

天津市森林资源生态服务价值评估^{*}

陈江生¹, 王 斌², 王彩绒¹, 蔡大浩¹

(1 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100;

2 天津市环境监测中心, 天津 300191)

[摘 要] 在森林资源生态价值评估总体认识的基础上, 应用资源经济学等学科的研究方法, 对2004年天津市森林资源的生态服务价值进行了评估。结果表明, 天津市森林资源的生态服务价值较大, 为33 412.37万元, 生态服务价值约是其直接经济价值的2.01倍, 但在各区县间分布并不均衡。

[关键词] 森林资源; 生态服务价值; 天津市

[中图分类号] S718.56

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)10-0123-05

随着世界经济的飞速发展, 自然资源的耗竭和环境问题的日益突出, 环境、生态和资源可持续发展问题(特别是森林资源耗竭问题)已成为当今各国学者和政府关注的重要课题, 各国学者均已达成共识, 即生态系统是地球上所有生命的支持系统, 其对人类有多种直接贡献和间接贡献, 忽视这种间接服务功能及其价值是导致当代环境问题的经济学损失之源^[1], 因此对生态系统服务功能进行经济价值评估, 是对生态系统保护与合理开发的基础。

人类从20世纪70年代就开始了生态系统服务及其价值的研究。1977年Westman提出了“自然的服务”(nature's services)概念及其价值评估问题^[2]。1997年, Constanza等^[3]综合了国际上已经报道的用各种不同方法对生态系统服务价值的评估研究结果, 最先开展了对全球生物圈生态系统服务价值的估算。结果表明, 全球生态系统服务的价值为160 000~540 000亿美元, 相当于同期全球国民生产总值180 000亿美元的1.8倍。其中陆地生态系统服务的总价值为123 000亿美元, 占38%, 而陆地生态系统服务的价值主要来源于森林和湿地。

在我国, 生态系统服务功能价值的核算研究起步较晚。20世纪70年代末到80年代初, 西方环境经济学的有关理论被介绍到中国, 同时中国众多的学者也开始关注生态经济、资源经济和环境经济问题。近年来, 森林生态系统服务功能及其价值的评估研究引起了研究人员的高度重视, 侯元兆等^[4]第一次比较全面地对中国森林资源价值进行了研究, 陈仲

新等^[5]根据Constanza等^[3]的研究结果对中国生态系统的服务功能进行了核算, 其中森林的生态效益价值为15 433.98亿元/年, 占全国年生态系统总效益价值的27.51%。

目前, 我国森林生态系统生态服务价值评估的研究仍然没有统一的规范和方法, 且量纲不统一, 研究结果差异较大, 难以进行比较。天津市所辖区域森林资源面积小且分散, 有关其森林资源生态服务价值评估的研究较少。为了便于比较, 本研究采用Constanza等^[2]提出的功能分类研究方法, 对天津市森林资源生态服务价值进行了评估, 以期对天津市生态环境建设提供参考。

1 研究区概况及方法

1.1 研究区概况

天津市地处华北平原东北部, 东临渤海, 北依燕山。全市辖区面积11 919.7 km², 占全国总面积的0.33%。南北长约186 km, 东西宽约101 km。天津绝大部分是平原, 只有少部分是山地和丘陵。天津市森林主要分布在北部的蓟县、北辰区和武清区, 其他各区县森林呈零星状分布。市区零星树木的价值可以忽略不计(图1)。

1.2 数据来源

以2004年Landsat 5/7 TM/ETM⁺美国陆地资源卫星数据和高分辨率的航空遥感影像为基本数据源, 利用地理信息系统软件(GIS平台, ESR I公司的Arc/Info 8.1)提取了经解译后的遥感影像中的森

* [收稿日期] 2006-04-07

[基金项目] 西北农林科技大学青年基金项目(08080257; 08080247)

[作者简介] 陈江生(1972-), 男, 新疆北屯人, 讲师, 主要从事区域环境经济研究。

林资源数据,结合气象等数据计算出天津市森林资源环境效益的总价值及各区县价值的分布情况。

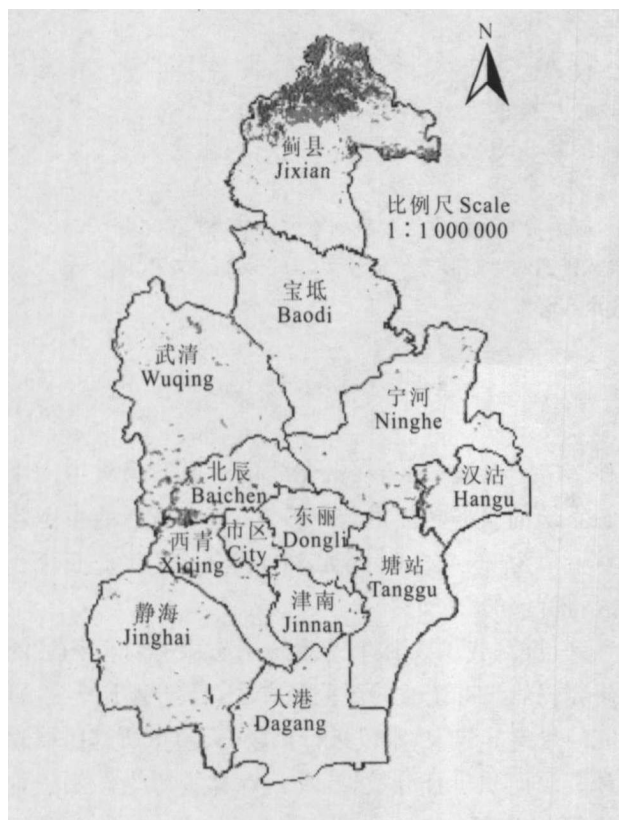


图1 天津市森林资源空间分布图

Fig 1 Spatial distribution of forest resources of Tianjin city

从解译后的遥感影像中提取的森林资源数据(表1)显示,天津市各区县森林面积共计 58 750 hm^2 ,其中蓟县森林面积达 43 340 hm^2 ,占总面积的 73.8%。

表1 2004年天津市各区县的森林面积

Table 1 Forest area of each section of Tianjin city in 2004

序号 Number	区县 Section	森林面积/ hm^2 Area	所占比例/% Percentage
1	蓟县 Jixian	43 340	73.77
2	武清 Wuying	4 610	7.85
3	北辰 Beichen	3 980	6.77
4	西青 Xiqing	1 760	3.00
5	宁河县 Ninghe	1 220	2.08
6	静海 Jinghai	1 200	2.04
7	宝坻 Baodi	820	1.40
8	塘沽 Tanggu	570	0.97
9	汉沽区 Hangu	490	0.83
10	大港 Dagang	410	0.70
11	东丽 Dongli	180	0.30
12	津南 Jinnan	170	0.29
13	市区 City	0	0
总计 Total		58 750	100

1.3 评估方法

1.3.1 影子价格法 该评估方法将公共效益看成是一处可交换的商品,利用商品的市场价格来计算公共效益的经济价值。

1.3.2 影子工程法 人工建造的一个工程可以代替原来的公共效益,那么可以用此项工程的投资来表达公共效益的经济价值。

1.3.3 机会成本法 任何一种资源的使用都存在着许多相互排斥的备选方案,以方案中能获得的最大经济效益作为该资源价值的体现。

2 天津市森林资源生态服务价值评估

评估内容包括涵养水源、保护土壤、维持碳氧平衡、游憩和维持生物多样性等。

2.1 涵养水源的经济价值

2.1.1 涵养水源总量 涵养水源是森林生态系统的一个重要功能,森林生态系统涵养水源的总量可以根据森林区域水量平衡法^[6]计算。从水量平衡角度来看,森林生态系统涵养水源总量等于森林地带降水量减去蒸散量和径流量。天津市森林面积为 58 750 hm^2 ,年平均降水量为 595 mm,林区年降水量 3 50 亿 t 。森林区域的平均径流系数为 6.4%,不同森林平均年蒸发量占降水量的 69.31%^[3]。经计算,天津市森林系统年涵养水源总量为 0.85 亿 t 。

2.1.2 水源定价标准 森林涵养水源的价值可以根据水的商品价格来计算,而水的单价可根据城市供水价格来确定。为便于比较,作者以调查的 2004 年东、中、西部 15 个中等城市的自来水平均价格为标准,每 m^3 的平均水价为 0.85 元。由此计算出天津市森林年涵养水源的经济价值为 7 225 万元。

2.2 保护土壤的经济价值

此项评估可采用替代市场技术,先确定可替代商品,然后以可替代商品的价格即影子价格来表达森林在保护土壤方面的经济价值。

2.2.1 减少土壤侵蚀总量的核算 森林系统减少的土壤侵蚀总量为无林地的土壤侵蚀量与有林地土壤侵蚀量之差。假定有林地土壤的侵蚀量为零,根据我国土壤侵蚀研究成果可知,无林地土壤中等侵蚀深度为 15~35 mm/年,侵蚀模数为 150~350 $\text{m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{年})$ ^[1],按其平均值 200 $\text{m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{年})$ 计,可知天津市森林资源每年可减少侵蚀量为 $1.175 \times 10^7 \text{ m}^3$,若土壤密度按 $1.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 计算,则每年减少的土壤侵蚀量为 1 762.5 万 t 。

2.2.2 保护土壤的经济价值核算 (1)减少土地废

弃的经济价值。以我国耕作土壤表土的平均厚度0.5 m作为森林减少废弃土地的土层厚度,可以计算出天津市森林生态系统每年减少土地废弃的面积为2 350 hm²。近几年我国林业生产的年收入约为600元/hm²(未考虑间接收益),作为森林减少土地废弃的机会成本^[1],则减少土地废弃的经济价值为141万元。

(2)减少土壤肥力的损失估算。我国耕作土壤中营养物质含量见表2。

表2 我国耕作土壤中的营养物质含量^[1,7]

Table 2 Content of soil nutrients in China g/kg

土壤类型 Soil type	全N Total N	全P Total P	全K Total K	有机质 O. M.
耕作土壤 Cultivation soil	0.8~1.2	0.1~0.2	0.4~0.8	8~15

取土壤营养物质含量平均值,即土壤侵蚀流失的表土中氮、磷、钾、有机质的含量分别为0.10, 0.15, 0.6和11.5 g/kg。由2.2.1可知,天津市森林生态系统减少的土壤侵蚀量为1 762.5万t/年,则每年可减少氮、磷、钾的总量为3.08万t,可减少有机质20.27万t。

土壤侵蚀使土壤中的氮、磷、钾大量流失,增加了化肥的使用量,化肥的价格标准为2 459元/t^[7],则减少土壤氮磷钾损失的经济价值为7 573.72万元。根据薪材换成土壤有机质的比例(m (薪材): m (有机质质量)=2:1)^[4],并按薪材的平均市场价格211元/t(调查结果)计算,可知减少土壤有机质损失的经济价值为8 553.9万元。

(3)减少河流湖泊泥沙淤积的经济价值。运用蓄水成本法^[6],按照我国主要河流的泥沙运动规律^[1],即一般土壤侵蚀产生的泥沙有37%滞留、33%入海、24%淤积于江河湖泊,若在此只考虑淤积的部分,则减少了泥沙淤积就相当于增加了水库的库容,增容1 m³水库库容的工程费用为0.67元(1991年价格)^[6],按历年固定资产投资价格指数贴现到2004年,则增容1 m³水库库容的工程费用为1.25元,此项的经济价值为353万元。

2.3 维持CO₂和O₂平衡的经济价值

2.3.1 固定CO₂的经济价值 根据光合作用和呼吸作用反应方程式推算,每形成1 kg干物质需要1.63 kg CO₂。运用造林成本法来估算,将造林用树苗干重换算成所固定的CO₂量,然后用造林成本除以所固定的CO₂量,折算结果为固定CO₂的平均成本,以固定CO₂的平均成本0.260 9元/kg^[8]作为森林资源固定CO₂的平均经济收益。根据第5次全国

森林资源清查结果^[9]可知,天津市森林资源年蓄积生长量为4 820 m³,树干干物质生长量与蓄积生长量的比重为0.4 t/m³。一般树根生长量为树干生长量的1/4,树叶生长量为树干生长量的1/4。由于树干生长量、树根生长量与树叶生长量的和为总生物量,因此总生物量与蓄积生长量的比重为0.6 t/m³。由此可知,天津市森林资源每年形成的总生物量(干物质)为2 892 t,固定CO₂的量为0.47万t,固定CO₂的经济价值为122.6万元。

2.3.2 释放O₂的经济价值 根据光合作用和呼吸作用反应方程式推算,每形成1 kg干物质释放1.2 kg O₂。工业制氧成本以0.4元/kg计,由2.3.1可知,天津市森林年总生物量(干物质)为2 892 t,则释放O₂的总量为3 470 t,经济价值为138.8万元。

2.4 维持生物多样性及游憩的经济价值

由文献^[9]可知,我国森林生态系统维持生物多样性功能的总价值为495.94亿元/年,我国森林资源的总面积为1.59亿hm²。天津市森林面积为58 750 hm²,按其所占全国比例,可估算出天津市森林生态系统维持生物多样性功能的价值为1 832万元。英国学者R·G·Walsh等用条件价值法(CVM)研究^[10]表明,人们对森林生态系统的支付意愿中有20%以上用于保护野生动物及其生存环境。假设人们对森林生态系统支付意愿的地区差异不大或小到忽略不计,人们支付意愿包括维持生物多样性的经济价值和游憩的经济价值,维持生物多样性的经济价值占总支付意愿的比例按20%计,则可估算出天津市森林生态系统的游憩价值为7 328万元。

2.5 净化空气的经济价值

2.5.1 吸收SO₂和NO_x的经济价值 森林对SO₂的吸收能力,针叶林为215.6 kg/hm²,阔叶林为88.65 kg/hm²^[11],平均为152.13 kg/hm²。由我国每消减100 t SO₂的治理费用为0.08元/kg^[11]计,则天津市森林资源每年吸收SO₂的经济价值为71.44万元。

由韩国科学技术处的测定结果^[12]可知,当氮氧化物的发生量为106.7万t时,森林对NO_x的吸收量为6.0 kg/hm²,可能的吸收率为3.5%。若NO_x的价格按中国大气污染物排污收费标准^[12]的平均值1.34元/kg计,则天津市森林资源吸收NO_x的经济价值为1.65万元。

2.5.2 阻滞降尘的经济价值 我国针叶林的阻滞能力为10.11 kg/hm²,阔叶林的阻滞能力为33.20 kg/hm²^[11],平均阻滞能力为21.66 kg/hm²。若滞尘

的价格采用燃煤炉窑大气污染物排污收费标准的平均值0.56元/kg^[12]计,则天津市森林资源阻滞降尘的价值为71.26万元。

综上所述,天津市森林资源的生态服务价值为涵养水源、保护土壤、维持碳氧平衡、游憩和维持生物多样性以及净化空气的价值之和(表3)。

表3 天津市森林资源各项生态服务价值评估

Table 3 Ecosystem services value of forest resources in Tianjin city

生态服务功能 Ecosystem service	生态服务 价值/万元 Ecosystem service value	所占 比例/% Percen- tage	生态服务功能 Ecosystem service	生态服务 价值/万元 Ecosystem service value	所占 比例/% Percen- tage
涵养水源 Water storage	7 225	21.7	维持生物多样性 Provisioning of habitat	1 832	5.5
保护土壤 Soil formation	16 621.62	49.7	净化空气价值 Air quality purifying	144.35	0.4
维持碳氧平衡 C fixation and O ₂ release	261.4	0.78	总计 Total value	33 412.37	100
游憩 Recreation and tourism	7 328	21.9			

3 森林资源生态服务价值的分布

依据以上评估方法分县区进行计算,天津市各区县森林资源生态服务的价值及分布见表4。由表4

可知,天津市森林资源生态服务价值主要分布在蓟县、武清区及北辰区,三者服务价值之和占总价值的88.4%。市区由于几乎无森林存在,故其生态服务价值为零。

表4 天津市各区县森林资源生态服务价值分布

Table 4 Ecosystem services value of each section in Tianjin city

序号 Number	区县 Section	森林面积/ hm ² Area	生态服务 价值/万元 Ecosystem service value	序号 Number	区县 Section	森林面积/ hm ² Area	生态服务 价值/万元 Ecosystem service value
1	蓟县 Jixian	43 340	24647.15	8	塘沽 Tanggu	570	324.10
2	武清 Wuqing	4 610	2622.27	9	汉沽区 Hangu	490	277.02
3	北辰 Beichen	3 980	2262.02	10	大港 Dagang	410	233.80
4	西青 Xiqing	1 760	1002.37	11	东丽 Dongli	180	103.58
5	宁河县 N inhe	1 220	694.28	12	津南 Jinnan	170	96.90
6	静海 Jinghai	1 200	681.61	13	市区 City	0	0
7	宝坻 Baodi	820	467.27	总计 Total		58 750	33 412.37

4 结 论

(1)在天津市森林资源各项经济价值的评估中,森林保护土壤的经济价值最大,为16 621.62万元,占49.7%;游憩的经济价值为7 328万元,占21.9%;涵养水源的经济价值为7 225万元,占21.7%。可见,森林资源的生态服务价值主要体现在保护土壤、游憩和涵养水源方面。

(2)天津市2004年的林产品产值为1.66亿元^[13],天津市森林资源的生态服务价值是其直接价值的2.01倍,其间接价值不可忽视。

(3)在天津市各区县的森林生态服务价值中,蓟县的森林生态服务价值居于首位,其余各区县均远远低于此数值,这反映出天津市森林资源空间分布上很不均匀,仅仅集中在几个有限的区域之中。

[参考文献]

- [1] 陈百明. 中国土地规划与生态价值评估[M]. 北京: 气象出版社, 2000: 158-161.
- [2] Westman W. How much are nature's services worth[J]. Science, 1977, 197: 960-964.
- [3] Costanza R, Arge R, Groot R, et al. the value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387: 253-260.
- [4] 侯元兆, 张佩昌, 王琦, 等. 中国森林资源价值核算研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.
- [5] 陈仲新, 张新时. 中国生态系统效益的价值[J]. 科学通报, 2000, 45(1): 17-22.
- [6] 肖寒, 欧阳志云, 赵景柱, 等. 森林生态系统服务功能及其生态价值评估初探——以海南岛尖峰岭热带森林为例[J]. 应用生态学报, 2000, 11(4): 481-484.
- [7] 鲁如坤. 我国土壤氮磷钾的基本状况[J]. 土壤学报, 1989, 26(3): 280-286.

- [8] 柳碧晗, 郭继勋. 吉林省西部草地生态系统服务价值评估[J]. 中国草地, 2005(1): 12-16
- [9] 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[J]. 自然资源学报, 2004(4): 480-491.
- [10] 中国生物多样性研究报告编写组. 中国生物多样性国情研究报告[R]. 北京: 中国环境科学出版社, 1997.
- [11] 罗江滨. 森林资源资产化管理改革理论与实践[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002: 248-250.
- [12] 李忠魁, 杨进怀, 宋如华, 等. 北京山区水利富民工程的环境价值评估[J]. 水土保持学报, 2004(5): 163-167.
- [13] 天津市统计局. 天津统计年鉴2005[M]. 北京: 中国统计出版社, 2005.

Ecological value evaluation of forest resources of Tianjin

CHEN Jiāng-shēng¹, WANG Bīn², WANG Cǎi-róng¹, CAI Dǎ-hào¹

(1 College of Resources Environment, Northw est A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Tianjin Environmental Monitoring Center, Tianjin 300191, China)

Abstract: Based on the comprehension of value evaluation of forest resources, this paper presents a primary study of the ecological value of forest resources in Tianjin city. Results show the total ecological value of forest services is about 3.34×10^8 RMB/a, 2.01 times bigger than direct economic value the forest resources in 2004, but disequilibrium exists among sections.

Key words: forest resource; value of ecological service; Tianjin city

(上接第122页)

Abstract ID: 1671-9387(2006)10-0118-CA

Dynamic changes of wet nitrogen deposition in a typical hilly agricultural area in Yingtan, Jiangxi

SUN Ben-hua^{1,2}, HU Zheng-yi², LÜ Jiā-long¹, ZHOU Lǐ-na², XU Cheng-kaí²

(1 College of Resources and Environment, Northw est A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 The State Key Laboratory of Soil and Agriculture Sustainable Development, Nanjing Institute of Soil Science,

Chinese Academy of Sciences, Nanjing, Jiangsu 210008, China)

Abstract: The dynamic changes of nitrogen deposition of precipitation was monitored at the typical hilly area of red soil in Yingtan, Jiangxi by automatic precipitation collector combined with lab analysis from Feb. 2003 to Jan. 2004, and the results were compared with data from EMEP and NADP at the same period. The results showed that the variation of the monthly average concentration and monthly deposition amounts of $\text{NH}_4^+ - \text{N}$, $\text{NO}_3^- - \text{N}$ and inorganic N were much greater. The extremes of them appeared almost synchronally, and behaved much higher in spring and winter than in summer and autumn. The annual average concentrations of $\text{NH}_4^+ - \text{N}$, $\text{NO}_3^- - \text{N}$ and inorganic N were 0.63, 0.43 and 1.06 mg/L respectively, which were 1.5, 1.1 and 1.3 times the averages of Europe, but lower than the maxima of Europe correspondingly, and were 2.7, 2.0 and 2.4 times the averages of USA, but almost equal to the maxima of USA correspondingly. The deposition amounts of $\text{NH}_4^+ - \text{N}$, $\text{NO}_3^- - \text{N}$ and total mineral nitrogen were 7.15, 4.85 and 12.00 kg/hm² respectively. The total annual N deposition in precipitation was lower than the maximum in Europe, and almost equal to the maximum in USA, but much higher than the averages of these two areas. The contribution of $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ was 60% in total inorganic N deposition, which was a little higher than the averages of Europe and USA (52% and 49.6%). The N deposition was comparatively high in this area, and its effects on soil, vegetation and water should be concerned.

Key words: agricultural area at the typical hilly of red soil in Jiangxi; wet nitrogen deposition; precipitation monitoring