

## 南方集体林区森林经营主体碳汇供给的研究进展

朱 臻, 沈月琴, 吴伟光, 黄 敏, 宁 可

(浙江农林大学 经济管理学院, 浙江 临安 311300)

**摘要:** 森林碳汇已成为缓解全球气候变化的重要途径。南方集体林区产权制度改革后, 森林经营主体日趋多样化, 研究经营主体碳汇供给差异, 探讨造成碳汇供给差异背后的诱导因素并挖掘它们之间的作用机制, 将为推动森林碳汇经营形成稳定的碳供给, 合理配置稀缺的要素资源, 缓解气候变化提供重要的现实政策依据。总结了国内外森林经营主体的碳汇供给研究状况, 明确了现有研究的成果和不足, 主要包括国内碳汇市场未形成; 现有模型在本研究中不适用, 长时间序列数据不足等。并为今后的研究提出了需要解决的重要技术难题和解决思路, 认为以“非京都市场”框架下考察森林碳汇供给更可行; 需要根据碳汇营林实践修正相关模型和数据以及结合生产函数模型分析森林经营主体碳汇供给的诱导因素。参 43

**关键词:** 林业经济学; 森林经营主体; 碳汇; 碳汇供给; 南方集体林区; 综述

中图分类号: S7-98 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2013)06-0938-06

## Review on the carbon sequestration of forest operation subjects in southern collective forest area of China

ZHU Zhen, SHEN Yueqin, WU Weiguang, HUANG Min, NING Ke

(School of Economics and Management, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

**Abstract:** Forest carbon sequestration is an important way to reduce global climate change. After the reform of collective forest tenure in south China, forest operation subjects became more diversified. It is meaningful to provide policies basis for promoting forest carbon sequestration supply, allocating scarce resources and reducing climate change through analyzing forest carbon sequestration supply difference, discussing its induction factors and relationship. This paper reviewed research on forest carbon sequestration supply, identified the achievements and shortcomings of the existing research. The shortcomings included no forest carbon sequestration market, improper application of the models in the research and shortage of long time-series data. It also proposed important technological difficulties and solutions for future research. It argued that it was more feasible to discuss forest carbon sequestration in “non-Kyoto protocol” market; the model and data should be revised according to carbon forest operation, and the induction factors of forest carbon sequestration should be combined with C-D production function. [Ch, 43 ref.]

**Key words:** forest economics; forest operation subject; carbon sequestration; carbon sequestration supply; southern collective forest area of China; review

随着世界各国对气候变化问题的日益重视, 中国政府已将通过林业活动增加森林碳汇(减缓碳释放)作为应对气候变化的重要举措。森林碳汇是指森林生态系统吸收大气中的二氧化碳并将其固定在植被和土壤中, 从而减少大气中二氧化碳浓度的过程<sup>[1]</sup>。森林生态系统是全球碳循环重要组成部分, 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<sup>[2-3]</sup>。因此, 通过林业活动增加森林碳汇

收稿日期: 2013-02-05; 修回日期: 2013-04-22

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71203198); 浙江省哲学社会科学规划项目(12JJCJ15YB)

作者简介: 朱臻, 讲师, 从事林业经济、资源与环境经济研究。E-mail: zhuzhen8149278@126.com。通信作者: 沈月琴, 教授, 博士, 从事林业理论与政策、气候变化与森林碳汇等研究。E-mail: shenyueqin.zj@163.com

(减缓碳释放)是应对气候变化的重要途径。南方集体林区是中国主要的林区之一,森林面积和活立木蓄积量分别占全国的45.02%和31.69%,未来森林碳汇供给潜力大,是中国“应对气候变化林业行动计划”重点实施区域。南方集体林区产权改革后,产权主体类型日趋多元化,主要包括林农、村集体(集体林)以及国有林场(国有林)<sup>[4]</sup>。这些森林经营主体是森林碳汇的主要供给源,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,森林经营主体开展碳汇造林所面对的最佳经营决策可能会发生相应改变。而且,森林经营主体根据其经营规模、经营水平、所在区域制度安排等不同,导致其碳汇供给能力也具有差异性。因此,研究经营主体碳汇供给差异,探讨造成碳汇供给差异背后的诱导因素并挖掘其之间的作用机制,将为推动森林碳汇经营形成稳定的碳供给,合理配置稀缺的要素资源,缓解气候变化提供重要的现实政策依据。本研究旨在总结现有的南方集体林区森林经营主体碳汇供给方面的研究和实践进展,为进一步的经营主体碳汇供给差异及诱导因素研究提供理论和实践基础。

## 1 国外森林经营主体的碳汇供给研究进展

### 1.1 森林碳汇供给研究

国外森林产权形式较清晰,以私有林为主。在森林经营碳汇供给相关研究方面,欧美等发达国家在私有林碳汇供给方面已有了一定规模的研究和积累,主要集中在碳汇经营决策、碳汇成本要素等领域。目前,采用较多的是利用Hartman模型分析造林主营造不同树种在最佳轮伐期和碳供给下不同碳支付形式所带来的影响<sup>[5]</sup>。Nghiem<sup>[6]</sup>以马占相思 *Acacia mangium* 和尾叶桉树 *Eucalyptus urophylla* 为例,分析了确保木材采伐和碳汇价值最大化下2个树种的森林经营模式,比较分析了有无碳市场情况下林业经营的最佳决策方案<sup>[6]</sup>。学者开始对碳供给进行了研究。目前,使用方法较多的是利用线性规划方法探讨合理配置资源使得木材和碳汇供给收益的最大化问题<sup>[7-8]</sup>,他们同时借助线性规划考察了立木生长模型中木材采伐和碳汇价值之间的取舍。学者开始关注碳汇林的成本要素研究,以比较不同项目开展的成本。目前,分析碳汇成本的方法主要包括:①单纯重点将碳吸收水平相联系的平均成本进行估计<sup>[9]</sup>;②利用土地类型或位置的不同替代生产中的成本和收益信息,通过“成本模型”构建边际成本表,然后分类排序<sup>[10]</sup>。

### 1.2 森林碳汇供给诱导因素研究

国外不少学者对碳汇供给诱导因素进行了研究。Guitart等<sup>[11]</sup>分析了不同情况碳税收、碳补贴对造林主森林经营的最佳轮伐期和碳汇供给影响。Benitez等<sup>[12]</sup>通过敏感性分析发现,土地价格、木材价格和碳吸收率是影响造林主碳汇供给的重要因素。Newell等<sup>[13]</sup>使用了一个动态模拟模型就碳汇对于管理制度、碳排放的税费补贴、利率等因素的敏感度进行了分析。同时,国外学者探讨了碳汇和土地利用变化对造林主生计的社会经济影响<sup>[14]</sup>。虽然目前在碳汇研究方面,缺乏系统探讨其供给反应诱导机制,但对于其他研究对象的生产供给反应研究已经相当丰富。国外已经建立以Nerlove模型为典型的研究方法。Nerlove<sup>[15]</sup>首次将动态分析方法应用于农产品供给分析的研究中。他假设农户并非对上一期的价格做出反应,而是对预期价格做出反应,而预期价格的形成仅在一定程度上依赖上一年度的价格。Ocran等<sup>[16]</sup>从所有农产品、用做食物的农产品以及用于出口的农产品3个方面对加纳农产品的供给反应进行研究。Rahji等<sup>[17]</sup>运用Nerlovian均衡模型分析了尼日利亚水稻对价格的供给反应。

### 1.3 森林碳汇供给的政策研究

国外学者解释了碳汇政策激励私有林主开展森林经营的重要性。在土地私有情况下,刺激私有林主在生产决策中考虑碳汇效益的激励措施是必要的。在林业再生产过程中,林木生长伴随着净二氧化碳吸收,而林木采伐或退化伴随着净二氧化碳释放,因此,应为森林更新的净二氧化碳吸收提供补贴,而对森林采伐的净二氧化碳释放强迫征税<sup>[18]</sup>。国外学者侧重运用经济模型解释政策实施意义,如利用修正的Hartman模型研究碳补助和碳税政策的影响。也有不同学者如Gguthrie等<sup>[19]</sup>利用选择决策模型探讨了在碳汇经营目标下森林最优采伐所涉及的补偿政策制定。

## 2 国内森林经营主体的碳汇供给研究

### 2.1 森林经营主体的碳汇供给研究

国内学者对碳汇供给研究主要集中于自然科学领域,但主要针对的是树种,而非森林经营主体。方

精云等<sup>[20]</sup>研究了不同树种的碳生物量与碳储量的换算方程；生物量与碳储量之间的含碳系数也有相关研究成果<sup>[21-23]</sup>。基于此类模型，很多学者如刘国华等<sup>[24]</sup>利用中国第1~4次森林资源清查资料，通过拟合回归方程对中国20 a的森林碳储量进行了估算。周国模等<sup>[25]</sup>研究毛竹 *Phyllostachys edulis* 林的碳储量，表明毛竹林的固碳能力十分强。支玲等<sup>[26]</sup>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。

在社会经济领域，国内对森林经营主体的碳汇供给及影响研究起步较晚，处于起步阶段。林权改革分山到户后，农户已经成为南方集体林区主要森林经营主体。部分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，如森林碳汇经营对森林轮伐期和农民林业收入影响<sup>[27]</sup>，但仍以理论模型构架和描述性统计分析为主。也有学者开始以另一个森林经营主体——国有林场为案例点，运用修正的 Faustmann 模型分析了碳汇收益目标下森林经营主体决策和碳汇供给<sup>[28-29]</sup>。

## 2.2 森林经营主体碳汇供给诱导因素研究

国内学者对森林碳汇的供给诱导因素探讨研究刚起步，目前主要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<sup>[30-32]</sup>。从制度政策、森林经营主体特征差异等社会经济因素对碳汇供给能力影响的研究目前罕见。在农业经济研究领域，国内很多学者已经做了大量的关于经营主体生产供给的反应及其影响研究。如王德文等<sup>[33]</sup>也曾采用价格预期模型研究农户对中国粮食等农作物的生产反应问题，陆文聪等<sup>[34]</sup>考虑风险因素运用诺罗夫基本模型研究了浙江省主要农作物生产反应的内在机制，探讨产品价格、生产成本、农业风险和粮食定购数量对林农种植农作物生产规模的影响。也有学者对产品供给的诱导机制进行了相关研究，探讨了要素之间的作用机理，如张应良等<sup>[35]</sup>探讨了政府诱导型农村公共物品供给制度，黄英君<sup>[36]</sup>研究了中国农业保险发展政府诱导机制。对森林碳汇这种产品供给诱导机制研究罕见。

## 2.3 森林碳汇供给政策研究

从产权角度出发，国内学者在森林资源利用和林业政策方面研究不少<sup>[37-39]</sup>。有学者认为产权细碎化在一定程度上加大了林业政策的实施难度，可能对生态环境服务类商品尤其是未来经营主体的碳汇供给和交易带来更大的困难，必须探索新的激励与约束政策<sup>[40-42]</sup>。

由于森林碳汇市场尚未建立，主要从林业应对气候变化途径考虑碳汇的宏观政策，在碳汇林业项目管理政策方面进行了一些有益探索，其重点是清洁发展机制(CDM)下国际林业项目的意义、项目管理政策的内涵、宏观政策以及项目管理模式和运行机制等，并提出要超前研究适应新环境的林业管理、林业政策；孔凡斌<sup>[43]</sup>总结了林业应对气候变化政策机制研究方向。可以发现，现有研究并未涉及到针对经营主体的具体碳汇供给激励政策。

## 3 结论

现有国内森林碳汇供给研究领域，主要集中于自然科学领域基于现有森林资源水平碳储量计算或空间分布模拟，而在社会经济领域现有碳汇研究缺乏。应该认识到集体林权制度改革后，不同森林经营主体具备不同的经营规模和水平，作为独立决策主体，在确保经营收益最大化和资源要素约束条件下，其生产要素投入、生产技术、生产与消费习惯、产品价格预期等不同会直接影响森林碳汇产品供给状况，这点是自然科学领域所没有考虑到的；而国外已经在这方面具备一定研究积累。国外的森林经营由于产权制度清晰，但没有考虑由于产权制度安排差异对森林经营主体碳汇供给影响，这是今后探讨南方集体林区森林经营主体碳汇供给差异及其诱导因素中所需要重点考虑的，这也预示着碳汇经济的一个新的研究方向：即中国特色背景下的碳汇产权制度研究。

目前，在森林经营主体碳汇供给研究方法中，已有国内外学者运用 Faustmann 模型基于样本调查数据进行模拟分析，但都是基于现有营林模式(主要原因是碳汇林经营形式的相对缺乏)，所采用的生长模型又有区域限制，因此，很难相对准确地模拟分析不同地区不同经营主体碳汇供给能力及其差异，但该方法是目前相对成熟，也是普遍运用的方法。在分析不同经营主体的生产决策行为如供给反应决策行为时，农业经济领域已经具备成熟的研究方法和框架，如运用诺罗夫基本模型等。在研究森林碳汇时可能不具备适用性。因为林业营林周期长，森林产品注定具有供给价格弹性小的特点，林农无法像农业种植



户那样根据上一年产品价格的变化马上调整生产决策行为, 因此, 在研究经营主体的森林碳汇供给反应行为及其诱导因素中, 需要在研究中收集长时间的生产投入和产品价格数据佐证, 在森林碳汇市场在中国仍是“潜在市场”的大背景下, 这无疑给相应研究会带来困难。

在现有的研究中, 很多学者对于碳汇供给的研究理解经常与碳汇交易紧密联系起来, 认为碳汇供给研究需要基于碳汇交易市场框架思考。基于国际碳汇市场交易的复杂性, 且中国的碳汇市场仍处于起步阶段, 笔者认为在目前碳汇林经营实践出于摸索阶段, 碳汇市场仍处于潜在市场的情况下, 单纯考虑“京都市场”交易规则下(尤其是考虑交易成本)的碳汇供给很难实现, 以“非京都市场”和森林经营主体现有经营状况为基础, 模拟碳汇林相对于普通森林经营投入发生改变情况下(即加强森林管理)的森林经营决策变化, 进而考虑碳汇供给变化更可行。但是, 仍然需要在研究进展中关注相关概念的界定问题。如碳汇林采伐加工成林产品后的碳汇价值及其交易可行性(笔者认为虽然目前林产品固碳价值仍无法交易, 但在计算碳汇供给时是需要考虑进去的); 森林固碳价值与碳汇交易价值的区别(即森林单纯固碳量由于额外性的问题是无法交易的)等。

今后在森林碳汇供给研究中需要考虑“2个差异”, 即不同区域的差异及碳汇营林与普通营林方式差异, 继而对生长模型系数进行修正, 才可以运用 Faustmann 模型对不同经营主体碳汇供给进行评价。鉴于诺罗夫基本模型难以适用于本研究, 可以采用修正的林农最佳生产要素投入决策最优方程等模型工具分别从不同区域、经营水平和规模视角分析经营主体碳汇供给的诱导因素及与森林碳汇供给之间作用的机制, 从而提出促进森林经营主体碳汇供给合理化的政策建议, 为今后明确南方集体林区主要碳汇供给群体, 合理配置资源要素, 制定因地制宜的碳汇经营激励政策, 促进区域森林碳汇供给和减排目标完成提供决策依据。

#### 参考文献:

- [1] 李怒云, 龚亚珍, 章升东. 林业碳汇项目的三重功能分析[J]. 世界林业研究, 2006, 19(3): 1 - 5.  
LI Nuyun, GONG Yazhen, ZHANG Shengdong. Forestry carbon sequestration projects in China: a synergized strategy of mitigation, adaptation and sustainable development [J]. *World For Res*, 2006, 19(3): 1 - 5.
- [2] KOOTEN G C, BINKLEY C S, DELCOURT G. Effect of carbon taxes and subsidies on optimal forest rotation age and supply of carbon services [J]. *Amer J Agric Econ*, 1995, 77(2): 365 - 374.
- [3] MURRAY B C. Carbon values, reforestation, and ‘perverse’ incentives under the Kyoto protocol: an empirical analysis [J]. *Mit Adapt Stra Global Change*, 2000, 5(3): 271 - 295.
- [4] 黄祖辉, 徐旭初, 蒋文华. 中国“三农”问题: 分析框架、现实研判和解决思路[J]. 中国农村经济, 2009(7): 4 - 11.  
HUANG Zuhui, XU Xuchu, JIANG Wenhua. The problems of “agriculture rural farmers” in China: analysis framework, realistic study and solution [J]. *Chin Rural Econ*, 2009(7): 4 - 11.
- [5] STAINBACK G A, ALAVALAPATI J R R. Economic analysis of slash pine forest carbon sequestration in the southern US [J]. *J For Econ*, 2002, 8(2): 105 - 117.
- [6] NGHIEM T H N. *Optimal Forest Management for Carbon Sequestration: A Case Study of Eucalyptus urophylla and Acacia mangium in Yen Bai Province, Vietnam* [R]. Singapore: EEPSEA, 2009.
- [7] SPRING D, KENNEDY J, MACNALLY R. Optimal management of a flammable forest providing timber and carbon sequestration benefits: an Australian case study [J]. *Aus J Agric Res Econ*, 2005, 49(3): 303 - 320.
- [8] YOSHIMOTO A, MARUSAK R. Evaluation of carbon sequestration and thinning regimes within the optimization framework for forest stand management [J]. *Eur J For Resour*, 2007, 126(2): 315 - 329.
- [9] SEDJO R A, SOLOMON A M. Climate and forests [G]//ROSENBERG N J, EASTERLING W E, CROSSON P R, et al. *Greenhouse Warming: Abatement and Adaptation*, RFF Proceedings. Washington D C: Resources for the Future, 1989: 30 - 35.
- [10] MOULTON R J, RICHARDS K R. *Costs of Sequestration Carbon Through Tree Planting and Forest Management in the United States* [R]. Washington D C: US Dept of Agriculture Forest Service, 1990: 58 - 62.
- [11] GUITART A, RODRIGUEZ L C. Private valuation of carbon sequestration in forest plantations [J]. *Ec ol Econ*, 2010, 69(3): 451 - 458.

- [12] BENITEZ P, McCALLUM I, OBERSTEINER M, *et al.* *Global Supply for Carbon Sequestration: Identifying Least-Cost Afforestation Sites Under Country Risk Considerations* (Interim Report IR-04-022) [R]. Laxenburg: IIASA, 2004: 25 – 30.
- [13] NEWELL R G, STAVINS R N. Climate change and forest sinks: factors affecting the costs of carbon sequestration [J]. *J Environ Econ Manage*, 2000, **40**(3): 211 – 235.
- [14] XU Wei, YIN Yongquan, ZHOU Suoquan. Social and economic impacts of carbon sequestration and land use change on peasant households in rural China: a case study of Liping, Guizhou Province [J]. *J Environ Manage*, 2007, **85**(3): 736 – 745
- [15] NERLOVE M. Estimates of the elasticities of supply of selected agricultural commodities [J]. *J Farm Econ*, 1956, **38**(2): 496 – 509.
- [16] Ocran M K, Biekpe N. Agricultural commodity supply response in Ghana [J]. *J Econ Stud*, 2008, **35**(3): 224 – 235.
- [17] RAHJI M A Y, LLEMOBAYO O, FAKAYODE S B. Rice supply response in Nigeria: an application of the nerlovian adjustment mode [J]. *Agric J*, 2008, **3**(3): 229 – 234.
- [18] FREDRIK H H, BIRGER S. Potential and economic efficiency of carbon sequestration in forest biomass through silvicultural management [J]. *For Sci*, 1994, **40**: 429 – 451.
- [19] GGUTHRIE G, KUMARESWARAN D. Carbon subsidies, taxes and optimal forest management [J]. *Environ Resour Econ*, 2009, **43**: 275 – 293.
- [20] 方精云, 刘国华, 徐嵩龄. 我国森林植被的生物量和净生产量 [J]. *生态学报*, 1996, **16**(5): 497 – 508.  
FANG Jingyun, LIU Guohua, XU Songling. Biomass and net production of forest vegetation in China [J]. *Acta Ecol Sin*, 1996, **16**(5): 497 – 508.
- [21] 王绍强, 周成虎, 刘纪远, 等. 东北地区陆地碳循环平衡模拟分析 [J]. *地理学报*, 2001, **56**(4): 391 – 400.  
WANG Shaoqiang, ZHOU Chenghu, LIU Jiyuan, *et al.* Simulation analyses of terrestrial carbon cycle balance model in northeast China [J]. *Acta Geogr Sin*, 2001, **56**(4): 391 – 400.
- [22] 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 [J]. *生态学杂志*, 2000, **19**(4): 72 – 74.  
WANG Xiaoke, FENG Zongwei. The potential to sequester atmospheric carbon through forest ecosystems in China [J]. *Chin J Ecol*, 2000, **19**(4): 72 – 74.
- [23] 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 [J]. *地理科学进展*, 2007, **26**(6): 1 – 10.  
XU Xinliang, CAO Mingkui, LI Kerang. Temporal-spatial dynamics of carbon storage of forest vegetation in China [J]. *Prog Geogr*, 2007, **26**(6): 1 – 10.
- [24] 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 [J]. *生态学报*, 2000, **20**(5): 733 – 740.  
LIU Guohua, FU Bojie, FANG Jingyun. Carbon dynamics of Chinese forests and its contribution to global carbon balance [J]. *Acta Ecol Sin*, 2000, **20**(5): 733 – 740.
- [25] 周国模, 姜培坤. 毛竹林的碳密度和碳储量及其空间分布 [J]. *林业科学*, 2004, **40**(6): 20 – 24.  
ZHOU Guomo, JIANG Peikun. Density, storage and spatial distribution of carbon in *Phyllostachy pubescens* forest [J]. *Sci Silv Sin*, 2004, **40**(6): 20 – 24.
- [26] 支玲, 许文强, 洪家宜, 等. 森林碳汇价值评价 [J]. *林业经济*, 2008(3): 41 – 44.  
ZHI Lin, XU Wenqiang, HONG Jiayi, *et al.* Evaluation of forest carbon-sink: a case study on artificial plantation of the three-north shelterbelt forest system program in China [J]. *For Econ*, 2008(3): 41 – 44.
- [27] 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 [J]. *林业经济问题*, 2011, **31**(1): 70 – 75.  
JIAN Gaiyuan, FENG Liangming, LIU Weiping. Analysis of forest optimal rotation which base on the value of carbon sequestration [J]. *Issu For Econ*, 2011, **31**(1): 70 – 75.
- [28] 朱臻, 沈月琴, 张耀启, 等. 碳汇经营目标下的林地期望价值变化及碳供给 [J]. *林业科学*, 2012, **48**(11): 112 – 116.  
ZHU Zhen, SHEN Yueqin, ZHANG Yaoqi, *et al.* Study on change of forestland expected value and carbon supply in the objective of carbon sequestration: based on the Chinese fir plantation in bared land [J]. *Sci Silv Sin*, 2012, **48**(11): 112 – 116.

- [29] 王枫, 沈月琴, 朱臻. 杉木碳汇的经济学分析: 基于浙江省的调查[J]. 浙江农林大学学报, 2012, **29**(5): 762 - 767.  
WANG Feng, SHEN Yueqin, ZHU Zhen. Economic analysis of Chinese fir forest carbon sequestration: based on Zhejiang's survey [J]. *J Zhejiang A & F Univ*, 2012, **29**(5): 762 - 767.
- [30] 葛全胜, 戴君虎, 何凡能, 等. 过去 300 年中国土地利用、土地覆被变化与碳循环研究[J]. 中国科学 D 辑: 地球科学, 2008, **38**(2): 197 - 210.  
GE Quansheng, DAI Junhu, HE Fanneng, *et al.* The study of change and carbon cycle of land use and land cover over the past 300 years [J]. *Sci China Ser D Earth Sci*, 2008, **38**(2): 197 - 210.
- [31] 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[J]. 农业工程学报, 2008, **24**(增刊2): 102 - 107.  
LI Ying, HUANG Xianjin, ZHEN Feng. Effects of land use patterns on carbon emission in Jiangsu Province [J]. *Trans Chin Soc Agric Eng*, 2008, **24**(supp 2): 102 - 107.
- [32] FANG Jinyun, CHEN Anping, PENG Changhui, *et al.* Changes in forest biomass carbon storage in China between 1949 and 1998 [J]. *Science*, 2001, **292**: 2320 - 2322.
- [33] 王德文, 黄季焜. 双轨制度下中国农户粮食供给反应分析[J]. 经济研究, 2001(12): 55 - 65.  
WANG Dewen, HUANG Jikun. An analysis of China farmers grain supply impact under the dual price system [J]. *Econ Res J*, 2001(12): 55 - 65.
- [34] 陆文聪, 叶建. 粮食政策市场化改革与浙江农作物生产反应: 价格、风险和订购[J]. 浙江大学学报: 人文社会科学版, **34**(3): 5 - 11.  
LU Wencong, YE Jian. Crop production response in Zhejiang in the grain policy reform process: price, risk and quota [J]. *J Zhejiang Univ Human Soc Sci*, **34**(3): 5 - 11.
- [35] 张应良, 丁惠忠, 官永彬. 政府诱导型农村公共物品供给制度研究[J]. 农村经济, 2007(5): 11 - 15.  
ZHANG Yingjun, DING Huizhong, GUAN Yongbin. Research on the supply system of rural public goods with governments induction [J]. *Rur Econ*, 2007(5): 11 - 15.
- [36] 黄英君. 我国农业保险发展的政府诱导机制研究[J]. 农业经济问题, 2010(5): 56 - 61.  
HUANG Yingjun. Research on government-induced mechanism of Chinese agricultural insurance [J]. *Issu Agric Econ*, 2010(5): 56 - 61.
- [37] 曹玉昆, 汤晓文, 王迎. 降低环境库兹涅茨曲线弧度保护国有森林资源[J]. 林业经济, 2000(3): 70 - 72.  
CAO Yukun, TANG Xiaowen, WANG Ying. Reduce the radian of Kuznets curve, protect national forest resource [J]. *For Econ*, 2000(3): 70 - 72.
- [38] 曹建华, 王红英, 严成. 森林资源经济利用的政策模拟模型应用研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2008, **18**(6): 198 - 202.  
CAO Jianhua, WANG Hongying, YAN Cheng. Application of the policy simulation model of forest resource economic utilization [J]. *China Popu Resour Environ*, 2008, **18**(6): 198 - 202.
- [39] 魏远竹, 张春霞, 杨建州. 非公有制林业发展中的自然和生态问题研究[J]. 林业经济问题, 2007, **27**(3): 193 - 228.  
WEI Yuanzhu, ZHANG Chunxia, YANG Jianzhou. A study to natural and ecological problem of nonpublic ownership forestry [J]. *Issu For Econ*, 2007, **27**(3): 193 - 228.
- [40] 曲福田, 张锋. 循环经济发展模式的激励与规制机制分析[J]. 经济与管理研究, 2006(4): 75 - 77.  
QU Futian, ZHANG Feng. Analysis on the encourage and regulation in recycle economy [J]. *Res Econ Manage*, 2006(4): 75 - 77.
- [41] 温作民. 森林生态资源配置中的市场失灵及其对策[J]. 林业科学, 1999, **35**(6): 110 - 114.  
WEN Zuomin. Market failures and countermeasures in the allocation of resources in forest ecosystem [J]. *Sci Silv Sin*, 1999, **35**(6): 110 - 114.
- [42] 朱信凯, 涂对伟, 杨顺江. 国际生物技术产业政策评论及对我国的启示[J]. 中国软科学, 2005(11): 18 - 23.  
ZHU Xinkai, TU Duiwei, YANG Shunjiang. Comment on the international biotechnology industry policy and the revelation for our country [J]. *China Soft Sci*, 2005(11): 18 - 23.
- [43] 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[J]. 农业经济问题, 2010(7): 105 - 109.  
KONG Fanbin. Research progress on forest response to climate change and its research direction of policies mechanism [J]. *Issu Agric Econ*, 2010(7): 105 - 109.