

· 环境经济与政策 ·

# 城市郊区森林资源发展特点及碳汇功能评估

——以上海市崇明区为例

赵敏<sup>1</sup>, 孙力<sup>2</sup>

(1. 上海市环境科学研究院, 上海 200233; 2. 上海市崇明区林业站, 上海 202150)

**摘要:** 以上海市崇明区为例, 研究了崇明森林资源发展特点, 评估了森林碳汇对碳排放的抵消作用。研究发现, 近年来崇明森林组成不断优化, 个人所有特灌林面积逐年下降, 国有乔木林逐年增加, 确保森林资源的稳定和健康发展。2016年森林碳汇可抵消崇明电力消费碳排放的16%, 由于崇明森林以幼龄林为主、单位面积蓄积量小, 但年生长率高, 随着林木生长, 碳汇功能具有很大潜力, 对崇明世界级生态岛建设具有重要意义。

**关键词:** 森林资源; 碳汇功能; 森林权属; 城市郊区

**中图分类号:** S718.55

**文献标志码:** A

**DOI:** 10.16803/j.cnki.issn.1004-6216.2019.05.003

## Study on Characteristics of Forest Resources and Its Carbon Sink Function Assessment in Urban Suburbs —Taking Chongming District of Shanghai as An Example

ZHAO Min<sup>1</sup>, SUN Li<sup>2</sup>

(1. Shanghai Academy of Environment Science, Shanghai 200233, China;

2. Shanghai Chongming District Forestry Station, Shanghai 202150, China)

**Abstract:** Taking Chongming District of Shanghai as an example, the paper studied the characteristics of forest resources and evaluated its carbon sink function. It was found that the composition of forest continuously optimized, and the area of special irrigation forest owned by individuals declined year by year. While the state-owned arbor forest increased in order to ensure the stable and healthy development of forest resources. Forest carbon sink could offset 16% of electricity consumption carbon emissions in 2016. The forest in Chongming District was dominated by young forests and the timber volume of unit area was small, but the annual growth rate of the timbers was high. Carbon sink had great potential with the forest growth. It was important to construct the world-class ecological island in Chongming District.

**Keywords:** Forest Resources; Carbon Sink Function; Forest Ownership; Urban Suburbs

**CLC number:** S718.55

气候变化关乎全人类的共同命运, 作为一个负责任的发展中国家, 中国提出2030年二氧化碳排放达到峰值且将努力早日达峰<sup>[1]</sup>。发展林业碳汇是我国应对气候变化国家战略的重要举措, 2020年森林面积将比2005年增加40万km<sup>2</sup>、2030年森林蓄积量增加45亿m<sup>3</sup>左右, 并将指标

下达到各省市<sup>[2]</sup>。2017年国家林业局发布《省级林业应对气候变化2017~2018年工作计划》, 将对各地“十三五”时期林业碳汇指标进行考核<sup>[3]</sup>。

上海在《上海市节能和应对气候变化“十三五”规划》中提出, 到2020年全市森林覆盖率达到18%的目标, 相比2015年提高3个百分点<sup>[4]</sup>。为

收稿日期: 2019-02-14

基金项目: 上海市科委科研计划项目(17DZ1202103)资助

作者简介: 赵敏(1982-), 女, 博士研究生。研究方向: 环境保护和低碳发展。E-mail: zhaom@saes.sh.cn

引用格式: 赵敏, 孙力. 城市郊区森林资源发展特点及碳汇功能评估——以上海市崇明区为例[J]. 环境保护科学,

第45卷(5): 10-13.

完成这一目标,城市郊区在植树造林中承担了重要角色。崇明作为上海市重要的生态战略空间,2016年森林覆盖率为23.2%,森林面积约占全市30%。按照规划,2020年崇明森林覆盖率将达到30%<sup>[5]</sup>。在林业快速发展的过程中,森林组成、年龄结构、林地/木权属等具有哪些特点?森林碳汇功能及未来增长潜力如何?这些问题对正确指导植树造林具有重要作用。文章以上海市崇明区为例,重点分析近些年崇明森林资源发展特点和碳汇功能,以期为我国城市郊区的林业发展提供经验借鉴。

1 数据来源及研究方法

崇明森林资源数据来自上海市森林资源一体化数据。森林碳汇功能评估有森林资源清查法、生态系统碳通量法、遥感反演法和模型模拟法等多种方法<sup>[6]</sup>,其中,森林资源清查法利用了森林资源清查资料,其数据详实、准确,是开展森林碳汇评估的重要方法<sup>[7]</sup>。该方法基于森林清查资料中的蓄积量根据一定的方法转换成生物量,然后估算碳储量和碳汇能力。在生物量转换因子的研究中,方精云等最早建立了生物量与蓄积量之间线性的生物量转换因子连续函数,并对中国森林生物量和碳储量做了估算<sup>[8]</sup>。但有研究对于生物量与蓄积量之间呈简单的线性关系和是否适用于所有树种产生质疑<sup>[9-10]</sup>,ZHOU et al<sup>[11]</sup>以落叶松为例,认为生物量和蓄积量之间是双曲线关系。

2010年9月,为加强省级温室气体清单编制能力建设,国家发改委组织专家编写了《省级温室气体清单编制指南》以下简称指南,确定了较为全面的各树种生物量转换系数推荐值。该研究采用了指南的推荐方法,森林碳汇包括森林和其它木质生物量碳贮量的变化和森林转化活动的碳排放。其中,森林和其它木质生物量碳贮量的变化,包括乔木林(林分)生长碳吸收;散生木、四旁树、疏林生长碳吸收;竹林、经济林、灌木林生物量碳贮量变化;以及活立木消耗碳排放。

1.1 乔木林生长碳吸收

乔木林生长碳吸收见式(1)

$$\Delta C_{\text{乔木}} = \sum_{i=1}^n GR \times SVD_i \times BEF_i \times 0.5 \quad (1)$$

其中,  $\overline{SVD} = \sum_{i=1}^n \left( SVD_i \cdot \frac{V_i}{V_{\text{乔}}} \right) \overline{BEF}$   
$$= \sum_{i=1}^n \left( BEF_i \cdot \frac{V_i}{V_{\text{乔}}} \right)$$

式中,  $V_{\text{乔}}$ :乔木林总蓄积量,  $\text{m}^3$ ;  $V_i$ :乔木林第  $i$  树种(组)蓄积量,  $\text{m}^3$ ;  $GR$ :活立木蓄积量年生长率, %;  $BEF_i$ :乔木林第  $i$  树种(组)的生物量转换系数,即全林生物量与树干生物量的比值,无量纲;  $\overline{BEF}$ :乔木林  $BEF$  加权平均值,无量纲;  $SVD_i$ :乔木林第  $i$  树种(组)的基本木材密度,  $\text{t}/\text{m}^3$ ;  $\overline{SVD}$ :乔木林  $SVD$  加权平均值,  $\text{t}/\text{m}^3$ ;  $i$ :乔木林优势树种(组)  $i=1, 2, 3 \cdots n$ ;生物量含碳率,取0.5。

1.2 散生木、四旁树、疏林生长碳吸收

散生木、四旁树、疏林(散生木、四旁树、疏林下文简称“散四疏”)生物量生长碳吸收估算方法与乔木林类似,公式略。首先根据本地区市森林资源调查数据,获得清单编制年份的散四疏总蓄积量、活立木蓄积量年生长率。由于森林资源清查资料往往很难确定散生木、四旁树、疏林的树木种类,因此在实际计算中,其基本木材密度( $SVD$ )和生物量转换因子( $BEF$ )用本地区乔木林的加权平均值代替。

1.3 竹林、经济林、灌木林生物量碳贮量变化

竹林、经济林、灌木林通常在最初几年生长迅速,并很快进入稳定阶段,生物量变化较小。主要根据竹林、经济林、灌木林面积变化和单位面积生物量来估算生物量碳贮量变化。

1.4 活立木消耗碳排放

根据森林资源调查数据,获得清单编制年份的活立木总蓄积量( $V_{\text{活立木}}$ ),即乔木林和散四疏的蓄积量总和。根据活立木蓄积消耗率( $CR$ )、全省平均基本木材密度( $\overline{SVD}$ )和生物量转换系数( $\overline{BEF}$ )估算活立木消耗造成的碳排放,公式见式(2)(式中各字母含义同公式(1)):

$$\Delta C_{\text{消耗}} = V_{\text{活立木}} \times CR \times \overline{SVD} \times \overline{BEF} \times 0.5 \quad (2)$$

1.5 森林转化温室气体排放

森林转化温室气体排放主要计算有林地(乔木林、竹林)转化为非林地的过程中,地上部分生物量皆伐后除一部分可利用材外,地上部剩余物分解造

成的 CO<sub>2</sub> 排放(崇明不存在现地燃烧和异地燃烧)。

分解碳排放 = 年转化面积 × (转化前单位面积地上生物量 - 转化后单位面积地上生物量) × 被分解部分的比例 × 地上生物量碳含量。

2 结果

2.1 森林资源变化特点

2016 年崇明森林面积 270 km<sup>2</sup>, 相比 2009 年, 森林面积增加 74%, 森林覆盖率由 20.5% 增长到 23.2%。为达到 2020 年森林覆盖率达到 30% 的目标, 崇明需要新增森林面积近 80 km<sup>2</sup>, 可见, 持续开展植树造林是崇明近年来的重要工作。

从森林组成来看, 2016 年崇明乔木林占森林总面积的 78%, 特灌林占 18%, 而竹林只有 4%, 见图 1。与 2009 年相比, 乔木林面积增长近 1.8 倍, 竹林面积略有减少, 特灌林面积大幅下降。

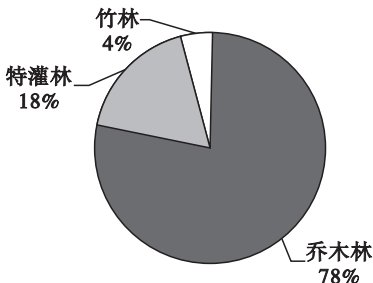


图 1 2016 年崇明森林资源构成

近年来, 崇明每年都有大量新增林地, 林木树龄偏小。2016 年幼龄林面积占乔木林总面积的 56%, 近熟林和成熟林面积占比不到 10%, 过熟林面积只有 2%。但从蓄积量来看, 幼龄林蓄积量只占 28.8%, 远低于面积所占比重, 而成熟林虽然面积比重较低, 但蓄积量占到 26%, 见图 2。

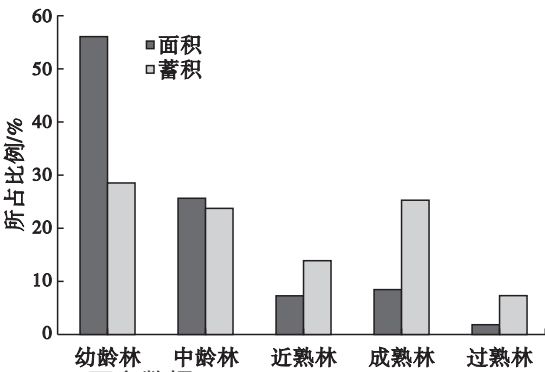


图 2 崇明 2016 年分龄级森林面积和蓄积

2.2 森林资源权属特征

从土地权属来看, 集体土地是崇明森林的主要用地, 2016 年 67% 的森林面积位于集体土地上, 其中特灌林这一比例为 89%, 竹林为 91%。从林木权属来看, 60% 的林木为国家所有, 31% 的林木属于个人所有。其中乔木林的林木以国有为主, 而特灌林和竹林的林木主要属于个人所有。崇明特灌林主要为经济果树, 林木权属为农户, 受经济因素影响易发生种植结构调整, 从而造成这些年特灌林面积的变化不稳定。以集体土地为主的土地属性和个人所有的林木权属为崇明森林资源的稳定性带来很大挑战, 见图 3、图 4。

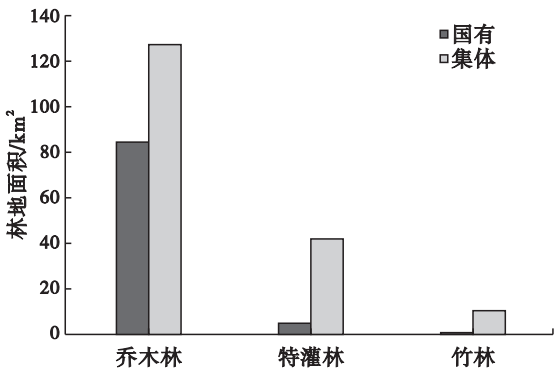


图 3 崇明森林资源土地权属特征

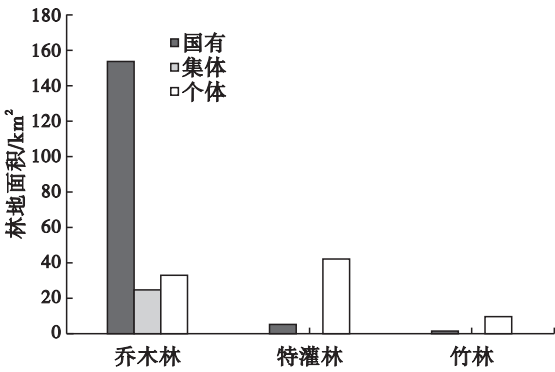


图 4 崇明森林资源林木权属特征

2.3 森林碳汇功能评估

2016 年崇明森林碳汇 29 万 tCO<sub>2</sub>, 主要来自乔木林和散生木、四旁树和疏林(下文简称“散四疏”), 其中, 乔木林碳汇为 33 万 tCO<sub>2</sub>, 散四疏碳汇为 10 万 tCO<sub>2</sub>, 但活立木消耗和森林转化产生的碳排放为 14 万 tCO<sub>2</sub>。特灌林和竹林由于面积较上一年有所减少, 根据《省级温室气体清单编制指南》推荐的方法, 不考虑其碳汇功能, 见图 5。

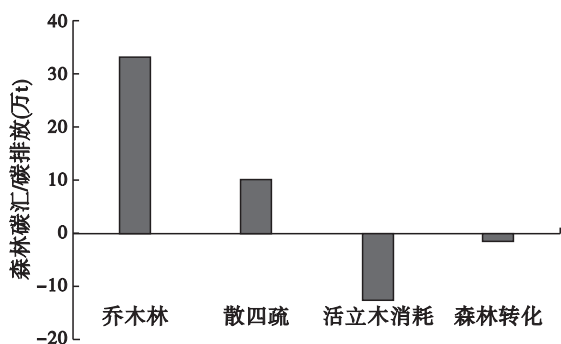


图5 崇明2016年森林碳汇和碳排放

目前,崇明正处于建设世界级生态岛的关键时期,碳排放作为国际上判断一个地区是否低碳、高效的重要指标,在崇明世界级生态岛建设过程中具有重要意义。为评估森林资源对崇明碳排放的抵消作用,基于数据可获得性,以崇明统计年鉴中的电力消费为例开展碳排放估算。根据国家发改委发布的《2012年中国区域电网平均二氧化碳排放因子》,估算得到崇明2016年电力消费产生的CO<sub>2</sub>排放约为176万t(注:由于崇明有大量的可再生能源,估算中没有扣除,这一数据高估了崇明电力消费的实际碳排放量),森林碳汇可抵消电力消费碳排放的16%。

崇明经过10多年的生态岛建设,能源结构和产业结构不断得到优化,调研发现,工业比重已经较小,能源结构以电力消费为主,油品消费其次,有少量的煤炭和天然气消费,电力消费是崇明碳排放的主要来源。可见,森林碳汇对崇明碳排放具有比较明显的抵消作用。

### 3 讨论

崇明森林资源以人工林为主,大规模的植树造林在保证森林资源快速增长的同时,森林组成不断得到优化,对森林资源稳定性影响较大的特灌林面积逐年减少,乔木林持续增长。从土地权属和林木权属来看,仍存在一定的不稳定因素,绝大部分的森林位于集体土地,通过土地流转的方式取得,在土地资源总量有限的情况下,如何权衡林地与耕地的面积分配对崇明是一个很大挑战。

崇明森林年龄结构以幼龄林为主,但幼龄林单位面积蓄积量小,因此,崇明森林蓄积量并不

高。从碳汇功能来看,大部分幼龄林的年均生长率高于中龄林和成熟林,从而可以看出,随着林木的生长,崇明碳汇功能具有很大的发展潜力。

由于数据资料有限,该文分析还不够深入,但通过分析仍能发现崇明森林资源的现状特征、发展稳定性、碳汇功能及未来潜力。在未来生态岛建设过程中,应进一步重视森林资源的合理发展,做好数据监测、清查和统计,建议定期开展森林资源发展评估和碳汇功能评估,为建设低碳的世界级生态岛提供数据支撑。

### 4 结论

近年来崇明森林资源得到快速发展,森林组成不断优化,个人所有的特灌林面积减少,而国有乔木林增加,进一步保证了崇明森林资源的稳定和健康发展。森林碳汇对崇明碳排放具有显著的抵消作用,2016年森林碳汇可抵消16%的电力消费碳排放。随着林木生长,幼龄林年生长率不断增加,森林碳汇潜力将进一步增大,对崇明建设低碳的世界级生态岛的作用将更加重要。

### 参考文献

- [1] 中国政府网. 中美气候变化联合声明[EB/OL]. [2019-1-20] [http://www.gov.cn/xinwen/2014-11/13/content\\_2777663.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2014-11/13/content_2777663.htm), 2014.
- [2] 中国政府网. 强化应对气候变化行动——中国国家自主贡献[EB/OL]. [2019-01-20]. [http://www.gov.cn/xinwen/2015-06/30/content\\_2887330.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2015-06/30/content_2887330.htm), 2015.
- [3] 中国政府网. 省级林业应对气候变化2017—2018年工作计划[EB/OL]. [2019-01-20] [http://www.gov.cn/xinwen/2017-07/26/content\\_5213487.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2017-07/26/content_5213487.htm), 2017.
- [4] 上海市政府网. 上海市节能和应对气候变化“十三五”规划[EB/OL]. [2019-1-20] <http://www.shanghai.gov.cn/nw2/nw2314/nw39309/nw39385/nw40603/u26aw51762.html>, 2017.
- [5] 上海市政府网. 崇明世界级生态岛发展“十三五”规划[EB/OL]. [2019-1-20]. <http://www.shanghai.gov.cn/nw2/nw2314/nw2319/nw12344/u26aw50776.html>, 2016.
- [6] 蔡博峰, 刘春兰, 陈操操, 等. 城市温室气体清单研究[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009: 58-59.
- [7] 赵敏, 胡静, 汤庆合. 上海森林植被的碳汇功能及其潜力分析[A]. 金均. 第二届环境污染防治应用技术交流会论文集[C]. 浙江: 浙江大学出版社, 2010: 98-102.
- [8] 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.
- [9] 王玉辉, 周广胜, 蒋延玲, 等. 基于森林资源清查资料的落叶松林生物量和净生长量估算模式[J]. 植物生态学报, 2001, 25(4): 420-425.
- [10] 黄从德, 张健, 杨万勤, 等. 四川省及重庆地区森林植被碳储量动态[J]. 生态学报, 2008, 28(3): 966-975.
- [11] ZHOU G S, WANG Y H, JIANG Y L, et al. Estimating biomass and net primary production from forest inventory data: A case study of China's Larix forests[J]. Forest Ecology and Management, 2002, 169: 149-157.