

云南省武定县森林碳储量研究

姜淋耀

(西南林业大学, 云南 昆明 650000)

【摘要】基于云南省第六次森林资源清查数据,采用生物量扩展系数法,对武定县的森林植被碳储量进行了全面估算。从不同的林分、起源、龄组等多个角度,深入分析了武定县的森林植被碳储量现状。经计算,武定县的森林植被碳储总量为473.9万t,平均碳密度为22.57t/hm²。其中乔木林分占据了主导地位,碳储量为417.7万t。经济林碳储量为13.8万t、国家特别规定灌木林地碳储量为42.1万t、竹林碳储量为0.01万t、其他林地碳储量为0.3万t。林分总碳库以天然林为主,占总碳库的92.55%。中龄林占总碳库的56.18%的比例。说明武定县的碳汇潜力较大。

【关键词】碳储量; 武定县; 植被

一、研究地区概述

云南省楚雄彝族自治州武定县。地处云南省楚雄彝族自治州的东北部,全县总面积为3322平方公里。地跨东经101° 55′至102° 29′、北纬25° 20′至26° 11′,乌蒙山余脉从东贯穿全境,组成一系列南北走向的高山重叠的地形,立体气候明显,属低纬高原季风气候区^[1]。年平均温度15.1℃,年平均降雨量1044.5毫米,全年无霜期239天。

武定县的森林植被丰富,主要森林类型是以云南松(*Pinus yunnanensis*)、华山松(*Pinus armandii*)为代表的温带针叶林,桤木(*Alnus cremastogyne*)为代表的落叶阔叶林,以为滇青冈(*Quercus glaucoides*)元江栲(*Castanopsis orthacantha*)主的常绿阔叶林,以车桑子(*Dodonaea viscosa*)、小石积(*Osteomeles anthyllidifolia* (Sm.))为主的灌木丛。

二、数据来源及研究方法

(一) 数据来源

数据来源于云南省第六次森林资源清查数据。

(二) 研究方法

以云南省第六次森林资源清查数据为基础,将研究区内森林植被按照林分、起源、龄组等进行分类。根据森林资源清查数据的特点并结合现有的单木生物量模型,利用各树种的不同含碳率、木材密度等对武定县的森林植被碳储量进行估算。

1. 乔木林碳储量计算方法

(1) 地上部分碳储量

$C_{\text{地上碳}} = V_{k,a} \times SVD_{k,a} \times BEF_{k,a} \times CF_{k,a}$

其中: $C_{\text{地上碳}}$ 森林植被地上部分碳储量

$V_{k,a}$ 为 k 树种 a 龄组的蓄积量

$SVD_{k,a}$ 为 k 树种 a 龄组的基本木材密度

$BEF_{k,a}$ 为 k 树种 a 龄组的蓄积生物量转换系数

$CF_{k,a}$ 为 k 树种 a 龄组的含碳率

(2) 地下部分碳储量

$C_{\text{地下碳}} = V_{k,a} \times SVD_{k,a} \times BEF_{k,a} \times CF_{k,a} \times RSR_{k,a}$

k, a

其中: $C_{\text{地下碳}}$ 森林植被地下部分碳储量

$V_{k,a}$ 为 k 树种 a 龄组的蓄积量

$SVD_{k,a}$ 为 k 树种 a 龄组的基本木材密度

$BEF_{k,a}$ 为 k 树种 a 龄组的蓄积生物量转换系数

$CF_{k,a}$ 为 k 树种 a 龄组的含碳率

$RSR_{k,a}$ 为 k 树种 a 龄组的生物量根茎比

2. 竹林、经济林和灌木林碳储量计算方法

(1) 地上部分碳储量

$C_{\text{地上碳}} = A_i \times B_i \times CF_i$

其中: i 为地类

A_i 为地类的面积

B_i 为地类的单位面积地上生物量

CF_i 为地类的含碳率

(2) 地下部分碳储量

$C_{\text{地下碳}} = A_i \times B_i \times CF_i$

其中: i 为地类

A_i 为地类的面积

B_i 为地类的单位面积地上生物量

CF_i 为地类的含碳率

表 1 各优势树种（组）含碳率（CF）、基本木材密度（SVD）、蓄积生物量转换系数（BEF）、生物量根茎比（RSR）

优势树种	CF	SVD	BEF	RSR	优势树种	CF	SVD	BEF	RSR
云南松	0.511	0.483	1.6193	0.146	硬阔类	0.497	0.598	1.6739	0.261
栎类	0.5	0.676	1.3551	0.292	针叶混	0.51	0.405	1.5875	0.267
桉树	0.525	0.578	1.2633	0.221	阔叶混	0.49	0.482	1.5136	0.262
桫木	0.491	0.541	1.4237	0.248	针阔混	0.498	0.486	1.6557	0.248
华山松	0.523	0.396	1.7845	0.17	乔木经济林	0.5	—	—	—
油杉	0.5	0.448	1.6671	0.277	灌木林	0.5	—	—	—
软阔类	0.485	0.443	1.5863	0.289	竹林	0.5	—	—	—

数据来源：《中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报》土地利用变化与林业温室气体清单 (2013)^[12]

表 2 森林各林分类型的碳储量及碳密度

林型	面积 /hm ²	森林蓄积量 /m ³	碳储量 / 万 t	碳储量比例 /%	碳密度 / (t • hm ²)
针叶林	69745	4060700	174.1	36.74	24.97
阔叶林	29899.5	1483640	77.4	16.32	25.87
针阔混交林	58870.2	3476360	166.2	35.08	28.24
经济林	7335	—	13.8	2.92	18.87
灌木	42917.9	—	42.1	8.89	9.81
竹林	3	—	0.01	—	34.97
其他林地	1184.6	—	0.26	0.05	2.19
合计	209951.6	9020700	473.9	100	22.57

三、结果与分析

（一）森林碳密度和林分碳储量分析

根据云南省第六次森林资源清查数据对武定县的森林生态系统碳库进行了估算，得到了该地区 473.9 万 t 的森林植被碳库。在表 2 中可以看到每个林型的碳储量。

武定县的森林植被碳储量中针叶林和针阔混交林比例最高，这两种林分类型占研究区域森林面积的 75.3%，并贡献了 88.14% 的森林植被总碳储量。相较而言，阔叶林对碳储量的贡献较小。（表 2）。三种

林分的碳密度也均高于其他林分类型（竹林因占地面积较少而不纳入统计）。

（二）不同起源和龄组的森林植物碳库分析

从林分不同起源的差异来看，武定县天然林林分占总碳库的 92.55%，是人工林的 12.4 倍，表明其对该地区森林植被固碳具有重要意义；全县各龄组中，中龄林碳库较其他各龄组要高得多，为 56.18%。表明武定县的森林植被对碳汇有很大的潜在影响。不同起源和龄组碳储量及占比详见表 3。

表 3 不同起源、龄组碳储量及比例

起源	幼龄林		中龄林		近熟林		成熟林		过熟林		合计	
	碳储量 / 万 t	比例 /%	碳储量 / 万 t	比例 /%	碳储量 / 万 t	比例 /%	碳储量 / 万 t	比例 /%	碳储量 / 万 t	比例 /%	碳储量 / 万 t	比例 /%
林分	96.4	23.08	234.7	56.18	71.2	17.05	12	2.87	3.4	0.82	417.8	100.00
人工林	1.6	1.70	18.3	7.81	9.8	13.74	1.3	11.03	0.03	0.90	31.1	7.45
天然林	94.8	98.30	216.3	92.19	61.4	86.26	10.7	88.97	3.4	99.10	386.6	92.55

（三）优势树种碳储量分析

因不同树种的含碳率、基本木材密度、蓄积生物量转换系数和生物量根茎比不同，因此估算出各树种的碳储量也不同。经计算，研究区碳储量最高的五类优势树种分别是云南松、栎类、桉木、车桑子和小石积，碳储量分别为260.4万t、122.6万t、25.5万t、14.4万t和10.2万t，优势树种（组）碳库占比91.39%（图1）。武定县云南松的碳库约为54.94%，为研究区最大，这与蔡丽莎^[5]研究结论相符。云南松是云南省特有树种，对武定县提高森林生态系统固碳功能具有重大意义。

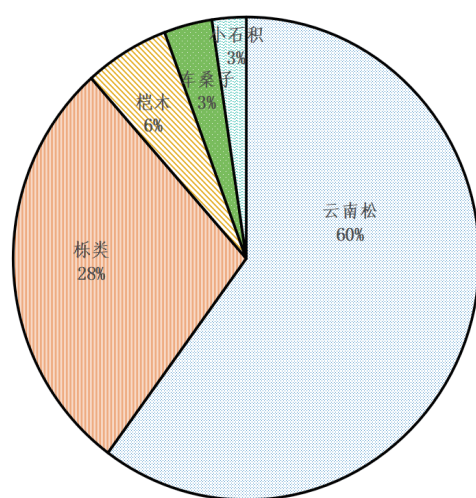


图1 各优势树种（组）碳储量比例

四、结论与讨论

武定县森林植被碳储总量为473.9万吨，平均碳密度为22.57t/hm²。乔木林碳储量为417.7万吨、国家特别规定灌木林碳储量为42.1万吨，竹林碳储量为0.01万吨，其他林地碳储量为0.1万吨。本研究以云南省第六次森林资源清查数据为基础，结合林分类型、树种起源、各龄组、优势树种（组）等因子，利用生物量扩展系数法估算武定县森林植被碳储量和碳密度。

不同树种（群）的基本木材密度、碳含量和地下茎生物量比例等都存在着明显的差异，从而对森林植被碳储量产生重要影响。研究发现：不同林型中针叶林碳储量最高，竹林最低，不同林型所占面积的差异，是造成碳储量差异的重要因素。从碳密度来看，武定县针阔叶混交林的碳密度显著大于其他林分，加强混交林经营有利于增强其固碳能力。

从森林起源来看，武定县天然林较人工林具有更大的固碳潜力，主要原因是天然林碳储量是人工林的

12.4倍。同时天然林碳密度（26.86t·hm²）高于人工林（21.37t·hm²），这与燕腾等^[2]研究结果相同。

从龄组结构上看，中龄林占有59.02%的森林面积和234.7万t的碳储量。中龄林处于高速生长期，具有较大的碳汇潜力，应加大对中龄林的经营管理，提高林分的质量^[3]。

如要准确地估算武定县森林植被碳储量，生物量扩展系数法可能存在误差。为了获得更科学和全面的结果，对其进行深入细致地研究是非常必要的。

参考文献：

- [1] 李品荣, 孟广涛, 方向京, 等. 滇中武定县种子植物区系 1[J]. 东北林业大学学报, 2009(3).
- [2] 燕腾, 彭一航, 王效科, 等. 云南省森林生态系统植被碳储量及碳密度估算[J]. 西部林业科学, 2015(5):62-67.
- [3] 肖义发, 孙鸿雁, 谢方鑫, 等. 云南省禄劝县森林碳储量分析[J]. 福建林业科技, 2018,45(3):69-72.
- [4] 杨隽菊, 段成波. 腾冲县森林植被固碳量分析[J]. 林业调查规划, 2015,40(3):13-19.
- [5] 蔡丽莎. 云南省森林植被碳储量及动态变化研究[D]. 西南林业大学; 西南林学院生态学, 2009.
- [6] 裴艳辉, 李江. 云南省森林植被碳储量及其近10年动态变化[J]. 中国水土保持科学, 2012,10(3): 93-98.
- [7] 方精云, 陈安平, 赵淑清, 等. 中国森林生物量的估算: 对 Fang 等 Science 一文 (Science, 2001, 291:2320-2322) 的若干说明[J]. 植物生态学报, 2002, 26(2):243-249.
- [8] 刘安兴, 蔡良良, 余光辉. 森林资源二类调查新颁规定的应用分析[J]. 南京林业大学学报 (自然科学版), 2006,30(2):127-130.
- [9] 方精云. 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.
- [10] 王艳芳, 刘领, 李志超, 上官周平. 豫西黄土丘陵区洛阳市森林植被碳储量和碳密度研究[J]. 草业学报, 2015, 24(10): 1-11.
- [11] 张继平, 张林波, 刘春兰, 等. 井冈山中亚热带森林植被碳储量及固碳潜力估算[J]. 生态环境学报, 2016,25(1): 9-14.
- [12] 国家发展和改革委员会应对气候变化司. 中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报[M]. 北京: 中国经济出版社, 2013:58-65.