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/stxb201306101589

鲁燕飞, 彭芳, 万韵, 曾凡兴, 陈美球, 罗志军, 黄宏胜. 基于 GIS 和 RS 的赣江上游流域土地利用动态趋势分析. 生态学报, 2014, 34(12): 3224-3233.

Lu Y F, Peng F, Wan Y, Zeng F X, Chen M Q. Dynamic trend analysis of land use change in the ganjiang upstream watershed by using RS and GIS techniques. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(12): 3224-3233.

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^{1,2,3}, 彭 芳², 万 韵², 曾凡兴², 陈美球^{3,*}, 罗志军³, 黄宏胜³

(1. 江西农业大学园林与艺术学院, 南昌 330045; 2. 江西农业大学计算机与信息工程学院, 南昌 330045;

3. 江西农业大学鄱阳湖流域农业生态重点实验室, 南昌 330045)

摘要: 利用赣江上游流域 1990、1995、2000、2005 和 2010 年 5 期的 TM 影像以及 2010 年的 SPOT 影像资料, 通过目视解译方法及 GIS 软件的空间叠加分析功能, 获取了研究区土地利用覆被变化数据。在此基础上, 结合 1990—2010 年赣江上游流域的统计资料利用灰色关联分析和主成分分析法进行分析, 找出引起土地利用变化的主导因素。结果表明: 研究区 20 年来林地和建设用地总量增加, 耕地、草地、水域和未利用地总量减少。相同时期不同类型的土地利用变化的驱动因子不相同, 不同时期同一类型土地利用变化的驱动因子也不相同。再利用 GM(1,1) 灰色预测模型预测了 2015—2030 年间研究区驱动因素和土地利用情况, 研究表明主导因素对土地利用变化的影响与 1990—2010 年间变化趋势一致。

关键词: RS; GIS; 土地利用变化; 主成份分析; GM(1,1) 模型

Dynamic trend analysis of land use change in the ganjiang upstream watershed by using RS and GIS techniques

LU Yanfei^{1,2,3}, PENG Fang², WAN Yun², ZENG Fanxing, CHEN Meiqiu^{3,*}, LUO Zhijun³, HUANG Hongsheng³

1 College of Landscape and Art, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China

2 College of Information and Engineering, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China

3 Jiangxi Provincial Key Lab. for Agricultural Ecology of Poyang Lake Watershed, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China

Abstract: Land use change has become a hot issue on the global climate change research, which includes two aspects: one is the study of land use change process, and the second is the driving factors of land use change. Ganjiang is the greatest river of the Poyang Lake watershed, of which the watershed area accounted for 51.5% of Poyang Lake basin. Ganjiang plays a vital role in the development of social economy of Jiangxi Province. As an important area for water conservation, ecological protection and restoration of Jiangxi Province, the ecological and environmental conditions of Ganjiang upstream are the foundation that the Ganjiang watershed ecosystem depends on existence and development. It is also the premise for ensuring the ecosystem health of the whole Poyang Lake watershed. This study used the TM images of Ganjiang upstream watershed of the year 1990, 1995, 2000, 2005 and 2010 as well as the SPOT image data of 2010, by visual interpretation method and GIS software space, obtaining the land use cover change data of the study area. On this basis, the authors used the methods of grey relational analysis and principal component analysis to analyze the statistics of the Ganjiang upstream watershed between 1990 and 2010, and found the drivers of land use change. Then GM (1, 1) gray prediction model was used to predicate the driving factors and land use change of the study area between 2015 to 2030. The results are as follows. First,

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (71163022); 江西省“赣鄱英才 555 工程”项目

收稿日期: 2013-06-10; **修订日期:** 2013-10-09

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

from the point of view of single land use dynamic degree, the land use degree of Ganjiang upstream watershed was on the rise from 1990 to 2010. Of the six kinds land-use types, from 1990 to 1995, construction land has the highest single land use dynamic degree, followed by water, woodland has the minimum value. From 1995 to 2000, unused land has the highest single land use dynamic degree, followed by water, woodland has the minimum value. From 2000 to 2010, construction land has the highest single land use dynamic degree, followed by grassland, woodland has the minimum value. From the point of view of comprehensive land use dynamic degree, the comprehensive land use degree of Ganjiang upstream watershed showed a trend to increase in 1990—2010. The extent of land use change of various land-use types has the largest value (10.89‰) between 2000 and 2010. Over the 20 years from 1990 to 2010, the area of agricultural land, grassland, water area and unused land decreased, whereas the area of construction land and forest land increased. Second, the grey relational grade of population, GDP, fixed assets investment, urbanization level, the proportion of secondary industry and tertiary industry proportion is greater than 0.5. This indicates that the six factors are the driving factors of land use change influencing the 16 counties and cities in the Ganjiang upstream watershed. These six factors have different impacts on the various land use change.

Third, the driving factors of land use change are different for various land types during the same period and for the same land type in different periods. Finally, over the next 20 years, Ganjiang upstream watershed would have a steady growth in population and urbanization level, thus making the corresponding construction land area constantly increasing, whereas the arable land area continuously decreasing. Construction land area and GDP have synthetic growth trends. The forest area gradually would increase, whereas water and unused land area would slowly decrease.

Key Words: RS; GIS; land use change; principle components analysis; the GM(1,1) model

全球气候变暖是当今人类面临的严峻挑战,而大气中 CO₂ 浓度升高是造成气候变暖的主要原因。土地利用变化是仅次于化石燃料的第二大人为碳排放源,土地利用变化作为人类活动与自然交叉最为密切的问题^[1-2],得到了国内外广泛的关注^[3-6],目前已经成为全球变化研究的核心主题之一^[1-2, 7-8]。土地利用变化已成为全球气候变化研究的热点问题,土地利用变化研究包括两方面:一是研究土地利用变化过程,二是研究土地利用变化的驱动因素。赣江是鄱阳湖流域第一条大河,其流域面积占鄱阳湖流域的 51.5%,在江西省社会经济的发展中占有极其重要的地位。赣江上游流域作为江西省重要的水源涵养区、生态环境保护与恢复的核心区,其生态环境状况是整个赣江流域生态系统赖以存续的基础,也是确保整个鄱阳湖流域生态系统健康的前提条件。随着鄱阳湖生态经济区建设上升为国家战略,要实现“全国生态文明与经济社会发展协调统一、人与自然和谐相处的生态经济示范区和中国低碳经济发展先行区”的战略目标,维持赣江上游流域土地可持续利用更显重要。研究该区域土地利用变化过程是研究其驱动力的基础^[9],分析土地利用变化的时

空过程,找到影响其变化的驱动因素,对土地可持续性利用有着重大的意义。本文旨在通过定量探讨该地区土地利用变化情况及其驱动因素,为赣江上游流域土地可持续利用管理提供科学依据。

1 研究范围与概况

为便于社会经济的资料的获取、分析及成果的应用,本文确定的研究区域范围(图 1),包括章贡区、赣县、南康市、信丰县、大余县、上犹县、崇义县、安远县、龙南县、全南县、宁都县、于都县、兴国县、瑞金市、会昌县、石城县等 16 个县(市、区)。

赣江上游流域在江西省南部,位于 113°54′—116°38′ E, 24°29′—27°09′ N 之间,处于中国东南沿海地区向中部内地延伸的过渡地带,也是内地通向东南沿海的重要通道之一。赣江上游流域研究区域面积 35699 km²,流域总面积 27095 km²,河流总长度 312 km。该区地形复杂多,地貌以丘陵、山地为主,地势四周高,中间低。区内属亚热带气候,热量丰富,雨量充沛,年平均气温 18.9 ℃,年平均降水量 1573 mm,生物资源和矿产资源丰富,该区是全国重点有色金属基地之一。

图1 研究区域范围和地理位置示意图

Fig.1 The sketch map of location in the study area

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

数据由空间数据和社会经济统计数据组成。空间数据来源于研究区 1990、1995、2000、2005 和 2010 年 5 期的 Landsat TM 遥感图像。利用 ENVI 软件进行解译,土地利用分类采用中国科学院资源环境数据库中的全国 1:10 万土地利用分类系统。根据研究区土地利用类型的数量和分布特征,将原土地利用数据类型进行合并,得到 6 个土地利用类型,分别是:耕地、林地(园地)、草地、水域、建设用地(城镇用地、农居点用地、独立工矿用地、交通用地、水利设施用地等)和未利用地。社会经济统计数据主要包括历史统计数据,数据来源于 1991—2011 年江西省统计年鉴。

2.2 遥感数据处理方法

基于遥感技术,在赣江上游流域根据卫星观测的视场范围,绘制土地利用覆盖变化图。本文研究中采用的是 Landsat TM30 米分辨率的遥感影像,根据在中国遥感卫星地面站存档数据目录服务系统的查询,以及对赣江上游流域地理位置的确认。用 Erdas 和 Arcgis 软件对地形图进行校正,用校正好的

地形图对五期的遥感影像进行镶嵌处理。在 Arcgis 软件平台上,通过目视解译对影像图进行矢量化处理,然后进行数据转换、Coverage 生成、差错、邻斑同码融合等,生成 5 期土地利用现状图。

2.3 土地利用变化分析方法

引进土地利用动态度($R_{\text{单}}$)和综合土地利用动态度(LC)来描述赣江上游流域土地利用的变化情况^[12-13],其表达式分别为:

$$R_{\text{单}} = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中, U_a 和 U_b 为研究期初和期末某一土地利用类型的数量, T 为研究期时段长度。

$$LC = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \right] \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中, LU_i 为监测起始时间第*i*类土地利用类型面积; ΔLU_{i-j} 为监测时段内第*i*类土地利用类型转为非*i*类土地利用类型面积的绝对值; T 为监测时段长度。当*T*的时段设定为年时, LC 的值就是该研究区土地利用年变化率。土地利用动态度定量地描述了土地利用的变化速度,对预测未来土地利用变化趋势有积极的作用。

2.4 土地利用变化驱动力分析方法

影响土地利用的驱动因素主要包括社会经济驱动力、自然驱动力和土地利用政策驱动力等多种因素,其中自然驱动力包括环境变化、气候、自然灾害和地形、坡度等驱动因子,社会经济驱动力包括人口增长、经济增长、社会行为、土地利用者主体行为等驱动因子^[14-18]。土地的自然特性和环境条件决定了其适宜的利用方式,利用方式适宜与否影响着土地利用的可持续性。在土地利用的社会驱动力中,人口、经济发展、城镇化等因素是影响土地利用变化的主要因素。人口是人类社会经济因素中最主要的因素,也是最具活力的土地利用覆被变化的驱动力之一。人口密度和土地利用变化速率成正相关关系,人口增加速度越快,土地利用变化也越快^[19-20]。社会经济的发展是土地利用及其结构演变的最根本动力^[21-22]。经济发展对土地变化的驱动力表现在两个方面:一是第二三产业的发展增加了用地的需求;而是市场导向下的农业资源配置引起农业结构调整不断深化。工业化和城镇化不仅通过人口集中、产业

集中、地域扩散占用土地,使土地非农化,而且通过生活方式和价值观念的扩散,改变原来的土地利用结构^[23-24]。

2.4.1 灰色关联分析

以县为单位,以 X_1 总人口(万人)、 X_2 GDP(万元)、 X_3 固定资产投资额(万元)、 X_4 城镇化水平(%)、 X_5 第二产业比重(%)、 X_6 第三产业比重(%) 六个指标作为自变量,以 6 类土地利用变化为因变量,分别对 1990—2010 年、1990—1995 年、1995—2000 年、2000—2005 年和 2005—2010 年 4 个时段进行灰色关联分析^[25-26],确定不同时段各个自变量与区域土地利用变化的灰色关联度。

2.4.2 驱动因子分析

在灰色关联分析的基础上,利用主成份分析法分别对 1990—2010 年、1990—1995 年、1995—2000 年、2000—2005 年和 2005—2010 年 5 个时段土地利用变化的驱动因子进行分析,找出不同时段土地利用变化的主要驱动因子。

2.5 GM(1,1) 预测模型

采用 GM(1,1) 灰色模型^[25,27-29]预测未来 20a 土

地利用变化及其主要驱动因子,探索其土地利用规律,明确土地利用与社会经济发展之间的关系,研究赣江上游流域今后土地利用的方向。

3 结果与分析

3.1 土地利用变化分析

从赣江上游流域土地利用总体情况来看,整个地区林地所占面积最大,是该区的主要土地利用类型;其次是耕地、草地;三者 1990 年、1995 年、2000 年、2005 年和 2010 年均占到 95% 以上。未利用地所占比例最小。

从图 2 可以看出,1990—2010 年间,赣江上游流域林地的增加量最大($16.04 \times 10^4 \text{ hm}^2$),草地的减少量最大($12.33 \times 10^4 \text{ hm}^2$),未利用地的变化最小,仅减少 65.54 hm^2 。除了林地和建设用地有所增加外,耕地、草地、水域和未利用土地均有所减少。土地面积变化幅度最大的是林地(0.0494)、草地(-0.0345),未利用地变化最小(-0.00026),耕地虽然减少量较大,但因其本身所占面积较大,减少幅度仅高于草地。

图 2 赣江上游流域 1990—2010 年土地利用类型面积变化量及变化幅度

Fig.2 The land use area change and change amplitude of Ganjiang upstream watershed from 1990 to 2010

A: 耕地; B: 林地; C: 草地; D: 水域; E: 建设用地; F: 未利用地

根据单一土地利用动态度计算结果可知:赣江上游流域 1990—1995 年、1995—2000 年、2000—2005 年和 2005—2010 年相比较,土地利用变化的速度有所升高(图 3)。1990—1995 年间,在 6 类土地利用类型中,建设用地的动态度最高,水域次之,林地最小;1995—2000 年间,未利用地动态度最大、水

域次之,林地最小。2000—2010 年间,建设用地动态度最大,草地次之,林地最小。

从综合土地利用动态度来看,赣江上游流域综合土地利用程度在 1990—2010 年间均呈增大趋势(图 4),其中 2000—2005 年间各类土地利用变化幅度最大(10.89‰)。

图3 赣江上游流域1990—2010年土地利用动态度

Fig.3 The land use dynamic degree of Ganjiang upstream watershed from 1990 to 2010

A: 耕地; B: 林地; C: 草地; D: 水域; E: 建设用地; F: 未利用地

图4 各期综合土地利用动态度

Fig.4 The integrated land use dynamic degree

3.2 驱动力分析

3.2.1 灰色关联分析

(1) 1990—2010年影响因素的灰色关联分析

结合赣江上游流域土地利用变化驱动力的实际情况以及所收集到的资料状况, 构建1990—2010年

土地利用变化及其驱动因素变化指标体系, 相关数据见表1。表1中的 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 、 Y_4 、 Y_5 和 Y_6 分别代表耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用地1990—2010年间的面积(hm^2)变化值。

表1 赣江上游流域16个县区1990—2010年社会经济因素变化与土地利用变化

Table 1 The variation of socio-economic factors and land use changes in 16 counties of Ganjiang upstream watershed from 1990 to 2010

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6
章贡区	28	1580979	98267	17.99	10.23	41.28	-4575.9	2308.52	-2759.94	-960.41	6324.05	0.686
赣县	15.51	706516	521317	8.5	41.9	12.04	-5339.3	17935.83	-13224.6	-1589.47	3746.95	4.5356
南康	10.42	800830	438545	5.32	19.99	24.94	-9164.3	17694.22	-13716.6	408.55	5064.47	-7.805
信丰	15.97	692337	431271	10.85	25.06	16.48	-17895	11478.6	-1067.4	-245.19	6553.88	-8.0444
大余	5.24	522666	451866	4.18	27.52	24.21	-7667.24	5139.7	118.3	883.47	1733.79	11.3327
上犹	4.83	253301	165979	3.09	14.87	24.29	-1363.7	15068.92	-16947.3	1650.4	1988.18	1.707
崇义	2.23	367894	79185	3.57	39.69	16.67	-9199.51	13385.9	-10303.5	1979.62	1864.87	12.2262
安远	7.96	261225	115379	9.79	12.11	29.25	6299.83	12575.4	4649.57	440.57	940.2	4.5257
龙南	5	423093	487317	5.8	30.11	17.89	3941.32	-4322.09	-1424.33	-18.7	1956.76	-1.6581
全南	1.66	213510	99881	4.02	28	31.27	-423.7	-1015.32	1485.87	60	-65.53	13.2805
宁都	14.52	713206	185470	0.35	26.86	19.73	-243.1	6081.73	-8802.27	-1220.1	3051.8	19.73
于都	28.36	724438	526693	13.09	28.86	18.99	-1096.36	24286.95	-20788.2	-2059.28	4021.8	2.2103
兴国	15.85	742666	344056	9.4	24.17	12.65	2026.25	6246.1	-13262	107.19	2180.08	-49.5528
瑞金	13.51	614149	168460	13.02	18.74	29.94	-14823.3	17440.2	-4109.22	-273.8	691.52	-93.2044
会昌	11.3	410257	120670	3	27.51	22.77	-7513.6	5400	-786.83	842.67	2656.27	17.7786
石城	5.57	203444	68111	6	14.6	20.01	-9024.51	24259	-15067	-517.75	623.8	4.1588

X_1 : 总人口/Total population, X_2 : GDP, X_3 : 固定资产投资/Investment in fixed assets, X_4 : 城镇化水平/Urbanization level, X_5 : 第二产业比重/The proportion of second industry, X_6 : 第三产业比重/The second industry proportion, Y_1 : 耕地/Farmland, Y_2 : 林地/Woodland, Y_3 : 草地/Grassland, Y_4 : 水域/Water, Y_5 : 建设用地/Construction land, Y_6 : 未利用地/Unused land

将表1中的数据综合进行灰色关联分析, 得到各类土地利用类型与影响因素的灰色关联度见表2 (取分辨系数为0.5)。

从分析结果可以看出6个因子的灰色综合关联度均大于0.5, 说明这6个因子是影响赣江上游流域16个县市土地利用变化的主要驱动因子。这6个因

子对不同的土地利用变化影响是不同的。对耕地的影响从大到小依次是: $X_1>X_6>X_2>X_4>X_5>X_3$;对林地的影响从大到小依次是: $X_2>X_3>X_1>X_4>X_5>X_6$;对草地的影响从大到小依次是: $X_5>X_1>X_2>X_4>X_6>X_3$;对水域的影响从大到小依次是: $X_5>X_6>X_3>X_4>X_2>X_1$;对建设用地的影响从大到小依次是: $X_2>X_1>X_3>X_4>X_5>X_6$;对未利用地的影响从大到小依次是: $X_6>X_5>X_2>X_1>X_4>X_3$ 。

表 2 土地利用变化与驱动因子变化的灰色关联度(1990—2010 年)

土地利用类型 land use type	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
耕地 Arable land(Y_1)	0.63	0.61	0.57	0.60	0.59	0.62
林地 Woodland(Y_2)	0.62	0.65	0.63	0.58	0.56	0.55
草地 Grassland(Y_3)	0.64	0.63	0.59	0.61	0.67	0.60
水域 Water(Y_4)	0.52	0.54	0.61	0.56	0.68	0.67
建设用地 Construction land(Y_5)	0.77	0.83	0.73	0.69	0.62	0.58
未利用地 Unused land(Y_5)	0.62	0.63	0.56	0.60	0.67	0.72

(2) 不同时段影响因素的灰色关联分析

同理分别对 1990—1995 年、1995—2000 年、2000—2005 年和 2005—2010 年 4 个时段土地利用变化进行灰色关联分析,结果见表 3。

表 3 土地利用变化与驱动因子变化的灰色关联度

土地利用类型 Land use type	年段 Period	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
耕地 Arable land	1990—1995	0.62	0.64	0.53	0.55	0.60	0.56
	1995—2000	0.79	0.79	0.73	0.66	0.53	0.75
	2000—2005	0.57	0.61	0.60	0.50	0.51	0.51
	2005—2010	0.99	0.97	0.92	0.90	0.98	0.55
林地 Woodland	1990—1995	0.65	0.57	0.57	0.63	0.63	0.61
	1995—2000	0.74	0.80	0.81	0.78	0.52	0.79
	2000—2005	0.59	0.68	0.68	0.55	0.56	0.52
	2005—2010	0.96	0.98	0.91	0.92	0.91	0.58
草地 Grassland	1990—1995	0.59	0.61	0.57	0.60	0.56	0.60
	1995—2000	0.73	0.71	0.70	0.69	0.53	0.77
	2000—2005	0.65	0.60	0.55	0.51	0.53	0.54
	2005—2010	0.88	0.94	0.94	0.86	0.96	0.57
水域 Water	1990—1995	0.56	0.62	0.60	0.59	0.67	0.59
	1995—2000	0.80	0.87	0.81	0.82	0.52	0.88
	2000—2005	0.56	0.56	0.54	0.55	0.52	0.55
	2005—2010	0.99	0.97	0.83	0.88	0.95	0.58
建设用地 Construction land	1990—1995	0.63	0.57	0.57	0.58	0.59	0.59
	1995—2000	0.68	0.67	0.71	0.61	0.52	0.61
	2000—2005	0.61	0.75	0.70	0.53	0.62	0.57
	2005—2010	0.97	0.99	0.95	0.97	0.93	0.55
未利用地 Unused land	1990—1995	0.86	0.81	0.84	0.80	0.92	0.84
	1995—2000	0.88	0.85	0.83	0.82	0.49	0.87
	2000—2005	0.61	0.59	0.59	0.62	0.62	0.67
	2005—2010	0.72	0.76	0.69	0.69	0.70	0.33

结果表明:不同时期影响土地利用变化的主导因素不同;同一时期,不同土地利用变化的主导因素

也不相同。

3.2.2 驱动因子分析

根据表 2 和表 3 得到的结果对 1990—2010 年、1990—1995 年、1995—2000 年、2000—2005 年和

2005—2010 年 5 个时段的 6 类土地利用变化进行主成份分析,分析不同时段不同土地利用变化的主要驱动因素,结果见表 4。

表 4 土地利用变化因子贡献率
Table 4 Contribution rate of land use change factor

土地利用类型 Land use type		主成分 Principal component								
		1			2			3		
		因子 Component	特征值 Eigenvalue	百分率 Centage/%	因子 Component	特征值 Eigenvalue	百分率 Centage/%	因子 Component	特征值 Eigenvalue	百分率 Centage/%
耕地 Arable land	1990—2010	X_1	2.73	45.502	X_6	2.17	36.167	X_2	0.431	7.185
	1990—1995	X_2	2.285	38.086	X_1	1.678	27.974	X_5	1.105	18.420
	1995—2000	X_1	2.622	43.704	X_2	1.473	24.546	X_6	0.995	16.591
	2000—2005	X_2	3.345	55.749	X_3	1.338	22.306	X_1	0.867	14.453
	2005—2010	X_1	2.423	40.384	X_5	1.746	29.103	X_2	0.959	15.975
林地 Woodland	1990—2010	X_2	2.73	45.502	X_3	2.17	36.167	X_1	0.431	7.185
	1990—1995	X_1	2.285	38.086	X_4	1.678	27.974	X_5	1.105	18.420
	1995—2000	X_3	2.622	43.704	X_2	1.473	24.546	X_6	0.995	16.591
	2000—2005	X_2	3.345	55.749	X_3	1.338	22.306	X_1	0.867	14.453
	2005—2010	X_2	2.423	40.384	X_1	1.746	29.103	X_4	0.959	15.975
草地 Grassland	1990—2010	X_5	2.73	45.502	X_1	2.17	36.167	X_2	0.431	7.185
	1990—1995	X_2	2.285	38.086	X_4	1.678	27.974	X_6	1.105	18.420
	1995—2000	X_6	2.622	43.704	X_1	1.473	24.546	X_2	0.995	16.591
	2000—2005	X_1	3.345	55.749	X_2	1.338	22.306	X_3	0.867	14.453
	2005—2010	X_5	2.423	40.384	X_2	1.746	29.103	X_4	0.959	15.975
水域 Water	1990—2010	X_5	2.73	45.502	X_6	2.17	36.167	X_3	0.431	7.185
	1990—1995	X_5	2.285	38.086	X_2	1.678	27.974	X_3	1.105	18.420
	1995—2000	X_6	2.622	43.704	X_2	1.473	24.546	X_4	0.995	16.591
	2000—2005	X_1	3.345	55.749	X_2	1.338	22.306	X_4	0.867	14.453
	2005—2010	X_1	2.423	40.384	X_2	1.746	29.103	X_5	0.959	15.975
建设用地 Construction land	1990—2010	X_2	2.73	45.502	X_1	2.17	36.167	X_3	0.431	7.185
	1990—1995	X_1	2.285	38.086	X_5	1.678	27.974	X_6	1.105	18.420
	1995—2000	X_3	2.622	43.704	X_1	1.473	24.546	X_2	0.995	16.591
	2000—2005	X_2	3.345	55.749	X_3	1.338	22.306	X_5	0.867	14.453
	2005—2010	X_2	2.423	40.384	X_1	1.746	29.103	X_4	0.959	15.975
未利用地 Unused land	1990—2010	X_5	2.73	45.502	X_6	2.17	36.167	X_2	0.431	7.185
	1990—1995	X_5	2.285	38.086	X_1	1.678	27.974	X_3	1.105	18.420
	1995—2000	X_1	2.622	43.704	X_6	1.473	24.546	X_2	0.995	16.591
	2000—2005	X_6	3.345	55.749	X_3	1.338	22.306	X_5	0.867	14.453
	2005—2010	X_2	2.423	40.384	X_1	1.746	29.103	X_5	0.959	15.975

从表 4 中可以看出相同时期不同类型的土地利用变化的驱动因子不相同,并且在不同时期同一类型土地利用变化的驱动因子也不相同。

3.3 赣江上游流域土地利用变化趋势分析

3.3.1 土地利用变化主要驱动因子趋势分析

采用 $GM(1,1)$ 灰色模型来预测赣江上游流域人

口规模,得到预测模型如下:

$$x^{(1)}(t+1) = 10215.23435e^{0.066286666t} - 9547.324349$$

经检验该模型残差相对误差的平均绝对值为 0.118%,方差比 $C=0.018236<0.35$,小误差概率 $P=1$,故模型精度较好。

同理得到各驱动因子的预测模型如下:

(1) GDP

$$x^{(1)}(t+1) = 89.77e^{0.705573428t} - 10.05$$

(2) 城镇化水平

$$x^{(1)}(t+1) = 180.23e^{0.08846538t} - 165.6$$

经检验,预测模型精度均较好,得到赣江上游流域土地利用变化主要驱动因子的变化趋势(图 5)。

图 5 赣江上游流域土地利用变化主要驱动因子趋势

Fig.5 The trend of main driving factors of land use changes

3.3.2 各类土地利用预测

根据 $GM(1,1)$ 模型预测各类土地利用面积,其各类土地利用类型 $GM(1,1)$ 预测模型如下:

(1) 耕地

$$x^{(1)}(t+1) = -13234703.63e^{-0.0050363372t} + 13877865.85$$

(2) 林地

$$x^{(1)}(t+1) = 111944132.48e^{0.023276842t} - 10929656$$

(3) 草地

$$x^{(1)}(t+1) = -868400.09e^{-0.30517491t} + 1084971.87$$

(4) 水域

$$x^{(1)}(t+1) = -25081414.49e^{-0.001290612t} + 25114164.85$$

(5) 建设用地

$$x^{(1)}(t+1) = 73604.91e^{0.321824022t} - 43142.87$$

(6) 未利用地

$$x^{(1)}(t+1) = -1825.77e^{-0.145503071t} + 2061.67$$

研究区土地利用变化过程未来 20a 预测值如图 6 所示。

从图 5 和图 6 可以看出,未来 20 年赣江上游流域总人口和城镇化水平呈现稳步增长,从而使得相应的建设用地面积不断地增长,而耕地面积则不断地减少。建设用地面积与 GDP 呈现同向增长的趋势。林地面积逐步增加,水域和未利用地面积缓慢减少。

图 6 赣江上游流域未来 20a 土地利用结构情况趋势

Fig.6 The trend of land use structure of next 20 years in Ganjiang upstream watershed

4 结论与讨论

(1) 通过对赣江上游流域土地利用变化分析可以发现,林地和耕地是该区主要土地利用类型,这与其林业主产区的定位相符合。赣江上游流域土地利用处于发展阶段,总体土地利用程度处于粗放利用型与集约利用型之间。

1990—2010 年间,赣江上游流域林地的增加量最大,草地的减少最多,建设用地面积有所增加,未利用地面积变化最小。面积变化率最大的是建设用地,其次是草地,林地最小。这主要和其面积基数相关,也与该区的实际经济发展情况相一致,赣江上游流域作为林业主产区,经济发展速度较快,建设用地快速增长便是明证。

(2) 土地利用变化既受自然因素的影响,又受社会、经济和历史等人文因素的制约,具有很强的综合性和地域性。不同时期,导致不同土地利用类型变化的主导因素是不同的。即便是在同一时期,不同的土地利用类型变化的主导因素也是不相同的。以变化率最大的建设用地为例,在 1990—2010 年间,引起其变化的主导因素是第二产业比重、第三产业比重和固定资产投资额,而 2000—2005 年和 2005—2010 年间,建设用地快速增长的驱动因素却是 GDP 的快速增加、总人口的不断增加和固定资产投资额的不断增加。通过分析得知,各种驱动力中主要以人口数量的增加对土地压力加大为主,从而导致赣江上游流域土地利用发生变化,说明赣江上游流域土地利用结构变化主要是人类活动干扰的结果。

(3) 通过对赣江上游流域土地利用变化主要驱

动因子趋势和土地利用预测分析发现,随着经济的快速增长,建设用地面积不断增加。GDP 的增长速率远远高于建设用地扩张的速度。单位建设用地的 GDP 由 2010 年的 144.21 万元/hm²增加到了 2030 年的 4823.28 万元/hm²,充分说明建设用地的集约利用程度明显增强,土地单位面积产出大幅度提升。

总人口的增速低于建设用地面积的增长速度,表明人口与建设用地之间有较强的相关性。其原因是由于江西省新型城市化建设战略和“鄱阳湖生态经济区建设”战略的实施,使得赣江上游流域交通通讯条件的改变,矿产资源的开发,大大促进了经济的发展,促进了城镇化进程,使得城镇建设用地需求增加、规模扩张。由于赣江上游流域各县区重视并实施国家的退耕还林政策,使得耕地减少的速度要低于人口增加和城镇化水平提高的速度。由此可见,虽然两者呈负相关性,但人口的增加并非耕地减少的主要原因,其主要原因是生态退耕。

References:

- [1] Turner B L, Skole D, Sanderson S, Fischer G, Fresco L, Leemans R. Land-use and Land-cover Change: Science/Research Plan. Stockholm: IGBP, 1995: 132-132.
- [2] Guo B, Chen Y Q, Yao Y M, He Y B, Zhang J X. Research on land use and land cover change driven. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24(4): 408-414.
- [3] Kelarestaghi A, Jeloudar Z J. Land use/cover change and driving force analyses in parts of northern Iran using RS and GIS techniques. Arabian Journal of Geosciences, 2011, 4(3/4): 401-411.
- [4] Wu Q, Li H Q, Wang R S, Paulussen J, HeY, Wang M, Wang B H, Wang Z. Monitoring and predicting land use change in Beijing using remote sensing and GIS. Landscape and Urban Planning, 2006, 78(4): 322-333.
- [5] Jiang Y, Liu J, Cui Q, An X H, Wu C X. Land use/land cover change and driving force analysis in Xishuangbanna Region in 1986—2008. Frontiers of Earth Science, 2011, 5(3): 288-293.
- [6] Houet T, Loveland R L, Hubert-Moy L, Gaucherel C, Napton D, Barnes C A, Saylor K. Exploring subtle land use and land cover changes: a framework for future landscape studies. Landscape Ecology, 2010, 25(2): 249-266.
- [7] Verburg P H., Neumann K, Linda N. Challenges in using land use and land cover data for global change studies. Global Change Biology, 2011, 17(2): 974-989.
- [8] Liu J Y, Zhang Z X, Xu X L, Kuang W H, Zhou W C, Zhang S W, Li R D, Yan C Z, Yu D S, Wu S X, Jiang N. Spatial patterns and driving forces of land use change in China during the early 21st century. Journal of Geographical Sciences, 2010, 20(4): 483-494.
- [9] Li Y C. Land cover dynamic changes in Northern China: 1989—2003. Journal of Geographical Sciences, 2008, 18(1): 85-94.
- [10] Hydrology Bureau of Jiangxi Province. Jiangxi River System. Wuhan: Yangtze River Press, 2007.
- [11] Jiangxi Bureau of Statistics. Jiangxi Statistical Yearbook. Beijing: China Statistics Press, 1991-2011.
- [12] Sun H L, Li W H, Chen Y P, Xu C C. Response of ecological services value to land use change in the Ili River Basin, Xinjiang, China. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(4): 887-894.
- [13] Zhang Y, Liu Y F, Ding Q, Jiang P. Study on land use/cover change from 1996 to 2005 in Wuhan city. Ecology and Environment, 2010, 19(11): 2534-2539.
- [14] Long H L, Tang G P, Li X B, Heilig G K. Socio-economic driving forces of land-use change in Kunshan, the Yangtze River Delta economic area of China. Journal of Environmental Management, 2007, 83(3): 351-364.
- [15] Krausmann F, Haberl H, Schulz N B, Erb K, Darge E Gaube V. Land-use change and socio-economic metabolism in Austria—Part I: driving forces of land-use change: 1950—1995. Land Use Policy, 2003, 20(1): 1-20.
- [16] Serraa P, Ponsa X, Sauri D. Land-cover and land-use change in a Mediterranean landscape: A spatial analysis of driving forces integrating biophysical and human factors. Applied Geography, 2008, 28(3): 189-209.
- [17] Reid R S, Kruska R L, Muthui N, Taye A, Wotton S, Wilson C J, Mulatu W. Land-use and land-cover dynamics in response to changes in climatic, biological and socio-political forces: the case of southwestern Ethiopia. Landscape Ecology, 2000, 15(4): 339-355.
- [18] Lambina E F, Turner B L, Geist H J, Agbola S B, Angelsen A, Bruce J W, Coomes O T, Dirzo R, Fischer G, Folke C, George P S, Homewood K, Imbernon J, Leemans R, Li X B, Moran E F, Mortimore M, Ramakrishnan P S, Richards J F, Skanes H, Steffen W, Stone G D, Svedin U, Veldkamp T A, Vogel C, Xu J C. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. Global Environmental Change, 2001, 11(4): 261-269.
- [19] Shoshany M, Goldshleger N. Land-use and population density changes in Israel- 1950 to 1990: analysis of regional and local trends. Land Use Policy, 2002, 19(2): 123-133.
- [20] Vačkář D, Chobot K, Orlitová E. Spatial relationship between human population density, land use intensity and biodiversity in the Czech Republic. Landscape Ecology, 2012, 27(9): 1279-1290.
- [21] Bringezu S, O'Brien M, Schütz H. Beyond biofuels: Assessing

- global land use for domestic consumption of biomass: A conceptual and empirical contribution to sustainable management of global resources. *Land Use Policy*, 2012, 29(1): 224-232.
- [22] Diallo Y, Hu G D, Abdurazak H A. Simulation planning for sustainable use of land resources: case study in digamous. *Journal of Mathematics and Statistics*, 2009, 5(1): 15-23.
- [23] Wang X H, Zheng D, Shen Y C. Land use change and its driving forces on the Tibetan Plateau during 1990—2000. *Catena*, 2008, 72(1): 56-66.
- [24] Serra P, Ponsa X, Sauri D. Land-cover and land-use change in a Mediterranean landscape: A spatial analysis of driving forces integrating biophysical and human factors. *Applied Geography*, 2008, 28(3): 189-209.
- [25] Liu S F, Dang Y G, Fang Z G, Xie N M. *Grey System Theory and Its Application*. Beijing: Science Press, 2010.
- [26] Song Q B, Shepperd M. Predicting software project effort: A grey relational analysis based method. *Expert Systems with Applications*, 2011, 38(6): 7302-7316.
- [27] Ju L H, Shi P J. Prediction of land use structure based on Markov and Gray Models. *System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture*, 2009, 25(2): 138-146.
- [28] Tien T L. A research on the grey prediction model GM (1, n). *Applied Mathematics and Computation*, 2012, 218(9): 4903-4916.
- [29] Chen C I, Huang S J. The necessary and sufficient condition for GM (1, 1) grey prediction model. *Applied Mathematics and Computation*, 2013, 219(11): 6152-6162.

参考文献:

- [2] 郭斌, 陈佑启, 姚艳敏, 何英彬, 张洁瑕. 土地利用与土地覆被变化驱动力研究综述. *中国农学通报*, 2008, 24(4): 408-414.
- [10] 江西水文局. *江西水系*. 武汉: 长江出版社, 2007.
- [11] 江西省统计局. *江西统计年鉴 (1991—2011)*. 北京: 中国统计出版社, 1991-2011.
- [12] 孙慧兰, 李卫红, 陈亚鹏, 徐长春. 新疆伊犁河流域生态服务价值对土地利用变化的响应. *生态学报*, 2010, 30(4): 887-894.
- [13] 张杨, 刘艳芳, 丁庆, 江平. 1996—2006 年武汉市土地利用/覆被变化研究. *生态环境学报*, 2010, 19(11): 2534-2539.
- [25] 刘思峰, 党耀国, 方志耕, 谢乃明. *灰色系统系统理论及其应用*. 北京: 科学出版社, 2010.
- [27] 居玲华, 石培基. 基于 Markov 和 GM (1,1) 模型的土地利用结构预测. *农业系统科学与综合研究*, 2009, 25(2): 138-146.

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