

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

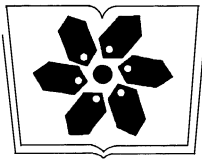
Acta Ecologica Sinica



第 32 卷 第 9 期 Vol.32 No.9 **2012**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 32 卷 第 9 期

2012 年 5 月 (半月刊)

目 次

不同土地覆被格局情景下多种生态系统服务的响应与权衡——以雅砻江二滩水利枢纽为例·····	葛 菁, 吴 楠, 高吉喜, 等 (2629)
放牧对小嵩草甸生物量及不同植物类群生长率和补偿效应的影响·····	董全民, 赵新全, 马玉寿, 等 (2640)
象山港日本对虾增殖放流的效果评价·····	姜亚洲, 凌建忠, 林 楠, 等 (2651)
城市景观破碎化格局与城市化及社会经济发展水平的关系——以北京城区为例·····	仇江啸, 王效科, 逯 非, 等 (2659)
江河源区高寒草甸退化序列上“秃斑”连通效应的元胞自动机模拟·····	李学玲, 林慧龙 (2670)
铁西区城市改造过程中建筑景观的演变规律·····	张培峰, 胡远满, 熊在平, 等 (2681)
商洛低山丘陵区农林复合生态系统光能竞争与生产力·····	彭晓邦, 张硕新 (2692)
基于生物量因子的山西省森林生态系统服务功能评估·····	刘 勇, 李晋昌, 杨永刚 (2699)
不同沙源供给条件下柽柳灌丛与沙堆形态的互馈关系——以策勒绿洲沙漠过渡带为例·····	杨 帆, 王雪芹, 杨东亮, 等 (2707)
桂西北喀斯特区原生林与次生林凋落叶降解和养分释放·····	曾昭霞, 王克林, 曾馥平, 等 (2720)
江西九连山亚热带常绿阔叶林优势种空间分布格局·····	范 娟, 赵秀海, 汪金松, 等 (2729)
秦岭山地锐齿栎次生林幼苗更新特征·····	康 冰, 王得祥, 李 刚, 等 (2738)
极端干旱环境下的胡杨木质部水力特征·····	木巴热克·阿尤普, 陈亚宁, 等 (2748)
红池坝草地常见物种叶片性状沿海拔梯度的响应特征·····	宋璐璐, 樊江文, 吴绍洪, 等 (2759)
改变 C 源输入对油松人工林土壤呼吸的影响·····	汪金松, 赵秀海, 张春雨, 等 (2768)
啮齿动物捕食压力下生境类型和覆盖处理对辽东栎种子命运的影响·····	闫兴富, 周立彪, 刘建利 (2778)
上海闵行区园林鸟类群落嵌套结构·····	王本耀, 王小明, 王天厚, 等 (2788)
胜利河连续系统中蜉蝣优势种的生产量动态和营养基础·····	邓 山, 叶才伟, 王利肖, 等 (2796)
虾池清塘排出物沉积厚度对老鼠簕幼苗的影响·····	李 婷, 叶 勇 (2810)
澳大利亚亚热带不同森林土壤微生物群落对碳源的利用·····	鲁顺保, 郭晓敏, 芮亦超, 等 (2819)
镜泊湖岩溶台地不同植被类型土壤微生物群落特征·····	黄元元, 曲来叶, 曲秀春, 等 (2827)
浮床空心菜对氮循环细菌数量与分布和氮素净化效果的影响·····	唐莹莹, 李秀珍, 周元清, 等 (2837)
促分解菌剂对还田玉米秸秆的分解效果及土壤微生物的影响·····	李培培, 张冬冬, 王小娟, 等 (2847)
秸秆还田与全膜双垄集雨沟播耦合对半干旱黄土高原玉米产量和土壤有机碳库的影响·····	吴荣美, 王永鹏, 李凤民, 等 (2855)
赣江流域底泥中有机氯农药残留特征及空间分布·····	刘小真, 赵 慈, 梁 越, 等 (2863)
2009 年徽州稻区白背飞虱种群消长及虫源性质·····	刁永刚, 杨海博, 瞿钰锋, 等 (2872)
木鳖子提取物对朱砂叶螨的触杀活性·····	郭辉力, 师光禄, 贾良曦, 等 (2883)
冬小麦气孔臭氧通量拟合及通量产量关系的比较·····	佟 磊, 冯宗炜, 苏德·毕力格, 等 (2890)
专论与综述	
基于全球净初级生产力的能源足迹计算方法·····	方 恺, 董德明, 林 卓, 等 (2900)
灵长类社会玩耍的行为模式、影响因素及其功能风险·····	王晓卫, 赵海涛, 齐晓光, 等 (2910)
问题讨论	
中国伐木制品碳储量时空差异分析·····	伦 飞, 李文华, 王 震, 等 (2918)
研究简报	
森林自然更新过程中地上氮贮量与生物量异速生长的关系·····	程栋梁, 钟全林, 林茂兹, 等 (2929)
连作对芝麻根际土壤微生物群落的影响·····	华菊玲, 刘光荣, 黄劲松 (2936)
刈割对外来入侵植物黄顶菊的生长、气体交换和荧光的影响·····	王楠楠, 皇甫超河, 陈冬青, 等 (2943)
不同蔬菜种植方式对土壤固碳速率的影响·····	刘 杨, 于东升, 史学正, 等 (2953)
巢湖崩岸湖滨基质-水文-生物一体化修复·····	陈云峰, 张彦辉, 郑西强 (2960)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 336 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 36 * 2012-05



封面图说: 在交配的雨蛙——雨蛙为两栖动物, 世界上种类达 250 种之多, 分布极广。中国的雨蛙仅有 9 种, 除西部一些省份外, 其他各省(区)均有分布。雨蛙体形较小背面皮肤光滑, 往往雄性绿色, 雌性褐色, 其指、趾末端多膨大成吸盘, 便于吸附攀爬。多生活在灌丛、芦苇、高秆作物上, 或塘边、稻田及其附近的杂草上。白天匍匐在叶片上, 黄昏或黎明频繁活动, 捕食能力极强, 主要以昆虫为食。特别是在下雨以后, 常常 1 只雨蛙先叫几声, 然后众蛙齐鸣, 声音响亮, 每年在四、五月份夜间发情交配。

彩图提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201103150316

刘勇, 李晋昌, 杨永刚. 基于生物量因子的山西省森林生态系统服务功能评估. 生态学报, 2012, 32(9): 2699-2706.

Liu Y, Li J C, Yang Y G. Evaluation of forest ecosystem services based on biomass in Shanxi Province. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(9): 2699-2706.

基于生物量因子的山西省森林生态系统服务功能评估

刘 勇*, 李晋昌, 杨永刚

(山西大学黄土高原研究所, 太原 030006)

摘要:根据森林生态系统的特征和服务功能的内涵, 采用物质和价值量相结合的评价方法, 基于生物量因子和前人研究成果, 定量评价了山西省森林的生态系统服务价值。结果表明: 山西省 1995、2000 和 2005 年森林生态系统服务的总价值量分别为 377.24×10^8 、 428.79×10^8 和 501.12×10^8 元, 服务单价分别为 2.60×10^4 、 2.72×10^4 和 2.93×10^4 元, 均呈加速增加趋势; 山西省 10 a 间增加的森林生态系统服务价值量由栎类贡献最大(39%), 油松次之(17%), 云杉贡献了 14%。10 a 间山西省森林面积约增加了 18%, 生态系统服务的各种物质和价值量却增加了 33%, 表明山西省森林生态系统具有极为重要的服务功能。10 a 间山西省单位面积森林生态系统服务的物质和价值量约均增加了 13%; 各项功能的价值量依次为涵养水源>生物多样性保护>保育土壤>固碳释氧>净化大气环境>积累营养物质。如果不考虑生物量因子, 山西省森林生态系统服务的物质和价值量将比实际值明显偏高, 表明生物量因子对森林生态系统服务功能具有重要影响。

关键词:森林; 生态系统服务价值; 生物量; 山西省

Evaluation of forest ecosystem services based on biomass in Shanxi Province

LIU Yong*, LI Jinchang, YANG Yonggang

Institute of Loess Plateau, Shanxi University, Taiyuan 030006, China

Abstract: Forest is one of the most complicate terrestrial ecosystems in the world and plays an important role in sustaining the global life system. Forest ecosystem services can provide economic benefits both directly and indirectly. The valuation of forest ecosystem services has become a hot topic in ecological economics research. There has been a growing literature on valuation of forest ecosystem services in the past few decades. In each case, the researchers gave important insights into the spatial and temporal changes in forest ecosystem services. A few researches indicated that the ecosystem service function has close relationship with biomass, but previous evaluations of forest ecosystem services did not take this point into account. Shanxi Province was chosen as the study area. The objectives of the study were therefore: (1) to assign specific value coefficients for the forest ecosystem services; (2) to estimate changes in the matter and value quantity of forest ecosystem services in 1995, 2000 and 2005; and (3) to provide information and advices to support forest sustainable development policies in Shanxi Province. The results showed that the total value of forest ecosystem services in Shanxi Province were 377.24×10^8 yuan in 1995, 428.79×10^8 yuan in 2000, and 501.12×10^8 yuan in 2005, representing an increase of 123.88×10^8 yuan from 1995 to 2005; the value of unit area forest ecosystem services were 2.60×10^4 yuan in 1995, 2.72×10^4 yuan in 2000, and 2.93×10^4 yuan in 2005, representing an increase of 0.33×10^4 yuan from 1995 to 2005. During the ten years, the increasing value of forest ecosystem service was contributed mainly by Lithocarpus (39%), Chinese pine (17%) and Spruce (14%). The areas of forest in Shanxi Province increased 18% form 1995 to 2005, but the matter quantity and value of forest ecosystem service increased 33%, which showed that the forest ecosystem in Shanxi Province has very important

基金项目:山西省自然科学基金项目(2010011044-2); 山西省青年科技研究基金项目(2011021027-1); 国家自然科学基金项目(41101013)

收稿日期:2011-03-15; **修订日期:**2011-07-04

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: liuyong@sxu.edu.cn

service function. During the ten years, the matter and value quantity of unit area forest ecosystem services in Shanxi Province increased about 13%; among contribution of value of all ecosystem services, the order of value is below: water conservation > biodiversity conservation > soil conservation > fixing carbon and releasing oxygen > decontaminating atmospheric environment > accumulation nutrient. If not taking the biomass factor into account, the estimated matter and value quantity of forest ecosystem services in Shanxi Province would be obviously higher than actual quantity, which indicated that the biomass has great influence on the forest ecosystem services.

Key Words: forest; ecological services valuation; biomass; Shanxi Province

森林作为地球上结构最复杂、功能最多和最稳定的陆地生态系统在维持和改善生态环境方面起着不可替代的作用^[1], 其不仅为人类的生产生活提供木材及林副产品等物质资源, 还具有净化空气、调节气候、涵养水源、防风固沙、固土保肥等生态功能^[2]。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保意识及正确处理经济发展与生态环境保护之间的关系具有重要意义^[3]。20 世纪 50 年代, 前苏联、美国、德国、捷克等国家先后进行了森林生态系统服务价值的研究, 并在森林规划及经营中加以应用^[4]。我国森林生态系统服务功能评估工作始于 20 世纪 80 年代, 大多数借鉴了国外的研究方法^[5-7], 但由于该方面的研究尚处于探索阶段, 因此评估指标体系和计算方法各异, 不同结果之间无法比较。2008 年, 国家林业局^[8]颁布的《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T1721—2008) 当属对目前森林生态系统服务功能评估研究的一大贡献。一般来说, 生物量越大, 生态系统服务功能越强^[9], 不同树种甚至同一树种之间由于林龄、立地、林分密度等的不同, 生物量差异显著^[10-12], 但目前国内无论对全国还是局地范围内森林生态系统服务功能的评估工作均很少考虑生物量对其的影响^[13-20]。因此, 基于生态系统服务功能强度与生物量之间的密切关系和已有研究成果, 详细评估了山西省 1995、2000 和 2005 年森林生态系统服务的物质质量和价值量。

1 研究方法

1.1 数据来源

将山西省森林基于优势树种分类, 各类型森林 1995、2000 和 2005 年的面积数据源于山西省第五次、第六次和第七次森林资源清查成果, 如表 1 所示。俞艳霞等^[21]基于该清查成果计算了山西省各类森林单位面积生物量。假定生态系统服务功能强度与生物量成线性关系^[9], 各类森林生态服务单价(单位面积服务价值)的修正系数可基于下式计算:

$$p_j = B_j / (\sum_{j=1}^n B_j / n) \quad (1)$$

式中, p_j 为森林类型 j 生态服务单价的修正系数, j 分别代表云杉、落叶松、樟子松等森林类型(表 1); 为使不同年份之间具有可比性, 基于单位面积生物量的差异, 将 3 期清查涉及到的森林共划分为 35 种类型, 因此此处 n 值为 35; B_j 为森林类型 j 的单位面积生物量。计算结果如表 1 所示。

张永利等^[22]和王兵等^[13]基于国家林业局颁布的《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T1721—2008) 和森林资源清查数据分别评估了山西省 2005 年和 2009 年森林生态系统服务的物质质量和价值量, 基于该结果和森林总面积, 可推算出山西省森林生态系统单位面积服务的物质质量和价值量, 本研究用该结果代表 1995—2005 年间未考虑生物量因子时的结果, 如表 2 和表 3 所示, 表 3 中未考虑森林防护和森林游憩价值。

1.2 计算方法

山西省森林生态系统服务的总物质质量和单位面积物质质量可基于下式计算:

$$FP_i = \sum_{j=1}^n A_j \cdot C_j \cdot P_i \quad (2)$$

$$UP_i = FP_i / A \quad (3)$$

式中, FP_i 为山西省森林 i 类生态服务的总物质质量, i 分别代表调节水量、固土、保肥等服务功能(表 2); A_j 为

j 类森林的面积; C_j 为 j 类森林服务单价的修正系数; P_i 为未考虑生物量因子时山西省单位面积森林 i 类生态系统服务的物质质量, 如表 2 所示; n 值在 1995、2000 和 2005 年分别为 10、11 和 14。 UP_i 为考虑生物量因子时山西省单位面积森林 i 类生态系统服务的物质质量; A 为山西省森林的总面积。

表 1 山西省森林面积和服务单价修正系数
Table 1 Modify coefficient of the ecological service value on unit area of different forest types in Shanxi Province

森林类型 Forest type	面积 Area / (×10 ⁴ hm ²)			服务单价修正系数 Modify coefficient of the ecological service value		
	1995	2000	2005	1995	2000	2005
云杉 Spruce	0.21	2.05	2.85	2.1760	2.2824	2.1884
落叶松 Larch	7.43	8.84	9.61	1.2721	1.1783	1.2940
樟子松 Scotch pine	0	0.32	0.16	—	0.0988	0.0355
油松 Chinese pine	46.08	49.28	49.61	0.6397	0.6376	0.7329
华山松 Armand pine	0.32	0.64	0.80	0.8054	1.0937	1.2928
其他松类 Other pines	0	0	4.91	—	—	0.8199
侧柏 Chinese arborvitae	7.28	5.82	5.52	0.9857	1.4560	0.9827
栎类 Lithocarpus	34.43	38.70	48.24	1.0982	1.0685	1.1208
桦木 Birch	9.02	9.32	9.02	1.0154	1.1148	1.0344
水曲柳 Manchurian ash	0	0	0.16	—	—	0.9403
硬阔类 Hard broadleves	14.86	15.48	14.02	0.5791	0.5988	0.7425
杨树 Poplar	22.76	24.50	21.50	0.7059	0.7277	0.7804
柳树 Willow	0	0	1.11	—	—	1.1564
软阔类 Soft broadleves	2.69	2.84	3.34	0.7522	0.8413	0.7513
合计 Total	145.08	157.79	170.85	—	—	—

表 2 未考虑生物量因子时山西省森林生态系统单位面积服务的物质质量
Table 2 The matter quantities of unit area forest ecosystem services when biomass is not considered in Shanxi Province

功能类别 Function type	物质质量 Matter quantity	功能类别 Function type	物质质量 Matter quantity
调节水量 Regulating water content / (m ³ ·hm ⁻² ·a ⁻¹)	2130.524	林木营养积累	N 0.049
固土 Preventing soil erosion / (t·hm ⁻² ·a ⁻¹)	69.271	Tree nutrition accumulation / (t·hm ⁻² ·a ⁻¹)	P 0.023
保肥 Keeping fertility / (t·hm ⁻² ·a ⁻¹)	N 0.194		K 0.032
	P 0.027	生产负离子 Producing anion / (×10 ²⁰ 个·hm ⁻² ·a ⁻¹)	9.892
	K 1.275	吸收 SO ₂ Absorbing SO ₂ / (kg·hm ⁻² ·a ⁻¹)	207.816
有机质	3.148	吸收 HF Absorbing HF / (kg·hm ⁻² ·a ⁻¹)	6.427
固碳 Fixing carbon / (t·hm ⁻² ·a ⁻¹)	2.288	吸收 NO _x Absorbing NO _x (kg·hm ⁻² ·a ⁻¹)	10.563
释氧 Releasing oxygen / (t·hm ⁻² ·a ⁻¹)	6.099	滞尘 Detaining dust / (kg·hm ⁻² ·a ⁻¹)	2.721

表 3 未考虑生物量因子时山西省森林生态系统单位面积服务的价值量 / (×10⁴ 元·hm⁻²·a⁻¹)
Table 3 The value quantity of unit area forest ecosystem service when biomass is not considered in Shanxi Province

功能类别 Function type	价值量 Value quantity	功能类别 Function type	价值量 Value quantity
涵养水源 Water conservation	1.005	生物多样性保护 Biodiversity conservation	0.661
保育土壤 Soil conservation	0.645	净化大气环境 Decontaminating atmospheric environment	0.244
固碳释氧 Fixing carbon and releasing oxygen	0.501	—	—
积累营养物质 Accumulation nutrient	0.075	合计	3.130

山西省森林生态系统服务的总价值量和单价可基于下式计算:

$$FV_i = \sum_{j=1}^n A_j \cdot C_j \cdot V_i \quad (4)$$

$$UV_i = FV_i / A \quad (5)$$

$$FV_j = \sum_{i=1}^m A_j \cdot C_j \cdot V_i \quad (6)$$

式中, FV_i 为山西省森林 i 类生态系统服务的总价值量, i 分别代表涵养水源、保育土壤、固碳释氧等服务功能(表 3); V_i 为未考虑生物量因子时山西省森林 i 类生态系统服务的单价, 如表 3 所示; UV_i 为考虑生物量因子时山西省森林 i 类生态系统服务的单价; FV_j 为山西省 j 类森林生态系统服务的总价值量; m 值在 1995、2000 和 2005 年均均为 8; 其他参数同式(2)和式(3)。

2 结果与分析

2.1 森林面积和生态系统服务单价修正系数的变化

3 期相比(表 1), 山西省森林面积约增加了 18%, 前 5 a 和后 5 a 增幅均为 9%, 表明山西省森林面积呈等速增加趋势。樟子松、桦木、硬阔类和杨树面积呈先增后减趋势, 侧柏呈持续减少趋势, 其他森林均呈持续增加趋势。山西省森林组成以油松为主(占 31%), 栎类次之(占 25%), 杨树占 15%。

平均来看(表 1), 云杉的生态系统服务单价最高, 落叶松次之, 随后为柳树和侧柏, 樟子松最低, 油松也偏低。由于单位面积的云杉、落叶松、柳树和侧柏等能提供更大的服务价值, 因此山西省应更重视这些树种的培育和防护工作。3 期相比, 云杉、樟子松、侧柏、桦木、软阔类的服务单价呈先增后减趋势, 落叶松、油松、栎类呈先减后增趋势, 其他森林呈持续增加趋势。同类森林服务单价的变化主要是由于林龄、立地和林分密度变化所致。

2.2 森林生态系统服务的物质量变化

3 期相比, 山西省森林生态系统服务的总物质量呈加速增加趋势, 增幅均在 32%—34% 之间(表 4), 平均约 33%, 该增幅明显大于森林面积的增幅(18%), 表明山西省森林生态系统具有极为重要的服务功能。山西省多年平均输沙量和 3 期森林平均固土总量分别为 $4.56 \times 10^8 \text{ t/a}^{[23]}$ 和 $0.97 \times 10^8 \text{ t/a}$ (表 4), 表明森林的固土作用使山西省多年平均输沙量约减少了 18%。

表 4 考虑生物量因子时山西省森林生态系统服务的总物质量

Table 4 The total matter quantities of forest ecosystem services when biomass is considered in Shanxi Province

功能类别 Function type		年份 Year		
		1995	2000	2005
调节水量 Regulating water content / ($\times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$)		25.67	29.18	34.10
固土 Preventing soil erosion / ($\times 10^8 \text{ t/a}$)		0.84	0.95	1.11
保肥 Keeping fertility / ($\times 10^4 \text{ t/a}$)	N	23.37	26.57	31.05
	P	3.25	3.70	4.32
	K	153.62	174.61	204.07
	有机质	379.29	431.12	503.84
固碳 Fixing carbon / ($\times 10^4 \text{ t/a}$)		275.67	313.34	366.20
制氧 Releasing oxygen / ($\times 10^4 \text{ t/a}$)		734.84	835.26	976.15
林木营养积累 Tree nutrition accumulation / ($\times 10^4 \text{ t/a}$)	N	5.90	6.71	7.84
	P	2.77	3.15	3.68
	K	3.86	4.38	5.12
生产负离子 Producing anion / ($\times 10^{27} \text{ 个/a}$)		1.19	1.36	1.58
吸收 SO_2 Absorbing SO_2 / ($\times 10^8 \text{ kg/a}$)		25.04	28.46	33.26
吸收 HF Absorbing HF / ($\times 10^8 \text{ kg/a}$)		0.77	0.88	1.03
吸收 NO_x Absorbing NO_x / ($\times 10^8 \text{ kg/a}$)		1.27	1.45	1.69
滞尘 Detaining dust / ($\times 10^8 \text{ kg/a}$)		0.33	0.37	0.44

3 期相比, 山西省单位面积森林生态系统服务的物质量呈加速增加趋势, 增幅均在 12%—14% 之间(表 5), 平均约 13%, 可能是由于近 10 a 来山西省先后启动实施的天保工程、京津风沙源治理工程和退耕还林工程等国家重点工程对该省森林的培育和防护工作起到了积极作用。按山西省林业厅的目标, 2020 年山西省森林面积将超过 $400 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 按 2005 年单位面积森林可固土 64.97 t/a 算(表 5), 届时山西省森林固土总量将超过 $2.60 \times 10^8 \text{ t/a}$, 全省多年平均输沙量将减少 35% 以上。

如果不考虑生物量因子, 即各类森林生态系统服务单价相同情况下, 山西省 1995、2000 和 2005 年森林生态系统各服务功能的总物质量将分别比表 4 中的结果偏高 20%、15% 和 7%, 表明山西省森林生态系统服务的物质量与生物量密切相关。

表 5 考虑生物量因子时山西省森林生态系统单位面积服务的物质量

Table 5 The matter quantities of unit area forest ecosystem services when biomass is considered in Shanxi Province

功能类别 Function type		年份 Year		
		1995	2000	2005
调节水量 Regulating water content / (m^3/a)		1769.369	1849.293	1995.903
固土 Preventing soil erosion / (t/a)		57.899	60.207	64.969
保肥 Keeping fertility / (t/a)	N	0.161	0.168	0.182
	P	0.022	0.023	0.025
	K	1.059	1.107	1.194
	有机质	2.614	2.732	2.949
固碳 Fixing carbon / (t/a)		1.900	1.986	2.143
制氧 Releasing oxygen / (t/a)		5.065	5.293	5.713
林木营养积累 Tree nutrition accumulation / (t/a)	N	0.041	0.043	0.046
	P	0.019	0.020	0.022
	K	0.027	0.028	0.030
生产负离子 Producing anion / ($\times 10^{20}$ 个/a)		8.202	8.620	9.250
吸收 SO_2 Absorbing SO_2 / ($\times 10^8 \text{ kg/a}$)		1725.944	1803.663	1946.737
吸收 HF Absorbing HF / ($\times 10^8 \text{ kg/a}$)		53.074	55.770	60.287
吸收 NO_x Absorbing NO_x / ($\times 10^8 \text{ kg/a}$)		87.538	91.894	98.917
滞尘 Detaining dust / (kg/a)		22.746	23.449	25.754

2.3 森林生态系统服务的价值量变化

2.3.1 森林生态系统各服务类型的价值量变化

分析表明(表 6), 山西省 1995、2000 和 2005 年森林生态系统服务的总价值量分别为 377.24×10^8 、 428.79×10^8 和 501.12×10^8 元, 服务单价分别为 2.60×10^4 、 2.72×10^4 和 2.93×10^4 元, 即 10 a 间, 山西省森林生态服务的总价值量和单价均呈加速增加趋势, 分别增加了 123.88×10^8 元和 0.33×10^4 元, 增幅分别达 33% 和 13%。如果不考虑生物量因子, 即各类森林生态系统服务单价相同情况下, 山西省 1995、2000 和

表 6 考虑生物量因子时山西省森林生态系统各服务功能的价值量

Table 6 The different value quantities of forest ecosystem service when biomass is considered in Shanxi Province

功能类别 Function type	总价值量 Total value / ($\times 10^8$ 元)			单价 Unit value / ($\times 10^4$ 元/ hm^2)		
	1995	2000	2005	1995	2000	2005
涵养水源 Water conservation	121.087	137.635	160.851	0.835	0.872	0.941
保育土壤 Soil conservation	77.713	88.332	103.233	0.536	0.560	0.604
固碳释氧 Fixing carbon and releasing oxygen	60.363	68.612	80.186	0.416	0.435	0.469
积累营养物质 Accumulation nutrient	9.036	10.271	12.004	0.062	0.065	0.070
净化大气环境 Decontaminating atmospheric environment	29.398	33.416	39.052	0.203	0.212	0.229
生物多样性保护 Biodiversity conservation	79.640	90.524	105.794	0.549	0.574	0.619
合计 Total	377.237	428.790	501.12	2.600	2.72	2.933

2005 年森林生态系统服务的总价值量分别为 454.10×10^8 、 493.88×10^8 和 534.76×10^8 元, 比上述结果分别偏高了 20%、15% 和 7%, 表明山西省森林生态系统服务的价值量与生物量密切相关。

六大功能中(表 6), 涵养水源价值最大, 占总价值的 32%, 生物多样性保护价值和保育土壤价值次之, 均占 21%, 积累营养物质价值最低, 占 2%, 固碳释氧价值和净化大气环境价值分别占 16% 和 8%。

2.3.2 各类森林生态系统服务的价值量变化

3 期平均来看(表 7), 对山西省森林生态系统服务总价值量贡献最大的四类森林分别是栎类(32%)、油松(23%)、杨树(12%)和落叶松(8%), 贡献最小的四类森林分别为樟子松(0.01%)、水曲柳(0.03%)、柳树(0.27%)和华山松(0.46%)。栎类服务单价和面积均较大, 油松和杨树虽然服务单价偏低, 但面积较大, 落叶松虽然面积较小, 但服务单价偏高, 因此该四类森林对各项服务功能的价值贡献率均较大。樟子松、水曲柳和华山松的服务单价和面积均较小, 柳树虽然服务单价较高, 但面积较小, 因此该四类森林对各项服务的价值贡献均较小。10 a 间樟子松、侧柏、桦木和杨树等可能由于管理不善导致幼苗死亡或是过度砍伐等, 其服务价值呈先增后减趋势, 其他森林的服务价值均呈持续增加趋势。山西省 10 a 间增加的森林生态系统服务价值由栎类贡献最大(39%), 油松次之(17%), 云杉贡献了 14%。

以上分析表明, 山西省近 10 a 来先后启动实施的天保工程、京津风沙源治理工程和退耕还林工程等国家重点工程对该省森林的培育和防护工作起到了积极作用, 山西省森林生态系统服务的价值量呈显著增加趋势, 该增加主要由栎类、油松和云杉贡献。

表 7 考虑生物量因子时山西省各类森林生态服务的价值量

Table 7 The value quantities of different forests ecosystem service when biomass is considered in Shanxi Province

森林类型 Forest type	价值量 Total value / ($\times 10^8$ 元)			比例 Percentage / %		
	1995	2000	2005	1995	2000	2005
云杉 Spruce	1.430	14.645	19.522	0.379	3.417	3.897
落叶松 Larch	29.584	32.603	38.923	7.845	7.606	7.770
樟子松 Scotch pine		0.099	0.018	0	0.023	0.004
油松 Chinese pine	92.264	98.348	113.804	24.466	22.943	22.717
华山松 Armand pine	0.807	2.191	3.237	0.214	0.511	0.646
其他松类 Other pines			12.600	0	0	2.515
侧柏 Chinese arborvitae	22.461	26.523	16.979	5.956	6.188	3.389
栎类 Lithocarpus	118.349	129.429	169.231	31.382	30.194	33.781
桦木 Birch	28.667	32.521	29.204	7.602	7.587	5.830
水曲柳 Manchurian ash			0.471	0	0	0.094
硬阔类 Hard broadleaves	26.935	29.013	32.583	7.142	6.768	6.504
杨树 Poplar	50.287	55.804	52.517	13.335	13.018	10.483
柳树 Willow			4.018	0	0	0.802
软阔类 Soft broadleaves	6.333	7.478	7.854	1.679	1.745	1.568
合计 Total	377.237	428.790	501.12	100	100	100

3 结论

(1) 山西省 1995、2000 和 2005 年森林生态系统服务的总价值量分别为 377.24×10^8 、 428.79×10^8 和 501.12×10^8 元, 服务单价分别为 2.60×10^4 、 2.72×10^4 和 2.93×10^4 元, 均呈加速增加趋势; 山西省 10a 间增加的森林生态系统服务价值量由栎类贡献最大(39%), 油松次之(17%), 云杉贡献了 14%。

(2) 1995—2005 年, 山西省森林面积约增加了 18%, 生态系统服务的各种物质量和价值量却增加了 33%, 表明山西省森林生态系统具有极为重要的服务功能。

(3) 1995—2005 年, 山西省单位面积森林生态系统服务的物质量和价值量约均增加了 13%, 可能是由于山西省先后启动实施的天保工程、京津风沙源治理工程和退耕还林工程等国家重点工程对该省森林的培育

和防护工作起到了积极作用。

(4) 山西省森林生态服务的六大功能中, 涵养水源价值最大(32%), 生物多样性保护价值和保育土壤价值次之(21%), 积累营养物质价值最低(2%)。对六大功能价值贡献最大的四类森林均分别是栎类(32%)、油松(23%)、杨树(12%)和落叶松(8%)。

(5) 如果不考虑生物量因子, 山西省森林生态系统服务的物质量和价值量将比实际值明显偏高, 表明生物量因子对森林生态系统服务功能具有重要影响。

References:

- [1] Li J W. Forest Ecology. Beijing: China Forestry Press, 1982.
- [2] Zhang Q G, Wang T Y, Zhong Q L. Forest eco-environment health assessment. Journal of Soil and Water Conservation, 2003, 17(5): 16-18.
- [3] Jin F, Lu S W, Yu X X, Rao L Y, Niu J Z, Xie Y Y, Zhang Z M. Forest ecosystem service and its evaluation in China. Chinese Journal of Applied Ecology, 2005, 16(8): 1531-1536.
- [4] Mi F, Li J Y, Yang J W. Review on research of evaluation on forest ecological benefits. Journal of Beijing Forestry University, 2003, 25(6): 77-83.
- [5] Tian S L, Liao C Y, Wang X C, Zhen L S. Evaluation on comprehensive service benefits of the forest ecosystem in Lantian County. Journal of Northwest A and F University: Natural Science Edition, 2009, 37(5): 133-138.
- [6] Lu S W. Dynamic Analysis and Simulation Forecast of Forest Ecosystem Services in China [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2006.
- [7] Lin M Z, Ma X F, Yang M Z, Cai D, Chen Z Y, Jiang X D. Dynamic evaluation of forest eco-system services in Guangdong Province. Resources Science, 2009, 31(6): 980-984.
- [8] State Forestry Administration. Specifications for Assessment of Forest Ecosystem Services in China (LY/T1721—2008). Beijing: China Standard Press, 2008.
- [9] Xie G D, Lu C X, Leng Y F, Zheng D, Li S C. Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau. Journal of Natural Resources, 2003, 18(2): 189-196.
- [10] Fang J Y, Chen A P, Zhao S Q, Ci L J. Estimating biomass carbon of China's forests: supplementary notes on report published in Science (291: 2320-2322) by Fang et al. (2001). Acta Phytocologica Sinica, 2002, 26(2): 243-249.
- [11] Fang J Y, Chen A P, Peng C H, Zhao S Q, Ci L J. Changes in forest biomass carbon storage in China between 1949 and 1998. Science, 2001, 292: 2320-2322.
- [12] Fang J Y, Liu G H, Xu S L. Biomass and net production of forest vegetation in China. Acta Ecologica Sinica, 1996, 16(5): 497-508.
- [13] Wang B, Ren X X, Hu W. Assessment of forest ecosystem services value in China. Scientia Silvae Sinicae, 2011, 47(2): 145-153.
- [14] Wang B, Ren X X, Hu W. Regional variation of forest ecosystem services in China. Journal of Beijing Forestry University, 2011, 33(2): 43-47.
- [15] Yu X X, Lu S W, Jin F, Chen L H, Rao L Y, Lu G Q. The assessment of the forest ecosystem services evaluation in China. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(8): 2096-2102.
- [16] Guo H, Wang B, Ma X Q, Zhao G D, Li S N. The *Pinus tabulaeformis* forest ecosystem services evaluation in China. Science in China Series C: Life Sciences, 2008, 38(6): 565-572.
- [17] Duan X F, Xu X G. Regional forest ecosystem services assessment: a case study of Shandong Province. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2006, 42(6): 751-756.
- [18] Zhang Z J, Tang F L, Zhu L Y, Li B H. Value of forest ecosystem services of Jiaozai Mountain Natural Reserve. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2010, 26(11): 107-112.
- [19] Wang B, Lu S W, You W Z, Ren X X, Xing Z K, Wang S M. Evaluation of forest ecosystem services value in Liaoning Province. Chinese Journal of Applied Ecology, 2010, 21(7): 1792-1798.
- [20] Lu S W, Mao F L, Jin F, Yu X X, Rao L Y. The water resource conservation of forest ecosystem in China. Research of Soil and Water Conservation, 2005, 12(4): 223-226.
- [21] Yu Y X, Zhang J J, Wang M B. Study on Changes in forest biomass carbon storage in Shanxi Province. Forest Resources Management, 2008, (6): 35-39.
- [22] Zhang Y L, Yang F W, Wang B, Guo H, Lu S W, Wei W J, Hu W, Chen L. The forest ecosystem services evaluation in China. Beijing: Science Press, 2010: 69-70.
- [23] Wang M B. Study on the Integrated Management Planning for the Loess Plateau Region; Shanxi Province. Beijing: China Forestry Press, 2009:

16-28.

参考文献:

- [1] 李景文. 森林生态学. 北京: 中国林业出版社, 1982.
- [2] 张秋根, 王桃云, 钟全林. 森林生态环境健康评价初探. 水土保持学报, 2003, 17(5): 16-18.
- [3] 靳芳, 鲁绍伟, 余新晓, 饶良懿, 牛建植, 谢媛媛, 张振明. 中国森林生态系统服务功能及其价值评价. 应用生态学报, 2005, 16(8): 1531-1536.
- [4] 米锋, 李吉跃, 杨家伟. 森林生态效益评价的研究进展. 北京林业大学学报, 2003, 25(6): 77-83.
- [5] 田石磊, 廖超英, 王小翠, 甄丽莎. 蓝田县森林生态系统服务价值的评价. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2009, 37(5): 133-138.
- [6] 鲁绍伟. 中国森林生态服务功能动态分析与仿真预测 [D]. 北京: 北京林业大学, 2006.
- [7] 林媚珍, 马秀芳, 杨木壮, 蔡砥, 陈志云, 姜喜东. 广东省 1987 年至 2004 年森林生态系统服务功能价值动态评估. 资源科学, 2009, 31(6): 980-984.
- [8] 国家林业局. 森林生态系统服务功能评估规范 (LY/T1721—2008). 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [9] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 郑度, 李双成. 青藏高原生态资产的价值评估. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189-196.
- [10] 方精云, 陈安平, 赵淑清, 慈龙骏. 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. 植物生态学报, 2002, 26(2): 243-249.
- [12] 方精云, 刘国华, 徐嵩龄. 我国森林植被的生物量和净生产量. 生态学报, 1996, 16(5): 497-508.
- [13] 王兵, 任晓旭, 胡文. 中国森林生态系统服务功能及其价值评估. 林业科学, 2011, 47(2): 145-153.
- [14] 王兵, 任晓旭, 胡文. 中国森林生态系统服务功能的区域差异研究. 北京林业大学学报, 2011, 33(2): 43-47.
- [15] 余新晓, 鲁绍伟, 靳芳, 陈丽华, 饶良懿, 陆贵巧. 中国森林生态系统服务功能价值评估. 生态学报, 2005, 25(8): 2096-2102.
- [16] 郭浩, 王兵, 马向前, 赵广东, 李少宁. 中国油松林生态服务功能评估. 中国科学 C 辑: 生命科学, 2008, 38(6): 565-572.
- [17] 段晓峰, 许学工. 区域森林生态系统服务功能评价——以山东省为例. 北京大学学报: 自然科学版, 2006, 42(6): 751-756.
- [18] 张治军, 唐芳林, 朱丽燕, 李百航. 轿子山自然保护区森林生态系统服务功能价值评估. 中国农学通报, 2010, 26(11): 107-112.
- [19] 王兵, 鲁绍伟, 尤文忠, 任晓旭, 邢兆凯, 王世明. 辽宁省森林生态系统服务价值评估. 应用生态学报, 2010, 21(7): 1792-1798.
- [20] 鲁绍伟, 毛富玲, 靳芳, 余新晓, 饶良懿. 中国森林生态系统水源涵养功能. 水土保持研究, 2005, 12(4): 223-226.
- [21] 俞艳霞, 张建军, 王孟本. 山西省森林植被碳储量及其动态变化研究. 林业资源管理, 2008, (6): 35-39.
- [22] 张永利, 杨锋伟, 王兵, 郭浩, 鲁邵伟, 魏文俊, 胡文, 陈列. 中国森林生态系统服务功能研究. 北京: 科学出版社, 2010: 69-70.
- [23] 王孟本. 山西省黄土高原地区综合治理规划研究. 北京: 中国林业出版社, 2009: 16-28.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32, No. 9 May, 2012 (Semimonthly)

CONTENTS

Responses and weigh of multi-ecosystem services and its economic value under different land cover scenarios: a case study from Ertan water control pivot in Yalong River	GE Jing, WU Nan, GAO Jixi, et al (2629)
Influence of grazing on biomass, growth ratio and compensatory effect of different plant groups in <i>Kobresia parva</i> meadow	DONG Quanmin, ZHAO Xinquan, MA Yushou, et al (2640)
Stocking effectiveness of hatchery-released kuruma prawn <i>Penaeus japonicus</i> in the Xiangshan Bay, China	JIANG Yazhou, LING Jianzhong, LIN Nan, et al (2651)
The spatial pattern of landscape fragmentation and its relations with urbanization and socio-economic developments: a case study of Beijing	QIU Jiangxiao, WANG Xiaoke, LU Fei, et al (2659)
Cellular automata simulation of barren patch connectivity effect in degradation sequence on alpine meadow in the source region of the Yangtze and Yellow rivers, Qinghai-Tibetan Plateau, China	LI Xueling, LIN Huilong (2670)
Evolution law of architectural landscape during the urban renewal process in Tiexi District	ZHANG Peifeng, HU Yuanman, XIONG Zaiping, et al (2681)
Competition for light and crop productivity in an agro-forestry system in the Hilly Region, Shangluo, China	PENG Xiaobang, ZHANG Shuoxin (2692)
Evaluation of forest ecosystem services based on biomass in Shanxi Province	LIU Yong, LI Jinchang, YANG Yonggang (2699)
Research on the morphological interactions between <i>Tamarix ramosissima</i> thickets and Nebkhas under different sand supply conditions; a case study in Cele oasis-desert ecotone	YANG Fan, WANG Xueqin, YANG Dongliang, et al (2707)
Litter decomposition and nutrient release in typical secondary and primary forests in karst region, Northwest of Guangxi	ZENG Zhaoxia, WANG Kelin, ZENG Fuping, et al (2720)
Spatial patterns of dominant species in a subtropical evergreen broad-leaved forest in Jiulian Mountain Jiangxi Province, China	FAN Juan, ZHAO Xiuhai, WANG Jinsong, et al (2729)
Characteristics of seedlings regeneration in <i>Quercus aliena</i> var. <i>acuteserrata</i> secondary forests in Qinling Mountains	KANG Bing, WANG Dexiang, LI Gang, et al (2738)
Xylem hydraulic traits of <i>Populus euphratica</i> Oliv. in extremely drought environment	AYOUPU Mubareke, CHEN Yaning, HAO Xingming, et al (2748)
Response characteristics of leaf traits of common species along an altitudinal gradient in Hongchiba Grassland, Chongqing	SONG Lulu, FAN Jiangwen, WU Shaohong, et al (2759)
Changes of carbon input influence soil respiration in a <i>Pinus tabulaeformis</i> plantation	WANG Jinsong, ZHAO Xiuhai, ZHANG Chunyu, et al (2768)
Effects of different habitats and coverage treatments on the fates of <i>Quercus wutaishanica</i> seeds under the predation pressure of rodents	YAN Xingfu, ZHOU Libiao, LIU Jianli (2778)
Nested analysis of urban woodlot bird communities in Minhang District of Shanghai	WANG Benyao, WANG Xiaoming, WANG Tianhou, et al (2788)
Production dynamics and trophic basis of three dominant mayflies in the continuum of Shenglihe Stream in the Bahe River Basin	DENG Shan, YE Caiwei, WANG Lixiao, et al (2796)
Effects of sedimentation thickness of shrimp pond cleaning discharges on <i>Acanthus ilicifolius</i> seedlings	LI Ting, YE Yong (2810)
Utilization of carbon sources by the soil microbial communities of different forest types in subtropical Australia	LU Shunbao, GUO Xiaomin, RUI Yichao, et al (2819)
Soil microbial community characteristics under different vegetation types at the Holocene-basalt Platform, Jingpo Lake area, Northeast China	HUANG Yuanyuan, QU Laiye, QU Xiuchun, et al (2827)
Effect of <i>Ipomoea aquatica</i> Floating-bed on the quantity and distribution of nitrogen cycling bacteria and nitrogen removal	TANG Yingying, LI Xiuzhen, ZHOU Yuanqing, et al (2837)
Effects of microbial inoculants on soil microbial diversity and degrading process of corn straw returned to field	LI Peipei, ZHANG Dongdong, WANG Xiaojuan, et al (2847)

Effects of coupling film-mulched furrow-ridge cropping with maize straw soil-incorporation on maize yields and soil organic carbon pool at a semiarid loess site of China	WU Rongmei, WANG Yongpeng, LI Fengmin, et al (2855)
Residues and spatial distribution of OCPs in the sediments of Gan River Basin ...	LIU Xiaozhen, ZHAO Ci, LIANG Yu, et al (2863)
Analysis on population fluctuation and properties of the white-backed planthopper in Huizhou in 2009	 DIAO Yonggang, YANG Haibo, QU Yufeng, et al (2872)
Evaluation acaricidal activities of <i>Momordica cochinchinensis</i> extracts against <i>Tetranychus cinnabarinus</i>	 GUO Huili, SHI Guanglu, JIA Liangxi, et al (2883)
Stomatal ozone uptake modeling and comparative analysis of flux-response relationships of winter wheat	 TONG Lei, FENG Zongwei, Sudebilige, et al (2890)

Review and Monograph

Calculation method of energy ecological footprint based on global net primary productivity	 FANG Kai, DONG Deming, LIN Zhuo, et al (2900)
Behavioral patterns, influencing factors, functions and risks of social play in primates	 WANG Xiaowei, ZHAO Haitao, QI Xiaoguang, et al (2910)

Discussion

Spatio-Temporal changing analysis on carbon storage of harvested wood products in China	 LUN Fei, LI Wenhua, WANG Zhen, et al (2918)
---	---

Scientific Note

Variations in allometrical relationship between stand nitrogen storage and biomass as stand development	 CHENG Dongliang, ZHONG Quanlin, LIN Maozi, et al (2929)
Effect of continuous cropping of sesame on rhizospheric microbial communities	 HUA Juling, LIU Guangrong, HUANG Jinsong (2936)
Effects of clipping on the growth, gas exchange and chlorophyll fluorescence of invasive plant, <i>Flaveria bidentis</i>	 WANG Nannan, HUANGFU Chaohe, CHEN Dongqing, et al (2943)
Influence of vegetable cultivation methods on soil organic carbon sequestration rate	 LIU Yang, YU Dongsheng, SHI Xuezheng, et al (2953)
Integrated matrix-hydrology-biological remediation technology for bank collapse lakeside zone of Chaohu Lake	 CHEN Yunfeng, ZHANG Yanhui, ZHENG Xiqiang (2960)

《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 元。

国内邮发代号:82-7 国外邮发代号:M670 标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 32 卷 第 9 期 (2012 年 5 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 9 (May, 2012)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100071	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元