

# 青藏高原高寒草地生态系统服务价值评估

谢高地, 鲁春霞, 肖玉, 郑度

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

**摘 要:** 基于 Constaza 等提出的方法, 在对青藏高原天然草地生态系统服务价值根据其生物量订正的基础上, 逐项估算了各种草地类型的各项生态服务价值, 得出青藏高原天然草地生态系统每年提供的生态服务价值为  $2\,571.78 \times 10^8$  元, 占全国草地生态系统每年服务价值的 17.68%。受各类草地生物群落分布广度和单位面积生态服务功能强弱的综合影响, 各类草地的生态服务价值贡献率有很大差异, 其中, 高寒草甸、山地草甸、高寒草原对草地生态系统总服务价值的贡献率分别为 62.52%、14.14%、12.92%。根据高寒草地的地域分异特征分亚区进行的生态价值估算结果表明, 亚区生态服务价值具有沿东南向西北迅速减小的趋势, 这与青藏高原气候条件自东南向西北由温暖湿润转向寒冷干旱是一致的。说明生态系统的地域分布条件对生态服务价值的大小有直接的影响。对毁草种田所产生的生态价值损失估算表明, 仅青海和西藏两省区的生态损失每年高达  $2.29 \times 10^8$  元, 占两省区 GDP 总值的 0.9%。

**关键词:** 生态系统服务; 草地; 青藏高原; 价值评估

**中图分类号:** S812.5

**文献标识码:** A

生态系统服务是指人类通过生态系统的各种功能直接或间接得到的产品和服务。天然草地是陆地上面积最大的生态系统类型, 它为人类提供的许多产品和服务只有少数具有市场价值如肉类、奶类和毛皮制品等。大部分产品或服务对人类的生存与生活至关重要却又未被人们所认识, 诸如维持大气成分、保存基因库、调节天气过程、保持土壤等。生态系统服务功能的经济价值评估研究旨在保护生态系统结构与功能的完整, 试图以直接的经济价值形式反映各类生态系统带给人类的效益, 以唤起人们的环境保护意识。全球范围内, 一些学者<sup>[1~8]</sup>进行了不同生态系统服务功能的经济价值评估研究探讨, 但对中国草地生态系统的经济价值评估研究报道目前尚不多见<sup>[9]</sup>。

青藏高原是我国天然高寒草地分布面积最大的一个区域, 这里以畜牧业生产为主, 天然高寒草地面积  $1.28 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 。高寒草地生态系统不仅是发展

地区畜牧业, 提高农牧民生活水平的重要生产资料, 而且对于保护生物多样性、保持水土和维护生态平衡有着重大的生态作用和生态价值。尤其重要的是青藏高原草原生态系统主要分布在黄河、长江等我国主要水系的源头区, 对于保护河流源区的生态环境而言, 其生态屏障功能是不言而喻的。为此, 本文参考 Constaza 等人<sup>[10, 11]</sup>提出的研究方法, 根据青藏高原高寒草地生态系统的类型及其生态功能特点进行了评估方法的修正, 对青藏高原高寒草地不同类型的生态系统服务的价值进行经济评估。

## 1 研究方法

国际上评价生态效益的做法是综合不同区域内的研究, 通过统计, 归纳总结主要生态过程功能与生态系统效益的价值。最近 5 年来, 对生态系统效益评估的研究取得了另人鼓舞的进展, 其中典型的代

收稿日期(Received date): 2002- 10- 20; 改回日期(Accepted): 2003- 01- 05。

基金项目(Foundation item): 国家重点基础研究发展规划(G1998040800)经费资助。[Supported by the National Key Project for Basic Research on Tibetan Plateau(G1998040816) and the Innovation Project of Institute for Geographical Sciences and Natural Resources Research on Terrestrial Ecosystem Services and Valuation(CX10G-C00-01-02)]。

作者简介(Biography): 谢高地(1962- ), 男, 甘肃省西和县人, 农业与环境安全博士, 研究员, 主要从事资源生态学、资源环境安全领域的研究工作, 发表论文 30 余篇, 出版相关专著 2 部。[XIE Gao-di, male, born in Sept. 1962 in Xihe, Gansu, Prof. of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS. He got his Phd in Justus-Liebig University, Germany. His main research fields cover eco-resources, safety of natural resources and environment. EMAIL: xiegd@igsnrr.ac.cn]

表是 Costanza 等人(1997)提出的“生态系统服务评价”<sup>[2]</sup>, 它使生态系统服务价值估算的原理及方法从科学意义上更加明确, 但该研究的某些数据存在较大偏差, 如忽略了生态系统服务功能巨大的空间差异性, 对耕地的估计过低, 对湿地又偏高等, 为此该研究引起了较多的争议<sup>[12]</sup>。

针对上述研究的不足, 同时参考其可靠的部分成果, 本研究对其方法进行了如下的改进:

1. 生态系统服务价值选取气体调节、气候调节、干扰调节、水调节和供应、侵蚀控制、土壤形成、营养循环、废物处理、授粉、生物控制、栖息地、食物生产、原材料、基因资源、娱乐文化共 15 项。

2. 根据 1/1 000 000 中国天然草地资源图, 将青藏高原草地生态系统一级类型区分为温性草甸草原类、温性草原类等 17 类。

3. 将生态效益评价权重因子定义为生态系统产生的生态效益的相对贡献大小, 定义“1 hm<sup>2</sup> 全国标准产量的农田每年粮食自然产量的经济价值”的权重因子等于 1。采用 Costanza 等人提出的各生态系统类型的单位价值, 将其转化为生态系统生态效益评价权重因子表, 求出草地生态系统的生态效益评价权重因子, 再根据当年粮食市场价格, 将其转换为草地生态系统当年的基准单位价值。

4. 草地生态系统的单位面积服务价值与其生物量成正比, 按单价订立公式, 根据生物量订正各类草地生态系统服务单位价值

$$p_{ij} = (b_j/B) P_i$$

式中  $p_{ij}$  为订正后的单位面积生态服务价值,  $i = 1, 2, \dots, 15$ , 分别代表气体调节、气候调节、干扰调节、水管理和供应、侵蚀控制和沉积物保存、土壤形成、营养循环、废物处理、授粉、生物控制、栖息地、食物生产、原材料、基因资源等不同类型的生态系统服务价值,  $j = 1, 2, \dots, 17$ , 分别代表温性草甸草原类、温性草原类、温性荒漠草原类、高寒草甸草原类、高寒草原类、高寒荒漠草原类、温性草原化荒漠类、温性荒漠类、高寒荒漠类、暖性草丛类、暖性灌草丛类、热性草丛类、热性灌草丛类、低地草甸类、山地草甸类、高寒草甸类、沼泽类 17 种草地类型;  $P_i$  为生态系统服务价值参考基准单价,  $b_j$  为  $j$  类草地的生物量,  $B$  为我国草地单位面积平均生物量。

$j$  类草地生态系统服务总价值

$$V_j = \sum_{i=1}^{17} A_j P_{ij}$$

式中  $V_j$  为上述  $j$  类草地生态系统服务总价值,  $A_j$  为  $j$  草地类的面积,  $P_{ij}$  为  $j$  草地类的  $i$  类生态服务单价。

区域草地生态系统服务功能

$$V = \sum_{j=1}^{17} \sum_{i=1}^{18} A_j P_{ij}$$

式中  $V$  为区草地生态系统服务总价值。

## 2 青藏高原高寒草地生态系统服务价值的评估结果及讨论

### 2.1 不同草地类型生态系统服务价值评估

由于不同草地类型具有不同的生物群落结构和生物生产量, 因而相应的生态服务功能亦有差异。对青藏高原各类草场单位面积生态服务价值的估算表明, 不同类型天然草地的生态服务价值相差悬殊, 最低为 366.2 元/a·hm<sup>-2</sup>, 最高可以达到 8 272.4 元/a·hm<sup>-2</sup>。平均生态系统服务价值为 6 832.7 元/a·hm<sup>-2</sup>, 其中, 高寒草原类、高寒荒漠草原类、温性草原化荒漠类、暖性草丛类的单位面积生态系统服务价值低于 960.9 元/a·hm<sup>-2</sup>, 其余类型单位面积生态系统服务价值在 1 000 元/a·hm<sup>-2</sup> 以上(表 1)。

青藏高原天然草地资源每年提供的总生态系统服务价值为 2 571.78 × 10<sup>8</sup> 元, 受各类草地生物群落分布广度和单位面积生态服务功能强弱的综合影响, 各类草地的生态服务价值贡献率有很大差异, 其中, 高寒草甸、山地草甸、高寒草原对草地生态系统总服务价值的贡献率分别为 62.52%、14.14% 和 12.92%。其余类型的草地生态服务价值贡献率在 2.09% 以下(表 1)。显然, 在青藏高原天然草地中高寒草甸类提供的生态服务功能价值最大, 这与高寒草甸在青藏高原分布面积最大是一致的。

青藏高原草地生态系统的服务价值为 2 571.78 × 10<sup>8</sup> 元/a。按生态服务类型分解, 其中气候调节价值为 246.65 × 10<sup>8</sup> 元/a(占 9.59%), 侵蚀控制和沉积物保存价值为 152.42 × 10<sup>8</sup> 元/a, 占 5.93%, 营养循环价值为 376.90 × 10<sup>8</sup> 元/a, 占 14.66%, 废物处理价值为 645.72 × 10<sup>8</sup> 元/a, 占 25.11%; 栖息地价值 645.72 × 10<sup>8</sup> 元/a, 占 25.11%, 食物生产价值为 349.19 × 10<sup>8</sup> 元/a, 占 13.58%, 其余类型价值低于 5%(见表 2)。

表 1 不同草地类型生态系统服务价值

Table 1 Services value of different grassland ecosystem types

草地类型	面积 (10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup> )	单位面积服务价值 (元/hm <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	服务价值 (10 <sup>8</sup> 元/a)	构 成 (%)
温性草甸草原	21. 1	3702. 72	9. 68	0. 38
温性草原	171. 5	4585. 36	47. 72	1. 86
温性荒漠草原	43. 2	2782. 52	6. 15	0. 24
高寒草甸草原	558. 6	1424. 12	53. 68	2. 09
高寒草原	3737. 4	960. 89	332. 22	12. 92
高寒荒漠草原	867. 9	888. 90	52. 97	2. 06
温性草原化荒漠	10. 7	610. 34	1. 56	0. 06
温性荒漠	4. 5	1455. 42	0. 46	0. 02
高寒荒漠	596. 8	1029. 75	1. 85	0. 85
暖性草丛	1. 0	366. 20	0. 51	0. 02
暖性灌草丛	35. 4	5142. 49	19. 60	0. 76
热性草丛	2. 7	5536. 87	2. 23	0. 09
热性灌草丛	27. 6	8272. 43	21. 83	0. 95
低地草甸	7. 9	7909. 36	4. 28	0. 17
山地草甸	705. 0	5414. 80	363. 65	14. 14
高寒草甸	5824. 7	5158. 14	1607. 97	62. 52
沼泽	37. 2	2760. 61	25. 42	0. 99
	12653. 2	6832. 66	2571. 78	100. 00

表 2 草地生态系统服务价值构成

Table 2 The Composition of grassland ecosystem services value

系统服务功能	服务价值 (10 <sup>8</sup> 元/a)	构成 (%)
气体调节	36. 03	1. 40
气候调节	246. 65	9. 59
干扰调节	19. 40	0. 75
水调节和供应	2. 77	0. 11
侵蚀控制	152. 42	5. 93
土壤形成	11. 09	0. 43
营养循环	376. 90	14. 66
废物处理	454. 50	17. 67
授粉	130. 25	5. 06
生物控制	119. 17	4. 63
栖息地	645. 72	25. 11
食物生产	349. 19	13. 58
原材料	13. 86	0. 54
基因资源	2. 77	0. 11
娱乐文化	11. 09	0. 43
合计	2571. 78	100. 000

2 2 高寒草地生态系统服务价值的空间分布

各类草地所据地理区域不同、草地本身各种自然特点和整体生态功能不同, 因此草地生态系统服务价值会有巨大差异。本评价系统按照青藏高原草地分布及其生物生产的地域分异规律<sup>[13]</sup>, 分亚区对天然草地生态系统服务价值进行计算, 这些亚区包括藏西北高原高寒草原和高寒荒漠亚区; 藏西南山

原湖盆高寒草原和温性草原亚区; 祁连山山地环湖盆地高寒草原和高寒草甸亚区; 青藏高原东部高原山地高寒草甸亚区; 喜马拉雅山南翼暖性灌草丛和山地草甸亚区。估算的结果(表 3)表明, 5 个亚区的生态价值依次为喜马拉雅南翼亚区> 青藏高原东部亚区> 祁连山山地亚区> 藏西南山原湖盆亚区> 藏西北高原亚区, 这与亚区沿青藏高原从东南向西北依次分布、气候由温暖湿润转向干旱寒冷的变化规律是一致的。喜马拉雅山南翼暖性灌草丛和山地草甸亚区的生态服务功能价值最高, 该亚区面积为 19. 96 km<sup>2</sup>, 约占青藏高原天然草地总面积的 10%, 其服务功能的经济价值却占草地总价值的 44%, 是青藏高原高寒草地区生态服务功能最强的区域。这可能主要是由于该亚区地处青藏高原南缘, 纬度较低, 喜马拉雅山迎阻了南来的印度洋暖湿气流, 气候比较温暖湿润。在海拔较低的沟谷地带为亚热带湿润气候条件, 发育了生物生产量较高的热性、暖性灌草丛, 同时区内分布着大片的常绿热带雨林或热带季雨林, 使区内生态系统结构复杂, 综合生态功能强大。另外, 亚区内草地主要分布在海拔 3 000 m 以上的高山地带, 因交通困难, 缺乏牧道, 放牧活动对草地生态环境的影响破坏较小, 草地生态系统结构比较完整, 因此, 其生态服务功能最强。藏西北高原高寒草原和高寒荒漠亚区草原面积占高寒草原总土地面积的 24. 3%, 该亚区平均海拔 4 500 ~

5 500 m, 终年气候寒冷干燥, 牧草生长期仅有 800 ~ 100 d, 因而草群低矮, 区系成分简单, 生物生产量低, 生态系统的生产动能和各种调节功能较差, 表现为其生态价值只占青藏高原高寒草原总生态价值的

7%。不同生态区域生态价值的空间分布特征表明, 在没有人 为因素影响下, 生态功能价值大小与生态系统的 地域分布规律密切相关即与光热与以及降雨条件密切相关。

表 3 草地生态系统服务价值的空间分异(元/ hm<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>)  
T able 3 Spatial distribution of grassland ecosystem services value( ' / hm<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>)

服务功能	藏西北高原高寒草原和高寒荒漠亚区	藏西南山原湖盆高寒草原和温性草原亚区	祁连山环湖盆地高寒草原和高寒草甸亚区	青藏高原东部高原山地高寒草甸亚区	喜马拉雅南翼暖性灌草丛和山地草甸亚区
气体调节	11. 44	13. 62	28. 42	38. 67	72. 51
气候调节	78. 35	93. 22	194. 60	264. 76	496. 43
干扰调节	6. 16	7. 33	15. 31	20. 82	39. 04
水调节和供应	0. 88	1. 05	2. 19	2. 97	5. 58
侵蚀控制	48. 42	57. 61	120. 26	163. 61	306. 78
土壤形成	3. 52	4. 19	8. 75	11. 90	22. 31
营养循环	119. 72	142. 45	297. 36	404. 57	758. 59
废物处理	144. 37	171. 77	358. 58	487. 87	914. 77
授粉	41. 37	49. 23	102. 76	139. 82	262. 16
生物控制	37. 85	45. 04	94. 02	127. 92	239. 85
息栖地	205. 11	244. 04	509. 45	693. 13	1299. 64
食物生产	110. 92	131. 97	275. 49	374. 82	702. 81
原材料	4. 40	5. 24	10. 93	14. 87	27. 89
基因资源	0. 88	1. 05	2. 19	2. 97	5. 58
娱乐文化	3. 52	4. 19	8. 75	11. 90	22. 31
合计	816. 93	971. 98	2029. 04	2760. 61	5176. 25

2 3 高寒草地生态系统服务功能及其价值的变化

高寒草地涵养着我国的五大水系, 构成我国最大最重要的集水区, 黄河、长江、澜沧江、怒江、雅鲁藏布江均发源于此, 它不仅为人类提供生活资源, 而且对调节全国乃至全球气候以及水资源等自然环境起着相当重要的作用, 目前这片草地每年生产鲜草约 2×10<sup>8</sup>t, 养育 1. 3×10<sup>7</sup> 头耗牛、4×10<sup>7</sup> 只绵羊及其它食草畜, 每年提供 20×10<sup>4</sup>t 肉食、40×10<sup>4</sup>t 鲜奶及制品, 还有两万多吨羊毛, 高寒草地在调节气候、涵养水分、防风固沙、保持水土、改良土壤、培肥地力、净化空气等方面, 均起着非常重要的生态功能。

但是近几十年来, 在气候呈暖干化的变化趋势下, 风蚀、水蚀和冻蚀、鼠害虫害等自然灾害频繁发生, 同时人类不合理的经济活动如毁草种田、挖沙采石、滥挖药材、超载过牧、大肆捕杀野生动物等行为加剧了青藏高原生态环境的退化, 直接表现为冰川消退、雪线上升、地温升高、降水减少、水土流失、土地沙漠化化等现象。致使草地生态系统的基本结构

和功能的丧失或破坏、稳定性和抗逆性减弱、生产力下降、涵养水源、保持水土、调节气候的生态功能大大降低。河流源区河段来水量减少, 泥沙量增加, 洪涝灾害频繁发生。表 4 既反映了青藏高原陆地生态系统和天然草地生态系统服务价值, 也反映了由于毁草种田所产生的生态服务价值损失。近 20a 来, 西藏和青海随着人类活动的逐渐加剧, 自然草地生态系统逐渐被耕地侵占, 其中西藏估计有 0. 05% 的天然草地被耕地替代, 每年损失生态系统服务价值 0. 87×10<sup>8</sup> 元; 青海估计有 0. 12% 的天然草地植被被耕地替代, 每年损失生态系统服务价值 1. 56×10<sup>8</sup> 元。两省区相应的生态效益损失量高达 2. 29×10<sup>8</sup> 元, 占两省区 GDP 总值的 0. 9%。这些还没有包括草场退化所产生的生态功能损益。青海和西藏人均生态空间剩余的数据则表明, 与全国人均生态空间占用出现生态赤字不同, 青藏高原有较大的生态空间剩余, 这从另一个方面反映了青藏高原提供的生态系统服务对维护我国整体生存环境发挥着极其重要的作用。

表 4 草地生态系统服务价值的地位和损失

Table 4 Value changes in Grassland ecosystem services

各生态服务系统	青海省	西藏自治区	全国
①GDP(元 10 <sup>8</sup> /a)	185. 57	64. 76	68584. 30
②陆地生态系统服务价值(元 10 <sup>11</sup> /a)	2. 01	5. 08	32. 15
③天然草地生态系统服务价值(元 10 <sup>11</sup> /a)	1. 34	3. 04	14. 55
④陆地生态系统服务价值比重(②/(①+②), %)	91. 65	98. 93	31. 91
⑤天然草地生态系统服务价值比重(③/(①+②), %)	61. 24	59. 21	14. 44
⑥草地被耕地侵占量(10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup> )	6. 72	41. 13	
⑧草地被耕地侵占率(%)	0. 12	0. 05	
⑨草地被耕地侵占后的生态效益损失(元 10 <sup>8</sup> /a)	1. 42	0. 87	
⑩人均生态空间剩余(hm <sup>2</sup> )	2. 70	6. 20	- 0. 4

3 结论与讨论

孕育着中国诸多大江:大河的青藏高原,以高寒草原为主要生态系统类型。气候条件恶劣,加上人类不合理的经济活动,使这里的生态环境退化问题非常突出。本文试图通过对青藏高原高寒草地生态服务的价值评估,以直接的货币形式反映高寒草地生态系统为我们提供的生态服务功能,使人们更加明确地认识到高寒草地对于涵养水源、保持水土、保护生物多样性等生态功能的重要作用。

本研究将 Constaza 等人提出的生态价值评估方法作了适当的改进,并选定了适合青藏高原生态特征的生态效益权重因子。首先将生态系统服务区分为气体调节,气候调节等 15 种主要类型,将全国草地生态系统根据土地覆盖区分为温性草甸草原等 17 类生物群落,以生态服务供求曲线为一条垂直直线为假定条件,逐项估计各种草地生态系统的各项生态系统服务价值,得出区域草地生态系统总服务价值 2 571. 78×10<sup>8</sup> 元/a。其次按生态服务类型分解计算,其中气候调节·价值占 9. 59%,侵蚀控制和沉积物保存价值占 5. 93%,营养循环价值占 14. 66%,废物处理价值占 25. 11%;栖息地价值占 25. 11%,食物生产价值占 13. 58%,其余类型价值低于 5%。受各类草地生物群落分布广度和单位面积生态服务功能强弱的综合影响,各类草地的生态服务价值贡献率有很大差异,其中,高寒草甸、山地草甸、高寒草原对草地生态系统总服务价值的贡献率分别为 62. 52%、14. 14% 和 12. 92%。其余类型的草地生态服务价值贡献率在 2. 09% 以下。

由于生态系统和生态系统服务类型的空间分布异质性,各类草地所据地理区域的光热条件和降雨量不同,单位面积草地生态系统服务价值会有巨大

差异。将青藏高原高寒草原分为 5 个亚区进行生态价值估算,其大小依次为喜马拉雅山南翼亚区> 青藏高原东部亚区> 祁连山山地亚区> 藏西南山原湖盆亚区> 藏西北高原亚区,这与 5 个亚区沿东南向西北气候由暖湿向干旱寒冷的变化趋势是一致的。

对青海、西藏和全国陆地生态系统和天然草地生态系统的服务价值估算表明,青海和西藏的草地生态服务价值分别占陆地生态系统服务价值的 61% 和 59%,说明草地生态系统的功能对区域生态环境起主要作用。草地被侵占的生态效益损失价值则表明毁草种田对生态系统的基本结构和功能破坏较大,这也是导致江河源区生态环境退化的主要因素之一。与全国人均生态空间占用出现生态赤字相比,青海和西藏两省区有较大的生态空间剩余则说明青藏高原还有较大的生态空间可供利用。

本研究中,由于未包括零星草地、对一些天然草地的服务功能还没有清楚的认识,还将沼泽湿地看作普通的天然草地生态系统处理,计算的结果可能偏低;此外,本文对生态系统服务价值的价格仅仅根据生物量进行了订正,而:在研究中我们认识到,单位面积生态系统的服务功能价值不仅取决于其生物量,而且取决于其在空间的位置,这需要今后做进一步深入的研究。尽管如此,本项研究的结果让我们认识到了青藏高原天然草地生态系统在区域生命支持系统所起的重要作用。

参考文献(References):

[1] Wilson, M. A. And Capenter, S. R. Economic valuation of freshw ater ecosystem services in the United States: 1971~ 1997. *Ecological Application*. 1999, 9(3): 772~ 783.  
[2] Daily, G. C. , Matson, P. A. and Vitousek, P. M. Ecosystem services supplied by soil [ M ]. In: Daily D. C. ( ed ): Nature' s Service: Soci-etal Dependence on Natrual Ecosystems. Island Press, Washington. 1997: 113~ 132

- [3] Peterson, C. H. and Lubchenco, J. Marine ecosystem services[ M ]. In: Daily D. C. ( ed ): Nature's Service: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press, Washington. 1997: 177~ 194
- [4] Sala, O. E. and Paruelo, J. M. Ecosystem services in grassland[ M ]. In: Daily D. C. ( ed ): Nature's Service: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press, Washington. 1997: 237~ 254
- [5] Jiang Yan-ling, Zhou Guangsheng. Estimation of Ecosystem Services of Major Forest in China. *Acta Phytocologica Sinica*. 1999, **23**( 5 ): 426~ 432. [ 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]
- [6] Huang Xing-Wen, Chen Ba-ming, Theory and Application of Lay-out Plan for Regional Ecology Assets in China[ J ]. *Journal of Ecology*. 1999, **19**( 5 ): 602~ 606. [ 黄兴文, 陈百明. 中国生态资产区划的理论与应用[ J ]. 生态学报, 1999, **19**( 5 ): 602~ 606]
- [7] Ouyang Zhì-you, Wang Xiao-ke, Miao Hong. A primary study on Chinese terrestrial ecosystem services and their ecological-economic value[ J ]. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, **19**( 5 ): 607~ 613. [ 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[ J ]. 生态学报: 1999, **19**( 5 ): 607~ 613]
- [8] Zhang Zhongxin, Zhang Xinshi. Valuation of Ecosystem In China, *Bulletin of Science*, 2000, **45**( 1 ): 17~ 22. [ 张仲新, 张新时, 中国生态系统的价值[ J ]. 科学通报, 2000, **45**( 1 ): 17~ 22. ]
- [9] Xie Gao-di, Zhang Yili, Lu Chunxia *et al.* Study on Valuation of Grassland Ecosystem Services of China. *Journal of Natural Resources*. 2001, **16**( 1 ): 47~ 53. [ 谢高地, 张懿铨, 鲁春霞, 等. 中国天然草地生态系统服务功能价值的研究[ J ]. 自然资源学报, 2001, **16**( 1 ): 47~ 53. ]
- [10] Costanza, R. R. Arge, R. Groot *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital[ J ]. *Nature*. 1997, 386: 253 ~ 260.
- [11] Repetto, R. Accounting for environmental assets[ J ]. *Scientific American Jour.* 1992, 64~ 70
- [12] Toman, M. Why not to calculate the value of the world's ecosystem services and natural capital. *Ecological Economics*. 25: 57~ 60.
- [13] Department of Animal Husbandry and Veterinary of the Ministry of Agriculture, PRA. and Teminal Station of Animal Husbandry and Veterinary. Grassland Resources in China. Beijing: Chinese Sciences and Technology Press, 1996. [ 中华人民共和国农业部畜牧兽医司, 全国畜牧兽医总站主编: 中国草地资源[ M ]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996. ]

## The Economic Evaluation of Grassland Ecosystem Services in Qinghai-Tibet Plateau

XIE Gao-di, LU Chun-xia, Xiao Yu, and ZHENG Du

( The Institute of Geographical Science and Natural Resource Research, CAS, Beijing 100101 China )

**Abstract:** Referring to the methods of Costanza *et al.*, this article revises the economic value of ecosystem services of natural grasslands in Qinghai-Tibet Plateau according to their biomass, estimates each ecosystem service of all kinds of grasslands ecosystems and concludes that the economic value of natural grasslands in Qinghai-Tibet Plateau per year is RMB  $\times 10^{11}$  that accounts for 17.68% of the economic value of the grassland ecosystem services in China. As the distribution scope of each kind of grassland and the ecosystem services per hectare are different, the weight of ecosystem services of each kind of grassland to all kinds of grasslands in different, in which the weights of alpine meadow, montane meadow and high-cold steppe to ecosystem services of grassland ecosystems are 62.52%, 14.14% and 12.92%. The article estimates the ecological value of each subregion of high-cold grasslands according to the regional differentiation, and the result indicates that the ecological value of subregion has a trend of decreasing swiftly from southeast to northwest, which accords with the trend of the climate condition of Qinghai-Tibet Plateau that it is warm and humid in southwest, then cold and drought in northwest. This indicates that the regional distribution condition of ecosystems has direct impact on ecological value. The estimation of ecological value of damaging grasslands into croplands shows that the ecological loss of Qinghai and Tibet is RMB  $\times 10^8$ , which accounts for 0.9% GDP of these two provinces.

**Key words:** ecosystem services; grassland; Qinghai-Tibet Plateau; economic evaluation