

郝丽,徐娟娟,翟园,等. 陕西省森林植被碳储量时空动态变化[J]. 陕西气象,2018(3):25-28.

文章编号:1006-4354(2018)03-0025-04

# 陕西省森林植被碳储量时空动态变化

郝丽<sup>1</sup>,徐娟娟<sup>2</sup>,翟园<sup>3</sup>,张文静<sup>1</sup>

(1. 陕西省气候中心,西安 710014;2. 陕西省气象台,西安 710014;

3. 西安市气象局,西安 710016)

**摘要:**基于陕西省第1次至第7次森林资源清查资料,采用IPCC(政府间气候变化专门委员会)推荐的碳储量计算方法,研究陕西省近30年森林碳储量、碳密度的时空变化特征,结果表明:近30年陕西省森林碳储量显著增加,由1987年 $1.21 \times 10^8$  t增加到2014年 $2.38 \times 10^8$  t,净增 $1.17 \times 10^8$  t;森林碳储量具有明显的地带性分布特点,呈现出陕南秦巴山地高,陕北高原和关中平原低的特征;森林碳储量主要分布在秦巴山林区、关山林区、黄龙山林区和桥山林区,其中汉中森林碳储量最大,其次为延安,榆林最小。各地区的森林碳储量均呈现逐渐增加趋势。

**关键词:**森林;碳储量;碳密度;陕西

**中图分类号:**S718.5

**文献标识码:**A

森林是陆地生态系统的主体,在减缓温室效应、维持全球碳平衡中发挥极其重要的作用<sup>[1]</sup>。森林碳储量问题已成为相关领域学者们的研究热点,精确估算森林生态系统的碳储量,对评价森林生态系统的碳汇功能和经济效益具有重大意义。

陕西省地处我国西北地区东部的黄河中游,属大陆性季风气候,从南向北分布有北亚热带、暖温带、中温带三个气候带,有湿润、半湿润、半干旱甚至干旱等多种气候类型。独特的气候特征反映在植被分带上,由南到北有北亚热带常绿阔叶林地带、暖温带落叶阔叶林地带、森林草原地带、温带草原地带,主要分布在秦巴山区、关山、黄龙山和桥山<sup>[2]</sup>。国内学者对陕西森林碳循环和碳储量方面做了大量工作,但大多局限于森林吸收二氧化碳的估算,进行空间分布和动态对比研究的相对较少<sup>[3-5]</sup>。为此,使用IPCC(政府间气候变化专门委员会)推荐的碳储量计算方法,研究陕西省近30年森林碳储量、碳密度的时空变化特征,

研究结果对于陕西省开展森林碳汇问题的研究具有重要的理论和现实意义。

## 1 资料来源和研究方法

### 1.1 资料来源

森林资源清查一般每5年进行一次,以省为单位,根据系统抽样原理,通过对固定样地进行定期复查实现连续观测从而达到掌握森林资源消长动态,全面了解森林资源现状的目的。陕西省森林资源连续清查体系于1978—1979年建立,采用系统抽样方法,以品字形 $8 \text{ km} \times 4 \text{ km}$ 间距机械布点构成抽样体系框架,共布设固定样地6440个,样地形状为正方形,面积 $0.08 \text{ hm}^2$ 。体系建立后,分别于1987、1990、1994、1999、2004、2009年和2014年进行了7次复查。历次复查,总体划分、样地的布设方法、数量、现状和大小一直保持稳定,仅样木固定、调查内容有所变化和增加。

所使用的森林资源数据是陕西省第1至第7次森林资源连续清查成果,包括陕西省及各地市

收稿日期:2018-01-24

作者简介:作者简介:郝丽(1982—),女,内蒙古巴彦淖尔人,硕士,工程师,主要从事碳排放与气候变化研究。

基金项目:中国清洁发展机制基金赠款项目:“延安市低碳城市试点项目”(编号:2013006);2017年陕西省青年基金项目“陕西省森林植被碳库动态及其与气候因子的关系”(2017Y-5)

区分树种和龄级的面积和蓄积量。

## 1.2 研究方法

目前,推算区域尺度森林生态系统碳储量的方法,归纳起来主要有样地清单法、生物量转换因子法、箱式法、模型模拟法以及遥感估算法等,比较流行的是生物量转换因子法。在对各种估算方法比较分析的基础上,结合学科性质,采用生物量转换因子法中的 IPCC 方法估算森林碳储量<sup>[6]</sup>。IPCC 法是以森林蓄积、木材密度、生物量转换因子和根茎比等为参数,建立材积源生物量模型,指导各国开展森林生物量估算的方法<sup>[7]</sup>。IPCC 法比较稳定,像一个标准,可以通过适当的变换,在较大的范围内使用。其基本公式为

$$C = \sum_{i=1}^n (V_i D_i B_i (1 + R_i) C_i), \quad (1)$$

式中: $C$ 为森林碳储量,单位为 t; $V_i$ 为第  $i$  个树种的森林蓄积量,单位为  $m^3$ ,数据来源于陕西省历次森林清查数据; $D_i$ 为第  $i$  个树种的基本木材密度,单位为  $t/m^3$ ; $B_i$ 为第  $i$  个树种的树干生物量转换为地上部生物量的生物量扩展因子,无量纲; $R_i$ 为第  $i$  个树种的地下生物量与地上生物量的比值,无量纲; $C_i$ 为第  $i$  个树种的生物量含碳率。不同树种的基本木材密度、生物量扩展因子、地下生物量与地上生物量的比值均采用《2005 中国温室气体清单研究》<sup>[8]</sup>中的推荐值。

## 2 结果分析

### 2.1 碳储量和碳密度的时间变化

根据陕西省 7 次森林清查资料计算了历次森林碳储量和碳密度,由图 1 和表 1 可以看出,陕西省森林资源总体呈现出总量增加、质量提高的发展态势。主要体现在:一是森林面积增加,从 20 世纪 80 年代后期到 2014 年陕西省森林面积由  $4.35 \times 10^6 \text{ hm}^2$  增加到  $7.07 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,净增  $2.72 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ;二是森林资源总量增加,从 20 世纪 80 年代后期到 2014 年陕西省森林蓄积量由  $2.59 \times 10^8 \text{ m}^3$  增加到  $4.79 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,净增  $2.20 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,历次森林蓄积量净增量由  $2.04 \times 10^7 \text{ m}^3$  增加到  $8.27 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,森林蓄积量增长速度加快;三是森林质量有所提高,乔木林每公顷蓄积量由 1987 的  $59.54 \text{ m}^3/\text{hm}^2$  增加到  $67.69 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。

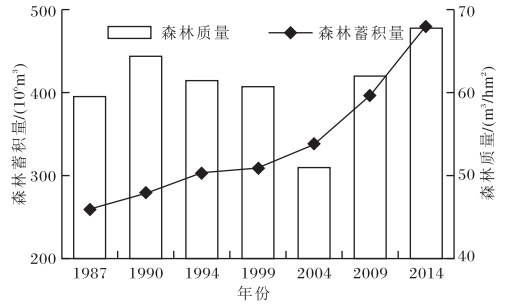


图 1 陕西省 7 次森林蓄积量和质量清查结果

表 1 陕西省森林碳储量和碳汇动态变化

调查期	面积/ $10^4 \text{ hm}^2$	碳储量/ $10^6 \text{ t}$	碳汇/ $10^6 \text{ t}$	碳密度/ ( $\text{t}/\text{hm}^2$ )	碳密度 变化/ ( $\text{t}/\text{hm}^2$ )
1987 年	434.66	121.35	—	27.92	—
1990 年	433.70	136.69	5.11	31.52	3.60
1994 年	492.56	150.48	3.45	30.55	-0.97
1999 年	508.55	153.02	0.51	30.09	-0.46
2004 年	663.95	167.88	2.97	25.29	-4.80
2009 年	639.26	199.48	6.32	31.20	5.91
2014 年	707.10	238.49	7.80	33.73	2.53

近 30 年陕西省森林碳储量显著增加,由 1987 年  $1.21 \times 10^8 \text{ t}$  增加到 2014 年  $2.38 \times 10^8 \text{ t}$ ,净增  $1.17 \times 10^8 \text{ t}$ 。森林碳储量呈现出先缓慢上升后急速上升的特点,其中 20 世纪 80 年代后期至 1999 年(第 1 次至第 4 次清查期间)碳储量由  $1.21 \times 10^8 \text{ t}$  增加到  $1.53 \times 10^8 \text{ t}$ ,净增加  $3.17 \times 10^7 \text{ t}$ ,年均增长率 1.95%;1999—2014 年(第 4 次至第 7 次清查期间)森林碳储量增长率最高,碳储量净增  $8.55 \times 10^7 \text{ t}$ ,年均增长率达 3.53%。1987—2014 年净碳汇量为  $1.17 \times 10^8 \text{ t}$ ,年均碳汇量为  $4.33 \times 10^6 \text{ t}$ ,森林碳增汇主要集中在 2004—2014 年间,这期间森林净碳汇量为  $7.06 \times 10^7 \text{ t}$ ,对森林总碳汇的贡献为 60.28%,近 30 年森林碳汇量呈现先降低后升高的“V 型”特征,碳汇最小值出现在第 4 次清查期间,最大值出现在第 7 次森林清查期<sup>[9]</sup>。从森林碳密度的状况看,陕西省森林平均碳密度介于  $25 \sim 34 \text{ t}/\text{hm}^2$ ,远低于全国平均水平( $41 \text{ t}/\text{hm}^2$ )。从 20 世纪 80 年代后期到 2014 年陕西省森林平均碳密度由  $27.92 \text{ t}/\text{hm}^2$  增至  $33.73 \text{ t}/\text{hm}^2$ ,净增  $5.81 \text{ t}/\text{hm}^2$ ,80 年代后期碳密度先上升,随后缓缓下降,到 2004 年降至最低,后

又呈快速增长特征。其中第5次与第6次清查期间碳密度增长最明显,净增加 5.91 t/hm<sup>2</sup>。

### 2.2 碳储量和碳密度的空间分布

从 2014 年陕西省森林植被碳储量的空间分布状况看(图 2),陕西森林碳储量具有明显的地带性分布特点,呈现出陕南秦巴山地高,陕北高原和关中平原低的特征。森林碳储量主要分布在秦巴山林区、关山林区、黄龙山林区和桥山林区,对应行政区为汉中、安康、商洛、宝鸡和延安,其碳储量占全省碳储量的 87.6%。其中,处于秦巴山林区的汉中森林碳储量最大,为  $7.06 \times 10^7$  t, 占全省碳储量的 29.6%;其次为延安,其管辖区涉及黄龙山林区和桥山林区,对应碳储量占全省碳储量的 17.66%;安康、宝鸡和商洛的森林碳储量也较大,对应碳储量分别占全省碳储量的 16.42%、13.4% 和 10.52%。处于关中平原的西安、渭南、铜川、咸阳碳储量较小,分别占全省碳储量的 7.36%、1.49%、1.17% 和 1.5%。位于陕西省最北部的榆林,碳储量最小,为  $2.11 \times 10^6$  t, 占全省碳储量的 0.88%。陕西省森林植被碳密度介于 18.22~50.4 t/hm<sup>2</sup>(图 3),其中西安最大,汉中和宝鸡次之,榆林最低。西安、汉中和宝鸡的碳密度高于全省平均碳密度(33.73 t/hm<sup>2</sup>),其余各地区的碳密度均低于全省平均水平,而碳储量占比较大的延安和安康碳密度分别为 30.08 t/hm<sup>2</sup> 和 28.04 t/hm<sup>2</sup>,这是由于这两地区的中、幼龄林所占面积过大,森林质量较低造成对应的碳密度较低。

从各地区的森林碳储量变化(图 4、图 5)看,均呈现逐渐增大趋势,其中汉中、延安、安康和宝

鸡碳储量变化较大,其余各地区变化不明显。从各地区碳密度的变化看,各地区碳密度均呈现出先降低后升高的趋势,其中,榆林、咸阳和渭南均

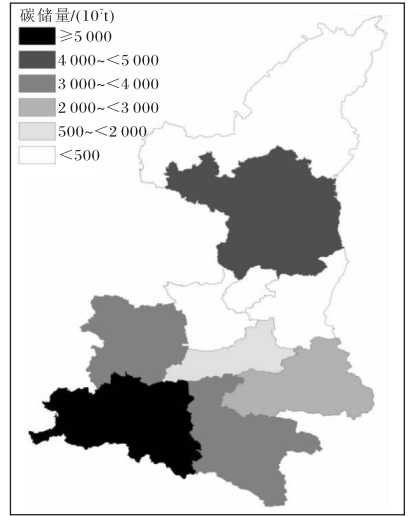


图 2 2014 年陕西省森林碳储量的空间分布

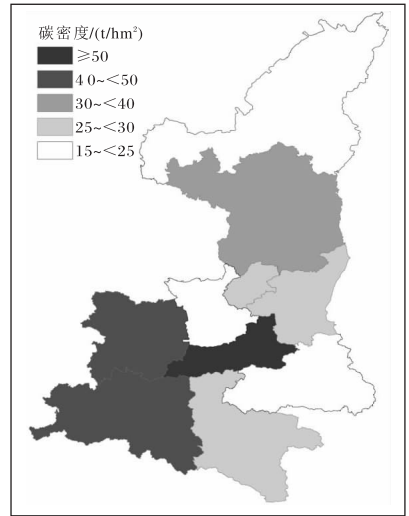


图 3 2014 年陕西省森林碳密度的空间分布

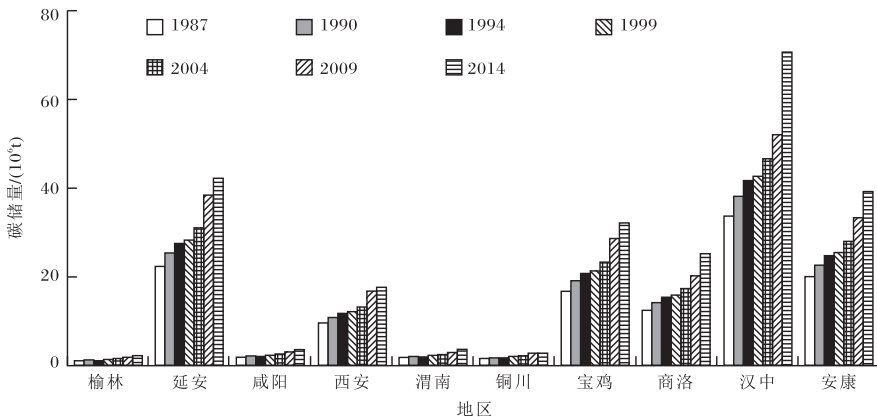


图 4 陕西省 10 地市森林碳储量变化

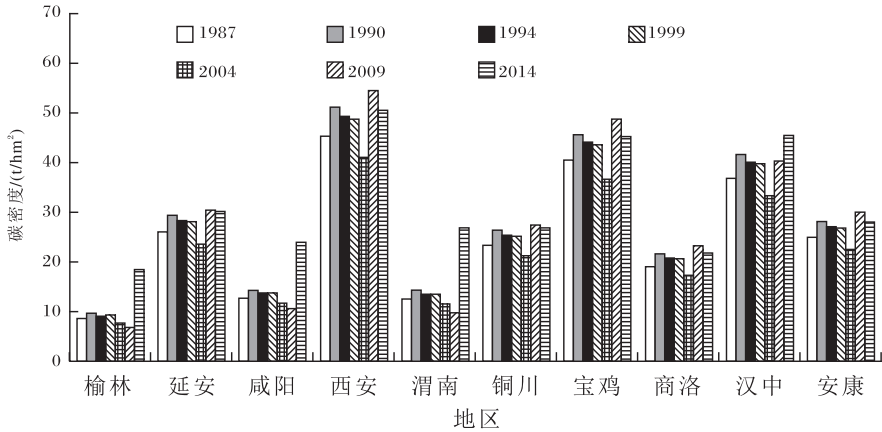


图5 陕西省10地市森林碳密度变化

是2009—2013年碳密度最低,其余地市均在2004—2008年碳密度最低。

### 3 结论

基于陕西省第1次至第7次森林资源清查数据,采用IPCC推荐的碳储量计算方法,研究陕西省近30年森林碳储量、碳密度的时空变化特征。

(1)陕西省森林资源总体呈现出总量增加、质量提高的发展趋势。近30年陕西省森林碳储量显著增加,由1987年 $1.21 \times 10^8$  t增加到2014年 $2.38 \times 10^8$  t,净增 $1.17 \times 10^8$  t,森林碳储量呈现出先缓慢上升后急速上升特点。森林碳增汇主要集中在2004—2014年间,净碳汇量为 $7.06 \times 10^7$  t,近30年森林碳汇量呈现先降低后升高的“V型”特征,森林平均碳密度介于 $25 \sim 34$  t/hm<sup>2</sup>,远低于全国平均水平。

(2)陕西森林碳储量具有明显的地带性分布特点,呈现出陕南秦巴山地高,陕北高原和关中平原低的特征。主要分布在秦巴山林区、关山林区、黄龙山林区和桥山林区,其中汉中森林碳储量最大,其次为延安,榆林最小。陕西省森林植被碳密度介于 $18.22 \sim 50.4$  t/hm<sup>2</sup>,其中,西安最大,汉中和宝鸡次之,榆林最低。从各地区的森林碳储量变化看,均呈现逐渐增大趋势,其中汉中、延安、安康和宝鸡碳储量变化较大,其余各地区变化不明显。

### 参考文献:

- [1] 续珊珊. 中国森林碳汇问题研究:以黑龙江森工国有林区为例[M]. 北京:经济科学出版社,2010:5-6.
- [2] 杜继稳,候明全,梁生俊,等. 陕西省短期天气预报技术手册[M]. 北京:气象出版社,2007:12-13.
- [3] 马琪,刘康,张慧. 陕西省森林植被碳储量及其空间分布[J]. 资源科学,2012,34(9):1781-1789.
- [4] 崔高阳,陈云明,曹扬,等. 陕西省森林生态系统碳储量分布格局分析[J]. 植物生态学报,2015,39(4):333-342.
- [5] 郝丽,孙娟,张文静,等. 陕西省温室气体排放清单研究[J]. 陕西气象,2016(2):5-9.
- [6] 邓蕾,上官周平. 基于森林资源清查资料的森林碳储量计量方法[J]. 水土保持通报,2011,31(6):143-147.
- [7] 王效科,冯宗炜,欧阳志云. 中国森林生态系统的植物碳储量和碳密度研究[J]. 应用生态学报,2001,12(1):13-16.
- [8] 国家发展和改革委员会应对气候变化司. 2005中国温室气体清单研究[M]. 北京:中国环境出版社,2014:303-312.
- [9] 郝丽,徐娟娟,翟园,等. 近30 a陕西省森林植被碳储量及其动态变化[J]. 干旱区研究,2017,34(5):1056-1062.