毛竹碳汇造林经营模式及其效益分析

汪淅锋1、沈月琴1、王 枫1、郑旭理2、胡忠明3

- (1. 浙江农林大学 经济管理学院, 浙江 临安 311300; 2. 浙江省安吉县灵峰寺林场, 浙江 安吉 313300;
- 3. 浙江省龙游县林业局, 浙江 龙游 324400)

摘要:以浙江省临安市毛代 Phyllostachys pubescens 碳汇林基地为研究点,根据对毛代碳汇林经营专家的访谈和对毛代碳汇林经营者的调查,结合二手资料,运用比较分析法和投资回收期法分析了毛代碳汇造林经营模式的特点及其效益。结果表明:毛代碳汇造林经营模式和现行价林经营模式特点的不同主要体现在经营目标和日常管护措施等方面。前者以价林生态系统,特别是乔木层的固碳最大化为目标,经营措施要求一方面能够增加现有林分的固碳量,另一方面由价林经营带来的碳泄漏和碳排放最低;成本收益方面,前者在人工除草、有机肥施用、日常管护、碳汇计量方面的成本较高,但化肥成本低。单位面积的价材、价笋等林产品产值也比后者高;毛价碳汇造林经营模式的投资回收期对碳汇价格有较高的敏感性,当碳汇价格从0增加到当前国际碳交易价格 25.20 美元· t^{-1} 时,投资回收期从 18.4 a 缩短到 13.2 a;毛价碳汇造林模式还具有控制水土流失,防止立地退化,增加当地林农就业机会,有效宣传价林碳汇知识等生态和社会效益。表 5 参 11

关键词: 林业经济学; 毛竹; 森林碳汇; 碳汇目标; 模式; 效益

中图分类号: S7-9; F307.2 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2011)06-0943-06

Carbon-fixing oriented management patterns of Phyllostachys pubescens and their benefits

WANG Xi-feng¹, SHEN Yue-qin¹, WANG Feng¹, ZHENG Xu-li², HU Zhong-ming³

(1. School of Economics and Management, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Lingfengsi Forest Farm, Anji 313300, Zhejiang, China; 3. Forest Enterprise of Longyou County, Longyou 324400, Zhejiang, China)

Abstract: Based on data collected in interviews from related specialists and forest company manager, together with secondhand information, such as the costs-benefits and current management measures, characteristics and benefits of carbon-fixing oriented management pattern versus current management pattern for *Phyllostachys pubescens* (moso bamboo) were analyzed using a comparative analysis and the payback period method. Results showed that differences between carbon-fixing oriented and current management patterns were mainly reflected in management goals and common management measures. Carbon-fixing oriented management pattern was aimed at maximizing fixed carbon in the ecological system, especially in the tree layer, the management measures required both an increase in fixed carbon in the stand and a decrease in carbon leakage and carbon discharge due to utilization; whereas the current management pattern aimed at the maximizing the output of bamboo poles and shoots, no regarding the carbon issues. The costs of manual control, organic fertilizer, daily management, and carbon measurement were relatively high for the carbon-fixing oriented management pattern, but chemical fertilizer cost was relatively low with output value of stand products, such as bamboo poles and

收稿日期: 2011-01-28; 修回日期: 2011-04-28

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71073148); 浙江省研究生创新基金资助项目(YK2009073); 浙江农林大学研究生科研创新基金资助项目(2112010013)

作者简介:汪淅锋,硕士,从事林业经济理论与政策研究。E-mail: wxf198502@163.com。通信作者:沈月琴, 教授,博士,从事林业经济理论与政策研究。E-mail: shenyueqin-zj@163.com

shoots, being high. For the carbon-fixing oriented management pattern, the payback period was sensitive to a carbon price being reduced from 18.4 years with a zero cost to 13.2 years when the price was US\$25.20 · t⁻¹ (the current international carbon trade price on 2008). Ecological and social benefits, such as conserving soil and water, preventing site degradation, increasing job opportunities for local farmers, and disseminating carbon knowledge were also benefits of the carbon-fixing oriented *P. pubescens* management pattern. [Ch, 5 tab. 11 ref.]

Key words: forest economics; *Phyllostachys pubescens*; forest carbon sinks; carbon-fixing oriented; management pattern; benefits

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[1]。通过森林固碳方式来减缓碳释放不仅潜力巨大,而且有明显的成本优势[2-4]。通过林 业活动减缓碳释放有4种策略:通过造林或再造林增加林地面积;在林分和景观尺度上增加现存森林的 碳密度; 拓展林产品使用使它们持续地替代化石燃料进而减少二氧化碳排放; 减少毁林和林地退化的碳 释放[5]。鉴于森林碳汇在气候变化中的重要作用和成本优势,中国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。2007年,《应对气候变化国家方案》提出了中国应对气候变 化的目标、原则、重点领域和政策措施,其中增加森林碳汇是重点领域之一。2009年9月22日,胡锦 涛在联合国气候变化峰会上(纽约),明确提出"大力增加森林碳汇,争取到2020年森林面积比2005年增 加 4 000.0 万 hm², 森林蓄积量比 2005 年增加 13.0 亿 m³"的发展目标。中国竹林面积为 538.0 万 hm², 占森林总面积的 2.8%[6]。"世界竹子看中国,中国竹子看浙江"。浙江地处南方降水充沛、气候温暖地区, 适宜竹子快速生长,竹产业发展对浙江山区经济社会的发展具有重要意义,2009年浙江竹业总产值达 250.0 亿元;毛竹 Phyllostachys pubescens 因为其生长速度快,乔木层固碳能力强的特点,而在全球应对 气候变化中受到了特别的关注[7]。本研究以中国第一个毛竹碳汇林基地——浙江省临安市毛竹碳汇造林 基地为例,根据毛竹碳汇林专家和碳汇林经营者的访谈和调查,对毛竹碳汇造林经营模式和现行毛竹造 林经营的模式、成本收益进行了比较分析,基于不同碳汇价格水平模拟分析了毛竹碳汇造林模式的投资 回收期,最后分析了毛竹碳汇造林模式的生态和社会效益。

1 研究点和研究方法

本研究在浙江省临安市进行,以中国第一个毛竹碳汇林——浙江省临安市毛竹碳汇造林基地作为案例进行研究。

1.1 临安市概况

临安市地处浙江省西北角,总面积为 3 126.8 km²;森林面积为 25.5 万 hm²,森林覆盖率为 76.6%。 2010 年,临安市户籍总人口 52.6 万人,其中农业人口 41.6 万人,占 79.1%;全市生产总值 287.8 亿元;城镇居民人均可支配收入 24 455.0 元,农民人均纯收入 12 012.0 元[8]。

临安市竹产业发展迅速,1995 到2009 年间,竹林面积从4.8 万 hm² 增加到6.5 万 hm²(其中毛竹林面积占39.2%);竹业总产值从4.1 亿元增加到27.0 亿元^[9]。临安市竹产业正在寻求一条新的发展道路,发展毛竹碳汇林业已经成为全市上下的共识。

1.2 临安市毛竹碳汇林项目概况

2007 年,受中国绿色碳基金的资助,在临安市林业局和浙江农林大学的政策和技术帮助下,全球第一个毛竹碳汇林基地落户"中国竹子之乡"浙江省临安市。临安毛竹碳汇造林项目一方面为进行毛竹碳汇相关研究提供了研究基地,具有重要的科研意义;另一方面该碳汇造林项目的开展为当地农民提供了一定的就业机会,提高了农户收入,改善了生态环境,具有重要的社会经济效益。

该碳汇造林项目由富得宝农林开发有限公司、浙江农林大学和临安市林业局合作完成。富得宝农林开发有限公司负责毛竹碳汇林的造林及日常管护等具体实施,浙江农林大学负责项目设计、碳汇计量及检测工作,临安市林业局负责造林的技术指导。该造林项目于 2007 年 9 月开始实施整地,2008 年和2009 年在临安市藻溪镇的严家村和松溪村共营造毛竹碳汇林 86.7 hm²(国家林业局认可的净面积仅为 47.7

hm², 原因是山上有分布广泛而零散的石头, 核算时石头周边相当部分面积被除掉, 实际造林面积近86.7 hm², 且为统一标准造林经营; 支付的是86.7 hm² 土地的租金)。造林前, 山地为村集体荒山灌木林; 富得宝农林开发有限公司以300.00 元·hm²·a¹ 的价格租赁,租赁期为40 a,租赁费在2007年一次付清;造林项目得到了中国绿色碳基金60.0万元的资助;另外,该造林项目也得到了临安市林业局3 a 共10.5万元的补贴;项目用工主要是附近的林农。

1.3 研究方法

1.3.1 调查方法 通过对临安市林科所竹林经营专家(1位)、安吉县林业局竹林经营专家(1位)和毛竹碳汇林专家(1位)、浙江农林大学竹林经营专家(1位)和毛竹碳汇林专家(1位)、碳汇造林公司经营者(总经理)的关键信息人访谈,得到一般竹林造林经营和毛竹碳汇林造林经营在经营目标及措施上的差异;通过搜集二手资料得到该毛竹碳汇林基地项目开展4a来已经发生的成本,并通过对上述关键信息人的访谈,预测在40a的承包期内可能发生的成本及收益。

1.3.2 分析方法 运用比较分析法分析毛竹碳汇造林和现有造林经营的模式的成本收益的差别和变化;运用投资回收期法,分析在不同的碳汇价格水平下毛竹碳汇造林经营的投资回收期。投资回收期=累计净现金流量开始出现为正的年份-1+(上年累计净现金流量的绝对值/当年净现金流量)。

2 毛竹碳汇造林经营模式分析

毛竹碳汇造林经营模式和现行毛竹造林经营模式的不同,主要体现在:经营目标、整地方式、种苗栽植、作业工具、日常管护和砍伐模式等方面(表 1)。

表 1 毛竹碳汇造林经营和现行经营的模式比较

Table 1 Comparison of the Phyllostachys pubescens management ways between carbon oriented and current management

经营模式	经营目标	整地方式	苗木栽植	作业工具	日常管护	轮伐模式
碳汇造林 经营	生态效益、乔木层固碳量最大。				劈刀除草,劈下的杂草留在林地;成林后施用有机	
T H	/A E 6/(± 4// 10			能引起碳排放,	肥;挖退笋,保证林分质量;专门人员管护。	材 15.0~18.0 t・
现有经营				条件允许一般	多用除草剂;使用价格低	砍4留3,隔年
	经济效益最大。	,	不考虑碳泄漏; 300~450株·hm ⁻² ;	机械作业。	但碳排放高的化肥;自然 生长;很少有专门人员管	, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,
			施用化肥。		护。	

说明:数据来源于毛竹碳汇林专家和碳汇林经营者访谈资料整理。

临安市毛竹碳汇造林经营项目和现有竹林造林经营的差别体现在:①前者以整个竹林生态系统,特别是乔木层的固碳最大化为主要目标,注重其生态效益,后者以竹材、竹笋总经济收益最大化为目标,注重其经济效益。②经营管护措施方面,前者强调所有的经营应对原有的生态系统和新造林生态系统破坏最小,乔木层固碳量最大,碳泄漏最低,后者没有考虑环境影响及可能的碳排放。③前者因为其经营管理好,毛竹生长速度快,砍伐周期缩短(4度减为3度),每次收获量也大。

3 毛竹碳汇造林经营模式的经济社会效益分析

3.1 毛竹碳汇造林经营模式与现行造林经营模式成本收益的比较分析

临安毛竹碳汇造林经营因为其经营目标的特殊性,及由此引起的经营措施和采伐模式的不同,其成本、收益与现行毛竹造林经营相比有以下方面的不同(表 2)。

由表 2 分析知: 临安市毛竹碳汇造林经营模式和现有毛竹造林经营模式相比,在成本方面,前者土地机会成本和用工成本大,但其化肥、农药成本低。收益方面,对造林公司来说,成林后其竹材、竹笋等林产品单位面积的年收益比安吉县划入现代竹子示范园区的示范户高 25.0%^[10],且竹林生态系统的固碳量提高了 44.0%,当这些新增的碳汇可以交易时,又增加了碳汇收益。

表 2 毛竹碳汇造林经营模式和现行造林经营模式的成本收益比较

Table 2 Comparison of the costs and benefits of Phyllostachys pubescens forestation between carbon oriented and currentary management

经营模式					管护用工/		造林设计及碳汇		森林
经替保入	$(\vec{\pi} \!\cdot\! hm^{2}\!\cdot\! a^{1})$	$(\vec{\pi} \cdot hm^{-2})$	$hm^{-2}\boldsymbol{\cdot} a^{-1})$	$hm^{-2}\!\boldsymbol{\cdot} a^{-1})$	(元·hm ⁻² ·a ⁻¹)	(元·hm ⁻² ·a ⁻¹)	计量/(万元·a ⁻¹)	(元·hm ⁻² ·a ⁻¹)	碳汇/t
碳汇经营	300.0	11 770.0	550.0	0	成林前 1 150.0; 成林后 350.0	2 600.0	第 1 年 18.0; 以 后 7.0	成林后 12 750.0	6.0
现行经营	0	0	330.0	75.0	0	1 340.0	0	成林后 7 800.0	4.2

说明:数据来源于农户调查、竹林碳汇经营专家和毛竹碳汇林经营者访谈资料整理,二手资料。

3.2 毛竹碳汇造林经营模式的投资回收期分析

3.2.1 毛竹碳汇造林经营模式不同时期的成本收益分析 据专家访谈和对毛竹碳汇林者的访谈,该造林项目 86.7 hm² 毛竹碳汇林 40 a 租赁期内不同时期已经发生的和可能发生的成本、收益如表 3。

表 3 毛竹碳汇造林经营模式不同时期的成本收益(86.7 hm²)

Table 3 Cost-benefit of the maso bamboo forestation at different periods (86.7 hm²)

时期	成本/(万元·度 ⁻¹)	收益/(t·度 ⁻¹)
造林期(第1度)	地租(116.0)+劈山(37.0)+种苗(150.0)+栽植(65.0)	二氧化碳 2 299.4
	+肥料(6.5)+造林设计、碳汇计量(18.0)=392.5	
成林前的抚育期(第2~4度)	护林(12~20)+肥料、施肥(7~8)+其他(7)=270~340	二氧化碳 2 500 .0
成林后的管理期(5度及之后)	护林(6.0~10.0)+肥料、施肥(10.0)+采伐(46.0)+其	竹材、竹笋 221.0 万元·度⁻; 二氧化碳 2 150 .0
	他(7.0)=69.0~73.0	

说明:数据来源于碳汇林经营者及毛竹碳汇林专家访谈资料整理;各个时期的固碳量来源于竹林碳汇专家对核定的47.7 hm²(即实际造林的近86.7 hm²)竹林地固碳量的预估。

由表 3~5 的分析知:该毛竹碳汇林项目:①成林前(4 度内),投入成本较高,包括支付林地租金、种苗费、整地和日常管护等雇工支出,如果碳汇(共固定二

表 4 毛竹碳汇林项目的现金、碳汇流量表(86.7 hm²)

Table 4 Cash and carbon sink flow of the maso bamboo carbon oriented managed $(86.7 \ hm^2)$

度	现金流入/万元	碳汇流入/t	现金流出/万元
1	0	2 299.4	392.5
2	0	2 12.5	34.0
3	0	2 528.4	30.0
4	0	2 443.9	27.0
5	221.0	2 377.6	73.0
6	221.0	2 315.2	72.0
7	221.0	2 264.7	71.0
8	221.0	2 225.9	70.0
9	221.0	2 197.3	69.0
10	221.0	2 177.6	69.0
11~20	221.0	2 150.0	69.0

说明:数据来源于毛竹碳汇林经营者、毛竹碳汇林专家访谈资料整理。二手资料。

氧化碳 9 883.9 t)不能进行交易,将没有任何收益;②成林后,成本主要是竹材砍伐和竹林管护的雇工成本,收益有竹材、竹笋等传统收益,如果碳汇可交易,还有碳汇收益;③当森林碳汇没有价格(碳汇价格为 0)时,投资回收期为 18.4 a,而当碳汇价格翻 1 倍,投资回收期可缩短 3.0 a;当碳汇价格提高到现

表 5 不同碳汇交易价格水平下的投资回收期

Table 5 Payback periods at different carbon sink prices

碳汇交易价格水平	碳交易价格/(元·t-1)	第一次净现金流量 为正的时间/度	累计净现金流量 为正的时间/度	投资回收期/度
碳汇没有价格	0	5	10	9.2
现行森林碳汇国际价格水平	42.80	5	9	8.4
现行水平基础上提高 50%	64.20	5	8	8.0
现行水平基础上提高 100%	85.60	5	8	7.7
现行国际碳交易价格水平	165.90	2	7	6.6

说明:美元对人民币汇率按 2011 年年初的 1.00 美元兑换 6.60 元人民币计算。

行的国际碳交易价格水平时,投资回收期缩短超过 5.0~13.2 a,即该毛竹碳汇林项目的投资回收期对碳汇价格具有较高的敏感性,提高森林碳汇价格对竹林经营者来说是有效的经济激励措施;④当森林碳汇没有价格时,该竹林碳汇项目的投资回收期比现代竹子示范园区的核心区长超过 1 度的时间(2.5 a),但比示范区短 1.5 a,当碳汇价格提高到当前国际碳交易价格(二氧化碳 25.20 美元·t⁻¹)时,投资回收期比现代竹子示范园区的核心区缩短 2.6 a^[11],说明如果产生的碳汇量能够进行交易,基于碳汇目标的竹林经营不仅能够带来较好的碳汇等生态效益,其经济效益也比现行的以竹材、竹笋等经济收益最大化为目标的经营模式要高。

3.3 毛竹碳汇造林经营模式的生态社会效益分析

另据对毛竹碳汇林专家和碳汇林经营者访谈,该毛竹碳汇造林项目的实施还会给当地带来较好的社会效益:①对当地,由于该项目是新造林项目,项目的实施会使当地森林覆盖率从77.3%提高到77.7%,有效控制水土流失和立地退化;②由于该碳汇造林项目有劈山、整地、栽种、日常管护、竹笋的采挖和竹材的砍伐等大量用工环节,因此该毛竹碳汇造林项目的开展还可以至少为当地农户提供每年14 400 工日的用工机会,工资达 100.00 元·工日一,有效提高了当地农民收入;③该项目的实施,还向当地农民宣传了气候变化和林业碳汇的相关知识,提高了当地农民及更大范围的市民保护森林资源的意识,相关技术培训还增加了当地林农科学经营管理竹林的知识。

4 结论与讨论

4.1 结论

与传统竹林经营模式相比,毛竹碳汇造林模式:①把生态效益,特别是乔木层固碳量最大化为首要经营目标,为增加碳汇和减少碳泄漏,要求竹林有较高的林分质量,人工作业。如果使用机械工具且可能产生碳排放,必须详细记录。②由于其强调对生态环境的保护和碳收益,人工经营成本要高很多,但成林后单位面积的年净经济收益会增加,另外也给当地带来了较高的生态和社会经济效益。③毛竹造林模式的投资回收期对碳汇价格有较高的敏感性,当碳汇价格提高到现行国际碳交易价格时,基于碳汇目标的竹林经营不仅能带来较高的生态和社会效益,经济效益比现行竹林经营模式也高,基于碳汇目标的竹林经营模式更优。

4.2 讨论

本研究结果显示,临安毛竹碳汇林项目的经济、生态和社会效益都很高,但其中有以下 2 个问题需要注意:①该毛竹碳汇林项目仍在实验阶段,存在众多不确定性。该碳汇造林项目从 2008 年造林至 2010 年仅仅 3 a 时间,竹林的固碳潜力仅仅是相关专家的预测;竹林未来的生长状况、可能发生的成本、成林时间、成林后竹材的采伐模式和竹材产量等也只能靠相关专家和碳汇林经营者的预估。而以上人员可能因为对未来缺乏足够的科学判断依据而做出过于理想化的判断,导致碳汇造林经营模式的经济收益被高估。②本研究成本收益的数据搜集和分析,存在遗漏。实际上,此毛竹碳汇造林项目的成本,还包括大面积的林道建设,管护竹林的房屋建设,承包集体山地的交易成本和其他相关招待费用等。这些成本在总成本中占相当的比例,且在项目实施前就必须投入。本研究没有计算这些成本,一方面是因

为公司没有这方面投入详细的账单可查;另一方面考虑到这些投入在经营者不进行碳汇林经营时仍能发挥效用,且不同地方差别较大,不具有普遍研究意义,固没有搜集相关数据。今后的研究需要考虑这些成本,以获得更为可靠的分析。

综上所述,毛竹碳汇林经营具有较好的生态社会效益,其经济效益与碳汇价格有较大的联系。在今后的相关研究和具体实践中需要注意以下几个方面:①加强相关技术和社会经济效益研究。何种经营模式能够使毛竹林地有最大的固碳量目前还处于探索阶段,其社会经济效益也只能通过技术专家预估,缺乏可靠的评估方法。为此,要从技术和社会经济效益两方面同时着手。②造林融资多元化。碳汇造林前期投资大,经营风险高使一般造林公司和农户难以承担;但碳汇造林有较高的生态和社会效益。为此,政府要建立促进毛竹碳汇融资多元化的制度,如林权抵押贷款等多种形式的融资;促进成立政策性或各种商业保险。③明细碳汇产权。分析表明:毛竹碳汇造林的投资回收期对碳汇价格的敏感性低,主要原因是当前碳汇产权不清,导致碳汇有效需求不足和碳汇价格偏低。因此,需要政府从法律法规上明晰碳汇产权,提高社会对森林碳汇的需求量,进而提高森林碳汇的价格。

致谢:感谢临安市林科所张有珍高级高级工程师、安吉县林业局吕玉龙高级工程师、浙江农林大学环境 科技学院施拥军副教授、浙江农林大学价类研究所桂仁意副教授和富得宝农林开发有限公司董事长袁为 人在收集资料过程中的帮助。一并致谢!

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] van KOOTEN C G, 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: 365 374.
- [3] MURRAY B C. Carbon values, reforestation, and 'perverse' incentives under the Kyoto protocol: an empirical analysis [J]. *Mit A dapt Strat Global Change*, 2000, 5: 271 295.
- [4] BENíTEZ P, MCCALLUM I, OBERSTEINER M, et al. Global Supply for Carbon Sequestration: Identifying Least-Cost Afforestation Sites Under Country Risk Considerations [R]. Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) IR-04-022, 2004.
- [5] CANADELL J G, RAUPACH M R. Forest management for climate change mitigation [J]. Science, 2008, 320: 1456 1457.
- [6] 国家林业局. 全国森林资源清查(2004-2008)[R]. 北京: 国家林业局, 2009.
- [7] 戴景晟,谭三清,陈春希.我国竹林碳汇项目可行性分析[J].现代农业科技,2009 (7): 232 233. DAI Jingsheng, TAN Sanqing, CHEN Chunxi. Brief analysis on feasibility research of the bamboo forest carbon sequestration projects [J]. *Modern Agric Sci Technol*, 2009 (7): 232 233.
- [8] 临安市统计局. 临安市 2010 年国民经济和社会发展统计公报[R]. 临安: 临安市统计局, 2010.
- [9] 临安市统计局. 临安市 2009 年国民经济和社会发展统计公报[R]. 临安: 临安市统计局, 2009.
- [10] 张晓燕, 沈月琴, 毛玉香, 等. 浙江省竹子现代科技园区结构与社会经济功能分析[J]. 浙江林学院学报, 2008, **25** (5): 650 655.
 - ZHANG Xiaoyan, SHEN Yueqin, MAO Yuxiang, et al. Structure and social economic roles of modern bamboo science and technology parks in Zhejiang Province [J]. J Zhejiang For Coll, 2008, 25 (5): 650 655.
- [11] 张晓燕, 沈月琴, 吴伟光, 等. 浙江省竹子科技园区经济效益评价[J]. 北京林业大学学报: 社会科学版, 2009, **8** (2): 75 79.
 - ZHANG Xiaoyan, SHEN Yueqin, WU Weiguang, et al. Estimating the economic value of the bamboo science and technology park in Zhejiang Province [J]. J Beijing For Univ Soc Sci, 2009, 8 (2): 75 79.