

ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第33卷 第8期 Vol.33 No.8 **2013**

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 33 卷 第 8 期 2013 年 4 月 (半月刊)

目次

城市生态系统研究专题

- 城市生态系统:演变、服务与评价——“城市生态系统研究”专题序言 王效科 (2321)
- 城市生态景观建设的指导原则和评价指标 孙然好,陈爱莲,李 芬,等 (2322)
- 城市绿色空间格局的定量化方法研究进展 陶 宇,李 锋,王如松,等 (2330)
- 城市土地利用变化对生态系统服务的影响——以淮北市为例 赵 丹,李 锋,王如松 (2343)
- 基于市政综合监管信息的城市生态系统复杂性分析 董仁才,苟亚青,刘 昕 (2350)
- 原位生物技术对城市重污染河道底泥的治理效果 柳 敏,王如松,蒋 莹,等 (2358)
- 北京城区道路沉积物污染特性 任玉芬,王效科,欧阳志云,等 (2365)
- 绿地格局对城市地表热环境的调节功能 陈爱莲,孙然好,陈利顶 (2372)
- 北京城区气传花粉季节分布特征 孟 龄,王效科,欧阳志云,等 (2381)

个体与基础生态

- 三江源区高寒草甸退化对土壤水源涵养功能的影响 徐 翠,张林波,杜加强,等 (2388)
- 土壤砷植物暴露途径的土壤因子模拟 线 郁,王美娥,陈卫平 (2400)
- 不同寄主植物对马铃薯甲虫的引诱作用 李 超,程登发,郭文超,等 (2410)
- 蒙古栎、白桦根系分解及养分动态 靳贝贝,国庆喜 (2416)
- 干旱和坡向互作对栓皮栎和侧柏生长的影响 王 林,冯锦霞,王双霞,等 (2425)
- 不同郁闭度下胸高直径对杉木冠幅特征因子的影响 符利勇,孙 华,张会儒,等 (2434)
- 驯化温度与急性变温对南方鲢幼鱼皮肤呼吸代谢的影响 鲜雪梅,曹振东,付世建 (2444)

种群、群落和生态系统

- 五鹿山国家级自然保护区物种多样性海拔格局 何艳华,闫 明,张钦弟,等 (2452)
- 玉龙雪山白水 1 号冰川退缩迹地的植被演替 常 丽,何元庆,杨太保,等 (2463)
- 五花米草海向入侵对土壤有机碳组分、来源和分布的影响 王 刚,杨文斌,王国祥,等 (2474)
- 南亚热带人工针叶纯林近自然改造早期对群落特征和土壤性质的影响 何友均,梁星云,覃 林,等 (2484)
- 入侵植物黄顶菊生长、再生能力对模拟天敌危害的响应 王楠楠,皇甫超河,李玉浸,等 (2496)
- 小兴安岭白桦次生林叶面积指数的估测 刘志理,金光泽 (2505)
- 草地植物群落最优分类数的确定——以黄河三角洲为例 袁 秀,马克明,王 德 (2514)
- 多毛类底栖动物在莱州湾生态环境评价中的应用 张 莹,李少文,吕振波,等 (2522)
- 马尾松人工林火烧迹地不同恢复阶段中小型土壤节肢动物多样性 杨大星,杨茂发,徐 进,等 (2531)

景观、区域和全球生态

- 极端干旱区大气边界层厚度时间演变及其与地表能量平衡的关系 张 杰,张 强,唐从国 (2545)

基于多源遥感数据的景观格局及预测研究..... 赵永华,贾 夏,刘建朝,等 (2556)

城市化流域生态系统服务价值时空分异特征及其对土地利用程度的响应.....

..... 胡和兵,刘红玉,郝敬锋,等 (2565)

资源与产业生态

碳汇目标下农户森林经营最优决策及碳汇供给能力——基于浙江和江西两省调查.....

..... 朱 臻,沈月琴,吴伟光,等 (2577)

基于 GIS 的缓坡烟田土壤养分空间变异研究..... 刘国顺,常 栋,叶协锋,等 (2586)

春玉米最大叶面积指数的确定方法及其应用..... 麻雪艳,周广胜 (2596)

城乡与社会生态

广州市常见行道树种叶片表面形态与滞尘能力 刘 璐,管东生,陈永勤 (2604)

研究简报

桔梗种子萌发对低温、干旱及互作胁迫的响应..... 刘自刚,沈 冰,张 雁 (2615)

基质养分对寄生植物南方菟丝子生长的影响 张 静,李钧敏,闫 明 (2623)

学术信息与动态

人类活动对森林林冠的影响——第六届国际林冠学大会述评..... 宋 亮,刘文耀 (2632)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 316 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 34 * 2013-04



封面图说: 互花米草近景——互花米草是多年生高大禾本科植物,植株健壮而挺拔,平均株高约 1.5m,最高可达 3.5m,茎秆直径可达 1cm 以上。原产于大西洋沿岸,是一种适应海滩潮间带生长的耐盐、耐淹植物。我国于 1979 年开始引入,原意主要是用于保滩护堤、促淤造陆和改良土壤等。但是,近年来,互花米草迅速扩散,在一些区域里,已经完全郁闭,形成了单优种群,严重排挤了本土物种的生长,并且还在以指数增长的速度逐年增加,对海岸湿地土著物种和迁徙鸟类造成的危害日益严重,已经列为必须严格控制的有害外来入侵物种。

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/stxb201209181314

朱臻, 沈月琴, 吴伟光, 徐秀英, 曾程. 碳汇目标下农户森林经营最优决策及碳汇供给能力——基于浙江和江西两省调查. 生态学报, 2013, 33(8): 2577-2585.

Zhu Z, Shen Y Q, Wu W G, Xu X Y, Zeng C. Household optimal forest management decision and carbon supply: case from Zhejiang and Jiangxi Provinces. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(8): 2577-2585.

碳汇目标下农户森林经营最优决策及碳汇供给能力 ——基于浙江和江西两省调查

朱 臻, 沈月琴*, 吴伟光, 徐秀英, 曾 程

(浙江农林大学经济管理学院, 临安, 311300)

摘要: 增加森林碳汇已成为应对气候变化的重要举措。基于浙江和江西两省农户调研数据, 以杉木为案例树种, 引用生长模型、修正的 Faustmann 模型碳密度和价格数据, 对单一和碳汇木材复合经营目标下的杉木最佳轮伐期和林地期望值进行比较研究, 并模拟了不同碳价格和利率水平下的变化, 同时绘制了农户的碳汇供给曲线。可以发现, 在碳汇林经营模式下, 基于目前的杉木市场价格远高于碳价格的现实, 农户的经营采伐决策并不会发生明显改变, 从而导致在大范围的碳价格变动下碳汇的供给也没有显著增加, 这也说明木材收益和碳收益的两个不同经营目标是协调的。同时, 基于碳汇经营模式下的杉木林地期望值增长迅速, 碳汇林地潜在投资价值巨大, 也意味着森林碳汇对于土地利用改变可能会产生巨大影响。

关键词: 森林碳汇; 林地期望值; 碳汇供给; 杉木

Household optimal forest management decision and carbon supply: case from Zhejiang and Jiangxi Provinces

ZHU Zhen, SHEN Yueqin*, WU Weiguang, XU Xiuying, ZENG Cheng

School of Economic and management, Zhejiang Agriculture & Forestry University, Zhejiang 311300, China

Abstract: Using forest for carbon sequestration is widely accepted as an important strategy to mitigate climate change. Using data collected from rural households' survey in Zhejiang and Jiangxi, Faustmann model was applied to investigate the optimal rotation age and forestland expectation value between traditional timber management and joint timber and carbon management for Chinese fir. Carbon supply curve was developed and sensitivity analysis was conducted with various interest rate and carbon price. It was found that the optimal rotation of Chinese fir in the joint management does not change from traditional timber management due to the fact that timber price is much higher than carbon price, suggesting that optimal decision for Chinese fir management will not change significantly and carbon sequestration supply from current Chinese fir forestland would not increase significantly within a large range change of carbon price. However, including carbon value would significantly increase the land value for forest management against alternative land uses, and will expand the forest area, which also increase the carbon storage in the expanded forestland.

Key Words: Forest carbon; Forestland expected value; Carbon sequestration supply; Chinese fir

基金项目: 国家自然科学基金(71203198); 国家自然科学基金(71073148); 国家自然科学基金(71273245); 浙江省高校人文社科重点研究基地“决策科学与创新管理”重大招标项目(RWSKZD01-2012ZB2, RWSKZD01-2012ZB); 浙江省哲学社会科学规划(12JCJJ15YB); 浙江省自然科学基金(Q12G030048)

收稿日期: 2012-09-18; 修订日期: 2013-03-01

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

当今全球气候变化问题已成为世界各国当今面临的最重大挑战之一,森林生态系统是全球碳循环重要组成部分,研究表明通过森林固碳方式来减缓碳释放不仅潜力巨大,而且具明显的成本优势^[1-3]。因此,通过林业活动增加森林碳汇(减缓碳释放)是应对气候变化的重要途径。2009年,国家主席胡锦涛在联合国气候变化峰会上提出了林业发展的“双增”宏伟目标。可见我国已将森林碳汇作为应对气候变化的重要选择,并提出了相应的行动方案与发展目标,这也是林业发展的重要战略机遇。

森林经营主体是森林碳汇的主要供给源。但是在经营主体开展碳汇造林的同时,应认识到基于森林碳汇目标的森林经营方式将发生极大地改变,此种变化体现在物质和技术等生产要素投入和产出的增加以及可能的轮伐期延长^[4]。基于资金时间价值和碳价格变化的因素影响,在追求收益最大化目标下,森林经营主体所面对的最佳经营决策可能会发生相应改变。

南方集体林产权改革以后,林农成为了主要森林经营主体。因此模拟碳市场价格变动,比较农户在碳汇和单一木材经营目标之间最佳经营决策变化,一方面对于帮助信息不对称、资源禀赋稀缺的森林经营主体在林业应对气候变化重要机遇背景下选择森林经营最优决策方案具有重要的研究价值和实践意义,另一方面对于推动集体林区的碳汇林业发展,实现中国减排目标具有重要现实意义。

在社会经济领域层面碳汇研究主要集中在森林碳汇市场和政策工具制定上^[5-14],对于森林碳汇供给则主要集中于自然科学领域。主要包括:(1)碳汇经营决策方面,有学者利用 DOM 碳库方法了解立木中碳储量^[15]。有学者利用线性规划方法探讨多目标经营下木材和碳汇供给收益的最大化问题^[16-17]。而在社会经济领域中,Nhung^[18]运用 Hartman 模型分析不同树种的最佳轮伐期、碳供给及所带来的影响。(2)碳汇成本要素研究。包括单纯重点将碳吸收水平相联系的平均成本进行估计^[19],以及运用“成本模型”开展碳汇边际成本分析^[20]。(3)碳汇储量研究。国内学者在自然科学领域研究了不同树种的碳生物量与碳储量的换算方程和系数,并对国家和省级层面的碳储量进行了大量的测算^[21-26]。周国模和姜培坤^[27]研究毛竹林的碳储量。支玲^[28]采用换算因子连续函数法对三北防护林的碳汇价值量进行了评价。(4)碳汇供给影响因素研究。不同国外学者分析了木材和土地价格、碳税收和补贴政策对最佳轮伐期和碳汇供给的影响^[29-30]。从另一个角度,Xu^[31]探讨了碳汇和土地利用变化对农户生计的社会经济影响。国内学者对森林碳汇的供给影响因素探讨研究刚起步,主要倾向于自然科学领域,探讨了土地利用对二氧化碳排放、生态系统碳储量、森林碳汇等方面的影响^[32-33]。部分国内学者已开始探讨森林碳汇经营所带来的森林经营和社会经济影响^[34-35],但仅限于理论或个别案例探讨。研究相关文献可以发现,国内对碳市场背景下林地期望价值变化和森林碳汇供给潜力方面的系统研究缺乏,更缺少基于农户微观经营主体的实证研究。

本文将以浙江省和江西省杉木为对象,运用农户调查数据,以林种生长模型以及实地调查等数据为基础,利用改进的 Faustmann 模型模拟不同碳价格下农户经营杉木所属林地期望价值和最佳轮伐期的变化,从而分析不同碳价格水平下最优林种经营决策方案。以此为基础获得树种碳汇供给曲线和区域水平的供给潜力和前景,既可以有效弥补国内研究的相对空白,也为政府促进森林经营主体开展森林碳汇供给提供决策依据。

1 案例点和模型设计

1.1 案例点

项目组在浙江、江西两省根据典型抽样原则选择当地重点林区县(市)作为案例点^①,在浙江省 5 个案例县(市)遵循随机抽样原则每个县市选择 20 户农户进行调查;在江西省 3 个案例县(市)遵循随机抽样原则每个县市选择 40 户农户进行调查,两省样本总数为 220 户,剔除信息缺失的农户数,有效样本为 203 户,具体样本分布见表 1。

① 浙江省五个案例县市平均森林覆盖率在 73% 左右,其中龙泉县森林覆盖率最高达到 84%,龙泉和开化都为浙江省重点用材林基地,且 5 个案例点都被列为 2010 年开始的中央森林抚育试点地区;江西省 3 个案例点平均森林覆盖率在 74% 左右,其中婺源县最高达到了 82.5%;也都是江西省的重点林区和用材林基地;所以选择这些案例点具备典型性

表 1 有效样本分布情况
Table 1 Distribution of valid samples

样本 Numbers	浙江					江西			总计 Total
	临安	龙泉	建德	开化	鄞州	婺源	浮梁	贵溪	
农户样本数 Numbers of households samples	20	20	20	20	20	40	40	40	220
农户有效样本数 Numbers of households valid samples	18	13	23	18	11	40	40	40	203

数据来源:农户调查

1.2 数据

调查基于裸地纯杉木林造林假设,内容主要涉及农户的基本特征、家庭经营地块情况以及不同立地条件地块的完整生产周期中的营林成本、采运成本和木材销售收入等。通过调查发现,农户经营成本主要包括三部分构成:(1)种植成本。主要包括种苗、人工种植、化肥成本。一般在第 1 年种植后,农户会在第 2、3、4 年进行补植,保证造林存活度和种植规模;(2)抚育成本。农户主要在第 2、3 和 4 年进行人工抚育,会发生人工抚育以及化肥成本;(3)采运成本。包括采伐、运输成本和采伐税收。据调查,2011 年浙江省木材的市场价格为胸径 6cm 以下 300 元/m³;6—8cm 之间为 800 元/m³;8—12cm 之间为 850 元/m³;12—16cm 之间为 900 元/m³;16—20cm 之间为 1000 元/m³;20 cm 以上为 1 200 元/m³;江西省木材市场价格为胸径 6cm 以下 700 元/m³;6—10cm 之间为 850 元/m³;10—16cm 之间为 900 元/m³;16—20cm 之间为 1000 元/m³;20 cm 以上为 1 200 元/m³。不同立地条件下农户杉木平均经营成本和销售收入见表 2。

表 2 不同立地条件农户营林和采运平均成本(元/公顷;元/m³)

Table 2 Fir management, logging and transportation cost for farmers in different condition of sites

立地条件 Site conditions	种植成本 Planting cost /(元/hm ²)		第 2 年成本 Second year cost /(元/hm ²)		第 3 年成本 Third year cost /(元/hm ²)		第 4 年成本 Fourth year cost /(元/hm ²)		采运成本总计 Total cost of logging /(元/m ³)	
	浙江	江西	浙江	江西	浙江	江西	浙江	江西	浙江	江西
高 High	10874	12665	5597	5777	4444	4631	3927	4266	321.5	495.6
中 Medium	12628	12310	5130	5623	4550	4702	3833	4067	561.2	305.6
低 Low	10389	18320	4870	4027	3181	2992	3181	2992	201.1	227.3

数据来源:农户调查

1.3 模型设计

1.3.1 采用的杉木生长模型

国内学者开展了大量的杉木生长模型和经济成熟龄的研究,但时间相对较早。如周国模^[36],吴载璋^[37]和陈则生^[38]的研究。为了测算杉木不同生长年份的蓄积量,采用陈则生设计的生长模型:

$$M = b_1 SI^{b_2} [1 - \exp(-kt)]^c \tag{1}$$

式中, M 表示为杉木蓄积量, SI 表示为立地指数, t 为林分年龄。 $b_1=4.535\ 47$, $b_2=1.609\ 31$, $c=3.720\ 004$, $k=0.096\ 004$,立地指数按照立地条件好、中、差分别设定为 $SI=16$; $SI=12$; $SI=8$ 。

杉木的平均胸径和树高模型:

$$\bar{D} = 1.77871 SI^{1.38791} [1 - \exp(-0.011672t)]^{0.80127} \tag{2}$$

$$\bar{H} = 14.8032 SI^{0.42132} [1 - \exp(-0.00942t)]^{0.76261} \tag{3}$$

鉴于缺少碳汇林生长模型的研究,考虑在现有的经营水平下的复合经营最佳决策问题,并与单一目标进行比较,因此在复合经营目标下仍然采用单一目标下生长模型。

1.3.2 不同目标经营情境下的林地期望价值模型

本研究主要是基于裸地造林的假设。采用林地期望价法来预测复合经营目标下杉木的最佳轮伐期和林

地期望值,并与单一经营目标相比较。可以发现,在单一目标和复合目标两种情景下森林经营的收益是不同的。传统的森林经营收益仅只有木材收益,可以表示为 4 式;而复合经营目标的森林经营收益既包括了传统的木材收益,同时也包括了碳收益,可以表示为 5 式:

$$R_{FC} = P_{FC} \sum_{t=0}^t V_t (1+r)^t \quad (\text{即碳价格为 0 时的收益}) \quad (4)$$

$$R_{FC,CO_2} = P_{CO_2} \sum_{t=0}^t \Delta CO_2 (1+r)^t + P_{FC} \sum_{t=0}^t V_t (1+r)^t \quad (5)$$

式中, R_{FC,CO_2} 代表复合经营目标的树种收益, P_{CO_2} 代表碳价格, ΔCO_2 代表轮伐期中碳的净储量; r 表示利率,在这里使用利率 5% 水平, t 表示轮伐期, P_{FC} 表示木材价格; V_t 表示 t 轮伐期内的蓄积量; R_{FC} 表示单一经营目标的树种收益。考虑到不同目标下林地经营的成本也有差异,基于 Faustmann 模型,则两类目标的林地期望价值可以分别表示为:

$$\text{单一经营目标下} \quad LEV_{FC} = \frac{R_{FC} - K_{FC}}{[(1+r)^t - 1]} \quad (6)$$

式中, $K_{FC} = \sum_{t=0}^t m_t'' (1+r)^t$, K_{FC} 为单一经营目标下发生的总成本, m_t'' 为单一经营目标下发生的营林、采运中发生的各类成本。

$$\text{而复合经营目标下} \quad LEV_{FC,CO_2} = \frac{R_{FC,CO_2} - K_{FC,CO_2} - K_a}{[(1+r)^t - 1]} \quad (6)$$

式中, $K_{FC,CO_2} = \sum_{t=0}^t m_t' (1+r)^t$, 为复合经营目标下的总成本, m_t' 为复合经营目标下发生的营林、采运中发生的各类成本, K_a 为木制品报废结束后的重新排放到大气中的碳泄漏成本。笔者假设复合经营目标与单一目标的经营强度类似, K_{FC,CO_2} 仍采用单一目标下的营林成本数据,即 K_{FC,CO_2} 与 K_{FC} 相等。

1.3.3 碳密度的衡量和碳排放相关假设

采用朱向辉^[39]的研究成果,测定了杉木各器官的含碳量,各器官烘干质量含碳率 P_i 分别为,干 52.34%,根 47.22%,枝 49.95%,叶 51.28%。立木平均单株碳质量 $C_i = \sum W_i P_i$,其中 W_i 为烘干的各器官生物量, P_i 为各器官的含碳率。其中烘干的各器官的生物量模型分别为下式:

$$W_1 = 3.4166 \times 10^{-2} \bar{D}^{1.7202} \bar{H}^{1.1057} \quad W_2 = 4.3570 \times 10^{-2} (\bar{D}^2 \bar{H})^{0.7172} \quad (7)$$

$$W_3 = 1.3987 \times 10^{-2} \bar{D}^{2.3555} \bar{H}^{-0.2717} \quad W_4 = 0.9780 + \bar{D}^2 \quad (8)$$

式中, W_1 、 W_2 、 W_3 和 W_4 分别为干、根、枝和叶的烘干生物量, $\bar{D}$ 、 $\bar{H}$ 分别为平均胸径和树高(公式 2 和 3)。计算得到立木平均单株碳质量 C_i 后,根据样本不同立地条件下的造林密度^②,计算所得杉木样本地的碳密度(kg/hm^2)。根据农户调查中不同立地条件的单位面积蓄积量^③,换算得到杉木每 m^3 的碳密度。本研究采用的碳价格为 11 美元/ t ^[40]。在计算碳汇林经营中的固碳量时除了应计算净碳含量外,还需要注意两个问题:应考虑杉木采伐后经加工成产品后,其生命周期结束后存在的碳释放。笔者假设杉木制品的生命周期为 30 年;另一方面,木材在采伐、加工成产品时必然存在损失消耗,笔者假设木材利用率为 95%。

2 基于碳汇目标的不同立地条件农户最佳采伐决策比较

林业经营者所面对的最佳经营决策最关键的是要考虑最佳轮伐期问题。以杉木为例,单一和复合经营目

② 根据调查数据反映,浙江省案例点立地条件好、中、差的地块平均单位造林株数分别为 2971、2671、1912 株/ hm^2 ;江西省案例点立地条件好、中、差的地块平均单位造林株数分别为 2758、3176、2650 株/ hm^2 ;调查中发现,江西省农户对于中等地的投入成本最高,经营强度最大,这与预期有一定差距

③ 根据调查,浙江省案例点立地条件好、中、差的地块平均单位面积蓄积量分别为 88.21、70.83、50 m^3/hm^2 ;江西省案例点立地条件好、中、差的地块平均单位面积蓄积量分别为 82.2、46.7、108.75 m^3/hm^2

标的区别可能导致最佳轮伐期会发生变化;另一方面碳价格的波动也会影响到最佳轮伐期乃至碳储量的供给,因此有必要进行深入分析。

2.1 不同立地条件下的农户最优采伐和林地期望值比较

基于裸地造林的假设,利用上述改进的 Faustmann 模型,笔者分别计算了单一目标和复合经营目标下的林地期望价值和最优轮伐期。从表 3 中可以发现,林地期望值随着立地条件改善而提高。无论立地条件如何,案例地区在复合经营目标下的林地期望值都比单一目标下的要大,但是在原来的经营强度下,增加碳汇的经营目标并没有延长最佳轮伐期,即林业经营者在复合经营目标下并不会改变原来的采伐决策。这主要原因是目前木材市场价格远远高于碳的市场价格,导致杉木经营者所面对的改变最佳轮伐期的机会成本很小,所以两类目标下最佳轮伐期保持不变。而所计算得到的林地期望价高于陈则生^[38],Stainback^[4]的相关研究,主要原因有多方面:①本研究所采用的现有木材市场价格远大于之前学者所采用的价格,如 Stainback^[4]所采用的市场价格仅为 10.24—28.96 美元/m³之间,而陈则生采用的木材价格为 410—530 元/m³;②近年来由于各种税费的减少使得营林成本大大减少。

表 3 不同立地条件和经营目标下农户最优采伐和林地期望值比较

Table 3 The comparison of optimal logging and land espection value forfarmers' between different conditions of sites and objectives

立地条件 Site conditions	复合目标 Multiple objects/(元·hm ⁻² ·a ⁻¹)				单一目标 Single object/(元·hm ⁻² ·a ⁻¹)			
	浙江		江西		浙江		江西	
	林地期望值 /(元/hm ²)	最佳 采伐期/a	林地期望值 /(元/hm ²)	最佳 采伐期/a	林地期望值 /(元/hm ²)	最佳 采伐期/a	林地期望值 /(元/hm ²)	最佳 采伐期/a
好 High	122281.2	25	118811.2	25	113920.3	25	110479.9	25
中 Medium	77158.4	22	79346.32	22	72192.37	22	70383.74	22
差 Low	15576.92	24	2429.232	20	13596.42	24	1245.744	20

数据来源:农户调查;林地期望值:Forestland espection value;最佳采伐期:Optimal rotation

2.2 碳价格变化对于杉木最佳轮伐期和林地期望值的影响

为了解碳价格变化对杉木最佳轮伐期及林地期望值所产生的影响,设置碳价格在 0—700 元/t 的变动区间(其中 68.2 元/t 为本研究采用碳价格根据汇率的换算),中碳价格为 0 元/t 也就意味着单一经营目标,利用改进的 Faustmann 模型进行了计算最佳轮伐期和林地期望值。发现无论在优等、中等地还是劣等地上,碳价格在较长的变动范围内并没有对浙江和江西省农户杉木的最佳轮伐期产生明显影响(只是在劣等地上,江西省在碳价格上升到 300 元/t 情况下,最优轮伐期有 1a 的延后)。可以说,在目前木材市场价格处于高位的水平下,碳价格变动对于杉木最佳轮伐期并不敏感,即对农户杉木经营决策没有明显影响。从林地期望值来看,随着碳价格提高,而从林地期望价值来看,碳价格水平越高,不同轮伐期的林地期望值变化范围越大。同时,基于利率 5% 水平下,最佳轮伐期下的林地期望值也呈增长趋势,平均每提高一个价位,林地期望值增加 13.49%,尤其是江西省劣等地,碳价格在高位情况下 700 元/t 林地期望值为 13563 元/hm²,相对于现价 5.5 倍。可以认为,碳价格的提高对于农户投资杉木经营有显著效益的增加,尤其是对劣等地投资效益提升更加明显(表 4)。

表 4 碳价格变动下不同立地条件的最优轮伐期变化

Table 4 The optimal Rotation change for different condition of sites in carbon price change

案例点 Case point	立地条件 Site conditions	碳价格 Carbon price/(元/t)								
		0	68.2	100	200	300	400	500	600	700
浙江	差	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	中	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	好	25	25	25	25	25	25	25	25	25
江西	差	20	20	20	20	21	21	21	21	21
	中	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	好	25	25	25	25	25	25	25	25	25

数据来源:农户调查

2.3 利率变化对于杉木最佳轮伐期和林地期望值的敏感度分析

同时,模拟不同的利率水平(3%—7%),对浙江和江西省不同立地条件下的杉木经营最佳轮伐期和林地期望值进行了敏感度分析。在利率提高到6%以上,优等地的杉木经营最优轮伐期出现明显提前,这是因为利率提高造成杉木经营资本的机会成本增加造成的;案例省的中等地则都随着利率变化最佳轮伐期没有明显变化;江西省劣等地的杉木经营随着利率提高,最佳轮伐期逐渐提前(表5)。从林地期望值来看,无论何种立地条件,在采用的碳价格下,随着利率降低(7%到3%),林地期望值平均增加近13倍,即利率变动会对林地期望值产生巨大影响。在利率7%水平下,案例点的劣等地在单一经营目标下林地期望值都为负,证明已不适合投资杉木经营。而在现有碳价格水平下,案例点开展碳目标经营的林地期望值仍然很小(浙江省为859元/hm²),仍然不适合开展碳汇目标下的杉木经营,即利率的提高对于农户碳汇目标下的营林是不利的。

表 5 不同利率下最佳采伐期的变化/a
Table 5 The optimal rotation change in different interest ratio

利率 Interest ratio	立地条件 Site condition					
	好 High		中 Medium		差 Low	
	浙江	江西	浙江	江西	浙江	江西
$i=0.03$	25	25	22	22	24	22
$i=0.04$	25	25	22	22	24	21
$i=0.05$	25	25	22	22	24	20
$i=0.06$	18	18	22	22	24	20
$i=0.07$	18	18	22	22	24	19

数据来源:农户调查

3 杉木的碳汇供给能力分析

3.1 不同立地条件下的杉木碳汇供给曲线分析

基于5%的利率水平,笔者计算了在不同碳价格下最佳轮伐期下的单位面积碳汇供给,并绘出了碳供给曲线(图1)。随着立地条件等级的提高,浙江省最佳轮伐期下的单位面积碳汇供给量呈上升趋势(浙江省由166t/hm²增加到510t/hm²);江西省由于农户在中等地上投入成本较大,种植密度最高,因此中等地的单位面积碳汇供给能力最高(为381t/hm²),劣等地的单位面积碳汇供给最低。同时,不同立地条件下碳汇供给量没有因为碳价提高而有显著增加,基本维持在同一水平。这主要是由于现有杉木材价格远高于碳价格,造成不同立地条件下碳价格变动对于最佳轮伐期没有发生显著影响。农户并不会因为碳价格提高,明显改变原有的最佳采伐经营决策,农户的森林碳汇供给能力对于碳价格并不敏感。

3.2 不同利率水平对杉木碳汇供给能力的影响

结合不同利率水平对杉木碳汇供给能力的影响进行敏感度分析(表6)。可以发现,随着利率的提高,不同立地条件下碳汇供给呈现不同发展趋势。浙江省和江西优等地和劣等地的碳汇供给随着最优轮伐期缩短碳供给呈下降趋势;而两省的中等地碳汇供给由于最优轮伐期没有发生改变,所以碳汇供给保持稳定。利率水平和碳汇供给之间的关系与预期相同,即随着利率的提高,森林经营机会成本明显增加,导致轮伐期缩短,即碳汇供给会呈下降趋势。

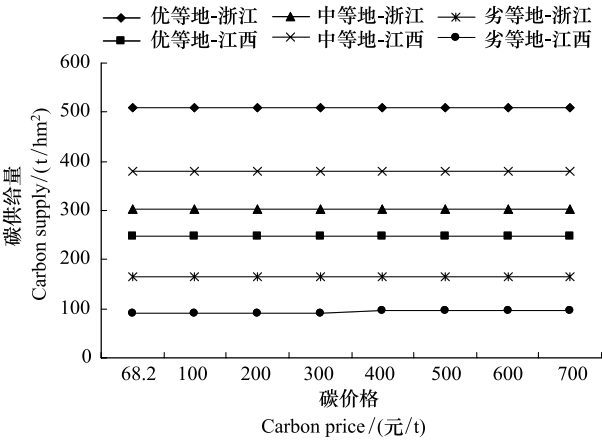


图 1 不同立地条件单位面积碳汇供给曲线比较

Fig. 1 The compare of carbon sequestration supply curve between different land level

表 6 不同利率下单位面积碳汇供给能力的变化(t/hm^2)

Table 6 The carbon Sequestration supply change in different interest ratio

利率 Interest ratio	立地条件 Site condition					
	好 High		中 Medium		差 Low	
	浙江	江西	浙江	江西	浙江	江西
$i=0.03$	510	249	303	381	166	100
$i=0.04$	510	249	303	381	166	96
$i=0.05$	510	249	303	381	166	91
$i=0.06$	328	183	303	381	166	91
$i=0.07$	328	183	303	381	166	87

数据来源:农户调查

4 结论和讨论

从本文的案例研究可以发现:(1)基于目前的杉木市场价格远高于碳价格的现实,在现有的经营模式下,农户基于复合经营目标的最佳采伐决策将不会改变,杉木的最佳轮伐期没有明显延长,从而导致在大范围的碳价格变动下碳的供给也没有显著增加。这一方面说明碳汇林必须改变原来的经营方式才能促进碳供给的增加,另一方面也说明木材收益和碳收益的两个不同经营目标是兼容的,林业经营者不用延长轮伐期以获取更多的碳收益,这对于农户从事碳汇林经营是一个积极的信号;(2)在目前市场利率处于低位徘徊的前提下,基于碳汇经营模式下的杉木林地期望值增长迅速,即碳汇林地的潜在投资价值巨大,尤其对劣等土地的投资效果明显。这势必推动部分立地条件较差的农地转化为林地碳汇造林,即森林碳汇会对土地利用变化产生深远影响。政府可以给予当地农民造林补贴,推动闲置农地开展碳汇造林项目。(3)根据调查反映,大部分农户对于“森林碳汇”和“碳汇经营”缺乏认知,仅有 32 户农户(占有效样本的 15.6%)通过电视、报纸等媒体听说过“森林碳汇”这一概念;在假设有森林碳汇交易市场情况下仍有 76 户农户(占有效样本 37.07%)不愿意开展森林碳汇,主要原因是对交易方式、碳汇经营操作规程不了解;在对农户进行大量碳汇知识的普及后,针对碳汇林经营实践会改变原有的经营方式,有 41 户农户(占有效样本的 20.2%)仍然表示不愿意,主要原因是碳汇林经营会带来投入成本的提高,而家庭的资金和劳动力明显不足。因此如果政府要开展碳汇林经营和交易,联合高校和科研院所普及和宣传森林碳汇相关知识,开展碳汇林经营技术培训,提高农户对于碳汇林的认知;另一方面,可以积极鼓励开展碳汇林经营试点,通过造林和抚育补贴、提供生产资料等形式降低农户经营成本,建立针对农户的碳汇交易中介,提升农户参与森林碳汇交易的意愿。需要改进之处的是:(1)由于目前碳汇林实践模式缺乏,本研究采用杉木生长模型仍然基于传统经营模式下的,在碳汇林经营模式下需要对其进行修正;(2)本文的研究基于裸地造林假设,今后需要深化对现有林的碳供给研究,也需要考虑不同营林措施如间伐等的影响。(3)本研究仍然考虑的是单位面积碳供给状况,可以结合浙江省杉木面积和今后土地利用变化趋势,继而获得区域水平的杉木碳汇供给潜力。

References:

- [1] Van Kooten G C, Binkley C S, Delcourt G. Effect of carbon taxes and subsidies on optimal forest rotation age and supply of carbon services. *American Journal of Agricultural Economics*, 1995, 77(2): 365-374.
- [2] Murray B C. Carbon values, reforestation, and 'perverse' incentives under the Kyoto protocol: an empirical analysis. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 2000, 5(3): 271-295.
- [3] Benítez P, McCallum I, Obersteiner M, Yamagata Y, Nilsson S. Global supply for carbon sequestration: identifying least-cost afforestation sites under country risk considerations. Laxenburg, Austria, IIASA IR-04-022, 2004: 25-30.
- [4] Stainback G A, Alavalapati J R R. Economic analysis of slash pine forest carbon sequestration in the southern U. S. *Journal of Forest Economics*, 2002, 8(2): 105-117.
- [5] Moura-Costa P, Wilson C. An Equivalence factor between CO₂ avoided emissions and sequestration-description and applications in forestry. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 2000, 5(1): 51-60.
- [6] Dutschke M, Schlamadinger B, Wong J L P, Rumberg M. Value and Risks of Expiring Carbon Credits from CDM Afforestation and Reforestation.

- HWWA Discussion Paper, 2004: 20-25.
- [7] Sedjo R A. Forest: A tool to moderate global warming. *Environment*, 1989, 31(1): 14-20.
- [8] Graeme G, Kumareswaran D. Carbon subsidies, taxes and optimal forest management. *Environmental and Resource Economics*, 2009, 43(2): 275-293.
- [9] Hoen H F, Solberg B. Potential and economic efficiency of carbon sequestration in forest biomass through silvicultural management. *Forest Science*, 1994, 40(3): 429-451.
- [10] Richards K R, Edmonds J, Rosenthal D H, Wise M. The Carbon Dioxide Emissions Game: Playing the Net. Paper Presented at Western Economic Association 59th Annual Conference, Lake Tahoe, 1993: 50-60.
- [11] Lin D R, Li Z Y, Zhi L. The Evolvement and prospect of forest carbon sinks market. *World Forestry Research*, 2005, 18(1): 1-5.
- [12] Feng L M, Liu W P, Xiao Y Z. A study on the carbon emissions trading based on forest resources management. *Issues of Forestry Economics*, 2009, 29(1): 15-19.
- [13] He Y, Zhang X Q, Liu Y X. Present status and potentiality of forest carbon trade market in China. *Scientia Silvae Sinicae*, 2007, 43(7): 106-111.
- [14] Kong F B. The development of forestry towards the problem of global climate change and China's policy machine-processed orientation. *Issues in Agricultural Economy*, 2010, (7): 105-109.
- [15] Kaipainen T, Liski J, Pussinen A. Managing carbon sinks by changing rotation length in European forests. *Environmental Science and Policy*, 2004, 7(3): 205-219.
- [16] Spring D, Kennedy J, Mac Nally R. Optimal management of a flammable forest providing timber and carbon sequestration benefits: an Australian case study. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 2005, 49(3): 303-320.
- [17] Yoshimoto A, Marušák R. Evaluation of carbon sequestration and thinning regimes within the optimization framework for forest stand management. *European Journal of Forest Research*, 2007, 126(2): 315-329.
- [18] Nhung N T H. Forest Management for Carbon Sequestration: A Case Study of Eucalyptus Urophylla and Acacia Mangium in Yen Bai province, Vietnam, Final Report. Singapore: EEPSEA, 2009.
- [19] Sedjo R A, Solomon A M. Climate and forests // Rosenberg N J, Easterling W E, Crosson P R, Darmstadter J, eds. *Greenhouse Warming: Abatement and Adaptation*, RFF Proceedings. Washington: Resources for the Future, 1989: 30-35.
- [20] Moulton R, Richards K R. Costs of sequestering carbon through tree planting and forest management in the United States. U. S. Department of Agriculture Forest Service General Technical Report, WO-58, 1990: 58-62.
- [21] Fang J Y, Liu G H, Xu S L. Biomass and net production of forest vegetation in China. *Acta Ecologica Sinica*, 1996, 16(5): 497-508.
- [22] Fang J Y, Chen A P, Peng C H, Zhao S Q, Ci L J. Changes in forest biomass carbon storage in China between 1949 and 1998. *Science*, 2001, 292(5525): 2320-2322.
- [23] Wang S Q, Zhou C H, Liu J Y, Li K R, Yang X M. Simulation analyses of terrestrial carbon cycle balance model in northeast China. *Acta Geographica Sinica*, 2001, 56(4): 391-400.
- [24] Wang X K, Feng Z W. The potential to sequester atmospheric carbon through forest ecosystems in China. *Chinese Journal of Ecology*, 2000, 19(4): 72-74.
- [25] Xu X L, Cao M K, Li K R. Temporal-spatial dynamics of carbon storage of forest vegetation in China. *Progress in Geography*, 2007, 26(6): 1-10.
- [26] Liu G H, Fu B J, Fang J Y. Carbon dynamics of Chinese forests and its contribution to global carbon balance. *Acta Ecologica Sinica*, 2000, 20(5): 733-740.
- [27] Zhou G M, Jiang P K. Density, storage and spatial distribution of carbon in phyllostachy pubescens forest. *Scientia Silvae Sinicae*, 2004, 40(6): 20-24.
- [28] Zhi L, Xu W Q, Hong J Y, Liu Y, Li P Y. Evaluation of forest carbon-sink-A case study on artificial plantation of the three-north shelterbelt forest system program in China. *Forestry Economics*, 2008, (3): 41-44.
- [29] Guitart B A, Rodriguez L C E. Private valuation of carbon sequestration in forest plantations. *Ecological Economics*, 2010, 69(3): 451-458.
- [30] Newell R G, Stavins R N. Climate change and forest sinks: factors affecting the costs of carbon sequestration. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2000, 40(3): 211-235.
- [31] Xu W, Yin Y, Zhou S. Social and economic impacts of carbon sequestration and land use change on peasant households in rural China: a case study of Liping, Guizhou Province. *Journal of Environmental Management*, 2007, 85(3): 736-745.
- [32] Ge Q S, Dai J H, He F N, Pan Y, Wang M M. The study of change and carbon cycle of land use and land cover over the past 300 years. *Science in China (Series D: Earth Sciences)*, 2008, 38(2): 197-210.

- [33] Li Y, Huang X J, Zhen F. Effects of land use patterns on carbon emission in Jiangsu Province. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2008, 24(9): 102-107.
- [34] Jian G Y, Feng L M, Liu W P. Analysis of forest optimal rotation which base on the value of carbon sequestration. Issues of Forestry Economics, 2011, 31(1): 70-75.
- [35] Zhu Z, Shen Y Q, Zhang Y Q, Shi W, Wang F. Change of forestland expected value and carbon supply in the objective of carbon sequestration-based on the Chinese fir plantation in bared land. Scientia Silvae Sinicae, 2012, 48(11): 112-116.
- [36] Zhou G M, Guo R J, Wei X L, Wang X J. Growth model and cutting age of Chinese fir planted forest in Zhejiang Province. Journal of Zhejiang Forestry College, 2001, 8(3): 219-222.
- [37] Wu Z Z, Wu X L. Studies of the growth model of cunninghamia lanceolata plantation in Fujian. Journal of Fujian Forestry Science and Technology, 2004, 31(4): 11-14.
- [38] Chen Z S. The Research on Age at economic maturity of Chinese fir plantations. Issues of Forestry Economics, 2010, 30(1): 22-26.
- [39] Zhu X H, Wang C J, Wang R D, Weng Y F, Ma F J, Guo L, Fang H Y, Zhu T J. Study on the methodology for monitoring Chinese fir carbon sink of CDM-afforestation and reforestation(AR) project. Journal of Zhejiang Forestry College, 2008, 25(3): 336-341.
- [40] Li F, Liu G Y, Wang L G. Analysis for carbon potential and evaluation of value for forest carbon sink in Heilongjiang province. Protection Forest Science and Technology, 2011, (1): 87-88.

参考文献:

- [11] 林德荣, 李智勇, 支玲. 森林碳汇市场的演进及展望. 世界林业研究, 2005, 18(1): 1-5.
- [12] 冯亮明, 刘伟平, 肖友智. 基于森林资源保护的碳排放权交易问题的研究. 林业经济问题, 2009, 29(1): 15-19.
- [13] 何英, 张小全, 刘云仙. 中国森林碳汇交易市场现状与潜力. 林业科学, 2007, 43(7): 106-111.
- [14] 孔凡斌. 林业应对全球气候变化问题研究进展及我国政策机制研究方向. 农业经济问题, 2010, (7): 105-109.
- [21] 方精云, 刘国华, 徐嵩龄. 我国森林植被的生物量和净生产量. 生态学报, 1996, 16(5): 497-508.
- [23] 王绍强, 周成虎, 刘纪远, 李克让, 杨晓梅. 东北地区陆地碳循环平衡模拟分析. 地理学报, 2001, 56(4): 391-400.
- [24] 王效科, 冯宗炜. 中国森林生态系统中植物固定大气碳的潜力. 生态学杂志, 2000, 19(4): 72-74.
- [25] 徐新良, 曹明奎, 李克让. 中国森林生态系统植被碳储量时空动态变化研究. 地理科学进展, 2007, 26(6): 1-10.
- [26] 刘国华, 傅伯杰, 方精云. 中国森林碳动态及其对全球碳平衡的贡献. 生态学报, 2000, 20(5): 733-740.
- [27] 周国模, 姜培坤. 毛竹林的碳密度和碳贮量及其空间分布. 林业科学, 2004, 40(6): 20-24.
- [28] 支玲, 许文强, 洪家宜, 刘燕, 李平云. 森林碳汇价值评价——三北防护林体系工程人工林案例. 林业经济, 2008, (3): 41-44.
- [32] 葛全胜, 戴君虎, 何凡能, 潘娜, 王梦麦. 过去 300 年中国土地利用、土地覆被变化与碳循环研究. 中国科学 D 辑: 地球科学, 2008, 38(2): 197-210.
- [33] 李颖, 黄贤金, 甄峰. 江苏省区域不同土地利用方式的碳排放效应分析. 农业工程学报, 2008, 24(9): 102-107.
- [34] 简盖元, 冯亮明, 刘伟平. 基于碳汇价值的森林最优轮伐期分析. 林业经济问题, 2011, 31(1): 70-75.
- [35] 朱臻, 沈月琴, 张耀启, 石文, 王枫. 碳汇经营目标下的林地期望价值变化及碳供给——基于杉木裸地造林假设研究. 林业科学, 2012, 48(11): 112-116.
- [36] 周国模, 郭仁鉴, 韦新良, 王雪军. 浙江省杉木人工林生长模型及主伐年龄的确定. 浙江林学院学报, 2001, 8(3): 219-222.
- [37] 吴载璋, 吴锡麟. 福建杉木人工林生长模型的研究. 福建林业科技, 2004, 31(4): 11-14.
- [38] 陈则生. 杉木人工林经济成熟龄的研究. 林业经济问题, 2010, 30(1): 22-26.
- [39] 朱向辉, 汪传佳, 王仁东, 翁永发, 马飞杰, 过路, 方怀远, 朱汤军. CDM-ARP 杉木林碳汇监测方法学研究. 浙江林学院学报, 2008, 25(3): 336-341.
- [40] 李峰, 刘桂英, 王力刚. 黑龙江省森林碳汇价值评价及碳汇潜力分析. 防护林科技, 2011, (1): 87-88.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 8 April, 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Special Topics in Urban Ecosystems

- Guidelines and evaluation indicators of urban ecological landscape construction SUN Ranhao, CHEN Ailian, LI Fen, et al (2322)
- Research progress in the quantitative methods of urban green space patterns TAO Yu, LI Feng, WANG Rusong, et al (2330)
- Effects of land use change on ecosystem service value: a case study in Huaibei City, China ZHAO Dan, LI Feng, WANG Rusong (2343)
- Urban ecosystem complexity: an analysis based on urban municipal supervision and management information system DONG Rencai, GOU Yaqing, LIU Xin (2350)
- A case study of the effects of *in-situ* bioremediation on the release of pollutants from contaminated sediments in a typical, polluted urban river LIU Min, WANG Rusong, JIANG Ying, et al (2358)
- The pollution characteristics of Beijing urban road sediments REN Yufen, WANG Xiaoke, OUYANG Zhiyun, et al (2365)
- Effects of urban green pattern on urban surface thermal environment CHEN Ailian, SUN Ranhao, CHEN Liding (2372)
- Seasonal dynamics of airborne pollen in Beijing Urban Area MENG Ling, WANG Xiaoke, OUYANG Zhiyun, et al (2381)

Autecology & Fundamentals

- Impact of alpine meadow degradation on soil water conservation in the source region of three rivers XU Cui, ZHANG Linbo, DU Jiaqiang, et al (2388)
- Predicting the plant exposure to soil arsenic under varying soil factors XIAN Yu, WANG Meie, CHEN Weiping (2400)
- Attraction effect of different host-plant to Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* LI Chao, CHENG Dengfa, GUO Wenchao, et al (2410)
- Root decomposition and nutrient dynamics of *Quercus mongolica* and *Betula Platyphylla* JIN Beibei, GUO Qingxi (2416)
- The interaction of drought and slope aspect on growth of *Quercus variabilis* and *Platycladus orientalis* WANG Lin, FENG Jinxia, WANG Shuangxia, et al (2425)
- Effects of diameter at breast height on crown characteristics of Chinese Fir under different canopy density conditions FU Liyong, SUN Hua, ZHANG Huiru, et al (2434)
- Effects of temperature acclimation and acute thermal change on cutaneous respiration in juvenile southern catfish (*Silurus meridionalis*) XIAN Xuemei, CAO Zhendong, FU Shijian (2444)

Population, Community and Ecosystem

- Altitudinal pattern of plant species diversity in the Wulu Mountain Nature Reserve, Shanxi, China HE Yanhua, YAN Ming, ZHANG Qindi, et al (2452)
- Vegetation succession on Baishui No. 1 glacier foreland, Mt. Yulong CHANG Li, HE Yuanqing, YANG Taibao, et al (2463)
- The effects of *Spartina alterniflora* seaward invasion on soil organic carbon fractions, sources and distribution WANG Gang, YANG Wenbin, WANG Guoxiang, et al (2474)
- Community characteristics and soil properties of coniferous plantation forest monocultures in the early stages after close-to-nature transformation management in southern subtropical China HE Youjun, LIANG Xingyun, QIN Lin, et al (2484)
- Response of invasive plant *Flaveria bidentis* to simulated herbivory based on the growth and reproduction WANG Nannan, HUANGFU Chaohe, LI Yujin, et al (2496)
- Estimation of leaf area index of secondary *Betula platyphylla* forest in Xiaoxing'an Mountains LIU Zhili, JIN Guangze (2505)
- Optimal number of herb vegetation clusters: a case study on Yellow River Delta YUAN Xiu, MA Keming, WANG De (2514)
- Application of polychaete in ecological environment evaluation of Laizhou Bay ZHANG Ying, LI Shaowen, LÜ Zhenbo, et al (2522)
- Soil meso-and micro arthropod community diversity in the burned areas of *Pinus massoniana* plantation at different restoration stages YANG Daxing, YANG Maofa, XU Jin, et al (2531)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Temporal variety of boundary layer height over deep arid region and the relations with energy balance ZHANG Jie, ZHANG Qiang, TANG Congguo (2545)
- Analysis and forecast of landscape pattern in Xi'an from 2000 to 2011 ZHAO Yonghua, JIA Xia, LIU Jianchao, et al (2556)
- Spatio-temporal variation in the value of ecosystem services and its response to land use intensity in an urbanized watershed HU Hebing, LIU Hongyu, HAO Jingfeng, et al (2565)

Resource and Industrial Ecology

- Household optimal forest management decision and carbon supply: case from Zhejiang and Jiangxi Provinces ZHU Zhen, SHEN Yueqin, WU Weiguang, et al (2577)
- Spatial variability characteristics of soil nutrients in tobacco fields of gentle slope based on GIS LIU Guoshun, CHANG Dong, YE Xiefeng, et al (2586)
- Method of determining the maximum leaf area index of spring maize and its application MA Xueyan, ZHOU Guangsheng (2596)

Urban, Rural and Social Ecology

- Morphological structure of leaves and dust-retaining capability of common street trees in Guangzhou Municipality LIU Lu, GUAN Dongsheng, CHEN Yongqin David (2604)

Research Notes

- Morphological responses to temperature, drought stress and their interaction during seed germination of *Platycodon grandiflorum* LIU Zigang, SHEN Bing, ZHANG Yan (2615)
- Effects of nutrients on the growth of the parasitic plant *Cuscuta australis* R. Br. ZHANG Jing, LI Junmin, YAN Ming (2623)

《生态学报》2013 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,探索自然奥秘,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,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

本期责任副主编 吕永龙

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 33 卷 第 8 期 (2013 年 4 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 8 (April, 2013)

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



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元