

快速城镇化背景下环渤海地区生态系统服务价值变化*

郑晓奇^{1,2} 苑晶晶² 吕永龙^{2,3#} 张安琪^{2,3} 徐湘博⁴ 宋 帅² 张 盛^{1,2}

(1.中国人民大学环境学院,北京 100872;

2.中国科学院生态环境研究中心城市与区域生态国家重点实验室,北京 100085;

3.中国科学院大学,北京 100049;4.中国科学院地理科学与资源研究所,北京 100101)

摘要 在快速城镇化背景下,研究土地利用变化对区域生态系统服务价值(ESV)的影响具有重要意义。以环渤海地区为研究对象,对该地区1980、2000、2005、2013年的土地利用变化、ESV变化和流向损益进行了分析测算。结果表明:(1)1980—2013年,城镇化进程促使环渤海地区的土地利用结构发生明显变化,农田、森林、草地、湿地、荒漠的面积持续减少,建设用地一直增加,水域面积先增后降。(2)土地利用变化使环渤海地区ESV先略微增长后下降,2013年ESV为6 005亿元,相比1980年水平(6 504亿元)降低7.7%,其中建设用地转入造成ESV损失最大,1980—2013年建设用地转入造成损失585亿元,占ESV损失总量的45.9%;(3)调节服务是环渤海区域生态系统的主导性生态系统服务功能,其对ESV的贡献从1980年起一直超过65%。(4)环渤海地区ESV排名前3位的城市为丹东、天津和大连,除营口、东营、日照和潍坊外,其余城市的ESV一直处于下降趋势。(5)未来应通过避免“摊大饼式”发展和建立城镇化建设中生态补偿机制等方式推动环渤海地区城镇化和生态保护协调发展。

关键词 环渤海地区 土地利用变化 生态系统服务价值 快速城镇化

DOI:10.15985/j.cnki.1001-3865.2019.09.023

Changes of ecosystem services values under the rapid urbanization in the Bohai coastal region ZHENG Xiaoqi^{1,2}, YUAN Jingjing², LYU Yonglong^{2,3}, ZHANG Anqi^{2,3}, XU Xiangbo⁴, SONG Shuai², ZHANG Sheng^{1,2}. (1. School of Environment & Natural Resources, Renmin University of China, Beijing 100872; 2. State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085; 3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049; 4. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

Abstract: It is of great significance to estimate the changes of ecosystem service values (ESV) with land use changes under rapid urbanization process. This paper calculated and analyze the land use change, ESV change and ESV flowing matrix of Bohai coastal region in 1980, 2000, 2005 and 2013. Here were the main results: (1) from 1980 to 2013, the rapid process of urbanization lead to land uses structure in Bohai coastal region changed dynamically, mainly reflecting in the continuous decrease of farmland, woodland, grassland, wetland, unused land and the substantial increase of construction land, while the area of water body increased first, then went down. (2) The change of land use structure led the total ESV in Bohai coastal region to increase slightly before 2005 and then went down, and the total ESV in 2013 was 600.5 billion Yuan, decreased by 7.7% compared to that in 1980 level (650.4 billion Yuan). Meanwhile, the transferring to construction land caused the biggest loss of ESV, reaching to 58.5 billion Yuan during 1980 to 2013, which accounted for 45.9% of the total ESV loss during 1980 to 2013. (3) The regulating service was the dominant ecosystem service function in Bohai coastal region ecosystem, contributing more than 65% of total ESV since 1980. (4) The top three cities that had biggest ESV were Dandong, Tianjin and Dalian. The ESV of all the cities was going down except Yingkou, Dongying, Rizhao and Weifang. (5) It should promote the coordinated development of urbanization process and ecological protection in Bohai coastal region by avoiding “unorderly spreading out” development and establishing ecological compensation mechanism during urbanization construction.

Keywords: Bohai coastal region; land use change; ecosystem service value; rapid urbanization

生态系统是人类社会赖以生存和发展的基础, 可通过自身及其生态过程不断提供生态产品和服务

第一作者:郑晓奇,男,1989年生,博士研究生,研究方向为生态系统服务价值核算。*通讯作者。

* 国家重点研发计划项目(No.2017YFC0505704);国家自然科学基金重点资助项目(No.71761147001);中国科学院重点部署项目(No. KFZD-SW-322)。

务,即生态系统服务^[1-3]。人类社会直接或间接地从生态系统服务中获取物质性或非物质性收益,包括供给服务、调节服务、支持服务和文化服务等^[4-5]。对生态系统服务定量评估已成为生态学领域的研究热点,国内外就生态系统服务价值(ESV)评估开展了大量研究,但尚未形成统一、规范的评估方法^[6-8]。目前,ESV 评估方法主要有两类,一类是单位服务功能价格法,即基于生态系统服务功能量和价格得到总价值,该方法需要大量参数,对应不同生态系统服务采取不同的评价方法,计算过程复杂,应用受到限制^[9-11]。另一类是单位面积价值当量因子法,即基于不同生态系统服务功能的单位面积价值当量和面积得到总价值,该类方法应用简便,适用于具有不同生态系统类型的区域尺度,近年来应用相对较多^[12-13]。

我国城镇化正处于快速发展过程中,1978—2016 年全国城镇化率从 17.9% 提升到 57.4%,按照世界城镇化发展的普遍规律,城镇化率在 30%~70% 时仍将保持快速发展^[14],环渤海地区是典型快速城镇化地区。快速城镇化给当地居民带来经济、教育、医疗、交通、就业等方面的好处,但城镇化进程改变了区域生态系统的结构、功能以及空间演化过程,最终影响到生态系统服务功能^[15]。因此,研究城镇化进程对生态系统服务功能的影响具有重要意义,研究土地利用变化对区域 ESV 的影响成为近年来研究热点,长三角和珠三角地区的土地利用变化对生态系统的影响均已见报道^{[16]3311、[17]603},但环渤海地区的土地利用变化对 ESV 影响的文章还鲜有报道。

因此,本研究选取环渤海地区为研究区域,以 1980、2000、2005、2013 年的遥感影像数据为基础,解译了环渤海区域不同土地利用类型面积,在此基础上采用了单位面积价值当量因子法定量分析了快速城镇化背景下土地利用结构变化对区域 ESV 变化的影响,期望为环渤海地区的可持续发展提供有益参考。

1 研究方法

1.1 数据来源与预处理

本研究所指环渤海地区包括天津、辽宁(丹东、大连、营口、盘锦、锦州、葫芦岛)、河北(秦皇岛、唐山、沧州)、山东(滨州、东营、潍坊、烟台、威海、青岛和日照)三省一市共 17 个城市。为反映环渤海地区

自改革开放之初至“十三五”初期的发展变化,从美国地质勘探局网站选取 1980、2000、2005、2013 年的环渤海地区 Landsat 5 TM 或 Landsat 8 陆地成像仪遥感影像,解译精度为 30 m。参照《土地利用现状分类》(GB/T 21010—2017),采用人机交互解译法将土地利用进行分类^[18],同时参考陆地生态系统分类方法^{[19]1245}对环渤海区域的生态系统进行分类,具体见表 1。

表 1 环渤海地区生态系统类型与土地利用类型
Table 1 The match table between ecosystem types and land use types in Bohai coastal region

生态系统类型	土地利用类型
农田生态系统	旱地、水田(包括园地)
森林生态系统	林地(有林地、灌木林地、其他林地)
草地生态系统	草地
湿地生态系统	沿海滩涂、滩地、沼泽地
荒漠生态系统	其他用地(裸地)
淡水生态系统	水域(仅指河流、湖泊、水库、坑塘)
人工生态系统	建设用地(工矿仓储用地、建筑用地、交通运输用地)

1.2 ESV 核算模型

谢高地等^{[19]1245}构建了可以量化全国或区域尺度下的不同生态系统对生态系统服务功能的潜在贡献能力的当量因子表,将一个标准单位 ESV 当量因子定义为单位农田生态系统粮食生产的净利润,即小麦、玉米和稻谷的播种面积占 3 种作物播种面积的比例与这 3 种作物的单位面积净利润的乘积之和。本研究结合环渤海区域农田生产情况对单位 ESV 当量因子进行修订,使研究结果更符合当地实际情况。1980—2013 年期间粮食价格波动大,且存在较为严重的通货膨胀,为重点关注土地利用变化对 ESV 的影响,以环渤海地区 2010 年的粮食生产情况核算单位 ESV 当量因子的价值。2010 年环渤海地区的小麦、玉米和水稻的播种面积占 3 种作物播种面积的比例分别为 40.5%、55.0%、4.5%^[20],对应的单位面积净利润分别为 1 983、3 596、4 647 元/hm²^[21],计算得到环渤海地区单位 ESV 当量因子价值为 2 990 元/hm²,并据此得到不同生态系统类型的单位面积 ESV 当量,具体见表 2。本研究假设建设用地的单位面积 ESV 当量与裸地相同。环渤海地区的 ESV 计算公式为:

$$T = \sum_k A_k \times VC_k \quad (1)$$

式中: T 为环渤海地区的 ESV 总量,元; A_k 为第 k 种生态系统类型的土地面积, hm²; k 为生态系统类型总数; VC_k 为第 k 种生态系统类型的单位面积 ESV

表2 不同生态系统单位面积ESV当量
Table 2 The equivalent ESV per unit area of different ecosystem types 元/hm²

生态系统服务功能	旱地	水田	针阔林	阔叶林	草地	湿地	裸地	水域	建设用地
食物生产	2 542	4 068	927	867	1 137	1 525	0	2 393	0
原料生产	1 196	269	2 124	1 974	1 675	1 496	0	688	0
水资源供给	60	-7 866	1 107	1 017	927	7 747	0	24 795	0
气体调节	2 004	3 320	7 029	6 490	5 892	5 683	60	2 303	60
气候调节	1 077	1 705	21 027	19 442	15 583	10 768	0	6 849	0
净化环境	299	508	5 952	5 773	5 145	10 768	299	16 600	299
水文调节	808	8 136	10 498	14 177	11 426	72 472	90	305 800	90
土壤保持	3 081	30	8 554	7 926	7 178	6 909	60	2 782	60
维持养分循环	359	568	6 58	598	538	538	0	209	0
生物多样性	389	628	7 777	7 208	6 520	23 539	60	7 627	60
美学景观	179	269	3 410	3 170	2 871	14 147	30	5 653	30

当量,元/hm²。需要说明的是,不同森林类型的单位面积ESV当量有所不同,环渤海地区地处北温带,天津、辽宁和河北森林是针阔混交林类型,山东森林是落叶阔叶林类型,在具体核算时,需注意选择对应的单位面积ESV当量。

区域差异性是指各地ESV变化与总体ESV变化的比率,可以用来反映ESV的区域差异^{[16]3313},计算如下:

$$R = \frac{(L_b - L_a) / L_a}{(C_b - C_a) / C_a} \quad (2)$$

式中: R 为ESV的区域差异性; L_a 、 L_b 分别为环渤海区域内某地统计初始和统计末期ESV,亿元; C_a 、 C_b 分别为整个环渤海区域统计初始和统计末期ESV,亿元。 R 值为正表明该地ESV变化方向与整个环渤海区域ESV变化方向一致,反之则表示变化方向不一致。 R 值绝对值大于1,表示某地ESV变化幅度要高于整个环渤海区域,反之则表示小于整个研究区。

1.3 ESV流向损益模型

为深入挖掘城镇化进程对区域ESV的影响,本研究以土地利用转移矩阵为基础,建立ESV流向损益模型,定量计算快速城镇化背景下不同土地利用类型相互转化引起的ESV损益变化,计算公式如下^[22]:

$$P_{ij} = (VC_i - VC_j) \times A_{ij} \quad (3)$$

式中: P_{ij} 为土地利用类型由*i*类转为*j*类时的ESV损益,亿元; VC_i 、 VC_j 分别为*i*类地、*j*类地的单位

面积ESV当量,元/hm²; A_{ij} 表示*i*类地转为*j*类地的土地面积,km²。 P_{ij} 为正值,表示由土地利用类型从*i*类转为*j*类时ESV有增加,反之则为降低。

2 结果与讨论

2.1 土地利用变化分析

环渤海区域几种主要土地利用类型的时空动态变化情况见表3。从总量和结构上看,面积超过1万km²的土地类型分别是农田、森林、草地和建设用地。农田分布最广,2013年达到了94 340 km²,占总面积比例达到55.1%;其次是森林、建设用地和草地,2013年3项面积依次为30 253、27 632、10 175 km²,占比分别为17.7%、16.1%、5.9%。湿地、荒漠和水域面积相对较少,2013年3项面积分别为2 930、1 335、4 577 km²。从变化趋势来看,农田、森林、草地、湿地、荒漠的面积一直减少,其绝大部分的减量都转入建设用地中,2013年相比1980年建设用地面积增加9 052 km²,平均每年转入274 km²。水域面积则呈先增加后降低趋势,2013年水域面积比1980年增加212 km²。

2.2 ESV变化分析

2.2.1 各种土地利用类型的ESV变化分析

环渤海区域各类土地利用类型的ESV见表4。30多年来,环渤海地区的ESV先略微增长而后下降。ESV总量从1980年的6 504亿元增加到2005年的6 667亿元,增加了2.5%;随后,ESV总量有所

表3 1980—2013年环渤海地区土地利用类型变化
Table 3 Land use changes in Bohai coastal region during 1980 to 2013 km²

年份	农田	森林	草地	湿地	荒漠	水域	建设用地
1980	95 869	33 353	11 806	4 566	2 583	4 365	18 580
2000	95 411	32 461	11 658	3 914	2 148	5 136	18 166
2005	94 835	32 435	10 919	3 561	1 690	5 552	22 062
2013	94 340	30 253	10 175	2 930	1 335	4 577	27 632

表4 1980—2013年环渤海地区各土地利用类型的ESV变化
Table 4 Changes of ESV in Bohai coastal region from 1980 to 2013

亿元

年份	农田	森林	草地	湿地	荒漠	水域	建设用地	合计
1980	1 146	2 301	695	710	1.5	1 639	11	6 504
2000	1 141	2 239	686	609	1.3	1 929	11	6 616
2005	1 134	2 237	643	554	1.0	2 085	13	6 667
2013	1 126	2 087	599	456	0.8	1 719	17	6 005

表5 1980—2013年环渤海地区ESV流向损益矩阵¹⁾
Table 5 ESV flowing matrix in Bohai coastal region from 1980 to 2013

亿元

项目	2013年						
	农田	森林	草地	湿地	荒漠	水域	建设用地
1980年 农田	0	130	41	7	-2	265	-86
森林	-243	0	-19	1	-2	14	-35
草地	-55	5	0	13	-4	46	-48
湿地	-68	-7	-10	0	-11	96	-137
荒漠	6	0	1	12	0	17	0
水域	-221	-18	-8	-17	-5	0	-279
建设用地	19	13	5	7	0	56	0

注: ¹⁾矩阵横向表示土地利用类型转出面积的ESV变化量;矩阵纵向表示土地利用类型转入面积的ESV变化量。

下降,到2013年降低到6 005亿元,相比1980年下降了7.7%。从不同土地利用类型看,森林ESV最高,其次是水域和农田,2013年3项土地利用类型ESV分别为2 087亿、1 719亿、1 126亿元,而同期草地、湿地、荒漠的ESV分别为599亿、456亿、0.8亿元,而建设用地的ESV为17亿元。

从ESV变化趋势看,所有的自然生态系统中除水域外,其他土地类型的ESV均不断降低,2013年农田、森林、草地、湿地、荒漠的ESV相比1980年分别下降了20、214、96、254、0.7亿元,即分别下降了1.7%、9.3%、13.8%、35.8%和46.7%。水域的ESV呈先增长后降低的趋势,但总体上2013年水域的ESV仍略高于1980年水平,增加了4.9%。建设用地ESV总量一直呈上升趋势,从1980年的11亿元增加至2013年的17亿元,增加了54.5%。

2.2.2 ESV流向损益分析

ESV流向损益矩阵可以清晰地反映出不同土地利用类型相互转化引起的生态系统服务价值损益变化。随着城镇化进程不断推进,农田、森林、草地、湿地、荒漠和水域不同程度地转入到建筑用地的现象在环渤海区域普遍发生;相反的,随着“退耕还林”、“退耕还草”、“退耕还湖”等生态工程的有效实施,森林、草地、湿地和水域等ESV当量较高的生态系统得到了一定的补充。由表5可见,从1980年至2013年,33年间由于土地相互转化造成的ESV损失总量为1 275亿元,而土地利用相互转化带来的ESV增量为754亿元,意味着在环渤海区域土地利

用相互转化最终造成环渤海区域ESV的下降。其中,因建设用地的转入而造成的ESV损失达到585亿元,占环渤海区域ESV损失总量的45.9%。

2.2.3 单项生态系统服务功能的ESV变化分析

1980—2013年环渤海地区的单项生态系统服务功能的ESV变化见表6。可以看出,1980至2013年,各单项服务功能的ESV均负增长,仅下降幅度有区别。原料生产、气体调节、气候调节、净化环境、生物多样性和美学景观的ESV变化幅度较大,2013年水平相比1980年分别降低8.7%、6.8%、9.9%、9.1%、13.6%、14.2%;食物生产和维持养分循环的ESV变化幅度较小,2013年水平相比1980年仅分别降低1.3%、5.9%;水资源供给和水文调节的ESV呈先增长后降低的趋势,但2013年水平仍低于1980年水平,分别降低了36.6%、3.3%。

表6 1980—2013年环渤海地区ESV结构变化

Table 6 Changes of ESV structure in Bohai coastal region during 1980 to 2013

亿元

生态系统服务功能	1980年	2000年	2005年	2013年
食物生产	319	318	316	315
原料生产	206	202	201	188
水资源供给	123	134	145	78
气体调节	543	533	526	506
气候调节	1 066	1 042	1 028	960
净化环境	417	417	416	379
水文调节	2 315	2 494	2 582	2 238
土壤保持	678	665	658	612
维持养分循环	68	67	66	64
生物多样性	515	498	487	445
美学景观	254	246	241	218

表 7 1980—2013 年环渤海地区各城市 ESV 变化和 R 值变化
Table 7 Changes of R values and ESV in each city of Bohai coastal region from 1980 to 2013

城市	ESV/亿元				R 值	单位土地面积 ESV/(万元·km ⁻²)	
	1980 年	2000 年	2005 年	2013 年	1980—2013 年	1980 年	2013 年
丹东	854	842	847	799	0.8	581	544
大连	562	558	566	472	2.1	453	377
营口	228	224	232	238	-0.6	440	454
盘锦	260	281	279	205	2.7	717	577
锦州	350	354	349	296	2.0	351	301
葫芦岛	506	491	494	443	1.6	493	409
秦皇岛	367	360	370	359	0.3	473	457
唐山	442	424	431	356	2.5	334	263
沧州	266	256	257	253	0.6	188	180
滨州	200	235	239	197	0.2	229	229
东营	322	347	340	343	-0.8	428	452
青岛	289	286	304	288	0.1	258	261
日照	150	158	162	155	-0.4	282	292
潍坊	361	397	405	391	-1.1	223	250
威海	159	152	163	156	0.2	277	277
烟台	475	470	485	461	0.4	344	338
天津	715	781	743	593	2.2	625	508

从 ESV 结构上看,2013 年供给服务(食物生产、原料生产和水资源供给)、调节服务(气体调节、气候调节、净化环境和水文调节)、文化服务(美学景观)和支持服务(土壤保持、维持养分循环和生物多样性)分别为 581、4 083、218、1 122 亿元,分别占 ESV 总量的 9.7%、68.0%、3.6% 18.7%,意味着调节服务是占比最大的生态系统服务功能。

2.2.4 城市 ESV 变化分析

环渤海地区城市 ESV 分布变化和区域差异性分析见表 7。从 ESV 总量来看,1980—2013 年城市 ESV 前 3 名一直是丹东、天津和大连,但 2013 年 3 个城市的 ESV 分别为 799 亿、593 亿、472 亿元,相比 1980 年分别降低了 6.4%、17.3%、16.1%;而 1980—2013 年 ESV 最小的城市是日照,2013 年仅 155 亿元。从 ESV 变化趋势看,营口、东营、日照和潍坊 4 个城市的 R 值均为负,表明这 4 个城市 ESV 的变化趋势与整个环渤海区域变化趋势相反,呈现不同程度增加的现象。其余的 13 个城市的 R 值均为正,表示这些城市 ESV 变化趋势与整个环渤海区域变化趋势相同。其中部分城市在 2000 年或 2005 年出现 ESV 略增加的现象,但当时间延展至 2013 年时,13 个城市 ESV 相比 1980 年水平均有不同幅度的降低。并且大连、盘锦、锦州、葫芦岛、唐山和天津这 5 个城市的 ESV 下降幅度高于整个环渤海区域平均下降水平。

单位土地面积 ESV 更能反映一个城市的生态

系统服务功能质量高低。1980—2013 年,整个环渤海地区的单位土地面积 ESV 从 1980 年的 380 万元/km²降低到 2013 年的 351 万元/km²,其中单位土地面积 ESV 最高的城市是盘锦,2013 年水平是 577 万元/km²,相比 1980 年降低了 19.5%;单位土地面积 ESV 最低的城市是沧州,2013 年水平为 180 万元/km²,相比 1980 年降低了 4.3%。

2.3 讨论

2.3.1 有关 ESV 核算方法的讨论

ESV 大小取决于生态系统服务的多寡和单位生态系统服务的价格。根据 ESV 核算方法的不同,生态系统服务的多寡方面主要有两种表现形式:在单位服务功能价格法中,生态系统服务的多寡主要用实物量体现,而单位面积价值当量因子法中,生态系统服务的多寡主要用单位面积 ESV 当量大小体现。相比之下,实物量形式虽然更能够表现生态系统服务,但是受限于统计数据原因,实物量较难获取,这也是单位服务功能价格法在较大尺度上应用受限的重要原因之一。

使用这两种方法评估多个年份的 ESV 并进行比较时,应保证不同年份的 ESV 具有可比性。对于单位服务功能价格法来说,一般采用消费者价格指数或生产价格指数剔除年份中通货膨胀带来的影响,如陈尚等^{[23]245}利用单位服务功能价格法开展福建东山湾、罗源湾生态资本核算时利用消费者价格指数和生产价格指数等对 2001—2008 年的海产品

价格、氧气生产成本进行了修正。对于单位面积价值当量因子法来说,理论上也应剔除通货膨胀带来的影响,但国内外主流的处理方法均是选取某一特定年份作为基年,核算出该基年的单位当量因子的价格代表整个研究期限内的单位当量因子价格,该处理方式的优点是突出了土地利用变化对ESV的影响,而其缺点是忽略了价格变化对ESV的影响。

总体而言,单位面积价值当量因子法在实际应用中数据需求少、易于操作、评估全面,可以作为ESV评估的快速核算工具。本研究针对环渤海区域ESV的核算结果可以为该区域生态产品的价值实现、自然资源评估、生态补偿等提供科学依据。同时,本研究计算结果存在部分不确定性,一是能否忽视价格变化对ESV的影响目前学术界仍未有定论,仍需进一步探讨。二是核算环渤海地区的各地ESV时受限于数据可得性,没有充分考虑区内差异性。

2.3.2 有关城镇化对ESV变化的分析

环渤海地区从1980年起,包括水文调节功能、气候调节功能、气体调节功能和净化环境功能4项功能在内的调节服务功能对ESV的贡献一直超过65%,意味着调节服务是环渤海区域的主导性服务功能,这和调节服务具有更高的价值当量有直接关系。有研究证明,长江三角洲地区、珠江三角洲地区的主导性功能也是调节服务^{[16]3316, [17]606}。张丽云等^[21]研究洞庭湖ESV时发现调蓄洪水和气候调节两项服务占ESV总量的88.69%,但并非所有生态系统的主导性功能都是调节服务,福建东山湾、罗源湾两个海域生态系统的主导性功能是养殖生产^{[23]167}。

城镇化进程的典型特征之一是土地利用变化,并且主要是农田、林地、草地、湿地、荒地等非建设用地转入建设用地,这种转变在相当长时间内不可逆。近年来针对城镇化进程导致的土地利用变化对区域生态系统服务和ESV影响方面的研究逐渐成为热点。荣益等^{[25]1374}以黄骅为案例地区建立了城镇化对ESV影响程度评估模型,结果表明城市扩张对ESV影响显著,而城镇化造成的建设用地转入使ESV损失较大。刘焱序等^[26]在研究晋陕蒙能源区城镇化过程及其对生态环境的影响时发现,城镇化进程并未降低区域整体的固碳释氧服务功能。王莉雁等^[27]在研究城镇化发展对呼包鄂地区生态系统服务功能的影响时发现,城镇化与生态系统服务功

能之间的关系并不能简单的归纳为正向或者负向影响。

城镇化进程对环渤海区域生态系统的负面影响客观存在。自1980年来,城镇化发展重“量”而轻“质”,城镇化发展中心随经济发展中心一起转移到沿海区域^[28]。虽然城镇化地区生态环境保护力度持续增强,但是土地城镇化速度快于生态环境发展水平,并且两者之间的差距有扩大趋势^[29],环渤海地区首当其冲。1980—2013年,环渤海区域的建设用地增加了9 052 km²,增幅48.7%,建设用地外延扩张趋势严重,其中由森林和湿地转入而来的面积最多,两者之和占建设用地新增用地的50%以上。这也是整个环渤海地区ESV在1980—2013年期间呈先略微增长而后下降的主要原因。然而,“退耕还林”、“退耕还湖”等生态工程会一定程度上补偿森林、草地、湿地和水域等生态系统^{[25]1378},从而可能在某些特定时间内区域ESV不降反增。营口、东营、日照和潍坊这4个城市的建设面积从1980年不断增加,但ESV却比1980年水平略微增加,其主要原因是水域面积有所增加、林地面积略微减少甚至有所增加,新增建筑用地的来源主要来自于荒地和草地。

综上,在继续推进环渤海区域的城镇化进程中可以从以下方面加强生态保护和建设。一是避免“摊大饼式”发展。在城市建设规划中,要转变以简单外延扩张的发展思路,优化存量建设用地的开发使用,以合理的城市开发边界打造“紧凑型”城市。二是建立城镇化建设中生态补偿机制,实施一批生态补偿建设项目,确保建设开发与生态保护协调发展^[30]。

3 结 论

(1) 1980—2013年,城镇化进程促使环渤海地区的土地利用结构发生明显变化,农田、森林、草地、湿地、荒漠的面积持续减少,建设用地一直增加,水域面积则先增后降。土地利用结构变化的综合结果导致环渤海地区ESV呈先略微增长后下降趋势,从1980年的6 504亿元降低至2013年的6 005亿元,下降了7.7%。

(2) 从ESV流向损益来看,建设用地转入使ESV损失最大,1980—2013年建设用地转入造成ESV损失585亿元,占ESV损失总量的45.9%。

(3) 调节服务是环渤海区域生态系统的主导性

生态系统服务功能,其对ESV的贡献从1980年起一直超过65%。

(4) 1980—2013年,环渤海地区ESV前3名的城市一直为丹东、天津和大连,然而除营口、东营、日照和潍坊外,其余城市的ESV一直处于下降趋势。

(5) 未来应通过避免“摊大饼式”发展和建立城镇化建设中生态补偿机制等方式推动环渤海地区城镇化和生态保护协调发展。

参考文献:

- [1] COSTANZA R, D'ARCE R, DE GROOT R S, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Ecological Economics*, 1998, 25(1): 3-15.
- [2] 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.
- [3] 傅伯杰, 周国逸, 白永飞, 等. 中国主要陆地生态系统服务功能与生态安全[J]. *地球科学进展*, 2009, 24(6): 635-640.
- [4] 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): 189-196.
- [5] 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.
- [6] 谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 等. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J]. *自然资源学报*, 2008, 23(5): 911-919.
- [7] 赵军, 杨凯. 生态系统服务价值评估研究进展[J]. *生态学报*, 2007, 27(1): 346-356.
- [8] 杨光梅, 李文华, 闵庆文. 生态系统服务价值评估研究进展——国外学者观点[J]. *生态学报*, 2006, 26(1): 205-212.
- [9] 赵同谦, 欧阳志云, 贾良清, 等. 中国草地生态系统服务功能间接价值评价[J]. *生态学报*, 2004, 24(6): 1101-1110.
- [10] 王兵, 鲁绍伟. 中国经济林生态系统服务价值评估[J]. *应用生态学报*, 2009, 20(2): 417-425.
- [11] 马国霞, 於方, 王金南, 等. 中国2015年陆地生态系统生产总值核算研究[J]. *中国环境科学*, 2017, 37(4): 1474-1482.
- [12] WANG Y H, DAI E F, YIN L, et al. Land use/land cover change and the effects on ecosystem services in the Hengduan Mountain region, China[J]. *Ecosystem Services*, 2018, 34: 55-67.
- [13] 喻露露, 张晓祥, 李杨帆, 等. 海口市海岸带生态系统服务及其时空变异[J]. *生态学报*, 2016, 36(8): 1-11.
- [14] 郑晓奇, 刘强, 曹颖, 等. 中国城镇化低碳发展研究[J]. *环境与可持续发展*, 2018, 43(3): 98-102.
- [15] 吕永龙, 王尘辰, 曹祥会. 城市化的生态风险及其管理[J]. *生态学报*, 2018, 38(2): 359-370.
- [16] 刘桂林, 张落成, 张倩. 长三角地区土地利用时空变化对生态系统服务价值的影响[J]. *生态学报*, 2014, 34(12): 359-370.
- [17] 叶长盛, 董玉祥. 珠江三角洲土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J]. *热带地理*, 2010, 30(6): 359-370.
- [18] GB/T 21010—2017, 土地利用现状分类[S].
- [19] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. *自然资源学报*, 2015, 30(8): 359-370.
- [20] 柏林川. 环渤海地区粮食生产潜力及提升对策[D]. 北京: 中国科学院大学, 2013.
- [21] 国家统计局农村社会经济调查司. 中国农村统计年鉴 2011[M]. 北京: 中国统计出版社, 2012.
- [22] 刘金勇, 孔繁花, 尹海伟, 等. 济南市土地利用变化及其对生态系统服务价值的影响[J]. *应用生态学报*, 2013, 24(5): 1231-1236.
- [23] 陈尚, 李京梅, 任大川, 等. 福建东山湾、罗源湾生态资本及其对地区经济增长的贡献[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- [24] 张丽云, 江波, 肖洋, 等. 洞庭湖生态系统最终服务价值评估[J]. *湿地科学与管理*, 2016, 12(1): 21-25.
- [25] 荣益, 李超, 许策, 等. 城镇化过程中生态系统服务价值变化及人类活动影响的空间分异——以黄山市为例[J]. *生态学杂志*, 2017, 36(5): 6031-6039.
- [26] 刘焱序, 吴文恒, 温晓金, 等. 晋陕蒙能源区城镇化过程及其对生态环境的影响[J]. *地理研究*, 2013, 32(11): 2009-2020.
- [27] 王莉雁, 肖葵, 江凌, 等. 城镇化发展对呼包鄂地区生态系统服务功能的影响[J]. *生态学报*, 2016, 36(19): 6031-6039.
- [28] 张盛, 吕永龙, 苑晶晶, 等. 持续城镇化对中国推进实施联合国可持续发展目标的作用[J]. *生态学报*, 2019, 39(4): 1135-1143.
- [29] 袁丹, 欧向军, 唐兆奇, 等. 沿海地区城镇化与生态环境协调发展的时空分析[J]. *环境污染与防治*, 2015, 37(11): 100-105.
- [30] 管益敏, 覃永晖, 彭蓬. 生态补偿机制下的两湖地区绿色城镇建设研究[J]. *国土与自然资源研究*, 2016(3): 29-31.

编辑: 丁 怀 (收稿日期: 2019-06-05)