

基于 RS/ GIS 的艾比湖沿岸绿洲生态系统 服务功能价值及其演变

陈强¹, 陈正江^{1,2}, 张兴国¹, 刘晓¹

(1. 西北大学 城市与资源学系, 陕西 西安 710069;

2. 中国科学院 新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要: 生态系统服务功能是生态学、生态经济学研究的热点问题, 它与水土保持、生态环境质量、土地利用等有着密切的联系。借助于 1:10 万地形图、TM 遥感资料和 GIS 方法, 根据研究区的区域特点, 将 Costanza 等人的研究与国内相关研究结合建立价值模型对艾比湖沿岸的博乐、精河绿洲进行不同历史时期生态系统服务功能价值测评。获知研究区总价值: 1979 年为 8.52×10^8 \$; 1991 年为 7.71×10^8 \$; 1999 年为 8.13×10^8 \$。进而分析了近 20 a 来艾比湖沿岸绿洲的生态系统价值及其演变, 探明了其价值的演变趋势, 并对其变化的原因做了讨论。研究表明, 研究区近 20 a 的生态系统服务功能价值基本上以 1991 年为界, 呈衰减—略上升的下凹曲线变化趋势。

关键词: RS; GIS; 艾比湖沿岸绿洲; 生态系统服务功能; 价值

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2005)02-0079-04

中图分类号: X171.1

Ecosystem Services Value and Its Evolution in Oasis Near Ebinur Lake Bank Based on RS/ GIS

CHEN Qiang¹, CHEN Zheng-jiang^{1,2}, ZHANG Xing-guo¹, LIU Xiao¹

(1. Department of Urban and Resource, Northwest University, Xi'an 710069, Shaanxi Province, China;

2. Xijiang Institute of Ecology and Geography, Academy of Science, Urumqi 830011, Xinjiang Wei Autonomous Region, China)

Abstract: The area near Ebinur lake has become one of the deteriorating area in the Western China. The evolution of ecosystem services value was researched in the past 20 years in this area and the causes also were discussed. According to the ecological character of the research area, the research in China, and the research of Costanza were combined to build the estimating mode. Based on the multi-temporal remotely sensed data of TM, Geographical Information System (GIS), and the estimating mode, the value of ecosystem services were estimated in Bole-Jinghe oasis of Ebinur basin. The total value of the research area is: $85\,209.14 \times 10^4$ \$ in 1979, $77\,147.02 \times 10^4$ \$ in 1991 and $81\,291.66 \times 10^4$ \$ in 1999. The trend of evolution of the value of ecosystem services was that 1991 was the round turning point year, and the value was decreasing from 1979 to 1991 and straightening up from 1991 to 1999, showing just a sunken curve.

Keywords: RS; GIS; the oasis near Ebinur lake bank; ecosystem services; value

1 前言

生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用^[1]。生态系统服务功能价值是指人类从生态系统功能中直接或间接获得的利益的货币价值化^[2-3]。作为生态学和生态经济学研究的一个分支学科, 它近年来得到了很大的发展。许多生态学家与经济学者从物理量和价值量 2 个方面分析和探讨生态系统服

务功能的价值, 发展了针对不同生态系统服务功能与生物资源的评价方法^[4-9]。Costanza 等^[2]在总结过去几十年生态系统公益价值评价研究的基础上, 将生态系统的服务功能归纳为 17 种类型, 分别按 10 种不同生物群区用货币形式进行了测算, 并且根据生物群区的总面积推算出所有生物群区的的服务价值。这为全面评价生态系统服务功能经济价值提供了有力的参考。某些学者将 Costanza 等的全球生态系统服务功能评价模型应用于某一特定区域、某个物种、群落

收稿日期: 2004-09-27

资助项目: 国家重点基础研究发展规划项目 (G19990435)

作者简介: 陈强 (1980—), 男 (汉族), 广东揭阳人, 西北大学硕士生, 从事 RS/ GIS 与生态环境系统方面研究。电话 (029) 88549931,

E-mail: chan1980@163.com。

或生态系统^[10]。国内,许多学者对生态系统服务功能的内涵、评价方法和经济价值进行了研究^[1,11-12]。从众多学者的研究^[8,9,13-15]中可以看出,生态系统服务功能与水土保持、生态环境质量、土地利用等有着密切的联系。

本研究以上述研究为基础,选取位于新疆艾比湖流域生态系统中的博乐精河绿洲为研究对象,在 GIS/RS 技术支持下,获取并处理了 1979 年、1991 年和 1999 年 3 个时间断面上的遥感数据资料。在考虑研究区生态特征的前提下,将国内的研究与 Costanza 等人的研究结合起来建立测评模型,测评了 3 个不同时期各生态系统类型的服务功能价值。根据其在 1979 年、1991 年和 1999 年土地利用变化,评价区域生态系统服务功能的价值及其变化,并对其变化原因进行分析,对重新认识该地区生态环境问题的严重性,实施生态恢复重建都具有重要意义。

2 研究区概况与研究方法

2.1 研究区概况

新疆艾比湖流域位于东经 80°53′—85°02′,北纬 43°38′—45°52′之间,地跨新疆维吾尔自治区博尔塔拉蒙古自治州、奎屯市和克拉玛依市的独山子区。研究区包括艾比湖沿岸的博乐、精河两个绿洲,地处艾比湖流域的中部偏西,总面积约 7 116.98 km²(包括艾比湖),夏季降水稀少,冬季异常干燥寒冷,年平均气温 6.6 ~ 7.8 ℃,多年平均降水量 116.0 ~ 169.2 mm,生态环境十分脆弱。由于建国以来的大规模水土开发,破坏了沿岸生态系统相对稳定的原结构,出现了严重的生态环境问题——沙尘暴、盐尘天气肆虐,生物多样性受到严重威胁,沙尘暴和盐沫粉尘直接给工农牧业造成危害,并直接危害到人类的身体健康,水面和天然绿洲面积缩小,耕地盐渍化、沼泽化问题突出,草场退化严重,土地沙化已严重影响到北疆铁路的运营^[17-22],已成为我国西部干旱区生态环境退化的地区之一。

2.2 研究数据获取与处理

本研究选用美国 Landsat 卫星 1991 年 10 月和 1999 年 7 月 TM 影像,1979 年的遥感数据以 1:10 万地形图作为补充。根据国家颁布的卫星影像处理标准和规范,对其进行图像处理。使用 ERDAS, ArcView, ArcInfo 来解译处理遥感数据,获得各生态系统精确的面积数据。另外,在解译时,还参考 1:500 000 土地利用图,其它灌溉规划图件等。遥感与 GIS 的数据处理技术路线如图 1 所示。

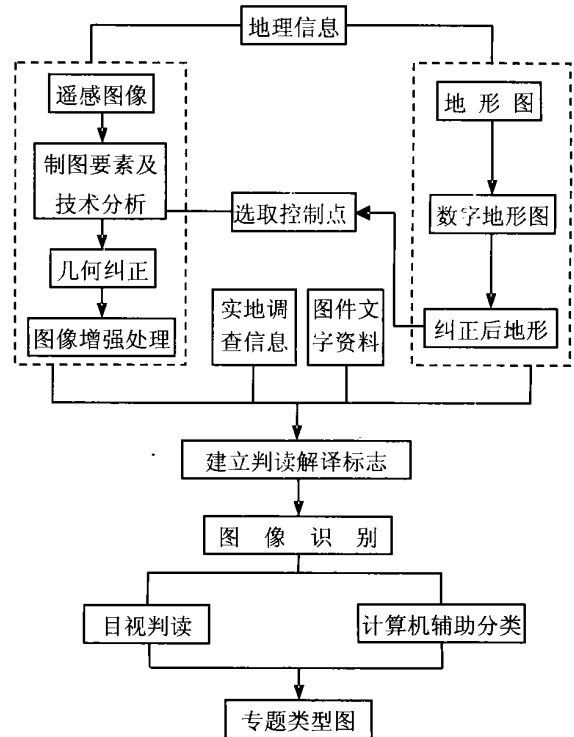


图 1 遥感与 GIS 技术路线

2.3 生态系统服务功能的价值测评

一定区域内的生态系统服务功能的价值总值 (V) 可以表示为:

$$V = \sum_{c=1}^n V_c \quad (1)$$

其中: $c = 1, 2, \dots, n$, 表示生态系统的类型; V_c ——第 C 类生态系统的价值。

$$V_c = \sum_{i=1}^n P_i \times A_i \quad (2)$$

其中: $c = 1, 2, \dots, n$, 表示第 C 类生态系统的价值; P_i ——第 C 类生态系统的第 i 种生态服务功能类型的单位面积价值; A_i ——第 C 类生态系统的面积。

Costanza 等人的价值测评是世界范围的平均值,许多学者认为其研究中,沼泽湿地的评估过高,而耕地评估又过低,因此,本文在考虑研究区生态特征的前提下,将国内的研究与 Costanza 等人的研究结合起来建立测评模型。在干旱区中,沼泽湿地和水域的作用相对是较大的,故采用 Costanza 等人^[21]的沼泽湿地和水域的单位值。研究区林地大多为防护林、河谷林和灌木林,参考国内对林地价值的研究^[23-25],得到研究区林地单位值。由研究区土地状况和灌溉条件来看,其耕地生产能力与全国平均水平不相上下,但因该区土壤盐碱性强,故对耕地休闲文化、土壤形成、水源控制等功能不予考虑,将我国耕地的平均值^[23]进行调整后作为该区域的单位值。研究区草地,从覆盖来讲分为高、中、低盖度草地,按草原亚

类^[26]来分,相对应为平原丘陵草甸草原、平原丘陵草原和平原丘陵荒漠草原。本文按照 3 种草原亚类在该区的覆盖面积比例,这 3 种亚类草原的全国平均值^[24]分别赋以权重 0.04,0.10,0.85(表 1)。

3 结果及分析

3.1 测评价值结果

据区域化测评模型,采用模型 1,2 计算得到研究区 20 a 来生态系统服务功能价值的评价结果(表 1)。

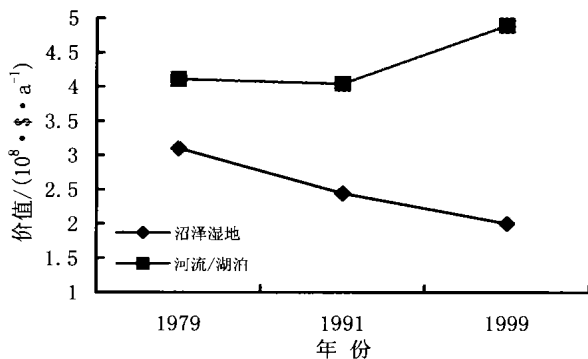
表 1 1979—1999 年博乐精河绿洲生态系统服务功能价值总体评价

生态系统	单位效益价值/ (\$·hm ⁻² ·a ⁻¹)	总价值/(10 ⁴ ·\$·a ⁻¹)		
		1979	1991	1999
林地	1 176.5	2 341.59	1 012.38	886.38
草地	110.2	3 411.44	3 336.63	3 280.80
沼泽湿地	19 580.0	31 032.34	24 365.35	19 674.00
河流/湖泊	8 498.0	41 138.82	40 391.00	48 939.13
耕地	503.8	7 284.95	8 041.66	8 511.35
合计	—	85 209.14	77 147.02	81 291.66

3.2 生态系统服务功能价值演变分析

3.2.1 各生态系统价值演变分析 沼泽湿地的价值始终呈大幅度下降趋势,草地和林地也呈明显下降趋势(图 1)。1979—1991 年期间,价值变化方面,沼泽湿地为 - 6.67 × 10⁷ \$/a,草地为 - 7.48 × 10⁵ \$/a,林地为 - 1.33 × 10⁷ \$/a,耕地为 7.57 × 10⁷ \$/a,湖泊为 - 7.48 × 10⁶ \$/a;价值变化率方面,沼泽湿地为 - 21.48 %,草地为 - 2.19 %,林地为 - 56.77 %,耕地为 10.39 %,湖泊为 - 1.82 %。1991—1999 年,价值变化方面,沼泽湿地为 - 4.69 × 10⁷ \$/a,草地为 - 5.58 × 10⁵ \$/a,林地为 - 1.26 × 10⁶ \$/a,耕地为 4.70 × 10⁶ \$/a,湖泊为 8.55 × 10⁶ \$/a;价值变化率方面,沼泽湿地为 - 19.25 %,草地为 - 1.67 %,林地为 - 12.44 %,耕地为 5.84 %,湖泊为 21.16 %。

可以发现,1979—1991 年期间,耕地价值始终保



持一定增长,且变化率较大;沼泽湿地和林地下降变化率很大,显然,它们的生态环境质量劣化较严重;草地价值呈现下降趋势,变化率较小;湖泊价值减少。1991—1999 年期间,耕地价值仍然保持一定增长,变化率减小;沼泽湿地和林地下降变化率减小;草地价值仍呈现下降趋势,变化率较小;湖泊价值剧增。这些变化主要是由于人类大规模水土开发,围沼造田,毁草开荒,大肆砍伐薪炭林,以及由这些人为活动带来的入湖水量减少所致。1991—1999 年期间有一些变化率降低,其一是因为管理部门对垦荒加强了管理,其二,沼泽、林地、草地等能够被破坏的空间已经缩小也是一个客观原因。湖泊价值剧增,是因为出现多年不遇的高峰降水(详见表 2)和奎屯河水库清淤放水所致。

表 2 近年来艾比湖流域的雨量

年份	1997	1998	1999	2000	2001	2002	多年平均
雨量/ mm	60.8	120.6	122.1	100.6	109.8	323.0	90.9

3.2.2 绿洲生态系统价值演变综合分析 经过计算,1979—1999 年期间,新疆艾比湖区域整体价值减少为 3.92 × 10⁷ \$/a,价值减少率为 - 4.90 %,这说明近 20 a 整体生态环境质量呈现衰退趋势。1979—1991 年期间,其区域整体价值减少为 8.06 × 10⁷ \$/a,价值减少率为 - 9.57 %。1991—1999 年间,其区域整体价值增加为 4.14 × 10⁷ \$/a,价值增长率为 5.16 %。两绿洲的总价值呈现了衰减—略上升的下凹曲线趋势(图 2,3)。持续的衰减主要是由于该区大规模水土开发,垦荒,放牧所致,从而也导致了流入艾比湖的径流剧减,湖面水域涸缩;价值上升主要是由于艾比湖湖盆的特殊性^[17-22]以及高峰降水与奎屯河水库清淤放水的双重特殊情况的作用,另外,垦荒力度的减小,放牧的控制等都起到了阻止严重破坏艾比湖区自然生态环境的作用。

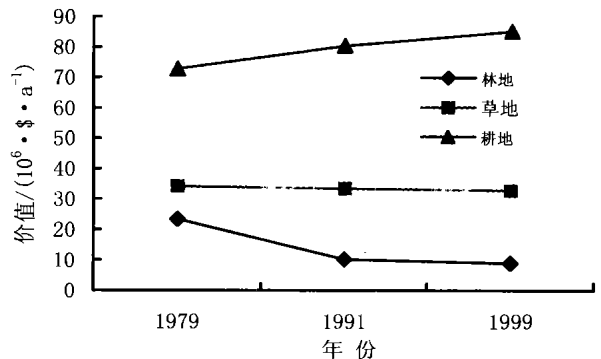


图 2 各生态系统服务功能的价值演变

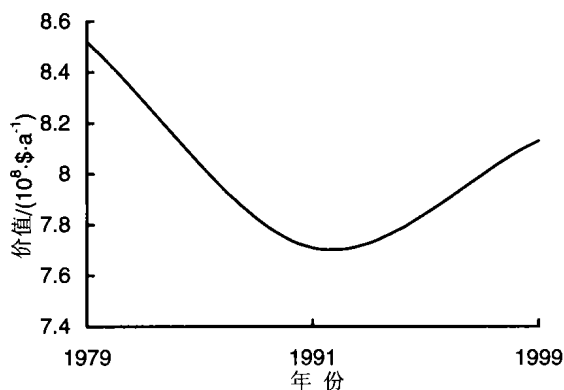


图 3 绿洲生态系统整体价值演变

4 结论与讨论

(1) 本文以 RS/GIS 技术获得基础数据,结合 Costanza 等人 and 国内的研究,并考虑当地实际情况,计算得到了艾比湖沿岸绿洲区生态系统服务功能的总价值。其总价值呈现衰减—略上升的下凹曲线趋势。

(2) 1979—1991 年期间的价值衰减主要是由于人类不合理的水土开发所致;1991—1999 年期间的好转,主要是由于区域内对水土开发力度有所控制,以及高峰降水和奎屯河水库放水的双重特殊作用所致,但是,当不会持续出现的双重特殊作用消失后,生态系统服务功能的价值可能会继续衰减。这与当地的生态环境变化趋势^[22]相类似。

(3) 沼泽湿地、草地、林地价值均呈现衰减趋势,1979—1991 年较严重,1991—1999 年缓和一些,主要是由于人们不合理水土开发所致;耕地的价值一直呈增长趋势,主要是因为水土开发力度一直很大;湖泊价值呈现衰减—上升的趋势,与其生态环境的实际变化相吻合。

(4) 沼泽湿地、草地、林地价值均呈现衰减的情况下,出现了绿洲总价值的回升,主要归功于湖泊价值的衰减—上升,这说明艾比湖对当地的生态系统服务功能的价值影响极大。这也与艾比湖在当地环境质量中的地位^[17]相一致。

(5) 由于本研究资料方面的缺陷,价值演变的界限年并不十分准确,但是根据艾比湖面变化的资料以及实地调查分析,界限年应在 1991 年附近,精确的界限年还需更多更精确的资料来分析得出。由于缺少对当地生态过程的基础实验,因此,此估算会有所偏差,但是由于较充分考虑了国内的相关研究和当地的实际情况,估算还是比较接近实际情况。

(6) 从价值演变与实际生态环境变化的对比发现,从宏观层面来讲,两个演变的情况基本一致。因

此,本文提出可以将生态系统服务功能价值引入生态环境的监测。但是,应明晰生态系统服务功能的定性、定位,及价值定量的精确,搞清质量与价值的对应关系,才得到最为精确的生态环境质量监测。因而生态系统服务功能的研究及用生态系统服务功能价值进行量化监测生态环境质量的方法理论有待深入。

[参 考 文 献]

- [1] 欧阳志云,王如松,赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价[J]. 应用生态学报,1999,10(5):635—640.
- [2] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997,387(15):253—260.
- [3] 陈仲新,张新时. 中国生态系统服务功能的价值[J]. 科学通报,2000,45(1):17—22.
- [4] Balick MJ, Mendelsohn L. Assessing the economic value of traditional medians from tropical rain forest[J]. Conservation Biology,1992,6(1):128—130.
- [5] Cacha M D M. Starting resource accounting in protected areas[M]. IN: Munasinghe M, McNeely J eds. Protected Area Economics and Policy. Cambridge: IUCN. 1994. 151—157.
- [6] Chopra K. The value of non-timber forest products: an estimation for tropical deciduous forests in India[J]. Econ Bot,1993,47(2):251—257.
- [7] Peters C M, Gentry A H, Mendelsohn R O. Valuation of an Amazonian rainforest [J]. Nature, 1989, 339 (29): 655—656.
- [8] Pimentel D, Harvey C, Resosudarmo P, et al. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits[J]. Sciece, 1995,267:1117—1123.
- [9] Tobias D, Mendelsohn R. Valuing ecotourism in a tropical rain-forest reserve[J]. Ambio,1991(20):91—93.
- [10] Cecilia M H, Monica H. Ecosystem services generated by fish populations[J]. Ecol Econ, 1999,29(2):253—268.
- [11] Guo Z, Xiao X, Gan Y, et al. Ecosystem functions, services and their values—a case study in Xingshan County of China[J]. Ecol Econ, 2001,38(1):141—154.
- [12] Lei Kanpeng, Wang Zhishi. The value of the ecosystem services and method [J]. Journal of Geographical Sciences,2003,13(3):339—347.
- [13] 肖寒,欧阳志云,赵景柱,等. 海南岛生态系统土壤保持空间分布特征及生态经济价值评估[J]. 生态学报,2000,20(4):552—558.
- [14] 肖寒,欧阳志云,赵景柱,等. 森林生态系统服务功能及其生态经济价值评估初探——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.

(下转第 109 页)

4 保护矿区生态环境的对策

榆林沙区人民与风沙几十年的斗争中,已建起 1 166.73 km² 的防护林和 4 000 km² 的固沙林,飞播面积达到 1 170.06 km²,沙区林草面积已达到 9 733.82 km²,植被覆盖率由建国时的 1.8% 上升到 39.8%,治理面积达 69.1%。沙丘高度平均降低 30%~50%,沙丘年移动速度从 5~7 m 降至 1.68 m 以下,年沙尘暴和扬尘日数由 66 d 减为 24 d。沙漠化发展明显减缓,局部地区沙漠化逆转。环境的改善,促进了沙区农业综合开发,昔日贫困落后的荒沙碱滩,如今已变成林茂粮丰的“鱼米之乡”^[5]。但应当看到该区荒漠化发展趋势仍然没有得到根本遏止,仍然有 1.73 × 10⁵ hm² 沙地急需治理。

神府东胜矿区虽然已完成了交通道路绿化面积 27.75 km²,生产区和生活区绿化面积 100.0 km²,营造了水土保持林和治沙林面积 83.5 km²,共计完成治理面积 209.1 km²,但与矿区资源开发所造成的植被破坏面积 458.14 km² 相比,所完成治理面积还不足 50%,还需要加大力度进行植被建设,以改善该区域生态环境。

(1) 在资源开发的同时必须严格遵守《荒漠化防治法》、《水土保持法》等有关法规,加大执法力度,“谁破坏,谁治理”,使资源开发和环境保护协调发展。

(2) 加强矿区土地复垦治理研究,加速植被恢复,改善生态环境。要因地制宜,确定合理的复垦方向,制定规划与措施,先易后难,逐年分期分批治理。

(3) 积极发展沙产业,坚持多种经营,综合开发,兴利除害,发展经济,促进生态环境改善。

(4) 加强宣传教育和科技培训,提高群众的素质,增强环境保护意识。

[参 考 文 献]

- [1] 吕向荣. 神府矿区沙漠化与防护林体系建设[J]. 陕西林业科技, 1997(4): 29—31.
- [2] 柳林旺,王欣成,等. 神府东胜矿区的沙漠化及其防治[J]. 中国水土保持, 1998(4): 6—7.
- [3] 侯庆春,汪有科,杨光. 神府东胜煤田开发区建设对植被影响的调查[J]. 水土保持研究, 1994(4): 127—137.
- [4] 唐克丽,李锐,等. 神府东胜矿区一、二期工程环境效应考察[J]. 水土保持研究, 1994(4): 12—14.
- [5] 陕西省林业厅等编. 荒漠奇迹[M]. 陕西人民出版社出版, 1997.
- (上接第 82 页)
- [15] 周亚萍,安树青. 生态质量与生态系统服务功能[J]. 生态科学, 2001, 20(1, 2): 85—90.
- [16] 白晓飞,陈焕伟. 不同土地利用结构生态系统服务功能价值的变化研究——以内蒙古自治区伊金霍洛旗为例[J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(1): 180—182.
- [17] 苏颖君,张振海,包安明. 艾比湖生态环境恶化及防治对策[J]. 干旱区地理, 2002, 25(2): 143—148.
- [18] 阎顺. 艾比湖及周边地区环境演变与对策[J]. 干旱区资源与环境, 1996, 10(1): 30—37.
- [19] 李遐龄. 艾比湖生态环境综合治理和经济可持续发展的研究[J]. 干旱区资源与环境, 1997, 11(2): 27—36.
- [20] 杨云良,阎顺,等. 艾比湖流域生态环境演变与人类活动关系初探[J]. 生态学杂志, 1996, 15(6): 43—49.
- [21] 罗名灿. 浅谈艾比湖的变迁及景观生态保护[J]. 新疆农业大学学报, 1996, 19(3): 71—73.
- [22] 周长海. 艾比湖及周边地区环境演变与对策[J]. 干旱区资源与环境, 2003, 17(2): 71—77.
- [23] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等. 青藏高原生态资产的价值评估[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2): 191—196.
- [24] 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.
- [25] 白晓飞,陈焕伟. 土地利用的生态服务价值——以北京市平谷区为例[J]. 北京农学院学报, 2003, 18(2): 109—111.
- [26] 谢高地,张钰铨,鲁春霞,等. 中国自然草地生态系统服务价值[J]. 自然资源学报, 2001, 16(1): 47—53.

(上接第 100 页)

[参 考 文 献]

- [1] 冯健,周一星. 近 20 年来北京市区人口增长与分布[J]. 地理学报, 2003, 58(11): 903—916.
- [2] 冯健,周一星. 杭州市人口的空间变动与郊区化研究[J]. 城市规划, 2002, 26(1): 58—65.
- [3] 高向东,江取珍. 对上海城市人口分布变动与郊区化的探讨[J]. 城市规划, 2002, 26(1): 66—89.
- [4] 周一星,孟迎春. 沈阳的郊区化——兼论中西方郊区化的比较[J]. 地理学报, 1997, 52(4): 289—299.
- [5] 冯健. 我国郊区化研究的进展与展望[J]. 人文地理, 2001, 16(12): 30—35.
- [6] 高向东,张善余. 上海人口郊区化与城市可持续发展[J]. 中国人口·资源与环境, 2002, 12(1): 76—80.