

2007—2015年东莞市土地利用及其生态系统服务价值的时空演变

吴攀, 杨木壮, 刘伟聪

(广州大学 地理科学学院, 广东 广州, 510006)

摘要: [目的] 研究2007—2015年东莞市的土地利用和生态系统服务价值的时空变化情况, 以反映土地利用变化产生的生态效应, 为区域土地资源可持续利用和生态环境保护决策提供参考。[方法] 运用土地利用及生态系统服务价值相关理论与方法, 利用遥感、地理信息技术, 分析土地利用与生态系统服务价值的时空变化情况。[结果] ①2007—2015年间, 东莞市建设用占地占研究区总面积50%以上, 且持续增加, 增加的面积以耕地、林地的转入为主, 水域和林地面积先增加后减少, 耕地和草地面积不断缩小。②研究期内, 生态系统服务价值整体呈现下降趋势, 总价值减少 1.97×10^8 元, 林地、水域的生态系统服务价值系数较大, 价值的损益变化大, 2015年, 林地和水域价值共减少 1.40×10^8 元。③从空间分布看, 东莞市的生态系统服务价值以中部地区为中心, 向东西延伸, 形成了“高一低一高”的空间分布格局, 主城区是整个东莞市生态系统服务价值的低值中心。[结论] 研究时段内, 东莞市土地利用变化显著, 生态系统服务价值整体下降, 生态系统服务价值在空间上呈现出异质性, 分布不均衡。

关键词: 土地利用; 生态系统服务价值; 时空演变; 东莞市

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2020)01-0250-06

中图分类号: X24, F301.24

文献参数: 吴攀, 杨木壮, 刘伟聪. 2007—2015年东莞市土地利用及其生态系统服务价值的时空演变[J]. 水土保持通报, 2020, 40(1): 250-255. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2020.01.036; Wu Pan, Yang Muzhuang, Liu Weicong. Spatial-temporal changes in ecosystem service values based on land use changes in Dongguan City during 2007—2015[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2020, 40(1): 250-255.

Spatial-temporal Changes in Ecosystem Service Values Based on Land Use Changes in Dongguan City During 2007—2015

Wu Pan, Yang Muzhuang, Liu Weicong

(School of Geographical Sciences, Guangdong University, Guangzhou, Guangdong 510006, China)

Abstract: [Objective] The spatial and temporal changes in land use and ecosystem service value from 2007 to 2015 in Dongguan City, Guangdong Province, were analyzed. The aim was to determine the ecological effects of land use change and to provide a decision-making reference for sustainable use of regional land resources and ecological environmental protection. [Methods] The spatial and temporal changes in land use and ecosystem service value were analyzed using the theories and methods of land use and ecosystem service value, remote sensing, and geographic information technology. [Results] ① From 2007 to 2015, construction land in Dongguan City accounted for more than 50% of the total area of the study area, and increased continuously. The increased construction land mainly replaced cultivated land and forest land. The area with water and forest land first increased and then decreased, and the area of cultivated land and grassland decreased continuously. ② During the study period, the value of ecosystem services showed a downward trend. The total value of ecosystem services decreased by 1.97×10^8 yuan. The value coefficient of ecosystem services was the highest for forest land and the water area, and the profit and loss of ecosystem services fluctuated considerably. The value of forest land and water area decreased by 1.40×10^8 yuan in 2015. ③ From a spatial distribution perspective, the ecosystem service value of Dongguan City was centered in the central region and extended to the

收稿日期: 2019-08-28

修回日期: 2019-09-22

资助项目: 教育部人文社科研究规划项目“围填海对海岸带生态效益影响评估”(14YJA630083); 广东省自然科学基金项目“生态安全约束下的南沙滨海新区土地利用变化精细模拟与优化”(2017A030313240)

第一作者: 吴攀(1995—), 男(汉族), 四川省广安市人, 硕士研究生, 研究方向为区域规划。Email: wp08.23@foxmail.com。

通讯作者: 杨木壮(1965—), 男(汉族), 广东省揭阳市人, 博士, 教授, 主要从事国土资源与自然地理研究。Email: ymz@gzhu.edu.cn。

east and the west, forming a “high-low-high” spatial distribution pattern. The main urban area corresponded to the low-value center of the ecosystem service values of Dongguan City. [Conclusion] The land use of Dongguan City changed significantly from 2007 to 2015; the total ecosystem service value decreased, and the ecosystem service value presented heterogeneity and uneven spatial distribution.

Keywords: land use; ecosystem service value; temporal and spatial variation; Dongguan City

人类的生产生活离不开生态系统所提供的生活环境和物质,这种为人类提供便利和服务的能力,即生态系统服务^[1-3]。20 世纪 90 年代, Cosatanza 等^[2]发表了一篇关于全球生态系统服务价值估算的文章,掀起了国内外学者对生态系统服务的研究兴趣。针对生态系统服务价值的价值评估,国内学者刘飞^[4]运用直接市场法、替代市场法、条件价值法对南湖湿地进行价值评估,谢高地等^[3]在 Costanza 的研究理论的基础上建立了中国陆地生态系统价值当量表,相比其他价值评估方法,当量因子法因其简便易用、评估全面、可靠性较高,而被国内学者广泛使用。

土地利用是指人类按照一定的社会、经济目的对地表进行开发利用的过程,是人类与自然之间联系最紧密的环节^[1]。土地利用对生态系统服务价值影响的研究一直是生态系统服务研究的重点之一,徐媛银等^[5]、刘亚茹等^[6]、雷君成等^[7]、刘永强等^[8]、赵志刚等^[9]以赣南地区、寻乌县、商丘市、湖南省、鄱阳湖为例,从市县到国家^[10-11],从林地、草地到流域,分析了土地利用变化对生态系统服务价值的影响。从已有的研究来看,研究的尺度多集中在区域、省市县、流域,以镇为研究尺度分析空间上生态系统服务价值变化的较少。为更好的对区域内部的差异性进行分析,本研究以镇为研究尺度,从时空变化的角度,对生态系统服务价值进行分析。

本文通过 2007, 2011, 2015 年卫星遥感影像解译出东莞市的土地利用数据,对东莞市的生态系统服务价值进行估算,并在地理信息技术的支持下,对东莞市各镇 2007—2015 年的土地利用数据和生态系统服务价值进行叠加分析,研究 2007—2015 年的土地利用和生态系统服务价值的时空变化情况,以反映土地利用变化产生的生态效应,以期为区域土地资源可持续利用和生态环境保护提供决策参考。

1 研究区概况

东莞市位于珠江三角洲中南部地区,北边靠近广州,南边接近深圳,是珠三角城市群、粤港澳大湾区的重要城市之一。辖区面积 2 465 km²,辖 4 个街道,28 个乡镇,东西长 70.45 km,南北宽 46.8 km。地势东

南高西北低,地形以丘陵、平原为主,东南部山体耸立,地势起伏较大,中部、西北部地区以丘陵台地、冲积平原为主。气候是典型的亚热带季风气候,气候宜人。东莞市毗邻港澳,临近广州深圳,靠近珠江口岸,地理位置优越,20 世纪以来,东莞市承接产业转移,发展制造业,经济发展迅猛,城市人口增加迅速,城市用地增多,土地利用方式发生很大改变,原有的生态环境受到影响,生态系统的服务能力减弱。

2 研究方法与数据来源

2.1 数据来源

本文通过“地理空间数据云”获取 2007, 2011, 2015 年 3 期东莞市的 Landsat TM 影像,经过数据预处理,在人机交互的方式下,运用 Google Earth 协助遥感图像的解译,对东莞市的影像进行监督分类,提取出土地利用/覆被信息,参考土地利用现状分类,将土地利用分为 5 类,建设用地、耕地、林地、草地、水域。社会与经济数据包括 2007, 2011, 2015 年平均粮食价格、粮食产量以及粮食播种面积,主要参考的是东莞市统计局发布的数据以及历年的东莞市年鉴。

2.2 土地利用变化特征分析

运用 ArcGIS 软件,对 3 期遥感影像土地利用类型进行分析,建立 2007—2011 年,2011—2015 年两个时间段的土地利用转移矩阵,并计算时间段内单一土地利用动态度。

单一土地利用动态度是反映一个地区一段时间内某一土地利用的改变情况,能够直观的显示该地区各土地利用类型在数量上的变化^[12]。其表达式为:

$$K = \frac{(U_{\beta} - U_{\alpha}) / U_{\alpha}}{T_{\beta} - T_{\alpha}} \times 100\% \quad (1)$$

式中: U_{β} , U_{α} 为某一土地利用方式末期和初期的面积 (hm²); T_{β} , T_{α} 是相应的年份。

2.3 土地利用程度指数

土地利用是人类和自然因素综合作用的结果,本文根据刘正恩等^[13-14]提出的土地利程度分析方法,按照人类对土地的利用的广度和深度,对 5 种地类分别赋予分级指数。其表达式为:

$$S_a = 100 \times \sum_{i=1}^n M_i \times P_i \quad (2)$$

式中： S_a 为土地利用程度指数； M_i 为第 i 级土地利用程度分级指数； P_i 为第 i 级土地利用程度地类所占面积百分比(%)。

2.4 生态系统服务价值计算

关于生态系统服务价值的定量评估, Costanza 等^[2]提出的全球生态系统服务价值评估方法, 并在全球得到了广泛认可。在此基础上, 中国学者谢高地等^[3]根据中国生态系统的特点, 对此方法进行了修正, 制定了适合中国生态系统服务价值评估的价值当量因子表。本文参考此方法对东莞市的生态系统服务价值进行了定量评估, 并根据研究区的差异性, 对数值进行了修正, 根据公式 3 计算得到研究区 1 个单位生态系统的经济价值为 870.93 元/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$)。

$$E_a = 1/7 \sum_{i=1}^n \frac{p_i q_i}{M} \quad (3)$$

式中： E_a 为 1 个单位生态系统服务的经济价值(元/ hm^2)； p_i 为第 i 种粮食作物全国平均价格(元/t)； q_i 为第 i 种粮食作物的产量(t)； M 为 n 种粮食作物总面积(hm^2)；

经过修正后, 参考中国的生态系统服务价值当量表, 计算出单位面积的生态系统服务价值, 最终计算出生态系统服务的价值量(见表 1)。

$$ESV = \sum (A_i \times VC_i) \quad (4)$$

式中： ESV 为生态系统服务总价值； A_i 为单位面积上地类 i 的生态系统服务价值； VC_i 为研究区地类 i 的面积(hm^2)。

2.5 生态系统服务价值损益模型

土地利用类型的变化对生态系统服务有着极大的影响, 本文借鉴土地利用转移矩阵, 分析各土地利用类型之间的面积的转化造成的生态系统服务价值的损益情况^[7]。生态系统服务价值损益模型如下:

$$F_{mn} = (VC_m - VC_n) \times A_{mn} \quad (5)$$

式中： F_{mn} 为土地利用类型 m 和 n 转化时所造成的生态系统服务的价值损益； VC_m 为土地利用类型 m 的单位面积生态系统服务价值； VC_n 为土地利用类型 n 的单位面积生态系统服务价值； A_{mn} 为第 m 类土地利用类型向第 n 类土地利用类型转化的面积(hm^2)。

表 1 东莞市生态系统服务价值系数

生态系统服务分类		生态系统服务价值系数			
一级类	二级类	草地	耕地	水域	林地
供给服务	食物生产	1 184.46	696.74	252.57	87.09
	原料生产	78.38	200.31	574.81	121.93
	水资源供给	-2 290.55	7 220.01	296.12	69.67
调节服务	气体调节	966.73	670.62	1 889.92	444.17
	气候调节	496.43	1 994.43	5 661.05	1 167.05
	净化环境	148.06	4 833.66	1 680.89	383.21
	水文调节	2 368.93	89 043.88	4 128.21	853.51
支持服务	土壤保持	8.71	809.96	2 307.96	539.98
	维持养分循环	165.48	60.97	174.19	43.55
	生物多样性	182.90	2 220.87	2 098.94	487.72
文化服务	美学景观	78.38	1 646.06	923.19	217.73

3 结果与分析

3.1 土地利用变化特征

由表 2 可以看出, 东莞市土地利用类型以建设用地为主, 所占比重最大, 达到了 50% 以上, 林地次之, 占总面积的 20% 左右。在动态变化方面, 研究期内, 东莞市土地利用发生了显著变化。总体上看, 2007 年至 2015 年间, 建设用地呈现持续增长状态, 由 51.16% 增加到 58.78%; 耕地、林地、草地和水域减少, 其中, 耕地减少最多, 面积比例从 2007 年的 14.01% 减少到 2015 年的 8.67%; 其次是草地、林地以及水域, 面积比例分别从 1.43%, 23.26%, 10.14% 减少至 0.39%, 22.38%, 9.79%, 2007 至 2015 年间, 林地和水域面积先增加后减少, 总体呈减少趋势, 面积增加的原因主要是受退耕还林还湖的影响。从土地利用动态度来看, 2007 至 2011 年间, 草地和耕地的土地利用动态度为 -14.93%, -8.55%, 表明这一时期, 草地和耕地的减少速度很快, 其中, 耕地面积的减少主要原因是退耕还林还湖的影响以及城市用地的扩张, 建设用地动态度为 0.81, 表明城市用地仍处于增加趋势; 2011—2015 年间, 草地、耕地、林地、水域减少, 其中, 草地减少最快, 动态度为 -8.18%, 接着是林地, 动态度为 -4.05%, 建设用地增加, 且增加速度较前一时快, 动态度为 2.82%。

表 2 2007—2015 年东莞市土地利用及动态度变化

项目	2007 年		2011 年		2015 年		2007—2011 年 动态度/%	2011—2015 年 动态度/%
	面积/ hm^2	比例/%	面积/ hm^2	比例/%	面积/ hm^2	比例/%		
草地	3 537	1.43	1 424	0.58	958	0.39	-14.93	-8.18
耕地	34 676	14.01	22 815	9.22	21 464	8.67	-8.55	-1.48
建设用地	126 649	51.16	130 771	52.82	145 512	58.78	0.81	2.82
林地	57 593	23.26	66 098	26.70	55 401	22.38	3.69	-4.05
水域	25 107	10.14	26 454	10.69	24 226	9.79	1.34	-2.11

通过叠加分析,得到东莞市两个时期的土地利用转移矩阵(表 3—4)。结果表明,2007—2011 年间,耕地转出的面积最多,主要是向建设用地转移,其次是林地、水域转移,分别占耕地转出总面积的 60%,37%,3%;林地转出的面积中,主要是向建设用地和耕地转移;水域的转入面积大于转出面积,转入的面积以建设用地为主。2011—2015 年间,转出面积最多的是林地,转移的方向是建设用地和耕地;建设用地的转入以耕地和林地为主,分别转入 9 877 hm²,8 371 hm²,向外转出的面积中,主要是向耕地转移;水域转出的面积主要流向了建设用地,且这一时期转出的面积大于转进的面积。

2007—2015 年间,3 期的土地利用程度指数分别为 316,315,326,指数均在 300 以上,且整体呈现上升趋势,表明这一时期,东莞的土地利用程度已经达到了较高水平,且还有进一步上升的趋势,也反映了东莞市土地开发利用的广度和深度已经到了很高的程度。

表 3 2007—2011 年东莞市土地利用转移矩阵

项目	2011 年面积/hm ²					
	草地	耕地	建设用地	林地	水域	
2007 年						
面积/ hm ²	草地	341	679	668	1 823	26
	耕地	385	13 011	12 651	7 849	780
	建设用地	277	5 576	111 325	5 745	3 726
	林地	385	2 915	3 981	49 968	344
	水域	36	634	2 146	713	21 578

表 5 2007—2015 年东莞市各地类生态系统服务价值

土地利用类型	2007 年		2011 年		2015 年		生态系统服务价值变化	
	价值/ 10 ⁶ 元	比例/ %	价值/ 10 ⁶ 元	比例/ %	价值/ 10 ⁶ 元	比例/ %	2007—2011 年 价值/10 ⁶ 元	2011—2015 年 价值/10 ⁶ 元
耕地	117.48	2.9	77.30	1.8	72.72	1.9	-40.18	-4.58
林地	1,151.16	28.6	1,321.16	30.7	1,107.35	28.9	170.00	-213.81
草地	15.62	0.4	6.29	0.1	4.23	0.1	-9.33	-2.06
水域	2,746.64	68.1	2,894.00	67.3	2,650.26	69.1	147.36	-243.74
合计	4,030.90	100	4,298.74	100	3,834.56	100	267.85	-464.19

3.2.2 生态系统服务价值损益变化分析 通过建立生态系统服务价值损益矩阵(表 6—7),可以分析各土地利用类型之间生态价值的流动方向。因为各土地利用类型的生态系统服务价值系数大小不一,因此,不同地类间进行价值转移时,生态价值可能出现增益或损失,具体在表中的表现是数值的正负。价值转移的损失发生在林地、水域向草地转移,草地、耕地、林地、水域向建设用地的转移,草地、林地、水域向耕地的转移,水域向林地的转移,除此以外的转移都是对价值的增益。

表 4 2011—2015 年东莞市土地利用转移矩阵

项目	2015 年面积/hm ²					
	草地	耕地	建设用地	林地	水域	
2011 年						
面积/ hm ²	草地	248	341	534	277	23
	耕地	224	10 196	9 877	2 026	492
	建设用地	78	5 847	122 099	1 430	1 318
	林地	406	4 712	8 371	51 559	1 050
	水域	2	368	4631	109	21 343

3.2 生态系统服务价值时空演变

3.2.1 东莞市生态系统服务价值时间变化 如表 5 所示,2007—2015 年间,东莞市的生态系统服务价值先增加后减少,呈现波动式下降的趋势。从不同土地利用类型的生态系统服务价值占比看,水域的比例最大,平均占比为 68.1%,其次是林地,平均占比为 29.4%,这表明水域和林地东莞市提供了绝大部分的产品和服务,它们的变化很大程度上影响着东莞市整体的生态系统服务水平。研究期间,林地和水域的生态系统服务价值呈现先上升后下降的情况,而草地和耕地整体都处于下降趋势,其中,水域的服务价值减少最多,为 9.64×10^7 元,耕地和林地次之,分别减少 4.48×10^7 元, 4.39×10^7 元。研究期间,东莞市经济发展快速,主要得益于第二产业的迅猛发展,第一产业的稳步发展,第三产业的兴起,与之相应的,城市建设用地增多,耕地、林地、草地、水域变更为城市用地,生态用地减少,生态系统服务价值总体呈现下降趋势。

表 6 2007—2011 年生态系统服务价值损益矩阵 10⁶ 元

项目	2011 年生态服务价值					
	草地	耕地	建设用地	林地	水域	
2007 年						
生态	草地	—	-0.70	-2.95	28.39	2.73
服务	耕地	0.40	—	-42.86	130.29	82.69
价值	建设用地	1.22	18.89	—	114.83	407.62
	林地	-6.00	-48.39	-79.57	—	30.76
	水域	-3.78	-67.21	-234.77	-63.75	—

2007—2011 年间,生态系统服务价值的转移主要是从建设用地向水域、林地的转移,转移价值分别是 4.08×10^8 元, 1.15×10^8 元,耕地转林地,转移价

值是 1.30×10^8 元,且都是价值的增益;价值的损失主要发生在水域、林地向建设用地转移,转移价值分别为 -2.35×10^8 元, -7.96×10^7 元;2011—2015 年间,价值的转移主要发生在水域、林地向建设用地的转移,转移价值分别为 -5.07×10^8 元, -1.67×10^8 元,表现为价值的流失,建设用地向水域的转移,林地向水域的转移,转移价值分别为 1.44×10^8 元, 9.39×10^7 元,呈现为价值的增益。

2007 至 2015 年间,一方面,东莞市承接产业转移,制造业发展迅速,相应的建设用地增加,大量其他用地变更为建设用地,在生态系统服务价值损益上表现为价值的损失;另一方面,东莞市基塘农业、养殖业持续发展,沿海、沿湖及沿河地区,利用建设用地(一般为闲置地),充分发挥土地效益,发展基塘农业或养殖业,获得了较大的经济、生态效益,生态系统提供服务的能力提高,生态系统服务价值增加。

3.2.3 生态系统服务价值空间差异性分析 运用

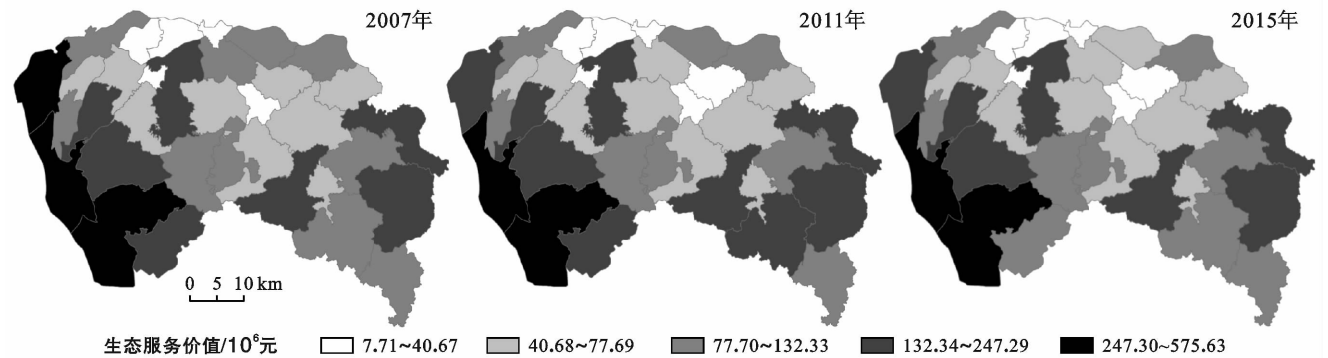


图 1 2007—2015 年东莞市生态系统服务价值的空间分布

从东莞市各镇的生态服务价值变化(见图 2)来看,2007—2015 年间,虽然东莞市总体的生态价值是呈下降趋势,但东莞市内部、各乡镇之间又有着显著的差异。

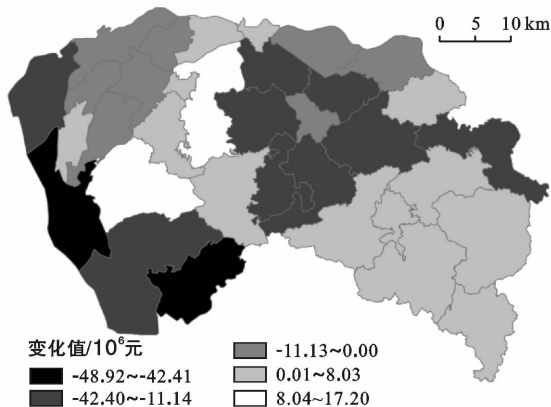


图 2 2007—2015 年东莞市生态系统服务价值损益值空间分布

ArcGIS 的叠加分析和相交工具得到了东莞市各镇的生态系统服务价值(见图 1),从总体上看,东莞市的生态系统服务价值分布不均衡,高值区域分布在东莞市的东、西、南 3 个部位,低值区域集中在中北部区域,生态价值的最高值出现在西部的虎门,主要原因是虎门的水域面积较大,提供的生态服务价值大,最低值出现在北部的莞城,莞城作为东莞市的老城区,城市发展的水平高,土地利用类型以建设用地为主,生态用地相对较少,相应的生态服务价值也较低。

表 7 2011—2015 生态系统服务价值损益矩阵 10^6 元

项目	2015 年生态服务价值					
	草地	耕地	建设用地	林地	水域	
2011 年生态服务价值	草地	—	-0.35	-2.36	4.31	2.41
	耕地	0.23	—	-33.46	33.63	52.16
	建设用地	0.34	19.81	—	28.58	144.19
	林地	-6.32	-78.22	-167.32	—	93.88
	水域	-0.21	-39.01	-506.62	-9.75	—

主要表现为一部分乡镇生态价值增加,一部分乡镇生态价值减少,增加的部分大部分集中在东莞市的东南部区域以及主城区,包括樟木头、樟木头林场、清溪、黄江、塘厦、凤岗以及主城区附近的石碣、莞城、东城、南城、大岭山、厚街等等,其中,增长第一高的是东城, 1.72×10^7 元,第二高是厚街, 1.65×10^7 元;减少部分主要集中在东莞市的西部地区以及主城区以东地区,包括麻涌、沙田、虎门、长安以及主城区以东地区的寮步、茶山、松山湖、大郎等等,其中,减少最多的是沙田, -4.89×10^7 元,其次是长安, -4.24×10^7 元。

综合以上分析,本文发现,东莞市可以划分成 3 个区域:中部地区,中部以西地区,中部以东地区,生态系统服务价值以中部地区为中心,向东西延伸至中部以东地区和以西地区,形成了“高一低一高”的空间分布格局,与刘亚茹等^[6]、张艳军等^[15]、李全等^[16]的研究成果有较高的契合度。

4 结论

本文从 LandsatTM 获取 2007, 2011, 2015 共 3 期遥感影像, 利用地理信息技术以及遥感技术对其进行分析研究, 得到了研究时间段内东莞市的土地利用和生态系统服务价值的时空演变情况。经过分析, 得出以下结论。

(1) 2007—2015 年间, 东莞市土地利用发生了显著改变。从土地利用结构看, 东莞市的土地利用以建设用地为主, 其次是林地、水域和耕地, 草地面积较小。从土地利用的动态变化看, 建设用地持续增加, 且速度有加快趋势, 转入的土地类型主要是耕地和林地; 林地和水域呈现先增加后减少的趋势, 总面积分别减少 $2\,192,881\text{ hm}^2$; 草地和耕地在研究期间持续减少, 其中, 耕地的转出面积最多, 减少的面积也最多。3 个时期的土地利用程度指数都在 300 以上, 表明东莞市的土地开发利用程度高, 且处于上升的趋势。

(2) 在研究时段内, 东莞市生态系统服务价值下降了 1.97×10^8 元, 整体呈波动下降的趋势。水域与林地对生态系统服务价值的贡献最大, 价值变化也相对较大, 其生态系统服务价值先增加后减少, 相比 2007 年, 2015 年水域和林地的生态系统服务价值分别减少了 9.64×10^7 元, 4.38×10^7 元。生态系统服务价值的在各地类之间转移, 转移的过程中, 存在着价值的增益或损失, 价值转移的损失主要发生在草地、耕地、林地、水域向建设用地的转移, 价值的增益主要发生在建设用地向其他土地利用类型的转移, 其中, 水域的生态系统服务价值系数大, 转移过程中价值的变化量也更大, 其次是林地的价值。2007—2015 年间, 东莞市土地利用的变化导致东莞市生态系统服务的水平和能力有所下降, 特别是水域、林地面积的减少。

(3) 东莞市的生态系统服务价值具有空间异质性, 生态系统服务价值分布不均衡, 以中部地区为中心, 向东西延伸, 形成了“高一低一高”的空间分布格局。生态系统服务价值的最低值出现在主城区莞城, 最高值在虎门。东莞市中心地区的价值变化较小, 东西两边变化较大, 价值的增长集中在东莞市的东南部以及主城区, 价值的减少集中在东莞市的西部地区以及主城区以东区域。

[参 考 文 献]

- [1] 傅伯杰, 张立伟. 土地利用变化与生态系统服务: 概念、方法与进展[J]. 地理科学进展, 2014, 33(4): 441-446.
- [2] Costanza R, D'Arge R, De Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Ecological Economics, 1998, 25(1): 3-15.
- [3] 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.
- [4] 刘飞. 淮北市南湖湿地生态系统服务及价值评估[J]. 自然资源学报, 2009, 24(10): 1818-1828.
- [5] 徐媛银, 郭砾, 薛达元, 等. 赣南地区土地利用格局及生态系统服务价值的时空演变[J]. 生态学报, 2019, 39(6): 1969-1978.
- [6] 刘亚茹, 王聪, 严力蛟. 华北平原农区土地利用变化对生态系统服务的影响: 以河南省商丘市为例[J]. 应用生态学报, 2018, 29(5): 1597-1606.
- [7] 雷军成, 王莎, 汪金梅, 等. 土地利用变化对寻乌县生态系统服务价值的影响[J]. 生态学报, 2019, 39(9): 3089-3099.
- [8] 刘永强, 廖柳文, 龙花楼, 等. 土地利用转型的生态系统服务价值效应分析: 以湖南省为例[J]. 地理研究, 2015, 34(4): 691-700.
- [9] 赵志刚, 余德, 韩成云, 等. 2008—2016 年鄱阳湖生态经济区生态系统服务价值的时空变化研究[J]. 长江流域资源与环境, 2017, 26(2): 198-208.
- [10] 李文华, 张彪, 谢高地. 中国生态系统服务研究的回顾与展望[J]. 自然资源学报, 2009, 24(1): 1-10.
- [11] 孙新章, 谢高地, 成升魁, 等. 中国农田生产系统土壤保持功能及其经济价值[J]. 水土保持学报, 2005, 19(4): 156-159.
- [12] 王秀兰, 包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展, 1999, 18(1): 81-87.
- [13] 西藏自治区土地管理局. 西藏自治区土地利用[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [14] 刘正恩, 孙双印, 高建民. 河北省怀来县土地利用程度及其区域差异分析[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24(11): 125-128.
- [15] 张艳军, 官冬杰, 翟俊, 等. 重庆市生态系统服务功能价值时空变化研究[J]. 环境科学学报, 2017, 37(3): 1169-1177.
- [16] 李全, 李腾, 杨明正, 等. 基于梯度分析的武汉市生态系统服务价值时空分异特征[J]. 生态学报, 2017, 37(6): 2118-2125.