

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

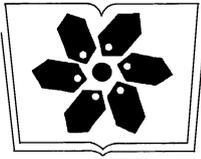
Acta Ecologica Sinica



第 32 卷 第 24 期 Vol.32 No.24 **2012**

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 32 卷 第 24 期 2012 年 12 月 (半月刊)

目 次

从文献计量角度分析中国生物多样性研究现状.....	刘爱原,郭玉清,李世颖,等	(7635)
CO ₂ 浓度升高和模拟氮沉降对青川箭竹叶营养质量的影响.....	周先容,汪建华,张红,等	(7644)
陕西中部黄土高原地区空气花粉组成及其与气候因子的关系——以洛川县下黑木沟村为例.....	吕素青,李月从,许清海,等	(7654)
长三角地区 1995—2007 年生态资产时空变化.....	徐昔保,陈爽,杨桂山	(7667)
基于智能体模型的青岛市林地生态格局评价与优化.....	傅强,毛锋,王天青,等	(7676)
青藏高原高寒草地生态系统服务功能的互作机制.....	刘兴元,龙瑞军,尚占环	(7688)
北京城市绿地的蒸腾降温功能及其经济价值评估.....	张彪,高吉喜,谢高地,等	(7698)
武汉市造纸行业资源代谢分析.....	施晓清,李笑诺,赵吝加,等	(7706)
丽江市家庭能耗碳排放特征及影响因素.....	王丹寅,唐明方,任引,等	(7716)
基于分布式水文模型和福利成本法的生态补偿空间选择研究.....	宋晓谕,刘玉卿,邓晓红,等	(7722)
设施塑料大棚风洞试验及风压分布规律.....	杨再强,张波,薛晓萍,等	(7730)
湖南珍稀濒危植物——珙桐种群数量动态.....	刘海洋,金晓玲,沈守云,等	(7738)
云南岩陀及其近缘种质资源群体表型多样性.....	李萍萍,孟衡玲,陈军文,等	(7747)
沙埋和种子大小对柠条锦鸡儿种子萌发、出苗和幼苗生长的影响.....	杨慧玲,梁振雷,朱选伟,等	(7757)
栗山天牛天敌花绒寄甲在栎林中的种群保持机制.....	杨忠岐,唐艳龙,姜静,等	(7764)
基于相邻木排列关系的混交度研究.....	娄明华,汤孟平,仇建习,等	(7774)
三种回归分析方法在 Hyperion 影像 LAI 反演中的比较.....	孙华,鞠洪波,张怀清,等	(7781)
红松和蒙古栎种子萌发及幼苗生长对升温与降水综合作用的响应.....	赵娟,宋媛,孙涛,等	(7791)
新疆杨边材贮存水分对单株液流通量的影响.....	党宏忠,李卫,张友焱,等	(7801)
火干扰对小兴安岭毛赤杨沼泽温室气体排放动态影响及其影响因素.....	顾韩,牟长城,张博文	(7808)
不同潮汐和盐度下红树植物幼苗秋茄的化学计量特征.....	刘滨尔,廖宝文,方展强	(7818)
腾格里沙漠东南缘沙质草地灌丛化对地表径流及氮流失的影响.....	李小军,高永平	(7828)
西双版纳人工雨林群落结构及其林下降雨侵蚀力特征.....	邓云,唐炎林,曹敏,等	(7836)
西南高山地区净生态系统生产力时空动态.....	庞瑞,顾峰雪,张远东,等	(7844)
南北样带温带区栎属树种种子化学组成与气候因子的关系.....	李东胜,史作民,刘世荣,等	(7857)
模拟酸雨对龙眼叶片 PS II 反应中心和自由基代谢的影响.....	李永裕,潘腾飞,余东,等	(7866)
沈阳市城郊表层土壤有机污染评价.....	崔健,都基众,马宏伟,等	(7874)
降雨对旱作春玉米农田土壤呼吸动态的影响.....	高翔,郝卫平,顾峰雪,等	(7883)
冬季作物种植对双季稻根系酶活性及形态指标的影响.....	于天一,逢焕成,任天志,等	(7894)
施氮量对小麦/玉米带田土壤水分及硝态氮的影响.....	杨蕊菊,柴守玺,马忠明	(7905)
微山湖鸟类多样性特征及其影响因素.....	吕昭智,潘卫林,张鑫,等	(7913)
新疆北部棉区作物景观多样性对棉铃虫种群的影响.....	吕昭智,潘卫林,张鑫,等	(7925)
杭州西湖北里湖沉积物氮磷内源静态释放的季节变化及通量估算.....	刘静静,董春颖,宋英琦,等	(7932)
基于实码遗传算法的湖泊水质模型参数优化.....	郭静,陈求稳,张晓晴,等	(7940)
气候环境因子和捕捞压力对南海北部带鱼渔获量变动的影响.....	王跃中,孙典荣,陈作志,等	(7948)
象山港南沙岛不同养殖类型沉积物酸可挥发性硫化物的时空分布.....	颜婷茹,焦海峰,毛玉泽,等	(7958)
专论与综述		
提高植物抗寒性的机理研究进展.....	徐呈祥	(7966)
植被对多年冻土的影响研究进展.....	常晓丽,金会军,王永平,等	(7981)
凋落物分解主场效应及其土壤生物驱动.....	查同刚,张志强,孙阁,等	(7991)
街尘与城市降雨径流污染的关系综述.....	赵洪涛,李叙勇,尹澄清	(8001)



封面图说: 永兴岛海滩植被——永兴岛是中国西沙群岛的主岛,也是西沙群岛及南海诸岛中最大的岛屿。国务院 2012 年 6 月批准设立的地级三沙市,管辖西沙群岛、中沙群岛、南沙群岛的岛礁及其海域,三沙市人民政府就驻西沙永兴岛。永兴岛上自然植被密布,野生植物有 148 种,占西沙野生植物总数的 89%,主要树种有草海桐(羊角树)、麻枫桐、野枇杷、海棠树和椰树等。其中草海桐也称为羊角树,是多年生常绿亚灌木植物,它们总是喜欢倚在珊瑚礁岸或是与其他滨海植物聚生于海岸沙滩,为典型的滨海植物。

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

DOI: 10.5846/stxb201103130309

刘兴元,龙瑞军,尚占环. 青藏高原高寒草地生态系统服务功能的互动机制. 生态学报, 2012, 32(24): 7688-7697.

Liu X Y, Long R J, Shang Z H. Interactive mechanism of service function of alpine rangeland ecosystems in Qinghai-Tibetan Plateau. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(24): 7688-7697.

青藏高原高寒草地生态系统服务功能的互动机制

刘兴元, 龙瑞军*, 尚占环

(兰州大学草地农业科技学院, 草地农业生态系统国家重点实验室, 兰州 730020)

摘要: 青藏高原高寒草地是我国重要的畜牧业生产基地和生态安全屏障。高寒草地退化不仅影响了当地畜牧业生产和牧民生活, 而且严重地威胁着我国和东亚地区的生态安全。从高寒草地生态系统的生态、生产和生活功能角度出发, 分析了青藏高原高寒草地生态系统在人口、放牧压力与资源环境承载力的相互作用关系, 及其生态、生产和生活功能比例结构变化对高寒草地生态系统服务功能的影响, 阐明了高寒草地生态系统服务功能的多元耦合、多维连锁和多重反馈的相互作用机制。并以藏北那曲地区为例, 把 2008 年农牧民脱贫线和小康线作为生活功能标准, 通过生态服务功能当量, 确定了维持高寒草地生态系统可持续发展的生态、生产和生活功能比例结构。据此, 估测了牧民的生活功能达到脱贫线和小康线标准时允许的人口承载量。结果表明, 高寒草地退化使草地生态系统的人口承载量下降了 60%。以那曲地区 2008 年的实际的畜牧业人口量与允许的人口承载量相比, 高寒草地退化后, 实际畜牧业人口占脱贫标准的 36%, 但小康标准超载了 118.9%。因此, 调控人口承载量是实现青藏高原高寒草地生态系统的生态、生产和生活功能协调发展的关键。

关键词: 青藏高原; 高寒草地; 生态系统服务功能; 互动机制

Interactive mechanism of service function of alpine rangeland ecosystems in Qinghai-Tibetan Plateau

LIU Xingyuan, LONG Ruijun*, SHANG Zhanhuan

State Key Laboratory of Grassland Agro-ecosystems, College of Pastoral Agricultural Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou 730020, China

Abstract: Rangelands of the Qinghai-Tibetan Plateau is an important base for livestock production and shelter for the ecological safety in China. The degradation of alpine rangeland in the Qinghai-Tibetan Plateau has not only impacted local livestock production and people's quality of life, but also seriously damaged the ecosystem security of China and Southeast Asia. By analyzing the function of ecology, production and livelihood (FEPL) of alpine rangeland ecosystem, this study examines inter-relationship between population and grazing pressure and environmental carrying capacity of alpine rangeland ecosystem, as well as the structural change of FEPL and its effect on service function of alpine rangeland ecosystem, and illustrates the alpine rangeland ecosystem's FEPL and its internal relation of polybasic coupling, multidimensional linkage and multiple feedbacks. Using the Naqu region of northern in the Qinghai-Tibetan Plateau as an example, this study utilizes the annual per-capita income of well-to-do society and overcome-poverty line for the herdsman proclaimed by Chinese government in 2008 as standard livelihood function and establishes an appropriate structure for the FEPL of alpine rangeland ecosystem based on the equivalent of the ecological services function under the different economic conditions that can maintain sustainable development of alpine rangeland ecosystem. The results show that the degradation of alpine rangeland has caused a 60% decrease of the population carrying capacity in the region. For example, the current population carrying

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41071342)

收稿日期: 2011-03-13; 修订日期: 2011-10-31

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: longrj@lzu.edu.cn

capacity in the Naqu region in 2008 accounted for 36% and 118.9% of estimated population carrying capacity in the overcome-poverty life line and well-to-do society, respectively. Therefore, controlling population carrying capacity is the key for mutual development of the FEPL of alpine rangeland ecosystem in the Qinghai-Tibetan Plateau.

Key Words: Qinghai-Tibetan Plateau; alpine rangeland; ecosystem service function; interaction mechanism

青藏高原是我国重要的畜牧业生产基地和生态安全屏障,承载着草原文化传承,藏区牧民生活、区域经济发展和社会稳定的重任^[1]。青藏高原独特的地理、气候和自然条件,孕育了世界上独具特色的草地生态系统,其面积占青藏高原总土地的 50.9%^[2]。高寒草地是青藏高原自然生态系统的主体,由于海拔高、干旱、寒冷等特点,使其具有十分脆弱的自然属性^[3-4]。受全球气候变暖和人类活动加剧的影响,加之不合理的利用和管理模式,导致青藏高原人口、资源和环境的协调关系失衡^[5-6]。过度的人口、经济和环境压力使高寒草地退化严重,生态服务功能和生产力水平下降^[7-8],引发了一系列的生态、经济、环境和社会问题。如果不能协调好生态保护、畜牧业生产和牧民生活之间的关系,势必导致高寒草地生态系统服务功能的进一步下降,使青藏高原地区陷入“生态恶化—经济贫困”的恶性循环之中,最终将导致其生态安全屏障功能丧失,引发“生态灾难”^[9]。

青藏高原高寒草地生态系统是一个集生态、经济和社会功能为一体的复合系统^[10]。以往的研究主要是从土壤、植物、动物和微生物等方面来探讨其自然属性变化及对高寒草地生态系统的影响,而对高寒草地生态系统管理者及相关政策制定者的社会属性研究不足^[11]。当人口压力较小和经济生活需求处于较低阶段,牧民的经济活动不足以对高寒草地生态系统的自然特性造成威胁时,系统自我调节功能较强。但随着人口的不断增长和经济需求的提高,牧民对高寒草地生态系统的影响不断增大,造成人与自然之间协调统一的生态经济机制遭到破坏,此时高寒草地的社会属性已成为影响草地发展的决定因素^[12]。因此,牧民生活功能的变化成为高寒草地生态系统生态和生活功能发生改变的内在驱动力。本研究以藏北那曲地区为例,从高寒草地生态系统的自然与社会属性特征出发,研究高寒草地生态系统服务功能的互动机制及其协调发展的比例结构和与其相适应的人口承载力,对青藏高原生态屏障建设和高寒草地的持续发展具有重要意义。

1 高寒草地生态系统服务功能的内涵

高寒草地生态系统的本质特征主要表现为保护生态环境、生产草畜产品和维持牧民生活的功能,即生态功能、生产功能和生活功能(以下简称“三生功能”)^[11]。

1.1 生态功能

高寒草地的生态功能是对草地生态属性的具体反映。指其生境、生物学性质或生态过程,为赖以生存的生命系统提供自然环境条件,是系统提供生态资源的先决条件和维持社会与经济发展的基础^[13-14]。草地的生态功能包括气候调节、养分循环与贮存、固定 CO₂、释放 O₂、消减 SO₂、水源涵养、土壤形成、侵蚀控制、废物处理、滞留沙尘和生物多样性维持等方面^[15]。这些功能是草地生态系统所固有的难以商品化的功能,具有公益性,可用直接或间接经济价值评估^[16]。青藏高原高寒草地生态系统在维持全球 CO₂/O₂ 平衡,吸收温室气体、调控下游水资源量、控制水土流失和减少大风扬沙具有重要作用,是全球重要的生物物种基因库和生物多样性保护的重要区域^[17]。保护青藏高原高寒草地生态功能,对维护国家生态屏障安全和保护生物多样性具有重要意义。

1.2 生产功能

高寒草地生产功能是为生命系统提供各种消费资源,是其生产属性的具体反映。主要包括家畜生产、草产品和药用植物等,这些功能是可以商品化的功能,其表现为直接经济价值。对支撑高原特色畜牧业发展具有重要作用^[7]。由于高寒草地生态系统中“土-草-畜-人”的食物链结构与农田的“粮-人”食物链结构不同,单位面积的草地可以饲养较多的家畜,而只能供养少量人口。牧民为了满足其生活功能需求,过分地强调草地

的生产功能,而导致生态功能减弱,甚至恶化^[10,18]。但是,同样面积的农田可以养育较多人口,也可通过农业技术措施增加单位面积产量提高农田系统的人口容量^[19]。因此,相同的食物能量需求在草地系统中比农田系统的生产压力大,这也是草地退化的主要原因。

1.3 生活功能

高寒草地生态系统的生活功能是对草地社会属性的具体反映,也是生态功能和生产功能的综合体现,是一个“人-草-畜-生态-文化”有机结合的载体^[20]。高寒草地生态系统的生活功能主要包括经济保障、文化传承和休闲旅游等功能^[10, 21]。这些功能有些是可以商品化的功能,表现为直接经济价值;有些是不能量化的,表现为间接经济价值。青藏高原草地生态系统生活功能体现在两个方面,一是通过动植物的生产功能提供人类生存和繁衍的物质基础和经济来源;二是弘扬宗教和传承民族文化的载体。高寒草地和家畜既是牧民赖以生存的直接生产资料,又是牧民财富和身份的象征。

2 高寒草地生态系统“三生功能”的互动机制

2.1 “三生功能”的内在关系

高寒草地生态服务功能是生态系统内物理、化学、生物和人类活动等因素相互作用的结果,它们通过特殊的方式连接在一起,对人类和生态环境发挥着不同的服务功能^[16]。生态功能是基础,生产功能是手段和方式,生活功能是最终目的^[10]。生产功能作为连接生态功能和生活功能的桥梁,对高寒草地生态服务功能的变化具有主导作用,而生活功能的好坏取决于生态功能和生产功能的平衡关系,体现着系统的综合发展水平和管理状况。当三者处于和谐状态时,草地系统便会稳定发展,发挥最大潜力;反之,关系相悖时,会造成草地生态系统退化,导致生态系统服务功能减弱^[10,22]。高寒草地和家畜是青藏高原牧民生活的物质基础和主要的经济来源,生活功能的好坏决定着牧民对生产功能和生态功能的重视程度。生产功能反映生活功能的高低和生态功能的强弱,而生态功能的强弱又制约着生产功能的大小和生活功能的好坏,三者呈“金字塔”型结构(图1)。

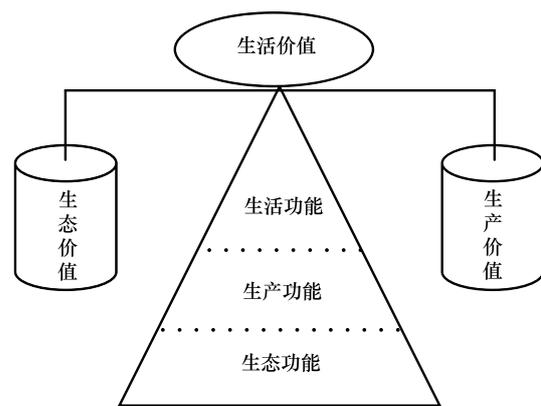


图1 高寒草地生态系统“三生功能”结构

Fig. 1 Structure of the ecological, productive and livelihood functions of alpine rangeland ecosystem

因此,只有在维持高寒草地生态健康条件下,承载其经济产出容许的人口数量,开展适度的生产活动,才能实现生态、生产和生活功能的协调可持续发展。

生态功能主要体现为生态安全屏障保护作用,其影响超越了地理和行政区域的界限,具有全局性。生产功能主要体现为特定区域的畜牧业经济发展,具有地域性或行政区域性。生活功能主要体现为依赖草地而生存的牧民的繁衍、生活与草原文化传承,具有社会性^[10]。高寒草地生态系统“三生功能”之间存在相互作用、相互影响和制约的复杂关系,表现为多元耦合、多维连锁和多重反馈的内在逻辑关系^[23]。在草地资源约束条件下,过分地追求草地生产功能,在生态保护与经济发展之间就不可避免地存对草地资源“争夺”现象。随着高寒草地居住人口的增长和家畜数量的膨胀,加剧了高寒草地的退化。一旦超过其稳定的弹性阈值,不仅影响草地生态系统的健康,而且也影响到高寒草地生产功能和生活功能。因此,青藏高原高寒草地的生产功能只有在生态系统承载力的弹性阈值范围内发挥作用,才能实现高寒草地生态系统的生态价值、生产价值和生生活价值的均衡和最大化。

2.2 “三生功能”比例结构变化对生态服务功能的影响

高寒草地生态、生产和生活功能的内在逻辑关系决定了三者只有形成一个合理的比例结构,才能维持高寒草地生态系统的健康与可持续发展。对于一定区域内的高寒草地生态系统而言,在面积一定的情况下,“三生功能”的比例结构存在以下三种状态:

(1)生态功能比例较大,用于畜牧生产的比例较少,承载的人口数量就会减少,属于扁平型比例结构(图 2-A)。这种状态强调高寒草地的生态功能,维持了适度的生产功能和较高水平的生活功能。但是,这种状态使高寒草地生态系统的外部压力减小,可能使系统的惰性增强,不仅使系统的经济输出效率下降,承载较低的生活功能,而且不利于维持高寒草地生态系统的复壮更新。

(2)生态功能比例适中,按草地资源和环境承载力水平确定承载适宜的人口数量,并在高寒草地健康前提下开展适度的畜牧业生产(图 2-B)。这种状态既保护了高寒草地生态环境,又满足了区域经济发展和牧民生活质量提高的要求,是一种生态、生产和生活功能协调发展的比例结构。

(3)生态功能比例较小,用于畜牧生产的比例过大,相应地增加了人口的数量,属于陡峭型比例结构(图 2-C)。这种状态强调草地生产功能,增加了高寒草地生态系统的承载压力,增加了系统的经济输出效率,但是持续过度利用会导致高寒草地退化,生态服务功能下降。当压力超过系统可恢复的弹性阈值时,将会造成整个生态系统的崩溃,这种状态不仅削弱了生态功能,同时降低了生产和生活功能。

状态 A 适合主导功能为生态保护,且人口压力较小,对国家和区域生态安全屏障具有重要作用的地区。状态 B 适合人口压力与家畜数量适度的地区,但需要先进科学技术、管理措施、国家相关政策法规和牧民素质等方面的支撑,是一种理想的状态。状态 C 是一种生态、生产和生活均不可持续的状态。由于牧区人口数量日益增加,伴随着家畜饲养规模迅速增加,状态 C 的比例结构还会逐步变陡,如果不采取有效措施,最终将形成“生态灾难-生产崩溃-生活沦落”的恶性演变。

青藏高原高寒草地生态系统“三生功能”的比例结构改变,对国家生态屏障安全、区域经济发展和牧民生活水平改善具有十分重要的作用^[24]。三者的状态决定了区域草地生态的健康状况和容许承载的人口数量与家畜饲养规模。目前,在青藏高原高寒草地生态系统中生产和生活功能比例过大,生态功能比例较小,三者的比例结构失衡,导致高寒草地生态系统退化严重,属于 C 状态。因此,急需国家对草地实行生态补偿政策,优化草地资源利用结构,充分利用不同草地类型的资源禀赋,合理布局生产要素,调整“三生功能”的比例结构,加强草地管理措施,建立适宜高寒草地生态系统的生态补偿机制,恢复已退化和正在退化的高寒草地生态系统,以促进高寒草地生态、生产和生活功能的协调与可持续发展。

2.3 “三生功能”的互作机制

高寒草地生态系统“三生功能”的相互关系决定了生态和生产功能是为生活功能提供生态和经济需求的支持,而生活功能的需求变化又对生态和生产功能产生反作用。任何一种功能的变化都会引起其它功能的变化,进而影响到高寒草地生态系统整体的变化(图 3)。这种相互作用的驱动机制主要是通过人口、放牧压力与资源环境承载力之间相互作用,使高寒草地生态系统的人流、物流、能量流、信息流、价值流和技术流的作用方向发生改变,从而引起连锁反应^[23]。当生活功能的经济需求增大,而资源和环境能力有限时,经济需求迫使增强其生产功能而降低生态功能。生活功能的这种反作用力造成放牧压力超过草地资源和环境的承载力,导致生产功能与生态功能的协调结构失衡^[25]。因此,维持青藏高原高寒草地生态系统“三生功能”协调发展的核心是依据草地资源和环境承载力的变化,调控系统中人口和家畜的数量,提高单位草地面积的生态、经济和社会效益,使生态、生产和生活功能形成一种合理的比例结构,才能实现高寒草地生态系统“三生功能”综合协调发展。

3 高寒草地生态系统“三生功能”的合理结构与人口承载量

高寒草地生态系统“三生功能”良性互作的前提是三者形成一种合理的比例结构,生活功能是形成这种

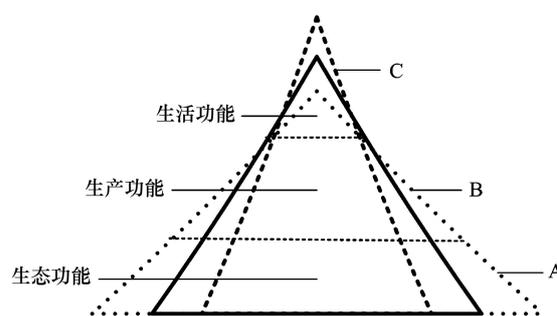


图 2 高寒草地生态系统“三生功能”的结构变化

Fig. 2 Structure variation of the ecological, productive and livelihood functions of alpine rangeland ecosystem

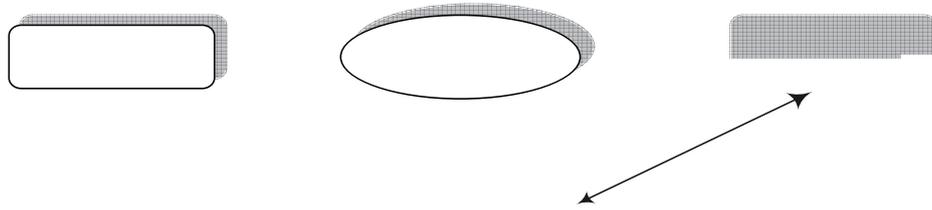


图3 高寒草地生态系统“三生功能”的互动机制

Fig. 3 Interaction mechanism for the ecological, productive and livelihood functions of alpine rangeland ecosystem

比例结构的主导功能。而高寒草地生态系统的人口承载力是影响其生活功能变化的基础。由于高寒草地类型的差异,其生产力水平和生态服务价值不同,不同草地类型满足一定生活功能的人口承载力不同。因此,本研究以藏北那曲的高寒草原、高寒荒漠、高寒荒漠草原和高寒草甸为对象,把2008年农牧民脱贫线和小康线作为生活功能标准,来确定高寒草地生态系统“三生功能”的合理比例结构及其相应的人口承载力。

3.1 确定方法

3.1.1 比例结构模型

在维持高寒草地生态系统最低健康条件下开展适度的畜牧业生产,容纳其经济产出达到不同生活功能标准所能承载的最大人口数量。

$$E(x):P(y):L(z) = X_{\min}:Y_{\text{mid}}:Z_{\text{der}}$$

式中, $E(x)$ 、 $P(y)$ 、 $L(z)$ 分别为生态功能、生产功能和生活功能; X_{\min} 、 Y_{mid} 、 Z_{der} 分别为生态系统在维持最低健康水平的生态功能当量数、适度生产条件下的生产功能当量数和满足牧民不同经济需求的生活功能当量数。

3.1.2 模型条件

(1)以高寒草地未退化状态时的理论载畜量作为生态功能的最低健康水平和生产功能的适度载畜量(载畜量:羊单位/hm²,1个羊单位的经济价值为600元)。

(2)家畜的年出栏率为30%。

(3)以2008年我国拟定的人均收入1300元的脱贫线和人均收入8000元的小康线为生活功能的衡量标准。

(4)为了便于直观和等量比较,使用“生态服务功能当量”对生态、生产和生活功能数值进行标准化处理。生态服务当量表示在高寒草地生态系统中,生态、生产和生活功能每1000元的经济价值定义为1个生态服务功能当量。

3.1.3 计算方法与步骤

(1)根据理论载畜量计算方法^[26]和生态服务价值评估方法^[22]与模型条件,核算出高寒草地单位面积的生态服务价值和载畜量,并将载畜量转化为经济价值。

(2)根据每个牧民每年需要出售多少家畜才能达到小康和脱贫标准,然后确定生态健康条件下的家畜承载力。

- (3) 根据确定的羊单位数,以理论载畜量为标准,计算出达到脱贫和小康水平所需要的草地面积。
- (4) 根据确定的草地面积计算出总的生态服务价值和经济价值,再将其转换为生态服务功能当量。
- (5) 确定 1 个生态服务功能当量能承载的生产和生活功能当量数。
- (6) 确定不同类型草地“三生功能”的合理结构比例。

(7) 根据不同草地类型单位面积的生态服务价值,首先,估算出该草地类型的总生态服务价值,利用不同类型草地“三生功能”的合理结构比例,估算出相应的生活功能价值,其次,除以牧小康线和脱贫线标准,估算出该草地类型的人口承载量,最后,根据区域各草地类型面积,估算出区域草地生态系统容许承载的人口数量。

3.2 “三生功能”的合理的结构比例

利用上述方法,计算出西藏那曲地区不同类型草地在未退化状态时单位草地面积的理论载畜量、经济价值和生态服务价值(表 1)^[27]。估算出那曲地区牧民达到脱贫线和小康线标准,需养殖 7.3 羊单位和 44.4 羊单位的家畜。在脱贫和小康条件下,高寒草原、高寒荒漠、高寒荒漠草原和高寒草甸的生态功能、生产功能和生活功能的比例结构分别为 1:0.05:0.02、1:0.09:0.03、1:0.05:0.02 和 1:0.13:0.04(表 2 和表 3)。

表 1 西藏那曲不同类型草地未退化程度的生态服务价值、载畜量和经济价值

Table 1 Ecological services value, animal carrying capacity and economic value of the different degraded rangelands in the Naqu region of Tibet

	草地面积 Rangeland area /($\times 10^4$ hm ²)	可利用率 Utilization rate /%	生态服务价值 Ecological services value/(元/hm ²)	载畜量 Carrying capacity /(只/hm ²)	经济价值 Economic value /(元/hm ²)
高寒草原 Alpine steppe	1890.4	84	5870.8	0.49	294
高寒荒漠 Alpine desert	289	70	1045.6	0.15	90
高寒荒漠草原 Alpine desert steppe	370.9	82	3491.3	0.3	180
高寒草甸 Alpine meadow	827.4	97	6234.1	1.39	834
合计 Total	3377.7	—	—	—	—

表 2 西藏那曲牧民脱贫条件(1300 元)下的“三生功能”比例关系

Table 2 Proportional relationship for the ecological, productive and livelihood functions based on the condition of overcome poverty in the Naqu region of Tibet

	高寒草原 Alpine steppe	高寒荒漠 Alpine desert	高寒荒漠草原 Alpine desert steppe	高寒草甸 Alpine meadow
需饲养家畜量 Demand animals /只	7.3	7.3	7.3	7.3
需草地面积 Demand rangeland/hm ²	15.0	49.0	24.3	5.3
生态服务价值 Ecological services value/元	86888	50921	84839	33041
经济价值 Economic value /元	4380	4380	4380	4380
生态功能当量 Ecological function equivalent weight	87	51	85	33
生产功能当量 Productive function equivalent weight	4.4	4.4	4.4	4.4
生活功能当量 Livelihood function equivalent weight	1.3	1.3	1.3	1.3
$E(x):P(x):L(x)$	1:0.05:0.02	1:0.09:0.03	1:0.05:0.02	1:0.13:0.04

3.3 高寒草地生态系统的人口承载量

在特定区域内高寒草地面积一定的情况下,人口承载量是决定生活功能好坏的关键因素。因此,调控人口承载量是实现青藏高原高寒草地生态系统的生态、生产和生活功能协调发展的关键。

西藏那曲地区总草地面积 3377.7 万 hm²,扣除无人区面积 236 万 hm²,可利用草地面积 2897 万 hm²。根据高寒草地生态系统“三生功能”的合理比例结构和人口承载量估算方法,对西藏那曲地区高寒草地生态系统在未退化和退化状态下达到脱贫线和小康标准下的人口承载量进行估算(表 4)。那曲地区 2008 年牧业人

口总人口 38.3 万人,牧业生产总值为 5.17 亿元^[28]。按脱贫和小康 2 个标准衡量,那曲高寒草地生态系统合理的人口承载量应分别为 39.77 万和 6.5 万。与脱贫标准的合理人口承载量相比,实际牧业人口占脱贫标准的 96.3%,但与小康标准比,实际牧业人口超出了 489.2%。如果以 2008 年的实际牧业人口与高寒草地未退化状态时的合理人口承载量相比,在脱贫和小康标准下,实际人口占草地未退化状态时的 14.2% 和 85.9%;但在退化现状下,实际牧业人口占脱贫标准的 36%,而小康标准衡量超载了 118.9% (图 4)。结果表明,西藏那曲高寒草地退化使系统人口承载量显著下降。与未退化状态相比,脱贫和小康标准下的总人口承载量下降了 60%。

表 3 西藏那曲牧民小康条件(8000 元)下的“三生功能”比例关系

Table 3 Proportional relationship for the ecological, productive and livelihood function based on the condition of well-to-do in the Naqu region of Tibet

	高寒草原 Alpine steppe	高寒荒漠 Alpine desert	高寒荒漠草原 Alpine desert steppe	高寒草甸 Alpine meadow
需饲养家畜量 Demand animals/只	44.4	44.4	44.4	44.4
需草地面积 Demand rangeland/hm ²	91.0	296	148.0	32.0
生态服务价值 Ecological services value /元	526611	309707	516363	199491
经济价值 Economic value/元	26640	26640	26640	26640
生态功能当量 Ecological function equivalent	527	310	516	200
生产功能当量 Productive function equivalent	26.6	26.6	26.6	26.6
生活功能当量 Livelihood function equivalent	8	8	8	8
$E(x):P(x):L(x)$	1:0.05:0.02	1:0.09:0.03	1:0.05:0.02	1:0.13:0.04

表 4 西藏那曲高寒草地生态系统人口承载量

Table 4 Farms carrying capacity of alpine rangeland in the Naqu region of Tibetan

	未退化状态 Original vegetation ($\times 10^4$)		退化状态 Degradation ($\times 10^4$)	
	脱贫水平 Overcome poverty	小康水平 Well-to-do	脱贫水平 Overcome poverty	小康水平 Well-to-do
高寒草原 Alpine steppe	99.4	16.4	5.4	0.9
高寒荒漠 Alpine desert	2.4	0.40	1.1	0.2
高寒荒漠草原 Alpine desert steppe	12.5	2.06	11.7	1.9
高寒草甸 Alpine meadow	151.4	25.1	88.2	14.4
合计 Total	265.8	43.9	106.4	17.5

4 高寒草地生态系统“三生功能”的理论与实践意义

青藏高原高寒草地生态系统可持续发展的本质是既满足人类经济生活与环境的要求,又能不断改善资源本身的质量特性,达到生态、生产和生活功能的协调发展^[6]。然而,由于草地的生产管理者对草地生态系统“三生功能”及其互动机制的认识不足,在生活功能的驱动下,只注重草地的生产功能,而忽视其生态功能,使草地的放牧压力超过草地生态环境的承载力,导致草地退化^[29]。究其根本原因在于没有处理好“三生功能”的比例结构问题。在高寒草地资源约束条件下,随着人口的不断增长,青藏高原高寒草地生态系统“三生功能”之间不可避免地存在矛盾冲突^[30]。

由于高寒草地生态系统在其类型组分、生态过程的形成、自然环境条件及其效用等方面与其它生态系统具有完全不同的特点,其生态功能主要体现为生态安全屏障的保护作用,是系统维持与发展的基础,具有全局

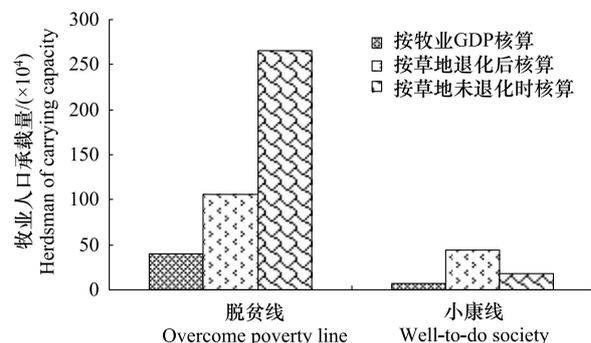


图 4 西藏那曲高寒草地不同经济水平下的牧业人口承载量
Fig. 4 Carrying capacity of pastoral population based on the different economic levels in the Naqu region of Tibet

性,一旦恶化,将造成高寒草地生态系统退化、水源涵养能力下降,生物多样性受到威胁,危及到青藏高原及其下游地区的发展,其影响超越地理和行政区域的界限^[11]。生产功能体现为特定区域畜牧业经济的发展,是系统生产属性的具体反映,当高寒草地生态系统的人口压力和放牧压力低于其环境承载力时,系统处于平衡或健康状态,反之,人口压力和放牧压力与环境承载力关系失衡,导致高寒草地退化,使系统处于不可持续的发展状态^[6],其影响仅局限于一定的区域。生活功能主要体现为依赖草地生存的牧民的繁衍与草原文化的传承,具有社会与文化的纵深性。生活功能是系统的最终目的,取决于生态功能与生产功能的平衡关系,体现系统的综合发展水平和管理状况。如果没有生态系统服务功能的存在,将导致全球经济系统的崩溃。因此,高寒草地生态系统的“三生功能”形成了一种全局性、区域性和纵深性紧密结合的逻辑关系。

高寒草地生态系统“三生功能”是一种非线性的多元耦合、多维连锁和多重反馈的互作机制。生态功能和生产功能对生活功能提供生态和经济需求的支持,而生活功能的需求又对生态和生产功能产生反作用。任何一种功能的变化都会引起其它功能的变化,进而影响到高寒草地生态系统的整体变化。这种互作驱动机制主要是通过人口压力和放牧压力与资源和环境承载力之间矛盾冲突,使高寒草地生态系统的人流、物流、能量流、信息流、价值流和技术流的作用方向发生改变,从而引起连锁反应^[6]。人口压力的增大伴随着高寒草地退化程度的加剧,使高寒草地生态系统“三生功能”将逐步被削弱,一旦超过了草地生态系统的稳定阈值,将会产生负生态效应。因此,从高寒草地生态系统“三生功能”的相互机制出发,在生态、经济与社会效益的多重标准下,制定畜牧业经济发展与生态保护的管理决策^[31]。通过草地生态补偿政策,加强生态功能保护,降低生产功能的强度,改善生活功能的质量,构建一种能维持高寒草地生态系统健康条件下适宜的生产力水平与牧民人口数量的合理结构关系,以形成高寒草地生态系统“三生功能”良性互作的机制,才能促进青藏高原草地生态系统的健康可持续发展。

高寒草地生态系统“三生功能”理论对认识高寒草地的生态屏障地位、畜牧经济发展效用和牧民生活保障作用,具有重要的理论和实践意义。“三生功能”理论把草地生态系统的服务功能分类包含于三大功能之中,使高寒草地生态系统的服务功能更清晰化、逻辑化和具体化,更能体现高寒草地生态系统的本质特征。认识“三生功能”之间的必然联系与制约关系,有利于指导生产者、管理者和政策制定者把握高寒草地生态系统的变化,实施相应的调控对策^[10,32]。研究高寒草地生态系统“三生功能”之间的互作机制,确定维持高寒草地生态系统可持续发展的“三生功能”比例结构及其适宜的人口承载量,对我国生态安全屏障建设、区域经济发展规划制定和牧民脱贫致富具有理论价值。在实践中,根据“三生功能”的互作机制和合理的比例结构,调控人口承载量是实现高寒草地生态系统的生态、生产和生活功能协调发展的基础。我国草原牧区主要分布于寒、旱等气候恶劣、环境条件差和发展滞后的西部和边疆地区,草地资源是牧民赖以生存的主要资源。因此草地退化的直接受害者是牧区的广大牧民,不仅影响生态屏障安全和牧民生活,而且影响民族团结和边疆安定。从国家战略高度出发,应该充分重视草地生态系统服务功能,加大科技投入力度,改善生态功能,提高生产效率、实现草地生态系统“三生功能”的综合协调发展。

References:

- [1] Hu Z Z. Grassland Development and Ecological Environment of Qinghai-Tibetan Plateau. Beijing: China Tibetology Research Press, 2000.
- [2] Yu G, Lu C X, Xie G D. Seasonal dynamics of ecosystem services of grassland in Qinghai-Tibetan Plateau. Chinese Journal of Applied Ecology, 2007, 18(1): 47-51.
- [3] Li D M, Guo Z G, An L Z. Assessment on vegetation restoration capacity of several grassland ecosystems under destroyed disturbance in permafrost regions of Qinghai-Tibet Plateau. Chinese Journal of Applied Ecology, 2008, 19(10): 2182-2188.
- [4] Wang Y B, Wang G X, Shen Y P, Wang Y L. Degradation of the eco-environmental system in alpine meadow on the Tibetan Plateau. Journal of Glaciology and Geocryology, 2005, 27(5): 633-640.
- [5] Lin L, Cao G M, Li Y K, Zhang F W, Guo X W, Han D R. Effects of human activities on organic carbon storage in the Kobresia humilis meadow ecosystem on the Tibetan Plateau. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(15): 4012-4018.
- [6] Cheng S K, Shen L. Approach to dynamic relationship between population, resources, environment and development of the Qinghai-Tibet Plateau.

- Journal of Natural Resources, 2000, 15(4): 297-304.
- [7] Mao F, Zhang Y H, Hou Y Y, Tang S H, Lu Z G, Zhang G H. Dynamic assessment of grassland degradation in Naqu of northern Tibet. Chinese Journal of Applied Ecology, 2008, 19(2): 278-284.
- [8] Gao Q Z, Duan M J, Wan Y F, Li Y E, Guo Y Q, Jianguan W Z. Comprehensive evaluation of eco-environmental sensitivity in Northern Tibet. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(15): 4129-4136.
- [9] Zhang L X. Exploration of ecological pitfalls embeded in the human-land interaction. Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(7): 2167-2173.
- [10] Bao W. Development problem and strategy options of Tibetan Plateau rangeland resources. Research of Agricultural Modernization, 2009, 30(1): 20-23.
- [11] Long R J. Functions of ecosystem in the Tibetan grassland. Science and Technology Review, 2007, 25(9): 26-28.
- [12] Ferraro P J. Targeting conservation investments in heterogeneous landscapes: a distance-function approach and application to watershed management. American Journal of Agricultural Economics, 2004, 86(4): 905-918.
- [13] Daily G C, Söderqvist T, Aniyar S, Arrow K, Dasgupta P, Ehrlich P R, Folke C, Jansson A, Jansson B O, Kautsky N, Levin S, Lubchenco J, Mäler K G, Simpson D, Starrett D, Tilman D, Walker B. The value of nature and the nature of value. Science, 2000, 289(5478): 395-396.
- [14] Holling C S. Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. Ecosystems, 2001, 4(5): 390-405.
- [15] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 1997, 387(6630): 253-260.
- [16] de Groot R S, van der Perk J, Chiesura A, Marguliew S. Ecological functions and socio-economic values of critical natural capital as a measure for ecological integrity and environmental health. Earth and Environmental Sciences, 2000, 1: 191-214.
- [17] Lu C X, Xie G D, Xiao Y, Yu Y J. Ecosystem diversity and economic valuation of Qinghai-Tibet Plateau. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(12): 2749-2756.
- [18] Sala O E, Paruelo J M. Ecosystem services in grasslands // Daily G C, ed. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Washington DC: Island Press, 1997.
- [19] Kelly K, Ayling R, Elmekki G. Dealing with conflict: natural resources and dispute resolution. Commonwealth Forestry Review, 1997, 76(3): 182-185.
- [20] Long R J, Ding L M, Shang Z H, Guo X S. The yak grazing system on the Qinghai-Tibetan plateau and its status. The Rangeland Journal, 2008, 30(2): 241-246.
- [21] Straton A. A complex systems approach to the value of ecological resources. Ecological Economics, 2006, 56(3): 402-411.
- [22] Liu X Y, Long R J, Shang Z H. Evaluation method of ecological services function and their value for grassland ecosystems. Acta Prataculturae Sinica, 2011, 20(1): 167-174.
- [23] Zhang C G, Fang C L. Driving mechanism analysis of ecological-economic-social capacity interactions in oasis systems of arid lands. Journal of Natural Resources, 2002, 17(2): 181-187.
- [24] Zhong X H, Liu S H, Wang X D, Zhu W Z, Li X M, Yang L. A research on the protection and construction of the state ecological safe shelter zone on the Tibet Plateau. Journal of Mountain Science, 2006, 24(2): 129-136.
- [25] Venkatachalam L. Environmental economics and ecological economics; where they can converge? Ecological Economics, 2007, 61(2/3): 550-558.
- [26] Ren J Z. Research Methods of Grassland Science. Beijing: China Agricultural Press, 1998.
- [27] Bureau of land management of Tibet and Bureau of Animal Husbandry of Tibet. The Tibet Grassland Resources. Beijing: Chinese Science Press, 1994.
- [28] Statistical Bureau of Tibet. Tibet Statistical Yearbook in 2009. Beijing: China Statistics Press, 2009.
- [29] Foggin J M. Depopulating the Tibetan grasslands: national policies and perspectives for the future of Tibetan herders in Qinghai Province, China. Mountain Research and Development, 2008, 28(1): 26-31.
- [30] Liu X Y, Chen Q G, Wang Y N. The effect of grassland degeneration for ecological security and economic development in Gannan region of Gansu Province. Pratacultural Science, 2006, 23(12): 39-41.
- [31] Moran D, McVittie A, Allcroft D J, Elston D A. Quantifying public preferences for agri-environmental policy in Scotland: a comparison of methods. Ecological Economics, 2007, 63(1): 42-53.
- [32] Fisher B, Turner R K, Morling P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. Ecological Economics, 2009, 68(3): 643-653.

参考文献:

- [1] 胡自治. 青藏高原的草业发展与生态环境. 北京: 中国藏学出版社, 2000.

- [2] 于格, 鲁春霞, 谢高地. 青藏高原草地生态系统服务功能的季节动态变化. 应用生态学报, 2007, 18(1): 47-51.
- [3] 李东明, 郭正刚, 安黎哲. 青藏高原多年冻土区不同草地生态系统恢复能力评价. 应用生态学报, 2008, 19(10): 2182-2188.
- [4] 王一博, 王根绪, 沈永平, 王彦莉. 青藏高原高寒区草地生态环境系统退化研究. 冰川冻土, 2005, 27(5): 633-640.
- [5] 林丽, 曹广民, 李以康, 张法伟, 郭小伟, 韩道瑞. 人类活动对青藏高原高寒矮嵩草草甸碳过程的影响. 生态学报, 2010, 30(15): 4012-4018.
- [6] 成升魁, 沈镭. 青藏高原人口、资源、环境与发展互动关系探讨. 自然资源学报, 2000, 15(4): 297-304.
- [7] 毛飞, 张艳红, 侯英雨, 唐世浩, 卢志光, 张佳华. 藏北那曲地区草地退化动态评价. 应用生态学报, 2008, 19(2): 278-284.
- [8] 高清竹, 段敏杰, 万运帆, 李玉娥, 郭亚奇, 江村旺扎. 藏北地区生态与环境敏感性评价. 生态学报, 2010, 30(15): 4129-4136.
- [9] 张力小. 人地作用关系中生态陷阱现象解析. 生态学报, 2006, 26(7): 2167-2173.
- [10] 鲍文. 青藏高原草地资源发展面临的问题及战略选择. 农业现代化研究, 2009, 30(1): 20-23.
- [11] 龙瑞军. 青藏高原草地生态系统之服务功能. 科技导报, 2007, 25(9): 26-28.
- [17] 鲁春霞, 谢高地, 肖玉, 于云江. 青藏高原生态系统服务功能的价值评估. 生态学报, 2004, 24(12): 2749-2756.
- [22] 刘兴元, 龙瑞军, 尚占环. 草地生态系统服务功能及其价值评估方法研究. 草业学报, 2011, 20(1): 167-174.
- [23] 张传国, 方创琳. 干旱区绿洲系统生态-生产-生活承载力相互作用的驱动机制分析. 自然资源学报, 2002, 17(2): 181-187.
- [24] 钟祥浩, 刘淑珍, 王小丹, 朱万泽, 李祥妹, 杨俐. 西藏高原国家生态安全屏障保护与建设. 山地学报, 2006, 24(2): 129-136.
- [26] 任继周. 草业科学研究方法. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [27] 西藏自治区土地管理局, 西藏自治区畜牧局. 西藏自治区草地资源. 北京: 科学出版社, 1994.
- [28] 西藏统计局. 西藏统计年鉴 2009. 北京: 中国统计出版社, 2010.
- [30] 刘兴元, 陈全功, 王永宁. 甘南草地退化对生态安全与经济发展的影响. 草业科学, 2006, 23(12): 39-41.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32, No. 24 December, 2012 (Semimonthly)
CONTENTS

A bibliometric study of biodiversity research in China LIU Aiyuan, GUO Yuqing, LI Shiyong, et al (7635)

Effects of elevated CO₂ and nitrogen deposition on leaf nutrient quality of *Fargesia rufa* Yi
..... ZHOU Xianrong, WANG Jianhua, ZHANG Hong, et al (7644)

Airborne pollen assemblages and their relationships with climate factors in the central Shaanxi Province of the Loess Plateau:
a case in Xiaheimugou, Luochuan County LÜ Suqing, LI Yuecong, XU Qinghai, et al (7654)

Spatial and temporal change in ecological assets in the Yangtze River Delta of China 1995—2007
..... XU Xibao, CHEN Shuang, YANG Guishan (7667)

Evaluation and optimization of woodland ecological patterns for Qingdao based on the agent-based model
..... FU Qiang, MAO Feng, WANG Tianqing, et al (7676)

Interactive mechanism of service function of alpine rangeland ecosystems in Qinghai-Tibetan Plateau
..... LIU Xingyuan, LONG Ruijun, SHANG Zhanhuan (7688)

Preliminary evaluation of air temperature reduction of urban green spaces in Beijing
..... ZHANG Biao, GAO Jixi, XIE Gaodi, et al (7698)

Resources metabolism analysis for the pulp and paper industry in Wuhan, China
..... SHI Xiaoqing, LI Xiaonuo, ZHAO Linjia, et al (7706)

The characteristics and influential factors of direct carbon emissions from residential energy consumption: a case study of Lijiang
City, China WANG Danyin, TANG Mingfang, REN Yin, et al (7716)

Spatial targeting of payments for ecosystem services Based on SWAT Model and cost-benefit analysis
..... SONG Xiaoyu, LIU Yuqing, DENG Xiaohong, et al (7722)

The wind tunnel test of plastic greenhouse and its surface wind pressure patterns
..... YANG Zaiqiang, ZHANG Bo, XUE Xiaoping, et al (7730)

Population quantitative characteristics and dynamics of rare and endangered plant *Davidia involucrata* in Hunan Province
..... LIU Haiyang, JIN Xiaoling, SHEN Shouyun, et al (7738)

Phenotypic diversity in populations of germplasm resources of *Rodgersia sambucifolia* and related species
..... LI Pingping, MENG Hengling, CHEN Junwen, et al (7747)

Effects of sand burial and seed size on seed germination, seedling emergence and growth of *Caragana korshinskii* Kom. (Fabaceae) ...
..... YANG Huiling, LIANG Zhenlei, ZHU Xuanwei, et al (7757)

Population-keeping mechanism of the parasitoid *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Bothrideridae) of *Massicus raddei*
(Coleoptera: Cerambycidae) in oak forest YANG Zhongqi, TANG Yanlong, JIANG Jing, et al (7764)

Study of mingling based on neighborhood spatial permutation LOU Minghua, TANG Mengping, QIU Jianxi, et al (7774)

Comparison of three regression analysis methods for application to LAI inversion using Hyperion data
..... SUN Hua, JU Hongbo, ZHANG Huaiqing, et al (7781)

Response of seed germination and seedling growth of *Pinus koraiensis* and *Quercus mongolica* to comprehensive action of warming
and precipitation ZHAO Juan, SONG Yuan, SUN Tao, et al (7791)

Impacts of water stored in sapwood *Populus bolleana* on its sap flux DANG Hongzhong, LI Wei, ZHANG Youyan, et al (7801)

Dynamics of greenhouse gases emission and its impact factors by fire disturbance from *Alnus sibirica* forested wetland in
Xiaoxing'an Mountains, Northeast China GU Han, MU Changcheng, ZHANG Bowen (7808)

Different tide status and salinity alter stoichiometry characteristics of mangrove *Kandelia candel* seedlings
..... LIU Biner, LIAO Baowen, FANG Zhanqiang (7818)

Effects of shrub encroachment in desert grassland on runoff and the induced nitrogen loss in southeast fringe of Tengger Desert
..... LI Xiaojun, GAO Yongping (7828)

Community structure and throughfall erosivity characters of artificial rainforest in Xishuangbanna
..... DENG Yun, [TANG Yanlin], CAO Min, et al (7836)

Temporal-spatial variations of net ecosystem productivity in alpine area of southwestern China
..... PANG Rui, GU Fengxue, ZHANG Yuandong, et al (7844)

- Relationships between chemical compositions of *Quercus* species seeds and climatic factors in temperate zone of NSTEC LI Dongsheng, SHI Zuomin, LIU Shirong, et al (7857)
- Effects of simulated acid rain stress on the PS II reaction center and free radical metabolism in leaves of longan LI Yongyu, PAN Tengfei, YU Dong, et al (7866)
- Assessment of organic pollution for surface soil in Shenyang suburbs CUI Jian, DU Jizhong, MA Hongwei, et al (7874)
- The impact of rainfall on soil respiration in a rain-fed maize cropland GAO Xiang, HAO Weiping, GU Fengxue, et al (7883)
- Effects of winter crops on enzyme activity and morphological characteristics of root in subsequent rice crops YU Tianyi, PANG Huancheng, REN Tianzhi, et al (7894)
- Dynamic changes of soil moisture and nitrate nitrogen in wheat and maize intercropping field under different nitrogen supply YANG Ruiju, CHAI Shouxi, MA Zhongming (7905)
- Characteristics of the bird diversity and the impact factors in Weishan Lake YANG Yuewei, LI Jiuen (7913)
- The effect of cropping landscapes on the population dynamics of the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera, Noctuidae) in the northern Xinjiang LU Zhaozhi, PAN Weilin, ZHANG Xin, et al (7925)
- The seasonal variations of nitrogen and phosphorus release and its fluxes from the sediments of the Beili Lake in the Hangzhou West Lake LIU Jingjing, DONG Chunying, SONG Yingqi, et al (7932)
- Optimization of lake model salmo based on real-coded genetic algorithm GUO Jing, CHEN Qiuwen, ZHANG Xiaoqing, et al (7940)
- The influence of climatic environmental factors and fishing pressure on changes of hairtail catches in the northern South China Sea WANG Yuezhong, SUN Dianrong, CHEN Zuozhi, et al (7948)
- Seasonal and spatial distribution of acid volatile sulfide in sediment under different mariculture types in Nansha Bay, China YAN Tingru, JIAO Haifeng, MAO Yuze, et al (7958)
- Review and Monograph**
- Research progress on the mechanism of improving plant cold hardiness XU Chengxiang (7966)
- Influences of vegetation on permafrost: a review CHANG Xiaoli, JIN Huijun, WANG Yongping, et al (7981)
- Home-field advantage of litter decomposition and its soil biological driving mechanism: a review ZHA Tonggang, ZHANG Zhiqiang, SUN Ge, et al (7991)
- Research progress on the relationship of pollutants between road-deposited sediments and its washoff ZHAO Hongtao, LI Xuyong, YIN Chengqing (8001)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的生态学专业性高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研
究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;新书评介和学术、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,300 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)

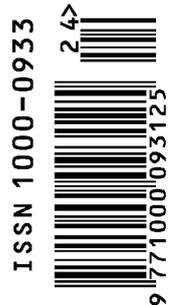
第 32 卷 第 24 期 (2012 年 12 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 24 (December, 2012)

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	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
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@espg.net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@espg.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 70.00 元