因素的不同,都有其发展的特性,这些问题都必须因地制宜地去把握。例如,厦门岛相对隔离,没有多余的发展空间,该城市以居住功能为主,城市功能较为单一,公共服务功能和商业服务功能比例较小。研究这样紧凑型的城市发展必须要考虑该城市结构转换的承受力,周边社会经济环境以及居民的生活习惯等。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201311292845

汪明冲,王兮之,梁钊雄,魏兴琥,李辉霞.喀斯特与非喀斯特区域植被覆盖变化景观分析——以广西壮族自治区河池市为例.生态学报,2014,34(12):3435-3443.

Wang M C, Wang X Z, Liang Z X, Wei X H, Li H X. Landscape pattern analysis on change of fractional vegetation cover between karst and no-karst areas: a case study in Hechi District, Guangxi Zhuang Autonomous Region. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(12): 3435-3443.

喀斯特与非喀斯特区域植被覆盖变化景观分析 ——以广西壮族自治区河池市为例

汪明冲,王兮之*,梁钊雄,魏兴琥,李辉霞

(佛山科学技术学院,国土资源环境与旅游研究中心,佛山 528000)

摘要:根据 1990 年、2000 年和 2010 年的 3 期 Landsat TM 数据,利用基于 NDVI 的像元二分模型,计算得出河池市的植被覆盖度空间分布数据,并将 3 期植被覆盖图与岩溶地质图进行叠加分析地质构造对植被覆盖度的影响;最后,从斑块类型和景观级别上选取 10 个景观指数进行空间格局变化的剖析。研究结果表明:1) 30 年来研究区植被覆盖度在增加,高植被覆盖区和较高植被覆盖区一直处于优势地位。2) 30 年来研究区景观异质性减弱,破碎度降低,景观优势度增加。3) 30 年来研究区的斑块形状主要取决于自然地貌及自然环境条件。4) 30 年来研究区景观整体的聚集程度在增加;研究区景观越来越由少数植被覆盖等级类型所控制。

30 年来,研究区植被景观的生态恢复是比较明显的,这与 30 年来研究区的经济社会发展的实际情况是相吻合的。研究可以得出非喀斯特区域的植被景观的生态恢复较喀斯特区域变化更明显;喀斯特区域的景观较非喀斯特区域更分散、更复杂;喀斯特区域的生态状况较非喀斯特区域更容易被破坏,并且恢复起来更困难。这说明了喀斯特生态系统的特殊性。

关键词:喀斯特区域;覆盖变化;植被覆盖度;景观格局分析;河池

Landscape pattern analysis on change of fractional vegetation cover between karst and no-karst areas: a case study in Hechi District, Guangxi Zhuang Autonomous Region

WANG Mingchong, WANG Xizhi*, LIANG Zhaoxiong, WEI Xinghu, LI Huixia

Center for Research of Territorial Resource Environment and Tourism, Foshan University, Foshan 528000, China

Abstract: With the Landsat-TM images in 1990, 2000 and 2010 as a data source, fractional vegetation cover in Hechi District was calculated by using the dimidiate pixel model based on NDVI and was classified into five grades. Overlaying the fractional vegetation cover maps and the geological map, the impact on fractional vegetation cover exerted by geological structure was analyzed. Finally, the landscape pattern of change in fractional vegetation cover during this period was studied using a landscape pattern analysis program FRAGSTATS by analyzing 10 Landscape indices at class-level and at landscape-level to show the changing feature of landscape pattern. The results indicate that: 1) The fractional vegetation cover in the study area was increased from 1990 to 2010 and the region with high and relatively high vegetation fractions were still dominant in the area. 2) The landscape heterogeneity and fragmentation of the study area were declined, while landscape dominance was increased in the study area. 3) The patch shape of the study area mainly depended on natural landform and

基金项目:中国科学院西部行动计划项目(KZCX2-XB3-10);国家自然科学基金项目(31070426);中国教育部人文社会科学研究规划基金项目(13YJAZH041)

收稿日期:2013-11-29; 修订日期:2014-04-24

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wangxizhi71@163.com

natural environment condition from 1990 to 2010. 4) The aggregation degree of the whole landscape was generally increased. The whole landscape in the study area has been more and more controlled by several types of the vegetation coverage grades during 1990—2010.

The ecological restoration of vegetation landscape in the study area was significant, which tallies with economic social development in the stage of 1990—2010. The research findings will lead to the change of ecological restoration of vegetation landscape in no-karst district is more obvious than it in karst district. The landscape in karst district is more scattered and more complex than it in no-karst district. Ecological conditions in karst district is more easily destroyed and difficultly restored than it in no-karst district. These may explain the particularity of karst ecosystem.

Key Words: Karst district; land cover change; fractional vegetation cover; landscape pattern analysis; Hechi

喀斯特石漠化是土地荒漠化的主要类型之一,它是在湿润、亚湿润地区,碳酸盐岩发育的喀斯特脆弱生态环境下,由于人类活动和/或气候变化等因素作用,造成地表植被持续退化乃至丧失,导致水土资源流失,土地生产力下降,基岩大面积裸露于地表(或砾石堆积)而呈现类似荒漠景观的土地退化过程^[1]。我国西南喀斯特区域在全球三大喀斯特集中分布区中连片裸露碳酸盐岩面积最大,是青藏高原隆起在南亚大陆亚热带气候区形成的一个海拔梯度大、地势格局复杂、生态脆弱的独特环境单元^[1-3]。喀斯特生态系统的脆弱性决定了喀斯特生态系统的易损性和退化喀斯特生态系统的难恢复性,它是我国西部生态建设中面临的十分突出的地域环境问题,也是西南喀斯特区域实现可持续发展的主要障碍之一^[4]。

植被是陆地生态系统中最基础的部分,所有其他生物都依赖于植被而生。植被覆盖度是指植被(包括叶、茎、枝)在地面的垂直投影面积占统计区总面积的百分比。植被覆盖度是衡量地表植被状况的主要指标之一,是描述生态系统的重要基础数据,也是区域生态系统环境变化的重要指标^[5]。植被覆盖度传统的测量方法是地面测量,但这种方法只能进行小区域的植被覆盖度监测,局限性太大,不易推广。随着遥感技术的发展,为植被覆盖度的监测提供了一个新的手段,特别是为大范围地区的植被覆盖度监测提供了可能。目前常用的遥感测量植被覆盖度的方法主要有:回归模型法、植被指数法与像元分解模型法。其中基于 NDVI 植被指数和像元分解模型的植被覆盖度遥感观测方法是一种比较新的遥感测量植被覆盖度的方法,国内外许多学者已使用该方法进行植被覆盖度的监测^[6-15]。但是,在喀斯

特区域的大面积地区的研究还不多见,并且细分为喀斯特和非喀斯特的对比分析的基本没有。本文以桂西北喀斯特区域的河池市为研究对象,利用基于 NDVI 的像元二分模型来计算不同时相的植被覆盖度,进而分别从喀斯特和非喀斯特区域定量地分析该区域的植被覆盖度及其景观格局时空动态变化特征,可解释该地区生态状况及其景观空间变异特征,以期找到该地区的喀斯特和非喀斯特区域各自的植被退化发生发展一定的规律性,为该地区的生态环境评价、生态治理保护、景观生态设计和社会经济发展提供一定的科学依据,也为今后研究其植被景观动态变化提供参考。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

河池市位于广西壮族自治区的西北部,地处云贵高原的东南麓斜坡地带,地理位置为 106°34′—109°09′ E, 23°41′—25°37′ N, 全市总面积为 3.35 万 km², 占广西壮族自治区陆地面积的 14.1%, 总人口 402 万。全市地势西北高东南低, 地形多样, 结构复杂, 山岭绵亘, 岩溶广布, 喀斯特面积占地区总面积的 66%, 属举世闻名的中国西南喀斯特区域之一。河池市地处低纬, 属亚热带季风气候区。年日照时数大部分地区都在 1447—1600h 之间, 年平均气温一般都在 16.9—21.5℃, 南部与北部气温相差约 6℃, 大部分地方没有严冬。全地区年平均降雨量一般在 1200—1600mm 之间, 多的地方超过 2500mm, 最少的地方也在 1000mm 以上, 十分利于植物的生长。河池市拥有目前是西南地区唯一的喀斯特生态系统国家野外科学观测研究站, 由于喀斯特生态系统的特殊性, 现有的生态系统的研究、监测方法在该

地区很难实现,需要建立一系列适合喀斯特生态系统研究、监测的技术规程。因此,对河池市现状植被景观格局研究具有重要意义。

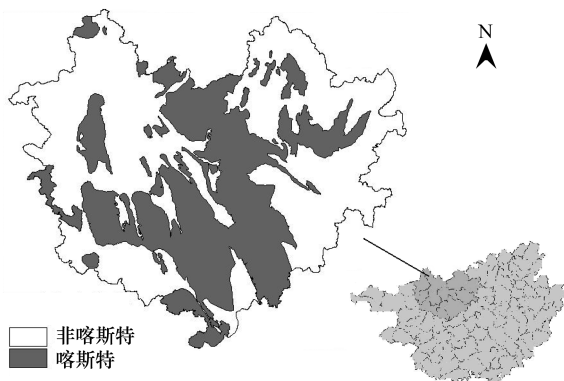


图1 河池市区位图

Fig.1 Location of Hechi City

1.2 数据源与处理方法

1.2.1 数据来源

包括 1990 年 11 月、2000 年 11 月 5 日和 2010 年 11 月 1 日的 Landsat TM 共 3 期遥感影像(空间分辨率为 30m),这 3 个年份的 TM 遥感影像只有在 11 月都是比较清晰,云层覆盖少的。河池市地质图、地形图、土地利用、野外调查等相关数据。

1.2.2 数据处理

利用遥感软件 ENVI 对研究区遥感影像进行几何校正、投影变换,结合野外调查及地形图,并将其作为参考,将 3 期影像重采样,像元大小为 30m×30m。利用 GIS 软件对研究区地质图进行数字化获得矢量化研究区的喀斯特区域和非喀斯特区域边界,用于和研究区的植被覆盖度空间分布图进行叠加分析。

2 研究方法

2.1 基于像元二分模型的植被覆盖估算方法

像元二分模型^[16]假设影像上的一个像元的信息只由植被和无植被覆盖(裸土)两部分组成。如果其通过传感器所获得的信息为 S ,就可以表达为由植被所贡献的信息 S_v ,与由无植被覆盖(裸土)部分所贡献的信息 S_s 这两部分组成。将 S 线性分解,可用下面的公式表示:

$$S = S_s + S_v \quad (1)$$

对于一个由植被与无植被覆盖(裸土)组成的混合像元,像元中植被部分覆盖的面积比例为 f_c ,则无

植被覆盖(裸土)部分覆盖的面积比例为 $1-f_c$,假设全植被覆盖的纯像元所得的遥感信息为 S_{veg} ,则混合像元植被部分所贡献的信息 S_v 可表示为 f_c 与 S_{veg} 的乘积,用下面的公式表示:

$$S_v = f_c \cdot S_{veg} \quad (2)$$

同理,假设全由无植被覆盖(裸土)的纯像元,所获得的遥感信息为 S_{soil} ,则混合像元中无植被覆盖(裸土)部分所贡献的信息 S_s 可表示为 $1-f_c$ 与 S_{soil} 的乘积,用下面的公式表示:

$$S_s = (1-f_c) \cdot S_{soil} \quad (3)$$

将公式(2)、(3)代入公式(1),可得:

$$S = f_c \cdot S_{veg} + (1-f_c) \cdot S_{soil} \quad (4)$$

对公式(4)进行变换,可得以下计算植被覆盖度的公式:

$$f_c = (S - S_{soil}) / (S_{veg} - S_{soil}) \quad (5)$$

式中, S_{veg} 和 S_{soil} 是像元二分模型的两个参数。像元二分模型削弱了大气、土壤背景与植被类型等的影响,只保留植被覆盖度的信息^[17]。

2.2 利用 NDVI 估算植被覆盖度^[18]

植被指数是利用植被在近红外波段(NIR)高反射和在红波段(Red)高吸收的特点,经过某种变换,增强植被信号,削弱噪音,由红光和红外波段的不同组合而成。归一化植被指数 NDVI 是目前使用得最为广泛的植被指数,它是植被生长状态及植被覆盖度的最佳指示因子。定义为近红外波段 NIR 与可见光红波段 Red 数值之差和这两个波段数值之和的比值,即公式:

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red) \quad (6)$$

根据像元二分模型,一个像元的 NDVI 值可以表达为由植被覆盖部分的信息与由无植被覆盖(裸土)部分的信息组成,因此可以将 NDVI 值代入公式(5)来计算植被覆盖度:

$$f_c = (NDVI - NDVI_{soil}) / (NDVI_{veg} - NDVI_{soil}) \quad (7)$$

式中, $NDVI_{soil}$ 为无植被覆盖(裸土)区域的 NDVI 值, $NDVI_{veg}$ 为纯植被覆盖区域的 NDVI 值。本文就是采用此方法来计算研究区的植被覆盖度。

$NDVI_{soil}$ 对于大多数类型的裸地表面而言,理论上应该接近零,但由于受众多因素影响,其值一般在 0.1—0.2^[19-20]。 $NDVI_{veg}$ 由于受植被类型的影响,其值也会随着时间和空间的变化而改变。在实际应用中,在没有实测数据的情况下,取 $NDVI_{max}$ 与 $NDVI_{min}$

的值为图像中给定置信度的置信区间内最大值与最小值, $NDVI_{soil}$ 值取影像中裸露样地的 $NDVI_{min}$; $NDVI_{veg}$ 值取影像中全覆盖样地的 $NDVI_{max}$ 值作为理想植被全覆盖地^[7]。

本文结合研究区的植被指数的直方图(图2)和置信区间的情况,得到河池市植被覆盖度模型中 $NDVI_{soil}$ 和 $NDVI_{veg}$ 的值见表1。

表1 植被覆盖度模型中 $NDVI_{soil}$ 和 $NDVI_{veg}$ 值

Table 1 The value of $NDVI_{soil}$ and $NDVI_{veg}$ in the model of vegetation coverage

影像年份/Year	$NDVI_{soil}$	$NDVI_{veg}$
1990	0.11	0.53
2000	0.13	0.67
2010	0.17	0.67

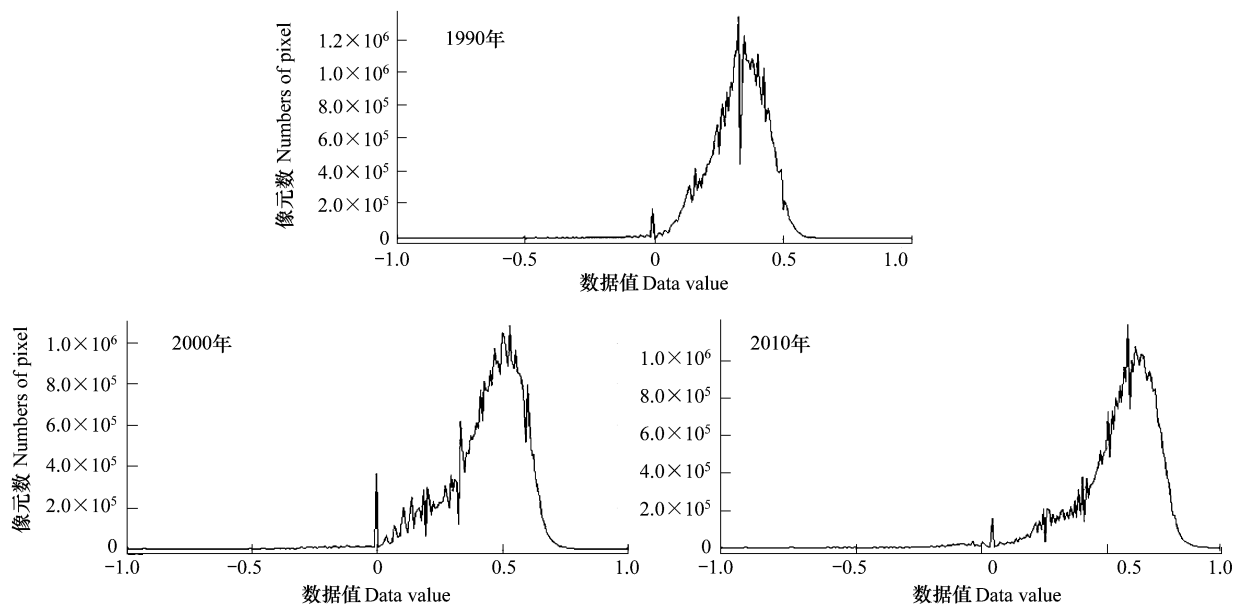


图2 研究区1990—2010年的NDVI直方图

Fig.2 The Histogram of NDVI in the study area from 1990 to 2010

2.3 植被覆盖度分级

根据本文基于像元二分模型的植被覆盖估算方法的原理,对河池市1990年、2000年和2010年的植被覆盖度进行估算,得到这3期的植被覆盖度。对所得到的3期植被覆盖度图进行重新分割,再结合研究区的具体情况将植被覆盖度分为1低植被覆盖区($f_c < 10\%$)、2较低植被覆盖区($10\% \leq f_c < 30\%$)、3中植被覆盖区($30\% \leq f_c < 50\%$)、4较高植被覆盖区($50\% \leq f_c < 70\%$)和5高植被覆盖区($f_c \geq 70\%$)。根据上述分级方法,将植被覆盖度计算结果转化为植被覆盖度分级图(图3)。

2.4 景观变化分析

研究区3期的植被覆盖度分级后,分别利用ArcMap9.3和Fragstats3.3进行统计和景观特征分析。本文参考国内外相关学者的研究^[21-25]并结合研究区景观特征,从景观斑块类型水平上选择斑块类型面积(CA)、斑块数量(NP)、最大斑块指数(LPI)、平均斑块面积(MPS);从景观水平上选择斑块数量

(NP)、最大斑块指数(LPI)、分形维数(PAFRAC)、蔓延度指数(CONTAG)、香农多样性指数(SHDI)、香农均匀度指数(SHEI)等指标进行了空间格局变化的剖析。具体计算方法及生态学意义参见FRAGSTATS 3.3使用说明书^[26]和参考文献^[27]。

3 结果与分析

3.1 植被覆盖度分级景观面积变化情况分析

在ArcMap9.3空间分析模块中进行逻辑运算,得到研究区3个时间段植被覆盖度分级后的景观面积变化图(图3)。从图3和表2分析可以得出:30年来,研究区各植被覆盖度分区的变化有所差异。低植被覆盖区的比例从1990至2000年增加,2000—2010年减少,其3个时相的分布面积分别占整个区域的6.04%、7.72%、4.60%;无论喀斯特区域还是非喀斯特区域都具有同样的规律。1990—2000年和2000—2010年,较低植被覆盖区、中度植被覆盖区和较高植被覆盖区的比例都在逐渐减少,减少

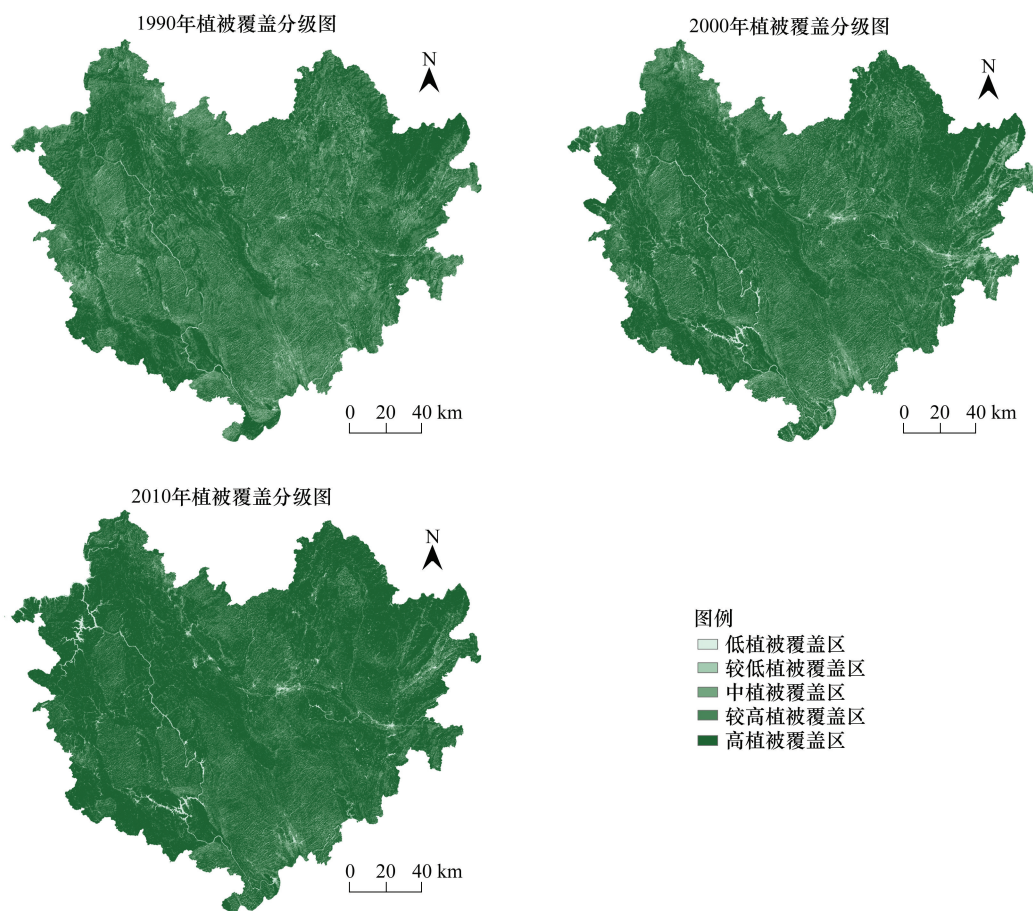


图 3 研究区 1990 年、2000 年和 2010 年植被覆盖度分级图
Fig.3 The classification diagram of vegetation coverage in the study area from 1990 to 2010

的幅度差距不大;喀斯特区域和非喀斯特区域基本具有同样的规律,只是喀斯特区域的较低植被覆盖区 2000—2010 年略微增加。高植被覆盖区的比例则逐渐增加,但 2000—2010 年增加的幅度比 1990—2000 年增加的幅度要大,分布面积分别占整个区域的 30.81%、39.95%、53.66%;非喀斯特区域具有同样的规律,但是喀斯特区域 2000—2010 年增加的幅度比 1990—2000 年增加的幅度要略小。总体来讲,30 年来研究区植被覆盖度一直在增加,无论是喀斯特区域还是非喀斯特区域的高植被覆盖区总面积一直在增加,其他等级植被覆盖区的面积减少,非喀斯特区域较喀斯特区域变化更明显。这表明整个研究区景观的生态恢复是比较明显的,但是也可以看出喀斯特区域比非喀斯特区域的生态更容易被破坏并且恢复起来要更困难。

表 2 研究区 1990 年—2010 年植被覆盖度变化
Table 2 Vegetation coverage changes in the study area from 1990 to 2010

类别 Type		1990 年		2000 年		2010 年		2000—1990		2010—2000		2010—1990	
		CA/hm ²	%	CA/hm ²	%	CA/hm ²	%	CA/hm ²	%	CA/hm ²	%	CA/hm ²	%
喀斯特区域	低植被覆盖区	120943.98	8.80	145007.55	10.55	75299.67	5.48	24063.57	1.75	-69707.88	-5.07	-45644.31	-3.32
	较低植被覆盖区	238648.14	17.36	115856.28	8.43	117375.48	8.54	-122791.86	-8.93	1519.20	0.11	-121272.66	-8.82
	中植被覆盖区	180226.98	13.11	160523.19	11.67	135857.97	9.88	-19703.79	-1.43	-24665.22	-1.79	-44369.01	-3.23
	较高植被覆盖区	439527.33	31.97	417041.55	30.33	367721.19	26.74	-22485.78	-1.64	-49320.36	-3.59	-71806.14	-5.22
	高植被覆盖区	395664.12	28.78	536581.98	39.02	678756.24	49.36	140917.86	10.25	142174.26	10.34	283092.12	20.59
合计		1375010.55(100.00)											
非喀斯特区域	低植被覆盖区	81415.98	4.12	113763.96	5.76	78762.78	3.98	32347.98	1.64	-35001.18	-1.77	-2653.20	-0.13
	较低植被覆盖区	142515.18	7.21	119666.79	6.05	65141.82	3.30	-22848.39	-1.16	-54524.97	-2.76	-77373.36	-3.91

续表

类别 Type	1990 年		2000 年		2010 年		2000—1990		2010—2000		2010—1990	
	CA/hm ²	%	CA/hm ²	%	CA/hm ²	%	CA/hm ²	%	CA/hm ²	%	CA/hm ²	%
中植被覆盖区	339380.28	17.17	245801.88	12.43	144324.18	7.30	-93578.40	-4.73	-101477.70	-5.13	-195056.10	-9.87
较高植被覆盖区	776269.71	39.27	694742.67	35.15	568603.71	28.76	-81527.04	-4.12	-126138.96	-6.38	-207666.00	-10.51
高植被覆盖区	637146.00	32.23	802751.85	40.61	1119894.66	56.65	165605.85	8.38	317142.81	16.04	482748.66	24.42
合计	1976727.15(100.00)											
整个 低植被覆盖区	202479.75	6.04	258901.38	7.72	154161.99	4.60	56421.63	1.68	-104739.39	-3.12	-48317.76	-1.44
研究区 较低植被覆盖区	322857.36	9.63	235579.68	7.03	182548.71	5.45	-87277.68	-2.60	-53030.97	-1.58	-140308.65	-4.19
中植被覆盖区	578144.07	17.25	406398.87	12.12	280228.14	8.36	-171745.20	-5.12	-126170.73	-3.76	-297915.93	-8.89
较高植被覆盖区	1215849.78	36.27	1111883.85	33.17	936423.45	27.94	-103965.93	-3.10	-175460.4	-5.23	-279426.33	-8.34
高植被覆盖区	1032751.26	30.81	1339318.44	39.95	1798719.93	53.66	306567.18	9.15	459401.49	13.70	765968.67	22.85
合计	3352082.22(100.00)											

喀斯特区域 karst district;非喀斯特区域 no-karst district;整个研究区 the whole study area

3.2 景观格局变化分析

3.2.1 类型水平上的格局变化

研究区同时期各景观类型的总面积和面积比例均显示出较高植被覆盖区和高植被覆盖区占据景观中的优势地位(表 2),30 年来无论是喀斯特区域还是非喀斯特区域的这两种类型总面积一直在增加;30 年来研究区无论是喀斯特区域还是非喀斯特区域的高植被覆盖区的斑块数量一直在减少,其他等级植被覆盖区在增加,非喀斯特区域较喀斯特区域变化更明显;高植被覆盖区的斑块集中度在提高,优势地位加强,这说明整个研究区景观的生态恢复是比较明显的。30 年来研究区的喀斯特区域和非喀斯特区域高植被覆盖区的 MPS 值在持续增加,其他等级在持续减少(表 3),进一步说明其覆盖状况逐渐转好。从最大斑块指数分析结果(表 3)来看,高植被

覆盖区和低植被覆盖区的 LPI 值在持续增加,其他等级在持续减少,3 个时间段 LPI 的最大值都出现在高植被覆盖区;3 个时段非喀斯特区域的高植被覆盖区和较高植被覆盖区的 LPI 值较喀斯特区域的大;这反应出高植被覆盖区和较高植被覆盖区一直处于优势地位,高植被覆盖区并逐步增强,非喀斯特区域较喀斯特区域较高植被覆盖区和高植被覆盖区更具优势地位。总体来讲,无论是喀斯特区域还是非喀斯特区域的景观斑块数(NP)都是先增加后减少(表 3),其中高植被覆盖区是一直减少的,较高植被覆盖区是一直增加的;其他等级的植被覆盖区变化各异,喀斯特区域较非喀斯特区域变化更明显,与面积、面积百分比结合分析,可知喀斯特区域的景观较非喀斯特区域更分散。

表 3 1990—2010 年研究区类型水平上的指数比较

Table 3 Indices comparison at class-level in the study area from 1990 to 2010

景观要素 Landscape element		喀斯特区域						非喀斯特区域					
		1990 年	2000 年	2010 年	2000—1990	2010—2000	2010—1990	1990 年	2000 年	2010 年	2000—1990	2010—2000	2010—1990
NP	1	106997	102781	122709	-4216	19928	15712	73754	92795	68327	19041	-24468	-5427
	2	351700	292580	211026	-59120	-81554	-140674	242407	280019	205032	37612	-74987	-37375
	3	230274	395761	382936	165487	-12825	152662	357682	429727	386953	72045	-42774	29271
	4	169234	215186	272380	45952	57194	103146	165880	228025	320031	62145	92006	154151
	5	103559	80911	61639	-22648	-19272	-41920	179173	166945	110739	-12228	-56206	-68434
	总	961764	1087219	1050690	125455	-36529	88926	1018896	1197511	1091082	178615	-106429	72186
LPI/%	1	0.0730	0.1519	0.1456	0.0789	-0.0063	0.0726	0.1024	0.4167	0.4839	0.3143	0.0672	0.3815
	2	0.0587	0.0192	0.0065	-0.0395	-0.0127	-0.0522	0.1226	0.0118	0.0070	-0.1108	-0.0048	-0.1156
	3	0.0413	0.0589	0.0105	0.0176	-0.0484	-0.0308	0.0621	0.0214	0.0073	-0.0407	-0.0141	-0.0548
	4	0.8881	0.9247	0.4471	0.0366	-0.4776	-0.4410	3.3405	2.2028	1.0610	-1.1377	-1.1418	-2.2795
	5	0.9855	2.8868	5.7339	1.9013	2.8471	4.7484	4.1842	4.9395	8.9506	0.7553	4.0111	4.7664
MPS/hm ²	1	1.1303	1.4108	0.6136	0.2805	-0.7972	-0.5167	1.1039	1.2260	1.1527	0.1221	-0.0733	0.0488

续表		喀斯特区域						非喀斯特区域					
景观要素	Landscape element	1990 年	2000 年	2010 年	2000—1990	2010—2000	2010—1990	1990 年	2000 年	2010 年	2000—1990	2010—2000	2010—1990
2		0.6786	0.3960	0.5562	-0.2826	0.1602	-0.1224	0.5879	0.4274	0.3177	-0.1605	-0.1097	-0.2702
3		0.7827	0.4056	0.3548	-0.3771	-0.0508	-0.4279	0.9488	0.5720	0.3730	-0.3768	-0.1990	-0.5758
4		2.5972	1.9381	1.3500	-0.6591	-0.5881	-1.2472	4.6797	3.0468	1.7767	-1.6329	-1.2701	-2.9030
5		3.8207	6.6318	11.0118	2.8111	4.3800	7.1911	3.5560	4.8085	10.1129	1.2525	5.3044	6.5569

1: 低植被覆盖区,2: 较低植被覆盖区, 3: 中植被覆盖区, 4: 较高植被覆盖区,5: 高植被覆盖区

3.2.2 景观水平上的格局变化

在景观格局分析软件 Fragstats3. 3 中,计算研究区各时段景观水平上的格局指数(表 4)。30 年来,研究区 NP 和 PAFRAC 的值在非喀斯特区域一直在增加,表明在经济增长的同时,人类干扰也在加大,使得斑块数量增多,形状复杂化,分布更加分散。研究区中喀斯特区域的 LPI 从 1990 年的 0.9855 增加到 2000 年的 2.8868 进而增加到 2010 年的 5.7339,非喀斯特区域的 LPI 从 1990 年的 4.1842 缓慢增加到 2000 年的 4.9395 进而大幅增加到 2010 年的 8.9506。这说明研究区景观异质性减弱,破碎度降低,景观优势度增加。研究区中各景观组分的

PAFRAC 和 LSI 都相差不大,说明研究区的斑块形状主要取决于自然地貌及自然环境条件。蔓延度指数(CONTAG)反映景观中不同组分的聚集程度,其值大说明景观由少数聚集的大斑块组成,其值小说明景观由许多分散的小斑块组成;30 年来,无论是喀斯特区域还是非喀斯特区域的蔓延度指数(CONTAG)都是增加的,表明景观整体呈现聚集的趋势。景观多样性指数反映了景观组分的多少和各景观组分所占比例的差异,其值越大,景观内各组分所占比例越均匀;30 年来,研究区景观整体的 SHDI 和 SHEI 值都在减少,但是差异都不大,表明景观越来越由少数植被覆盖等级类型所控制。

表 4 1990—2010 年研究区景观水平上的指数比较
Table 4 Indices comparison at landscape-level in the study area from 1990 to 2010

景观要素	喀斯特区域						非喀斯特区域					
	1990 年	2000 年	2010 年	2000—1990	2010—2000	2010—1990	1990 年	2000 年	2010 年	2000—1990	2010—2000	2010—1990
NP	961764	1087219	1050690	125455	-36529	88926	1018896	1197511	1091082	178615	-106429	72186
LPI	0.9855	2.8868	5.7339	1.9013	2.8471	4.7484	4.1842	4.9395	8.9506	0.7553	4.0111	4.7664
PAFRAC	1.5432	1.5358	1.5741	-0.0074	0.0383	0.0309	1.5344	1.5557	1.5683	0.0213	0.0126	0.0339
CONTAG	23.2801	27.2478	32.2911	3.9677	5.0433	9.0110	31.5013	32.5247	42.1540	1.0234	9.6293	10.6527
SHDI	1.5071	1.4255	1.2990	-0.0816	-0.1265	-0.2081	1.3555	1.3268	1.1123	-0.0287	-0.2145	-0.2432
SHEI	0.9364	0.8857	0.8071	-0.0507	-0.0786	-0.1293	0.8422	0.8244	0.6911	-0.0178	-0.1333	-0.1511

4 结论与讨论

本文以桂西北河池市为研究对象,文中按照喀斯特区域和非喀斯特区域,分别提取了 1990 年、2000 年和 2010 年的植被覆盖度,根据研究区的具体情况,划分为低植被覆盖区、较低植被覆盖区、中植被覆盖区、较高植被覆盖区和高植被覆盖区 5 级。结论如下:

(1)30 年来,研究区植被覆盖度一直在增加,低植被覆盖区、较低植被覆盖区、中度植被覆盖区、较高植被覆盖区的面积比例总体呈现出减少的趋势,斑块数量呈增加的趋势;高植被覆盖区面积上在增

加,斑块数量在减少。研究区高植被覆盖区和较高植被覆盖区一直处于优势地位,高植被覆盖区并逐步增强,非喀斯特区域较喀斯特区域较高和高植被覆盖区更具优势地位。

(2)30 年来,研究区无论是喀斯特区域还是非喀斯特区域的景观斑块数(NP)都是先增加后减少,其中高植被覆盖区是一直减少的,较高植被覆盖区是一直增加的;其他等级的植被覆盖区变化各异,喀斯特区域较非喀斯特区域变化更明显,与面积、面积百分比结合分析,可知喀斯特区域的景观较非喀斯特区域更分散。

(3)研究区景观斑块形状主要取决于自然地貌

及自然环境条件,异质性减弱,破碎度降低,景观优势度增加;景观整体的聚集度增加,景观越来越由少数植被覆盖等级类型所控制。

本文研究结果表明:30 年来,研究区无论是喀斯特区域还是非喀斯特区域的斑块数量 30 年来都是先增加后减少的。总体来看,研究区植被景观的生态恢复是比较明显的,这与 30 年来研究区的经济社会发展的实际情况是相吻合的。由于喀斯特生态系统的特殊性,也可以看出非喀斯特区域较喀斯特区域变化更明显;喀斯特区域的景观较非喀斯特区域更分散、更复杂。可解释该研究区的喀斯特区域的生态状况较非喀斯特区域更容易被破坏,并且恢复起来更困难。本研究可为我国西部生态脆弱区的生态环境评价、生态治理保护、景观生态设计和社会经济发展提供一定的科学依据,也为今后研究其植被景观动态变化提供参考,具有一定的意义。

本研究用 Landsat TM 数据,通过影像中的最大值和最小值来代替像元二分模型中的两个参数 S_{veg} 和 S_{soil} ,进一步消除大气、土壤背景、植被类型和季节变化等的影响,有利于分析研究区的植被覆盖变化趋势、植被覆盖度及其景观格局变化。但研究区域受云影响时间较长,每年只选 11 月份的 3 期影像,难免也会受农作物物候期和植被生长周期的影响。此外,Landsat 数据空间分辨率为 30m,对于小斑块植被难以识别,植被覆盖变化还受到自然和人为多种因素影响,对此有待深入研究。

References

- [1] Lu Y R. Sustainable development of the geological-ecological environment is the way of development in Karst area of Southwest China and its adjacent areas. Nanjing: Publishing House of HoHai University, 2003.
- [2] Sweeting M M. Karst in China, Its Geomorphology and Environment. Berlin: Springer-Verlag, 1995.
- [3] Wang S J, Li Y B. Problems and Development Trends about Researches on Karst Rocky Desertification. *Advances in Earth Science*, 2007, 22(6): 573-581.
- [4] Huang Q H, Cai Y L, Wang X C. Progress of research on rocky desertification in karst areas of southwestern China. *Journal of Natural Disasters*, 2007, 16(2): 106-111.
- [5] Gitelson A A, Kaufman Y J, Stark R. Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction. *Remote Sensing of Environment*, 2002, 80(1): 76-87.
- [6] Chen Y H, Li X B, Shi P J, Zhou H L. Estimating vegetation coverage change using Remote Sensing data in Hai Dian District, Beijing. *Acta Phytocologica Sinica*, 2001, 25(5): 588-593.
- [7] Li M M, Wu B F, Yan C Z, Zhou W F. Estimation of vegetation fraction in the upper basin of Miyun reservoir by remote sensing. *Resources Science*, 2004, 26(4): 153-159.
- [8] Wu Y, Zeng Y, Zhao Y, Wu B F, Wu W B. Monitoring and dynamic analysis of fractional vegetation cover in the Hai river basin based on MODIS data. *Resources Science*, 2010, 32(7): 1417-1424.
- [9] Gan C Y, Wang X Z, Li B S, Liang Z X, Li Z W, Wen X H. Changes of Vegetation Coverage During Recent 18 Years in Lianjiang River Watershed. *Scientia Geographica Sinica*, 2011, 31(8): 1019-1024.
- [10] Yang F, Li J L, Qian Y R, Yang Q, Jin G P. Estimating vegetation coverage of typical degraded grassland in the northern Tianshan mountains. *Journal of Natural Resources*, 2012, 27(8): 1340-1348.
- [11] Wang D M, Meng X M, Xing Z, Zhao C X, Xiong M Q, Zhang J J. Dynamic change of vegetation coverage and the driving forces in Wudu district based on remote sensing. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2012, 26(11): 92-97.
- [12] Tian H J, Cao C X, Dai S M, Zheng S, Lu S L, Xu M, Chen W, Zhao J, Liu D, Zhu H Y. Analysis of Vegetation Fractional Cover in Jungar Banner Based on Time-series Remote Sensing Data. *Journal of Geo-information Science*, 2014, 16(1): 126-133.
- [13] Dymond J R, Stephens P R, Newsome P F, Wilde R H. Percentage vegetation cover of a degrading rangeland from SPOT. *International Journal of Remote Sensing*, 1992, 13(11): 1999-2007.
- [14] Wittich K P, Hansing O. Area-averaged vegetative cover fraction estimated from satellite data. *International Journal of Biometeorology*, 1995, 38(4): 209-215.
- [15] Qi J, Marsett R C, Moran M S, Goodrich D C, Heilman P, Kerr Y H, Dedieu G, Chehbouni A, Zhang X X. Spatial and temporal dynamics of vegetation in the San Pedro River basin area. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2000, 105(1): 55-68.
- [16] Ding Y M, Zhang J X, Wang J, Liu Z J. Vegetation fraction estimation based on TM data. *Science of Surveying and Mapping*, 2006, 31(1): 43-45.
- [17] Wu Y Z, Tian Q J. Evaluation of Simplified Procedures for Retrieval of Absolute Surface Reflectance from Landsat Enhanced Thematic Mapper (ETM+). *Remote Sensing Information*, 2004(2): 27-31.
- [18] Guo K, Sun P X, Liu W G. Abstracting Vegetation Index From Remote Sensing Images Using ERDAS IMAGINE. *West-China Exploration Engineering*, 2005, 109(6): 210-212.
- [19] Carlson T N, Ripley D A. On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. *Remote Sensing of*

- Environment, 1997, 62(3): 241-252.
- [20] Bradley C Rundquist. The influence of canopy green vegetation fraction on spectral measurements over native tall grass prairie. Remote Sensing of Environment, 2002, 81(1): 129-135.
- [21] Lu Y, Hua C, Zhou X. A Study of Landscape Patterns in the Karst Mountainous Area Using RS and GIS. Journal of Mountain Science, 2002, 20(6): 727-731.
- [22] Kong X L, Wang K L, Chen H S, Zhang M Y, Li R D. A GIS based analysis of landscape spatial patterns and land use in Karst regions — A case study of Hechi City, Guangxi Zhuang Autonomous Rigion. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2007, 15(4): 134-138.
- [23] Huang Q Y, Hu B Q, Zeng L F. Land Use/Cover and Landscape PatternChanges over the Karst Reservoir Area of the RedRiver, China. Resources Science, 2009, 31(10): 1805-1814.
- [24] Xu J Y, Hu Y C, Wang H Y. Landscape Patterns of Rocky Desertification Land in Karst Region of Guangxi Zhuang Autonomous Region in Recent 10 Years. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2012, 32(1): 181-184.
- [25] Jerry A GRIFFITH. The role of landscape pattern analysis in understanding concepts of land cover change. Journal of Geographical Sciences, 2004, 14(1): 3-17.
- [26] McGarigal K, Marks B. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. Reference manual. Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis Oregon, March 1994. 62pp. +Append.
- [27] Li X Z, Bu R C, Chang Y, Hu Y M, Wen Q C, Wang X G, Xu C G, Li Y H, He H S. The response of landscape metrics against pattern scenarios. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(1): 123-134.
- 感动态研究. 植物生态学报, 2001, 25(5): 588-593.
- [7] 李苗苗, 吴炳方, 颜长珍, 周为峰. 密云水库上游植被覆盖度的遥感估算. 资源科学, 2004, 26(4): 153-159.
- [8] 吴云, 曾源, 赵炎, 吴炳方, 武文波. 基于 MODIS 数据的海河流域植被覆盖度估算及动态变化分析. 资源科学, 2010, 32(7): 1417-1424.
- [9] 甘春英, 王兮之, 李保生, 梁钊雄, 李志文, 温小浩. 连江流域近 18 年来植被覆盖度变化分析. 地理科学, 2011, 31(8): 1019-1024.
- [10] 杨峰, 李建龙, 钱育蓉, 杨齐, 金国平. 天山北坡典型退化草地植被覆盖度监测模型构建与评价. 自然资源学报, 2012, 27(8): 1340-1348.
- [11] 王冬梅, 孟兴民, 邢钊, 赵彩霞, 熊木齐, 张佳静. 基于 RS 的武都区植被覆盖度动态变化及其驱动力分析. 干旱区资源与环境, 2012, 26(11): 92-97.
- [12] 田海静, 曹春香, 戴晟懋, 郑盛, 陆诗雷, 徐敏, 陈伟, 赵坚, 刘迪, 朱红缘. 准格尔旗植被覆盖度变化的时间序列遥感监测. 地球信息科学学报, 2014, 16(1): 126-133.
- [16] 丁艳梅, 张继贤, 王坚, 刘正军. 基于 TM 数据的植被覆盖度反演. 测绘科学, 2006, 31(1): 43-45.
- [17] 吴昀昭, 田庆久. ETM+数据绝对反射率反演方法分析. 遥感信息, 2004(2): 27-31.
- [18] 郭凯, 孙培新, 刘卫国. 利用 ERDASIMAGINE 从遥感影像中提取植被指数. 西部探矿工程, 2005, 109(6): 210-212.
- [21] 卢远, 华瑾, 周兴. 基于 RS 和 GIS 的喀斯特山区景观生态格局. 山地学报, 2002, 20(6): 727-731.
- [22] 孔祥丽, 王克林, 陈洪松, 张明阳, 李仁东. 基于 GIS 的喀斯特地区土地利用景观空间格局研究——以广西壮族自治区河池市为例. 中国生态农业学报, 2007, 15(4): 134-138.
- [23] 黄秋燕, 胡宝清, 曾令锋. 红水河梯级电站喀斯特库区土地利用与景观格局变化研究. 资源科学, 2009, 31(10): 1805-1814.
- [24] 徐劲原, 胡业翠, 王慧勇. 近 10a 广西喀斯特区域石漠化景观格局分析. 水土保持通报, 2012, 32(1): 181-184.
- [27] 李秀珍, 布仁仓, 常禹, 胡远满, 问青春, 王绪高, 徐崇刚, 李月辉, 贺红仕. 景观格局指标对不同景观格局的反应. 生态学报, 2004, 24(1): 123-134.
- 参考文献:**
- [1] 卢耀如. 地质-生态环境的可持续发展——中国西南及临近喀斯特区域发展途径. 南京: 河海大学出版社, 2003.
- [3] 王世杰, 李阳兵. 喀斯特石漠化研究存在的问题与发展趋势. 地球科学进展, 2007, 22(6): 573-581.
- [4] 黄秋昊, 蔡运龙, 王秀春. 我国西南部喀斯特区域石漠化研究进展. 自然灾害学报, 2007, 16(2): 106-111.
- [6] 陈云浩, 李晓兵, 史培军, 周海丽. 北京海淀区植被覆盖的遥

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34, No.12 June, 2014 (Semimonthly)

CONTENTS

Development history and future research priorities of landscape ecology in China	CHEN Liding, LI Xiuzhen, FU Bojie, et al (3129)
Research review on effects of urban landscape pattern changes on water environment	HUANG Shuo, GUO Qinghai (3142)
A review of multifunctional landscape	TANG Qian, DING Shengyan (3151)
Compact development of space-limited city: a case study of Xiamen Island	HUANG Shuo, GUO Qinghai, TANG Lina (3158)
Analysis of factors contributing to the cooling effects of Purple Mountain Forest Park	YAN Weijiao, KONG Fanhua, YIN Haiwei, et al (3169)
Impacts of structure characteristics on the thermal environment effect of city parks	FENG Yueyi, HU Tangao, ZHANG Lixiao (3179)
Suitability assessment for building land consolidation on gentle hillside based on OWA operator: a case in Dali Bai Nationality Borough in Yunnan, China	LIU Yanxu, PENG Jian, HAN Yinan, et al (3188)
Optimization of land use pattern based on eco-security: a case study in the Huangfuchuan watershed	YU Feng, LI Xiaobing, WANG Hong (3198)
Analysis of land use/cover change from 2000 to 2010 and its driving forces in Manas River Basin, Xinjiang	LIU Jinwei, JIN Tiantian, LIU Guohua, et al (3211)
Dynamic trend analysis of land use change in the Ganjiang upstream watershed by using RS and GIS techniques	LU Yanfei, PENG Fang, WAN Yun, et al (3224)
Landscape pattern dynamics and driving forces analysis in the Sanjiang Plain from 1954 to 2010	LIU Jiping, ZHAO Dandan, TIAN Xuezhi, et al (3234)
Optimizing theory and case studies of cultivated slope land in the center of three gorges reservoir area based on patch-scale land evaluation	WANG Yongyan, LI Yangbing, SHAO Jingan, et al (3245)
Spatial-temporal evolution of land use and landscape pattern of the mountain-basin system in Guizhou Province	LI Yangbing, YAO Yuanwen, XIE Jing, et al (3257)
Spatio-temporal simulation of land cover scenarios in southwestern of China	LI Jing, FAN Zemeng, YUE Tianxiang (3266)
Gradient analysis of dry valley of Minjiang River landscape pattern, based on moving window method	ZHANG Lingling, ZHAO Yonghua, YIN Sha, et al (3276)
Study on spatio-temporal change of Tibetan Antelope's habitat based on vegetation coverage	ZHAO Haidi, LIU Shiliang, DONG Shikui, et al (3285)
Spatial heterogeneity of soil microbial biomass carbon, nitrogen, and phosphorus in sloping field in a grove Karst region, Southwest China	FAN Fujing, HUANG Guoqin, SONG Tongqing, et al (3293)
Characteristics of soil microbial populations and biomass under different ecosystems in a canyon karst region	TAN Qiujin, SONG Tongqing, PENG Wanxia, et al (3302)
Spatial and temporal dynamics of land use and its influence on ecosystem service value in Yangtze River Delta	LIU Guilin, ZHANG Luocheng, ZHANG Qian (3311)
Evaluation of tourism dynamic landscape along Qinghai-Tibet railway based on the visual corridor	ZHANG Ruiying, XI Jianchao, YAO Yulong, et al (3320)
A study of spatial evolution characteristics of rural settlements and influences of landscape patterns on their distribution using GIS and RS	REN Ping, HONG Buting, LIU Yin, et al (3331)

- Assessing the ecosystem conservation status and priority: a case study from Jiangxi Province, China FAN Naiqing, ZHANG Yuxin, LÜ Yihe, et al (3341)
- The impact of salt marsh change on sediment accumulation and wave attenuation at the East Chongming Island REN Linjing, LI Xiuzhen, YANG Shilun, et al (3350)
- Landscape classification system based on climate, landform, ecosystem: a case study of Xinjiang area SHI Qingdong, WANG Zhi, HE Longmei, et al (3359)
- Analysis of landscape pattern evolution characteristic in the hilly and gully area of loess plateau: a case study in Yan'an City, Shaanxi Province ZHONG Lina, ZHAO Wenwu, LV Yihe, et al (3368)
- Analysis of the characteristics of agro-landscape heterogeneity under the different disturbances: a case study of Gongyi City ZHANG Xiaoyang, LIANG Guofu, DING Shengyan (3378)
- Classification and ordination of grassland landscape in the Shanxi Plateau ZHANG Xianping, LI Zhiqin, WANG Mengben, et al (3386)
- Analysis of factors affecting mountainous land surface temperature in the summer: a case study over Mount Tai SUN Changfeng, KONG Fanhua, YIN Haiwei, et al (3396)
- Research on spatial distribution and influencing factor of soil moisture in typical depression area of karst region ZHANG Jiguang, SU Yirong, CHEN Hongsong, et al (3405)
- Landscape heterogeneity of mountainous and hilly area in the western Henan Province based on moving window method LI Dongke, DING Shengyan, LIANG Guofu, et al (3414)
- Trends in vegetation and their responses to climate and topography in northwest Guangxi TONG Xiaowei, WANG Kelin, YUE Yuemin, et al (3425)
- Landscape pattern analysis on change of fractional vegetation cover between karst and no-karst areas: a case study in Hechi District, Guangxi Zhuang Autonomous Region WANG Mingchong, WANG Xizhi, LIANG Zhaoxiong, et al (3435)
- Multi-scale effects for landscape metrics and species diversity under the different disturbance: a case study of Gongyi City DONG Cuifang, LIANG Guofu, DING Shengyan, et al (3444)
- Spatial heterogeneity of soil organic carbon and total nitrogen concentrations in a *Lithocarpus glaber-Cyclobalanopsis glauca* evergreen broadleaved forest YANG Dan, XIANG Wenhua, FANG Xi, et al (3452)
- The characteristics and regeneration of the *Choerospondias axillaries* broad-leaved community in the hilly region of central Hunan Province, China YI Hao, DENG Xiangwen, XIANG Wenhua, et al (3463)
- Factors influencing the spatial distribution of vegetation carbon density in karst landscapes of Northwest Guangxi: a case study based on radial basis function network model ZHANG Mingyang, WANG Kelin, DENG Zhenhua, et al (3472)

《生态学报》2014 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 34 卷 第 12 期 (2014 年 6 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 34 No. 12 (June, 2014)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元