

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2021.05.016

森林碳汇经济价值评估研究

——以福建省为例

张娟^{1,2}, 陈钦¹

1. 福建农林大学 经济学院, 福州 350002; 2. 福州外语外贸学院 财金学院, 福州 350202

摘要: 森林碳汇是中国政府应对气候变化的重要策略。福建省作为重点林业大省, 具有发展林业的优越条件。如何评价福建省现有森林碳汇经济效益, 对于推动福建省森林碳汇交易市场的建立和完善具有重要意义。本文运用森林蓄积量扩展法评估福建省森林碳储量, 用市场价值法评估森林碳汇经济价值。研究结果表明, 福建省森林碳汇潜力巨大, 森林碳储量由 1978 年的 28 186.91 万 t 增长到 2018 年的 84 500.07 万 t; 森林碳汇量经济价值先下降后上升, 2018 年在 92.36~150.66 亿元之间, 较 1978 年增长了两倍。福建省应不断发展森林碳汇资源, 从而推动全国森林碳汇交易市场的发展。福建省应从不断深化林权制度改革, 加大科研投入, 加大森林碳汇宣传力度和建立一套适用地方区域的森林碳汇计量体系 4 个方面入手, 提出发展森林碳汇的对策和建议。

关键词: 森林蓄积量扩展法; 森林碳汇; 市场价值法; 经济价值

中图分类号: F124.5

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2021)05-0121-08

近年来, 二氧化碳排放导致全球气候变暖问题引发的人类生命安全、生态环境、社会可持续发展问题越来越严峻。目前碳减排的方式有两种: ① 工业减排。主要通过节约能源、采用减排技术减少污染物排放的方式降低空气中二氧化碳的浓度。这种方式在具体行动中因为技术难度和成本巨大影响各国经济发展而阻力较大。② 森林碳汇。主要通过造林、再造林或森林管护等措施增加森林吸收二氧化碳的能力来抵消工业中的碳排放。国外相关学者研究表明, 造林减排的成本比工业减排成本低很多, 前者只有后者的 $1/30^{[1]}$ 。森林碳汇相对于工业减排具有明显的成本优势而受到各个国家的青睐。森林作为陆地生态系统的主体, 通过光合作用吸收二氧化碳, 释放氧气, 将二氧化碳固定在植物体和土壤中, 储存了陆地生态系统三分之二的有机碳。作为一种经济有效的碳减排方式, 森林碳汇在全球碳循环和全球气候变化中发挥了重要作用。中国作为碳排放大国, 增加森林碳汇是中国政府应对气候变化的重要策略。目前森林碳汇交易渠道单一、公众对于森林碳汇的认知度低、缺乏一套标准的森林碳汇计量方法体系等因素阻碍了国内碳汇交易市场的进一步发展。森林碳汇经济价值的核算就是将森林吸收二氧化碳的量价值化, 能够帮助人们更直观地了解森林碳汇带来的生态效益, 为政府生态补偿机制提供基础数据, 进而加快森林碳汇交易市场的建立和完善。福建省作为南方集体林区省, 森林资源丰富, 森林覆盖率连续 40 年保持全国第一。为此, 本文对福建省现有森林碳汇经济价值进行评价, 为完善福建省森林碳汇市场交易提供建议, 同时为南方集体林区诸省碳储量管理提供借鉴依据。

收稿日期: 2020-07-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(71273052); 福建农林大学博士后研究计划资助项目(132300081); 福建农林大学科技创新专项基金项目(KCXRC234A)。

作者简介: 张娟, 博士研究生, 讲师, 主要从事生态经济研究。

通信作者: 陈钦, 教授, 博士研究生导师。

1 相关文献综述

1.1 国内外关于森林碳汇认识问题的研究

国外学者开展森林碳汇研究相对较早,20 世纪 60 年代末,国际科学理事会(ICUS)开展的国际生物学计划(IBP)拉开了森林碳汇研究活动的序幕.20 世纪 70 年代,部分欧洲国家以及美国、前苏联等国家开始生态系统碳平衡和碳循环的研究工作.但研究内容主要集中于森林在碳循环中的功能、不同森林类型吸收二氧化碳的能力等不同自然学科领域.1997 年《联合国气候变化框架公约的京都议定书》出台,森林碳汇可以通过清洁发展机制(CDM)进行交易,森林碳汇的价值和其相关经济问题才被世界各国正式关注,同时国外学者开始了大量的相关研究工作.Lal 等^[2]指出森林不仅能够固定二氧化碳,而且具有从空气中吸收二氧化碳的巨大潜力.Lapenis 等^[3]研究认同了森林能够在应对气候变化中发挥重要作用.Murphy 等^[4]以加拿大林业局数据库为基础,指出采用经济计量模型来估计安大略省造林的固碳成本比采用工程方法学的固碳成本要低很多.

国内学者对森林碳汇的研究开始于 20 世纪 70 年代末,目前处于初级阶段.1998 年《京都议定书》的签订,明确了中国碳减排义务.2003 年,国家林业局成立碳汇管理办公室加强管理 CDM 造林及再造林碳汇项目.2005 年底,为了提升公众对森林碳汇的认识,加强环保意识,国家林业局开通中国碳汇网.2006 年,作为中国第一个林业碳汇项目的广西珠江流域治理再造林项目的顺利开展,为后续其他林业碳汇项目的开展奠定了基础.国内学者最早是从碳循环认识了森林碳汇.方精云^[5]从全球生态学视角对我国森林碳汇进行了研究.李怒云等^[6]探讨了全球气候变化背景下林业碳汇发挥的巨大作用.杨绍辉^[7]指出森林碳汇不仅具有环境价值,还有经济价值和社会价值.张伟伟等^[8]通过等额年金法考察了林业碳汇的微观供给主体,指出地方政府应因地因树制宜,采取不同的碳汇补贴政策,并从提高碳汇供给收入和降低碳汇供给成本两方面促进碳汇林供给.黄可权等^[9]分析了林业碳汇试点的制约因素,认为短期内林业碳汇项目以省内交易所上市为主,主要面向省内企业和公众进行营销;中远期林业碳汇项目到国内其他交易所乃至国际交易所上市,面向国内外企业和公众营销交易.

1.2 国内外关于森林碳汇经济价值评价方法的研究

综合相关文献,关于森林碳汇经济价值评估的研究归纳起来包括两部分:① 对森林碳储量的实物计量;② 对森林碳汇价值的经济计量.

1.2.1 森林碳储量计量研究

通过对相关文献进行整理,学者对于森林碳储量的计量方法主要分为两类:① 微气象学法.这种方法在计量公式基础上,利用相关精密仪器直接测定二氧化碳通量的动态变化.该方法因为所需仪器价格昂贵、操作难度大、对技术人员要求高等特点在国内使用较少,在国外应用较多.② 样地勘测法,包括生物量法、蓄积量法和生物清单法.这种方法是在现存生物量的基础上估算森林碳储量.生物量法和蓄积量法具有技术要求低、实用性强等优点被国内外学者采用.但两种方法计量精度不高、参数不统一等缺点使测量结果相差很大.生物清单法计量精度高,但存在获取所需数据大,需要耗费大量人力等缺点.国内外学者采用上面的一种或者几种方法对森林碳储量进行了相关计量研究.Smith 等^[10]基于森林清查数据估计美国联邦政府各机构管理的林地碳储量变化,指出在美国本土,西部联邦拥有的林地比例更高,占森林碳储量的三分之二;东部联邦土地占森林碳储量的百分之九.Srinivas 等^[11]在东加特省东戈达瓦里地区选取 3 个研究地点,利用异速生长方程和非收获法估算树木的生物量和碳储量,结果表明树木的碳储量在 44.51~218.84 mg/hm² 之间.蒋九华等^[12]基于北京山区遥感影像数据和标准样地调查数据,利用 InVEST 模型碳储量模块,评估分析了北京山区森林生态系统的碳储量,结果表明北京山区森林生态系统总碳储量为 77.41 Tg(1 Tg=10¹² g).王会荣等^[13]以安徽省第 8 次森林资源清查数据为基础,采用生物量与蓄积量转换模型法和平均生物量法,估算安徽森林植被的碳储量和碳密度,结果表明安徽不同森林类型的总碳储量为 8.51×10⁷ t,平均碳密度为 20.55 t/hm².吴国训等^[14]基于江西省 1988—2011 年森林资源清查统计数据,采用生物量换算因子连续函数法和平均生物量法,计算江西省森林植被的碳储量、碳密度及固碳潜力,结果表明江西省碳汇潜力巨大.

1.2.2 森林碳汇经济价值计量研究

森林碳汇的经济价值计量是指把森林固定的碳储量予以货币化。通过对相关文献进行整理,学者对于森林碳汇经济价值的计量方法主要包括造林成本法、人工固定二氧化碳法、碳税法、碳税率法、市场价格法、均值法等。决定森林碳汇价值一个很重要的因素是单位森林碳汇的价格。不同的学者研究对象不同、考虑的影响因素不同和采用的计量方法也不同,得出的碳汇价格相差很大,这对估算森林碳汇的经济价值造成了很大的影响。黄宰胜等^[15]运用条件价值法(CVM),引入计划行为理论,从碳控排企业支付意愿视角探讨林业碳汇经济价值,利用分段常数指数模型(PCE)计算得到其平均支付金额,即林业碳汇经济价值为 47.36 元/t。杨美丽等^[16]对造林成本法和碳税率法得出的碳汇价格取平均值来评估山东省森林碳汇的经济价值,得出了山东省第 5 次到第 8 次森林资源清查期间的森林碳汇价值。张春华等^[17]以国家标准《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T1721-2008)^[18]中公布的参数为依据,采用碳税法评估山东省森林碳汇经济价值,得出山东省森林碳汇经济价值从 2004—2008 年的 243.37 亿元增长到 2009—2013 年的 253.42 亿元。马楠^[19]基于第 7、第 8 次全国森林资源普查数据,参照我国 8 处碳排放权交易中心碳交易一般价格,核算了具有少数民族的 8 个地区森林碳汇经济价值,得出市场价值 43.49 亿元。

国内外学者关于森林碳汇经济价值评估展开了大量的研究,并取得了一定的成果。在研究中蓄积量拓展法技术直接明了,操作简便且有较强的实用性,可以利用较大规模的森林资源清查数据宏观估算大范围森林碳汇量,本文采用蓄积量扩展法来测量森林碳储量。森林碳汇不仅具有生态效益,还具有经济效益。森林碳汇经济效益的价值化使其能在市场上进行交易。森林碳汇的公共物品性和外部性使其价格不能完全由市场决定,因此市场上碳汇价格不固定,目前交易双方主要通过协商确定林业碳汇的价格。本文借鉴前人的研究成果,以重点林业大省福建为例,森林蓄积量扩展法测算福建省森林碳汇量,采用市场价值法测算森林碳汇经济价值,并针对福建省森林碳汇实际问题提出相应的对策和建议。

2 福建省森林碳汇资源现状

福建省地处东南沿海,东隔台湾海峡与台湾省相望,东北毗邻浙江省,西面、西北与江西省交界,西南与广东省相连。地理位置依山傍海,九成陆地面积为山地丘陵,素有“八山一水一分田”之称,气候条件优越,具有发展林业的自然优势。福建省拥有丰富的森林资源,根据第 9 次森林资源清查数据,福建省森林覆盖率为 66.8%,位居全国第一。全省森林面积 811.58 万 hm²,森林蓄积 7.29 亿 m³。根据福建省第 1~9 次森林资源清查数据统计结果,福建省森林资源概况见表 1。

表 1 福建省历年森林资源清查数据

年份	森林覆盖率/%	森林面积/万 hm ²	森林蓄积/亿 m ³	活立木蓄积/万 m ³
1978	48.50	472.75	3.13	24 330.00
1983	37.00	486.40	2.88	43 055.91
1988	41.18	547.05	2.81	37 888.24
1993	50.10	656.22	3.33	39 465.20
1998	60.52	735.37	3.65	41 763.62
2003	62.96	764.94	4.44	49 671.38
2008	63.10	766.65	4.84	53 226.01
2013	65.95	801.27	6.08	66 674.62
2018	66.80	811.58	7.29	79 711.29

由表 1 可知,从 1988 年开始福建省森林资源覆盖率逐年上升,保持在 60%以上。森林面积增长迅速,1978 年森林面积为 4 727 500 hm²,2018 年达到 8 115 800 hm²,是 1978 年的 1.72 倍,平均每年增长 84 707.5 hm²。森林活立木蓄积是决定森林碳储量的基本数据,间接反映森林碳储量的大小。福建省森林活立木蓄积基本呈上升趋势,1978 年活立木蓄积为 243 300 000 m³,2018 年达到 797 112 900 m³,是 1978 年的 3.28 倍,平均每年增长 13 845 322.5 m³;尤其 2003 年增长迅速,比 1998 年增长了 18.9%。福建省森林资源的快速增长一方面与 1998 年开始实施的天然林和公益林保护政策有关,改变

了森林原有的粗放型管理方式;另一方面与林业政策改革有关,2001 年的林业税负减免和 2002 年开始实施的林权制度改革等林业政策使农户积极参与到营林造林活动中,增加了福建省森林活立木蓄积量。

福建省树种以针叶林和阔叶林为主,不同树种的森林碳汇储量不同。根据森林资源清查数据,阔叶混交林面积最大,占福建省森林总面积的 32.67%;其次为人工林中的杉木,占森林面积的 22.36%。相关研究指出,不同树种森林碳汇能力中阔叶混交林和杉木的碳汇能力较其他森林树种强^[20]。福建省阔叶混交林、杉木面积超过 50%,福建省的优势树种决定了其较强的碳汇能力。不同龄组的相同树种碳储量也有很大差异。不同龄组的碳储量从大到小依次为中龄林、近熟林、成熟林、幼龄林、过熟林^[21]。根据第 9 次森林资源清查数据,福建省中龄林蓄积量最大,其次为近熟林。具有较强碳汇能力的龄组超过 60%。福建省气候条件优越,无论从优势树种还是从森林龄组的组成上都说明福建省森林资源基础较好,碳汇潜力巨大。福建省应该充分发挥其生态优势,大力发展林业碳汇,实现经济的可持续发展。

3 森林碳汇经济价值估算方法

森林碳汇经济价值估算即把森林固定的碳汇量予以货币化,使森林的生态效益更加直观化。森林碳汇的经济价值由 2 个因素决定:① 森林碳储量,② 森林碳汇单位价格。森林碳汇的经济价值等于森林碳储量与森林碳汇单位价格的乘积,即表达式为

$$V = C \times P \quad (1)$$

式(1)中, V 表示森林碳汇的经济价值, C 表示森林碳储量, P 表示森林碳汇单位价格。

3.1 森林碳汇计量方法

目前,关于森林碳储量的计量方法分为两大类:① 样地勘测法;② 微气象学法。其中样地勘测法又分为生物量法、蓄积量法和生物清单法。蓄积量法的原理是利用森林蓄积量数据求得生物量,再利用生物量与碳质量之间的换算系数求得森林总的固碳量。蓄积量法可以利用较大规模的森林资源清查数据宏观估算大范围森林碳汇量,而且技术直接明了,操作简便且有较强的实用性,具有生物量法的优点,是生物量法很好的延伸^[22]。

目前关于森林碳汇量的测量结果大多都是偏低的,因为大多数学者只测量地表以上林木的碳汇量,对于林下植物、地下腐殖质和森林土壤的固碳量因为技术难度、测量困难等研究甚少,因此本文采用蓄积量扩展法来测量福建省的森林碳储量。由于森林碳汇能力与活立木蓄积量具有相关关系,而福建省活立木蓄积量中森林蓄积占到 90% 以上,其他蓄积类型单位面积树木量小、代表性差^[23],因此本文采用蓄积量扩展法,以活立木蓄积量为研究对象估算福建省总的碳汇量,提高测算结果的准确性。

根据蓄积量扩展法的原理,森林总的碳汇量包括林木碳汇量、林下植物碳汇量和林地碳汇量 3 个部分。其中林木碳汇量以森林蓄积量为基础,通过蓄积扩大系数、容积密度计算出生物量,再乘以含碳率得出林木总的碳汇量。林下植物碳汇量可以通过林木固碳量与林下植物碳转换系数的乘积求得。同样的道理,林地碳汇量通过林下植物固碳量与林地碳转换系数的乘积求得。具体公式为

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = V \times \partial \times \rho \times \gamma + \alpha(V \times \partial \times \rho \times \gamma) + \beta(V \times \partial \times \rho \times \gamma) \quad (2)$$

式(2)中: C 表示森林总的蓄积量; C_1 表示林木碳汇量; C_2 表示林下植物碳汇量; C_3 表示林地碳汇量; V 表示森林蓄积量; ∂ 表示蓄积扩大系数; ρ 表示容积密度; γ 表示含碳率; α 表示林下植物碳转换系数; β 表示林地碳转换系数。各系数采用国际通用的 IPCC(联合国政府间气候变化专门委员会)默认值即 ∂ 取 1.9, ρ 取 0.5, γ 取 0.5, α 取 0.195, β 取 1.244。

3.2 森林碳汇价格确定

目前,森林碳汇单位价格的计量方法有很多。森林碳汇的公共物品性和外部性使其价格不能完全由市场决定,因此市场上碳汇价格不固定,交易双方主要通过协商确定林业碳汇的价格^[24]。中国碳交易市场经历了 3 个阶段:2002—2011 年清洁发展机制阶段;2011—2017 年试点交易阶段;2017 年至今全国交易阶段。现阶段,碳交易进入全国交易阶段,交易市场越来越活跃。2011 年起,中国先后在北京市、天津市、上海市、重庆市、广东省、湖北省、深圳市启动了 7 个碳交易试点。自 7 个试点启动以来,碳交易市场十分活跃,截止到 2017 年 12 月 31 日,7 省市试点碳市场及福建省碳市场配额累计成交量为 1.85 亿 t^[18]。中国作为碳排放量最大的国家,2017 年底启动的全国碳排放交易体系可能会成为世界最大的碳定价市场^[18]。因

此, 本文采用市场价值法, 选取 3 个交易市场形成的碳汇项目交易均价作为森林碳汇单位价格, 具体为中国碳排放交易网 2019 年福建地区碳市场成交均价、北京环境交易所 2016 年福建地区市场成交均价、海峡股权交易中心环境能源交易平台 2017 年碳汇项目成交均价。

4 福建省森林碳汇经济价值估算

4.1 数据来源

本文关于森林碳汇量测算的数据来源于国家森林清查福建省森林清查结果(第 1 次—第 9 次), 关于森林碳汇量经济价值测算的数据来源于中国碳排放交易网、北京环境交易所、海峡股权交易中心。

4.2 福建省森林碳汇量测算

利用蓄积量扩展法, 把表 1 中的福建省历年森林活立木蓄积数据代入公式 2 可以得到福建省历年森林碳汇量, 如表 2 所示。

表 2 福建省历年森林碳汇量

年份	活立木蓄积/亿 m ³	森林碳汇量/万 t	年份	活立木蓄积/亿 m ³	森林碳汇量/万 t
1978	2.433	28 186.91	2003	4.967	57 545.54
1983	4.306	49 881.35	2008	5.323	61 663.66
1988	3.789	43 894.47	2013	6.667	77 244.21
1993	3.947	45 721.42	2018	7.791	84 500.07
1998	4.176	48 384.20			

从表 2 测算结果可以看出: 福建省森林碳汇量呈现出快速上升趋势。1978 年森林碳汇量为 28 186.91 万 t, 2018 年为 84 500.07 万 t, 增长 66.6%, 年平均增速 1.7%。尤其 2 个时间段增长最快。第一个阶段 1998—2003 年这五年森林碳汇量从 48 384.20 万 t 增长到 57 545.54 万 t, 增长了 9 161.34 万 t, 年平均增长 3.2%, 这与福建省转变林业发展政策有关。1998 年开始实行天然林保护和生态公益林管理, 加强森林管护, 减少对森林的采伐, 保护了福建省原始森林存量。福建省 2001 年完成公益林区划界定工作, 2002 年林业厅制定《福建省生态公益林管理办法》, 加大对生态公益林的生态补偿, 同时对生态公益林的禁伐等政策极大地保护了生态公益林。2002 年福建省作为试点率先进行林权制度改革, 有效地解决了制约林业发展的产权问题, 调动了林户营林造林的积极性, 农户积极植树造林, 增加了福建省的森林面积。第二个阶段 2008—2013 年增长最快从 61 663.66 万 t 增长到 77 244.21 t, 5 年增长 25%, 年平均增长 5%。福建省不断深化林权制度改革, 一直走在全国前列。2006 年福建省率先推进综合配套改革, 2013 年出台《关于进一步深化集体林权制度改革的若干意见》等相关林业政策, 都使福建省生态优势不断加强和固定, 森林蓄积量不断增加。因此, 福建省应继续加快林权制度改革, 激发林业经营活力, 同时合理规划林业开发, 加强森林资源管理, 不断增加森林的蓄积量和固碳能力, 助推福建省森林碳汇交易市场的不断完善。

4.3 福建省森林碳汇量经济价值测算

森林碳汇量经济价值由森林碳汇量和森林碳汇单位价格 2 个因素决定。森林碳汇不仅具有生态效益, 还具有经济效益。森林碳汇经济效益的价值化使其能在市场上进行交易。本文采用市场价值法, 选取 3 个交易市场形成的碳汇项目交易均价作为森林碳汇单位价格, 具体为中国碳排放交易网 2019 年福建地区碳市场成交均价 17.83 元/t、北京环境交易所 2019 年市场成交均价 10.93 元/t, 环境能源交易平台 2019 年碳汇项目成交均价 13.92 元/t。通过选取这 3 组森林碳汇单价来对福建省的森林碳汇量经济价值进行估算, 结果如表 3 所示。

由表 3 可知, 福建省森林碳汇经济价值先下降后上升。1978—2013 年森林碳汇经济价值上升很快, 除了 1988—1998 年有所下降外, 其他年份逐年上升。1978 年福建省森林碳汇量经济价值在 30.81~50.26 亿元之间, 1983 年在 54.52~88.94 亿元之间, 1988 年在 47.98~78.26 亿元之间, 2003 年在 62.90~102.60 亿元之间, 2008 年在 67.40~109.95 亿元之间, 2013 年在 84.43~137.73 亿元之间, 2018 年在 92.36~150.66 亿元之间。这些数据都充分说明福建省凭借其区位生态优势, 森林资源丰富, 具有发展林业的优越条件, 在发展森林碳汇方面潜力巨大。

表 3 福建省历年森林碳汇量经济价值评估结果

年份	森林碳汇量/ 万 t	中国碳排放交易网(2019)/ 万元	北京证券交易所(2019)/ 万元	福建环境能源交易平台(2019)/ 万元
1978	28 186.91	502 572.61	308 082.93	392 361.79
1983	49 881.35	889 384.47	545 203.16	694 348.39
1988	43 894.47	782 638.40	479 766.56	611 011.02
1993	45 721.42	815 212.92	499 735.12	636 442.17
1998	48 384.2	862 690.29	528 839.31	673 508.06
2003	57 545.54	1 026 036.98	628 972.75	801 033.92
2008	61 663.66	1 099 463.06	673 983.80	858 358.15
2013	77 244.21	1 377 264.26	844 279.22	1 075 239.40
2018	84 500.07	1 506 636.25	923 585.77	1 176 240.97

5 政策建议

为了加快福建省森林碳汇发展,促进生态效益价值转化,用生态优势助力福建经济可持续发展,本文提出以下建议:

5.1 深化林权制度改革,增加林农对林地的自主权,激励林农积极营林造林

2002 年,福建省在全国率先实行林权制度改革,将集体林改为林农个人所有,明晰林农对林地的所有权,同时为了确保林农对林地的收益,林农可以自主决定林地所有权的流转和林地经营权.林权制度改革改变了林农对森林资源的权益分配机制和对森林资源的利用方式^[25],进而影响了森林资源的整体结构和总量.因此,应该不断深化林权制度改革,激励林农积极从事林业生产活动,增加林农造林面积.① 加快转变政府在林业生产中的职能,发挥市场的主导作用,充分赋予林农对林地的自主权,减少政府相关部门对林地流转和林权抵押贷款等的约束和干预,降低林户林地交易成本,增加林户林业经营收益,激励林户不断完善生产经营行为.② 完善林改政策,落实林地家庭联产承包责任制,加快明晰林地产权步伐,稳步推进林权制度改革,加快传统林业向现代林业转变.③ 加大林权制度改革宣传力度,深化林户对林改政策的认识,完成明晰产权、承包到户的改革任务.

5.2 建立一套适用地方区域的森林碳汇计量体系

森林碳汇计量体系的建立是使森林碳汇得以交易的基础,是促进碳汇交易市场不断完善的关键因素.森林碳汇计量方法很多,目前国内外还没有建立一套公认的森林碳汇计量方法,具体可以分为两大类.① 样地勘测法.经济、操作简单,但计量精度不够.② 微气象学法.测量比较准确,但所用仪器比较昂贵,测量难度大,适用范围有限.不同计量方法因为适用性不同、计量标准不同等得出的计量结果相差比较大.探索建立一套适用地方区域的森林碳汇计量方法意义重大.林业部门可以组织相关权威专家,通过对福建省林业碳汇详细情况进行调研,研究确定一套全省统一适用的计量体系.特别是针对评估森林碳汇经济价值的基本要素—森林碳汇储量和碳汇单位价格应根据区域、森林类型、评价时期等不同建立一套标准,保障计量体系的适用性.

5.3 加大对森林碳汇的宣传力度,提升公众对其的认知度

福建省拥有发展林业碳汇丰富的森林资源,但林业碳汇在福建省发展较慢.林户文化程度普遍不高,接触新事物的能力比较有限,因此碳汇对于他们来说是一个全新的概念.因此,相关部门要多角度、全方位加大对林业碳汇的宣传力度,增加公众对其的认知度.在宣传对象上,对于公众个人在其了解碳汇基本概念的基础上,积极宣传碳汇的生态效益、经济效益和社会效益,引导他们积极加入到植树造林增加森林碳汇的活动中来.对于企业来讲林业碳汇相对于工业减排具有成本优势,因此可以对碳排放量较大的企业,积极宣传政府出台的企业购买林业碳汇的相关优惠政策,引导他们积极参与到碳汇交易市场来,加快碳汇交易市场的建立.在宣传方式上,不同的公众对于信息的接收方式不同,将手机、电视、微博等多种多媒体形式相结合,以具体森林碳汇项目效益为实例,使人们切实了解森林碳汇带来的巨大经济价值,提

升人们对森林碳汇的认知度。在宣传内容上,突出温室气体排放引起气候变化导致的一系列生态问题,引起公众对于环境保护的重视,倡导人民低碳生活,提高人们对森林碳汇的认识。

5.4 加大科研投入,加强科学技术对森林碳汇的支撑力

科学技术是第一生产力。2017年,碳交易在全国开始交易,但碳汇项目实施技术要求高、碳储量计量标准不统一等问题一直是制约森林碳汇项目的重要因素,因此福建省要继续加大科研资金投入,不断完善林业科技管理机制,加快林业科学基础项目的研究,提高林业科学技术水平。① 构建多样化林业科技推广平台。由政府部门主导,鼓励高校、林业科研院所或林业协会等相关林业科研部门积极参与林业问题研究项目,促进林业科技成果转化,提高林业科学技术服务水平。② 完善培训机制。林业从业人员大多为农民,文化程度不高,对新生事物的接受能力较低,林业部门应定期组织相关森林碳汇培训,使林户掌握先进的森林管理知识和管理技术。森林碳汇专业性比较强,理论上认知抽象,在培训方式上应理论与实践相结合,例如采用案例教学的方式,让林业从业人员切身体会实际遇到的林业经营管理问题,增加他们参与培训的积极性,增强培训效果。③ 林业部门应积极引进国内先进的林业管理技术,增强森林固碳能力。

6 结 语

基于历年森林清查福建省森林清查数据,采用森林蓄积量扩展法对福建省森林碳储量进行估算,研究显示森林碳储量呈现出快速上升趋势,从1978年28 186.91万t增长到2018年的84 500.07万t。采用市场价值法确定福建省森林碳汇单位价格,测算出福建省森林碳汇经济价值从1978年的30.81~50.26亿元增长到2018年的92.36~150.66亿元,这得益于福建省积极转变林业发展政策、深化林权制度改革和合理规划林业开发等措施。本文研究结果以期能为福建省相关政府部门进行森林管理,出台配套相关林业改革措施和开发林业碳汇提供借鉴。在研究过程中,由于数据资料和科研条件的限制,在估算森林碳汇碳储量时采用的计量方法只对大面积的数据进行了宏观估算,未进行实地调研考察,同时未考虑立地条件、树种差异对测算结果的影响,因此计量结果或许存在误差。下一步还需结合实地调研数据,分树种、分区域进行深入分析。

参考文献:

- [1] UNFCCC. Review of the Implementation of Commitments and of Other Provisions of the Convention UNFCCC Guidelines on reporting and review [J]. Ecological Economics, 1999(29): 269-291.
- [2] LAL M, SINGH R. Carbon Sequestration Potential of Indian Forests [J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2000, 60(3): 315-327.
- [3] LAPENIS A, SHVIDENKO A, SHEPASCHENKO D, et al. Acclimation of Russian Forests to Recent Changes in Climate [J]. Global Change Biology, 2005, 11(12): 2090-2102.
- [4] MURPHY R, GROSS D M, JACCARD M. Use of Revealed Preference Data to Estimate the Costs of Forest Carbon Sequestration in Canada [J]. Forest Policy and Economics, 2018, 97: 41-50.
- [5] 方精云. 全球生态学: 气候变化与生态响应 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [6] 李怒云, 高均凯. 全球气候变化谈判中我国林业的立场及对策建议 [J]. 林业经济, 2003, 25(5): 12-13.
- [7] 杨绍辉. 林业碳汇研究进展简述 [J]. 现代经济信息, 2010(3): 206-207.
- [8] 张伟伟, 高锦杰. 碳汇林供给的经济条件分析——兼论政府在碳汇交易机制中的作用 [J]. 东北师范大学学报(哲学社会科学版), 2019(3): 177-183.
- [9] 黄可权, 蓝永琳. 林业碳汇交易机制与政策体系 [J]. 中国金融, 2019(1): 77-78.
- [10] SMITH J E, DOMKE G M, NICHOLS M C, et al. Carbon Stocks and Stock Change on Federal Forest Lands of the United States [J]. Ecosphere, 2019, 10(3): 1-17.
- [11] SRINIVAS K, SUNDARAPANDIAN S. Biomass and Carbon Stocks of Trees in Tropical Dry Forest of East Godavari Region, Andhra Pradesh, India [J]. Geology, Ecology, and Landscapes, 2019, 3(2): 114-122.
- [12] 蒋九华, 齐实, 胡俊, 等. 基于InVEST模型的北京山区森林生态系统碳储量评估分析 [J]. 地球与环境, 2019, 47(3): 326-335.
- [13] 王会荣, 李爱琴, 王晶晶, 等. 基于第8次森林资源清查数据的安徽森林碳储量特征研究 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2019, 47(7): 78-86.

- [14] 吴国训, 唐学君, 阮宏华, 等. 基于森林资源清查的江西省森林碳储量及固碳潜力研究 [J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2019, 43(1): 105-110.
- [15] 黄宰胜, 陈 钦. 林业碳汇经济价值评价及其影响因素分析——基于碳控排企业支付意愿的调查 [J]. 统计与信息论坛, 2017, 32(6): 113-121.
- [16] 杨美丽, 褚宏洋, 庄皓明, 等. 森林碳汇经济价值评估研究——以山东省为例 [J]. 山东农业大学学报(社会科学版), 2017, 19(2): 77-84.
- [17] 张春华, 居为民, 王登杰, 等. 2004—2013 年山东省森林碳储量及其碳汇经济价值 [J]. 生态学报, 2018, 38(5): 1739-1749.
- [18] 荣玮悦. 全球碳定价现状与趋势-我国碳交易体系可能成为全球最大碳市场 [EB/OL]. (2019-04-24) [2019-05-30] <http://www.tanpaifang.com/tanjiaoyi/2019/0424/63708.html>.
- [19] 马 楠. 民族地区森林碳汇与碳汇经济发展的研究 [J]. 广西民族研究, 2018(4): 124-133.
- [20] 马兰涛, 洪长福, 姚庆端. 漳州市主要速生树种林分生物多样性及碳汇能力比较 [J]. 桉树科技, 2012, 29(4): 15-19.
- [21] 吴文斌, 黄朝法, 郑德祥, 等. 福建省森林碳储量及碳密度特征分析 [J]. 四川农业大学学报, 2016, 34(3): 298-303.
- [22] 石小亮, 张 颖, 韩争伟. 森林碳汇计量方法研究综述——基于北京市的选择 [J]. 林业经济, 2014, 36(11): 44-49.
- [23] 揭 滢, 郝永勤, 陈少平. 福建省森林碳汇发展现状与对策探究 [J]. 发展研究, 2016(2): 36-40.
- [24] 李怒云. 中国林业碳汇 [M]. 修订版. 北京: 中国林业出版社, 2016.
- [25] 孔凡斌, 杜 丽. 集体林权制度改革中的林权流转及规范问题研究 [J]. 林业经济问题, 2008, 28(5): 377-384.

Study on Economic Value Assessment of Forest Carbon Sequestration ——Taking Fujian Province as an Example

ZHANG Juan^{1,2}, CHEN Qin¹

1. College of Economics, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;

2. College of Finance, Fuzhou University of International Studies and Trade, Fuzhou 350202, China

Abstract: Forest carbon sequestration is an important strategy for the Chinese government to cope with climate change. Fujian, as a major forestry province, has the advantages of developing forestry. How to evaluate the economic benefits of forest carbon sequestration is of great significance to the economic transformation and upgrading of Fujian Province. Therefore, this paper evaluates the forest carbon sequestration and economic value of Fujian Province with the method of forest stock expansion. The results show that the potential of forest carbon sequestration in Fujian Province is huge. The forest carbon sequestration increased from 281.869 1 million tons in 1978 to 845.000 7 million tons in 2018. The economic value of forest carbon sequestration decreased first and then increased. In 2018, the economic value of forest carbon sequestration in Fujian Province was 92.36—150.66 billion yuan, a threefold increase over that in 1978. The constant growth of the resources of forest carbon sequestration in Fujian has promoted the development of the forest carbon sequestration market of the whole country. Finally, the paper points out that Fujian Province should deepen the reform of the forest tenure system, increase investment in scientific research, increase propaganda on forest carbon sinks and establish a set of forest carbon sink measurement system suitable for the local areas, which is of great significance to the development of forest carbon sequestration in Fujian Province.

Key words: forest biomass accumulation expansion method; forest carbon sequestration; economic value; market value method