

广东省1980—2018年“三生”用地转型对生态环境质量的影响

关翠柳, 闻德保, 李雨豪, 李 龙

(广州大学 地理科学与遥感学院, 广东 广州 510006)

摘 要: [目的] 研究基于格网单元的广东省“三生”用地转型对生态环境质量的影响, 为区域生态、经济协调发展提供科学依据。[方法] 基于广东省8期土地利用现状遥感监测数据和“三生”土地利用主导功能分类体系, 对该区“三生”用地转型特征及生态环境质量进行定量研究。[结果] ①1980—2018年, 广东省农业生产用地面积大幅减少, 共减少了5 369.61 km², 城镇生活用地、工矿生产用地面积大幅增加, 分别增加了4 526.02 km², 2 406.93 km², 农业生产用地和林地生态用地间转换现象明显。②“三生”用地空间转型主要表现为工矿生产用地、林地生态用地中心逐渐靠近广东省几何中心, 农业生产用地、城镇生活用地中心逐渐远离几何中心。③广东省生态环境质量指数从1980年0.648 1降至2018年的0.641 4, 生态环境质量空间分异明显, 呈现“沿海低—内陆高”的分布特点。④Getis-Ord G_i^* 指数表明, 生态环境质量变化热点区域集中在粤东西北地区, 冷点区域多位于珠江三角洲地区。⑤广东省生态环境存在改善和恶化两种趋势。[结论] 建议充分考虑区域自然条件、功能定位以及导致生态环境变化的主导因素, 制定土地政策措施, 实现土地利用方式创新, 更好地推动广东省区域均衡发展。

关键词: “三生”用地; 土地利用转型; 生态环境质量; 格网; 热点分析

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2021)04-0241-11

中图分类号: X24, F301.2

文献参数: 关翠柳, 闻德保, 李雨豪, 等. 广东省1980—2018年“三生”用地转型对生态环境质量的影响[J]. 水土保持通报, 2021, 41(4): 241-251. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2021.04.033; Guan Cuiliu, Wen Debao, Li Yuhao, et al. Effects of production-ecological-living land use transformation on eco-environment quality in Guangdong Province during 1980—2018 [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2021, 41(4): 241-251.

Effects of Production-Ecological-Living Land Use Transformation on Eco-environment Quality in Guangdong Province During 1980—2018

Guan Cuiliu, Wen Debao, Li Yuhao, Li Long

(School of Geographic Sciences and Remote Sensing, Guangzhou University, Guangzhou, Guangdong 510006, China)

Abstract: [Objective] The effects of production-ecological-living land use transformation on eco-environment quality in Guangdong Province were studied based upon grid cell in order to provide scientific basis for coordinated development of regional ecology and economic. [Methods] Based on the eight-phase Landsat TM image interpretation data of Guangdong Province and the dominant function classification system of land use in production-ecology-living space, and the characteristics of production-ecological-living land use transformation as well as its eco-environment quality were quantitatively analyzed. [Results] ① From 1980 to 2018, the agricultural productive land decreased greatly, with a total decrease of 5 369.61 km² and the mining productive land and urban living land increased greatly, with a total increase of 4 526.02 km² and 2 406.93 km². The conversion between agricultural production land and woodland ecological land was obvious. ② Spatial transformation of production-ecological-living land use in Guangdong Province was mainly manifested as the mean center of mining productive land and forest ecological land became closer to the geometric center of Guangdong Province, the mean center of agricultural productive land and urban living land moved away from

收稿日期: 2021-02-25

修回日期: 2021-05-06

资助项目: 国家自然科学基金项目“多源数据融合的中国区域电离层天气短期预报模型与方法研究”(42074030)

第一作者: 关翠柳(1996—), 女(汉族), 广东省佛山市人, 硕士研究生, 研究方向为土地利用与规划。Email: guancuiliu@163.com。

通讯作者: 闻德保(1974—), 男(汉族), 河南省光山县人, 博士, 教授, 主要从事卫星导航与定位、土地利用规划等方面的工作。Email: wdb-whigg@gzhu.edu.cn。

geometric center. ③ The index of eco-environment quality in Guangdong Province was reduced from 0.648 1 in 1980 to 0.641 4 in 2018. The spatial differentiation of ecological environment quality was obvious, and the eco-environment quality in coastal cities was much lower than inland area. ④ The Getis-Ord G_i^* index proved that the hot region of the change of eco-environment quality was concentrated on the Eastern, Western and Northern regions of Guangdong Province, while the cold region was chiefly located in Pearl River Delta. ⑤ Guangdong Province had two trends which were ecological improvement and ecological deterioration. [Conclusion] Full consideration should be given to the regional natural considerations, the function positioning and the leading factors of ecological environment changes in order to formulate land policies and measures and promote the balanced development of Guangdong Province.

Keywords: production-ecological-living land use; land use transformation; eco-environment quality; grid square; hotspot analysis

改革开放以来,中国经历了由计划经济向社会主义市场经济的转变,经济体制的转变伴随着快速工业化、城市化,大量人口向城市迁移,土地利用急剧变化给生态环境施加极大压力^[1-4],土地利用/覆被变化(LUCC)一直备受学术界关注^[5]。受苏格兰地理学家 Mather 森林转型假说^[6]的启发,1995 年 Grainger^[7]提出土地利用转型的概念。我国学者龙花楼^[8]将其作为土地利用/覆被变化(LUCC)研究的新途径引入中国。土地利用转型是指在经济社会变化和革新的驱动下,一段时间内与经济社会发展阶段转型相对应的区域土地利用由一种形态(显性形态和隐性形态)转变为另一种形态的过程^[9]。国外学者早期的研究重点主要集中在森林转型,主要包括森林转型影响因素^[10-12]、理论^[13]、假说等^[14]方面。而国内学者在理论假设^[15]、研究框架^[16],土地利用转型的时空演变特征^[17]、驱动因素^[18]、生态系统服务价值^[19-20]、生态环境效应等^[21-22]方面进行深入系统研究。国内外学者在土地利用转型方面的研究成果进一步丰富了土地利用转型的内容,为后续相关研究提供借鉴参考。从研究尺度看,以往基于土地利用转型的生态环境质量研究主要以行政区作为研究单元,而对尺度依赖性有所忽略。土地利用转型并非发生在行政区全部范围内,只涉及到区内局部地块^[23],用行政区整体变化表征区域内各地块的变化情况稍有欠缺,会导致政策制定的针对性不强,从而使政策实施效果受到影响^[24]。因此,研究格网尺度下土地利用转型对生态环境质量的影响显得尤为重要,能为特定区域生态环境保护和土地资源可持续利用提供参考。

对广东省土地利用相关文献进行梳理后发现,前人研究重点主要集中在探究阶段特征^[25]、时空格局^[26]、驱动力^[27]、对生境的影响等^[28]方面,其中在土地利用转型部分,龚亚男等^[29]以各地级市作为研究单元,对广东省生态环境效应进行研究。广东省区域

分异明显,经济差距大。因此探究广东省“三生”用地转型对生态环境质量的影响,对于统筹“三生”用地空间具有指导性作用。鉴于此,在分析广东省 1980—2018 年“三生”用地数量变化、结构转型、空间转型的基础上,基于格网尺度,借助 ArcGIS 中的热点分析,探明由“三生”用地转型导致生态环境质量变化的空间分布特征,并利用生态贡献率模型量化“三生”用地相互转化导致的生态环境质量的变化,为促进广东省以及类似省份土地利用精准调控和区域协调发展提供科学支撑。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

广东省土地利用数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn>),包含 1980,1990,1995,2000,2005,2010,2015 和 2018 年 8 期栅格数据,分辨率为 1 km。其土地利用分类系统为 2 级,6 个一级土地利用类型和 25 个二级土地利用类型。广东省行政边界数据来源于国家基础地理信息中心(<http://ngcc.sbsm.gov.cn/>)。

1.2 分类体系构建及指数赋值

由于同一地类具有多种功能,而清楚区分其利用功能内部情况具有一定难度,如城镇用地既是人们居住的载体,其内部的公园与绿地又具有生态功能,同时也能提供医疗、教育等服务,但一般而言,城镇用地主要是为人们提供居住和休憩的场所,因此基于土地利用主导功视角,将其归为生活用地。本研究在土地利用功能主导的“三生”用地分类相关研究^[30-32]的基础上,结合广东省实际情况,进行土地利用类型划分。同时,参考吕立刚等^[33]与李晓文等^[34]制定的主导功能分类下的二级土地利用生态环境质量值,利用面积加权法^[35]对生态环境质量进行修正,最终构建“三生”功能下土地利用的生态环境质量指数(表 1)。

表 1 “三生”功能分类及其生态环境质量指数

“三生”土地利用主导功能分类		土地利用分类系统的二级分类	生态环境质量指数
一级地类	二级地类		
生产用地	农业生产用地	水田、旱地	0.280
	工矿生产用地	工交建设用地	0.150
生态用地	林地生态用地	有林地、灌木林地、疏林地、其他林地	0.846
	牧草生态用地	高覆盖度草地、中覆盖度草地、地覆盖度草地	0.711
	水域生态用地	河渠、湖泊、水库坑塘、滩涂、滩地、海洋	0.547
	其他生态用地	沙地、盐碱地、沼泽地、裸土地、其他	0.056
生活用地	城镇生活用地	城镇用地	0.200
	农村生活用地	农村居民点	0.200

1.3 “三生”用地转型分析模型

1.3.1 转移矩阵 转移矩阵用于表示土地利用转型的动态变化过程,其计算公式为:

$$S_{ij} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{n1} & S_{n2} & \cdots & S_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中: S_{ij} 为*i*地类转化为*j*地类的面积; n 为土地利用类型数。

1.3.2 中心转移 识别某一要素的地理中心可通过计算平均中心实现,常用于追踪其空间分布情况。其计算公式为^[36]:

$$\bar{X}_w = \frac{\sum_{i=1}^n W_i X_i}{\sum_{i=1}^n W_i}, \quad \bar{Y}_w = \frac{\sum_{i=1}^n W_i Y_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (2)$$

式中:(\bar{X}_w, \bar{Y}_w)为加权平均中心; W_i 为地块的面积值;(X_i, Y_i)为经纬度坐标。

1.4 生态环境质量分析模型

1.4.1 生态环境质量指数 为探究广东省生态环境质量时空演变特征,以格网作为研究单元。相关研究中的格网单元常有 1 km^[37], 2 km^[38], 3 km^[39], 4 km^[40], 5 km 和 10 km 等^[41], 结合广东省实际情况,发现以 3 km 格网作为研究单元能够有效表征生态环境质量差异。生态环境质量指数可用于定量表示某区域生态环境质量的总体情况,其计算公式为^[34]:

$$E_t = \frac{\sum_{i=1}^n S_i R_i}{S} \quad (3)$$

式中: E_t 为某格网单元第*t*时期生态环境质量指数; S_i, R_i 该格网单元*t*时期第*i*种土地利用类型的面积和生态环境质量指数; S 为该格网单元总面积。

1.4.2 热点分析 热点分析是聚类分析方法之一,判断某一要素是否能成为具有统计显著性的热点或冷点,必须满足两个条件:①要素为高值/低值;②此要

素邻近的其他要素亦为高值/低值,可通过计算Getis-Ord G_i^* 统计实现,其计算公式为^[42]:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{x} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{S \sqrt{n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{i,j})^2}} \quad (4)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n}} \quad (5)$$

式中: G_i^* 统计量为*z* 得分; w_{ij} 为要素*i* 和*j* 之间的空间权重; x_j 为变量*x* 在相邻配对空间点的取值; S 为标准差。

1.4.3 生态贡献率 生态贡献率可用于量化各功能地类相互转化所导致的生态环境质量的改变,其计算公式为^[43]:

$$L = \frac{(R_{t+1} - R_t) S_c}{S} \quad (6)$$

式中: L 为某一土地利用变化类型生态贡献率; R_{t+1}, R_t 分别为某种土地利用变化类型在末期和初期所赋予的生态环境质量指数; S_c 为该变化用地的面积; S 为区域总面积。

2 结果与分析

2.1 广东省“三生”用地转型分析

2.1.1 “三生”用地数量变化特征 对 8 期土地利用数据进行可视化表达,得到广东省“三生”用地空间分布情况(图 1)。从图 1 可以看出,1980—2018 年生态用地均为广东省主要用地类型。从二级地类看,在广东省分布最广泛的地类是林地生态用地和农业生产用地,其中,粤北是林地生态用地的主要分布地区,粤西是农业生产用地的主要分布地区。城镇生活用地主要分布于珠江三角洲地区,而粤东西北地区的城镇生活用地较少,但分布较为集中。对 8 期土地利用数据进行统计分析,得到广东省“三生”用地面积及其变化情况(表 2),在此基础上分别与广东省行政边界数据进行叠加分析,得到各地级市“三生”用地面积及其变化情况。



图 1 广东省 1980—2018 年“三生”用地分布图

从表 2 可知,38 a 来广东省“三生”用地总体变化特征表现为农业生产用地、牧草、林地及其他生态用地、农村生活用地面积减少,其中农业生产用地大幅度减少,面积从 1980 年的 47 779.16 km² 降至 2018 年的 42 409.55 km²,共计减少 5 369.61 km²。城镇生活用地、工矿生产用地、水域生态用地面积增加,其中城镇生活用地和工矿生产用地大幅度增加,面积分别扩大了 4 526.02 km² 和 2 406.93 km²。从各地级市来看,广州和东莞为 1980—2018 年农业生产

用地减少最为明显的地区,农业生产用地面积分别从 2 883.78 km² 和 893.99 km² 减少至 2 101.00 km² 和 301.15 km²,分别减少了 782.78 km² 和 592.84 km²,减少幅度分别为 27.14%,66.31%。佛山和惠州为 1980—2018 年工矿生产用地增加最明显的地区,面积分别从 42.93 km² 和 86.40 km² 增加至 347.22 km² 和 336.13 km²,对应年均增长率分别为 5.81% 和 3.74%。所有地级市的城镇生活用地均有明显增加,其中东莞、广州、深圳和佛山市最显著。

表 2 广东省 1980—2018 年“三生”用地面积及其变化								km ²
时 期	农业生产用地	工矿生产用地	林地生态用地	牧草生态用地	水域生态用地	其他生态用地	城镇生活用地	农村生活用地
1980	47 779.16	701.00	107 179.63	8 539.96	7 919.22	139.79	1 242.35	4 429.91
1990	46 945.89	796.46	107 821.79	7 940.89	8 126.16	140.31	1 623.72	4 535.78
1995	45 210.45	891.98	107 855.66	7 939.66	8 564.61	215.95	2 390.05	4 862.66
2000	45 387.83	909.43	107 830.28	7 750.35	8 584.45	142.26	2 423.75	4 902.66
2005	43 439.75	1 453.60	107 766.03	7 531.35	8 530.86	133.53	4 195.12	4 880.76
2010	42 870.26	1 756.02	107 879.26	7 347.66	8 422.12	132.53	4 698.34	4 824.81
2015	42 512.65	2 520.17	107 152.88	7 678.41	8 299.80	131.53	4 799.80	4 835.76
2018	42 409.55	3 107.93	106 564.99	7 635.62	8 206.22	114.76	5 768.37	4 123.39
1980—1990	—833.27	95.46	642.16	—599.06	206.95	0.53	381.37	105.87
1990—1995	—1 735.44	95.52	33.87	—1.24	438.44	75.64	766.33	326.88
1995—2000	177.39	17.45	—25.38	—189.31	19.84	—73.69	33.71	40.00
2000—2005	—1 948.08	544.17	—64.25	—219.00	—53.58	—8.73	1 771.37	—21.89
2005—2010	—569.48	302.42	113.22	—183.68	—108.74	—1.00	503.22	—55.95
2010—2015	—357.61	764.15	—726.37	330.75	—122.32	—1.00	101.46	10.95
2015—2018	—103.10	587.76	—587.89	—42.79	—93.58	—16.77	968.56	—712.37
1980—2018	—5 369.61	2 406.93	—614.64	—904.34	287.00	—25.03	4 526.02	—306.51

2.1.2 “三生”用地结构转型特征 将 1980 年和 2018 年土地利用数据进行叠加分析后,得到 1980—2018 年广东省“三生”用地转移矩阵(表 3),在此基础上与广东省行政边界数据进行叠加分析,得到各地级市“三生”用地转移矩阵。从表 3 可以看出 1980—2018 年,广东省“三生”用地发生动态变化的面积为 62 813.09 km²,占总面积的 33.30%。按照“三生”用地类型统计,农业生产用地、林地生态用地土地转型最为强烈,分别有 24 818.16 km² 和 21 587.82 km² 的农业生产用地、林地生态用地转化为其他用地类型,对

应变化率分别为 51.94%和 20.14%;其中转化为林地生态用地的农业生产用地占比 29.53%,转化为农业生产用地的林地生态用地占比 12.51%,两者相互转换情况显著。分别有 4 861.22 km² 和 2 995.87 km² 的其他用地类型转化为城镇生活用地、工矿生产用地,两者面积增加量最大,且主要来源于农业生产用地和林地生态用地。从各地级市来看,清远、湛江、韶关和梅州土地利用动态变化最明显,变化面积分别为 5 967.45, 5 447.07,5 443.11 km²和 4 447.51 km²,分别占总面积的 31.34%,44.15%,29.56%和 28.03%。

表 3 广东省 1980—2018 年“三生”用地转移矩阵								km ²
项 目		2018 年						
		农业生产用地	工矿生产用地	林地生态用地	牧草生态用地	水域生态用地	其他生态用地	城镇生活用地
1980年	农业生产用地	22 961.00	1 289.61	14 107.35	1 446.81	2 832.91	40.78	2 672.63
	工矿生产用地	197.34	112.05	139.45	20.77	112.68	1.90	80.93
	林地生态用地	13 409.22	941.36	85 591.81	3 565.37	1 847.36	15.38	996.50
	牧草生态用地	1 617.00	126.46	4 046.21	2 274.30	234.29	10.20	123.03
	水域生态用地	1 897.06	488.50	1 738.85	216.70	2 781.69	16.91	521.85
	其他生态用地	41.43	8.07	23.20	8.00	28.16	23.60	0.41
	城镇生活用地	121.28	29.42	92.33	5.74	78.61	0	907.15
	农村生活用地	2 165.23	112.46	825.79	97.93	290.52	5.99	465.87

2.1.3 “三生”用地空间转型特征 通过中心转移模型,计算出广东省几何中心及不同年份“三生”用地中心,广东省几何中心位于广州市白云区东北方,1980—2018 年农业生产用地、牧草生态用地、农村生活用地中心在空间上较为集中,说明研究期内其区域差异不明显;而工矿生产用地、林地及其他生态用地、城镇生活用地中心在空间上较为分散,表明其区域存在明显差异。农业生产用地中心均位于广东省几何

中心的西南方,中心转移主要在西北方向上展开,其空间分布不均衡性有所增加。工矿生产用地中心移动方面,由于 1980—2018 年粤北地区工矿生产用地面积增幅(566.88 km²)较粤西地区(95.95 km²)大,工矿生产用地中心总体向东北方向迁移,并逐渐向何中心靠近,表明其空间分布均衡性有所增加。林地生态用地中心逐渐靠近广东省几何中心,表明林地生态用地空间分布不均衡性有所缓和。牧草生态用地中

心均位于几何中心的东北方,中心迁移在西北方向上进行。水域生态用地中心均位于几何中心的西南方,2018 年向东北方向大幅度迁移,主要是佛山水域生态用地面积急剧减少(376.36 km²),但其空间分布不均衡的现象得到一定改善。其他生态用地中心位于几何中心的西南方,由于粤东、粤北地区其他生态用地均减少,而粤西地区增加,中心转移主要在西南方向上展开。城镇生活用地中心均位于广东省几何中心的东南方,经向移动 0.13°,纬向移动 0°,表明城镇生活用地区域差异扩大的方向主要在东西方向上进行,2018 年中心较 1980 年与广东省几何中心的距离有所增加,表明其空间分布不均衡性有所减少。农村生活用地中心均位于几何中心的西南方,2018 年农村生活用地中心位于 1980 年的西南方,转移主要在西南方向上展开。

2.2 广东省生态环境质量分析

2.2.1 生态环境质量时空分异特征 以 3 km 格网作为研究单元,通过生态环境质量指数模型,得到 1980—2018 年广东省各地级市生态环境质量情况(表 4),在此基础上利用自然断点法,得到 1980—2018 年广东省生态环境质量时空演变情况(图 2),从图 2 可以看出,广东省生态环境质量存在明显的“内

陆高一沿海低”的空间分布特征,即内陆地区为海拔较高的生态环境质量高值区,主要地类为林地生态用地、牧草生态用地,沿海地区为地势较为平坦的生态环境质量低值区,主要地类为农业生产用地、生活用地。从表 4 可知,广东省内仅 1/3 地级市的生态环境质量优于省内平均值。河源、梅州、肇庆、韶关的生态环境质量大于 0.7,明显高于其他区域,是因为这些地级市具有良好的自然生态本底,林地生态用地占比均大于 75%,对于城镇生活用地及工矿生产用地的扩张起到了一定的平衡作用,但 2018 年生态环境质量较 1980 年仍有所降低。而中山、东莞、佛山的生态环境质量较低,一方面是由于其自然生态本底以生态环境质量指数较低的农业生产用地为主,另一方面是城镇生活用地及工矿生产用地所占比重较大。1980—2018 年广东省生态环境质量发生明显变化,其中湛江、阳江表现为生态环境质量上升,分别从 0.481 6,0.633 4 上升至 0.490 9,0.632 8,因为林地生态用地的增加,生态环境恶化情况得到缓和;由于农业生产用地、生态用地被城镇生活用地、工矿生产用地大量占用,导致深圳、东莞、佛山是生态环境质量出现明显下降,分别下降了 0.116 5,0.096 7,0.052 2。

表 4 广东省 1980—2018 年各地级市生态环境质量

地级市	1980	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018	平均值	总变化
河源市	0.749 2	0.749 1	0.750 9	0.748 9	0.751 0	0.752 4	0.750 6	0.745 0	0.749 6	−0.004 2
梅州市	0.734 2	0.735 1	0.735 4	0.735 0	0.735 1	0.735 9	0.733 5	0.730 4	0.734 3	−0.003 8
清远市	0.699 9	0.700 4	0.700 3	0.700 4	0.699 9	0.700 2	0.698 5	0.697 2	0.699 6	−0.002 7
韶关市	0.720 5	0.721 9	0.721 8	0.721 9	0.722 1	0.722 4	0.720 5	0.720 0	0.721 4	−0.000 5
云浮市	0.699 8	0.700 3	0.700 4	0.700 3	0.699 9	0.700 1	0.697 7	0.693 5	0.699 0	−0.006 3
潮州市	0.592 6	0.595 2	0.592 2	0.595 1	0.594 2	0.595 3	0.592 9	0.601 6	0.594 9	0.009 0
揭阳市	0.583 8	0.582 6	0.581 5	0.582 1	0.581 6	0.582 0	0.578 3	0.581 1	0.581 6	−0.002 7
汕头市	0.481 9	0.484 4	0.493 2	0.485 0	0.484 2	0.483 6	0.482 1	0.487 7	0.485 3	0.005 8
汕尾市	0.622 1	0.620 0	0.622 7	0.619 3	0.620 0	0.621 0	0.618 1	0.618 1	0.620 2	−0.004 0
茂名市	0.633 4	0.633 2	0.631 9	0.632 1	0.632 4	0.632 8	0.631 8	0.628 1	0.632 0	−0.005 3
阳江市	0.633 4	0.633 1	0.632 0	0.631 7	0.632 5	0.633 2	0.630 8	0.635 3	0.632 8	0.001 9
湛江市	0.481 6	0.483 4	0.490 5	0.490 5	0.495 5	0.495 4	0.494 4	0.495 9	0.490 9	0.014 3
东莞市	0.502 7	0.504 6	0.476 6	0.475 0	0.422 9	0.406 7	0.401 7	0.406 0	0.449 5	−0.096 7
佛山市	0.488 9	0.491 1	0.499 4	0.498 1	0.479 3	0.470 3	0.464 5	0.436 7	0.478 5	−0.052 2
广州市	0.549 1	0.548 4	0.547 5	0.547 7	0.538 0	0.530 8	0.527 8	0.527 7	0.539 6	−0.021 4
惠州市	0.664 1	0.664 7	0.664 0	0.663 4	0.661 2	0.658 8	0.656 9	0.656 7	0.661 2	−0.007 4
江门市	0.608 1	0.609 1	0.612 0	0.611 5	0.610 2	0.609 9	0.606 0	0.601 4	0.608 5	−0.006 7
深圳市	0.582 9	0.579 3	0.540 5	0.538 0	0.507 3	0.496 1	0.491 1	0.466 4	0.525 2	−0.116 5
肇庆市	0.721 0	0.721 9	0.722 2	0.722 3	0.722 2	0.722 0	0.720 2	0.719 9	0.721 5	−0.001 1
中山市	0.452 5	0.458 2	0.461 3	0.462 0	0.432 6	0.427 7	0.422 4	0.414 1	0.441 4	−0.038 4
珠海市	0.546 0	0.540 8	0.526 0	0.526 8	0.531 2	0.528 9	0.521 2	0.512 1	0.529 1	−0.033 9
全省	0.648 1	0.648 6	0.648 5	0.648 1	0.646 2	0.645 6	0.643 2	0.641 4	0.646 2	−0.006 8

2.2.2 生态环境质量变化热点分布特征 通过 ArcGIS 中的热点分析,得到 1980—2018 年广东省生态环境质量变化热点区空间分布格局(图 3),选取的

冷热点均在 95% 以上置信度内具有统计显著性,从图 3 可以看出除 1980—1990 年外,其他各阶段冷点区面积都大于热点区,与表 4 的结果相吻合。从热点

区来看,各阶段的热点区分布均较为分散,主要集中在粤北、粤西、粤东地区,出现这一现象主要原因是部分农业生产用地退耕还林。

根据冷点区分布情况看,各阶段的冷点区主要分布于珠江三角洲地区,且分布较为集中,主要是经济

效益推动下,城镇生活用地、工矿生产用地不断扩张,给生态环境带来极大压力。从整体来看,1980—2018 年广东省生态环境质量增值热点区主要分布在湛江,冷点区主要分布在深圳、东莞、广州、佛山,呈现连片状分布。

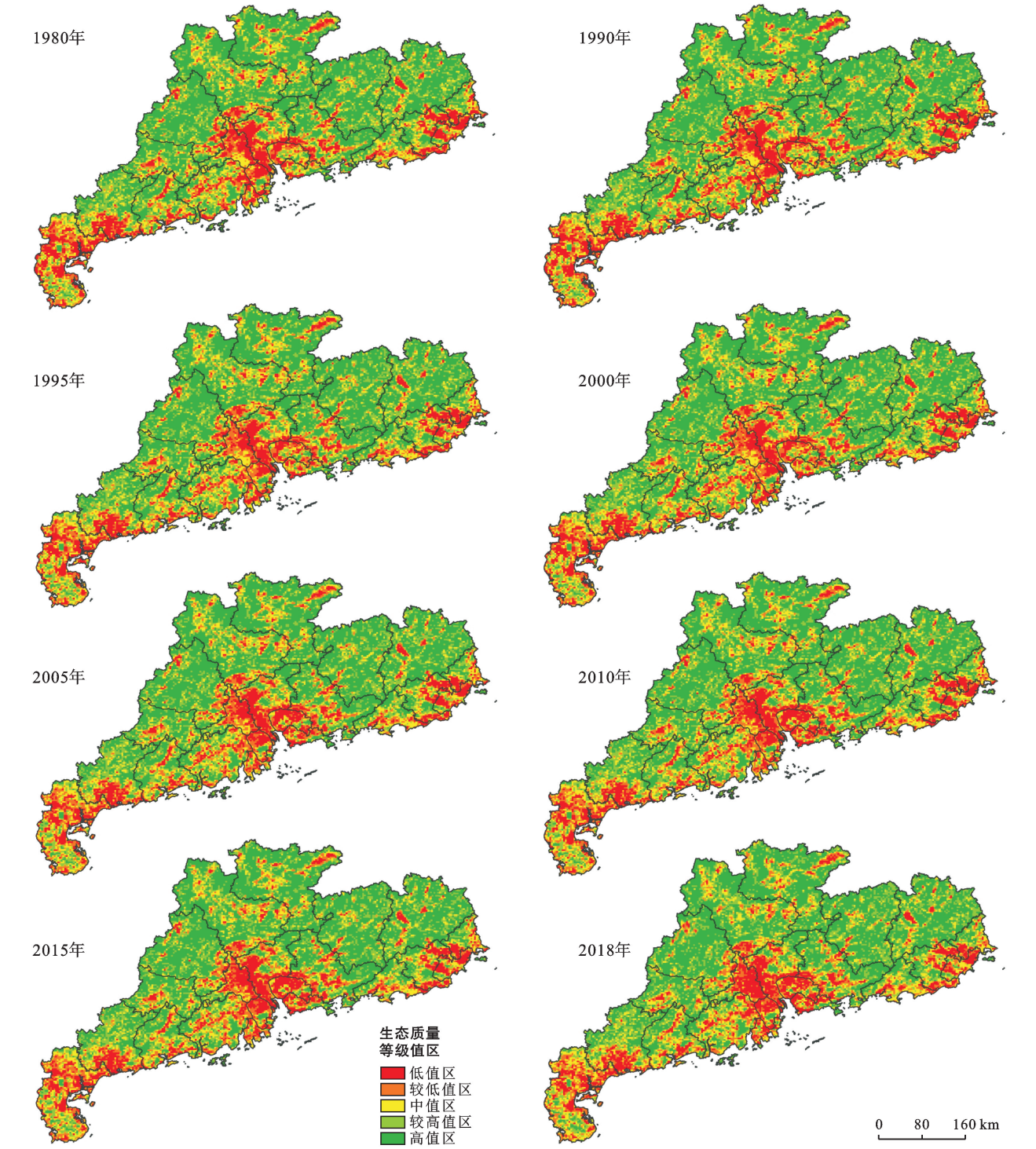


图 2 广东省 1980—2018 年生态环境质量时空分异

2.2.3 “三生”用地转型对生态环境质量的影响 广东省生态环境质量改善和恶化两种趋势同时存在,并

在一定程度上能够相互抵消,从而使整体生态环境质量维持在稳定水平。

根据生态贡献率模型计算出 1980—2018 年期间广东省导致生态环境改善和恶化的主要“三生”用地转型和贡献率(表 5),从表 5 可以看出,农业生产用地退耕还林是广东省生态环境质量改善的主要原因,占到生态贡献率的 62.82%,牧草及水域生态用地、农村生活用地和工矿生产用地转化为林地生态用地对生态环境的改善也起到了积极作用,占到生态贡献率的

33.40%,农村生活用地、水域生态用地及牧草生态用地转化为农业生产用地对生态环境改善有一定的贡献。而林地生态用地被非林地生态用地占用是促使广东省生态环境恶化的主要原因,占比 91.38%,农业生产用地转化为城镇生活用地和农村生活用地对生态环境质量的降低影响较小,但也是导致生态环境恶化的原因之一。

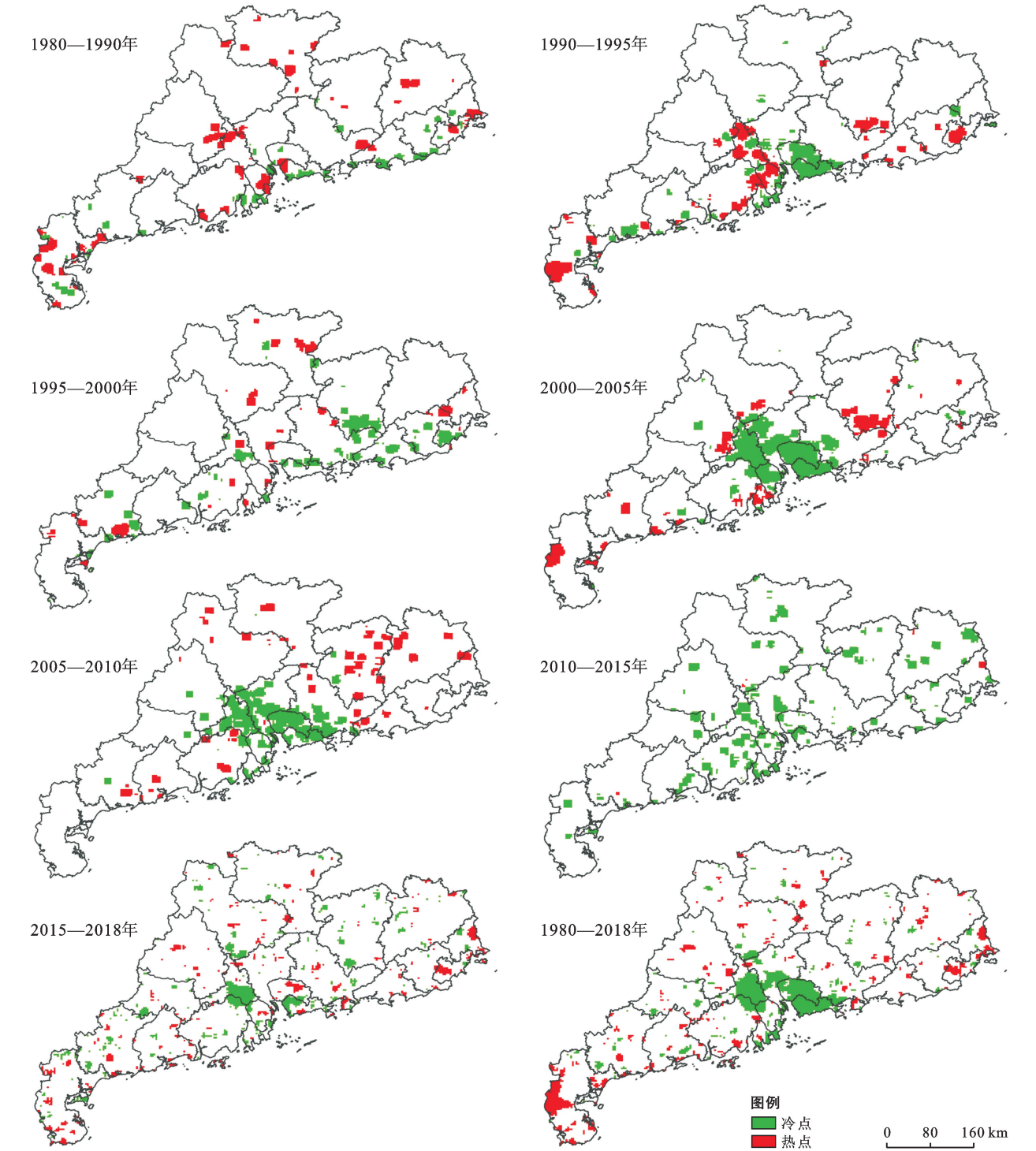


图 3 广东省 1980—2018 年生态环境质量变化热点区空间分布格局

表 5 广东省 1980—2018 年“三生”用地转型及其贡献率

主要土地利用变化类型			生态 贡献率	占贡献率 比率/%	主要土地利用变化类型			生态 贡献率	占贡献率 比率/%
生态环境改善	农业生产用地—林地生态用地		0.034 54	62.82	林地生态用地—农业生产用地		—0.033 79	53.84	
	牧草生态用地—林地生态用地		0.010 86	19.75	林地生态用地—牧草生态用地		—0.009 73	16.07	
	水域生态用地—林地生态用地		0.003 77	8.65	林地生态用地—水域生态用地		—0.004 41	8.41	
	农村生活用地—林地生态用地		0.002 35	4.27	林地生态用地—城镇生活用地		—0.002 87	4.71	
	农村生活用地—农业生产用地		0.000 76	1.38	林地生态用地—工矿生产用地		—0.002 74	4.49	
	水域生态用地—农业生产用地		0.000 47	0.83	林地生态用地—农村生活用地		—0.002 33	3.86	
	工矿生产用地—林地生态用地		0.000 40	0.73	农业生产用地—城镇生活用地		—0.001 05	1.73	
	牧草生态用地—农业生产用地		0.000 30	0.54	农业生产用地—农村生活用地		—0.000 98	1.61	
	总 计		0.053 44	98.97	总 计		—0.057 89	94.72	

3 讨论与结论

3.1 讨论

本文基于“三生”用地转型分析模型,探究“三生”用地结构及空间转型特征;借助生态环境质量分析模型,计算不同年份各地级市生态环境质量,刻画生态环境质量时空分布特征及生态环境质量变化热点分布特征,探讨“三生”用地转型对生态环境质量的影响,为区域协调发展及土地资源可持续利用提供一定参考。

在生态环境质量分析部分,基于格网对生态环境质量进行计算,其结果与前人的研究成果基本一致^[44],但以格网作为评价单元的生态环境质量与以行政区作为研究单元的结果有细微差别^[29],与以行政区作为研究单元的结果相比,生态环境质量变化趋势一致,但广东省整体生态环境质量偏高,而各地级市偏低,主要是行政区边界不规整带来的影响。考虑图幅问题以及能够使生态环境质量空间差异性最大化^[4],选择 3 km 格网作为评价单元,然而生态环境质量具有很强的尺度依赖性,选择的研究尺度不同,得到结果不同^[41]。因此,生态环境质量会因为选取的研究尺度不同而得到不同的结果。

1980—2018 年农业生产用地和城镇生活用地转型明显。其中,农业生产用地面积大幅度减小,一方面主要是转化为林地生态用地,与退耕还林相关政策颁布实施有关;另一方面是被工矿生产用地、城镇生活用地和农村生活用地占用,主要是经济高速发展以及人口的急剧增加,对土地的需求日益增长,导致农业生产用地被占用。城镇生活用地面积大幅度增加,且主要来源于农村生活用地,由于城镇生活用地的经济效益要远高于农业生产用地,大量的农业人口转为非农业人口,都在一定程度上加剧了农业生产用地向城镇生活用地的转化。

生态环境质量变化的主要原因是高生态环境质量指数的地类与低生态环境质量指数的地类相互转

化,其中林地生态用地转化为其他非林地生态用地是生态环境质量恶化的原因,而非林地生态用地转化为林地生态用地是生态环境质量改善的原因。

基于格网尺度,分析不同空间区位上生态环境质量变化,能够为广东省土地利用精准调控提供技术支撑,提取生态环境质量提高及下降明显区域,能够制定有针对性的政策措施,使政策实施力度得到有效提高。但由于“三生”用地分类是基于土地利用主导功能进行的,并未探讨同一地类各功能的比例情况,测算出的各地类环境质量精度仍需提高。未来可对土地利用功能进行细化,并结合区域实际情况对生态环境质量指数进行修正,得到更为精确的生态环境质量。同时生态环境质量结果可与区域经济、社会数据相结合,探寻生态环境质量良好且经济发展水平较高的区域,对此区域的发展模式等方面进行系统研究,为其他区域实现绿色发展提供经验。

3.2 结 论

(1) 1980—2018 年广东省“三生”用地转型明显。从“三生”用地数量变化看,城镇生活用地、工矿生产用地、水域生态用地增加,伴随着农业生产用地、牧草、林地及其他生态用地、农村生活用地减少。从“三生”用地结构转型看,农业生产用地与林地生态用地相互转换面积最大。从“三生”用地空间转型看,农业生产用地、城镇生活用地空间分布均衡性有所减少,而工矿生产用地、林地生态用地空间分布均衡性有所增加。

(2) 1980—2018 年广东省生态环境质量变化明显,自 1990 年增加后逐年递减。从生态环境质量时空分异看,生态环境质量总体呈现“内陆高一沿海低”的分布特征;按照地级市统计,河源、梅州、肇庆、韶关的生态环境质量位于前列,而中山、东莞、佛山排名靠后,且深圳、东莞、佛山的生态环境质量降幅大,应引起重视。从生态环境质量变化热点分布看,冷点区主要集中在珠江三角洲地区,热点区则分布在粤东西北的少部分区域。

(3) 1980—2018 年广东省生态环境改善和恶化两种趋势并存,农业生产用地退耕还林是广东省生态环境改善的主导因素,而林地生态用地被农业生产用地和牧草生态用地占用则是生态环境恶化的重要因素。

3.3 建议

广东省生态环境质量呈现下降趋势,反映了工业化、城市化等因素给生态环境带来了负面影响^[45]。广东省生态环境质量区域差异显著,未来应对不同区域提出具有针对性的发展模式。对生态环境质量低值区应进行区域联合整治,保证区域经济稳定发展的同时,对现存的生态环境问题进行治理,生态保护与经济发展两手抓,坚守生态保护红线,实现区域可持续发展;对生态环境质量高值区则需带动其发展,与低值区相比,其基础设施相对滞后,交通可达性较低值区低,对其发展有所制约。因此因地制宜制定土地利用政策,对土地利用方式进行精准调控,有利于实现土地资源可持续利用与区域协调发展。

[参 考 文 献]

- [1] Foley J A, De Fries R, Asner G P, et al. Global consequences of land use [J]. science, 2005, 309(5734):570-574.
- [2] Liu Yansui, Fang Fang, Li Yuheng. Key issues of land use in China and implications for policy making [J]. Land Use Policy, 2014,40:6-12.
- [3] 龙花楼,曲艺,屠爽爽,等.城镇化背景下中国农区土地利用转型及其环境效应研究:进展与展望[J].地球科学进展,2018,33(5):455-463.
- [4] 李龙,吴大放,王芳,等.中国快速城市化区域生态系统服务价值预测及权衡研究:以佛山市为例[J].生态学报,2020,40(24):9023-9036.
- [5] 龙花楼,陈坤秋.基于土地系统科学的土地利用转型与城乡融合发展[J].地理学报,2021,76(2):295-309.
- [6] Mather A S. The forest transition [J]. Area, 1992,24(4):367-379.
- [7] Grainger A. The forest transition: an alternative approach [J]. Area, 1995: 242-251.
- [8] 龙花楼.土地利用转型:土地利用/覆被变化综合研究的新途径[J].地理与地理信息科学,2003,19(1):87-90.
- [9] 龙花楼,屠爽爽.土地利用转型与乡村振兴[J].中国土地科学,2018,32(7):1-6.
- [10] Hosonuma N, Herold M, De Sy V, et al. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries [J]. Environmental Research Letters, 2012,7(4):044009.
- [11] Leblond J P. Revisiting forest transition explanations: The role of “push” factors and adaptation strategies in forest expansion in northern Phetchabun, Thailand [J]. Land Use Policy, 2019, 83: 195-214.
- [12] Gong Z, Gu L, Yao S, et al. Effects of bio-physical, economic and ecological policy on forest transition for sustainability of resource and socioeconomics development [J]. Journal of Cleaner Production, 2020,243: 118571.
- [13] Kozak J, Szwagrzyk M. Have there been forest transitions? Forest transition theory revisited in the context of the Modifiable Areal Unit Problem [J]. Area, 2016, 48(4): 504-512.
- [14] Lacerda Silva A, Salas Alves D, Pinheiro Ferreira M. Landsat-Based land use change assessment in the Brazilian Atlantic forest: Forest transition and sugarcane expansion [J]. Remote Sensing, 2018,10(7):996.
- [15] 龙花楼.中国农村宅基地转型的理论与证实[J].地理学报,2006,61(10):1093-1100.
- [16] 宋小青.论土地利用转型的研究框架[J].地理学报,2017,72(3):471-487.
- [17] 陈昌玲,张全景,诸培新.经济发达地区城乡建设用地转型时空演变特征:以江苏通州为例[J].土壤通报,2018, 49(3):537-545.
- [18] 戈大专,龙花楼,杨忍.中国耕地利用转型格局及驱动因素研究:基于人均耕地面积视角[J].资源科学,2018,40(2):273-283.
- [19] 史洋洋,吕晓,黄贤金,等.江苏沿海地区耕地利用转型及其生态系统服务价值变化响应[J].自然资源学报,2017,32(6):961-976.
- [20] 朱清,毛召锋.土地利用转型过程及其对区域生态质量的影响分析:以巢湖市为例[J].测绘与空间地理信息,2019,42(11):58-62,65.
- [21] 胡锋,安裕伦,赵海兵.基于土地利用转型视角的“亚喀斯特”区域生态环境效应研究:以黔中部分地区为例[J].地球与环境,2016,44(4):447-454.
- [22] 阿迪莱·如则,阿依吐尔逊·沙木西,古丽米热·艾尔肯.开都—孔雀河流域土地利用转型及其功能变化特征[J].水土保持通报,2020,40(4):244-251.
- [23] 张英男,龙花楼,屠爽爽,等.鄱阳湖生态经济区土地利用转型热点区域识别及其动力机制研究[J].生态环境学报,2016,25(11):1828-1835.
- [24] 郭椿阳,高尚,周伯燕,等.基于格网的伏牛山区土地利用变化对生态服务价值影响研究[J].生态学报,2019, 39(10):3482-3493.
- [25] 蒋超,龚建周,陈晓越,等.广东省土地利用阶段特征及动态研究框架探讨[J].广东农业科学,2019,46(8): 146-157.
- [26] 林珍铭,夏斌,董武娟.基于信息熵的广东省土地利用结构时空变化分析[J].热带地理,2011,31(3):266-271.
- [27] 刘振杰,刘洛,孙璐,等.分时序广东省土地利用变化的

时空格局和驱动力分析[J].江苏农业科学,2018,46(18):253-260.

[28] 吴佩君,刘小平,黎夏,等.基于 InVEST 模型和元胞自动机的城市扩张对陆地生态系统碳储量影响评估:以广东省为例[J].地理与地理信息科学,2016,32(5):22-28,36.

[29] 龚亚男,韩书成,时晓标,等.广东省“三生空间”用地转型的时空演变及其生态环境效应[J].水土保持研究,2020,27(3):203-209.

[30] 邹利林,王建英,胡学东.中国县级“三生用地”分类体系的理论构建与实证分析[J].中国土地科学,2018,32(4):59-66.

[31] 朱琳,程久苗,金晶,等.“三生”用地结构的时空格局及影响因素研究:基于 284 个城市面板数据[J].中国农业资源与区划,2018,39(8):105-115.

[32] 刘继来,刘彦随,李裕瑞.中国“三生空间”分类评价与时空格局分析[J].地理学报,2017,72(7):1290-1304.

[33] 吕立刚,周生路,周兵兵,等.区域发展过程中土地利用转型及其生态环境响应研究:以江苏省为例[J].地理科学,2013,33(12):1442-1449.

[34] 李晓文,方创琳,黄金川,等.西北干旱区城市土地利用变化及其区域生态环境效应:以甘肃河西地区为例[J].第四纪研究,2003,23(3):280-290.

[35] 朱志超,刘燕燕,范天瑜.东湖水质状况的面积加权法评价分析[J].环境科学与技术,2006,29(1):67-68.

[36] 赵璐,赵作权.中国沿海地区经济空间差异的动态演化[J].世界地理研究,2014,23(1):45-54.

[37] 范业婷,金晓斌,项晓敏,等.江苏省土地利用功能变化及其空间格局特征[J].地理研究,2019,38(2):383-398.

[38] 杨清可,段学军,王磊,等.基于“三生空间”的土地利用转型与生态环境效应:以长江三角洲核心区为例[J].地理科学,2018,38(1):97-106.

[39] 郭椿阳,高尚,周伯燕,等.基于格网的伏牛山区土地利用变化对生态服务价值影响研究[J].生态学报,2019,39(10):3482-3493.

[40] 何改丽,李加林,刘永超,等.1985—2015 年美国坦帕湾流域土地开发利用强度时空变化分析[J].自然资源学报,2019,34(1):66-79.

[41] 陈万旭,李江风,冉端.长江中游城市群土地利用转型和城镇化之间的空间关系[J].长江流域资源与环境,2019,28(5):1036-1048.

[42] 张晓琳,金晓斌,范业婷,等.1995—2015 年江苏省土地利用功能转型特征及其协调性分析[J].自然资源学报,2019,34(4):689-706.

[43] 杨述河,闫海利,郭丽英.北方农牧交错带土地利用变化及其生态环境效应:以陕北榆林市为例[J].地理科学进展,2004,23(6):49-55.

[44] Yang Yuanyuan, Bao Wenkai, Li Yuheng, et al. Land Use Transition and Its Eco-Environmental Effects in the Beijing-Tianjin-Hebei Urban Agglomeration: A Production-Living-Ecological Perspective [J]. Land, 2020,9(9):285.

[45] Zheng Zihao, Wu Zhifeng, Chen Yingbiao, et al. Exploration of eco-environment and urbanization changes in coastal zones: A case study in China over the past 20 years [J]. Ecological Indicators, 2020,119:106847.

~~~~~

(上接第 230 页)

[15] 郑粉莉,杨勤科,王占礼.水蚀预报模型研究[J].水土保持研究,2004,11(4):13-24.

[16] 刘宝元,史培军.WEPP 水蚀预报流域模型[J].水土保持通报,1998,18(5):7-13.

[17] 胡云华,刘斌涛,宋春风,等.基于 USLE 模型的大小凉山地区土壤侵蚀定量研究[J].水土保持通报,2016,36(4):232-236.

[18] 操玥,王世杰,白晓永,等.喀斯特槽谷区土壤侵蚀时空演变及未来情景模拟[J].生态学报,2019,39(16):6061-6071.

[19] 四川省人民政府.四川水土流失综合治理蓝图绘就[EB/OL].(2017-01-10)[2021-03-05].

[20] 黄凤琴,第宝锋,黄成敏,等.基于日降雨量的年均降雨侵蚀力估算模型及其应用:以四川省凉山州为例[J].山地学报,2013,31(1):55-64.

[21] 文雯,李阳兵,李睿康,等.三峡库区腹地土壤侵蚀动态演变研究[J].长江流域资源与环境,2018,27(3):544-555.

[22] 王欢,高江波,侯文娟.基于地理探测器的喀斯特不同地貌形态类型区土壤侵蚀定量归因[J].地理学报,2018,73(9):1674-1686.

[23] 章文波,谢云,刘宝元.中国降雨侵蚀力空间变化特征[J].山地学报,2003,21(1):33-40.

[24] Lin Yuanbao, Nearing M A, Shi P J, et al. Slope length effects on soil loss for steep slopes [J]. Soil Science Society of America Journal, 2000,64(5):1759-1763.

[25] 张科利,彭文英,杨红丽.中国土壤可蚀性值及其估算[J].土壤学报,2007,44(1):7-13.

[26] 蔡崇法,丁树文,史志华,等.应用 USLE 模型与地理信息系统 IDRISI 预测小流域土壤侵蚀量的研究[J].水土保持学报,2000,14(2):19-24.

[27] 马骏,李昌晓,魏虹,等.三峡库区生态脆弱性评价[J].生态学报,2015,35(21):7117-7129.

[28] 赵明伟,王妮,施慧慧,等.2001—2015 年间我国陆地植被覆盖度时空变化及驱动力分析[J].干旱区地理,2019,42(2):324-331.

[29] 薛联青,王晶,魏光辉.基于 PSR 模型的塔里木河流域生态脆弱性评价[J].河海大学学报(自然科学版),2019,47(1):13-19.