

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

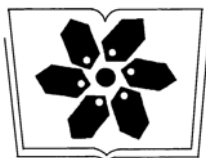
景观生态学专辑



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/stxb201309192309

赵海迪, 刘世梁, 董世魁, 苏旭坤, 张翔. 基于植被覆盖度的藏羚羊栖息地时空变化研究. 生态学报, 2014, 34(12): 3285-3292.

Zhao H D, Liu S L, Dong S K, Su X K, Zhang X. Study on spatio-temporal change of Tibetan Antelope's habitat based on vegetation coverage. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(12): 3285-3292.

基于植被覆盖度的藏羚羊栖息地时空变化研究

赵海迪¹, 刘世梁^{1,*}, 董世魁¹, 苏旭坤¹, 张翔²

(1. 北京师范大学环境学院水环境模拟国家重点实验室, 北京 100875; 2. 阿尔金山国家级自然保护区管理局, 库尔勒 841000)

摘要: 植被的分布及动态变化在一定程度上反映了动物栖息地的分布与变化。基于植被遥感影像数据及 GIS 空间分析, 对阿尔金山国家级自然保护区植被景观的变化进行分析, 同时通过植被类型要素识别出适宜藏羚羊生存的主要区域, 对其植被覆盖度的时空变化进行分析。结果表明: 保护区的植被覆盖度处于较低水平, 低覆盖度植被区域占总植被覆盖区的 50% 左右, 且植被覆盖度高的区域均集中在卡尔墩检查站的东南部。植被覆盖度在 2000 年、2005 年、2010 年间的增长趋势表明保护区植被对于动物的承载能力不断增大, 植被的分布表明藏羚羊的活动区域植被覆盖度较高, 而产羔区域的植被覆盖度较低且海拔较高。对藏羚羊取食植被针茅草原植被覆盖度的变化分析表明, 针茅草原植被覆盖度随时间而有所提高, 藏羚羊栖息地的面积可能有所增大, 覆盖度分布的变化表明藏羚羊栖息地有向保护区西南方向扩散的趋势。对植被覆盖度与海拔关系的分析表明, 高海拔区域植被覆盖度较低, 中度海拔区域植被覆盖度较高, 但是两者并不存在显著地相关性。

关键词: 藏羚羊; 阿尔金山自然保护区; 归一化植被指数 (NDVI); 植被覆盖度; 针茅草原

Study on spatio-temporal change of Tibetan Antelope's habitat based on vegetation coverage

ZHAO Haidi¹, LIU Shiliang^{1,*}, DONG Shikui¹, SU Xukun¹, ZHANG Xiang²

1 School of Environment, State Key Laboratory of Water Environment Simulation, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

2 Nature Reserve Administration of Altun National Nature Reserve, Korla 841000, China

Abstract: The distribution and dynamics of vegetation can reflect the distribution and changes of wildlife habitat to some extent. Tibetan Antelope, well-known as 'the numen of plateau', is an endemic animal on the Qinghai-Tibetan Plateau. However, the survival and distribution of Tibetan Antelope have been threatened by environmental deterioration and illegal poaching. This animal has been listed as a Class I species by the Convention on International Trade in Endangered Species (CITES) and as Category I by the Key Protected Wildlife List of China. This situation has attracted a great deal of attentions from government and conservation professionals. The population distribution of Tibetan Antelope remains unknown in Altun National Nature Reserve. The Altun National Nature Reserve, the largest inland nature reserve of China established in May of 1983, is one of the four "no man's-lands" in China. Due to its unique natural conditions, this reserve is preserving the rich natural resources, rare wild animals and plants.

In this study, we analyzed the dynamics of vegetation in Altun National Nature Reserve based on remote sensing image data and GIS tool. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) data were collected in 2000, 2005 and 2010. We merged the regions, which were covered by vegetation in the study years and the suitable habitats were identified through interpreting vegetation types, which can be used by Tibetan Antelopes as grazing pastures. Based on NDVI datasets collected

基金项目: 环保公益项目 (201209033); "十二五" 科技支撑项目 (2012BAC01B02)

收稿日期: 2013-09-19; 修订日期: 2014-04-01

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: shiliangliu@bnu.edu.cn

in different years, we calculated the vegetation coverage and analyzed the spatial and temporal variations of vegetation coverage. Moreover, the changes of habitat were analyzed on the basis of vegetation coverage variations. The results showed that the vegetation coverage of the reserve was at a low level, and grids with low vegetation coverage took up about 50% of the regions that were covered by vegetation. The grids with high vegetation coverage were mainly distributed in the southwest of Kardun inspection station. The vegetation coverage in the regions where Tibetan Antelopes mainly lived was relatively higher, and that in the regions where the animal lambbed was lower. The upward trends of vegetation coverage over time reflected the increase of the reserve's carrying capacity for animals, and it may also imply that the area of suitable habitat of this animal increased. The vegetation coverage of alpine steppe dominated by feather grass experienced a significant upward trend, also suggesting that carrying capacity of the reserve for Tibetan Antelope increased. The change of spatial distribution of feather grass steppe coverage indicated that habitat of Tibetan Antelopes might spread from east to southwest. The relationship between the altitude and vegetation coverage was not significant correlated. The study of habitat variations based on vegetation coverage is meaningful and can be used for better protecting this wildlife. Furthermore, we suggested that more factors could be integrated with vegetation coverage to precisely identify suitable habitat for animals, and more field surveys and monitoring should be conducted in the future.

Key Words: tibetan antelope; Altun National Nature Reserve; NDVI; vegetation coverage; feather grass steppe

被誉为‘高原精灵’的藏羚羊是一重要的野生动物物种^[1],该物种主要分布于我国的青海、西藏、新疆三省 3700—5500 m 的高山荒漠草甸草原和高原草原等环境中^[2-3]。然而由于环境的破坏以及非法的狩猎活动^[4-5],使得藏羚羊的数量和分布在 20 世纪均出现明显的降低,作为国家 I 级保护动物已被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES)公约附录 I^[6]。藏羚羊的保护引起了政府以及科研人员的广泛关注^[7-8],目前关于藏羚羊的研究主要集中于其行为习性、生理、季节性的迁徙及繁殖等领域^[9-12],然而有关藏羚羊栖息地的研究却相对较少。尤其在阿尔金山保护区,藏羚羊栖息地的分布情况至今仍未知。

植被条件决定着动物的数量及品质,而且也体现了气候、土壤等其他环境要素的状况,因此植被的分布可以在一定程度上决定栖息地的分布。近些年来,许多学者运用植被的分布预测了动物栖息地的分布状况。Vina 等通过 MODIS 数据指示植被的分布从而成功的预测了卧龙保护区大熊猫的分布情况^[13]。Ito 等通过利用 NDVI 预测蒙古瞪羚的分布,指出 NDVI 可以作为动物栖息地的有效指示指标^[14]。张军等通过分析多个植被性状与高原鼯鼠栖息地适宜度的相关关系得出植被的覆盖度可以用于栖息地的预测^[15]。而且有的学者指出植被的动态变化可以有效的指示动物栖息地的变化情况^[16]。

遥感归一化植被指数(NDVI)与生物量、叶面积指数有较好的相关关系,是反映区域植被动态变化的最敏感指标,能够相当精确地反映植被的季节和年际变化,常用于大尺度的植被动态监测^[17-19]。因此,本文综合利用遥感影像 NDVI 数据及 GIS 空间分析,对阿尔金山自然保护区内总体植被及符合藏羚羊食性的植被覆盖度进行年际间的动态变化分析,进而初步预测栖息地及该区承载力的变化情况。该研究能够为阿尔金山保护区藏羚羊的保护提供理论基础和科学依据,以期更好地保护濒危珍稀的藏羚羊。

1 研究区概况

阿尔金山国家级自然保护区(36°00′—37°49′N, 87°10′—91°18′E)位于我国新疆维吾尔自治区、青海省与西藏自治区三省的交界处,地处青藏高原的西北边缘地带,连接可可西里和羌塘自然保护区,位置示意图见图 1。该保护区是世界上内陆面积最大的保护区之一,总面积 45000 km²,其南北距离为 190 km,东西为 360 km,海拔在 3748 m 至 6948 m 之间变化。保护区于 1983 年 5 月正式建立,1985 年 3 月被列为国家级自然保护区。保护区内全年无绝对无霜期,无明显四季之分,年平均气温在 0℃ 以下,降水量在 300 mm 左右,高原多风特征明显,日照辐射强、地温变化大。由于地处偏远、自然条件恶劣的亚欧大陆高寒腹地,加之道路艰险、高原缺氧,使这里人

迹罕至^[20],是我国四大无人区域之一,同时也使得保护区保留了丰富的自然资源及珍稀的野生动植

物,是我国少有的高原生态系统保存完好的地区,为中外学者所瞩目^[5]。

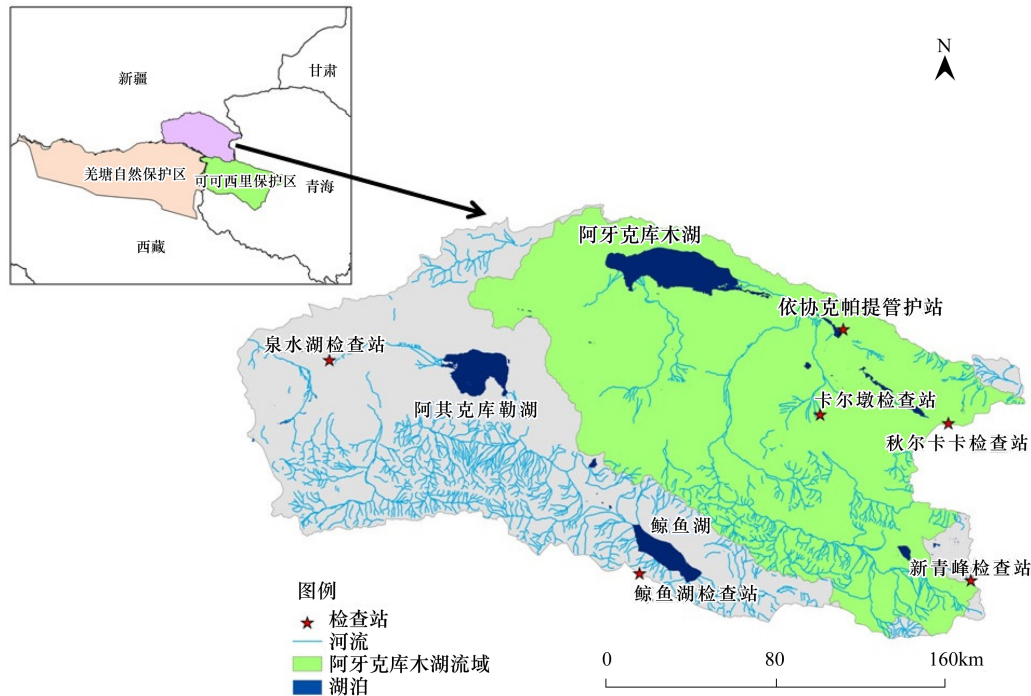


图 1 阿尔金山自然保护区位置
Fig.1 The location of Altun Nature Reserve

2 研究方法

2.1 数据来源

本研究采用的植被景观数据来源于研究区 2000 年、2005 年、2010 年 3 期的 LANDSAT TM 影像,该影像来源于美国联邦地质调查局(USGS)和中国科学院对地观测与数字地球科学中心,影像的条带号/行编号(Path/Row)为 139/34、139/35、140/34、140/35、141/34、141/35,成像时间均在植被覆盖度较高的 7—9 月份,并利用 ERDAS IMAGE 图像处理软件结合野外调查对 3 期影像进行人工目视判读和监督分类,结合实地调研验证获得 3 个时期的保护区土地利用类型图,其影像的分类精度达到 80%。然后提取出各期植被景观类型并进行合并,从而对 3 期中有植被覆盖的区域进行植被覆盖度的变化分析,以预测保护区整体动物栖息地的变化。为了以植被的动态变化更好地反应藏羚羊栖息地的变化,该研究提取适合藏羚羊捕食的植被类型区域,进一步基于 NDVI 进行藏羚羊适宜植被区域的植被覆盖度动态变化分析。植被类型数据由阿尔金山保护区管理中

心提供。研究利用 2000、2005、2010 年的 SPOT-VEGETATION 逐旬 NDVI 数据,该数据由国家自然科学基金委员会“中国西部环境与生态科学数据中心”网站下载,其空间分辨率为 1 km×1 km。该数据集由比利时佛莱芒技术研究所 VEGETATION 影像处理中心经辐射定标、大气校正、云检测和几何校正等预处理,最后生成 10 d 最大化合成的 NDVI 数据,再通过 $DN = ([NDVI] + 0.1) / 0.004$ 转换为 0—250 的 DN 值^[21]。

2.2 植被覆盖度动态变化分析

首先提取 3 期土地利用图中的植被景观部分并对 3 期植被进行植被覆盖度的计算与比较,分析植被覆盖度的变化情况。然后提取适宜藏羚羊捕食的植被类型区域进行主要栖息地的植被动态分析。藏羚羊适宜的海拔为 3700—5500 m^[22],其捕食植被类型有禾本科、豆科、菊科、蔷薇科、玄参科、莎草科^[23-24],而根据保护区所提供的植被类型图及相关文献^[20]可知阿尔金山保护区的优势植被类型为针茅草原,且根据实地野外调查发现藏羚羊大多分布于针茅草原区域内。因此,本研究选取了针茅草原

进行植被覆盖度的变化分析,进而对藏羚羊栖息地的变化进行预测,针茅草原在保护区的分布见图 2。

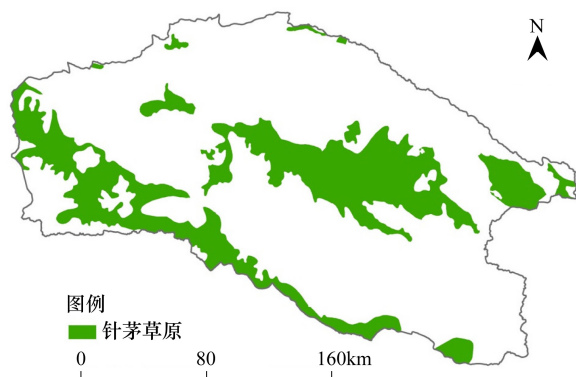


图 2 研究区针茅草原分布

Fig.2 Distribution of feather grass steppe in the study area

要使植被指数能够定量的反映植被信息,需要赋予 NDVI 值以相应的植被覆盖含义,将植被指数转换为植被覆盖等级使得对于植被变化的定量评价更加直观^[25]。利用 NDVI 提取植被覆盖度的方法主要有经验模型法、植被指数法和混合像元分解法^[26],而目前应用比较广泛的是 Gutman 所提出的混合像元分解法^[27]。其基本原理为假定每个像元所对应的地表单元上只有植被和裸地两种覆盖类型,每个像元的 NDVI 为植被和裸地所对应的 NDVI 值的加权,其权值即为两种覆盖类型在像元中的面积百分比^[28]。由此可知植被覆盖度的计算公式为^[29]:

$$f_c = \frac{NDVI_i - NDVI_{soil}}{NDVI_{veg} - NDVI_{soil}} \times 100\% \quad (1)$$

式中, f_c 为植被覆盖度, $NDVI_i$ 为像元的归一化植被指数, $NDVI_{soil}$ 为纯裸地覆盖像元的最小值, $NDVI_{veg}$ 为纯植被覆盖像元的最大值。本研究中 $NDVI_{soil}$ 值根据实际值及相关文献^[27],各年均取统一值 0.01, $NDVI_{veg}$ 为每年所有植被栅格中的最大值。由于年最大 NDVI 可以较好的反映该年度植被长势最好季节的植被覆盖状况,本研究采用每年各栅格最大化合成的值进行植被覆盖度的分析^[30]。

3 结果与分析

3.1 植被覆盖度动态变化

利用 2000 年、2005 年、2010 年植被覆盖区域每个栅格中年最大合成的 NDVI 值计算相应年份的植被覆盖度,然后根据水利部 2008 年颁布的《土壤侵蚀分类分级标准》中植被覆盖度分级标准,将植被覆盖度划分为 5 个等级:<30% (低覆盖度)、30%—45% (中低覆盖度)、45%—60% (中等覆盖度)、60%—75% (中高覆盖度) 和 >75% (高覆盖度)^[29]。保护区内大部分的植被覆盖区域具有较低的覆盖度,低覆盖度植被占总植被覆盖区域的一半左右,而中高覆盖度区域所占比例较少,且主要分布于卡尔墩检查站的西南部及依协克帕提管护站附近 (图 3)。

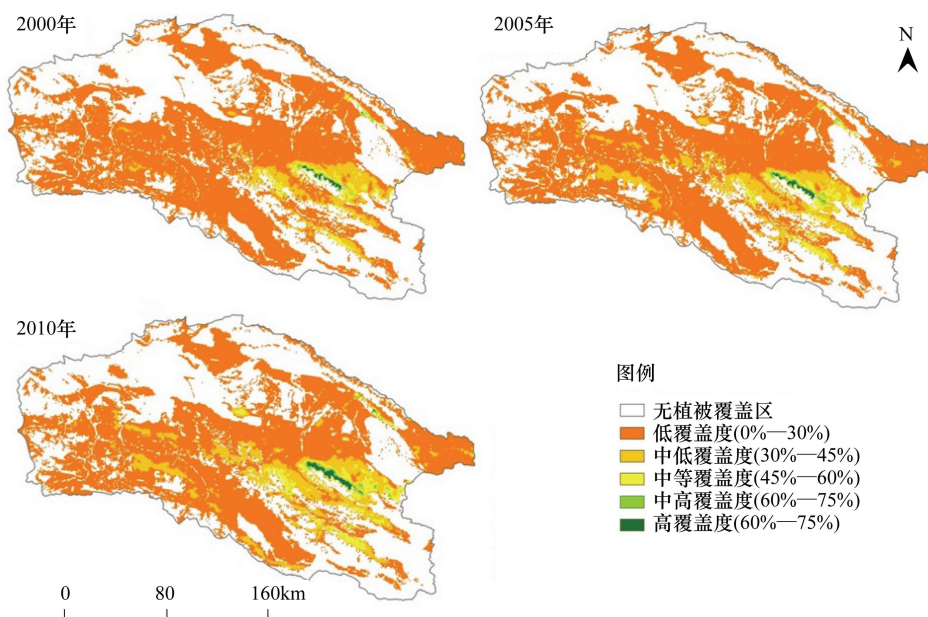


图 3 不同植被覆盖度的空间分布

Fig.3 The spatial distribution of different vegetation coverage

植被覆盖度整体上由低覆盖度向高覆盖度转移,呈增加的趋势(图3),其中,低覆盖度植被逐年减少,而其余4类覆盖度植被均出现增加的趋势(表1)。这表明保护区内植被面积随着时间而增加,即保护区对于动物的植被承载能力在增大。这也在另一方面反映出动物生存的栖息地有可能在逐年增多。根据野外调查及相关文献^[31]可知,位于保护区

东北部的阿牙克库木湖流域是藏羚羊的主要栖息地,而大部分的中、高植被覆盖像元均在该流域内(图3),这表明藏羚羊对于栖息地的选择与植被的状况具有很大的相关性。另外藏羚羊在保护区内的产羔地主要位于保护区的西南部^[32-33],而该区域内的植被覆盖度较低,这表明藏羚羊选择的产羔地植被比较稀疏,其对产羔地的植被要求较低。

表1 各植被覆盖度所占比例

Table 1 Area proportion of vegetation at different vegetation coverage levels

年份 Year	低覆盖度/% Low coverage	中低覆盖度/% Medium low coverage	中等覆盖度/% Medium coverage	中高覆盖度/% Medium high coverage	高覆盖度/% High coverage
2000	89.11	8.86	1.41	0.37	0.25
2005	83.86	13.07	2.27	0.46	0.34
2010	80.67	14.94	3.23	0.60	0.56

3.2 针茅草原区植被覆盖度变化分析

对比针茅草原分布及不同覆盖度植被的分布(图2,图3),可以发现与保护区整体植被覆盖度相似,针茅草原多处于低覆盖度区域。为对比针茅草原在年际间的变化,对2000年、2005年、2010年针茅草原植被类型区进行植被覆盖度的变化分析。针

茅草原中植被覆盖度相对较高的区域集中于卡尔墩检查站的西南部区域(图4),同时该区域也是整个保护区内植被覆盖度较高的区域,且处于藏羚羊主要的活动区阿牙克库木湖流域。这表明藏羚羊对于栖息地的选择与植被的覆盖情况具有很大相关性。

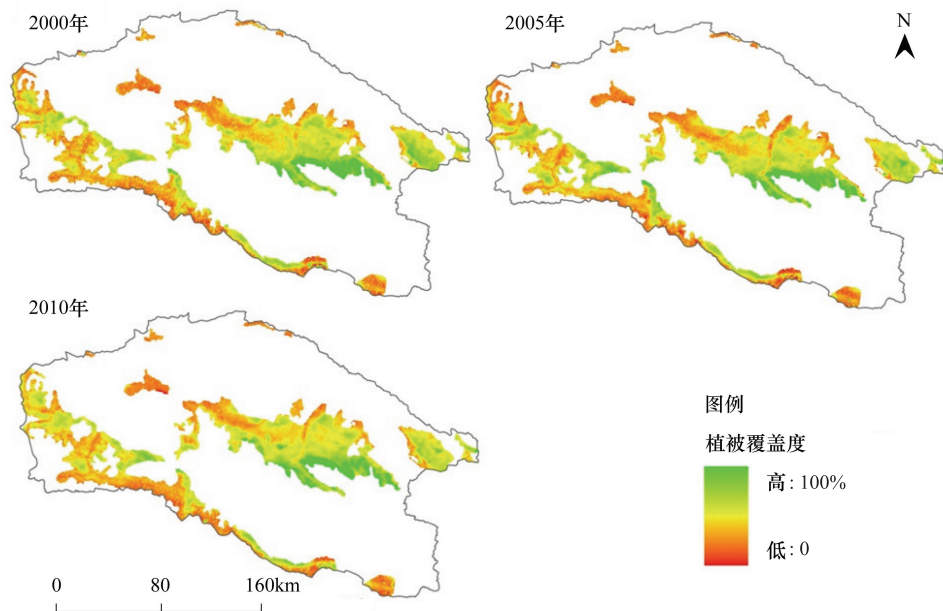


图4 针茅草原植被覆盖度

Fig.4 Vegetation coverage of feather grass steppe

对比3期针茅草原的植被覆盖度,可以发现针茅草原植被覆盖度整体上随着时间呈增加的趋势(图4),3期平均植被覆盖度分别为23.32%、24.38%、24.68%,植被覆盖度非常低的区域逐渐减

少,由针茅草原内低覆盖度向中覆盖度以及相对较高的覆盖度转变。适宜藏羚羊取食的针茅草原覆盖度的增大表明阿尔金山保护区适宜藏羚羊取食的植被面积加大,保护区对于藏羚羊的承载能力增强。

同时针茅草原覆盖度的增加将使得藏羚羊栖息地的分布范围扩大,藏羚羊的分布将由保护区东部向西南部覆盖度提高区域扩散。该结果与中国环境报等所报道的阿尔金山自然保护区的科考结果相吻合。

3.3 植被覆盖度与海拔关系分析

为进一步通过植被覆盖度随海拔的分布情况预测分析动物栖息地的海拔分布,对植被覆盖度与海拔的关系进行了分析。对比植被覆盖分布与海拔分布的情况(图 3,图 5),可以看出低覆盖度植被大多处于高海拔或低海拔区域,而中、高植被覆盖度区域的海拔高度大多处于中间水平,这表明动物的栖息地在中度海拔区域分布的可能性较大。由不同植被覆盖度区域的平均海拔可以看出(表 2),植被覆盖度与平均海拔没有显著地相关性,从总体上看低覆盖度植被及中、高覆盖度植被的平均海拔较低,中、高覆盖度植被的海拔分布比较集中。藏羚羊的主要栖息地阿牙克库木湖流域,平均海拔相对较低,而在藏羚羊的产羔地西南部地区海拔较高(图 5)。

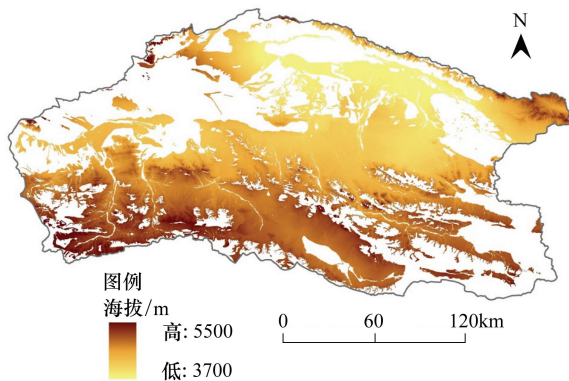


图 5 植被覆盖区域的海拔分布

Fig.5 The altitude distribution of areas with vegetation covered

表 2 不同植被覆盖度区域的平均海拔

Table 2 Average elevation of different vegetation coverage area

覆盖度 Coverage	年份 Year		
	2000	2005	2010
低 Low	4518	4429	4466
中低 Medium low	4637	4646	4632
中等 Medium	4568	4617	4561
中高 Medium high	4495	4479	4432
高 High	4601	4534	4416

4 结论与讨论

植被的变化在一定程度上可以反映动物栖息地的变化,对栖息地内的植被动态进行分析,可以预测

栖息地在空间及面积上的变化。本研究主要从植被覆盖度的角度分析了阿尔金山保护区植被及适宜藏羚羊生存的针茅草原覆盖度的空间分布及动态变化情况。基于 2000、2005、2010 年植被覆盖区域,对研究区植被覆盖度的分析表明整个保护区的植被覆盖度处于较低水平,且覆盖较高的区域集中分布在卡尔墩检查站及依协克帕提管护站附近。由实地的野外调查及相关资料表明藏羚羊在阿尔金山的阿牙克库木湖流域分布较多,而在本文的研究中植被覆盖度相对高的区域均处于该流域内,再次验证了通过植被覆盖度指示栖息地分布的可行性。研究还发现藏羚羊主要活动区域的植被覆盖度较高,而产羔地的植被覆盖度较低,且海拔较高,表明藏羚羊在产羔时对于植被的要求较低而更注重的是安全性。对植被覆盖度动态变化的研究表明,保护区植被覆盖度随时间呈增大的趋势,从一定程度上反映了保护区对动物承载能力的增强。针茅草原植被覆盖度也随着时间而增大,表明保护区对于藏羚羊的承载能力有所提高,且由植被覆盖度的分布变化可以预测藏羚羊栖息地可能会由东部向西南部方向分散。同时,对海拔高度与植被覆盖度的关系进行了分析,结果表明两者没有显著地相关性,中、高植被覆盖度区域大多分布于中度海拔区,高海拔区域植被覆盖度较低,从而可以推测出动物偏好的海拔高度应为中度海拔。

阿尔金山自然保护区藏羚羊的栖息地分布状况仍然不为人知,通过藏羚羊适宜生存的环境要素识别出其适宜的植被景观区域,对其进行动态变化的分析具有十分重要的意义。根据本研究的结果,建议保护区加强对卡尔墩检查站及依协克帕提管护站附近的集中保护工作,同时由于藏羚羊栖息地可能向西南部扩散,因此还需适当地扩大保护的范

围。对于藏羚羊栖息地的识别,还需要综合考虑人类活动干扰以及坡度、离水源距离等环境因素,从而与植被覆盖度的分布相结合更加准确的识别出藏羚羊的栖息地,为基于植被覆盖度的栖息地动态变化分析提供基础。另外,实地的野外监测也需要进一步实施,从而更好地验证植被遥感数据以及研究结果。

References:

- [1] Feng Z, Fan B, Li K, Zhang Q D, Yang Q S, Liu B. Molecular characteristics of Tibetan antelope (*Pantholops hodgsonii*)

- mitochondrial DNA control region and phylogenetic inferences with related species. *Small Ruminant Research*, 2008, 75 (2/3): 236-242.
- [2] Pan C, Wang P. Dancing elf on the plateau-Tibetan antelope. *Forestry of China*, 2007, (7A): 10-13.
- [3] Wu X M, Zhang H F. Resources regarding populations of Tibetan Antelope (*Pantholops hodgsoni*) and the status of its protection. *Chinese Journal of Nature*, 2011, 33(3): 143-154.
- [4] Li Z C, Yang Q S, Zhang H B, Liu Z H, Yuan G. Population number and distribution of big mammals in eastern Arjin Mountain Nature Reserve, Xinjiang. *Sichuan Journal of Zoology*, 2006, 25 (1): 92-95.
- [5] Ma C. Analysis of human-induced infection in Aerjin Mountain National Nature Reserve. *Arid Environmental Monitoring*, 2004, 18(2): 101-102.
- [6] Zhou H, Li D Q, Zhang Y G, Yang T, Liu Y. Genetic diversity of microsatellite DNA loci of Tibetan antelope (Chiru, *Pantholops hodgsonii*) in Hoh Xil National Nature Reserve, Qinghai, China. *Journal of Genetics and Genomics*, 2007, 34(7): 600-607.
- [7] Liang Q H. The present situation investigation of Tibetan antelope in situ protection. *Environmental Protection*, 2008, 406 (20): 51-53.
- [8] Liu S, Liu F H, Hou G J, A B D. Chasing the footprint of the life-sidelights of two action to protect the Tibetan antelope on Altun mountain. *Forestry of Xinjiang*, 2005, (6): 18-19.
- [9] Schaller G B, Kang A L, Cai X B, Liu Y L. Migratory and calving behavior of Tibetan antelope population. *Acta Theriologica Sinica*, 2006, 26(2): 105-113.
- [10] Zhang F, Jiang Z. Mitochondrial phylogeography and genetic diversity of Tibetan gazelle (*Procapra picticaudata*): implications for conservation. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2006, 41(2): 313-321.
- [11] Lian X M, Zhang T Z, Cao Y F, Su J P, Thirgood S. Group size effects on foraging and vigilance in migratory Tibetan antelope. *Behavioural Processes*, 2007, 76(3): 192-197.
- [12] Schaller G B, Ren J R, Qiu M J. Observations on the Tibetan antelope (*Pantholops hodgsoni*). *Applied Animal Behaviour Science*, 1991, 29(1/4): 361-378.
- [13] Viña A, Bearer S, Zhang H M, Ouyang Z Y, Liu J G. Evaluating MODIS data for mapping wildlife habitat distribution. *Remote Sensing of Environment*, 2008, 112(5): 2160-2169.
- [14] Ito T Y, Miura N, Lhagvasuren B, Enkhbileg D, Takatsuki S, Tsunekawa A, Jiang Z. Satellite tracking of Mongolian gazelles (*Procapra gutturosa*) and habitat shifts in their seasonal ranges. *Journal of Zoology*, 2006, 269(3): 291-298.
- [15] Zhang J, Ge Q Z, Zhang W G, Jiang X L. Correlations between vegetation properties and fitness of plateau zoker habitat. *Pratacultural Science*, 2011, 28(5): 836-840.
- [16] Stow D, Hamada Y, Coulter L, Anguelova Z. Monitoring shrubland habitat changes through object-based change identification with airborne multispectral imagery. *Remote Sensing of Environment*, 2008, 112(3): 1051-1061.
- [17] Song F Q, Xing K X, Liu Y, Liu Z C, Kang M Y. Monitoring and assessment of vegetation variation in Northern Shaanxi based on MODIS/NDVI. *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31 (2): 354-363.
- [18] Li H D, Shen W S, Cai B F, Ji D, Zhang X Y. The coupling relationship between variations of NDVI and change of aeolian sandy land in the Yarlung Zangbo River Basin of Tibet, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2013, 33(24): 7729-7738.
- [19] Yuan L H, Jiang W G, Shen W M, Liu Y H, Wang W J, Tao L L, Zheng H, Liu X F. The spatio-temporal variations of vegetation cover in the Yellow River Basin from 2000 to 2010. *Acta Ecologica Sinica*, 2013, 33(24): 7798-7806.
- [20] Cui D F, Cui N R, Hai Y, Li X S. Plant species diversity in the Arjin Mountain National Nature Reserve areas. *Journal of Shihezi University: Natural Science*, 1998, 2(4): 281-288.
- [21] Song Y, Ma M G. Study on vegetation cover change in Northwest China based on SPOT VEGETATION data. *Journal of Desert Research*, 2007, 27(1): 89-93.
- [22] Schaller G B. *Wildlife of the Tibetan Steppe*. Chicago, USA: University of Chicago Press, 1998: 40-79.
- [23] Cao Y F, Su J P, Lian X M, Zhang T Z, Cui Q H. Food habits of Tibetan antelope (*Pantholops hodgsoni*) in the Kekexili Nature Reserve. *Acta Theriologica Sinica*, 2008, 28(1): 14-19.
- [24] Li Z Q, Jiang Z G. Diet analysis for Tibetan gazelle (*Procapra picticaudata*) in Tianjun area, Qinghai province, China. *Acta Theriologica Sinica*, 2007, 27(1): 64-67.
- [25] Zhou Z Y, Chu S L, Wang Z W, Chen Q G. Analysis of vegetation coverage change based on NDVI-A case study in Ganzhou area, Zhangye city, Gansu. *Pratacultural Science*, 2008, 25(12): 23-29.
- [26] Li D K, Fan J Z, Wang J. Change characteristics and their causes of fractional vegetation coverage (FVC) in Shaanxi Province. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2010, 21(11): 2896-2903.
- [27] Niu B R, Liu J R, Wang Z W. Remote sensing information extraction based vegetation fraction in semiarid area. *Geo-information Science*, 2005, 7(1): 84-97.
- [28] 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.
- [29] Ding L Z, Xu G F, Lu J B, Zhang D S, Fang B F. Landscape fragmentation and its effect on biodiversity. *Journal of Jiangsu Forestry Science & Technology*, 2005, 32(4): 45-57.
- [30] Yang F, He D H. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Ecologic Science*, 2006, 25(6): 564-567.
- [31] Gu J H. The ungulates in east Kunlun and Altun mountains region

of Xinjiang. *Arid Zone Research*, 1987, (3): 56-68.

- [32] Buzzard P J, Wong H M, Zhang H B. Population increase at a calving ground of the Endangered Tibetan antelope *Pantholops hodgsonii* in Xinjiang, China. *Oryx*, 2012, 46(2): 266-268.
- [33] Bleisch W V, Buzzard P J, Zhang H B, Xu D H, Liu Z H, Li W D, Wong H. Surveys at a Tibetan antelope *Pantholops hodgsonii* calving ground adjacent to the Arjinshan Nature Reserve, Xinjiang, China: decline and recovery of a population. *Oryx*, 2009, 43(2): 191-196.

参考文献:

- [2] 潘成,汪平. 高原上飞舞的精灵——藏羚羊. *中国林业*, 2007, (7A): 10-13.
- [3] 吴晓民,张洪峰. 藏羚羊种群资源及其保护. *自然杂志*, 2011, 33(3): 143-154.
- [4] 李增超,杨奇森,张会斌,刘志虎,袁刚. 新疆阿尔金山自然保护区东部大型兽类数量和分布. *四川动物*, 2006, 25(1): 92-95.
- [5] 马超. 阿尔金山国家级自然保护区人为活动的影响简析. *干旱环境监测*, 2004, 18(2): 101-102.
- [7] 梁清华. 藏羚羊就地保护的现状调查. *环境保护*, 2008, 406(20): 51-53.
- [8] 刘晟,刘凤和,侯国俊,阿不都. 追逐生命的足迹——阿尔金山保护藏羚羊二号行动侧记. *新疆林业*, 2005, (6): 18-19.
- [15] 张军,葛庆征,张卫国,江小雷. 植被性状与高原鼯鼠栖息地适合度的关系. *草业科学*, 2011, 28(5): 836-840.
- [17] 宋富强,邢开雄,刘阳,刘志超,康慕谊. 基于 MODIS/NDVI 的陕北地区植被动态监测与评价. *生态学报*, 2011, 31(2): 354-363.
- [18] 李海东,沈渭寿,蔡博峰,纪迪,张晓勇. 雅鲁藏布江流域 NDVI 变化与风沙化土地演变的耦合关系. *生态学报*, 2013, 33(24): 7729-7738.
- [19] 袁丽华,蒋卫国,申文明,刘颖慧,王文杰,陶亮亮,郑华,刘孝富. 2000—2010 年黄河流域植被覆盖的时空变化. *生态学报*, 2013, 33(24): 7798-7806.
- [20] 崔大方,崔乃然,海鹰,李学禹. 阿尔金山自然保护区植物物种多样性分析. *石河子大学学报: 自然科学版*, 1998, 2(4): 281-288.
- [21] 宋怡,马明国. 基于 SPOT VEGETATION 数据的中国西北植被覆盖变化分析. *中国沙漠*, 2007, 27(1): 89-93.
- [23] 曹伊凡,苏建平,连新明,张同作,崔庆虎. 可可西里自然保护区藏羚羊的食性分析. *兽类学报*, 2008, 28(1): 14-19.
- [24] 李忠秋,蒋志刚. 青海省天峻地区藏原羚的食性分析. *兽类学报*, 2007, 27(1): 64-67.
- [25] 周兆叶,储少林,王志伟,陈全功. 基于 NDVI 的植被覆盖度的变化分析——以甘肃省张掖市甘州区为例. *草业科学*, 2008, 25(12): 23-29.
- [26] 李登科,范建忠,王娟. 陕西省植被覆盖度变化特征及其成因. *应用生态学报*, 2010, 21(11): 2896-2903.
- [27] 牛宝茹,刘俊蓉,王政伟. 干旱区植被覆盖度提取模型的建立. *地球信息科学*, 2005, 7(1): 84-97.
- [28] 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.
- [29] 丁立仲,徐高福,卢剑波,章德三,方炳富. 景观破碎化及其对生物多样性的影响. *江苏林业科技*, 2005, 32(4): 45-57.
- [30] 杨芳,贺达汉. 生境破碎化对生物多样性的影响. *生态科学*, 2006, 25(6): 564-567.
- [31] 谷景和. 新疆东昆仑——阿尔金山地区的有蹄类动物. *干旱区研究*, 1987, (3): 56-68.

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