

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/stxb201311042660

李婧, 范泽孟, 岳天祥. 中国西南地区土地覆盖情景的时空模拟. 生态学报, 2014, 34(12): 3266-3275.

Li J, Fan Z M, Yue T X. Spatio-temporal simulation of land cover scenarios in southwestern of China. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(12): 3266-3275.

中国西南地区土地覆盖情景的时空模拟

李 婧^{1,2}, 范泽孟^{1,*}, 岳天祥¹

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 气候植被类型的空间分布与土地覆盖类型的空间分布在时空层次上具有很好的相关性和一致性。在运用 HLZ 生态系统模型获得 CMIP5 的 3 种气候情景 RCP26、RCP45、RCP85 情景下西南地区未来 90a (2011—2100 年) HLZ 生态系统时空分布情景数据的基础上, 结合 2010 年土地覆盖现状数据, 构建了土地覆盖情景的空间分析模型, 并在此基础上, 实现了西南地区未来 90a 土地覆盖情景的时空模拟分析。模拟结果表明: 3 种气候情景下, 西南地区未来 90a 的落叶针叶林、落叶阔叶林、草地、耕地、冰雪、荒漠及裸岩石砾地等土地覆盖类型面积将呈逐渐减少趋势; 常绿针叶林、常绿阔叶林、混交林、灌丛、湿地、建设用地、水体等土地覆盖类型面积则呈逐渐增加趋势。其中, 湿地增加速度最快 (平均每 10a 增加 5.28%), 荒漠及裸岩石砾地减少速度最快 (平均每 10a 减少 2.34%)。

关键词: 土地覆盖情景模型; 气候情景; 土地覆盖变化; 中国西南地区

Spatio-temporal simulation of land cover scenarios in southwestern of China

LI Jing^{1,2}, FAN Zemeng^{1,*}, YUE Tianxiang¹

1 State Key Laboratory of Resources and Environment Information System, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract: Numerous studies show that Karst area is more sensitive to influence of climate change and human activities, compared to the area in non-vulnerable condition. Therefore, quantitative simulating the land cover scenarios is important to understand the driving mechanism underlying land cover change in Karst area, and what policy should be carried out to prevent and reduce the land degradation. Especially, Karst area, as the typical ecological fragile zone, has been undertaking a series of ecological degradation, which have seriously affected the local socio-economic sustainable development. Karst area of Southwest China is one of the largest continuous Karst zone in the world, which major involves the Guizhou, Guangxi, Yunnan, Sichuan, and Chongqing province of China. This paper aims to develop a method for simulating the scenarios of land cover in Karst area and analyze its spatial distribution change under the global climate change.

A simulation method of land cover scenario was developed on the basis of analyzing the correlation of spatial distribution between HLZ (Holdridge life zone) and the land cover, and the policy of basic farmland protection. According to the climate scenarios data of RCP26, RCP45, and RCP85 released by CMIP5 (the Fifth phase of the Coupled Model Intercomparison Project) and the land cover data in 2010 obtained from remote sensing images. Three land cover scenarios in Southwest China are respectively simulated in the next 90 years. The results show that three scenarios of land cover change have similar spatial landscape pattern and conversion trends. A gradual decrease was found in the following types of

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41271406); 国家重点基础研究发展计划 (973 计划) (2010CB950904); 资源与环境信息系统国家重点实验室青年人才培养基金项目

收稿日期: 2013-11-04; 修订日期: 2014-04-04

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: fanzm@reis.ac.cn

land cover, deciduous coniferous forest, deciduous broadleaf forest, grassland, cropland, ice and snow, and desert and bare rock; The other types of land cover would experience a moderate increase, namely, evergreen coniferous forest, evergreen broadleaf forests, mixed forest, scrublands, wetlands, construction land, water bodies and so on. Among the land cover types mentioned above, wetlands were projected to increase with the fastest rate (an increase of 5.28% per decade on average) and construction land were projected to increase most slowly (an average increase of 0.16% per decade), while desert and bare rock were forecasted to decline with the fastest rate (a decrease of 2.34% per decade on average) and cropland were forecasted to decrease most slowly (an average decrease of 0.26% per decade). It is worth noting that differences between land cover scenarios of 3 different climate scenarios lay in two aspects. On one hand, land cover scenario of every land cover type under RCP85 scenario stayed in top position in terms of the decadal change rate, especially, ice and snow decreasing far more than the other two scenarios. The next one was RCP45 scenario, land cover scenario of every land cover type under RCP26 scenario rank the last in terms of per decade change rate. On the other hand, each land cover type keep the same change trend under RCP85 and RCP45 scenarios during the following 90 years, while land cover scenario simulated with RCP26 data turn out to change in the opposite trend after 2070. Furthermore, the simulated result identify the method of land cover scenarios can avoid the difficulties which come from the complexity and uncertainty of mechanism analysis in land cover modeling, and suitable to simulate the land cover change on a regional scale.

Key Words: land cover scenario model; climatic scenario; land cover change; Karst areas of Southwest China

全球气候变化是 21 世纪人类面临的最大和最复杂的生态环境问题^[1]。作为全球变化的重要组成部分和主要原因,土地覆被变化已成为全球变化领域的研究焦点^[2-3]。大量研究表明相对于非脆弱区,生态环境脆弱区的土地覆盖变化对气候变化和人类活动的影响更为敏感^[4-8],其土地覆盖变化研究更有利于认识脆弱区的形成演变机制、揭示自然和人文因素对土地覆盖变化的驱动机制^[9-10]。喀斯特地区因其独特的地球化学表层构造,生态环境变异敏感性高,环境容量小,是典型的生态环境脆弱区^[11]。贵州、广西、云南、四川、重庆五省区市不仅是中国,也是全球喀斯特分布面积最大、范围最广、最集中连片、以及岩溶发育最强烈的典型喀斯特地貌分布区和生态系统脆弱区域。因此,本文选取中国西南地区行政区划内的云南、贵州、四川和重庆四省市,以及广西省作为研究区域(图 1),旨在对中国最大的喀斯特分布区域的土地覆盖情景变化进行模拟和揭示。

如何在全球气候变化背景下,对土地覆盖情景的空间预测模型进行构建,是分析土地覆盖时空分布格局的未来情景变化的前提条件,更是生态环境脆弱区生态环境保护 and 土地资源持续开发利用政策制定和实施的关键内容。针对上述问题,自 20 世纪

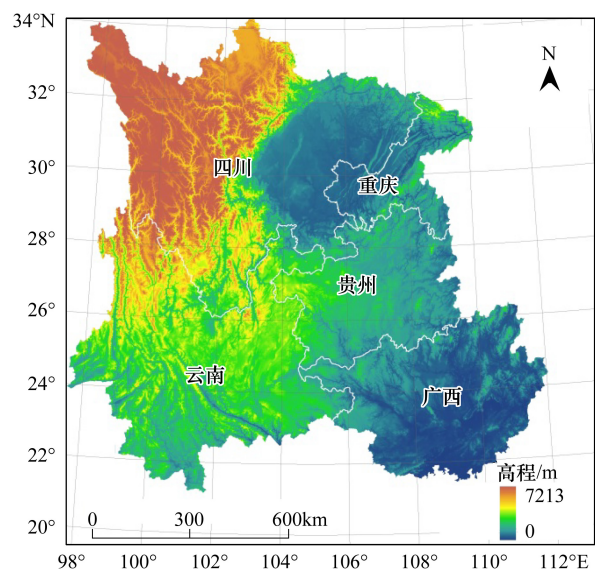


图 1 研究区 DEM 图(国界线底图引自^[12])

Fig.1 DEM of research region (national border referred to^[12])

90 年代以来,国内外学者从不同视角,结合不同研究目的相继构建了系列土地覆被变化情景预测模型。例如,Lauenroth 等人用于模拟农业生态过程的土地利用模型、描述土地覆被变化的全球综合系统 IMAGE2.0(Integrated Model to Assess the Greenhouse Effect)、Adams 建立了空间平衡模型、P.H.Verburg 等提出了动态的、多尺度的土地覆被空间变化模拟模

型 CLUE 等等^[13-16]。以上研究为进一步模拟土地覆盖变化提供了理论基础和实践经验。但相较于广受关注的中小尺度土地覆被变化,大中尺度全球气候变化背景下的土地覆被模拟尚不多见。在已构建的土地覆被变化预测模型中,范泽孟等基于 HLZ 气候植被类型空间分布与土地覆盖类型空间分布界限的密切相关性构建了全球气候变化背景下的大尺度土地覆盖边际转换模型^[17],避免了因土地覆盖变化驱动机制的复杂性和不确定性而给土地覆盖变化模拟造成的困境,能较准确地模拟大时间尺度上的区域土地覆盖时空变化。但该模型没有考虑土地覆盖分布现状和人文因素对土地覆盖变化的影响。本文旨在土地覆盖边际转换模型的基础上,结合土地覆盖分布现状量化因子、生态保护区规划和基本农田保护政策等人文因素,构建新的土地覆盖转换概率计算方程,改进转换规则,构建新的全球变化背景下的土地覆盖情景预测模型,对 CMIP5 的 3 种气候情景 RCP26、RCP45、RCP85 驱动下的西南地区土地覆盖的时空变化情景进行模拟分析。

1 资料与方法

1.1 基础数据

用于模拟中国西南地区土地覆盖未来情景的气候数据包括基于中国 782 个气象观测站点数据利用高精度曲面建模方法 (HASM)^[18] 模拟获得的 1981—2010 年的 1 km×1 km 分辨率的平均气温、平均降水、潜在蒸散比率等数据。以上数据为输入参数,运行 HLZ 生态系统模型获得的 HLZ 栅格数据^[19-20]作为 2010 年的 HLZ 气候植被分布的现状数据。土地覆盖分布现状数据采用各 IGBP (International Geosphere-Biosphere Programme) 类型的百分比栅格数据系列。土地覆盖历史时段数据采用 1 km×1 km 分辨率的 IGBP 分类的 2010 年中国土地覆盖栅格数据,该数据由全国各 IGBP 类型的百分比栅格数据根据最大概率法则分类得到。IGBP 分类系统将土地覆盖类型分为常绿针叶林、常绿阔叶林、落叶针叶林、落叶阔叶林、混交林、灌丛、草地、湿地、耕地、建设用地、冰雪、荒漠及裸岩石砾、水体等 13 种类型。以 CMIP5 发布的 2011—2040 年、2041—2070 年和 2071—2100 年等 3 个时段的 RCPs 气候情景数据为 HLZ 模型输入参数,模拟了 2040

年、2070 年和 2100 年的 HLZ 气候植被栅格数据。以上 HLZ 栅格数据分辨率均为 1 km×1 km。运用 Arcinfo 的空间分析功能获得研究区域(贵州、广西、云南、四川、重庆)的 HLZ 未来情景的栅格数据。本文采用的 RCPs 气候情景数据包括 RCP26、RCP45、RCP85 情景,分别代表未来气候变化程度的低、中、高 3 种水平。其中,RCP85 情景假定人口最多、技术革新率不高、能源改善缓慢,同时缺少应对气候变化的政策,导致长时间高能源需求及高温温室气体排放,气候变化程度最高。RCP26 情景把全球平均温度上升限制在 2.0 ℃之内,其中 21 世纪后半叶能源应用为负排放,气候变化程度最低^[21]。

1.2 土地覆盖边际转换模型

土地覆盖变化是诸多自然因子、人文因子共同作用所导致的复杂过程。若在模拟土地覆盖变化的过程中试图考虑所有的相关驱动因素,将会使模型构建变得极为复杂而陷入困境。气温、降水及潜在性蒸散率等自然气候因子对土地覆盖变化有着直接作用,而这些因子在一定程度上是 HLZ 气候植被生态系统变化的决定因素^[13],且 HLZ 气候植被类型的空间分布界限与土地覆盖类型的空间分布界限能够很好的吻合。因此,可以通过 HLZ 气候植被的未来情景来模拟土地覆盖的未来情景。基于此思想,范泽孟等提出了土地覆盖边际转换模型,构造 HLZ 气候植被类型与土地覆盖类型之间的对应转换矩阵,并找出矩阵中 HLZ 气候植被类型对应的最大概率的土地覆盖类型以此作为判定未来土地覆盖类型的依据,基于栅格单元比较前后两个时段的 HLZ 数据,若 HLZ 类型发生变化,则土地覆盖类型变化,将其赋值为后一时期的 HLZ 类型对应的最大概率的土地覆盖类型^[17]。

考虑到不同土地覆盖类型转换的难易程度不同,某一区域的土地覆盖类型更容易向该区域的优势土地覆盖类型方向转变,本文在土地覆盖转换概率的计算中引入各土地覆盖类型占栅格单元的百分比数据作为其分布现状的度量。其次,对于耕地等受人文因子影响更大的土地覆盖类型,应加入适当的规则修正预测结果。再者,转换概率矩阵是对各 HLZ 气候植被类型分布范围内土地覆盖类型分布结构的定量描述,不同 HLZ 类型对应不同的土地覆盖分布,则新时期栅格单元的土地覆盖分布结构应趋

向于新时期该栅格单元的土地覆盖类型,即若某种土地覆盖类型对应 $t+1$ 时期 HLZ 类型的概率大于 t 时期 HLZ 类型的概率,那么该土地覆盖类型在 $t+1$ 时期出现的概率应该增大,因此在计算转换概率时应考虑前后两个时期 HLZ 类型对应的各土地覆盖类型的概率变化,而不是单纯考虑后一时期 HLZ 类型对应的最大概率土地覆盖类型。因此,本文构建出新的转换概率计算公式:

$$LP(x, y)_{k, t+1} = LP(x, y)_{k, t} \times \frac{1}{2} \left(1 + \frac{HLZP(x, y)_{k, t+1} - HLZP(x, y)_{k, t}}{HLZP(x, y)_{k, t+1} + HLZP(x, y)_{k, t}} \right) \quad (1)$$

$$LC(x, y)_{t+1} = \text{Value}(k)_{\max | LP(x, y)_{k, t+1} | k = 1, 2, 3, \dots, 13} \quad (2)$$

$$k = 1, 2, 3, \dots, 13; t = 2010, 2040, 2070, 2100$$

式中, x, y 表示栅格单元的位置, k 表示土地覆盖类

型, t 表示当前时期, $HLZP(x, y)_{k, t}$ 表示 t 时期栅格单元 x, y 处的 HLZ 类型对应的第 k 种土地覆盖类型的概率, $LP(x, y)_{k, t}$ 表示 t 时期栅格单元 x, y 内的第 k 种土地覆盖类型的概率, $LP(x, y)_{k, t}$ 满足 $\sum_{k=1}^{13} LP(x, y)_{k, t} = 1$ 。 $LP(x, y)_{k, t+1}$ 为 $t+1$ 时期第 k 种土地覆盖类型的转换概率,即该栅格单元可能出现第 k 种类型的概率。

其他类型转换为耕地的规则限定为:自然坡度小于 25° , 年降水量大于 400mm , 土地覆盖类型现状不能为林地和高密度草地, 不属于国家重点生态功能区, 同时满足以上条件的区域可以实现其他土地覆盖类型向耕地的转换。以上规则根据国土资源部发布的可开垦耕地后备资源评价指标与标准表^[22]结合指标数据的可获取性制定。

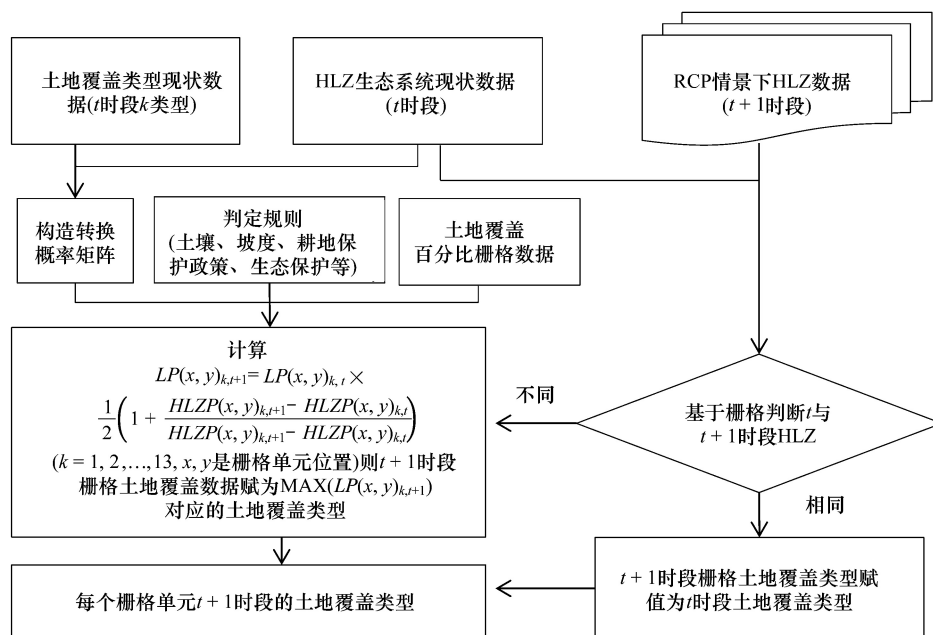


图2 基于栅格的土地覆盖边际转换模型流程图

Fig.2 Flow chart of land cover marginal conversion model based on grid

改进后的土地覆盖边际转换模型的模拟步骤(图2)如下:

1) 利用 2010 年的 HLZ 气候植被栅格数据与 2010 年的土地覆盖栅格数据构造 HLZ 类型与土地覆盖类型之间的转移矩阵。

2) 逐栅格比较 t 时期和 $t+1$ 时期的 HLZ 气候植被数据, 如果 t 时期到 $t+1$ 时期栅格单元的 HLZ 类型没有发生变化, 则认为土地覆盖类型不变, 将 t 时

期土地覆盖类型赋予 $t+1$ 时期相应空间位置; 如果发生变化, 则计算各土地覆盖类型的转换概率(式 1), 查找最大概率对应的土地覆盖类型将其赋予相应的位置(式 2)。

3) 若步骤 2 计算结果为 $t+1$ 时期转换为耕地类型, 则需判断该栅格是否满足其他土地覆盖类型转换耕地的规则, 满足则将耕地赋值给相应位置, 不满足则将 t 时期土地覆盖类型赋予 $t+1$ 时期相应空间

位置。

4)重复步骤2与3,直到将每一个栅格单元的值都进行转换完为止。从而获得 $t+1$ 时段的土地覆盖栅格数据;经过以上步骤便可以获得研究时段内土地覆盖变化未来情景栅格数据。

2 结果分析

2.1 土地覆盖未来情景空间分布

基于CMIP5的3种气候情景RCP26、RCP45、RCP85模拟的中国西南地区未来90a土地覆盖空间分布格局(图3)具有很好的相似性,表现出如下

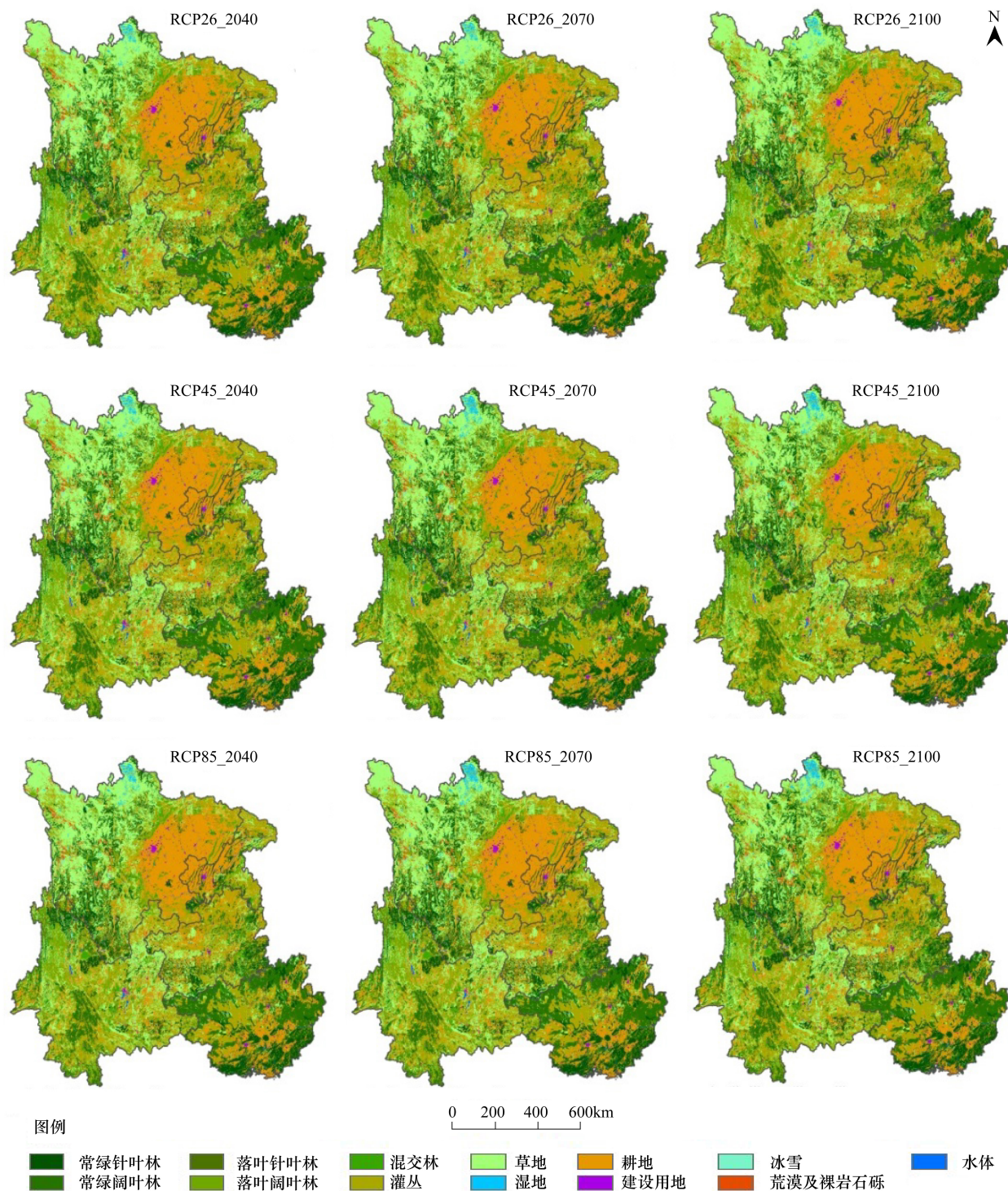


图3 基于RCP26 RCP45 RCP85气候情景的西南地区不同时期的土地覆盖情景

Fig.3 Scenario of land cover change in Southwest China based on RCP26 RCP45 RCP85

空间分布格局:

1) 林地类型空间分布 未来 90a,常绿针叶林和常绿阔叶林主要集中分布在横断山地区、四川盆地周围山地、云贵高原及广西的绝大部分丘陵山区,研究区内落叶针叶林、落叶阔叶林和混交林分布相对分散,主要分布在横断山脉南部、大巴山、巫山、云贵高原海拔 600m 以上的区域。

2) 灌丛和草地空间分布 灌丛主要分布在云南、贵州和广西省的低山丘陵地区,草地集中连片分布在四川省西北部,云南、贵州、广西也有草地分布,但空间分布不连续,与相应区域范围内的林地交错分布。

3) 水体和湿地空间分布 水体是指天然陆地水域和水利建设用地,未来 90a,研究区内分布的水体主要是长江水系、湄公河水系、珠江水系、云贵高原湖区和四川西北部的高山高原湖区,湿地主要分布在湖区、流域等水域周围的低洼湿润地区。

4) 冰雪和荒漠及裸岩石砾空间分布 冰雪主要分布在川西高原以及滇北的横断山区,荒漠及裸岩石砾主要分布在四川省西部的横断山区和西北部的青藏高原地区。

5) 耕地和建设用地空间分布 在未来 90a 内,耕地集中连片的分布在四川盆地地区,在云贵高原和两广低山丘陵地区也有大量耕地广泛而不连续的分布,建设用地主要分布在靠近河川、水源充足、交

通便利的区域。

2.2 3 种气候情景下土地覆盖类型面积变化

统计分析基于 RCP26、RCP45、RCP85 等 3 种气候情景的土地覆盖变化模拟情景结果(表 1—表 3)。

1) RCP26 情景 2011—2040 时期,常绿针叶林面积增加最多,湿地增加速度最快,草地面积减少最多,荒漠及裸岩石砾减少速度最快;2041—2070 时期,常绿针叶林面积增加最多,增加速度最快,草地面积减少最多,荒漠及裸岩石砾减少速度最快;2071—2100 时期,混交林面积增加最多,湿地增加速度最快,草地面积减少最多,荒漠及裸岩石砾减少速度最快;与前两个时期不同,在第 3 个时期,冰雪面积有所增加,大多数土地覆盖类型变化量大大减少,且变化趋势与前两个时期相反。

2) RCP45 情景 2011—2040 时期,常绿针叶林面积增加最多,湿地增加速度最快,草地面积减少最多,荒漠及裸岩石砾减少速度最快;2041—2070 时期、2071—2100 时期与 2011—2040 时期土地覆盖变化趋势相同。

3) RCP85 情景 2011—2040 时期,常绿针叶林面积增加最多,湿地增加速度最快,草地面积减少最多,荒漠及裸岩石砾减少速度最快;2041—2070 时期,灌丛面积增加最多,其他变化趋势与第 1 个时期一致;2071—2100 时期,落叶针叶林减少速度最快,其他变化趋势与第 2 个时期一致。

表 1 基于 RCP26 的各土地覆盖类型面积变化
Table 1 Scenario of land cover change based on RCP26

土地覆盖类型 Land cover type	2010		2040		2070		2100	
	面积/km ² Area	比例/% Rate	面积 变化/km ² Area change	变化 比例/% Change rate	面积 变化/km ² Area change	变化 比例/% Change rate	面积 变化/km ² Area change	变化 比例/% Change rate
常绿针叶林 Evergreen coniferous forest	159562	11.76	4333	2.72	3164	1.93	679	0.41
常绿阔叶林 Evergreen broadleaf forests	148402	10.94	3374	2.27	2181	1.44	-357	-0.23
落叶针叶林 Deciduous coniferous forest	12936	0.95	-410	-3.17	-541	-4.32	9	0.08
落叶阔叶林 Deciduous broadleaf forest	58360	4.30	-996	-1.71	-826	-1.44	450	0.80
混交林 Mixed forest	55864	4.12	-670	-1.20	-27	-0.05	1307	2.37
灌丛 Shrublands	248586	18.32	3117	1.25	2288	0.91	-59	-0.02
草地 Grassland	321990	23.73	-6073	-1.89	-2911	-0.92	-2032	-0.65
湿地 Wetlands	3844	0.28	336	8.74	14	0.33	259	6.18
耕地 Cropland	319196	23.52	-2012	-0.63	-2420	-0.76	-371	-0.12
建设用地 Construction land	8019	0.59	132	1.65	-37	-0.45	77	0.95
冰雪 Ice and snow	890	0.07	-15	-1.69	-17	-1.94	15	1.75

续表

土地覆盖类型 Land cover type	2010		2040		2070		2100	
	面积/km ² Area	比例/% Rate	面积 变化/km ² Area change	变化 比例/% Change rate	面积 变化/km ² Area change	变化 比例/% Change rate	面积 变化/km ² Area change	变化 比例/% Change rate
荒漠及裸岩石砾 Desert and bare rock	13614	1.00	-1177	-8.65	-973	-7.82	-83	-0.72
水体 Water bodies	5821	0.43	61	1.05	105	1.79	106	1.77

表 2 基于 RCP45 的各土地覆盖类型面积变化

Table 2 Scenario of land cover change based on RCP45

土地覆盖类型 Land cover type	2010		2040		2070		2100	
	面积/km ² Area	比例/% Rate	面积变化/% Area change	变化比例/% Change rate	面积变化/% Area change	变化比例/% Change rate	面积变化/% Area change	变化比例/% Change rate
常绿针叶林 Evergreen coniferous forest	159562	11.76	3804	2.38	5638	3.45	2358	1.40
常绿阔叶林 Evergreen broadleaf forests	148402	10.94	2918	1.97	4091	2.70	1347	0.87
落叶针叶林 Deciduous coniferous forest	12936	0.95	-306	-2.37	-1075	-8.51	-468	-4.05
落叶阔叶林 Deciduous broadleaf forest	58360	4.30	-316	-0.54	-1004	-1.73	-541	-0.95
混交林 Mixed forest	55864	4.12	-547	-0.98	-779	-1.41	355	0.65
灌丛 Scrublands	248586	18.32	2685	1.08	5343	2.13	1968	0.77
草地 Grassland	321990	23.73	-6749	-2.10	-7783	-2.47	-3470	-1.13
湿地 Wetlands	3844	0.28	814	21.18	1220	26.19	268	4.56
耕地 Cropland	319196	23.52	-1775	-0.56	-3884	-1.22	-1387	-0.44
建设用地 Construction land	8019	0.59	180	2.24	-72	-0.88	26	0.32
冰雪 Ice and snow	890	0.07	4	0.45	-31	-3.47	-20	-2.32
荒漠及裸岩石砾 Desert and bare rock	13614	1.00	-825	-6.06	-1862	-14.56	-576	-5.27
水体 Water bodies	5821	0.43	113	1.94	198	3.34	140	2.28

表 3 基于 RCP85 的各土地覆盖类型面积变化

Table 3 Scenario of land cover change based on RCP85

土地覆盖类型 Land cover type	2010		2040		2070		2100	
	面积/km ² Area	比例/% Rate	面积 变化/km ² Area change	变化 比例/% Change rate	面积 变化/km ² Area change	变化 比例/% Change rate	面积 变化/km ² Area change	变化 比例/% Change rate
常绿针叶林 Evergreen coniferous forest	159562	11.76	3880	2.43	5924	3.62	4483	2.65
常绿阔叶林 Evergreen broadleaf forests	148402	10.94	3105	2.09	5323	3.51	2503	1.60
落叶针叶林 Deciduous coniferous forest	12936	0.95	-306	-2.37	-1280	-10.13	-1330	-11.72
落叶阔叶林 Deciduous broadleaf forest	58360	4.30	-225	-0.39	-964	-1.66	-203	-0.36
混交林 Mixed forest	55864	4.12	-1069	-1.91	-2357	-4.30	-1720	-3.28
灌丛 Shrublands	248586	18.32	2520	1.01	9617	3.83	7222	2.77
草地 Grassland	321990	23.73	-6736	-2.09	-9107	-2.89	-5876	-1.92
湿地 Wetlands	3844	0.28	1014	26.38	1963	40.41	209	3.06
耕地 Cropland	319196	23.52	-1526	-0.48	-6924	-2.18	-4371	-1.41
建设用地 Construction land	8019	0.59	161	2.01	-159	-1.94	69	0.86
冰雪 Ice and snow	890	0.07	1	0.11	-34	-3.82	-60	-7.00
荒漠及裸岩石砾 Desert and bare rock	13614	1.00	-889	-6.53	-2190	-17.21	-996	-9.45
水体 Water bodies	5821	0.43	70	1.20	188	3.19	70	1.15

2.3 3 种气候情景下土地覆盖类型时空变化

在未来 90a 内,随着气温的不断升高、降水的不断增加及人类活动强度的不断加强,土地覆被的空间分布格局将呈现如下变化趋势(表 4—表 6)。

1)除 RCP26 情景外,四川省和云南省西部的横断山区的冰雪面积将持续减少,RCP26 情景的 2071—2100 时期,四川省和云南省西部的横断山区的冰雪面积均增加。

2)3 种情景下,四川省、贵州省、广西省的草地均将呈现持续减少趋势,随着时间的推移,变化量逐渐减小。而重庆市和云南省的草地则呈现波动变化趋势,草地面积先增加后减少。变化的草地主要转变为常绿针叶林和灌丛。

3)3 种情景下,湿地的变化绝大部分发生在四川省,都将呈逐渐增加趋势,但是随着时间的推移,变化量均逐渐减小。增加的湿地主要由草地转换而来。

4)在未来降水量不断增加和温度不断升高的 RCP45、RCP85 气候情景下,四川省、云南省西部的

横断山区和四川省西北部的青藏高原地区的荒漠及裸岩石砾将持续减少,向现有的荒漠及裸岩石砾边缘逐渐收缩,而转换为相应的草地和灌丛类型,在 RCP26 情景下的 2071—2100 时期,该区域的荒漠及裸岩石砾出现增加的变化趋势。

5)3 种情景下,随着气温的逐渐升高和降水的不断增加,西南各省区的常绿林地类型分布密度不断增大且在范围上呈逐渐扩展趋势,尤其是常绿针叶林类型的林地,主要由草地和耕地转换而来,而落叶林地类型则总体呈现减少趋势,尤其是落叶针叶林。

6)3 种情景下,四川、重庆、贵州、广西、云南五省区的耕地面积将持续减少,尤其是四川省的四川盆地周边山地地区和云南省的云贵高原区域,减少的耕地主要转换为常绿针叶林、灌丛和草地。另外,3 种情景下,四川、重庆、贵州、广西四省区的建设用地将呈现持续增加趋势,空间上表现为原有城市建设范围不断扩大,而云南省的建设用地呈现减少的趋势。

表 4 基于 RCP26 的西南各省区土地覆盖类型面积变化空间统计/km²

Table 4 Scenario of land cover change based on RCP26 in 5 regions of Southwest China

类型 Type	四川			重庆			贵州			广西			云南		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	3148	1452	535	535	372	-41	1112	617	-46	76	18	0	-538	705	231
II	523	168	-59	16	14	-3	1279	1022	-132	193	49	-4	1363	928	-159
III	-32	-283	-74	-1	-1	1	-261	-174	19	-1	0	0	-115	-83	63
IV	117	-275	189	-173	-75	10	-22	-15	1	-2	0	0	-916	-461	250
V	402	331	673	-127	-2	-3	-347	-322	55	-2	0	0	-596	-34	582
VI	3042	1967	253	-360	-1	0	-368	-475	106	-17	0	0	820	797	-418
VII	-6502	-1421	-1078	19	-112	7	-677	-409	6	-202	-65	4	1289	-904	-971
VIII	322	10	256	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	16	4	3
IX	-239	-1152	-672	77	-221	29	-756	-273	2	-45	-2	0	-1049	-772	270
X	184	46	14	4	25	0	22	21	-10	0	0	0	-78	-129	73
XI	-7	-14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-8	-3	1
XII	-1047	-908	-90	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-131	-65	7
X III	89	79	39	10	1	0	19	8	-1	0	0	0	-57	17	68

统计的是西南各省区各土地覆盖类型变化面积,I 代表常绿针叶林、II 代表常绿阔叶林、III 代表落叶针叶林、IV 代表落叶阔叶林、V 代表混交林、VI 代表灌丛、VII 草代表地、VIII 代表湿地、IX 代表耕地、X 代表建设用地、XI 代表冰雪、XII 代表荒漠及裸岩石砾、X III 代表水体;T1 代表 2011—2040 年,T2 代表 2041—2070 年,T3 代表 2071—2100 年

表 5 基于 RCP45 的西南各省区土地覆盖类型面积变化空间统计/km²

Table 5 Scenario of land cover change based on RCP45 in 5 regions of Southwest China

类型 Type	四川			重庆			贵州			广西			云南		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	3453	2720	1085	539	581	126	1049	1139	383	77	29	2	-1314	1169	762
II	428	351	121	17	25	12	1351	1941	593	199	80	23	923	1694	598
III	-32	-510	-226	0	-3	0	-216	-397	-174	-1	0	0	-57	-165	-68

续表

类型 Type	四川			重庆			贵州			广西			云南		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
IV	645	-94	-7	-175	-128	-70	-26	-14	-6	-2	0	0	-758	-768	-458
V	512	100	695	-132	-30	-14	-381	-582	-123	-2	0	0	-544	-267	-203
VI	2893	4624	1567	-444	-133	89	-518	-950	-308	-17	0	0	771	1802	620
VII	-8290	-5000	-2261	22	-148	-42	-600	-773	-309	-209	-106	-25	2328	-1756	-833
VIII	801	1215	267	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	15	5	1
IX	-50	-1826	-809	147	-178	-102	-701	-451	-88	-45	-3	0	-1126	-1426	-388
X	208	52	20	16	13	-1	22	64	22	0	0	0	-66	-201	-15
XI	11	-27	-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7	-4	-5
XII	-700	-1745	-528	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-126	-117	-48
X III	121	140	91	10	1	2	21	23	10	0	0	0	-39	34	37

表 6 基于 RCP85 的西南各省区土地覆盖类型面积变化空间统计/km²

Table 6 Scenario of land cover change based on RCP85 in 5 regions of Southwest China

类型 Type	四川			重庆			贵州			广西			云南		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	3619	3165	2350	599	653	60	1003	1332	491	79	32	12	-1420	742	1570
II	439	479	412	19	40	32	1455	2683	742	203	104	15	989	2017	1302
III	-31	-549	-649	0	-2	-3	-197	-522	-360	-1	0	0	-77	-207	-318
IV	658	480	798	-189	-169	11	-28	-19	-22	-2	0	0	-664	-1256	-990
V	139	-372	-1041	-139	-66	-62	-416	-724	-75	-2	-1	0	-651	-1194	-542
VI	2899	7998	5956	-538	-32	719	-734	-1583	-189	-17	0	0	910	3234	736
VII	-8613	-7813	-4826	15	-94	202	-505	-907	-363	-215	-132	-27	2582	-161	-862
VIII	1006	1963	221	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	10	0	-12
IX	309	-3494	-2282	205	-344	-960	-622	-387	-239	-45	-3	0	-1373	-2696	-890
X	206	43	15	18	11	1	25	94	10	0	0	0	-88	-307	43
XI	9	-26	-36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-8	-8	-24
XII	-738	-2030	-949	0	0	0	1	0	1	0	0	0	-152	-160	-48
X III	98	156	31	10	3	0	20	33	4	0	0	0	-58	-4	35

3 结论与讨论

基于 RCP26、RCP45、RCP85 等 3 种情景模拟的土地覆盖类型平均面积变化的分析结果表明:在未来 90a 内,中国西南地区土地覆盖类型的面积总体上将表现为常绿针叶林、常绿阔叶林、灌丛、湿地、水体、建设用地增加,落叶针叶林、落叶阔叶林、草地、冰雪、荒漠及裸岩石砾、耕地减少,混交林减少(其中 RCP26 情景混交林增加)。3 种情景模拟的总平均结果显示在未来 90a 内各土地覆盖类型的 10a 平均变化率分别是,常绿针叶林平均每 10a 增加 0.72%、常绿阔叶林平均每 10a 增加 0.55%,落叶针叶林平均每 10a 减少 1.47%、落叶阔叶林平均每 10a 减少 0.26%、混交林平均每 10a 减少 0.33%、灌丛平均每 10a 增加 0.47%、草地平均每 10a 减少 0.53%、湿地

平均每 10a 增加 5.29%、耕地平均每 10a 减少 0.26%、建设用地平均每 10a 增加 0.16%、冰雪平均每 10a 减少 0.59%、荒漠及裸岩石砾地平均每 10a 减少 2.34%、水体平均每 10a 增加 0.6%。其中,湿地增加速度最快,荒漠及裸岩石砾地减少速度最快,建设用地增加速度最慢,耕地减少速度最慢。以上 3 种情景的模拟结果比较一致地反映了在未来不同水平的气候变化情景驱动下中国西南地区各土地覆盖类型的总格局变化趋势。3 种情景下的土地覆盖未来情景的不同之处在于,RCP85 情景的各土地覆盖类型的整体变化速率最快,尤其是冰雪的减少趋势远远超过另外两种情景,其次是 RCP45 情景,RCP26 情景各土地覆盖类型整体变化速率最慢;再者,RCP85 情景、RCP45 情景下 3 个时期各土地覆盖类型的变化趋势保持一致,但 RCP26 情景的土地覆盖

未来情景在 2070 年以后的变化趋势与前两个时期相反。

综上所述,模拟结果主要根据未来 90a 的气温、降水、蒸腾率等自然气候条件的变化情景、土地覆盖类型的分布现状、生态保护区规划和基本农田保护政策等方面因素模拟土地覆盖变化未来情景。模型主要侧重气候变化对土地覆盖变化的驱动作用,对社会经济未来情景没有充分的考虑。在以后的研究工作中,将深入开展人文因子数据与土地覆盖变化数据之间的数据挖掘工作,揭示经济发展水平,人口密度,交通密度等因子对土地覆盖情景模拟影响机制,利用贝叶斯网络方法耦合自然人文因子,进一步对已获得的土地覆盖未来情景模拟结果进行修正优化。

References:

- [1] Turner II B L, Moss R H, Skole D H. Re-lating land use and global land-cover change: A proposal for an IGBP-HDP core project. The International Geosphere-Biosphere Programme (Report No. 24) and the Human Dimensions of Global Environmental Change Programme. IGBP: Stockholm.
- [2] Yue T X, Fan Z M, Liu J Y. Scenarios of land cover in China. *Global and Planetary Change*, 2007, 55(4): 317-342.
- [3] Vitousek P M, Mooney H A, Lubchenco J, Melillo J M. Human domination of earth's ecosystems. *Science*, 1997, 277(5325): 494-499.
- [4] Whittaker R H. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 1972, 21(2/3): 213-251.
- [5] Solomon A M. Transient response of forests to CO₂ induced climate change: simulation modeling experiments in eastern North America. *Oecologia*, 1986, 68(4): 567-579.
- [6] Belotelov N V, Bogatyrew B G, Kirilenko A P, Venevsky S V. Modelling of time-dependent biome shifts under global climate changes. *Ecological Modelling*, 1996, 87(1/3): 29-40.
- [7] Hochstrasser T, Kröel-Dulay G, Peters D P C, Gosz J R. Vegetation and climate characteristics of arid and semi-arid grasslands in North America and their biome transition zone. *Journal of Arid Environments*, 2002, 51(1): 55-78.
- [8] Fan Z M, Li J, Yue T X. Spatial-temporal change of land-cover in ecosystem transitional zones on Loess Plateau of China. *Journal of Natural Resources*, 2013, 28(3): 426-436.
- [9] Fan Z M, Li J, Yue T X. Land-cover changes of biome transition zones in Loess Plateau of China. *Ecological Modelling*, 2013, 252: 129-140.
- [10] Yu T X, Yang G S. The advances and problems of land use and land cover change research in China. *Progress in Geography*, 2002, 21(1): 51-57.
- [11] Peng J, Cai Y L. Study of Karst land use/cover change under the framework of LUCC-present and prospect. *China Land Science*, 2006, 20(5): 48-53.
- [12] Fan Z M, Yue T X, Tian Y Z. Temporal and spatial distribution and movement tendency of mean center of the Holdridge life zones in China. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(7): 1380-1387.
- [13] Lauenroth W K, Urban D L, Coffin D P, Parton W J, Shugart H H, Kirchner T B, Smith T M. Modeling vegetation structure-ecosystem process interactions across sites and ecosystems. *Ecological Modelling*, 1993, 67(1): 48-80.
- [14] Alcamo J, van den Born J G, Bouwman A F, de Haan B J, Goldewijk K K, Krabec J, Lemans R, Olivier J G J, Toet A M C, de Vries H J M, van der Woerd H J. Modeling the global society-biosphere-climate system: Part 2: Computed scenarios // IMAGE2.0: Integrated Modeling of Global Climate Change 1994. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- [15] Adams R M, Rosenzweig C, Peart R M, Ritchie J T, McCarl B A, Glycer J D, Curry R B, Jones J W, Boote K J, Allen L H Jr. Global climate change and US agriculture. *Nature (London)*, 1990, 345(6267): 219-224.
- [16] Verburg P H, Soepboer W, Veldkamp A, Limpiada R, Espaldon V, Matura S S A. Modeling the spatial dynamics of regional land use: the CLUE-S model. *Environmental Management*, 2002, 30(3): 391-40.
- [17] Fan Z M, Yue T X, Liu J Y, Ma S N. Spatial and temporal distribution of land cover scenarios in China. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(6): 941-952.
- [18] Yue T X. Surface Modeling: High Accuracy and High Speed Methods. New York: CRC Press, 2010.
- [19] Yue T X, Fan Z M, Liu J Y. Changes of major terrestrial ecosystems in China since 1960. *Global and Planetary Change*, 2005, 48(4): 287-302.
- [20] Yue T X, Fan Z M, Liu J Y, Wei B X. Scenarios of major terrestrial ecosystems in China. *Ecological Modelling*, 2006, 199(3): 363-376.
- [21] van Vuuren D P, Edmonds J, Kainuma M, Riahi K, Thomson A, Hibbard K, Hutt G C, Kram T, Krey V, Lamarque J F, Masui T, Meinshausen M, Nakicenovic N, Smith S J, Rose S K. The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change*, 2011, 109(1/2): 5-31.
- [22] Wen M J. China Reserve Resources of Cultivated Land. Beijing: China Land Press, 2005.

参考文献:

- [8] 范泽孟, 李婧, 岳天祥. 黄土高原生态系统过渡带土地覆盖的时空变化分析. *自然资源学报*, 2013, 28(3): 426-436.
- [10] 于兴修, 杨桂山. 中国土地利用/覆被变化研究的现状与问题. *地理科学进展*, 2002, 21(1): 51-57.
- [11] 彭健, 蔡运龙. LUCC 框架下喀斯特地区土地利用/覆被变化研究现状与展望. *中国土地科学*, 2006, 20(5): 48-53.
- [12] 范泽孟, 岳天祥, 田永中. 中国 Hold ridge 生命地带平均中心的时空分布及其偏移趋势. *生态学报*, 2004, 24(7): 1380-1387.
- [17] 范泽孟, 岳天祥, 刘纪远, 马胜男. 中国土地覆盖时空变化未来情景分析. *地理学报*, 2005, 60(6): 941-952.
- [22] 温明炬. 中国耕地后备资源. 北京: 中国大地出版社, 2005.

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

国内外公开发刊

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元