

中国森林生态系统服务功能价值评估

余新晓¹, 鲁绍伟^{1*}, 靳 芳², 陈丽华¹, 饶良懿¹, 陆贵巧³

(1. 水土保持与荒漠化防治教育部重点开放实验室, 北京林业大学水土保持学院, 北京 100083;
2. 国家林业局科技司, 北京 100714; 3. 河北农业大学, 保定 071000)

摘要: 森林作为陆地生态系统的主体, 在全球生态系统中发挥举足轻重的作用, 其服务功能价值的评估是研究的一个热点。本研究根据全国第 5 次资源清查资料 (1994~1998 年) 及 Costanza 等人的计算方法估算了我国森林生态系统八项服务功能的总价值为 30601.20×10^8 yuan/a, 其中间接价值是直接经济价值的 14.94 倍; 在我国森林生态系统中, 单位面积的各种森林生态系统所提供的年平均价值为 23095.25 yuan/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$)。在森林涵养水源、固碳释氧、营养物质循环、净化空气和保护土壤五项服务功能中, 热带雨林、季雨林单位面积所提供的价值量最大为 32417.45 yuan/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$) , 温带荒漠单位面积所提供的价值最小为 12507.90 yuan/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$) ; 在森林生态系统各项服务功能价值的贡献之当中, 其大小顺序依次为: 固碳释氧 > 净化空气 > 土壤保持 > 涵养水源 > 养分循环 > 林木、林副产品 > 维持生物多样性 > 森林游憩。该研究的目的在于尽快将自然资源和环境因素纳入国民经济核算体系而最终为实现绿色 GDP 提供基础, 为我国可持续发展的政策与生态环境保护提供科学依据。

关键词: 森林生态系统; 生态系统服务功能; 评估; 价值

文章编号: 1000-0933(2005)08-2096-07 **中图分类号:** X176 **文献标识码:** A

The assessment of the forest ecosystem services evaluation in China

YU Xin-Xiao¹, LU Shao-Wei^{1*}, JIN Fang², CHEN Li-Hua¹, RAO Liang-Yi¹, LU Gui-Qiao³ (1. *Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Combating, Ministry of Education, Beijing 100083, China*; 2. *Department of Science and Technology, State Forestry Administration, Beijing 100714, China*; 3. *Agricultural University Hebei, Baoding 071000, China*). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(8): 2096~2102.

Abstract: Forest, as the main body of land ecosystem, plays an important role in global ecosystem. The research on forest ecosystem services evaluation has been the focus of discussion. According to the fifth national investigation of forest resource (1994~1998) and the estimation method given by Costanza *et al*, the research has estimated that the total value of the eight forest ecosystem services in China is 30601.20×10^8 yuan/a, the indirect economic value is as 14.94 times as the direct economic value, and all kinds of forest ecosystems of unit acreage provides the average value of 23095.25 yuan/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$). The tropic provides the biggest value of 32417.45 yuan/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$) and the desert of temperate zone provides the smallest value of 12507.90 yuan/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$) in water storage, C fixation and O_2 release, nutrients cycle, air quality purifying and erosion control of forests. Among contribution of value of all ecosystem services, the order of value is below: C fixation and O_2 release > air quality purifying > erosion control > water storage > nutrients cycle > timber and other products > provisioning of habit > recreation and eco-tourism. The aim of research is that the factors of natural resources and environment will be taken up by the business accounting system of national economy quickly, which provides the basis for realizing the green GDP in the end and provides the scientific basis for the policy of sustainable development and the protection of environment.

Key words: forests ecosystem; forests ecosystem services; assessment; value

基金项目: 国家重大基础研究前期专项资助项目 (2003CCB00500)

收稿日期: 2004-11-23; **修订日期:** 2005-06-10

作者简介: 余新晓 (1961~), 男, 甘肃平凉市人, 博士, 教授, 主要从事水土保持、森林水文和生态水文研究. E-mail: yuxinxiao@bjfue.edu.cn

* **通讯作者** Author for correspondence. E-mail: hblsw8@163.com

Foundation item: the National Key Project for Previous Special Basic Research in China (No. 2003CCB00500)

Received date: 2004-11-23; **Accepted date:** 2005-06-10

Biography: YU Xin-Xiao, Ph. D., Professor, mainly engaged in water and soil conservation, forest hydrology and ecohydrology. E-mail: yuxinxiao@bjfue.edu.cn

森林生态系统服务功能是指森林生态系统与生态过程所形成及所维持人类赖以生存的自然环境条件与效用。从复生生态系统的角度来看,它不仅包括该系统为人类提供食品、医药和其他工农业生产的原料,更重要的是支撑与维持地球的生命支持系统,维持生命物质的生物地化循环与水文循环,维持生物物种与遗传多样性,净化环境,维持大气化学的平衡与稳定。人们逐步意识到,生态服务功能是人类生存与现代文明的基础,科学技术能影响生态服务功能,但不能替代自然生态系统服务功能。由于人类对生态系统的服务功能及其重要性不甚了解,导致了生态环境的日益破坏,从而对生态系统服务功能造成了明显损害,随着对可持续发展机制研究的深入,人们发现维持与保育生态系统服务功能是实现可持续发展的基础,分析与评价森林生态系统服务功能的价值已成为当前生态学与生态经济学研究的前沿课题。

正因为森林具有吸收二氧化碳、涵养水源、调节气候、防风固沙、保护生物多样性等生态功能,是陆地生态系统的主体,森林的兴衰直接关系到全球经济和社会的发展,也直接影响生态环境。为此,客观、科学地评价森林生态系统服务功能对于提高人们的环境意识、促进将环境被纳入国民经济核算体系及正确处理社会经济发展与生态环境保护之间的关系具有重要的现实意义。

1 森林生态系统服务功能价值评价

近年来,国际上对生态系统服务功能的研究十分重视。1991 年国际科学联合会环境委员会组织召开的一次会议上专门讨论了如何进行生物多样性的定量研究;Constanza 等人^[1]综合了国际上已经出版的用各种不同方法对生态系统服务价值的评估研究结果,在世界上最先开展了对全球生物圈生态系统服务价值的估算;Pimentel 等^[2]研究报道,全球仅水土流失导致水库淤积所造成的损失约 60 亿美元;1978 年,日本林野厅利用数量化理论多变量解析方法对全国 7 种类型的森林生态效益进行了经济价值的评估,其价值为 910 亿美元,相当于 1972 年日本全国的经济预算;许多学者从不同的角度对生态系统的服务功能及其价值进行了研究^[3~5]。但 Opschoor 等^[6]认为该评估结果难以令人信服。尽管如此,Constanza 为大区域的生态系统服务价值评估提供了可参考的方法。

我国自 20 世纪 80 年代开始森林生态系统服务功能评价工作。1983 年,中国林学会开展了森林综合效益的研究;侯元兆^[7]等人首次全面地对中国森林资源涵养水源、防风固沙、净化空气价值进行了评估;薛达元,包浩生,李文华^[8]1999 年采用费用支出法、旅行费用法)及条件价值法对长白山自然保护区生物多样性旅游价值进行了评估,从生态系统服务价值评估角度来看,该研采用了较精细的方法对森林生态系统的娱乐价值,文化价值进行了探索性的研究;中国生物多样性国情研究报告编写组^[9]将中国生物多样性的经济价值分为直接使用价值、间接使用价值、潜在使用价值等 3 类开展了评估研究;欧阳志云等^[10]从有机物质的生产、维持大气 CO₂ 和 O₂ 的平衡、营养物质的循环和储存、水土保持、涵养水源、生态系统对环境污染的净化作用等 6 个方面,在大量生态学研究基础上,采用生态经济学方法,初步对中国陆地生态系统服务的价值进行了估算。这一粗略估算为我国社会经济环境的综合决策提供了科学参考;陈仲新等^[11]按照自然状况分类,把中国植被类型划分为 10 类陆地生态系统和两类海洋生态系统,并参照 Constanza 等人的研究方法,对中国生态系统的功能与效益也进行了价值评估;我国著名植物学家张新时根据 Constanza 等人的研究,按照面积比例对我国生态系统的服务功能经济价值进行了评估;蒋延玲,周广胜等^[12]根据全国第 3 次森林资源清查资料及 Costanza 等的方法估算了我国 38 种主要森林类型生态系统服务的总价值,结果表明森林生态系统的最大价值反映在生态效益上,其价值是经济价值的 3.92 倍。赵同谦^[13]评价我国森林生态系统的林副产品提供等 10 项服务功能的总价值为 14060.05 亿元;其它研究案例还有毕晓丽、葛剑平^[14]基于 IGBP 土地覆盖对中国陆地生态系统服务功能评价为 40690 亿元,等等^[15~17]。

2 研究方法

研究方法包括资料收集、价值估算和相关分析 3 个方面。

2.1 基础资料收集

本项研究整理了国内外森林生态系统服务功能、我国森林生态系统定位站、全国第五次森林资源清查、全国第二次土壤侵蚀遥感调查等相关研究成果,从而为该项研究的进行提供牢靠的基础。

2.2 我国森林生态系统服务功能价值估算

对我国森林生态系统服务功能价值估算主要依托从北到南、从西到东热量和水分分布的两条主线,并借助于中国森林生态系统多个定位观测站观测资料,形成涵盖我国所有森林生态系统类型(寒温带针叶林区、温带针阔叶混交林区、暖温带落叶阔叶林区、亚热带常绿阔叶林区、热带季雨林、雨林区、青藏高原高寒植被区、温带草原区域、温带荒漠区域)的研究网络体系,通过采用费用支出法、市场价值法及条件价值等方法对各种服务功能及各气候带服务功能价值的估算,最后推算出我国森林生态系统服务功能的总体价值。

2.2.1 林木产品、林果产品评价 森林生态系统为人类提供大量的木材并且是人类重要的食物来源,采用市场价值法来评估其价值。根据《1998 年全国林业统计指标》中提供的有关数据^[18],从而确定林木产品、林果产品的价值。

2.2.2 森林游憩价值评价 森林游憩价值采用市场价值法来进行估算。根据《1998 年全国林业统计指标》中给出的相关数据,

找出隶属林业系统管辖的自然保护区、森林公园、风景名胜区等全年旅游直接收益,根据《中国统计年鉴 1999 年》中的统计数据^[19],估算游览在整个旅游收入中所占的比例。按此比例估算,从而得出 1998 年森林生态系统提供休闲旅游功能的总价值。

森林游憩价值=隶属林业系统管辖的自然保护区、森林公园、风景名胜区等全年旅游直接收益/ 游览在整个旅游收入中所占的比例

2.2.3 涵养水源功能评价 目前,根据目前国内外的研究方法和成果,森林涵养水源的总量可以根据森林区域的水量平衡法来计算,亦可以根据森林土壤蓄水能力和森林的径流量来计算,其中,水量平衡法能够较好的反映实际情况^[7]。本研究以区域水量平衡法来计算中国森林各气候带每年涵养水源的总量,最后计算出经济价值:

$$V=W\times P=(R-E)\times A\times P \tag{1}$$

式中, V 为我国森林年涵水量的经济价值(yuan/a), W 为涵养水源量(m^3/a); R 为各气候带平均降水量(mm/a); A 为各气候带森林面积(hm^2); E 为各气候带森林平均蒸散量(mm/a)。 P 为单位蓄水费用($0.67\text{yuan}/\text{m}^3$)

通过使用 Arcgis 软件,对全国第 5 次森林资源清查数字地图进行气候带分区,得出我国森林各气候带针、阔叶林的面积,蒸散量数据来自于各气候带森林生态系统定位站实测数据。

2.2.4 固定 C 和释放 O_2 功能评价 利用周广胜^[20]对我国森林生态系统净初级生产力(NPP)研究成果为依据,根据光合作用方程式估算森林光合固 C 释 O_2 量,固 C 释 O_2 生态效益分别采用中国造林成本法 273.3 yuan /t C 和 369.7 yuan/t O_2 ^[7]进行评价。

2.2.5 营养物质循环与储藏功能评价 该研究主要计算森林干物质主要营养元素 N、P、K 3 种元素物质的含量。在森林营养物质积累量的计算中,以各气候带营养元素 N、P、K 在植物体中的百分含量^[21]为依据,再结合第 5 次全国森林资源清查数据处理的结果(各气候带针、阔叶林面积)、我国净第 1 性生产力的分布来计算我国森林生态系统年固定营养物质 N、P、K 的总量。在价值量计算中,以我国化肥平均价格 2549yuan/t 来计算^[22]。

2.2.6 净化空气功能评价

(1) SO_2 的净化功能评价方法 国家环保总局南京环境科学研究所编写组在《中国生物多样性国情研究报告》^[9]中,采用 SO_2 的平均治理费用评价我国森林净化 SO_2 的价值。其依据分别是:森林对 SO_2 的吸收能力:阔叶林 $q_1=88.65\text{ kg}/(\text{hm}^2\cdot\text{a})$; 针叶林 $q_2=215.6\text{ kg}/(\text{hm}^2\cdot\text{a})$ 。

我国森林年吸收 SO_2 的总量:

$$Q=Q_1+Q_2=q_1S_1+q_2S_2 \tag{2}$$

式中, Q 为我国森林年吸收 SO_2 的总量; Q_1 、 Q_2 分别为各气候带针叶林、阔叶林年吸收 SO_2 的总量; S_1 、 S_2 分别为各气候带阔叶林、针叶林的面积。

(2)滞尘功能评价方法 森林净化粉尘的价值,同样可用削减粉尘的平均单位治理费用来评估^[23]。据测定,我国森林的滞尘能力 阔叶林 $q_1=10.11\text{ t}/(\text{hm}^2\cdot\text{a})$,针叶林 $q_2=33.2\text{ t}/(\text{hm}^2\cdot\text{a})$ 。

我国森林滞尘的总量(K) $K=q_1S_1+q_2S_2$ (3)

价值量按照除尘运行成本 170yuan/t 来计算经济价值。

2.2.7 水土保持功能评价

(1)我国森林生态系统每年减少土壤侵蚀的总量 结合全国第 2 次土壤侵蚀遥感调查图与不同气候带具有代表性的主要森林类型侵蚀模数从大小两个尺度上确定我国森林土壤的现实侵蚀模数;潜在土壤侵蚀模数按全国土壤侵蚀分类级别的“强度级”对应水、风蚀模数上限 $8000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 进行估算^[24]。

利用上述的计算方法,从而计算出我国森林生态系统的潜在土壤侵蚀量、森林覆盖区的土壤侵蚀量及森林每年减少的土壤侵蚀量。

(2)中国森林生态系统每年减少土壤侵蚀的损失估算 土壤侵蚀的后果包括:可耕面积减少;土壤肥力(营养物质)的损失;泥沙对江河湖泊的淤积等方面,本研究仅这 3 个方面进行考虑:

①森林生态系统每年减少土地损失面积及其经济价值 根据土壤侵蚀量、土壤容重和土壤耕作层的平均厚度来推算土地面积减少量。利用汪业勛已有对我国森林土壤容重及厚度的研究成果^[25]计算出我国各气候带土壤的平均容重和平均厚度。通过所取得植被分区的土壤容重和土壤厚度数据,再结合上述计算所求得的我国森林各气候带每年减少的土壤侵蚀量,从而估算出我国森林每年减少的土地面积。

采用机会成本来估算森林每年减少的经济损失。以 1987~1990 年间中国林业的年均经济收益 282.17yuan/a(按 1990 年不变价)作为森林每年减少土地废弃的机会成本。

②我国森林每年减少土壤损失的经济价值 土壤侵蚀带走了大量的土壤营养物质,主要是土壤的有机质、N、P 和 K。不同

土壤的有机质、全 N、全 P 和全 K 的含量达不相同。该项研究由于受资料的限制,仅研究我国土壤中全 N、全 P 和全 K 的含量。根据以往对我国主要森林生态系统土壤中全 N、全 P 和全 K 的含量的研究^[26~33]和我国森林每年减少的土壤侵蚀量进行估算。价值量评价采用我国化肥平均价格 2549yuan/t 来进行估算。

③减少泥沙对江河湖泊淤积的间接经济价值 按照我国主要流域的泥沙运动规律,全国一般土壤侵蚀的流沙有 24%淤积于水库、江河、湖泊,这部分泥沙直接造成了水库、江河、湖泊蓄水量的下降,在一定程度上增加了干旱、洪涝灾害的发生^[10]。本项研究仅考虑淤积于水库、江河湖泊的 24%。

根据我国 1m³ 库容的水库工程费用为 0.67yuan 来估算我国森林每年减少泥沙淤积的经济价值。

综合以上 3 项计算结果,从而估算出中国以森林为主的森林生态系统每年减少土壤侵蚀的总经济价值。

2.2.8 维持生物多样性 维持生物多样性价值评价,在世界上仍然是一个难题。现今可采用的方法,为物种保护基准价法、支付意愿调查法、收益资本化法、费用效益分析法、直接市场价值法、机会成本法等。本研究采用全民支付意愿方法来评价我国森林生态系统维持生物多样性功能的价值。

根据《中国生物多样性国情报告》一书了解我国公民为维护生物多样性每人每年的支付金额,通过查阅资料了解我国 1998 年的人口数量便可估算出中国生物多样性保护支付意愿的价值。再根据《中国濒危动物红皮书》^[34]所记载的中国一级保护动物中生境为森林生态系统的保护物种所占比例,可估算出森林生态系统维持生物多样性功能的支付意愿价值。

2.3 森林生态系统生态、经济服务功能综合评价

通过在对我国森林生态系统服务功能及其价值评估研究的基础之上,采用对比、类比等方式定量、定性地分析森林生态系统生态、经济服务功能,从而深入地了解中国森林生态系统各种生态过程及其结构规律。

3 结果分析

3.1 中国森林生态系统所提供的服务功能价值总量

根据以上评价结果,得出森林生态系统 8 类生态系统服务功能的总生态经济价值 30601.20×10^8 yuan/a(表 1)。相当于 1998 年国内生产总值的 38.54%^[18]。

表 1 森林生态系统服务功能评价结果(×10⁸ yuan/a)

直接经济价值 Material value				间接经济价值 Indicated value				
功能 Function	林木、林副 产品 Timber and other products	森林游憩 Recreation and eco-tour Recreation	涵养水源 Water storage	固碳释氧 C fixation and O ₂ release	养分循环 Nutrients cycle	净化空气 Air quality purifying	土壤保持 Erosion control	维持生物多样性 Provisioning of habit
评价结果 Result of assessment	1787.21	133.02	3305.27	14399.23	1220.73	5112.77	4558.72	84.25
分类合计 Classify summation		1920.23				28680.97		
总计 Summation				30601.20				

按照价值构成来进行比较,本研究得到我国森林生态系统服务功能的直接经济价值和间接经济价值分别为 1920.23×10^8 yuan/a 和 28680.97×10^8 yuan/a,间接经济价值是直接经济价值的 14.94 倍。上述结果表明,森林生态系统除为社会提供直接产品价值外,还具有巨大的间接经济价值,而且这种价值对人类的贡献比林副产品提供的价值更为显著。因此,在开发利用过程中不能只注重眼前的经济利益而减损了其它方面的效益。要从长远打算,全面考虑森林的综合效益,使其发挥最大的作用。

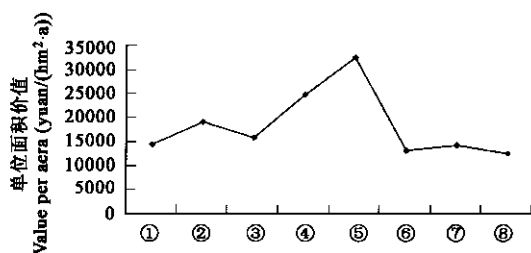
3.2 中国森林生态系统各气候带所提供单位面积服务功能价值量

随着我国森林由北向南、由西向东的分布,其水热条件逐渐好转,有利于植物生长,所以我国森林生态系统由北向南、由西向东具有较大的净生产力、较高的生物多样性及服务功能价值。在我国森林生态系统中,单位面积的各种森林生态系统所提供的年平均价值为 23095.25yuan/(hm²·a)。在森林涵养水源、固碳释氧、营养物质循环、净化空气和保护土壤五类服务功能中,由于热带雨林、季雨林有着较好的水热条件、较高的净生产力和生物多样性,所以热带雨林、季雨林单位面积所提供的价值量也最大为 32417.45yuan/(hm²·a),温带荒漠单位面积所提供的价值最小为 12507.90 yuan/(hm²·a)(图 1)。

3.3 中国森林生态系统各项服务功能所提供的价值量比较

在森林生态系统各项服务功能价值的贡献之当中,其大小顺序依次为:固碳释氧>净化空气>土壤保持>涵养水源>养分循环>林木、林副产品>维持生物多样性>森林游憩。森林的固碳释氧功能对生态系统价值的贡献最大,占全国森林生态系统公益总价值的 47.05%,而在其中起主要作用的是热带和亚热带森林。热带和亚热带森林是具有较高的净生产力和生物多样

性,一旦森林被破坏后立地生产力很难再恢复。因此,要重点保护热带和亚热带森林,合理开发利用,充分发挥其资源优势,以维持地球上的碳汇储量和人类的生存条件。在森林生态系统服务功能价值当中,森林净化空气的价值居于第2位,约 $5112.77 \times 10^8 \text{ yuan/a}$, 占总价值的 16.71% (图2)。可见,森林的价值并不仅仅表现在为人类的生产和生活提供原材料,森林除有直接经济价值外,更有重大的生态防护价值。



- ①寒温带区域 Cold temperate zone of conifer forests
 ②温带针叶区域 Temperate zone of mixed conifer and broadleaved forests
 ③暖温带区域 Warm temperate zone of deciduous broadleaved forests
 ④亚热带区域 Subtropical zone of evergreen broadleaved forests
 ⑤热带区域 Tropical zone of monsoon forests and rainforests
 ⑥青藏高原区 Qinghai-Tibetan Plateau zone
 ⑦温带草原区域 Warm temperate zone of grasslands
 ⑧温带荒漠区 Warm temperate zone of deserts

图1 我国主要森林生态系统涵养水源、固碳释氧、营养物质循环、净化空气、保护土壤单位面积提供价值

Fig. 1 The value of per area of water storage, C fixation and O₂ release, nutrients cycle, air quality purifying and erosion control of forests ecosystem in China

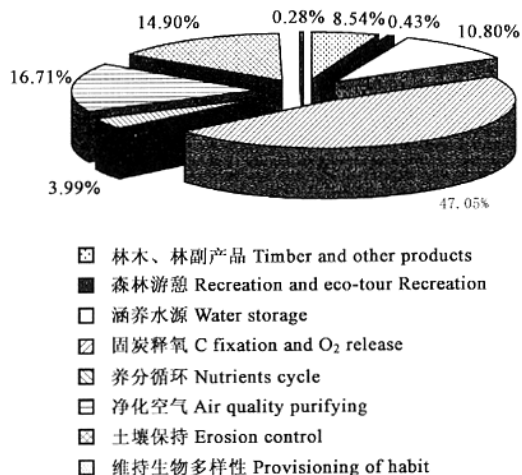


图2 我国森林生态系统服务功能价值评估结果

Fig. 2 The estimate result of forests ecosystem services

4 结论与讨论

我国森林生态系统水源涵养、固碳制氧、生物多样性、净化空气、森林游憩、保护土壤、林副产品、养分循环服务功能的总生态经济价值为 $30601.20 \times 10^8 \text{ yuan/a}$, 相当于 1998 年国内生产总值的 38.54%, 其中直接经济价值和间接经济价值分别为 $1920.227 \times 10^8 \text{ yuan/a}$ 和 $30601.20 \times 10^8 \text{ yuan/a}$, 间接经济价值是直接经济价值的 14.94 倍。上述结果表明, 森林生态系统除为社会提供直接产品价值外, 还具有巨大的间接经济价值, 而且这种价值对人类的贡献比林副产品提供的价值更为显著。这对于提高人们的环境意识、促进将环境被纳入国民经济核算体系及正确处理社会经济发展与生态环境保护之间的关系具有重要的现实意义。

我国森林由北向南、由西向东的分布, 其水热条件逐渐好转, 有利于植物生长, 所以我国森林生态系统由北向南、由西向东具有较大的净生产力、较高的生物多样性及服务功能价值。在森林涵养水源、固碳释氧、营养物质循环、净化空气和保护土壤五类服务功能中, 热带雨林、季雨林单位面积所提供的价值量也最大为 $32417.45 \text{ yuan}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$, 温带荒漠单位面积所提供的价值最小为 $12507.90 \text{ yuan}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$; 我国森林生态系统单位面积的各种森林生态系统所提供的年平均价值为 $23095.25 \text{ yuan}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 。通过对各个区域生态系统服务的定量研究, 能够确切地找出区域内各生态系统的重要性及其差异性, 发现区域内生态系统敏感性空间分布特征, 能科学合理地进行生态区划和生态规划, 在时间尺度和空间尺度上实现资源的合理分配, 保证区域内和区域间当代人的公平性和代际间的公平性, 最终实现区域可持续发展。

我国森林生态系统各项服务功能价值大小顺序依次为: 固碳释氧 > 净化环境 > 水土保持 > 涵养水源 > 养分循环 > 林木、林副产品 > 维持生物多样性 > 森林游憩。森林的固碳释氧功能对生态系统价值的贡献最大, 占全国森林生态系统公益总价值的 47.05%; 森林净化空气的价值居于第2位, 约 $5112.77 \times 10^8 \text{ yuan/a}$, 占总价值的 16.71%。由此可见, 森林的价值并不仅仅表现在为人类的生产和生活提供原材料, 森林除有直接经济价值外, 更有重大的生态防护价值。为此, 各级政府部门在制定各项政策时, 应考虑森林的各项服务功能价值, 合理利用与经营森林资源, 最终达到森林可持续利用的目的。

森林生态系统服务功能价值评估能够使人们能在一个新的层面上来认识森林及其与人类的关系, 进一步确立了森林的生态地位, 在充分发挥其生态作用方面将取得新的共识, 从而在总体上真正实现分类经营、分类施策, 在具体营林技术上, 能够根据不同林种的经营要求, 以异龄多层林为终极演替目标, 合理发展人工林, 科学配置林下资源, 保证森林生态系统服务功能的充分发挥。按照可持续发展的思想和原则, 充分发挥森林的生态系统服务功能, 保证国家的生态安全和国民经济的可持续发展。

本研究是基于我国长期生态学等学科基础之上的。本研究所引用的参数不能精确地反映我国生态系统功能的真实状况; 并

且由于受到资料及研究方法的局限性,该研究仅仅是对我国森林生态系统各项服务功能及其价值粗略和保守的估计。但可以认为即使这样的一个保守的估计也还有助于人们对生态价值的了解,为生态环境保护政策地制定提供参考,为科学、有效的实施可持续发展战略提供重要的指导性依据。应该说明的事,随着人们对森林生态功能认识的深入,其生态经济价值将会更加明确。

References:

- [1] Costanza R, d' Arge R, Rudolf de Groot, *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, **387**:253~260.
- [2] Pimentel D, Harvey C and Resosudarmo P. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, 1995, **267**:1117~1123.
- [3] Bolund P, Hunhammar S. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 1999, **29**:293~301.
- [4] Bjorklund J, Limburg K, Rydberg T. Impact of production intensity on the ability of the agricultural land scape to generate ecosystem services; an example from Sweden. *Ecological Economics*, 1999, **29**:269~291.
- [5] Holmund C, Hamme rM. Ecosystem services generate by fish population. *Ecological Economics*, 1999, **29**:253~268.
- [6] Serafy S. Pricing the invaluable; the value of the world; ecosystem services and natural capital. *Ecological Economics*, 1998, **25**:25~27.
- [7] Hou Y Z, Zhang P C, Wang Q, *et al.* *The Study of Accounting of Forest Resource*. Beijing: China Forest Press, 1995.
- [8] Xue D Y. *Economic valuation of biodiversity; a case study on Changbaishan biosphere reserve in Notheast China*. Beijing: Science Environmental Science Press, 1997.
- [9] Editorial committee of state report on biodiversity of China committee. *State report on biodiversity of China*. Beijing: Science Environmental Scienc Press, 1997.
- [10] Ouyang Z Y, Wang X K, Miao H. Research on the Chinese terrestrial ecosystem services and its ecological value. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, **19**(5):607~613.
- [11] Chen, Z X, Zhang X S. The value of ecosystem service in China. *Sci. Bull.*, 2000, **45**(1):17~22.
- [12] Jiang Y L, Zhou G S. Estimation of ecosystem services of major forest in China. *Acta Phytocol. Sin.*, 1999, **23**(5):426~432.
- [13] Zhao T Q. *Research on China terrestrial ecosystem services and their valuation*. Beijing: Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, 2004.
- [14] Bi X L, Ge J P. Evaluating ecosystem service valuation in China based on the IGBP land cover datasets. *Journal of Mountain Science*, 2004, **22**(1):48~53.
- [15] Xie G D, Zhang Y L, Lu C X. The value of ecosystem services of grassland of China. *J. Nat. Resource*, 2001, **16**(1):47~53.
- [16] Cheng K W, Cui G F, Wang J Z, *et al.* Evaluation on the economic value of the forest biodiversity in Labagoumen forest region. *Journal of Beijing Forestry University*, 2000, **22**(4): 66~71.
- [17] Xiao H, Ouyang ZY, Zhao J Z. Forest ecosystem services and theirs ecological valuation: A case study of tropical forest in Jianfengling of Hainan island. *Chin. J. Appl. Ecol.*, 2000, **11**(4): 481~484.
- [18] [EB/OLJ, <http://www. Forestry. Gov. cn. /lytj/1999q/tj-99.html>][State Forestry Administration of China. The Forestry Statistics of China, 1999. [EB/OL] , <http://www. forestry. Gov. cn/tj-99.html>].
- [19] National bureau of statistics of China. *Chinese statistics year book-1999*. Beijing: Chinese Statistic Press, 1999.
- [20] Zhou G S, Zhang X S. Study on NPP natural vegetation in China under global climate change. *Acta Phytocologica Sinica*, 1996, **20**(1): 11~19.
- [21] Hou X Y. *Vegetation geography and chemistry component of super-plant in China*. Beijing: Science Press, 1982.
- [22] Ouyang Z Y, Wang R S, Zhao J Z. The ecosystem service and the evaluation of its economic value. *Chin. J. Appl. Ecol.*, 1999, **10**(5): 635~640.
- [23] Li J C. *The Discuss of Ecological Value*. Chongqing: Chongqing University Press, 1999.
- [24] Zhao T Q, Ouyang Z Y, Zeng H, *et al.* Forest ecosystem services and their valuation in China. *Journal of Nature Resources*, 2004, **19**(4): 480~491.
- [25] Wang Y X. *Study on regional carbon cycle of forest ecosystem in China*. Commission for Integrated of National Resources, 1999.
- [26] Chen L Z. *Nutrients cycle of forest ecosystem in China*. Beijing: Science Press, 1997.
- [27] Cheng K W, Cui G F, Wang J Z, *et al.* Evaluation on the economic value of the forest biodiversity in Labagoumen forest region. *Journal of Beijing Forestry University*, 2000, **22**(4): 66~71.
- [28] Jiang Y X, Xu D Y, Nie D P, *et al.* *Regularity of structure and its Function of forest system in Dagang mountains region in Jiangxi Province*(1). Beijing: China Forestry Publishing House, 1995.

[29] Li Y X. *Evaluation on the economic value of the forest biodiversity in Qilian Mountains nature reserves*. Yinchuang: Gansu Agriculture University, 2002.

[30] Ouyang Z Y, Xiao H, Zhao J Z, *et al*. The research on forest ecosystem services and its evaluation in Hainan island//Hou Y Z. *Calculation of forest environment values*. Beijing: Chinese Science and Technology Press, 2002.

[31] Wang Z X, Mu C C, Han Y R. Evaluation on the economic value of the forest benefit in Jilin province. *Jilin Forestry Science and Technology*, 2002, **31**(4):43~47.

[32] Xiong Y, Li Q K. *Soil in China*. Beijing: Science Press, 1987.

[33] Zhang X H, Wang Q C, Li H, *et al*. Forest ecosystem services and their economic value in Dongxia forest region in Qinghai Province. *Journal of Beijing Forestry University*, 2002, **24**(4): 85~87.

[34] Wang S. *China red date book of endangered animals*. Beijing: Science Press, 1998.

参考文献:

[7] 侯元兆,张佩昌,王琦,等. 中国森林资源核算研究. 北京:中国林业出版社,1995.

[8] 薛达元著. 生物多样性的经济价值评估——长白山自然保护区案例研究. 北京:中国环境科学出版社,1997.

[9] 中国生物多样性国情研究报告编写组编. 中国生物多样性国情研究报告. 北京:中国环境科学出版社,1998.

[10] 欧阳志云,王效科,苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究. 生态学报,1999, **19**(5):607~613.

[11] 陈仲新,张新时. 中国生态系统效益的价值. 科学通报,2000, **45**(1):17~22.

[12] 蒋延玲,周广胜. 中国主要森林生态系统公益的研究. 植物生态学报,1999, **23**(5):426~432.

[13] 赵同谦. 中国陆地生态系统服务功能及其价值评估研究. 博士论文. 北京:中国科学院生态环境研究中心,2004.

[14] 毕晓丽,葛剑平. 基于 IGBP 土地覆盖类型的中国陆地生态系统服务功能价值评估. 山地学报,2004, **22**(1):48~53.

[15] 谢高地,张钊铨,鲁春霞,等. 中国自然草地生态系统服务价值. 自然资源学报,2001, **16**(1):47~53.

[16] 成克武,崔国发,王建中,等. 北京喇叭沟门林区森林生物多样性经济价值评价. 北京林业大学学报,2000, **22**(4):66~71.

[17] 肖寒,欧阳志云,赵景柱,等. 海南岛生态系统土壤保持空间分布特征及生态经济价值的经济价值. 生态学报,2000, **20**(2):552~558.

[19] 国家统计局. 中国统计年鉴1999年. 北京:中国统计年鉴,1998.

[20] 周广胜,张新时. 全球气候变化的中国植被净第一性生产力研究. 植物生态学报,1996, **20**(1):11~19.

[21] 侯学煌. 中国植被地理及优势植物化学成分. 北京:科学出版社,1982.

[22] 欧阳志云,王如松,赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评. 应用生态学报,1999, **10**(5):635~640.

[23] 李金昌编著. 生态价值论. 重庆大学出版社,1999.

[24] 赵同谦,欧阳志云,郑华,等. 中国森林生态系统服务功能及其价值评价. 自然资源学报,2004, **19**(4):480~491.

[25] 汪业勋. 中国森林生态系统区域碳循环研究.学位论文. 北京:中国科学院自然资源综合考察委员会,1999.

[26] 陈灵芝. 中国森林生态系统养分循环. 北京:科学出版社,1997.

[27] 成克武,崔国发,王建中,等. 北京喇叭沟门林区森林生物多样性经济价值评价. 北京林业大学学报,2000, **22**(4):66~71.

[28] 蒋有绪,徐德英,聂道平,等. 江西大岗山森林系统结构与功能规律定位研究(一). 北京:中国林业出版社,1995.

[29] 李银霞. 祁连山自然保护区森林生物多样性经济价值评估.硕士学位论文. 银川:甘肃农业大学,2002.

[30] 欧阳志云,肖寒,赵景柱,等. 海南岛生态系统服务功能及其生态价值研究.见:侯元兆主编. 森林环境价值核算. 北京:中国科学技术出版社,2002.

[31] 王志新,牟长城,韩燕茹. 吉林省森林效益的经济评价. 吉林林业科技,2002, **31**(4):43~47.

[32] 熊毅,李庆逵. 中国土壤. 北京:科学出版社,1987.

[33] 张向辉,王清春,李瀚,等. 青海东峡林区森林生态系统服务功能及经济价值评估. 北京林业大学学报,2002, **24**(4):85~87.

[34] 汪松主编. 中国濒危动物红皮书. 北京:科学出版社,1998.