

苍溪林业碳汇能力及价值研究

杨平, 黄中华*, 田英隆

(苍溪县林业和园林局, 四川 苍溪 628400)

摘要: CO₂ 是工业和化石燃烧的排放气体, 不断加剧温室效应, 森林大量吸收固定大气中 CO₂, 成为巨大的碳汇。为减缓不断加剧的全球气候变化, 林业正在经历发展方向的调整与转变, 固碳林业悄然兴起, 包含碳汇造林、保护森林碳库、发展低碳经济和碳替代措施等 4 个方面。在唱响“生态家园”, 发展绿色 GDP 的目标下, 摸清当地碳汇能力, 开展碳价值测算, 为低碳经济发展和保护碳库起着十分重要的作用。本文以四川省苍溪县为例, 开展林业碳储量、固碳能力、固碳潜力及固碳价值的测算和研究, 为今后绿色 GDP 计量、发展低碳经济、碳汇融资提供科学依据。

关键词: 苍溪县; 林业; 固碳能力; 碳汇价值

中图分类号: S7-9

文献标识码: A

文章编号: 1003-5508(2013)06-0044-04

A Study of the Ability and Value of Carbon Sequestration of Forestry in Cangxi County

YANG Ping HUANG Zhong-hua TIAN Ying-long

(Cangxi Bureau of Forestry and Gardens, Cangxi 628400, China)

Abstract: CO₂ the exhaust gas from industry and fossil combustion is gradually intensifying the greenhouse effect. However forests absorb and fix a great quantity of CO₂ in the air and become a huge carbon sink. In order to slow down the intensifying global climate change forestry is just experiencing the adjustment and changes of its development direction and the carbon forestry which includes four aspects: carbon sequestration forestation forest carbon sink protection low-carbon economy development and carbon alternatives is quietly emerging. With the objective of claiming “ecological homestead” and developing green GDP investigating the local carbon sequestration ability and calculating the carbon value play a very important role in developing the low-carbon economy and protecting the carbon sink. This article takes Cangxi county in Sichuan province as an example to calculate and research the forest carbon storage carbon sequestration ability carbon sequestration potential and carbon sequestration value and provides scientific basis for the future green GDP measurement low-carbon economy development and carbon sink financing.

Key words: Cangxi County Forestry Carbon sequestration ability Value of carbon sequestration

森林大量吸收固定大气中 CO₂, 成为巨大的碳汇。森林生态系统在碳循环与平衡中具有极为重要的和不可替代的地位和作用。林业碳汇就是通过森林植物吸收大气中的二氧化碳并将其固定在植被或土壤中, 减少该气体在大气中的浓度, 并与碳汇交易

结合的过程、活动或机制。主要包含碳汇造林、再造林、退化生态系统恢复、建立农林复合系统等措施增加陆地植被和土壤碳储量; 保护和维持森林碳库, 即保护现有的森林生态系统中贮存的碳, 减少其向大气中的排放; 通过发展低碳经济, 采用一系列的碳管

收稿日期: 2013-08-20

作者简介: 杨平(1964-) 男, 工程师, 主要从事大熊猫保护及森林生态研究。

理措施,减少碳排放、增加碳汇,获取最大的固碳收益;碳替代措施,通过耐用木质林产品替代能源密集型材料,利用可更新的木质燃料(如能源人工林)和采伐剩余物回收利用作燃料。

在应对全球气候变化,建设“生态家园”发展低碳经济,倡导绿色 GDP 的总目标下,碳汇林业发展将是顺势所趋。为此,摸清当地的林业碳储量、年固定碳能力、固碳潜力,开展碳汇价值测算显得尤其重要。本文以四川省苍溪县为例进行了探讨和研究。

1 苍溪县自然情况

苍溪县位于四川盆地北部深丘及低山区,长江一级支流嘉陵江中段,幅员面积 2 331.02 km²,林业用地面积 91 990 hm²,其中有林地 88 435.74 hm²,疏林地 310.2 hm²;灌木林地 1 527.57 hm²,未成林造林地 728.08 hm²,苗圃地 2.06 hm²,宜林地 993.64 hm²,森林覆盖率 38.5%。属亚热带湿润季风气候,年平均气温 16.9℃。年平均降雨量 1 160.7 mm。主要土壤种类为山地黄壤和紫色土,主要树种为柏木、马尾松、桉木、栎类等。

2 研究方法

2.1 碳汇能力测算方法

2.1.1 固碳量

植被固碳量采用光合作用方程式计算,即植被每生产 1g 干物质需要 1.63g 二氧化碳,再根据各植被类型的生产力或净生产力计算植被固定二氧化碳量或年固定二氧化碳量。

$$W_{\text{固碳}} = \sum 0.445B_iA_i$$

式中: $W_{\text{固碳}}$ 为植被固碳量(t)或年固碳量(t·a⁻¹); B 为植被生产力(t·hm⁻²)或净生产力(t·hm⁻²·a⁻¹); A 为植被面积(hm²); 0.445 为 1.63 与 27.27%(CO₂ 中 C 占 27.27%) 的乘积。

2.1.2 碳储量

林木碳储量的估算是以林木生物量为基础的,采用目前公认的“生物量转换因子法”来估测林木生物量。其生物量换算因子(B_{EF})与林木蓄积(V)之间的关系为:

$$B_{EF} = a + b/V$$

式中 a 、 b 为大于 0 的常数,通过分树种大量解析木

调查,结合二类资源调查数据,建立本地区生物量与蓄积回归方程,得出不同树种不同参数。苍溪主要林木的 a 和 b 参数表(表 1)。

表 1 主要林分类型生物量与蓄积量回归方程参数

林分类型	$a(t \cdot m^{-3})$	$b(t)$	林分类型	$a(t \cdot m^3)$	$b(t)$
柏木类	0.6129	46.1451	落叶栎类	1.1453	8.5473
马尾松	0.5101	1.0451	阔叶混交林	0.6255	91.1103
杨树	0.4754	30.6034	杂木林	0.7564	8.3103

林木的生物量是利用森林资源清查资料提供的面积和蓄积量以及 B_{EF} 的关系计算得来。计算公式:

$$B = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^5 A_{ij} \cdot B_{EF} \cdot v_{ij}$$

式中 B 为某种林木的总生物量; A_{ij} 为第 i 类林木第 j 龄级的小班面积; v_{ij} 为第 i 类林木第 j 龄级的小班蓄积量; 5 为幼中近成过 5 个龄组; n 为小班数。

2.2 碳汇价值测算方法

碳汇价值计算方法有很多,通常有市场价值法、造林成本法、碳税法。根据苍溪林业固碳能力,测算出碳汇量,采用造林成本法、碳税法分别计算出碳汇价值后,加权平均得出碳汇价值总量。造林成本法通常按每吨碳 260.9、251.4、273.3 和 305.0 元 4 个标准,由碳总量按标准分别测算。碳税法是按向大气中排放 CO₂ 的税费标准计算森林植物固定 CO₂ 的经济价值。通常按瑞典的碳税率 150 美元·t⁻¹ 碳为参照标准,即人民币 921.2 元·t⁻¹ 碳。计算公式:

$$B = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^5 A_{ij} \cdot B_{EF} \cdot v_{ij}$$

Q 为碳汇价值总量; W 为林业碳储量及年固碳量; K_{ij} 为第 i 个生态系统第 j 个碳汇及碳税率计价标准; n 为五个生态系统。

3 林业碳汇能力

近年来,苍溪实施天然林保护工程、退耕还林工程等林业重点工程之后,森林资源得到有效保护,生态环境建设取得显著成效,森林植被发挥了巨大的固碳功能,在减缓温室气候效应方面起到了积极的作用。林业碳汇能力按森林生态系统、湿地生态系统、城镇绿地生态系统、乡村绿化生态系统、通道和水系绿化生态系统 5 方面进行了测算。

3.1 林业碳储量总量

生态系统碳循环是地球碳循环的一个重要组成

部分,森林植被的碳储存功能是生态建设中的重要指标。按植被总生物量和土壤固碳率测算,苍溪县现有林业生态系统碳储量3 725.86万 t,吸收固定二氧化碳13 662.85万 t。其中,森林生态系统吸收固定二氧化碳10 484.05万 t;湿地生态系统19.84万 t;城镇绿地生态系统16.21万 t;乡村绿化生态系统3 119.18万 t;通道和水系绿化生态系统23.58万 t(参见表2)。

表2 苍溪县林业碳储量和固定 CO₂ 量(单位:万 t)

项目	森林生态系统	湿地生态系统	城镇绿化生态系统	乡村绿化生态系统	通道和水系生态系统	合计
林业 C 储量	2 859	5.41	4.42	850.6	6.43	3 725.86
固定 CO ₂ 量	10 484.05	19.84	16.21	3 119.18	23.58	13 662.85

3.2 林业年固碳量

按植被生物量年均净生产力和土壤年均固碳率测算表明,苍溪现有林业各生态系统年碳固定量266.76万 t,年吸收固定二氧化碳978.2万 t。其中,森林生态系统年吸收固定 CO₂ 量735.14万 t;湿地生态系统年吸收固定 CO₂ 量5.08万 t;城镇绿地生态系统2.51万 t;乡村绿化生态系统233.94万 t;通道和水系绿化生态系统1.53万 t(参见表3)。

表4 苍溪县林业年固碳潜力(单位:万 t)

项目	合计	增加森林和绿化面积					提高森林质量			发展林业产业							
		计	荒山造林	城镇绿化	乡村绿化	通道和 水系绿化	封山 育林	计	中幼林 抚育	疏林 改造	低产低 效改造	计	工业 原料林	森林 果林	森林 蔬菜	木本 油料林	能源 林
C 年固定量	43.62	4.41	0.92	0.05	2.8	0.11	0.53	20.29	7.77	0.1	12.42	18.92	16.91	0.11	0.18	0.91	0.81
CO ₂ 年固定量	159.97	16.21	3.39	0.18	10.27	0.42	1.95	74.39	28.49	0.35	45.55	69.37	62	0.39	0.66	3.35	2.97
CO ₂ 年国家量		735.14			5.08			2.51			233.94		1.53				978.2

4 林业碳汇价值

4.1 林业碳储量价值

采用造林成本法分别按 260.9 元·t⁻¹、251.4 元·t⁻¹、273.3 元·t⁻¹、305 元·t⁻¹测算,苍溪林业碳储量价值分别为 97.2 亿元、93.7 亿元、101.8 亿元和 113.6 亿元。按国际通行的 150 美元·t⁻¹碳,

表3 苍溪县林业年 C 固定量、CO₂ 年固定量(单位:万元)

项目	森林生态系统	湿地生态系统	城镇绿化生态系统	乡村绿化生态系统	通道和水系生态系统	合计
C 年固定量	200.47	1.39	0.68	63.8	0.42	266.76
CO ₂ 年固定量	735.14	5.08	2.51	233.94	1.53	978.2

3.3 林业年固碳潜力

按《苍溪林业发展规划》,通过采取增加森林和绿化面积,提高森林质量以及发展林业产业等措施,可充分挖掘苍溪林业的碳储量和吸收固定二氧化碳潜力。开展荒山人工造林绿化2 200 hm²,新增城镇园林绿化1 000 hm²,乡村绿化2 000 hm²,通道和水系绿化533.3 hm²,封山育林2 000 hm²;调整森林结构,改善立地条件,加强森林经营管理,提高森林质量开展中幼林抚育3.3万 hm²,疏林30.4 hm²,低产低效林1.69万 hm²;发展工业原料林1万 hm²,森林果业3 333 hm²,生物能源林3 333 hm²。苍溪林业固碳潜力巨大,年新增加碳储量43.62万 t,年吸收固定二氧化碳量159.97万 t(参见表4)。

即人民币921.2元·t⁻¹碳测算,苍溪林业碳储量价值为343.2亿元。综合加权平均法测算,苍溪现有碳储量价值为150亿元,其中森林生态系统、湿地生态系统、城镇绿化生态系统、乡村绿化生态系统、通道和水系生态系统现有碳储量的碳价值分别是115.03亿元、0.22亿元、0.18亿元、34.22亿元和0.26亿元(参见表5)。

表5 苍溪县林业碳储量价值测算

项目	碳储量 (万 t)	造林成本法(元·t ⁻¹)				碳税法(万元)	加权平均法(万元)
		260.9	251.4	273.3	305		
森林生态系统	2 859	745 913.1	718 752.6	781 364.7	871 995	2 633 710.8	1 150 347.24
湿地生态系统	5.41	1 411.47	1 360.07	1 478.55	1 650.05	4 983.69	2 176.77
城镇绿化生态系统	4.42	1 153.18	1 111.19	1 207.99	1 348.1	4 071.7	1 778.43
乡村绿化生态系统	850.6	221 921.54	213 840.84	232 468.98	259 433	783 572.72	342 247.42
通道和水系生态系统	6.43	1 677.59	1 616.5	1 757.32	1 961.15	5 923.32	2 587.17
合计	3 725.86	972 076.87	936 681.2	1 018 277.54	1 136 387.3	3 432 262.23	1 499 137.03

4.2 林业年固碳量价值

采用造林成本法,苍溪林业年固碳量价值分别为 6.96 亿元、6.71 亿元、7.29 亿元和 8.14 亿元。

按碳税法测算,苍溪林业年固碳价值 24.57 亿元。综合加权平均法测算,苍溪年固碳价值为 10.73 亿元。

表 6 苍溪县林业年固碳价值测算(单位:万 t、万元)

项目	碳储量 (万 t)	造林成本法(元·t ⁻¹)				碳税法(万元)	加权平均法(万元)
		260.9	251.4	273.3	305		
森林生态系统	200.47	52 302.62	50 398.16	54 788.45	61 143.35	184 672.96	80 661.11
湿地生态系统	1.39	362.65	349.45	379.89	423.95	1 280.47	559.28
城镇绿化生态系统	0.68	177.41	170.95	185.84	207.4	626.42	273.6
乡村绿化生态系统	63.8	16 645.42	16 039.32	17 436.54	19 459	58 772.56	25 670.57
通道和水系生态系统	0.42	109.58	105.59	114.79	128.1	386.9	168.99
合计	266.76	69 597.68	67 063.46	72 905.51	81 361.8	245 739.31	107 333.55

4.3 林业固碳潜力价值

通过不同措施提高林木固碳潜力的固碳价值估算结果。碳税法计算苍溪林业固碳潜力价值 4.02 亿元,加权平均法计算其价值为 1.76 亿元。增加森

林和绿化面积、提高森林质量和发展林产业的固碳潜力的年固碳价值分别是 0.18 亿元、0.82 亿元、0.76 亿元(参见表 7)。

表 7 苍溪县林业年固碳潜力价值测算

不同措施	碳储量 (万 t)	造林成本法(元·t ⁻¹)				碳税法(万元)	加权平均法(万元)
		260.9	251.4	273.3	305		
增加森林和绿化面积	4.41	1 150.57	1 108.67	1 205.25	1 345.05	4 062.49	1 774.41
提高森林质量	20.29	5 293.66	5 100.91	5 545.26	6 188.45	18 691.15	8 163.88
发展林业产业	18.92	4 936.23	4 756.49	5 170.84	5 770.6	17 429.1	7 612.65
合计	43.62	11 380.46	10 966.07	11 921.35	13 304.1	40 182.74	17 550.94

5 综述

苍溪县历来重视生态建设,特别是森林生态系统保持较为完好,林业碳储量 3 725.86 万 t,按碳税法测算其价值达 343.23 亿元;年固碳量 266.76 万 t,年净增价值 24.57 亿元;年固碳潜力 43.62 万 t,价值 4.02 亿元。在倡导绿色 GDP 和生态 GDP 的计算体系中,林业年固碳价值将是绿色 GDP 的重要组成部分,按目前测算价值占 2012 年全县 GDP 总量 81 亿元的 30.71%,年固碳潜力则反映了苍溪生态发展具有巨大空间和潜力,为今后地方发展决策提供科学参考。通过林业碳汇能力及价值的研究,将有助于苍溪绿色 GDP、发展低碳经济、碳汇融资

提供科学依据。

参考文献:

- [1] 赵林,殷鸣放,等.森林碳汇研究的计量方法及研究现状综述[J].西北林学院学报,2008,23(1).
- [2] 殷鸣放,杨琳,等.森林固碳领域的研究方法及其最新进展[J].浙江林业科技,2010,30(6).
- [3] 樊晓亮,闫平.森林固碳能力估测方法及其研究进展[J].防护林科技,2010(1).
- [4] 杨洪波,吴波,等.森林生态系统的固碳功能和碳储量研究进展[J].北京师范大学学报,2005,41(2).
- [5] 吕景辉,任天忠,等.国内森林碳汇研究概述[J].内蒙古林业科技,2008,34(2).
- [6] 刘璨.森林固碳与释氧的经济核算[J].南京林业大学学报,2003,27(5).