

# 陕西秦巴山区植被第一性生产物质质量与价值量测评研究

李 晶, 孙根年, 任志远

(陕西师范大学旅游与环境学院, 西安 710062)

**摘要:**生物圈及陆地植被是人类赖以生息、生活和发展的物质基础, 它为人类提供食物、药材、原材料等具有直接资源价值的生物产品。因此, 陆地植被 NPP 物质质量与价值量的测评研究, 对于更好地认识生态系统的生态过程与生态功能具有重要的意义。在地理信息系统(GIS)支持下, 充分考虑植被类型及覆盖率差异, 利用改进的 NPP 模型, 对陕西段秦巴山地陆地生态系统 NPP 物质质量进行了测定。结果显示: 秦巴山区  $8.2 \times 10^6 \text{hm}^2$  的陆地植被每年生产  $82.8 \times 10^6 \text{t}$  生物有机物, 单位面积 NPP 物质质量, 随植被类型和气候带发生有规律变化, 从植被类型来看, 天然林和次生林  $\geq$  人工果树  $\geq$  次生灌丛  $\geq$  次生草被; 从纬度地带性变化来看, 亚热带  $\geq$  暖温带  $\geq$  高山温带; 从垂直地带性变化来看, 随山地高度增加先增后减, 一般在海拔 1000~1300m 达到最大值。为了货币化测评第一性生产的价值量, 以 NPP 物质质量为基础, 将其折算成相当于标准煤的能量值, 按现行市场价格估测植被第一性生产价值量, 结果表明: 秦巴山地每年第一性生产合  $1.8 \times 10^{10}$  元, 占国内生产总值的 8%。虽然, 价值量的估计是十分概念化和保守的, 但仍可发现本区陆地植被第一性生产在大农业中占有相当比重, NPP 的价值量占农业生产总值 37.05%, 是林业生产总值的 3.29 倍, 为畜牧生产总值的 1.36 倍, 为林特产总值的 37.95 倍。研究为认识陆地植被第一性生产及价值, 并将其纳入国民经济核算体系奠定了基础。

**关键词:** 秦巴山地; 第一性生产; 物质质量; 价值量; 测定与评价

## Study on Mass Survey and Value Evaluation of Land-vegetation's Primary Productivity in Qinba Mountains in Shaanxi Province

LI Jing, SUN Gen-Nian, REN Zhi-Yuan (College of Tourism and Environment Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(12): 2254~2259.

**Abstract:** The biosphere and land-vegetations are the material foundation in which human being subsist and develop, and which provide the production of the direct valued resources, such as the food, medicinal materials, original material. Therefore, It is vital sense that the research, mass survey and value evaluation of land vegetation's NPP, can more deeply learn the ecological process and ecological function of the ecosystem. The research of the former kind was much from the nature ecology angle, concerned producer goods of the NPP that measure, but did not compare with other merchandise in the market economy frame.

This paper is based on the adequate survey of land forestry ecosystems in Qinba Mountains in Shaanxi Province. Making use of Geographic Information System (GIS) technology, on the basis of the difference of vegetation types and overlay rates, applying ecological principles and ecological economy principles, utilizing improved NPP modeling researches the mass of land vegetation in Qinba Mountains in Shaanxi Province. The results shows : There is  $82.8 \times 10^6 \text{t}$  biology mass produced by  $8.2 \times 10^6 \text{hm}^2$  area of Qinba Mountains, and the regular variety of the NPP mass in Unite area relies on the change of the vegetations type and climate zone in the Qinba Mountains. The variety follows three Space-distribution-regulations : Firstly, from the vegetation type seeing, the natural woods and living the woods  $\geq$  artificial fruit trees  $\geq$  sub-shrubs  $\geq$  sub-grass; secondly, according to the zone variety of the latitude degree, subtropics

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(40271052);教育部重大课题资助项目(2001DXM70012);陕西省自然科学基金资助项目(2000D02);陕西师范大学重点科研基金资助项目(995014)和陕西师范大学研究生培养创新基金资助项目

**收稿日期:** 2001-11-20 **万方数据** **订日期:** 2002-10-20

**作者简介:** 李 晶(1977~) 女, 吉林市人, 硕士。主要从事城乡国土资源评价与 GIS 研究。E-mail: lijing77323@sina.com

temperate zone in  $\geq$ warm temperate zone  $\geq$  high mountain; thirdly, in the light of the zone change of the elevation height, it increases at first and decreases later in the number of the *NPP* mass, and generally with the increase of high degree of the mountains, it reaches the biggest cost in the range of the elevation high degree of 1000 ~ 1300 ms.

On the basis of net primary productivity, the paper uses the energy market valuation opportunity cost to evaluate the primary productivity value in this researched area. The results are: The total value of Qinba Mountains primary productivity adds up to about  $1.8 \times 10^{10}$  yuan (RMB) per annum, account for 8 percents of GDP, of which nature forests and sub-forests are  $1.08 \times 10^{10}$  yuan; sub- shrubberies are  $4.3 \times 10^9$  yuan; sub-grasses are  $2.3 \times 10^9$  yuan; manual fruiterers are  $2.3 \times 10^9$  yuan. Although, estimate of this *NPP* value measure is the very conceptual, can still discovers that the *NPP* of land vegetations is the more part in the big agriculture. Compared the agriculture of the produce in 2000, the value of *NPP* measure occupy 37.05% of the agriculture which produce the gross; Produce with forestry to compare, the value of *NPP* is 3.29 times than that of forestry; and 1.36 times than that of livestock husbandry; 7.95 times than that of wood in the same time. This research establishes the foundation to consider net primary productivity of land vegetation, and to bring it into natural economic system.

**Key words:** Qinba Mountains; net primary productivity; mass; value; survey and valuation

文章编号:1000-0933(2002)12-2254-06 中图分类号:TP79 文献标识码:A

生物圈及陆地植被是人类赖以生息、生活和发展的物质基础,也是地表环境变化最主要的反馈调节装置。它不仅能直接提供食物、药材、原材料等具有直接资源价值的生物产品,而且还有净化空气、调节气候、涵养水源、防风固沙等多种间接生态调节功能及生态服务价值。森林利用太阳能将无机化合物如  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  等合成有机物质,是森林生态系统最基本也是最重要的功能,这种功能将太阳能固定、为人类和其他生物提供了最初始的第一性有机物质和能量。因此,生物生产力是生态系统主要的特征之一,通过对它的深入研究,可以更好地了解生态系统的生态功能过程。国际环境生态学和生态经济学界非常关注生物圈及陆地植被的生物生产能力,提出了几种计算模型如迈阿密、桑斯威特和筑后模型等来测算陆地植被的生物生产力<sup>[1~8]</sup>,但是没有将其价值货币化。

陕西秦巴山地地貌类型复杂、植被类型多样,由于忽视或没有充分认识到植被巨大生态调节功能及生态服务价值,致使毁林毁草屡禁不止、植树种草步履蹒跚,生态环境日益受到破坏、表土流失日益加剧。面临西部大开发的战略选择,如何“退耕还林还牧、建设一个山川秀美的大西北”,植被生物生产量和价值量的测定和评价,将使人们更加准确的认识该区植被的生产潜力和巨大的生态价值,进而封山育林、保护森林植被、珍惜这一自然资本而有所行动。另外,本文综合几种生物生产力模型,不仅计算出秦巴山区各种类型植被的生物生产物质,测算出每种植被类型单位面积生物生产价值量,而且还按市场供求关系建立绿色生态账户、划分生态功能区。这对退耕还林还草、加强生态环境建设具有重大理论意义和现实意义。

1 区域概况

陕西段秦巴山地,包括北部的秦岭山地、中间的汉江谷地及南部大巴山地共 3 个地形单元。秦岭山东西腹压于渭河与汉江之间,是我国中部著名的山地,万山林立、河川密布,山高坡陡、沟壑纵横,森林类型多而盖度大,平均海拔多在 1000m 以上,有不少山峰峰脊超过 2500m,主峰太白山海拔 3767m;江汉谷地位于秦岭、巴山之间,大致以海拔 1000m 的等高线与山区分界,东西长约 360km,南北宽约 10~60km,汉江横贯中部,形成以汉中、西乡、安康为中心的河谷盆地,地势西高东低,地下水丰富,为陕南农业、社会经济的重心所在;大巴山是陕西和四川两省交界上山地的概称,东西长约 300km,山势高大雄伟,森林极其茂密,林特产较为丰富。秦岭以南气温普遍在 14℃ 以上,安康 15.6℃,而安康以南的巴山北坡更在 16℃ 以上。秦巴山地大气降水地域变化较大,大巴山区降水量在 1100~1200mm/a 之间,汉江谷地大都在 800mm 以上,秦岭南坡多在 900mm 以上,秦岭北坡一般在 600~800mm/a。秦巴山地由于山体垂直落差较大,再加上人为

破坏活动较低,水热等气候相对较好,自然植被发育旺盛,植被种类较多,森林资源丰富。这里植被类型具有明显的南北过渡性特点,秦岭北坡为暖温带落叶阔叶林,南面大巴山地为典型的北亚热带常绿阔叶林,汉江谷地天然植被具有南北过渡性质,由于人为干扰较小,本区还保留多种珍稀物种。

2 研究方法

2.1 第一性生产物质量估算模型

净第一性生产力(简称 *NPP*)是指绿色植物在单位面积、单位时间所能生产的各种有机物质,包括了枝、叶和根等生物物质生产量及植物枯落部分的数量,植物的净第一性生产力反映了植物群落在自然环境条件下的生产能力。本文采用了一种改进型的自然植被 *NPP* 模型<sup>[3]</sup>,是根据植被生态学特点以及联系能量平衡、水量平衡方程,依据区域蒸散模式建立的净第一性生产力模型,从而克服了 Chikugo 模型对我国半干旱地区计算偏低的不足。其计算公式如下:

$$NPP = RDI \times \frac{r \times Rn(r^2 + r \times Rn + Rn^2)}{(Rn + r)(Rn^2 + r^2)} \times \text{Exp}(-\sqrt{9.87 + 6.25 \times RDI})$$
 (1)

式中,*NPP* 为植被净第一性生产力(TDW/(hm<sup>2</sup>·a));*RDI* 为辐射干燥度,是辐射能量的年净收入与蒸发年降水所需能量的比值,表示气候干燥程度;*r* 是降水量(mm);*Rn* 是净辐射(×4.18 kJ/hm<sup>2</sup>),它代表热量或温度因子,是植被生态过程强度的度量。其中,*RDI*、*Rn* 和 *I* 计算公式为:

$$RDI = \frac{Rn}{L} \times r$$
 (2)

$$Rn = Ra(1 - V') - I$$
 (3)

$$I = (0.39 \times Ta - 0.05 \times \delta \times e_a 0.5) \times \left(0.10 + 0.9 \times \frac{n}{N}\right) \times \left(s \times \frac{\delta}{4.18}\right)$$
 (4)

式中,*L* 是水的蒸发潜热;*Ra* 是总辐射量;*I* 是长波有效辐射;*V'* 是地表反射率,通常取 0.2;*n/N* 是日照百分率;*Ta* 是年气温;*e<sub>a</sub>* 是年平均水气压;其他为常数。

2.2 植被第一性生产价值量估算模型

植被通过光合作用固定太阳能,在这一生物化学过程中太阳能被转化为化学能,固定在有机物中。森林植被生产的有机物折合成能量以后可以进行相应的替代,如煤炭、石油、天然气等皆是自然界中存在的能量<sup>[4]</sup>,具有一定的市场价格。因此,可以通过能量这个桥梁将两者联系起来,就是说森林生产有机物的价值,可以通过能源的价值加以体现。具体模型为:

$$V = \frac{AQ_1}{BQ_2} \times P$$
 (5)

式中,*V* 是森林生产有机物的价值(元);*A* 是森林生产有机质干重;*B* 是煤的质量系数,标煤 *B*=1;*P* 是标煤的市场价格;*Q<sub>1</sub>* 是干重生物量折合热量,*Q<sub>1</sub>*=6.7kJ/g;*Q<sub>2</sub>* 是标煤的折合热量,*Q<sub>2</sub>*=10kJ/g。

3 植被第一性生产物质量测定

在本研究中,植被第一性生产物质量测定是基础。在植被第一性生产物质量测定时,以最新出版的《陕西植被》<sup>[9]</sup>及 1:100 万陕西植被图为底图,结合秦巴山区 50 个气象台站气象资料观测资料及内插值的基础数据,按模型改进的 *NPP* 公式(1)计算第一性生产物质量。整个计算过程如下:首先,以桌面 GIS 软件 Map/info 为平台,扫描 1:100 万陕西省植被图,确定地理编码、对其进行矢量化、进行面积量算形成空间数据库,秦巴山区共有 20 种植被类型,共形成大小图斑 1183 块;然后,在植被类型图和植被覆盖图上采集植被信息,广泛收集秦巴山区 50 个气象台站多年气象观测资料,包括太阳辐射、日照百分率、降水量、平均气温、水气压等,对于缺乏气象观测资料的图斑,以相邻台站气象要素与经纬度、海拔高程之间的回归方程,进行多重地理相关和内插取值,在 lotus1-2-3 电子表格上建立属性数据库;最后,将空间数据库与属性数据库连结合并,用 Map/Basic 编程计算秦巴山地植被第一性生产物质量,按类型、按区域统计第一性生产物质量及结构特征。

在进行植被第一性生产物质量的测试过程中,改进的 *NPP* 模型在用于中小区域时尚需订正。因为,它并未考虑到果树、次生灌丛、草被等植被类型和植被覆盖率,仅以能量平衡和水量平衡方程为基础,对人工

果树林、次生的灌丛林和草被计算偏高,与实际测值有很大出入。根据实测值与模型值相比较,从植被覆盖度的角度考虑,采取如下调整系数:人工果树林取 0.7、次生灌木林取 0.65、次生草被取 0.5,最终得到陕西秦巴山地植被第一性生物物质质量统计表(表 1)。其中,面积值为同类图斑算术和, $RDI$ 、 $R_n$ 、 $NPP$  为以面积为权数的加权平均值,总  $NPP$  为面积乘以单位面积  $NPP$  值。

表 1 秦巴山区植被净第一性生产物质量核算表

| Table 1 Net primary productivity of different vegetation types in Qinba Mountains |                                             |                            |       |       |                                 |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------|-------|-------|---------------------------------|------------------------------|
| 编号<br>No.                                                                         | 植被类型<br>Vegetation type                     | 面积/hm <sup>2</sup><br>Area | $RDI$ | $R_n$ | $NPP$<br>t/(hm <sup>2</sup> ·a) | 总 $NPP$<br>Total $NPP$ (t/a) |
| 1                                                                                 | 寒温高山针叶林 Frigid conifer leaf forest          | 77649.3                    | 2.96  | 87.76 | 10.73                           | 833176.99                    |
| 2                                                                                 | 温带针叶林 Temperate zone conifer leaf forest    | 201082                     | 3.33  | 86.8  | 9.07                            | 1823813.74                   |
| 3                                                                                 | 亚热带针叶林 Subtropic conifer leaf forest        | 516386                     | 2.63  | 68.82 | 12.87                           | 6645887.82                   |
| 4                                                                                 | 针阔混交林 Conifer-broadleaf mixed leaf forest   | 226319                     | 3.20  | 80.63 | 10.88                           | 2462350.72                   |
| 5                                                                                 | 温带落叶阔叶林 Temperate larch-broad mixed forest  | 2495999.28                 | 2.66  | 78.75 | 9.42                            | 23512313.22                  |
| 6                                                                                 | 亚热带落叶阔叶林 Subtropic larch-broad mixed forest | 270067                     | 3.11  | 80.14 | 11.10                           | 2997743.72                   |
| 7                                                                                 | 亚热带竹林 Subtropic bambus forest               | 49081.1                    | 2.83  | 73.45 | 13.10                           | 642962.41                    |
| 8                                                                                 | 温带落叶灌丛 Temperate larch Shrub                | 918535                     | 3.20  | 80.63 | 8.71                            | 8000439.85                   |
| 9                                                                                 | 亚热带落叶灌丛 Subtropic larch shrub               | 1051846                    | 2.89  | 64.68 | 9.47                            | 9960981.62                   |
| 10                                                                                | 亚高落叶灌丛 Subpinus shrub                       | 11581.8                    | 3.61  | 79.56 | 9.65                            | 111764.37                    |
| 11                                                                                | 草甸草原 Meadow grassland                       | 12205.8                    | 3.40  | 80.63 | 7.25                            | 88492.05                     |
| 12                                                                                | 温带草丛 Temperate brushwood                    | 517376                     | 3.27  | 80.15 | 7.44                            | 3849277.44                   |
| 13                                                                                | 亚热带草丛 Subtropic brushwood                   | 677530                     | 2.89  | 70.38 | 8.24                            | 5582847.21                   |
| 14                                                                                | 禾草草甸 Littery meadow                         | 39033.155                  | 3.61  | 80.15 | 7.77                            | 303287.61                    |
| 15                                                                                | 温带黄土果 Temperate loess fruiter               | 7575.19                    | 3.61  | 73.45 | 10.24                           | 77569.95                     |
| 16                                                                                | 暖温带落叶果树 Temperate shatter fruiter           | 10284                      | 3.61  | 65.11 | 10.27                           | 105616.68                    |
| 17                                                                                | 暖温带盆地果树 Temperate wei-pan fruiter           | 637.52                     | 3.89  | 67.06 | 10.55                           | 6725.84                      |
| 18                                                                                | 暖温山地果树 Temperate country fruiter            | 355648                     | 3.40  | 62.95 | 10.51                           | 3737860.48                   |
| 19                                                                                | 亚热带平原果树 Plain fruiter                       | 599854                     | 3.04  | 51.38 | 9.41                            | 5644626.14                   |
| 20                                                                                | 秦巴低山树 Qinba fruiter                         | 670281                     | 2.83  | 64.68 | 9.61                            | 6441400.41                   |

单位面积单位时间净第一性生产物质量,随植被类型和气候带发生有规律变化。从植被类型来看,亚热带竹林  $NPP$  物质质量 13.10t/(hm<sup>2</sup>·a)最大,针叶林物质质量 9.4~12.8 t/(hm<sup>2</sup>·a),落叶阔叶林 9.0~11.3 t/(hm<sup>2</sup>·a),人工果树 9.4~10.5 t/(hm<sup>2</sup>·a),次生灌丛在 8.7~9.6 t/(hm<sup>2</sup>·a),次生草被在 7.2~8.7 t/(hm<sup>2</sup>·a), $NPP$  随植被类型的变化规律是:天然林和次生林≥人工果树≥次生灌丛≥次生草被;从以水热为主的生物气候带来看,亚热带落叶阔叶林高于暖温带落叶阔叶林 0.83t,暖温带落叶阔叶林高于温带落叶阔叶林 0.85t,亚热带落叶灌丛高于暖温带落叶灌丛 0.76t,暖温带落叶灌丛高于温带落叶灌丛 0.43t,地域变化规律为亚热带≥暖温带≥高山温带。

每一植被类型净第一性物质生产总量受分布区面积和单位面积  $NPP$  双重因素影响。本文按天然及次生林、次生灌丛、次生草被、人工果树四大类型统计。其中,天然林和次生林 45.4×10<sup>6</sup>t、占 54.8%,次生灌木林 18.1×10<sup>6</sup>t、占 21.8%,次生草被 9.8×10<sup>6</sup>t、占 11.9%,人工果树 9.6×10<sup>6</sup>t、占 11.6%。在天然及次生林中,以温带落叶阔叶林为主,每年生产有机物 23.5×10<sup>6</sup>t、占总产量的 28.3%;次生灌丛以亚热带落叶灌丛为主,每年生产有机物 9.9×10<sup>6</sup>t、占 12.0%;次生草丛中以亚热带草丛为主,每年生产 5.58×10<sup>6</sup>t、占 6.7%;人工果树林以亚热带平原果树为主,每年生产 5.6×10<sup>6</sup>t、占 6.8%。

秦巴山区  $NPP$  的空间分布受垂直地带性规律制约。以秦岭主峰太白山南坡为例,海拔 1000m 以下的汉江谷地,次生人工林净第一性生产力 9.6t/(hm<sup>2</sup>·a);海拔 1000~1300m 的常绿阔叶林带,净第一性生产力 11.1 t/(hm<sup>2</sup>·a),高于低山人工林 1.4t/(hm<sup>2</sup>·a);海拔 1300~2400m 的亚热带针阔混交林,净第一性生产力 10.8t/(hm<sup>2</sup>·a);海拔 2400~3200m 的冷杉针叶,净第一性生产力 10.7 t/(hm<sup>2</sup>·a);海拔 3200~3400m 的高山灌丛,净第一性生产力 9.6 t/(hm<sup>2</sup>·a);3400~3700m 的高山草甸,净第一性生产力 7.23

t/(hm<sup>2</sup>·a);山地植被第一性生产力垂直变化的总体趋势是,随山地高度增加先增后减,一般在海拔 1000~1300m 达到最大值。

4 植被第一性生产价值量计算

秦巴山区植被第一性生产价值量的评估,是在物质质量基础上采用能量替代法计算出来的。首先,我们采用改进的 *NPP* 模型,计算秦巴山区 20 种植被类型、1183 块图斑的第一性生产力(物质质量),按分类汇总和面积加权方法,建立秦巴山区植被第一性生产物质质量分类明细账;然后,将陆地植被第一性生产物质质量折算成相当于标准煤的能量值,按煤炭现行的市场价格估测植被第一性生产价值量,为了避免过高估计植被第一性生产价值量,标煤的市场价格取 345.5 元/t;最后,为了便于与植被第一性生产物质质量进行比较,仿表 1 建立起秦巴山区植被第一性生产价值量分类明细账(表 2)。

表 2 秦巴山区植被净第一性生产力价值量核算表

Table 2 Net primary productivity value of different vegetation types in QinBa Mountains

| 编号<br>No. | 植被类型<br>Vegetation type                     | 面积<br>(hm <sup>2</sup> )<br>Area | <i>NPP</i> t/<br>(hm <sup>2</sup> ·a) | 合标煤<br>量(t)<br>Corl | 单位面<br>积价值<br>Unit value | 总价值(RMB)<br>Total value |
|-----------|---------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1         | 寒温高山针叶林 Frigid conifer leaf forest          | 77649.3                          | 10.73                                 | 7.19                | 2548.02                  | 197851581.14            |
| 2         | 温带针叶林 Temperate zone conifer leaf forest    | 201082                           | 9.07                                  | 6.08                | 2054.37                  | 413097431.59            |
| 3         | 亚热带针叶林 Subtropic conifer leaf forest        | 516386                           | 12.87                                 | 8.62                | 3057.62                  | 157891128.55            |
| 4         | 针阔混交林 Conifer-broadleaf mixed leaf forest   | 226319                           | 10.88                                 | 7.29                | 2585.01                  | 585035972.91            |
| 5         | 温带落叶阔叶林 Temperate larix-broad mixed forest  | 2495999.28                       | 9.42                                  | 6.31                | 2238.79                  | 5588008244.07           |
| 6         | 亚热带落叶阔叶林 Subtropic larix-broad mixed forest | 270067                           | 11.10                                 | 7.43                | 2636.14                  | 711934691.45            |
| 7         | 亚热带竹林 Subtropic bambus forest               | 49081.1                          | 13.10                                 | 8.78                | 3111.31                  | 152706320.92            |
| 8         | 温带落叶灌木 Temperate larix shurb                | 918535                           | 8.71                                  | 5.83                | 2068.01                  | 1899534972.68           |
| 9         | 亚热带落叶灌木 Subtropic larix shurb               | 1051846                          | 9.47                                  | 6.34                | 2249.62                  | 2366251694.83           |
| 10        | 亚高落叶灌木 Subpinus shurb                       | 11581.8                          | 9.65                                  | 6.46                | 2291.87                  | 26543968.38             |
| 11        | 草甸草原 Meadow grassland                       | 12205.8                          | 7.25                                  | 4.86                | 1720.65                  | 21001946.39             |
| 12        | 温带草丛 Temperate brushwood                    | 517376                           | 7.44                                  | 4.99                | 1768.55                  | 915002737.92            |
| 13        | 亚热带草丛 Subtropic brushwood                   | 677530                           | 8.24                                  | 5.52                | 1958.35                  | 1326841553.03           |
| 14        | 禾草草甸 Littery meadow                         | 39033.155                        | 7.77                                  | 5.21                | 1846.87                  | 72089084.91             |
| 15        | 温带黄土果 Temperate loess fruiter               | 7575.19                          | 10.24                                 | 6.86                | 2433.53                  | 18434421.82             |
| 16        | 暖温落叶果树 Temperate shatter fruiter            | 10284                            | 10.27                                 | 6.88                | 2439.20                  | 25084681.38             |
| 17        | 暖温渭盆地果树 Temperate wei-pan fruiter           | 637.52                           | 10.55                                 | 7.07                | 2506.59                  | 1598001.26              |
| 18        | 暖温山地果树 Temperate country fruiter            | 355648                           | 10.51                                 | 7.04                | 2497.16                  | 888110670.98            |
| 19        | 亚热平原果树 Plain fruiter                        | 599854                           | 9.41                                  | 6.31                | 2237.08                  | 1341918387.05           |
| 20        | 秦巴低山树 Qinba fruiter                         | 670281                           | 9.61                                  | 6.44                | 2283.20                  | 1530387590.04           |
| 总计 Total  |                                             | 8708971.145                      |                                       |                     |                          | 19660345081.28          |

从表 2 可看出,整个秦巴山区 8.7×10<sup>6</sup>hm<sup>2</sup> 陆地植被每年第一性生产折合 56.9×10<sup>6</sup>t 标准煤,按每吨标煤 355.5 元计算合 196.6×10<sup>8</sup> 元,陆地植被 *NPP* 平均价值量为 2335.8 元/(hm<sup>2</sup>·a)。

从各类型第一生产力来看,天然及次生林 *NPP* 合标准煤 6.08~8.78t/(hm<sup>2</sup>·a),市场价值 2054~3111 元/(hm<sup>2</sup>·a),平均 2387 元/(hm<sup>2</sup>·a);人工果树林 *NPP* 合标准煤 6.3~7.1t/(hm<sup>2</sup>·a),市场价值 2237~2499 元/(hm<sup>2</sup>·a),平均 2335.8 元/(hm<sup>2</sup>·a);次生灌丛 *NPP* 合标准煤 5.8~6.5t/(hm<sup>2</sup>·a),市场价值 2068~2249 元/(hm<sup>2</sup>·a),平均 2165.7 元/(hm<sup>2</sup>·a);次生草丛 *NPP* 合标准煤 4.8~5.5t/(hm<sup>2</sup>·a),市场价值 1720~1958 元/(hm<sup>2</sup>·a),平均 1873.7 元/(hm<sup>2</sup>·a),植被第一性生产价值量与物质质量具有较好对应关系。

从各类植被第一性生产总价值量来看,天然及次生林 107.6×10<sup>8</sup> 元、占总价值量的 54.7%,其中,温带落叶阔叶林 44.4×10<sup>8</sup> 元、占 28.4%;次生灌丛 42.9×10<sup>8</sup> 元、占总价值量 21.8%,其中,亚热带落叶灌丛 23.7×10<sup>8</sup> 元、占 12.0%;人工果树林 22.7×10<sup>8</sup> 元、占总价值量的 11.57%,其中,亚热带果树 13.4×10<sup>8</sup>



元、占 6.8%; 次生草丛  $23.4 \times 10^8$  元、占总价值的 11.8%, 其中, 亚热带草丛  $13.2 \times 10^8$  元、占 6.7%。

## 5 结果讨论

人类的可持续发展依赖于自然生态系统及其生态服务的永续支持。因此, 服务于可持续发展的生态经济研究, 不仅要着眼于生态系统各种生态公益物质质量的测定与评价, 而且还需转向生态服务价值量的评估与核算, 只有如此, 才能将生态系统服务纳入国民经济核算体系, 实现物质质量和价值量的双重核算。同时, 从社会实践来看价值量的测定与核算更为重要, 它对于准确认识植被的生态功能、提高保护生物圈意识更为直观。通过对陕西段秦巴山区植被第一性生产物质质量及价值量的测定与评价, 本文初步清查了秦巴山区陆地植被第一性生产物质质量和价值量, 即整个秦巴山区  $8.7 \times 10^6 \text{hm}^2$  的陆地植被, 每年利用  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  固定太阳能, 可生产  $82.8 \times 10^6 \text{t}$  生物产品、相当于  $56.9 \times 10^6 \text{t}$  标准煤, 创造  $196.6 \times 10^8$  元的生态服务, 相当于本区国内生产总值的 8.0%, 这是陆地生态系统对人类的恩赐, 是区域社会经济赖以生存的自然基础和经济可持续发展的物质基础。

在传统的观念上, 人们倾向于认为农作物和果树林是有直接的经济价值, 而天然及次生森林、灌丛和草被没有多大直接经济价值。从本文以能量比市场价格法计算, 整个陕西段秦巴山区天然及次生林、灌丛和草被却有着十分巨大的经济价值。从面积结构来看, 天然及次生林  $450.68$  万  $\text{hm}^2$ 、占 51.7%, 次生灌丛  $198.2$  万  $\text{hm}^2$ 、占 21.8%, 次生草被  $124.6$  万  $\text{hm}^2$ 、占 14.3%; 从第一性生产物质质量来看, 天然林和次生林  $45.4 \times 10^6 \text{t}$ 、占 54.8%, 次生灌木林  $18.1 \times 10^6 \text{t}$ 、占 21.8%, 次生草被  $9.8 \times 10^6 \text{t}$ 、占 11.9%; 从第一性生产价值量来看, 天然及次生林  $107.6 \times 10^8$  元、占总价值的 54.7%, 次生灌丛  $42.9 \times 10^8$  元、占总价值 21.8%, 次生草丛  $23.4 \times 10^8$  元、占总价值的 11.8%。如果忽视占绝对面积、绝对比重物质生产和在价值量构成中占如此比重的森林、灌丛和草被, 既不利于充分利用本区生物资源, 又不利于实现本区的可持续发展。

陕西段秦巴山区是一个以自然经济为主的贫困地区, 农、林、牧、特等第一产业在产业结构中占有绝对比重。虽然, 本文价值量的估计是十分概念化和保守的, 没有将第一性生产中的农作物生产以农产品市场价格计量, 没有将第一性生产中的生漆、茶叶、药材生产以特种产品价格计算, 仅以第一性生产能量比市场价格法进行概念化估算, 但仍可发现本区陆地植被第一性生产在大农业中占有相当比重。与 2000 年的农业生产相比较, 植被第一性生产价值量占农业生产总值 37.05%; 与林业生产相比较, 第一性生产价值量为林业生产总值的 3.29 倍; 与畜牧业生产相比较, 植被第一性生产价值量为当年畜牧生产总值的 1.36 倍; 与林特产相比较, 植被第一性生产价值为特产总值的 37.95 倍。

值得说明的是, 本文主要讨论的是植被生物量的理论价值。由于中国植被生长和覆盖的差异, 还存在一些不足, 在今后的工作中值得进一步研究。

## 参考文献

- [1] Robot, Costana. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, **387**(15): 253~260
- [2] Chen Z X (陈仲新), Zhang X S (张新时). The value of ecosystems services in China. *Chinese Science Bulletin* (in Chinese) (科学通报), 2000, **45**(1): 17~22.
- [3] Zhou G S (周广胜), Zhang X S (张新时). A natural vegetation NPP model. *Acta Phytoecologica Sinica* (in Chinese) (植物生态学报), 1995, **19**(3): 193~200.
- [4] Li J C (李金昌). *The value of ecosystems* (in Chinese). In: Chongqing University Publishing House, 1999.
- [5] Ouyang Z Y (欧阳志云), Wang X K (王效科). A primary study on Chinese terrestrial ecosystem services and their ecological economic values. *Acta Ecologica Sinica* (in Chinese) (生态学报), 1999, **19**(5): 607~613.
- [6] Xiao H (肖寒). Forest ecosystem services and their ecological valuation — A case study of tropical forest in Jianfengling od Hainan Island. *Chinese Journal of Applied Ecology* (in Chinese) (应用生态学报), 2000, **11**(4): 481~485.
- [7] Sun R (孙睿), Zhu Q J (朱启疆). The distribution of net primary production and research on climate change in China. *Acta Geographica Sinica* (in Chinese) (地理学报), 2000, **55**(1): 36~44.
- [8] Jiang Y L (蒋延玲), Zhou G S (周广胜). Estimation of ecosystem services of major forest in China. *Acta Phytoecologica Sinica* (in Chinese) (植物生态学报), 1999, **23**(5): 426~432.
- [9] Lei M D (雷明德). *Vegetation in Shaanxi* (in Chinese), Beijing: Science Publishing House, 1999.