

蓝田县森林生态系统服务价值的评价

田石磊¹, 廖超英¹, 王小翠², 甄丽莎¹

(1 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2 西安市林业局, 陕西 西安 710003)

【摘要】【目的】对蓝田县森林生态系统的服务价值进行评价,为蓝田县生态补偿标准制定、绿色 GDP 核算提供参考。【方法】根据蓝田县森林资源的资料,以西方经济学为理论基础,采用基于成本估价方法中的影子工程法、机会成本法和基于损害/收益估价方法,评价蓝田县森林生态系统的服务价值。【结果】蓝田县森林生态系统的服务总价值为 28 089.53 万元/年,单位面积森林生态系统服务价值为 0.485 9 万元/(hm²·年),生态系统服务价值是 2006 年林产品价值的 4.3 倍。【结论】蓝田县森林系统生态服务价值主要体现在保持水土、森林游憩方面,应继续推行生态补偿政策,并适时提高生态补偿标准。

【关键词】 森林生态系统; 生态系统服务价值; 蓝田县

【中图分类号】 S718.56

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2009)05-0133-06

Evaluation on comprehensive service benefits of the forest ecosystem in Lantian County

TIAN Shi-lei¹, LIAO Chao-ying¹, WANG Xiao-cui², ZHEN Li-sha¹

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

2 State Forestry of Xi'an, Xi'an, Shaanxi 7100003, China)

Abstract: 【Objective】 Making an evaluation on the value of comprehensive service benefits will provide a solid basis for study and practice of eco-compensation and Green-GDP evaluation in Lantian County. 【Method】 The study, using western economics as the foundation of theory according to the forestry data of Lantian County, with shadow engineering method of cost evaluation, opportunity cost method and damage/income evaluation method, made an evaluation on comprehensive service benefits of the forest ecosystem in Lantian County. 【Result】 The total forest ecosystem value is about 28 089.53×10⁴ yuan/a, 0.485 9×10⁴ yuan/(hm²·a), about 4.3 times more than direct economic value of the forest resources in 2006. 【Conclusion】 The value of forest ecosystem service benefits is mainly manifested in conserving soil and water and forest recreation. The compensation policy of ecological benefits to forest should be carried out continuously and the standard of compensation should be improved.

Key words: forest ecosystem; value of ecological service; Lantian County

生态系统服务功能是指自然生态系统及其物种所提供的、能满足和维持人类生活所需要的条件和过程^[1]。森林生态系统服务价值研究在国外开展较早,在 20 世纪 50 年代,前苏联、美国、德国、捷克等

国家先后进行了这方面的研究,并在森林规划及经营中加以应用^[2]。在 90 年代,生态系统服务价值研究取得了突破性进展,其标志是 1997 年 Costanza 等^[3]在《Nature》上发表的“The value of the world's e-

* [收稿日期] 2008-06-20

[基金项目] 国家自然科学基金项目(30670339)

[作者简介] 田石磊(1981—),河南许昌人,在读硕士,主要从事环境经济研究。E-mail: tshilei08@163.com

[通信作者] 廖超英(1959—),安徽宿州人,教授,博士生导师,主要从事森林培育、环境生态、水土保持及沙漠化防治研究。E-mail: chaoying95@163.com

cosystem services and natural capital”,他们对全球生态系统服务功能进行了划分和评价,将生态系统服务功能归纳为 17 种类型,并对 10 种生物群系以货币形式进行估算。在国内,森林价值和计量的研究开始比较晚,直至 1988 年初,国务院发展研究中心才首次提出开展资源核算并将其纳入国民经济核算体系中,并与美国世界资源研究所合作开展了水、土地、森林、草原、矿产、水产等的核算。1990 年,中国林学会召开了“森林综合效益计量评价学术研讨会”,很多林业经济工作者和生态学者对森林生态系统资源价值进行了大量研究。蒋延玲等^[4]根据全国 3 次森林资源清查的资料,对我国 38 种主要森林类型生态系统公益价值作了评价,得出其总价值约为 117.401 亿美元,是原材料(包括木材、燃料、饲料)价值的 2~3 倍;周冰冰等^[5]对北京市的森林资源价值作了评价,得出北京市森林资源总价值为 2 313.37 亿元人民币,森林资源的环境价值是林木产出价值的 13.3 倍。

目前,大尺度区域生态系统服务价值评价占据主导地位,尤以全球和国家尺度居多,基于区县等行政区域尺度的生态价值评价研究较少。本研究采用功能分类研究方法,对蓝田县森林生态系统的服务价值进行了评估,以期对蓝田县生态补偿标准制定、绿色 GDP 核算提供参考。

1 研究区域概况

蓝田县位于陕西省关中东部,北纬 33°50′~34°19′,东经 109°07′~109°49′。东南以秦岭为界,北部以横岭为界,西部与长安相接。蓝田地势为东南部靠岭,中部川地向西延伸,蓝田的地形地貌类型可分为河谷冲积阶地、黄土台原、黄土丘陵、秦岭山地 4 种。蓝田县境内气候属暖温带大陆季风气候,受季风及地形影响,四季冷暖分明,年平均降水量 720.3 mm,日照 2 148.8 h,年均气温 13.1 ℃,全年无霜期 212 d,主要土壤类型为黄棕壤、棕壤,基于气候土壤条件,秦岭山地宜于发展林业,横岭丘陵沟壑适合农林、牧业综合开发。蓝田县森林资源多分布在县东南部山区及北部横岭和川、原地区,均属散生。全县林业用地 108 667 hm²,占总面积的 53.83%,人均 0.21 hm²,其中有林地 57 800 hm²,人均 0.11 hm²,森林覆盖率 36.36%,高于全国(16.55%)和陕西省(31%)。蓝田县森林植被属暖温带落叶、阔叶林带,受海拔高度、地形、气候、土壤和人类活动的影响,形成各种不同植被类型。东南

部秦岭山区林地面积占全县林地面积的 91%,分布在海拔 600~1 000 m 浅山区。

根据蓝田县第 4 次森林资源清查结果^[6],蓝田县活立木蓄积 248.9 万 m³,其中有林地蓄积为 223.6 万 m³,占 89.84%;疏林地蓄积为 5.8 万 m³,占 2.26%,四旁树、散生木蓄积为 19.6 万 m³,占 7.9%。全县林木年净生长量为 8.2 万 m³。其中林分年净生长量为 6 万 m³,占 73.09%,零星树年净生长量 2 万 m³,占 26.91%,净生长率 11.32%。

2 研究方法

2.1 理论基础

目前,森林生态系统服务评价所采用的主要理论基础有 3 种,即马克思劳动价值论、能值理论和西方经济学的效用价值论。采用马克思劳动价值论评价森林生态系统服务价值时,会面临价值无法计量的困境;能值理论脱离了人类的需求来谈森林价值,难以被广泛接受,同时在衡量价值时采用的方法不够成熟;西方经济学的效用价值论,在国际上应用比较广泛,并经过几十年的发展,相对比较成熟,因此本研究以西方经济学的效用价值论作为理论基础。

2.2 指标体系构建方法

在 2003 年联合国、欧洲委员会、国际货币基金组织和世界银行编写的《综合环境经济核算》(SEEC)中,推荐的环境价值量核算的估价方法有 2 大类^[7],即基于成本的估价方法和基于损害/受益的估价方法。目前,我国常用的森林资源核算方法,大多属于以上 2 种类型。本研究主要采用基于成本估价方法中的影子工程法、机会成本法和基于损害/收益估价方法中的净收益替代法等,对蓝田森林生态系统服务价值进行评价,以确保评价结果的可信性和科学性。

2.3 评价指标及计算方法

评价指标有涵养水源、固土保肥、固定二氧化碳释放氧气、净化空气、游憩、维持生物多样等。

2.3.1 森林涵养水源价值的评价 以森林区域水量平衡法计算森林涵养水源量 W :

$$W=(R-E)\times A=\theta R\times A。(1)$$

式中: R 为平均降水量, E 为平均蒸散量, A 为研究区域面积, θ 为径流系数。森林涵养水源的价值为年涵养水源量乘以水价,水价可用商品水的价格来确定。

2.3.2 森林固土保肥价值的评价 森林固土保肥价值,主要体现在减少土壤侵蚀、保持土壤肥力和减

少河流湖泊泥沙淤积 3 个方面。本研究采用替代市场法和影子工程法，计算森林减少这 3 方面损失的价值：

(1)森林减少土壤侵蚀总量价值的计算。根据有林地与无林地侵蚀模数量之差来计算，森林减少土壤侵蚀总量的计算公式为：

$$V=S(P-Q)/D。(2)$$

式中： V 为森林减少土壤侵蚀总量， S 为森林面积， P 为无林地侵蚀模数， Q 为有林地侵蚀模数， D 为土壤容重。

将由公式(2)计算出的森林减少土壤侵蚀总量与土壤容重的乘积除以土地耕作层的平均厚度，即得森林减少土地资源损失的面积 S_L ：

$$S_L=VD/L。(3)$$

式中： V 为森林减少土壤侵蚀总量， L 为土地耕作层的平均厚度。

以林业生产用地的年平均收益，作为森林减少废弃土地的机会成本，计算森林减少土壤侵蚀总量的价值。

(2)森林保持土壤肥力价值的计算。森林保持土壤肥力价值，可以用具有同等肥力的化肥市场价值来表示，即减少土壤肥力流失的价值=同等肥力化肥的价格。计算公式为：

$$P=\sum(R_j/A_j)\times C_j\times V。(4)$$

式中： P 为森林保持土壤肥力的价值， R_j 为单位侵蚀物中第 j 种养分元素的含量， A_j 为第 j 种养分元素在标准化肥中的含量， C_j 为第 j 种标准化肥的价格， V 为森林减少的土壤侵蚀总量。

(3)森林减少河流湖泊泥沙淤积价值的计算。在得出森林减少土壤侵蚀总量的基础上，采用影子工程法计算减少河流湖泊泥沙淤积的价值^[8]。

2.3.3 森林固定二氧化碳和释放氧气价值的评价

采用影子价格法来计算森林固定二氧化碳和释放氧气的价值，根据森林面积及森林对有害物质的减除能力及影子价格计算：

$$V_a=q\times C。(5)$$

式中： V_a 为森林固定二氧化碳或释放氧气的价值， q 为森林固定二氧化碳或释放氧气的量， C 为我国平均造林成本。

2.3.4 森林净化空气价值的评价 森林净化的主要环境污染物是 SO_2 、粉尘、病菌和噪声等，森林净化空气价值的计算公式为：

$$V_s=\sum_{i=1}^nW_i(q_1s_1+q_2s_2)。(6)$$

式中： V_s 为森林净化空气的价值， i 为各种环境污染的治理费用， W_i 为净化空气的影子价格， q_1 为阔叶林对环境污染物的吸收能力， q_2 为针叶林对环境污染物的吸收能力， s_1 、 s_2 分别为阔叶林和针叶林的面积。

2.3.5 森林游憩价值的评价 本研究采用旅行费用法，该方法是目前国外森林旅游价值评价最为流行的方法之一。该方法根据消费者剩余理论，以游人的消费者剩余来表达森林游憩价值，以游人往返于出发地与游憩地之间的交通费、时间价值和其他相关费用等旅行费用，作为游人购买“游憩服务”的价格支出，在调查游人及出发地分区的基础上，建立游憩需求与游憩服务价格(旅行费用)之间的需求函数关系，根据需求函数计算游人的消费者剩余^[9]。

2.3.6 生物多样性价值的评价 森林生物多样性价值，根据森林生物多样性价值占森林游憩价值的比例进行计算。

3 结果与分析

3.1 森林涵养水源的价值

径流系数按 90 年代平均径流系数计算，为 0.302 9^[10]，蓝田县年平均降水量 720.3 mm，研究区森林面积 57 800 hm^2 ，由此可计算出森林涵养水源量为 1 261.07 万 $t/年$ 。

2007 年西安市居民生活用水水价为 2.9 元/ m^3 ，工业用水水价为 3.45 元/ m^3 ，取其平均值水价为 3.18 元/ m^3 ，计算可得蓝田县森林涵养水源的价值为 4 010.21 万元/年。

3.2 森林固土保肥的价值

3.2.1 减少土壤侵蚀总量 根据我国土壤侵蚀的研究成果，无林地土壤中等程度的侵蚀深度为 15~35 mm/年，侵蚀模数的低限为 150 $m^3/(hm^2\cdot年)$ 、高限为 350 $m^3/(hm^2\cdot年)$ ，取其平均值 250 $m^3/(hm^2\cdot年)$ ，估算无林地土壤的侵蚀总量；有林地侵蚀模数很小，相对无林地可以忽略不计。蓝田县土壤容重为 0.92~1.77 g/cm^3 ，取其平均值 1.35 g/cm^3 ，根据公式(2)可计算出蓝田县森林资源可减少土壤侵蚀总量为 $1.26\times10^7 t/年$ 。

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，根据公式(3)可以计算出蓝田县森林生态系统每年可减少土地废弃面积为 2 890 hm^2 ，近几年我国林业生产的年收入约为 600 元/ hm^2 (未考虑间接收益)，将其作为森林减少土地废弃的机会成本^[11]，则减少土壤侵蚀总量价值

为 173.4 万元/年。

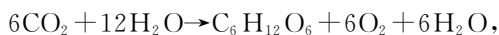
3.2.2 保持土壤肥力 由于资料的局限性,将渭南地区土壤的氮、磷、钾含量研究结果,作为蓝田县土壤营养元素的近似值,有机质 7.32 g/kg,全氮 0.72 g/kg,全磷 0.86 g/kg,全钾 0.6 g/kg,已知蓝田县森林生态系统每年减少土壤侵蚀总量为 1.26×10^7 t/年,则可减少氮、磷、钾的量分别为 0.77、0.92 和 0.64 万 t/年,可减少有机质的量为 7.84 万 t/年。

土壤流失的同时也带走了土壤中的养分,增加了化肥的使用量,化肥的平均价格为 2 459 元/t,根据公式(4)可计算出蓝田县森林减少土壤氮磷钾损失的价值为 5 729.47 万元/年。土壤有机质的损失增加了农作物秸秆和牲畜粪便的使用,而这又相当于增加了农村薪柴的负担,森林减少土壤有机质损失的价值可用所增加薪柴的费用来确定。薪柴转换成土壤有机质的比例为 2:1^[12],且薪柴的市场平均价格为 211 元/t,经计算可知减少土壤有机质损失的价值为 3 308.48 万元/年。由此可知,蓝田县森林生态系统保持土壤肥力的价值为 9 037.95 万元/年。

3.2.3 减少河流湖泊泥沙淤积 按照我国主要流域泥沙运动规律,全国一般土壤侵蚀流失的泥沙有 24%淤积于水库、江河、湖泊,这部分泥沙直接造成了库容的减少,另有 33%的泥沙滞留,37%入海^[13]。本研究只考虑淤积部分,蓝田县森林生态系统减少泥沙相当于 0.35×10^7 m³/年的库容,按照工程替代法,以单位库容造价 5.71 元/m³ 计算^[14],则可得出蓝田县森林减少河流湖泊泥沙淤积的价值为 1 980 万元/年。

3.3 森林固定二氧化碳和释放氧气的价值

森林固定二氧化碳量可根据森林年有机物增长量,由光合作用反应方程式:



可推算出每形成 1 kg 物质需要 1.63 kg CO₂, 释放 1.2 kg O₂。目前关于二氧化碳价格确定方法,国内外争议比较大,其中代表性的方法有人工固定二氧化碳成本法、造林成本法、碳税法、变化碳税法和避免损害费用法 5 种,其中比较常用的方法是造林成本法和碳税法,本研究采用造林成本法。蓝田县森林资源年蓄积生长量为 82 000 m³,木材的平均比重为 0.45 t/m³,由此可知,蓝田县森林形成的总生物量(干物质)为 36 900 t/年,由光合作用反应方程式可知,固定二氧化碳的量为 60 147 t/年,释放出氧气的量为 44 280 t/年,采用我国平均造林成本

价格进行评价,即碳 273.3 元/t,氧 369.7 元/t^[15],根据公式(5)可计算出蓝田县森林生态系统固定二氧化碳的价值为 1 637.03 万元/年,释放出氧气的价值为 1 637.03 万元/年,蓝田县森林生态系统固定二氧化碳和释放氧气的总价值为 3 283.25 万元/年。

3.4 森林净化空气的价值

森林净化大气的效益分为两个方面,一是对 SO₂、NO_x、HF、Cl₂ 等有害气体的吸收效益;二是减少粉尘(TSP)、吸收污染物、杀除细菌、降低噪声、释放负氧离子和萜烯物质的效益。根据《中国生物多样性国情研究报告》的成果^[16],森林对 SO₂ 的吸收能力,针叶林为 215.6 kg/hm²,阔叶林为 144 kg/hm²,平均为 179.8 kg/hm²,则蓝田县森林生态系统可削减 SO₂ 的量为 10 392.44 t/年,每削减 100 t SO₂ 的投资为 5 万元,运行费用为 1 万元/(t·年),根据公式(6),可计算得到蓝田县森林生态系统吸收 SO₂ 的价值为 519.62 万元/年。

森林对有害烟尘和粉尘具有很大的阻挡作用。云杉、松树、水青冈、榆树、重阳木、刺槐等均具有较好的滞尘作用。据测定,一般针叶林的滞尘能力为 10.11 kg/hm²,阔叶林为 21.66 kg/hm²^[17],我国削减粉尘的平均单位治理成本为 560 元/t,则蓝田县森林生态系统阻滞降尘的价值为 51.42 万元/年,即蓝田县森林净化空气效益为 571.04 万元/年。

3.5 森林游憩的价值

蓝田县有比较大的森林公园王顺山国家森林公园,其经营面积为 3 645 hm²。受条件所限,本研究采用孙根年等^[18]的旅行费用法,计算出王顺山国家森林公园游憩价值为 566.8 万元/年,森林公园是陕西省森林生态旅游活动的主体,蓝田县其他森林由于利用形式不同,给予 0.5 比重计算游憩价值,可得到蓝田县游憩价值为 4 777.37 万元/年。

3.6 森林保护生物多样性的价值

目前,对于森林生物多样性价值的计算,还缺乏成熟的计算模型,在世界各国进行森林资源核算的案例中,涉及到这方面计算的例子还较少。因此,本研究根据中国国情,采用薛达元等^[19]对长白山自然保护区生物多样性旅游价值评估研究的调查统计结果,根据被调查者的偏爱,来计算森林生物多样性价值。根据薛达元等^[19]的研究结果可知,偏爱保护森林生态系统的支付占总支付的 39%;保护野生动物的支付占 28%;保护野生植物的支付占 20%;保护地质地貌遗迹的支付占 13%。前三者属于生物多

样性组成部分,合计占总支付的 87%,则:生物多样性价值 = 蓝田县森林旅游总价值 $\times 87\% = 4\,777.37 \times 87\% = 4\,156.31$ (万元/年)。

由此可得到蓝田县森林生态系统的服务总价值为 28 089.53 万元/年。

4 结论与讨论

(1) 蓝田县森林生态系统服务总价值为 28 089.53 万元/年,其中森林固土保肥的价值最大,为 11 191.35 万元/年,占 39.84%;其次为森林游憩价值为 4 777.37 万元/年,占 17.01%;保护生物多样性价值为 4 156.31 万元/年,占 14.80%;涵养水源的价值为 4 010.21 万元/年,占 14.63%;固定 CO₂ 和释放 O₂ 的价值为 3 283.25 万元/年,占 11.69%;净化空气的价值为 571.04 万元/年,占 2.03%。可见,蓝田县森林资源的生态系统服务价值,主要体现在固土保肥和森林游憩方面。

(2) 在蓝田县森林生态系统服务价值中,森林游憩、保护生物多样性及涵养水源、固定 CO₂ 和释放 O₂ 价值所占比例相差不大。说明蓝田县森林的存在对维持当地可持续发展具有重要意义,应加大森林资源的保护力度。

(3) 根据康艳等^[20]对陕西省森林生态系统服务功能价值评估结果可知,陕西省单位面积森林生态服务功能总价值为 0.918 万元/(hm²·年),其中长城沿线风沙区 0.234 万元/(hm²·年),陕北黄土高原区 0.673 万元/(hm²·年),关中盆地 0.551 万元/(hm²·年),秦巴山地 0.948 万元/(hm²·年)。本研究计算结果表明,单位面积森林生态系统服务价值为 0.485 9 万元/(hm²·年),与康艳等^[21]的研究结果类似。

(4) 2006 年,蓝田县林产品产值为 0.54 亿元^[21],森林生态系统服务价值是林产品产值的 4.3 倍,可知生态系统服务价值明显高于其经济价值。根据我国森林生态效益补偿标准,每公顷森林平均补偿 75 元,显然低于森林实际生态效益,我国应在经济发展基础上,实施提高补偿标准,并积极探索通过市场化的方法实现森林生态系统的服务价值。

(5) 受研究区资料的局限,本研究仅对蓝田县森林生态系统服务价值进行了初步评价,由于受数据及研究方法的限制,尚有其他价值如森林减弱噪声、提供就业的价值等并未计算,因此该区域内的总服务价值可能要低于实际价值。

[参考文献]

[1] Daily G. Nature services: Societal dependence on natural eco-systems [M]. Washington D C: Island Press, 1997: 227-232.

[2] 米 锋, 李吉跃, 杨家伟. 森林生态效益评价的研究进展 [J]. 北京林业大学学报, 2003, 25(6): 77-83.
Mi F, Li J Y, Yang J W. Review on research of evaluation on forest ecological benefits [J]. Journal of Beijing Forestry University, 2003, 25(6): 77-83. (in Chinese)

[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] 蒋延玲, 周广胜. 中国主要森林生态系统公益的评估 [J]. 植物生态学报, 1999, 23(5): 426-432.
Jiang Y L, Zhou G S. Estimation of ecosystem services of major Forest in China [J]. Journal of Plant Ecology, 1999, 23(5): 426-432. (in Chinese)

[5] 周冰冰, 李忠魁. 北京市森林资源价值 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2000.
Zhou B B, Li Z K. The value of forest resources value of Beijing [M]. Beijing: Chinese forestry publishing house, 2000. (in Chinese)

[6] 中国森林编委会. 中国森林第 1 卷 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1997.
The Editing Committee of Chinese Forest. Chinese forest vol. 1 [M]. Beijing: Chinese Forestry Publishing House, 1997. (in Chinese)

[7] 张 颖. 绿色 GDP 核算的理论与方法 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2004.
Zhang Y. The theory and method of green GDP evaluation [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2004. (in Chinese)

[8] 康文星. 森林生态系统服务功能价值评估方法研究综述 [J]. 中南林学院学报: 2005, 25(6): 128-145.
Kang W X. Review of evaluation system on the value of forest ecosystem's services [J]. Journal of Northwest Forestry College, 2005, 25(6): 128-145. (in Chinese)

[9] 谢贤政, 马 中. 应用旅行费用法评估黄山风景区游憩价值 [J]. 资源科学, 2006, 28(3): 128-136.
Xie X Z, Ma Z. Evaluating recreation value of Mount Huang using travel coast method [J]. Resources Science, 2006, 28(3): 128-136. (in Chinese)

[10] 张 静, 庞奖励, 古命兴. 西安市近期降水与径流统计特征变化分析 [J]. 陕西师范大学学报: 自然科学版, 2007, 35(增刊): 112-115.
Zhang J, Pang J L, Gu M X. Changes in statistical of feature of recent precipitation and runoff in Xi'an regine [J]. Journal of Shaanxi Normal University: Natural Science Edition, 2007, 35(Sup): 112-115. (in Chinese)

[11] 陈江生, 王 斌, 王彩荣, 等. 天津市森林资源生态服务价值评估 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2006, 34(10): 123-127.
Chen J S, Wang B, Wang C R. Ecological value evaluation of

forest resources of Tianjin [J]. Journal of Northwest A & F University; Nat Sci Ed,2006,34(10):123-127. (in Chinese)

[12] 董 琼,马履一,刘春云. 云南通海县森林生态系统服务功能价值评估 [J]. 西南林学院学报,2006,105(26):29-32.
Dong Q, Ma L Y, Liu C Y. Evaluation on comprehensive service benefits of the forest ecosystem in Tonghai County, Yunnan Province [J]. Journal of Southwest Forestry College, 2006,105(26): 29-32. (in Chinese)

[13] 中国水利年鉴编辑委员会. 中国水利年鉴 1992 [M]. 北京:中国水利水电出版社,1993.
The Editing Committee of China Water Conservancy Yearbook. China water conservancy yearbook [M]. Beijing: China Water conservancy and Hydropower Publishing House, 1993 (in Chinese)

[14] 靳 芳,张振明,余新晓,等. 甘肃祁连山森林生态系统服务功能及价值评估 [J]. 中国水土保持科学,2005,33(1):53-57.
Jin F, Zhang Z M, Yu X X, et al. Value evaluation of forest ecosystem services of Qilian mountain in Gansu province [J]. Science of Soil and Water Conservation, 2005, 33(1): 53-57. (in Chinese)

[15] 王景升,李文华,任青山,等. 西藏森林生态系统服务价值 [J]. 自然资源学报,2007,95(22):821-841.
Wang J S, Li W H, Ren Q S, et al. The value of Tibet's forest ecosystem [J]. Services Journal of Natural Resources, 2007, 95(22): 821-841. (in Chinese)

[16] 中国生物多样性国情研究报告编写组. 中国生物多样性国情研究报告 [M]. 北京:中国环境科学出版社,1998.
The Drafting Group of Chinese Biodiversity; Country Study. Appraisal on Chinese biodiversity country study [M]. Beijing: China Environment Scientific Publishing House, 1998. (in Chinese)

[17] 李金昌. 生态价值论 [M]. 重庆:重庆大学出版社,1999.
Li J C. The value of ecology [M]. Chongqing: Chongqing University Publish House, 1999. (in Chinese).

[18] 孙根年,孙建平,吕 艳,等. 秦岭北坡森林公园游憩价值测评 [J]. 陕西师范大学学报:自然科学版, 2004,32(1):116-120.
Sun G N, Sun J P, Lu Y, et al. Recreation value of forest parks on the north slope of Qinling Mountains [J]. Journal of Shaanxi Normal University ; Natural Science Edition, 2004, 32(1):116-120. (in Chinese)

[19] 薛达元,包浩生,李文华. 长白山自然保护区生物多样性旅游价值评估研究 [J]. 自然资源学报,1999,14(2):140-145.
Xue D Y, Bao H S, Li W H. A study on tourism value of biodiversity in Changbaishan Mountain biosphere reserve (CMBR) in northeast China [J]. Journal of Natural Resources, 1999, 14(2): 140-145. (in Chinese)

[20] 康 艳,刘 康,李团胜,等. 陕西省森林生态系统服务功能价值评估 [J]. 西北大学学报:自然科学版,2005,35(3):351-354.
Kang Y, Liu K, Li T S, et al. The economic evaluation of forest ecosystem service in Shaanxi Province [J]. Journal of Northwest University; Natural Science Edition, 2005, 35(3): 351-354. (in Chinese)

[21] 陕西省统计局. 陕西统计年鉴 2007 [M]. 北京:中国统计出版社,2007.
Shaanxi Provincial Bureau of Statistics. Statistical yearbook of Shaanxi [M]. Beijing: China Statistic Press, 2007. (in Chinese)