

中国平原林业工程涵养水源生态服务功能价值估算

李志沛, 张宇清, 朱清科, 郑 慧, 陈作州, 冯靖宇

(北京林业大学 水土保持学院, 北京林业大学教育部水土保持重点实验室, 北京 100083)

摘 要:平原林业是我国林业建设事业的一个重要组成部分。在过去几十年的发展中,平原林业在生态、经济、社会中发挥了重要作用。为了探讨平原林业在涵养水源生态服务功能方面的贡献,运用水量平衡法、替代工程法以及影子价格,对我国平原林业的涵养水源物质总量和经济价值进行了定量评估。经估算,2005 年我国平原林业水源涵养总量是 $1\,019.4\text{亿 m}^3$,其中华东地区为 453.5亿 m^3 ,中南地区为 304.9亿 m^3 ;我国平原林业涵养水源的总价值是 $5\,810.56\text{亿元}$,占 2005 年全国林业产业总产值的 68.69% ,单位面积平均涵养水源的价值是 $23\,154.7\text{元/hm}^2$,其中中南地区和华东地区分别是 $34\,005.8\text{元/hm}^2$ 和 $30\,334.2\text{元/hm}^2$ 。

关键词:平原林业; 涵养水源; 生态服务功能

中图分类号: Q146

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2012)03-0242-03

Evaluation on Ecological Service Values of Water Conservation Function of Forestry in the Plain of China

LI Zhi-pei, ZHANG Yu-qing, ZHU Qing-ke, ZHENG Hui, CHEN Zuo-zhou, FENG Jing-yu

(College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Key Laboratory of

Soil and Water Conservation and Combating Desertification, Ministry of Education, Beijing 100083, China)

Abstract: Plain forestry is an important component of Chinese forestry industry. With the development over several decades, plain forestry has played an important role in ecology, economy and society. This paper used the reflection engineering method, water balance method and shadow price to evaluate the water conservation function of forest in the plain areas of China. Results showed that the total amount of water reserved by plain forestry was $1.019 \times 10^{11} \text{ m}^3$, of which East China was $4.53 \times 10^{10} \text{ m}^3$ and Central South China was $3.05 \times 10^{10} \text{ m}^3$. In the plain areas of China, the total economic value of water conservation function was $5.811 \times 10^{11} \text{ Yuan}$ annually. The average economic value of forest ecosystem was $23\,154.7 \text{ Yuan/hm}^2$, of which Central South China was $34\,005.8 \text{ Yuan/hm}^2$ and East China was $30\,334.2 \text{ Yuan/hm}^2$.

Key words: plain forestry; water conservation; ecosystem service

水资源短缺和水污染问题使得森林涵养水源的生态服务功能引起了高度关注。森林涵养水源,通常指森林生态系统对降水的拦截和储藏。涵养水源的服务功能是森林生态系统服务功能的重要组成部分,研究其价值具有重要的理论和实践意义。森林涵养水源功能主要表现在以下几个方面:蓄水功能、调节径流功能、净化水质、削洪抗旱等^[1]。

平原林业是我国林业建设事业的一个重要组成部分。它在改善农业生态环境、调整农村经济结构、保证农业稳产高产、增加森林资源和林副产品、促进

农业全面发展、提高群众生活水平方面有着重要的作用^[2]。本文以平原林业为例,探讨其涵养水源生态服务功能的经济价值,以便丰富森林生态系统功能的价值量化研究,客观评价我国平原地区林业建设所取得的成就。

1 研究区概况

我国平原地域辽阔,主要分布在东北、华北、长江中下游、珠江三角洲等地区,包括 26 个省(市、自治区),186 个市,共 958 个平原县、半平原县和部分平

收稿日期: 2011-03-10

修回日期: 2011-11-07

资助项目: 林业公益性行业科研专项项目“典型平原区生态安全林业保障体系构建机理及功效评价研究”(200804008)

作者简介: 李志沛(1979—),男,山西大同人,博士研究生,主要研究方向:复合农林系统经营。E-mail: lzp790820@163.com

通信作者: 张宇清(1971—),男,宁夏人,博士,副教授,主要研究方向:复合农林系统经营。E-mail: zhangyq@bjfu.edu.cn

原县。国土总面积 227.67 万 km²,研究区内耕地面积 4 937.2 万 hm²,总人口 50 709 万人,全区林业总产值 3 324.2 亿元,农民人均纯收入 3 687 元。平原地区的水肥等自然条件相对较好,是全国重要的粮、棉、油生产基地,同时也是我国重要的木材生产基地。

经过几十年的努力,平原地区森林覆盖率由 1987 年的 7.3% 提高到现在的 15.7%^[3],各地平原林业发展迅速。特别是以林业重点工程为带动,以农田防护林体系为主体,以村镇绿化(含城镇)为基础,结合通道绿化、河流干渠绿化,使广大平原地区造林面积迅速增加,造林质量明显提高,生态环境明显改善。截至 2005 年,全国平原地区林业用地折合面积达到 2 508.85 万 hm²,占全国林业用地面积的 8.88%;活立木蓄积量达到 10.03 亿 m³,平原地区木材产量达到 2 429.15 万 m³,占全国木材产量的比例达到了 43.7%;平原地区林业总产值 3 324.16 亿元,

占全国林业总产值的 39.29%;平原区农田林网的林网化控制率达到 78.11%,林带折合面积 206.59 万 hm²;农林间作折合面积 32.50 万 hm²;村镇(包括城镇)绿化总面积 335.49 万 hm²,村镇平均绿化率 28.43%;绿色通道绿化总面积达 230.625 万 hm²,平均绿化率 74.46%;片林总面积 1 703.63 万 hm²,其中用材林面积 593.88 万 hm²,防护林总面积 645.35 万 hm²,经济林总面积 366.48 万 hm²。

2 材料和方法

2.1 数据收集

本研究数据主要来自《全国平原林业功效调查》项目,实际统计数据为全国 26 个省,177 个市,868 个县;降雨资料来自 2005 年《中国水资源公报》^[4];以及一些前人总结的数据资料。按照《全国平原绿化工程建设规划》,将 26 个省(直辖市、自治区)分为 6 个大区,详见表 1。

表 1 平原地区降雨和林业建设概况

区域	省级行政区	年降雨量/ mm	各类平原林业建设面积/hm ²				
			农田林网	农林间作	村镇绿化	绿色通道	片林
华北区	北京	468.0	17707.8	18.2	19485.3	13509.8	86356.4
	天津	517.1	59691.5	723.7	22226.1	24587.8	43595.0
	河北	472.5	178523.1	29997.9	575166.1	371046.2	1136488.8
	山西	463.0	58321.3	6096.0	271708.0	35902.1	650054.3
	内蒙古	214.1	72347.4	21879.7	51772.7	55570.0	994349.6
东北区	辽宁	738.3	75367.6	5885.4	78725.8	91269.0	643283.6
	吉林	700.1	102115.6	1089.8	43417.6	52294.0	1471822.6
	黑龙江	501.5	233609.2	10126.7	126707.7	89503.6	1125557.4
华东区	上海	1071.2	7620.5	0.0	10185.7	13336.6	67683.4
	江苏	1084.0	222892.9	15576.1	277180.1	240482.2	802247.0
	浙江	1661.1	21143.8	82.0	52229.6	21267.8	827124.7
	安徽	1208.3	155725.3	10563.7	417692.3	123863.6	869170.8
	福建	1911.1	1532.8	0.5	13773.3	5516.5	650412.0
	江西	1668.0	33808.4	1591.9	42089.6	38301.9	546564.6
	山东	810.7	249962.7	27408.5	467497.8	405928.0	1880359.3
	河南	906.0	241039.5	26000.5	356709.8	265188.0	714815.1
	湖北	1089.2	70981.3	19587.3	99072.1	63856.7	324253.5
中南区	湖南	1380.7	19082.5	34.0	52287.5	38357.2	262464.8
	广东	1765.7	21197.3	35.0	114407.1	9515.1	717014.9
	广西	1454.2	12875.5	400.0	44681.3	81579.1	919165.5
	海南	1756.6	8418.9	2401.5	44661.4	30569.1	550245.1
西南区	四川	1044.9	9313.3	3768.3	31351.8	124595.5	341056.5
西北区	陕西	650.7	42737.1	3310.9	59774.3	27721.6	443675.4
	甘肃	306.9	35640.3	1178.2	20715.7	22251.4	235265.8
	宁夏	198.8	16445.4	2423.2	5053.0	9714.7	62177.1
	新疆	193.7	97835.3	134846.8	62508.5	50474.1	671118.5

2.2 涵养水源物质质量计算方法

森林生态系统水源涵养量,是指森林土壤的拦

截、渗透与储藏雨水的数量。从整个降雨过程来看,雨水降落到林地以后,由于重力的作用,会不停地通

过土壤渗入地下,在林地根系和枯落物的作用下,土壤结构和孔隙状况有所改善,有利于水分的贮存和入渗。通常情况下,森林土壤不会因水分饱和而产生地表径流,到达地面的雨水,都会贮存在林地土壤层中,转变为蒸散发和径流;因此,水源涵养量可通过降雨量、蒸散发量及林地土壤涵养能力等关系来推算^[5]。对涵养水源的物质质量计算方式主要有:水量平衡法,年径流量法^[6],截留法^[6-7]。本研究运用水量平衡法来计算。公式如下:

$$W = 10 \sum_{i=1}^n (R_i - E_i) A_i = 10 \sum_{i=1}^n \theta_i R_i A_i$$

式中: W ——涵养水源量 (m^3/a); R_i ——第 i 省份平均降雨量 (mm/a); A_i ——第 i 省份的林业用地面积 (hm^2); E_i ——第 i 省份林地平均蒸散量 (mm/a); θ_i ——第 i 省份径流系数。

2.3 涵养水源价值量计算方法

涵养水源价值评估,就是采用各种方法对森林涵养水源价值进行估算。直接计算森林涵养水源的价值有困难,因此人们应用一种替代技术,即替代工程法,也叫影子工程法。为实现与森林涵养水源量相同的蓄水功能,假设存在一个工程,而且该工程的价值是可以计算的,那么该工程的修建费用或者说造价,就可以替代那个森林的涵养水源价值。这样,森林涵养水源价值的计量就转化为寻找恰当的工程造价的计量。

目前,国内外关于森林涵养水源量的定价标准存有争议。其中代表性的方法有 6 种^[8]: ①根据水库工程的蓄水成本来确定。②根据供用水的价格来确定。③根据电能生产成本来确定。④根据级差地租来确定。⑤根据区域间的水源运输费来确定。⑥根据海水淡化费用来确定。

在上述 6 种方法中,第 ① 和第 ② 种方法比较常用。本文采用 ①,因为森林涵养水源与水库蓄水的本质类似,其蓄水价值应根据蓄积 1 t 水的建水库花费为标准;采用 ② 是因为供水价格是水的商品价格,森林涵养水源的价值应该根据水的商品价格来确定。

3 结果与分析

3.1 平原林业水源涵养的物质质量

我国平原地域辽阔,分布于 26 个不同的省份,由于地域自然条件的差异性,尤其是降雨量和蒸散量的不同,导致各地的水源涵养功能的作用大小、影响程度明显不同。

本研究运用水量平衡法计算平原林业的涵养水源服务功能的物质质量,但全国各地蒸散量不易确定,

因此根据已有的我国学者对森林蒸散量的研究,我国森林区域的年蒸散量占年总降水量的 30% ~ 80%^[8],最后取年降雨量的 55% 作为蒸散消耗量。因此我国平原区的年降雨量 55% 被林地消耗后,余下的就是平原林业年涵养水源量。2005 年全国平原林业水源涵养总量是 1 019.4 亿 m^3 ,其中华东地区最大,是 453.5 亿 m^3 ;中南地区其次,为 304.9 亿 m^3 ,其他地区详见图 1。

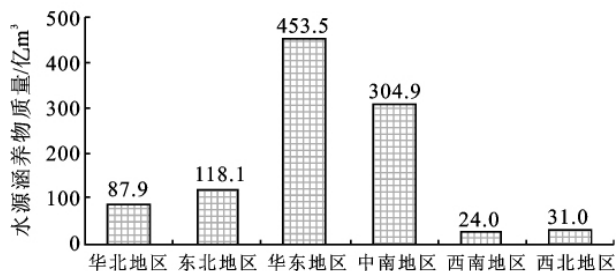


图 1 我国不同地区水源涵养物质质量

3.2 平原林业水源涵养的价值

计算出水源涵养的物质质量后,再运用影子工程法,评价森林对水源涵养的经济价值。本文水的影子价格由水库的蓄水成本确定,取 5.714 元^[9],用水的影子价格乘以涵养水源总量,即可算出平原林业生态系统涵养水源的价值。

从表 2 中看出,我国平原林业系统涵养水源的总价值是 5 810.56 亿元,相当于 2005 年全国林业产业总产值的 68.69%。其中华东地区和中南地区的涵养水源价值最多,分别达到 2 584.72 亿元和 1 738.00 亿元,占全国平原地区的 44.48% 和 29.91%。全国平原地区单位面积平均涵养水源的价值是 23 154.7 元/ hm^2 ,其中中南地区和华东地区单位面积涵养水源的价值最高,分别是 34 005.8 元/ hm^2 和 30 334.2 元/ hm^2 。

表 2 我国平原林业工程涵养水源的价值

区域	水源涵养物质质量/万 m^3	水源涵养价值/万元	单位面积涵养水源价值/(元· hm^{-2})
华北地区	879307.2	5012051.0	10448.0
东北地区	1181361.6	6733760.9	16222.9
华东地区	4534605.2	25847249.6	30334.2
中南地区	3049124.5	17380009.7	34005.8
西南地区	239844.7	1367114.6	26801.7
西北地区	309728.0	1765449.8	8805.8
合计	10193971.2	58105635.7	23154.7

4 结论

我国平原地区地域辽阔,自然地理条件复杂,气候、土壤、植被、地质地貌等因素直接影响水源涵养功能的作用大小、影响程度。

(下转第 273 页)

的趋势,即“V”型,西葫芦呈上升—下降—上升趋势,即“N”型。

(2) 影响不同作物的光合速率的环境因子不同,本文运用数学统计进行分析,结果显示,5种作物的PAR和RH与 P_n 均呈极显著正相关($p < 0.01$),而不同作物 P_n 与 T_L 和 C_a 的相关性不同,其中茄子、黄瓜和甜瓜下 C_a 与 P_n 呈极显著正相关($p < 0.01$)。茄子 P_n 与 T_L 呈极显著正相关($p < 0.01$),甘蓝和西葫芦 P_n 与 T_L 显著负相关($p < 0.05$),甜瓜 P_n 与 T_L 呈极显著负相关($p < 0.01$),黄瓜 P_n 与 T_L 无显著相关关系($p > 0.05$)。

参考文献:

- [1] 张振贤,郑国生,赵德婉. 大白菜光合作用特性的研究[J]. 园艺学报,1993(1):38-44.
- [2] Ceulenan S R, Mousseau M. Effects of elevated atmospheric CO₂ on woody plants[J]. New Phytologist, 1994,127(3):425-446.
- [3] 俞继华,秦舒浩,苏英杰,等. 二茺茄与快圆茄光特性的研究[J]. 甘肃农业大学学报,2002,37(3):62-66.
- [4] 高志奎,高荣孚,何俊萍,等. 温室茄子光合数学模型与光合生化模型模拟分析[J]. 生态学报,2007,27(6):

2265-2271.

- [5] 韩瑞锋,李建明,白润峰,等. 水分对甜瓜叶片光响应特性的影响[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2011,39(7):123-128.
- [6] Jung S Y, Steffen K L. Influence of photosynthetic photon flux densities before and during long term chilling on xanthophyll cycle and chlorophyll fluorescence quenching in leaves of tomato[J]. Physiologia Plantarum,1997(4): 958-966.
- [7] Yakir D, Rudich J, Bravdo B. Photoacoustic and fluorescence measurements of the chilling response and their relationship to carbon dioxide uptake in tomato plants[J]. Planta,1985,164(3):345-353.
- [8] 胡文海,喻景权. 低温弱光对番茄叶片光合作用和叶绿素荧光参数影响[J]. 园艺学报,2001,28(1):41-46.
- [9] 傅伯杰,陈利顶,马克明. 黄土丘陵区小流域土地利用变对生态环境的影响:以延安市羊圈沟流域为例[J]. 地理学报,1999,54(3):241-246.
- [10] 王栓全,刘冬梅,刘普灵. 燕儿沟生态农业建设的综合效益[J]. 水土保持通报,2003,23(6):69-72.
- [11] Guo L P, Huang L Q. Ecological research on resources of Chinese herbal medicine[J]. Chinese Materia Medica,2004,29(7):615-618.

(上接第244页)

从计算涵养水源量的水量平衡法中可知,涵养水源量受林地面积、降水量及蒸散量三个指标影响。我国降水量北少南多和西少东多的地理分布,导致我国平原林业工程单位面积涵养水源量呈现从北向南、从西向东逐渐增大的特征,同时也导致了其单位面积水源涵养经济价值出现相似的分布规律。由表2可知,我国平原区单位面积涵养水源服务功能的价值变化规律,由北向南变化区间为10 448.0~34 005.8元/hm²,由西向东变化范围为8 805.8~30 334.2元/hm²。

在我国平原地区,林业的快速发展不仅为社会提供直接产品,其间接的价值也不可忽视,而且这种价值对人类的贡献比林产品提供的价值更显著。本文只是对我国平原区林业的涵养水源服务功能进行初步的、不完全的估算,随着人们对森林生态功能认识的不断深入,估算方法的不断创新,其水源涵养功能的价值估算将会更加明显和精确。

参考文献:

- [1] 姜文来. 森林涵养水源的价值核算研究[J]. 水土保持学

报,2003,17(2):34-37.

- [2] 蒋建平,武禄光. 试论平原林业[J]. 河南农业大学学报, 1994,28(2):103-110.
- [3] 李冰. 加快平原林业发展:推进社会主义新农村建设[J]. 国土绿化,2006(3):26.
- [4] 中华人民共和国水利部. 中国水资源公报[M]. 北京:中国水利水电出版社,2005.
- [5] 程根伟,石培礼. 长江上游森林涵养水源效益及其经济价值评估[J]. 中国水土保持科学,2004,2(4):17-20.
- [6] 姜海燕,蒋春英,徐东艳,等. 辽宁东部山区森林涵养水源的生态服务功能价值估算[J]. 辽宁林业科技,2005(3):6-10.
- [7] 吴岚,秦富仓,余新晓,等. 水土保持林草措施生态服务功能价值化研究[J]. 干旱区资源与环境,2007,21(9): 20-24.
- [8] 侯元兆. 中国森林资源核算研究[M]. 北京:中国林业出版社,1995.
- [9] 余新晓,秦永胜,陈丽华,等. 北京山地森林生态系统服务功能及其价值初步研究[J]. 生态学报,2002,22(5): 784-786.