

杨壮壮,王亚华,乔伟峰,等. 扬子江城市群国土开发强度与资源环境承载力的时空耦合关系[J]. 江苏农业科学,2020,48(24):280-286.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.24.051

扬子江城市群国土开发强度与资源环境承载力的时空耦合关系

杨壮壮^{1,2}, 王亚华^{1,3,4}, 乔伟峰^{1,3,4}, 吴 菊⁵, 毕云龙^{6,7}

[1. 南京师范大学地理科学学院, 江苏南京 210023; 2. 南京国图信息产业有限公司, 江苏南京 210036;

3. 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心, 江苏南京 210023; 4. 南京师范大学乡村振兴研究院, 江苏南京 210023;

5. 江苏省城市规划设计研究院, 江苏南京 210036; 6. 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083;

7. 自然资源部咨询研究中心, 北京 100035]

摘要:研究国土开发强度和资源环境承载力之间的耦合协调关系,有利于推动区域可持续发展与优化国土空间开发格局。以扬子江城市群为例,通过构建国土开发强度测度模型、资源环境承载力评价指标体系及两者间的耦合协调关系模型,分析各个城市 2007、2012、2017 年的国土开发强度、资源环境承载力时空变化特征与耦合协调关系。结果表明:(1)扬子江城市群整体的国土开发强度较高,并且呈现出逐年升高的趋势;(2)各个城市间资源承载力出现小幅度下降,环境承载力呈波动上升趋势,社会经济支撑力无明显变化,资源环境承载力整体呈现出先升后降的趋势;(3)耦合水平整体呈现出小幅度上升的趋势,但协调关系和耦合程度没有发生明显的改善,资源环境对于城市开发建设的约束程度未出现缓解趋势。

关键词:国土开发强度;资源环境承载力;时空变化特征;耦合度;协调度;扬子江城市群

中图分类号: F301.24 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)24-0280-06

资源环境本底是限制区域开发的重要因素,当资源环境约束趋紧时,往往会导致区域发展不协调和国土开发失衡的问题,因此摸清资源环境本底、合理控制区域国土开发强度是推动经济高质量发展的关键环节^[1]。作为衡量自然资源与社会经济整体协调水平的重要工具^[2],资源环境承载能力反映的是特定国土空间内自然资源、环境容量和生态服务功能对人类活动的综合支撑水平,是由资源承载力和环境承载力构成的具有客观性、动态性特征的整体^[3]。经过多年的不断发展,资源环境承载力的研究内容和研究方向逐渐向多个学科扩展,如人口学、地理学、环境科学等^[2]。近年来,研究重点主要聚焦于以下几个方面:(1)从资源、环境、社会、经济、生态、灾害等多个维度对其概念和内涵进行细化^[4-6];(2)从经济、社会、环境和资源条件等多个角度对评价指标体系进行优

化和完善^[7-9];(3)对单要素承载力在时空双向维度进行深化,对多要素综合承载力在广度与交互性方面进行扩展和延伸^[10-14];(4)资源环境承载力在灾后重建、产业规划、监测预警、国土空间规划等方面的应用进行研究^[2,15-17]。

另外,国土开发强度作为区域土地利用程度及其对社会经济人口累积承载强度的综合反映,体现的是区域土地集约利用程度和人类活动强度,映射出区域现代化发展水平^[1,18-19]。当前关于国土开发强度的研究主要侧重于时空格局演变、影响因素、驱动机制及生态环境效应的分析等方面^[20-23]。虽然目前关于资源环境承载力和国土开发强度的相关研究较为成熟,但少有学者将二者结合起来开展相关研究工作^[1,24-26]。同时,考虑到在江苏省“1+3”重点功能区战略布局背景下,谋划扬子江城市群建设已经成为落实“长三角区域一体化发展”和“长江经济带建设”两大国家战略的重要载体,其重要性地位已不言而喻。因此,本研究选取扬子江城市群为研究区域,构建资源环境承载力评价指标体系、国土开发强度测度模型及二者之间的耦合协调测度模型,分析时空变化特征及耦合协调关系,以期为分析扬子江城市群资源环境承载现

收稿日期:2020-04-08

基金项目:国家自然科学基金(编号:41871178);江苏省国土资源科技计划(编号:2018038)。

作者简介:杨壮壮(1994—),男,河南漯河人,硕士研究生,主要从事土地与国土空间规划研究。E-mail:1046659544@qq.com。

通信作者:王亚华,博士,正高级实验师,硕士生导师,主要从事城乡发展与土地规划研究。E-mail:09123@njnu.edu.cn。

状、发现资源利用问题、优化国土空间开发保护格局、推动区域探索生态优先、绿色发展道路提供借鉴和理论依据。

1 研究区域与数据来源

1.1 区域概况

扬子江城市群包括南京、镇江、常州、无锡、苏州、扬州、泰州、南通 8 市,集聚了江苏省全省最丰富的经济、科教、人文等要素资源,在江苏省 48% 的国土面积上聚集了 62% 的人口,为江苏省贡献了超过 64% 的地区生产总值,地区人均生产总值位居全国前列,已经成为江苏省经济发展的“发动机”和增长极。作为国内拥有最好经济发展基础与最强综合竞争实力的扬子江城市群,汇集了长三角一体化、苏南现代化示范区、苏南国家自主创新区、长江经济带、南京江北新区等国家五大战略,在长三角世界级城市群建设和长江经济带发展中具有不可替代的战略地位。

1.2 数据来源

社会经济、资源消耗、水资源数据来源于 2007、2012、2017 年的《江苏统计年鉴》和江苏省各地级市统计年鉴,污染排放、生态保护、污染控制数据来源于 2007、2012、2017 年的《中国城市统计年鉴》和江苏省各地级市环境状况公报,土地资源数据来源于江苏省各地级市土地利用变更调查结果。

2 研究方法

2.1 资源环境承载力评价指标体系的构建

“资源环境综合承载力”作为涉及资源、环境和社会经济等方面内容的复杂概念,在内部系统的相互作用和外部因素的相互影响下,其数值往往较难准确计算,进而影响了对承载状态的准确判断。因此,能否在考虑载体和承载物系统关联性的基础上,科学、合理地选择全面、系统、具有操作性的评价指标,对于资源环境综合承载力的计算结果能否经得起考验至关重要^[27]。

基于现有研究成果^[28-30],综合考虑资源环境综合承载力影响因素,选择资源承载力、生态环境承载力和社会经济支撑力共同构建资源环境承载力指标体系。如表 1 所示,资源承载力主要涵盖土地资源和水资源指标,生态环境承载力主要涵盖环境容量、生态保护、污染控制状况指标,社会经济支撑力主要涵盖社会经济和资源消耗水平指标,共有 20 项指

标。采用德尔菲法确定指标体系权重,在分析指标意义、特征、重要性程度和相互关系的基础上,通过咨询相关领域专家及专业人员意见,综合确定指标权重,并在标准化处理后测算资源环境承载力指数。

2.2 国土空间开发强度的测算

国土开发强度指地区建设用地总量占国土总面积的比例。本研究采用江苏省各地级市土地利用变更调查数据成果,将城镇用地、农村居民点用地、采矿用地、风景名胜及工矿用地、交通运输用地、水工建筑用地(扣除水库水面)等统归为建设用地,并按下式计算国土开发强度指数:

$$DI = BL/TL. \quad (1)$$

式中: DI 表示国土开发强度; BL 表示区域建设用地总面积; TL 表示区域国土总面积。

2.3 耦合协调关系模型

在以往的研究中多采用耦合度作为度量系统中各要素之间相互作用和影响程度的指标,并用其测度国土开发强度和资源环境承载力之间的相互关系,既能反映两者之间的协调性,又能表征耦合水平对整体有序程度的贡献,评价模型结构如下^[31]:

$$D = \sqrt{C \times T}; \quad (2)$$

$$C = \sqrt{\frac{DS \times RE}{(DS + RE)^2}}. \quad (3)$$

式中: DS 为国土开发强度指数; RE 为资源环境承载力指数; D 为二者之间的协调度, D 越高,耦合协调度越好; C 为二者间的耦合度。参照文献[1, 24-25, 32]划分耦合度与协调度等级,如表 2 所示。

3 结果与分析

3.1 国土开发强度时空特征分析

在对研究数据进行标准化处理后,计算出扬子江城市群各个城市的国土开发强度指数。如表 3 所示,扬子江城市群 2007、2012、2017 年平均国土开发强度分别为 0.209 4、0.244 4、0.269 6,呈逐年上升趋势。其中,位于扬子江南岸(苏南地区)的南京市、镇江市、苏州市、无锡市、常州市(简称宁镇苏锡常)5 市国土开发强度均超过扬子江城市群的平均水平,甚至位于全国前列,主要由于苏南地区自改革开放以来便是我国经济发展的先行地带,工业化与城镇化快速发展,导致国土开发强度快速增长;而位于扬子江北岸(苏中地区)的南通、扬州、泰州 3 市国土开发强度相对略低,形成了扬子江南北两岸国土开发强度的较大差异格局。如图 1 所示,截至

表 1 资源环境综合承载力指标体系

目标层	准则层	分项指标	指标层	指标性质	指标权重
资源环境承载力	资源承载力(0.33)	土地资源	人均耕地面积(hm ²)	+	0.27
			人均建成区面积(m ²)	+	0.24
		水资源	人均水资源量(m ²)	+	0.27
			年降水量(mm)	+	0.22
	生态环境承载力(0.37)	环境容量	SO ₂ 容量(万 t/年)	-	0.11
			NO _x 容量(万 t/年)	-	0.11
			COD 容量(t/年)	-	0.11
		生态保护	森林覆盖率(%)	+	0.15
			人均公园绿地面积(m ²)	+	0.15
		污染控制状况	空气质量优良时间(d)	+	0.13
			固体废物综合利用率(%)	+	0.12
			污水处理率(%)	+	0.12
	社会经济支撑力(0.30)	社会经济	交通密度(人/km ²)	+	0.12
			地均 GDP(亿元/km ²)	+	0.15
			人均 GDP(万元)	+	0.15
			GDP 增长率(%)	+	0.12
			城镇化率(%)	+	0.13
		资源消耗水平	1 万元 GDP 耗电量(kW·h)	-	0.11
			1 万元 GDP 耗地面积(hm ²)	-	0.11
			1 万元 GDP 耗水量(m ³)	-	0.11

表 2 国土开发强度与资源环境承载力耦合度与协调度的等级划分

协调度(D)	协调关系	耦合度(C)	耦合程度
0.00 < D ≤ 0.19	严重失调	C = 0.0	无序状态
0.20 < D ≤ 0.29	中度失调	0.0 < C ≤ 0.3	低水平耦合阶段
0.30 < D ≤ 0.39	轻度失调	0.3 < C ≤ 0.5	拮抗阶段
0.40 < D ≤ 0.49	濒临失调	0.5 < C ≤ 0.8	磨合阶段
0.50 < D ≤ 0.59	勉强协调	0.8 < C ≤ 1.0	高水平耦合阶段
0.60 < D ≤ 0.69	初级协调		
0.70 < D ≤ 0.79	中级协调		
0.80 < D ≤ 0.89	良好协调		
0.90 < D ≤ 1.00	优质协调		

2017 年,国土开发强度位列前 3 的城市依次为无锡市、苏州市、常州市,分别达到了 0.343 6、0.309 7、0.282 2,无锡市、苏州市甚至超过了 0.30 的国际警戒线,主要是由苏锡常 3 市特殊的发展模式造成的,乡镇企业的快速发展、外向型经济的大力驱动及开发园区的建设推动了区域城乡同步发展,使城市空间快速扩张,建设用地规模不断扩大,国土开发强度不断增大。南京市作为江苏省省会城市和扬子江城市群核心城市,人口的不断流入加快了城市基础设施的建设速度,城市规模不断扩大,国土开发强度不断加大。位于扬子江北岸(苏中地

表 3 扬子江城市群 2007—2017 年国土开发强度统计结果

年份	国土开发强度							
	南京市	无锡市	常州市	苏州市	南通市	扬州市	镇江市	泰州市
2007	0.246 5	0.255 6	0.226 5	0.216 5	0.166 2	0.179 4	0.216 3	0.167 8
2012	0.275 7	0.311 8	0.258 3	0.280 9	0.192 2	0.191 1	0.251 8	0.193 0
2017	0.281 1	0.343 6	0.282 2	0.309 7	0.227 0	0.220 0	0.269 3	0.223 5

区)的南通、扬州、镇江 3 市的国土开发强度虽不及苏锡常地区,但开发强度仍处于较高水平,然而其发展主要受限于地理位置、外资利用水平、教育和人才等因素。

3.2 资源环境承载力的时空特征

对指标值进行标准化处理后,计算 2007、2012、

2017 年各项子系统的承载力指数和资源环境承载力指数,结果(表 4)表明,在 2007—2017 年间,扬子江城市群多数城市资源承载力出现了一定幅度的下降,仅南通市的资源承载力指数呈现逐年升高的趋势,主要原因为水资源短缺、水资源利用量逐年增加等,同时城市扩张侵占了大量土地,加上耕地

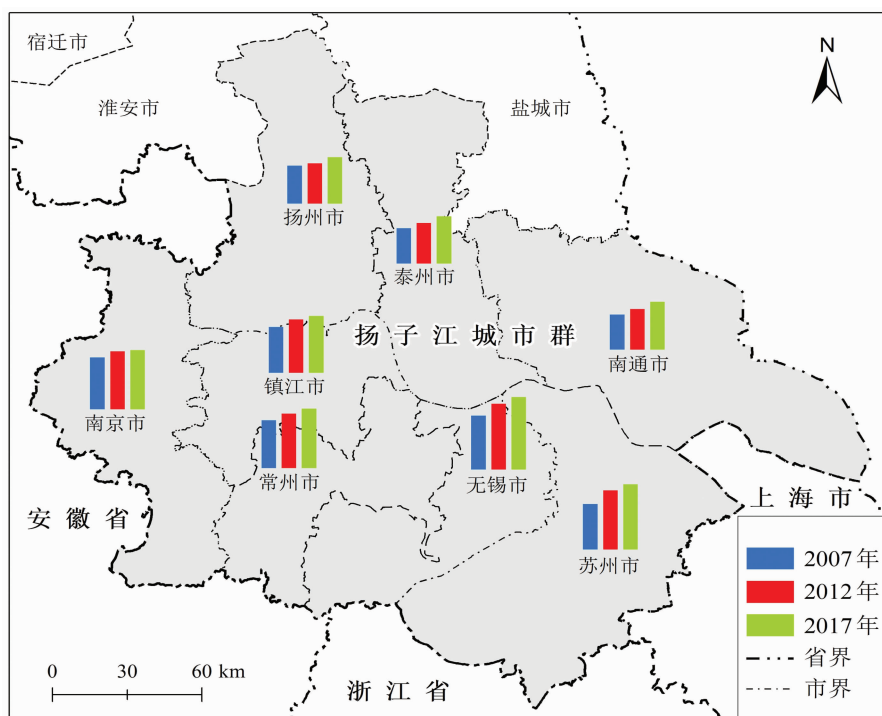


图1 2007—2017 年扬子江城市群国土开发强度时空变化特征

表 4 2007—2017 年扬子江城市群分系统承载力指数

系统	年份	南京市	无锡市	常州市	苏州市	南通市	扬州市	镇江市	泰州市
资源承载力指数	2007	0.468 9	0.270 4	0.333 7	0.517 7	0.414 2	0.665 4	0.600 4	0.437 5
	2012	0.568 5	0.416 8	0.548 1	0.520 0	0.461 7	0.559 2	0.504 0	0.395 2
	2017	0.506 6	0.190 0	0.372 1	0.477 0	0.508 6	0.416 4	0.647 8	0.319 5
生态环境承载力指数	2007	0.432 2	0.512 9	0.421 1	0.524 8	0.471 9	0.508 3	0.475 7	0.445 1
	2012	0.433 9	0.597 6	0.692 1	0.379 7	0.590 7	0.822 3	0.812 3	0.502 8
	2017	0.498 8	0.475 8	0.670 1	0.210 6	0.803 8	0.777 0	0.717 6	0.647 0
社会经济支撑力指数	2007	0.468 9	0.270 4	0.333 7	0.517 7	0.414 2	0.665 4	0.600 4	0.437 5
	2012	0.400 9	0.668 0	0.483 2	0.586 5	0.519 8	0.351 0	0.576 1	0.435 6
	2017	0.676 4	0.723 4	0.575 1	0.563 5	0.449 4	0.448 6	0.492 7	0.452 7
资源环境承载力指数	2007	0.465 9	0.476 8	0.423 2	0.548 1	0.485 5	0.547 6	0.534 3	0.409 6
	2012	0.468 4	0.559 1	0.581 9	0.488 0	0.526 8	0.594 1	0.639 7	0.447 1
	2017	0.554 6	0.455 8	0.543 3	0.404 4	0.600 1	0.559 5	0.627 1	0.480 7

后备资源不足,形成了水土资源基础薄弱的状况。生态环境承载力指数呈现波动变化的特征,多数城市呈现先上升后下降的趋势,主要由于扬子江城市群在 2012 年以后的工业化进程虽然更加注重高质量发展,但持续性的污染排放已经超过污染控制范围,生态保护力度虽然有所增大,但仍难以遏制资源环境承载力的下降趋势。此外,由表 4 还可以看出,社会经济支撑力指数无较大幅度变化。

整体上看,扬子江城市群的资源环境承载力指

数波动变化幅度较为明显,2007—2012 年间扬子江城市群多数城市呈现增长趋势,仅有苏州市呈下降趋势;2012—2017 年间,大部分城市资源环境承载力指数出现了下降,其中无锡市和苏州市的下降趋势最为明显,常州、扬州、镇江略有下降,南京市、南通市和泰州市表现出上升趋势。近 10 年来,仅有南京市、南通市、泰州市的资源环境承载力水平呈持续升高的趋势,而苏州市则表现出持续下降的趋势,具体变化特征见图 2。

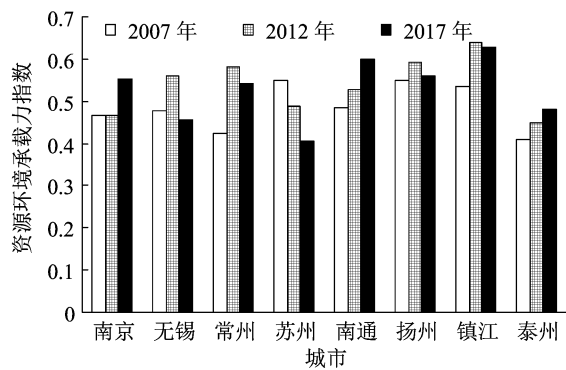


图2 扬子江城市群资源环境承载力的变化情况

3.3 国土开发强度与资源环境承载力的耦合协调关系

依据测度模型,计算扬子江城市群各个城市的耦合度与协调度,计算结果见表 5。从整体水平来看,扬子江城市群各个城市的耦合度均处于[0.4, 0.5),属于拮抗阶段向磨合阶段的过渡时期,大多数城市的协调度处于[0.5,0.6),属于勉强协调阶段的中等水平,仅泰州市在 2007 年的协调度水平属

表 5 扬子江城市群国土开发强度和资源环境承载力之间的耦合度与协调度

系统	年份	南京	无锡	常州	苏州	南通	扬州	镇江	泰州
耦合度(C)	2007	0.475 7	0.476 7	0.476 5	0.450 5	0.443 9	0.450 5	0.425 4	0.454 1
	2012	0.479 2	0.479 7	0.460 1	0.483 5	0.427 0	0.449 7	0.443 5	0.462 1
	2017	0.473 3	0.496 6	0.470 4	0.497 7	0.451 5	0.458 7	0.446 0	0.465 5
协调度(D)	2007	0.532 8	0.537 1	0.521 2	0.527 8	0.505 9	0.527 7	0.501 8	0.493 9
	2012	0.545 6	0.562 3	0.547 5	0.544 9	0.519 1	0.548 4	0.514 8	0.508 1
	2017	0.552 1	0.556 5	0.554 4	0.539 7	0.529 5	0.553 9	0.535 8	0.525 5

综合来看,扬子江城市群耦合协调度指数呈现上升趋势,说明国土开发强度和资源环境承载力之间的耦合协调水平处于不断提高的状态。从耦合度来看,2007 年最大的城市是无锡市,耦合度为 0.476 7,其他排名较为靠前的城市分别为常州市、南京市,耦合度分别为 0.476 5、0.475 7,处于拮抗阶段水平;2012 年,耦合度水平有小幅上升,其中耦合度最高的为苏州市,为 0.483 5,其耦合度上升幅度在扬子江城市群中最大,其他城市中耦合度大于 0.45 的有无锡市、南京市、常州市,耦合度分别为 0.479 7、0.479 2、0.460 1,其中常州市、南通市、扬州市的耦合度出现了下降;2017 年,耦合度的涨幅仍较小,最高的仍为苏州市,为 0.497 7,其他城市中排名较为靠前的为无锡市、南京市、常州市,分别为 0.496 6、0.473 3、0.470 4。近年来,扬子江城市群的耦合度虽有所上升,但始终处于拮抗阶段,仅苏州市和无锡市的耦合度接近 0.5,距离磨合阶段仅

于濒临失调阶段,协调度在近 10 年间并未发生较大变化。具体原因如下:(1)社会经济不断发展,资源供给矛盾突出。扬子江城市群的社会经济发展水平位于全国前列,工业化与城镇化加速推进,但是资源环境同处于持续消耗状态,同时又存在利用效率较低、消费结构不合理的问题,资源对于经济社会发展的约束不断加剧。(2)水土资源总量较小,供给与支撑能力不足。扬子江城市群始终面临人多地少、资源匮乏的困境,人均水资源量和耕地资源量远低于全国平均水平。耕地后备资源不足加大了建设占用耕地占补平衡的难度,水资源总量相对丰富的同时又面临水源“质性”问题,对经济发展的供给和支撑略显颓势。(3)发展社会经济的同时不断加大环保投入。近年来,江苏省为改善生态环境开展了一系列生态保护和环境治理专项行动,如“两减六治三提升”专项行动、“长江保护修复攻坚战行动”“大气污染防治行动”等,并不断加大环保投入,着力优化生态保护格局。

一步之遥。由此看出,扬子江城市群国土开发强度和资源环境承载力耦合度增速缓慢,经过 10 年的发展仍未进入磨合阶段,未来的发展潜力不容乐观。从协调度来看,2007 年泰州市以外的其余城市均处于勉强协调阶段,其中协调度最高的城市为无锡市,其值为 0.537 1,泰州市的协调度指数最低,仅为 0.493 9;2012 年,协调度指数均有一定幅度上升,但仍处于勉强协调阶段,其中协调度最高的仍为无锡市,为 0.562 3,紧随其后的为扬州市、常州市,其值分别为 0.548 4、0.547 5;2017 年协调度最高的城市仍为无锡市,其值为 0.556 5,但相较于 2012 年有所下降。同样出现下降的城市还有苏州市,说明无锡市、苏州市这 2 市国土开发强度和资源环境承载力之间的协调状况逐渐变差。近 10 年间,扬子江城市群国土开发强度和资源环境承载力协调度始终处于勉强协调阶段,仅表现出小幅度上升,二者之间的紧密程度并没有发生明显变化,可

见资源环境对于城市开发建设的约束程度并没有出现缓解趋势,社会经济发展对于资源环境约束的考虑有所欠缺。

4 结论与讨论

4.1 结论

通过开展扬子江城市群资源环境承载力评价,构建国土开发强度与资源环境承载力之间的耦合协调模型,对扬子江城市群 2007—2017 年间的国土开发强度、资源环境承载力及二者之间的耦合协调关系进行实证研究,得到如下结论:(1)扬子江城市群的整体国土开发强度较高,并且呈现出逐年升高的趋势,南北两岸国土开发强度差异较大,扬子江南岸城市的国土开发强度远超北岸城市,截至 2017 年,无锡市与苏州市国土开发强度已超过 30% 的国际警戒线。(2)资源环境承载力呈现出明显的波动变化,大体上表现为先上升后下降。其中,资源承载力出现一定幅度的下降,生态环境承载力则呈现波动变化趋势,社会经济支撑力无明显变化。对资源环境承载力的变化趋势结果影响较大的是生态环境承载力。(3)扬子江城市群国土开发强度和资源环境承载力耦合协调水平整体呈小幅度上升的趋势,但是协调关系和耦合程度并没有发生明显的改善,资源环境对于城市开发建设的约束程度没有出现缓解趋势,未来的发展潜力不容乐观。

4.2 讨论

协调国土开发强度和资源环境承载力之间的关系对城市走可持续发展道路至关重要。研究扬子江城市群国土开发强度和资源环境承载力的时空变化特征及两者之间的耦合协调关系,对于实现区域群高质量发展与优化国土空间开发保护格局具有一定的借鉴意义,并对城市群级国土空间规划编制工作具有重要的参考价值。在长江经济带“共抓大保护,不搞大开发”和“推动长三角区域一体化发展”的大背景下,要实现区域开发建设与资源环境本底的有序协调与良性共振,则应从开发强度管控和资源环境保护角度着手,结合城市发展需求设定管控强度,从“量”“效”入手,探索节约集约用地新路径,加大生态环境保护力度与投入,提高资源环境的承载水平。

但是需要注意的是,国土开发强度和资源环境承载力之间存在复杂的相互关系和较多影响因素,二者之间能否实现耦合协调发展,不仅与国土开发

强度有关,更与地区资源环境利用程度、地区环境风险值、环保整治投入等众多因素相关。本研究仅从耦合协调关系的角度展开分析,接下来将从多元化视角探讨耦合协调的影响因素与驱动机制及未来变化趋势的预测,同时结合“双评价”工作进一步优化模型方法,并开展相关研究工作。

参考文献:

- [1] 刘艳军,刘 静,何 翠,等. 中国区域开发强度与资源环境水平的耦合关系演化[J]. 地理研究,2013,32(3):507-517.
- [2] 石忆邵,尹昌应,王贺封,等. 城市综合承载力的研究进展及展望[J]. 地理研究,2013,32(1):133-145.
- [3] 樊 杰,周 侃,王亚飞. 全国资源环境承载能力预警(2016 版)的基点和技术方法进展[J]. 地理科学进展,2017,36(3):266-276.
- [4] 封志明,李 鹏. 承载力概念的源起与发展:基于资源环境视角的讨论[J]. 自然资源学报,2018,33(9):1475-1489.
- [5] 吕一河,傅 微,李 婷,等. 区域资源环境综合承载力研究进展与展望[J]. 地理科学进展,2018,37(1):130-138.
- [6] 张林波,李文华,刘孝富,等. 承载力理论的起源、发展与展望[J]. 生态学报,2009,29(2):878-888.
- [7] 姚治华,王红旗,郝旭光. 基于集对分析的地质环境承载力研究:以大庆市为例[J]. 环境科学与技术,2010,33(10):183-189.
- [8] Lin L, Liu Y, Chen J N, et al. Comparative analysis of environmental carrying capacity of the Bo hai Sea Rim area in China[J]. Journal of Environmental Monitoring, 2011, 13(11):3178-3184.
- [9] 王书华,毛汉英,赵明华. 略论土地综合承载力评价指标体系的设计思路——我国沿海地区案例分析[J]. 人文地理,2011,16(4):57-61.
- [10] Wei Y G, Huang C, Li J, et al. An evaluation model for urban carrying capacity: a case study of China's mega-cities[J]. Habitat International, 2016, 53:87-96.
- [11] Martire S, Castellani V, Sala S. Carrying capacity assessment of forest resources: enhancing environmental sustainability in energy production at local scale[J]. Resources, Conservation and Recycling, 2015, 94:11-20.
- [12] 谭木魁,韩思雨,周 敏. 土地城市化背景下武汉市资源环境承载力仿真研究[J]. 长江流域资源与环境, 2017, 26(11):1824-1830.
- [13] 蓝 希,刘小琼,郭 炎,等. “长江经济带”战略背景下武汉城市水环境承载力综合评价[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27(7):1433-1443.
- [14] 姜大川,肖伟华,范晨媛,等. 武汉城市圈水资源及水环境承载力分析[J]. 长江流域资源与环境, 2016, 25(5):761-768.
- [15] 岳文泽,代子伟,高佳斌,等. 面向省级国土空间规划的资源环境承载力评价思考[J]. 中国土地科学, 2018, 32(12):66-73.
- [16] 刘玉娟,刘邵权,刘斌涛,等. 汶川地震重灾区雅安市资源环境承载力[J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(5):554-559.
- [17] 周道静,王传胜. 资源环境承载能力预警城市化地区专项评价:以京津冀地区为例[J]. 地理科学进展, 2017, 36(3):359-366.

贺炳彦,高 婷. 延安市土地利用变化及生态效应研究[J]. 江苏农业科学,2020,48(24):286-292.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.24.052

延安市土地利用变化及生态效应研究

贺炳彦¹, 高 婷²

(1. 长安大学地质调査研究院,陕西西安 710000; 2. 长安大学地球科学与资源学院,陕西西安 710000)

摘要:借助地理信息平台,对陕西省延安市 2010—2018 年各地类的变化情况作时空分析,计算出各地类间的相互转移情况及动态变化,并且计算分析各地类的生态质量指数和生态环境贡献指数。结果表明,研究期内陕西省延安市建设用地、其他土地和耕地的增加量最大,林地和园地的减少量最大;除草地和水域外,延安市的其他地类在 2010—2014 年间的变化率均高于 2014—2018 年间的变化率;建设用地面积的增加速率最大,水域面积的减少速率最小。延安市的土地利用变化逐步趋于平稳,南部的生态环境质量略高于北部,林地向其他地类的转化是导致延安市生态环境质量恶化的主要原因,其他地类向林地转化是改善生态环境的有效途径。

关键词:土地利用变化;生态环境质量指数;生态贡献率;延安市;土地利用动态度

中图分类号: F301.24 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)24-0286-07

土地利用/覆被变化(LUCC)可以直接反映人类活动对自然环境的影响,通过分析土地类型(地类)变化趋势,也可以间接分析预测出区域的发展

状况及趋势^[1]。自 LUCC 被提出以来,在土地利用/覆被变化动态监测与模拟的基础上综合分析人类活动与社会环境的相互作用逐渐成为研究的热点^[2-5]。研究者针对土地利用变化的研究趋于 2 个方向,一是通过研究驱动因素对土地利用动态变化的幅度和速度的影响,对一定时期内土地利用变化进行动态监测,预测其变化趋势^[6-9];另一方面是对土地利用变化所产生的生态环境效应以及对生态系统影响的研究^[10-13]。但对于政策引导后地类变化所造成的生态环境效应的研究较少。

收稿日期:2020-04-01

基金项目:延安市自然资源局 2017 年度土地变更调查及遥感监测项目(编号:211827190502)。

作者简介:贺炳彦(1972—),男,陕西榆林人,博士,副研究员,主要从事土地资源管理相关研究。E-mail:heby@chd.edu.cn。

通信作者:高 婷,硕士研究生,主要从事土地利用变化相关研究。E-mail:1261539191@qq.com。

[18]严金明,迪力沙提·亚库甫,夏方舟. 基于协同发展的省域狭义国土开发强度内涵界定与阈值测度[J]. 农业工程学报,2019,35(4):255-264.

[19]周 敏,匡 兵,陶雪飞. 空间收敛视角下中国城市土地开发强度演变特征[J]. 经济地理,2018,38(11):98-103.

[20]刘艳军,于会胜,刘德刚,等. 东北地区建设用地开发强度格局演变的空间分异机制[J]. 地理学报,2018,73(5):818-831.

[21]杨清可,段学军,李平星,等. 江苏省土地开发度与利用效益的空间特征及协调分析[J]. 地理科学,2017,37(11):1696-1704.

[22]赵亚莉,刘友兆,龙开胜. 城市土地开发强度变化的生态环境效应[J]. 中国人口·资源与环境,2014,24(7):23-29.

[23]赵亚莉,刘友兆,龙开胜. 长三角地区城市土地开发强度特征及影响因素分析[J]. 长江流域资源与环境,2012,21(12):1480-1485.

[24]卫思夷,居 祥,荀文会. 区域国土开发强度与资源环境承载力时空耦合关系研究——以沈阳经济区为例[J]. 中国土地科学,2018,32(7):58-65.

[25]段佩利,刘曙光,尹 鹏,等. 中国沿海城市开发强度与资源环

境承载力时空耦合协调关系[J]. 经济地理,2018,38(5):60-67.

[26]沈春竹,谭琦川,王丹阳,等. 基于资源环境承载力与开发建设适宜性的国土开发强度研究——以江苏省为例[J]. 长江流域资源与环境,2019,28(6):1276-1286.

[27]雷勋平,邱广华. 基于熵权 TOPSIS 模型的区域资源环境承载力评价实证研究[J]. 环境科学学报,2016,36(1):314-323.

[28]杨亮洁,杨永春. 甘肃省资源环境承载力时空分异[J]. 生态学报,2017,37(20):7000-7017.

[29]卢亚丽,徐帅帅,沈 镭. 河南省资源环境承载力的时空差异研究[J]. 干旱区资源与环境,2019,33(2):16-21.

[30]王 维,张 涛,王晓伟,等. 长江经济带城市生态承载力时空格局研究[J]. 长江流域资源与环境,2017,26(12):1963-1971.

[31]刘耀彬,李仁东,宋学锋. 中国城市化与生态环境耦合度分析[J]. 自然资源学报,2005,20(1):105-112.

[32]张明斗,莫冬燕. 城市土地利用效益与城市化的耦合协调性分析——以东北三省 34 个地级市为例[J]. 资源科学,2014,36(1):8-16.