

土地利用变化对区域生态系统服务价值的影响 ——以北京市为例

万利^{1,2}, 陈佑启¹, 谭靖³, 郭斌¹, 杨阿强³

(1. 中国农业科学院 农业资源与农业区划研究所, 北京 100081; 2. 中国环境科学研究院
河流与海岸带环境研究创新基地, 北京 100012; 3. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 以北京东北 3 个区(县)为例, 利用从 1996 年和 2005 年 TM 影像中获取的土地利用数据, 参照 3 种典型的生态系统服务价值系数, 对比研究该区域的土地利用结构与生态系统服务价值的变化及其相互关系。结果表明: (1) 1996—2005 年研究区的土地利用变化十分剧烈。耕地变化最明显, 共减少 264.38 km², 水域和未利用地分别减少 72.19, 0.17 km², 林地、草地、建设用地面积则分别增加 63.76, 19.94, 253.05 km²。(2) 区域总生态系统服务价值在 1996—2005 年呈下降趋势, 依据 3 种价值系数计算分别下降 5.22, 3.68, 36.49 亿元, 且离城区中心越远, 生态系统服务价值下降越快。(3) 在快速城市化进程中, 建设用地面积增加, 耕地、水域面积减少是研究区生态系统服务价值大幅下降的主要因素。

关键词: 土地利用; 生态系统服务价值; 遥感; GIS; 北京市

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1003-2363(2009)04-0094-06

区域土地利用变化对生态环境的影响是全球变化研究的重要内容之一, 而生态系统服务价值则是目前生态学、生态经济学研究的热点问题^[1-11]。生态系统服务是指通过生态系统的结构、过程和功能直接或间接得到的生命支持产品和服务^[11], 是人类生存和发展的物质基础和基本条件。土地是各种自然生态系统的载体, 生态系统类型在土地利用中表现为土地利用类型, 土地利用作为人类最基本的实践活动, 通过区域生态进程和服务间的相互作用直接影响区域生态服务价值^[12]。土地利用类型和生态系统类型具有密切的关系。因此, 研究土地利用覆盖变化下的区域生态系统服务价值的变化具有十分重要的意义。目前, 已有学者^[3-10]将土地利用类型和生态系统类型对应起来, 进行土地利用覆盖变化下的区域生态系统服务价值的变化研究。其中, Costanza 和谢高地所提出的生态系统服务价值系数在国内得到较为广泛的运用, Costanza 给出的是全球的平均服务价值, 谢高地是参考 Costanza 的部分成果建立的“中国陆地生态系统单位面积服务价值表”, 它们均是对大尺度区域的自然生态系统服务价值的评价。然而, 只有少数

学者^[6]同时利用这两种系数进行对比研究, 并认为开展生态系统服务价值的相对变化研究更具有现实意义。作者在 RS 和 GIS 技术支持下, 尝试引入段瑞娟^[12]有关北京的生态系统服务价值系数, 该系数是以北京市为例, 将林地分为山地森林和人工林地, 草地分为天然草地和人工草地, 建设用地分为城区建设用地和郊区建设用地, 分别进行了生态服务价值的评估, 是基于省市等行政区域尺度的生态系统服务价值评价。通过这 3 种服务价值系数来对比研究 1996—2005 年北京郊区的土地利用结构与生态系统服务价值的变化及其相互关系, 为区域环境保护和土地资源可持续利用提供借鉴; 同时, 根据评价结果对现有生态价值系数确定的方法进行思考, 指出需要改进的方向。

1 研究区和研究方法

1.1 研究区概况

北京位于华北平原西北部, 地理位置介于北纬 39°28′~41°05′和东经 115°25′~117°30′之间。地势西北高, 东南低, 西部、北部和东北部是连绵不断的群山, 东南是一片缓缓向渤海倾斜的平原。北京属暖温带半湿润大陆性气候区, 冬季寒冷干燥, 夏季高温多雨, 多年平均气温为 13.2℃, 平均降水量 410.7mm, 降水分布极不均匀, 主要集中在夏季, 年蒸发量达 1800~2000mm, 年平均气温 9.0~12.0℃, 无霜期 50~200d。北京是一个拥有 1000 多万人口的综合性强特大城市, 在城

收稿日期: 2008-10-08; 修回日期: 2009-05-15

基金项目: 科技部科研院所社会公益研究专项(2004D B3J092); 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2008ZX07526-002)

作者简介: 万利(1980-), 女, 四川绵阳人, 在读博士, 主要从事区域规划、3S 技术与土地利用方面的研究, (E-mail) myra035@163.com。

陈佑启为通讯作者, (E-mail) chen_yiqi@mail.caas.net.cn。

城市化过程中,建设用地以“摊大饼”的方式向外蔓延,对城区周边耕地、生态用地等的侵占使土地的生态环境遭到不同程度地破坏。作者选取位于北京市东北方向的朝阳区、顺义区和密云县为研究区,总面积为 3 684. 05 km²,分别为北京市的近郊区、远郊平原区和远郊山区^[12],在新版城市总体规划中分别被定位为北京市的城市功能拓展区、城市发展新区和生态涵养发展区。

1.2 研究方法

1.2.1 数据处理。研究采用的基础数据为北京市 1996 年和 2005 年的 Landsat TM 遥感影像(分辨率为 30m)。其他相关数据有 2006 年北京市的行政区划图(1:50 万)、2004 年 1:10 万土地利用现状图、1:5 万地形图、1:50 万土壤类型图和 1:100 万植被图。参照中科院资源环境科学数据库的六大类分类法,将土地利用类型分为耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用地。

土地利用图的获取是采用 ERDAS MAGNE 8.7 软件对 TM 影像进行波段合成、几何纠正、图像增强等处理;根据建立的解译标志,在 Arc Info Workstation 9.2 的 Arcedit 中进行人机交互式判读解译;运用 GPS 进行外业精度调查验证,并将所得数据在 Arc Info Workstation 环境下进行编辑和修改,得到北京市两期土地利用图。

1.2.2 北京单位生态系统服务价值的评价方法。1997 年, Costanza 等在《自然》上发表了“全球生态系统服务

价值和自然资本”一文,被认为是近年生态学界最有影响力的科研成果,文中提出了生态系统服务价值估算的原理及方法^[1],该方法所提供的价值系数较为科学地表示了自然资源价值,在生态系统服务价值评价中得到广泛引用。我国谢高地^[13]等参考 Costanza 等人关于全球生态系统服务价值评估的部分成果,并综合面向我国专业人士的生态问卷调查结果,建立“中国陆地生态系统单位面积服务价值表”。段瑞娟^[12]等利用经济学模型对北京生态服务价值偿付意愿法的实验结果进行修正,得到北京单位生态服务价值。

该研究以 Costanza、谢高地、段瑞娟等众多专家学者方法得到的价值系数(以下分别简称 Costanza 方法、谢高地方法、段瑞娟方法)为基础(表 1),对比研究北京生态系统服务价值,计算公式为

$$E = \sum_{a=1}^n P_a S_a$$

式中: E 为研究区生态系统服务总价值; S_a 为研究区内土地利用类型 a 的面积; P_a 为单位面积上土地利用类型 a 的生态系统服务价值系数。参照蔡邦成等^[16]的方法将北京市的土地利用类型与表 1 划分的生态系统进行对照,得到与土地利用类型相对应的生态系统类型及其生态系统服务价值系数(表 2)。

表 1 生态系统服务价值系数
Tab 1 Coefficients of ecosystem service value

系数类型	系数 1,2 对应的土地利用类型							
	森林	草地	农田	湿地	水体	荒漠		
系数 1	166.58	20.25	7.64	1625.14	70.33	0.00		
系数 2	193.34	64.05	61.14	541.79	2029.75	3.71		
系数类型	系数 3 对应的土地利用类型							
	园地	林地	牧草地	耕地	水域	建设用地	交通用地	未利用地
系数 3	73.13	409.99	48.97	231.64	253.97	-1205.50	-1207.85	3.71

说明:系数 1 是据 Costanza 等方法得到的价值系数,折算成人民币表示;系数 2 是据谢高地等方法得到的价值系数;系数 3 是据段瑞娟等方法得到的价值系数。下表同。

表 2 与土地利用类型相对应的生态系统类型及其生态系统服务价值系数
Tab 2 Biome equivalents for the land-use categories and coefficients of ecosystem service value

土地利用类型	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地
对应的生态系统类型	农田	森林	草地	水体和湿地	荒漠	荒漠
生态价值系数 1	7.64	166.58	20.25	847.73	0.00	0.00
生态价值系数 2	61.14	193.34	64.05	1285.77	3.71	3.71
对应的土地生态系统类型	耕地	林地和园地	牧草地	水域	建设用地和交通用地	未利用地
生态价值系数 3	231.64	297.71	48.97	253.97	-1206.28	3.71

2 结果与分析

2.1 土地利用变化分析

1996—2005 年,研究区土地利用变化趋势为:耕地、水域、未利用地面积减少,其中,耕地面积减少最多,达 264.38 km²;林地、草地、建设用地面积增加,建设用地增

加最多,达 253.05 km²。耕地占总面积的比例由 1996 年的 30.87% 下降到 2005 年的 23.69%,而建设用地则由 14.83% 上升到 21.70%,这是北京市经济高速发展、城市化进程加快、大量耕地被建设用地所占用导致的。

同时,从表 3 中可以看出,由于各地区受城市扩散影响的程度及农村社会经济发展水平不同,建设用地的地域分布差异十分明显。总体趋势为离中心城市越远,建设用地比重越小,表现有极为典型的距离衰减规律。其中,1996、2005 年朝阳区建设用地比重分别为 63.15%、74.34%;顺义区建设用地比重分别为 19.12%、32.94%;密云县建设用地比重分别为 2.91%、5.70%。顺义区建设用地增加最多,1996—2005 年共增 140.22 km²,它是北京市的城市发展新区,承担着分散北京市人口和产业的重要职能,近几年城市化步伐加快,成为典型的城市化区域。耕地在朝阳区与密云县分布较少。1996 年朝阳区耕地比重为 31.94%,密云县耕地比重为 13.64%;到 2005 年朝阳区耕地比重降至

21.67%,密云县耕地比重降至 9.51%,前者是受非农业化的影响,后者则是农业用地结构多样化所致。而中部地区的顺义区土壤肥沃,适合农业发展,其耕地分布相对较广,1996 年比重达 67.99%,2005 年达 55.55%。近几年随着人口的增多和非农业建设用地的扩展,顺义区耕地面积逐年减少,林地、草地、水域面积随距城区距离的增加而增多。生态涵养发展区——密云县的林地、草地比重较大,1996、2005 年林地比重分别为 58.11%、61.26%,草地比重分别为 15.97%、17.01%。与这种格局相关,朝阳区地势西北高,东南低,是实现和拓展首都城市性质功能的重要区域,以建设用地为主;中部的顺义区则属于平原粮牧区,耕地面积广阔,是北京市最重要的粮食、蔬菜、鲜活水畜产品与果品等主要食品的生产基地;密云县水资源丰富,土地资源类型多样,耕地相对较少,但林地、草地资源丰富,属于京郊平原粮油牧区,主产粮食和油料。

表 3 研究区土地利用变化

Tab 3 Land use changes in study area

区域	土地利用类型	面积 /km ²		面积变化 /km ²	1996—2005 变化率 /%	比重 /%	
		1996	2005			1996	2005
朝阳	耕地	145.65	98.81	-46.84	-32.16	31.94	21.67
	林地	4.26	3.08	-1.18	-27.73	0.93	0.68
	草地	-	-	-	-	-	-
	水域	18.10	15.10	-3.01	-16.60	3.97	3.31
	建设用地	287.94	338.97	51.03	17.72	63.15	74.34
	未利用地	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
顺义	耕地	689.66	563.50	-126.17	-18.29	67.99	55.55
	林地	49.35	44.63	-4.72	-9.57	4.86	4.40
	草地	26.56	23.61	-2.95	-11.12	2.62	2.33
	水域	52.77	46.94	-5.83	-11.05	5.20	4.63
	建设用地	193.95	334.16	140.22	72.30	19.12	32.94
	未利用地	2.13	1.58	-0.55	-25.69	0.21	0.16
密云	耕地	302.00	210.62	-91.38	-30.26	13.64	9.51
	林地	1286.42	1356.08	69.65	5.41	58.11	61.26
	草地	353.57	376.46	22.89	6.47	15.97	17.01
	水域	193.92	130.56	-63.35	-32.67	8.76	5.90
	建设用地	64.41	126.22	61.82	95.98	2.91	5.70
	未利用地	13.35	13.73	0.38	2.82	0.60	0.62
三区汇总	耕地	1137.31	872.93	-264.38	-23.25	30.87	23.69
	林地	1340.03	1403.79	63.76	4.76	36.37	38.10
	草地	380.13	400.07	19.94	5.25	10.32	10.86
	水域	264.79	192.60	-72.19	-27.26	7.19	5.23
	建设用地	546.30	799.35	253.05	46.32	14.83	21.70
	未利用地	15.49	15.32	-0.17	-1.10	0.42	0.42

说明:变化率 = $[(S_{2005} - S_{1996}) / S_{1996}] \times 100\%$;式中: S 代表耕地、林地、草地、水域等土地利用类型的面积,下标为年份。

2.2 土地利用生态系统服务价值变化

根据公式计算的研究区生态系统服务价值见表 4。可以看出,1996—2005 年,依据 3 种系数计算的耕地、水

域、未利用地 (Costanza 系数无此系数,所以忽略) 生态系统服务价值均减小,林地、草地生态系统服务价值均增加;建设用地依据不同系数所得结果有差异,用系数 2

得到的生态系统服务价值增加,而用系数 3 得到的生态系统服务价值处于负值增加状态,前者是受面积的增加而增大,后者^[14]的净化环境功能价值是每年治理建设用地所造成的环境污染的资金总额,该值为负。因此,随着建设用地的增加,用于治理建设用地所造成的环境污染的资金增多,净化环境功能价值呈负向增加。另外,结合表 3 和表 5 可看出:1996 年建设用地比重较小,约 14.83%,2005 年在此基础上增长 6.87%,达到 21.70%,各系数得到的 1996 和 2005 年生态系统服务价值在总生态系统服务价值中的比重均小于 0.5%。其中,用系数

2 得到的生态系统服务价值比重增加,而用系数 3 得到的生态系统服务价值比重处于负值增加状态,这与价值系数的计算方法有关,但它们的生态贡献率总体上都很低;1996 年林地比重为 36.37%,各系数得到的生态系统服务价值在总生态系统服务价值中的比重均大于 28%,且超过其它地类的生态贡献率,2005 年在此基础上增加 1.73%,各系数得到的生态系统服务价值比重均大于 25.28%。可见,林地对研究区的生态系统服务价值的影响非常大。在今后的发展中,应进一步加大造林绿化的力度,大幅增加林地面积。

表 4 1996、2005 年区域生态系统服务功能价值

Tab 4 Ecosystem services value in study area in 1996, 2005

区域	土地利用类型	1996 年和 2005 年的生态系统服务价值 / 万元					
		1996 ¹⁾	1996 ²⁾	1996 ³⁾	2005 ¹⁾	2005 ²⁾	2005 ³⁾
朝阳	耕地	1112.77	8905.04	33738.37	754.91	6041.24	22888.35
	林地	709.63	823.63	1268.24	513.07	595.49	916.95
	草地	-	-	-	-	-	-
	水域	15343.91	23272.44	4596.86	12800.72	19415.13	3834.95
	建设用地	0.00	1068.26	-347336.26	0.00	1257.58	-408892.73
	未利用地	0.00	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04
顺义	耕地	5269.00	42165.81	159752.84	4305.14	34452.39	130529.14
	林地	8220.72	9541.33	14691.99	7434.47	8628.76	13286.80
	草地	537.84	1701.17	1300.64	478.10	1512.22	1156.18
	水域	44734.71	67850.08	13402.00	39792.45	60354.04	11921.35
	建设用地	0.00	719.55	-233958.01	0.00	1239.73	-403090.52
	未利用地	0.00	7.90	7.90	0.00	5.86	5.86
密云	耕地	2307.28	18464.28	69955.28	1609.14	12877.31	48788.02
	林地	214291.84	248716.44	382980.10	225895.81	262184.51	403718.58
	草地	7159.79	22646.16	17314.32	7623.32	24112.26	18435.25
	水域	164391.80	249336.52	49249.86	110679.63	167870.13	33158.32
	建设用地	0.00	238.96	-77696.49	0.00	468.28	-152256.66
	未利用地	0.00	49.53	49.53	0.00	50.94	50.94
三区总计	耕地	8689.05	69535.13	263446.49	6669.19	53370.94	202205.51
	林地	223222.20	259081.40	398940.33	233843.34	271408.76	417922.32
	草地	7697.63	24347.33	18614.97	8121.67	25624.48	19591.43
	水域	224470.43	340459.04	67248.72	163272.80	247639.30	48914.62
	建设用地	0.00	2026.77	-658990.76	0.00	2965.59	-964239.92
	未利用地	0.00	57.47	57.47	0.00	56.84	56.84
总计		464079.30	695507.14	89317.22	411907.00	601065.91	-275549.00

1)按 Costanza 价值系数的值计算所得;2)按谢高地价值系数的值计算所得;3)按段瑞娟价值系数的值计算所得。下表同。

城市功能拓展区——朝阳区仅建设用地的生态服务价值增加,且不同价值系数所得结果不一。系数 1 不涉及建设用地,系数 2 得到的建设用地生态服务价值增加,而用系数 3 得到的建设用地生态服务价值处于负值增加状态,3 种系数得到的总生态系统服务价值均呈下降趋势;城市发展新区——顺义区的生态服务价值变化和朝阳区类似,总生态系统服务价值均呈下降趋势,其中,建设用地的生态服务价值变化情况与价值系数有关,其他土地利用类型的生态服务价值均减少,且以耕地减少最为

显著;生态涵养发展区——密云县水域、耕地的生态服务价值减少,林地、草地的生态服务价值增加,林地、草地面积增加所带来的生态服务价值增加不能补偿因建设用地增加和耕地、水域减少而引起的生态服务价值减少,3 种系数得到的总生态系统服务价值下降。总的来看,3 个区县生态系统服务价值均减小,且距城区中心越远,生态服务价值减少越多。

总体上,研究区的生态系统服务价值在 1996—2005 年呈下降趋势。3 种系数所得的总生态系统服务价值分

表 5 1996, 2005 年研究区的生态系统服务价值比重表

Tab 5 The proportion of ecosystem service value in study area in 1996, 2005

土地利用类型	生态系统服务价值比重 / %					
	1996 ¹⁾	1996 ²⁾	1996 ³⁾	2005 ¹⁾	2005 ²⁾	2005 ³⁾
耕地	1.87	10.00	18.72	1.62	8.88	12.23
林地	48.10	37.25	28.35	56.77	45.15	25.28
草地	1.66	3.50	1.32	1.97	4.26	1.19
水域	48.37	48.95	4.78	39.64	41.20	2.96
建设用地	0.00	0.29	-46.83	0.00	0.49	-58.34
未利用地	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00

别下降 5.22, 9.44, 36.49 亿元。从表 4 可以看出, 依据 3 种系数所得到的生态系统服务价值变化趋势相似, 但绝对值相差较大。如系数 3 所得到的 1996 年和 2005 年的生态系统服务价值均明显低于系数 1 和系数 2 的评价值, 其主要原因在于系数 3 中仅耕地和林地的价值系数高于系数 1 和系数 2 的相应价值系数, 其他均低于系数 1 和系数 2 的相应价值系数, 且建设用地的价值系数为负。

表 6 1996, 2005 年研究区土地面积与生态系统服务价值变化

Tab 6 Variation of land amount and its value of ecosystem services in study area in 1996, 2005

项目	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地
1996 年面积 / km ²	1137.31	1340.03	380.13	264.79	546.30	15.49
2005 年面积 / km ²	872.93	1403.79	400.07	192.60	799.35	15.32
面积变化量 / km ²	-264.38	63.76	19.94	-72.19	253.05	-0.17
E 变化量 1 / 万元	-2019.86	10621.14	424.04	-61197.63	0.00	0.00
E 变化量 2 / 万元	-16164.19	12327.36	1277.16	-92819.74	938.82	-0.63
E 变化量 3 / 万元	-61240.98	18981.99	976.46	-18334.10	-305249.16	-0.63

说明: E 变化量 1 按 Costanza 等价值系数的值计算所得; E 变化量 2 按谢高地等价值系数的值计算所得; E 变化量 3 按段瑞娟等价值系数的值计算所得。

3 结论与讨论

3.1 结论

(1) 1996—2005 年, 研究区土地利用变化剧烈。耕地变化最明显, 减少 23.25%, 达 264.38 km², 水域和未利用地分别减少 27.26% 和 1.10%。林地、草地、建设用地面积则分别增加 4.76%, 5.25%, 46.32%。其中, 建设用地表现有极为典型的距离衰减规律, 离中心城市越远, 建设用地所占比重越小; 耕地在朝阳区与密云县分布较少, 林地、草地、水域随距城区距离的增加而增加。

(2) 尽管依据这 3 种价值系数所得的生态系统服务价值的绝对值相差较大, 但参照 3 种典型的价值系数对研究区 1996—2005 年生态系统服务价值进行评价的结果均表明该区域生态系统服务价值呈下降趋势, 离城区中心越远, 生态系统服务价值下降越快。其中, 耕地、

2.3 土地利用与生态系统服务价值的关系

根据公式可知, 生态系统服务价值由各土地利用类型的面积和生态价值系数共同决定。从表 6 中可看出, 1996—2005 年建设用地面积大幅增加, 水域、耕地面积大幅减少, 其中, 建设用地增加 253.05 km², 水域减少 72.19 km², 耕地减少 264.38 km²。这种具有较低生态价值系数的建设用地比例逐步提高, 而具有较高生态价值系数的水域和耕地比例逐步下降, 从而导致生态服务总价值的大幅下降。另外, 依据系数 1 和系数 2 所得的林地、草地生态价值系数低于水域的生态价值系数, 林地、草地面积的增加并不能弥补区域生态系统服务价值的整体下降。可见, 在快速城市化进程中, 建设用地增加, 耕地、水域减少是区域生态系统服务价值大幅下降的主要因素。研究区生态系统服务价值变化趋势与其主要构成者耕地、水域的变化趋势保持一致。按 3 种价值系数得到的 1996—2005 年耕地、水域的生态系统服务价值均随耕地、水域面积的减少而下降。

水域、未利用地的生态服务价值减小, 林地、草地的生态服务价值增加, 建设用地依据不同系数所得结果有差异。总体上, 建设用地的生态贡献率很低, 林地的生态贡献率很高。因此, 在进行北京市土地利用总体规划时, 要把林地摆放在一个至关重要的位置。大力开展植树造林, 优先发展水源涵养林和水土保持林, 开展天然林保护、防护林营造、中幼龄林抚育管理和自然保护区建设; 同时, 严格控制各类建设占用耕地和林地, 保障必要的建设用地。

(3) 研究区土地利用生态系统服务价值变化趋势与其主要构成者耕地、水域的变化趋势保持一致。在快速城市化进程中, 建设用地增加, 耕地、水域减少是研究区生态系统服务价值大幅下降的主要因素。

3.2 讨论

土地利用是人与自然交叉最为密切的环节, 土地利

用覆盖变化必然影响生态系统的结构和功能^[15]。通过 3 种价值系数对比研究区域生态系统服务价值, 从表 4 可以看出, 相对于其他土地利用类型而言, 依据 Costanza 和谢高地方法得到的建设用地生态系统服务价值的绝对值与依据段瑞娟方法得到的相应绝对值相差最大, 从而导致依据前 2 种系数得到的总生态系统服务价值与参照段瑞娟方法得到的绝对值也相差很大。造成这种差异的主要原因是建设用地价值系数的计算方法不同, Costanza 和谢高地未考虑建设用地的生态系统服务价值, 这里是参照蔡邦成等^[6]的方法用荒漠的生态系统服务价值来代替, 而对荒漠服务功能认识的局限性导致其计算结果偏低^[13], 从而导致前两者的建设用地价值系数偏低, 分别为 0 万元 / km² 和 3.71 万元 / km², 其绝对值远低于依据段瑞娟方法得到的建设用地价值系数的绝对值 (1206.28 元 / km²)。段瑞娟^[14]等在计算建设用地的生态系统服务功能价值时, 考虑了人类活动对生态系统产生的影响, 如涵养水源的功能价值是按北京建设用地平均每公顷用水量来计算的, 净化环境的功能价值是按每年用于治理建设用地所造成的环境污染的资金总额来计算的, 最后得到的评价值为负值。因此, 参照段瑞娟方法的价值系数所评价的生态系统服务价值最终低于参照 Costanza 和谢高地方法的评价值。由此可得: 这种只从自然生态系统本身来考虑整个生态系统的服务价值是不全面的, 必须将人类活动对自然生态系统的影响考虑进去, 尤其是建设用地的生态服务价值系数还有待进一步研究, 仅简单地依据荒漠的生态服务价值来计算建设用地的生态服务价值系数, 使最后得到的结果显得较为粗略。把人为因素考虑进去, 进行生态系统服务价值的测算将是下一步要做的工作。尽管如此, 通过 3 种生态系统服务价值指数对研究区的土地利用结构与生态系统服务价值的变化及其相互关系进行研究, 基本上能够反映出近 10 年研究区生态系统服务价值的变化特征和趋势, 在一定程度上为该区域土地资源管理和生态环境建设提供决策支持。在今后的研究中, 将继续完成该区域的生态服务价值测算, 以便为指导该区社会经济发展与生态环境保护提供科学的决策支持依据, 以及为后续有关城市生态系统、农田生态系统服务价值的研究奠定基础。

参考文献:

[1] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, et al. The Value of the World's Ecosystem Services and Nature Capital[J]. Nature, 1997, 387: 253 - 260

- [2] 王成, 魏朝富, 邵景安, 等. 区域生态服务价值对土地利用变化的响应——以重庆市沙坪坝区为例 [J]. 应用生态学报, 2006, 17(8): 1485 - 1489.
- [3] Kreuter U P, Harris H G, Matlock M D, et al. Change in Ecosystem Service Values in the San Antonio Area, Texas [J]. Ecological Economics, 2001, 39(3): 333 - 346
- [4] Wang Z, Zhang B, Zhang S, et al. Changes of Land Use and of Ecosystem Service Values in Sanjiang Plain, Northeast China [J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2006, 112(1): 69 - 91.
- [5] Sutton P, Costanza R. Global Estimates of Market and Non-market Values Derived from Nighttime Satellite Imagery, Land Cover, and Ecosystem Service Valuation [J]. Ecological Economics, 2002, 41(3): 509 - 527.
- [6] 蔡邦成, 陆根法, 宋莉娟, 等. 土地利用变化对昆山生态系统服务价值的影响 [J]. 生态学报, 2006, 26(9): 3005 - 3010
- [7] 梁欣, 臧淑英, 张思冲. 基于土地利用变化的生态服务价值损益估算——以大庆市为例 [J]. 自然灾害学报, 2006, 15(2): 68 - 72
- [8] 郝慧梅, 任志远. 基于生态服务价值的土地利用覆盖变化生态效应测评 [J]. 资源科学, 2007, 29(6): 90 - 97.
- [9] 王宗明, 张柏, 张树清. 土地利用变化对三江平原生态系统服务功能价值的影响 [J]. 中国环境科学, 2004, 24(1): 125 - 128
- [10] 李文楷, 李天宏, 钱征寒. 深圳市土地利用变化对生态服务功能的影响 [J]. 自然资源学报, 2008, 23(3): 440 - 446
- [11] 李加林, 许继琴, 张殿发, 等. 杭州湾南岸互花米草盐沼生态系统服务价值评估 [J]. 地域研究与开发, 2005, 24(5): 58 - 62
- [12] 段瑞娟, 郝晋珉, 张洁瑕. 北京区位土地利用与生态服务价值变化研究 [J]. 农业工程学报, 2006, 22(9): 21 - 28
- [13] 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): 189 - 195.
- [14] 段瑞娟. 北京土地利用系统的生态服务价值变化研究 [D]. 北京: 中国农业大学, 2006
- [15] Tumer B L, Skole D L, Sanderson S, et al. Land-use and Land-cover Change Science/Research Plan [R]. Sweden: Global Change Report, 1995.

(下转第 109 页)

An Exploratory Spatial Data Analysis of Merchandise Housing Price in Kaifeng

ZHAO Zi-sheng

(College of Environment & Planning, Henan University, Kaifeng 475004, China)

Abstract: Merchandise housing price and its spatial distribution is a hot topic in many applications. This paper analyzes the spatial autocorrelation and variability of merchandise housing price in Kaifeng by using the techniques of ESDA. The conclusions from the analysis include: merchandise housing price exhibits significant global spatial autocorrelation and overall clustering pattern; merchandise housing price often has local clustering pattern, and sometime has local dispersed patterns owing to spatial heterogeneity; there is significant difference of the merchandise housing price between districts.

Key words: merchandise housing price; spatial autocorrelation; ESDA; Kaifeng City

(上接第 99 页)

Variation of Ecosystem Services Value in the Suburbs of Beijing Based on the Land Use Change

WAN Li^{1,2}, CHEN You-qi¹, TAN Jing³, GUO Bin¹, YANG A-qiang³

(1. Institute of Agricultural Resources & Regional

Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China; 2. River

and Coastal Environment Research Center, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China; 3. Institute of Geographical Sciences & Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: Using the data of land-use change produced from the integrating Landsat TM images of Beijing City in 1996 and 2005, this paper analyzes the change of land use structure and ecosystem services value and their relationship by three typical coefficients of ecosystem services value. The results show that (1) The variation of land-use in the study area from 1996 to 2005 is dramatic. The crop land decreases dramatically and reduces 264.38 km², the water and unused land reduce 72.19, 0.17 km² respectively while the forest, grass land, construction land increase 63.76, 19.94, 253.05 km² respectively. (2) When assessed by the three different indices, the total ecosystem services value from 1996 to 2005 decreases 0.522, 0.368 and 3.649 billion yuan respectively. The farther away from the downtown, the faster decline in the value of ecosystem services. (3) In the process of rapid urbanization, the main factors that caused the ecosystem services value decline significantly in the study area is the construction land, the crop land and water area.

Key words: land use; ecosystem services value; RS; GIS; Beijing City