

# 基于耦合度模型的江苏省县域建设用地的开发评价

史敏琦, 陈逸, 陈志刚, 王丹阳

(南京大学 地理与海洋科学学院, 南京 210023)

**摘要:**为了探讨如何实现建设用地的科学开发,以江苏省 103 个县域单元为研究对象,基于 2017 年土地变更调查数据,采用加权求和、熵权 TOPSIS 和模糊综合评价法,从建设用地开发程度、开发效益和开发潜力 3 方面构建评价指标体系,并应用耦合协调度模型分析三者之间的协调度。结果表明:(1) 江苏省建设用地开发程度、开发效益和开发潜力的空间差异显著,苏南各县区建设用地开发综合指数最高,苏中次之,苏北普遍较低;(2) 103 个县域单元的建设用地开发均处于协同演进状态,开发程度、效益和潜力三者耦合协调指数较高,并呈现由南到北依次递减的空间分异规律;(3) 两两维度间的协调性差异较大,建设用地开发效益和开发潜力之间的协调性最佳,开发程度和开发效益、开发程度和开发潜力之间的协调性稍弱,两两间的耦合协调空间分异特征与总体协调性分布相对一致。总之,江苏省建设用地开发情况由优到劣排序大致为苏南>苏中>苏北,应参考各地区建设用地开发现状和自身开发潜力评估结果,因地制宜对土地规划政策进行调整,从而为优化国土空间格局提供科学参考。

**关键词:**建设用地开发评价;耦合度模型;县域;江苏省

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2021)04-0375-09

## Evaluation of Construction Land Development at County Level in Jiangsu Province Based on Coupling Coordination Analysis

SHI Minqi, CHEN Yi, CHEN Zhigang, WANG Danyang

(School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210023, China)

**Abstract:** In order to explore how to realize the scientific development of construction land, taking 103 counties units in Jiangsu Province as the research objects, based on the land change survey data in 2017, using weighted sum, entropy weight TOPSIS and fuzzy comprehensive evaluation method, we constructed an evaluation index system from three aspects of construction land development degree, development benefit and development potential, and analyzed the coordination degree among the three by using the coupling coordination degree model. The results show that: (1) the spatial differences of construction land development degree, benefit and potential in Jiangsu Province are significant; the comprehensive index of land development in southern Jiangsu Province is the highest, followed by the middle of Jiangsu Province, but the northern Jiangsu Province is generally low; (2) the construction land development in 103 county units in Jiangsu Province belongs to the state of collaborative evolution; the coupling coordination index of construction development degree, benefit and potential is high; the index shows the spatial differentiation pattern of decreasing from south to north; (3) the coordination between the two is quite different; the coordination between the development benefit and development potential of construction land is the best, while the coordination between the development degree and the development benefit, the development degree and the development potential is slightly weak; the spatial differentiation characteristics of coupling coordination between the two are relatively consistent with the overall coordination distribution. In conclusion, the development situation of construction land in Jiangsu Province from good to bad levels is in the order: southern Jiangsu

收稿日期:2020-08-21

修回日期:2020-09-26

资助项目:国家自然科学基金青年基金(41501185);江苏省国土资源科技项目(2018001)

第一作者:史敏琦(1997—),女,江苏南京人,硕士研究生,研究方向为土地利用与规划。E-mail:shiminqi0824@163.com

通信作者:陈逸(1977—),女,江苏江阴人,副教授,硕士生导师,主要从事土地利用规划与管理研究。E-mail:yichen@nju.edu.cn

Province > middle of Jiangsu Province > northern Jiangsu Province. We should adjust the land planning policy according to local conditions, so as to provide scientific reference for optimizing the land spatial pattern by referring to the current situation of construction land development and the evaluation results of its own development potential.

**Keywords:** evaluation of construction land development; coupling and coordination; county level; Jiangsu Province

土地是区域经济社会发展的空间物质载体<sup>[1]</sup>,合理的建设用地开发是提高土地利用率和生产率的重要措施,也是满足人们对土地各种需求的重要途径<sup>[2]</sup>。改革开放以来,随着中国工业化和城镇化的快速推进,部分地区超高强度的建设用地开发导致人类生产、生活利用功能和地表自然生态系统保护功能在有限的国土空间内面临冲突<sup>[3]</sup>,国土开发失衡和区域发展不协调等问题日益突出<sup>[4]</sup>;人口规模性集聚和土地粗放利用导致适宜建设开发的用地空间范围逐渐缩小<sup>[5]</sup>,土地后备资源不足,可持续发展受限;土地利用结构失衡加剧了生态环境的退化<sup>[6]</sup>,土地沙化、水土流失和土壤污染现象频发<sup>[7]</sup>;建设用地非理性扩张更是造成大量农业用地尤其是耕地流失,对粮食安全构成严重威胁<sup>[8]</sup>。此外,“人地配置”失调性呈现出东部大于西部、城市大于农村的空间格局,中西部落后地区发展乏力,而东部城市用地扩张持续无序状态<sup>[9]</sup>。因此,探讨建设用地开发评价问题对于区域人地关系协调、社会经济可持续发展具有重要意义。

国内外学者对建设用地评价已进行了大量研究,并取得了显著成果。国外的研究侧重于建设用地适宜性评价<sup>[10]</sup>,意指评判一定技术条件下一定范围内的土地资源可作为建设用地利用的适宜程度<sup>[11]</sup>。建设用地适宜性概念衍生于土地适宜性,而最早的土地适宜性评价可以追溯到 20 世纪 30 年代,美国提出康奈尔评价系统和斯托利指数分等<sup>[12]</sup>;1976 年联合国粮农组织颁布的《土地评价纲要》是用地适宜性评价历史上的里程碑<sup>[13]</sup>;20 世纪 90 年代起遥感和地理信息系统技术得到广泛应用,评价内容扩展到建设用地适宜性方面<sup>[14]</sup>;近年来服务于城市景观生态、环境保护等自然生态因素也被纳入到适宜性评价之中<sup>[15-16]</sup>。除建设用地适宜性评价之外,国内的文献主要集中在建设用地开发强度<sup>[17]</sup>、利用效益<sup>[18]</sup>和储备潜力<sup>[19]</sup>的评价测算方面;研究尺度由全国、区域等宏观层面向城市群、省域、单一城市等中观层面探索,而微观尺度研究仍处于起步阶段<sup>[5,20]</sup>;研究方法向多样化趋势发展,除加权求和法<sup>[21]</sup>、层次分析法<sup>[22]</sup>、主成分分析法<sup>[23]</sup>和模糊综合评价法<sup>[24]</sup>等传统单一的数学模型法之外,还结合 3S 技术将空间分析功能应用到评价

过程中<sup>[25]</sup>;研究数据也不再局限于各类统计年鉴资料,而是尝试利用 RS 和 GIS 的图层叠加分析技术获取各种地面调查数据和遥感数据,再基于行政或栅格单元进行分析<sup>[20]</sup>。上述研究虽已取得丰富成果,但大多侧重于单维研究,缺乏对建设用地开发程度、效益和潜力的综合考量,建设用地开发评价的逻辑框架结构和指标体系构建都亟需进一步完善。

为此,本文从区域建设用地开发程度、开发效益和开发潜力 3 个方面展开评价,并探究三者之间的耦合协调关系和空间分异规律,突破传统土地利用单一评价的局限,着重从资源环境本底角度,更为科学地分析和判断江苏省建设用地利用现状,这对厘清当前建设用地开发存在的问题,合理控制建设用地规模,实现国土开发空间格局优化具有重要意义。

## 1 研究区概况和研究方法

### 1.1 研究区概况

江苏省(东经 116°18′—121°57′,北纬 30°45′—35°20′)位于中国东部沿海地区,地跨长江、淮河南北,是长江经济带的重要战略支点,与上海、浙江、安徽共同构成的长江三角洲城市群已成为国际六大世界级城市群。江苏省国土总面积 10.72 万 km<sup>2</sup>,仅占全国国土总面积的 1.12%;2017 年江苏省地区生产总值达 87 988.05 亿元,占全国经济总量的 10.64%;总人口约 8 029 万人,占全国总人口的 5.78%。江苏省以仅占全国 1%左右的土地,承载了全国 5%以上的人口,贡献了 10%以上的生产总值。

江苏省大部分为平原地区,光热条件好,土地开发限制少,但是经济高度发达带来的土地高强度利用给资源环境造成了一定的压力,甚至导致局部地区生态系统功能退化<sup>[26]</sup>。2017 年江苏省国土开发强度为 21.68%,是除北京、上海和天津 3 个直辖市之外排名第一的省份,已经超过理论开发限度 19.90%<sup>[27]</sup>,加上生态红线和耕地保护限制,可开发空间所剩无几,伴随社会经济的进一步发展,用地需求持续扩张与土地资源有限供给之间的矛盾还将加剧,而省域内部发展也呈明显的苏南、苏中和苏北依次递减的阶梯式差距(表 1)。为此,本文从建设用地开发程度、开发效

益和开发潜力 3 个维度对 2017 年江苏省 103 个县域单元展开评价,从而科学地剖析不同类型地区建设用地开发现状以及存在问题,为协调国土开发与资源环境的关系、优化国土空间格局提供决策参考(图 1)。

表 1 全国、长三角城市群及江苏省基本发展情况对比

地区	GDP 总值/ 亿元	人均 GDP/ 元	单位建设用地 GDP/ (万元·hm <sup>-2</sup> )	城镇化率/%	总人口/ 万人	人口密度/ (人·hm <sup>-2</sup> )	土地开 发强度/%
全国	827122	59660	209	58.52	139008	1.47	4.17
长三角城市群	195289	87342	328	66.34	22359	6.20	16.50
江苏省	87988	109588	381	68.76	8029	7.53	21.68
苏南	50175	149888	611	76.39	3348	11.92	29.25
苏中	17544	106553	376	65.73	1647	7.18	20.34
苏北	20269	66777	198	61.99	3035	5.60	18.86

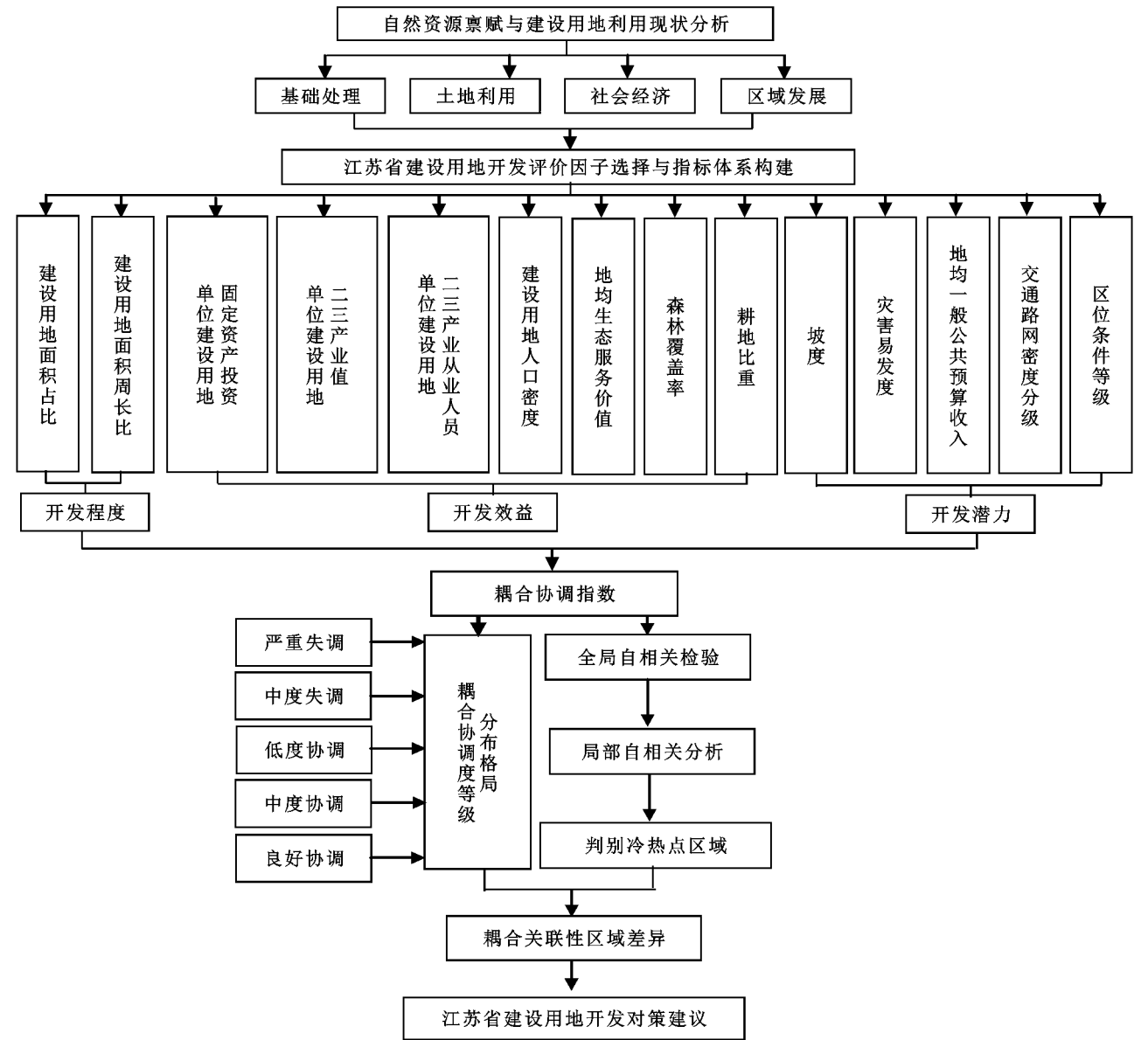


图 1 江苏省建设用地开发评价逻辑框架

1.2 研究方法

1.2.1 评价指标选取 本文中的建设用地开发指的是建设用地当前开发程度、利用效益和未来发展潜能的综合体现(表 2),是对建设用地空间扩张的全面衡量。

(1) 建设用地开发程度是衡量建设用地开发规模的标准,在传统建设用地占比的基础上,增加了建设用地面积周长比的指标,从建设用地开发广度和紧凑度<sup>[28]</sup>两个层面表征区域建设用地开发的程度。(2) 建设用地开发

效益是衡量建设土地利用合理性与可持续性的重要标度,分别从经济、社会和生态效益三层面<sup>[29-31]</sup>选取 9 项指标进行评价。(3) 建设用地开发潜力是根据特定目的对土地自然、经济等方面的潜能进行评估或分等级<sup>[32]</sup>。现有建设用地开发潜力评价文献侧重挖掘建设用地利

用“量”的潜力,较少着眼建设用地的经济发展潜能<sup>[32]</sup>,参照自然资源部 2020 年 1 月发布的《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指南(试行)》中的潜力分析评价因子,协同考量影响发展内外部条件,共同测度江苏省建设用地的发展潜力。

表 2 江苏省建设用地开发评价体系

目标层	准则层	指标层	指标计算方法
建设用地 开发程度	建设用地开发广度	建设用地面积占比	建设用地面积/土地总面积
	建设用地开发紧凑度	建设用地面积周长比	紧凑度= $2\sqrt{\pi}\times\sqrt{\text{建设用地面积}}/\text{城市轮廓周长}$
建设用地 开发效益	经济效益	单位建设用地固定资产投资	固定资产投资/建设用地面积
		单位建设用地二三产业产值	二三产业产值/建设用地面积
	社会效益	单位建设用地二三产业从业人员	二三产业从业人数/建设用地面积
		建设用地人口密度	常住人口/建设用地面积
	生态效益	地均生态服务价值	生态服务价值总量 <sup>[33]</sup> /土地总面积
		森林覆盖率	林地面积/土地总面积
建设用地 开发潜力	自然条件潜力	耕地比重	耕地面积/土地总面积
		坡度	地表单元陡缓的程度
		灾害易发度	气象、地质灾害年发生的频率
	经济发展潜力	地均一般公共预算收入	地方一般公共预算收入/土地总面积
		交通路网密度分级	公路、铁路里程/土地总面积
		区位条件等级	交通干线可达性、中心城市可达性、中心城区可达性和交通枢纽可达性

1.2.2 评价指数计算方法 建设用地开发程度指数采用加权求和计算法,建设用地面积占比和建设用地面积周长比的权重分别取中间值 0.5,求和值越大,代表该区域建设用地开发程度越高,反之则越低。

建设用地开发效益指数采用熵权 TOPSIS 模型,改进了传统 TOPSIS 权重确定主观性太强的缺点<sup>[34]</sup>,使量化评价结果更加客观可靠<sup>[31]</sup>。

建设用地开发潜力指数采用模糊综合评价法,

主要考虑到部分指标因子难以用精确的数字表达。本文将江苏省的建设用地开发潜力划分为 5 个等级,依据不同等级要求综合确定了各评估因素临界值(表 3)。建立戒上型隶属度函数<sup>[35]</sup>,采用特尔斐法确定权重;结果按照最大隶属度原则得出,即最大隶属度值对应的评语为综合等级;最后为便于定量分析,对模糊评价结果进行单值化处理<sup>[36]</sup>,分别给 5 个等级赋分 1,0.8,0.6,0.4,0.2。

表 3 建设用地开发潜力评估因素指标分级

评估因素	I (极高潜力)	II (高潜力)	III (中等潜力)	IV (低潜力)	V (极低潜力)
坡度/(°)	0~2	2~8	8~15	15~25	>25
气象灾害风险/%	≤20	20~40	40~60	60~80	>80
地质灾害风险	低	中	较高	高	极高
地均一般公共预算收入/(万元·hm <sup>-2</sup> )	≥50	30~50	15~30	5~15	0~5
交通路网密度	道路非常密集	道路密集	道路密集性一般	道路稀疏	道路非常稀疏
区位条件	可达性极高	可达性高	可达性一般	可达性差	可达性极差

1.2.3 耦合协调度模型的构建 耦合协调度是度量系统或内部要素在发展过程中彼此和谐一致的程度,体现系统从无序到有序<sup>[37]</sup>。建设用地开发程度、开发效益和开发潜力之间的耦合协调关系是基于系统之间的动态性角度,对三者交互胁迫、相互影响的发展阶段进行科学评判<sup>[38]</sup>,主要反映的是建设用地开发的整体水平。本文通过测算三者之间的耦合协调度<sup>[39]</sup>,尽可能准确、量化地揭示三者间的联动关

系。具体测算公式如(1)—(3):

$$C=n^n\sqrt[n]{\prod_{m=1}^nY_m/(\sum_{m=1}^nY_m)^n}$$

(1)

$$T=\sum_{m=1}^n\beta_mY_m$$

(2)

$$D=\sqrt{C\times T}$$

(3)

式中: $C$  为耦合度; $Y_m$  为第  $m$  个子系统的评分值; $n$  为子系统的个数; $T$  为协调指数; $\beta_m=\frac{1}{n}$ ;  $D$  为耦



合协调度,介于 0~1,反映各子系统在相互作用中耦合程度的大小及协调状况的好坏<sup>[40]</sup>。基于已有研究

提出的相关分类标准<sup>[41]</sup>,根据  $D$  的大小将三者之间的耦合协调发展状况分为 5 个阶段(表 4)。

表 4 耦合协调度等级划分标准

参考区间	$0 < D \leq 0.2$	$0.2 < D \leq 0.4$	$0.4 < D \leq 0.6$	$0.6 < D \leq 0.8$	$0.8 < D \leq 1$
协调类型	严重失调	中度失调	低度协调	中度协调	良好协调

1.2.4 空间数据分析 探索性空间数据分析是一系列空间数据分析方法和技术的集合,以空间关联测度为核心,通过对事物或现象空间分布格局的描述与可视化,发现空间集聚和空间异常,来揭示不同研究对象的空间相互作用机制<sup>[42]</sup>。本研究引入全局空间自相关 Moran'  $I$  统计量和局部空间自相关 Getis-Ord  $G^*$  统计量,对江苏省县域单元建设用地开发程度、开发效益和开发潜力的空间分异格局进行测度,并据此判断其空间关联性及其集聚特征。

(1) 全局空间自相关。Global Moran'  $I$  指数可以全面测量区域空间要素属性值聚合或离散的程度<sup>[43]</sup>。基于 ArcMap 10.4 平台,本文运用 Moran'  $I$  指数检验江苏省建设用地开发程度、开发效益和开发潜力三者之间耦合协调指数是否在空间上集聚。计算公式如下:

$$\text{Moran}'I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}) \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

(4)

式中: $X_i$ 和 $X_j$ 分别为单元 $i$ 和 $j$ 的属性值,且 $i \neq j$ ;  $n$ 为单元的个数; $W_{ij}$ 为空间权重矩阵;Moran'  $I$  取值范围为 $(-1,1)$ ,其中 $0 < \text{Moran}'I < 1$ 表示空间自相关为正; $-1 < \text{Moran}'I < 0$ 表示空间自相关为负;Moran'  $I = 0$ 表示不存在空间自相关。

全局 Moran'  $I$  指数检验的标准化统计量为:

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{\text{var}(I)}}$$

(5)

式中: $E(I)$ 和 $\text{var}(I)$ 分别为 $Z(I)$ 的期望值和方差值。

(2) 局部空间自相关。采用 Getis-Ord  $G^*$  统计量对三者协调性指数的高值与低值区域,即热点区与冷点区进行判别,计算公式如下:

$$G^*(d) = \frac{\sum_{j=1}^n W_{ij}(d) X_j}{\sum_{j=1}^n X_j}$$

(6)

式中: $d$ 为距离尺度; $W_{ij}(d)$ 为空间单元 $i$ 和 $j$ 之间的空间权重; $n$ 为区域数量。

局部 Getis-Ord  $G^*$  指数检验的标准化统计量为:

$$Z(G_i^*) = \frac{G_i^* - E(G_i^*)}{\sqrt{\text{var}(G_i^*)}}$$

(7)

式中: $E(G_i^*)$ , $\text{var}(G_i^*)$ 分别 $G_i^*$ 的期望值和变异系数。 $Z(G_i^*)$ 为正且显著,表明位置 $i$ 周围的值相对较高,为

高值聚集区(热点区);若 $Z(G_i^*)$ 为负且显著,则表明位置 $i$ 周围的值相对较低,为低值集聚区(冷点区)。

1.2.5 数据来源 社会经济统计数据来源于江苏省 13 个地级市 2018 年统计年鉴及《中国县域统计年鉴(2018)》;土地利用数据来源于江苏省 2017 年土地利用变更调查数据;自然资源以及区位发展等数据来源于《江苏省资源环境承载能力与国土空间开发适宜性评价》相关课题成果。

## 2 结果与分析

### 2.1 建设用地开发评价结果与分析

将江苏省 103 个县域单元建设用地开发程度、效益和潜力的评价值求和,得出建设用地开发评价综合值,值域范围属于 $[0,3]$ 。通过 ArcMap 10.4 软件采用自然间断点法将 2017 年江苏省 103 个县域单元建设用地开发评价综合值从小到大划分为 5 个等级(图 2)。从空间分异规律来看,总体呈现出由北向南逐渐递增的态势。由于工业化和城镇化的迅速发展,苏南经济强市发展用地需求量大,通过占用耕地来扩大建成区规模,而苏中和苏北地区发展相对落后,建设用地开发进程缓慢。从建设用地开发效益看,呈现出苏南—苏中—苏北的梯度差异。苏南片区是全省经济发展重心,凭借优质的社会公共资源和丰富的就业岗位吸引了大量外来人口,社会效益显著;加上地处宜溧丘陵,生态服务价值总量较高,因此总体的开发效益评分最高;苏中地区近年发展势头强劲,积极谋求产业转型升级,并较好维持了生态系统的平衡稳定,建设用地开发效益较高;苏北片区属于社会经济滞后型的土地利用模式,加上地理位置偏远,成为建设用地开发效益的低值地带。江苏省域内部资源环境本底质量优越,经济发展十分出色,建设用地开发兼具优越的先天条件和坚实的财力保障,开发潜力可观,共有 89 个区县潜力等级在中等及以上水平,土地面积占比达 91.69%,但由于资源分布不平衡问题难以避免,建设用地开发潜力总体呈现出东南高西北低的空间特征。因此,建设用地开发评价综合值苏南地区最高,苏中次之,苏北普遍较低。

### 2.2 建设用地开发程度、开发效益和开发潜力耦合关联分析

2.2.1 空间集聚特征 利用江苏省县域的建设用地开

发程度、开发效益与开发潜力的耦合协调性指数,对三者空间关联性和集聚特征进行测度。从表 5 中可以看出,Global Moran' *I* 指数(GMI)全部为正,检验结果较为显著,表明建设用地开发程度、开发效益和开发潜力三者之间的耦合协调性存在显著的空间正相关性。

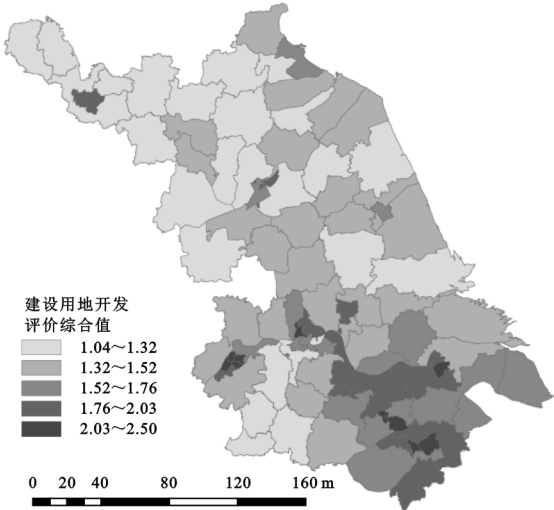


图 2 江苏省建设用地开发评价综合值

2.2.2 区域差异特征

(1) 建设用地开发程度—建设用地开发效益—建设用地开发潜力三者总体耦合协调水平较好,以

表 5 建设用地开发程度、建设用地开发效益与建设用地开发潜力耦合协调指数的全局 Moran' *I* 估计值

参数	建设用地开发程度—建设用地开发效益—建设用地开发潜力	建设用地开发程度—建设用地开发效益	建设用地开发程度—建设用地开发潜力	建设用地开发效益—建设用地开发潜力
GMI	0.491	0.453	0.523	0.504
<i>E</i> ( <i>I</i> )	−0.009	−0.009	−0.009	−0.009
var( <i>I</i> )	0.006	0.006	0.006	0.006
<i>Z</i> ( <i>I</i> )	6.742	6.238	7.178	6.928
<i>P</i> ( <i>I</i> )	0	0	0	0

中度协调为主,耦合协调指数热点区在南京市、苏州市、无锡市和常州市连片集中分布,冷点区零星分布在南京市、淮安市和徐州市(图 3)。江苏省建设用地开发程度、效益和潜力 3 项耦合协调指数主要集中在 0.6~0.8 区间,该数值段内共有 67 个区县,可见江苏省建设用地整体开发基本处于合理状态。苏锡常地区分布于太湖流域,经济发达、人口密集,建设用地开发程度和利用效益均处于较高水平;紧邻上海,区位优势显著,建设用地开发具有高潜力,因此三者的耦合协调性良好。徐州市的丰县、沛县,淮安市的金湖县属于冷点区,首先 3 县建设用地开发程度极低,其次属于传统的经济落后区域,建设用地利用效益水平低下,加上地理位置偏僻,地区财政收入不高,建设用地开发潜力属于低等级,三者耦合协调性差。值得注意的是南京市和常州市同属于热点区和冷点区,可见区域内部建设用地开发不协调。究其原因发现南京市和常州市内部建设用地开发两极化现象严重,市辖区内经济和人口高度聚集,属于高强度开发,耦合协调性较高;而郊区如溧水区、县级市如溧阳市社会经济发展落后于市区,建设用地开发需求量不高,耦合协调性偏弱。

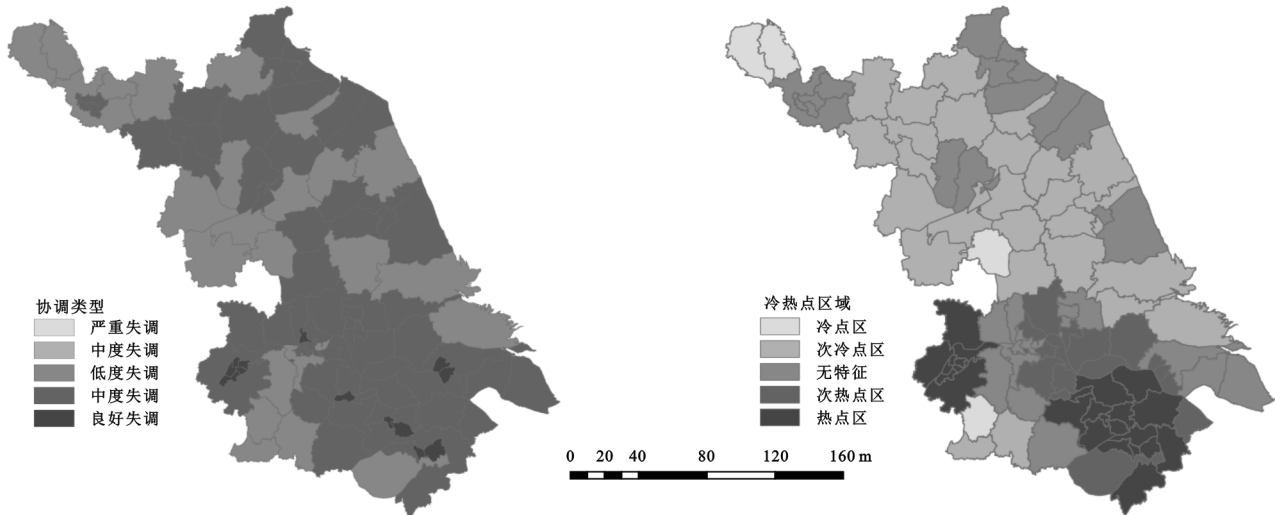


图 3 建设用地开发程度、建设用地开发效益和建设用地开发潜力耦合协调指数空间分异和冷热点区域对比

(2) 建设用地开发程度—建设用地开发效益二者耦合协调性整体较弱,大部分区域处于低度耦合协调水

平,可见江苏省建设用地投入与产出之间平衡性较差,热点区集聚在南京市和苏锡常片区,而冷点区分布在淮

安市和省域的西南部(图 4)。苏南作为省内经济最为发达和城市化水平最高的区域,长期处于高强度开发状态,由于近年来强调建设用地节约利用,经济增长方式向集约型转变,建设用地效益保持在较高水平,土地投入与产出维持良性循环。冷点区集中在淮安市金湖县、南京市溧水区和高淳区以及溧阳市,此类地

区发展节奏慢,建设用地面积占比较小,产业结构单一,人口集聚能力不高,建设用地开发程度和开发效益属于低水平协同演进。整体而言,苏中和苏北地区的耦合协调度远远低于苏南地区,主要因为两地土地利用方式粗放,部分区县的单位建设用地产值仅有苏南地区的 1/10,建设用地投入产出严重失衡。

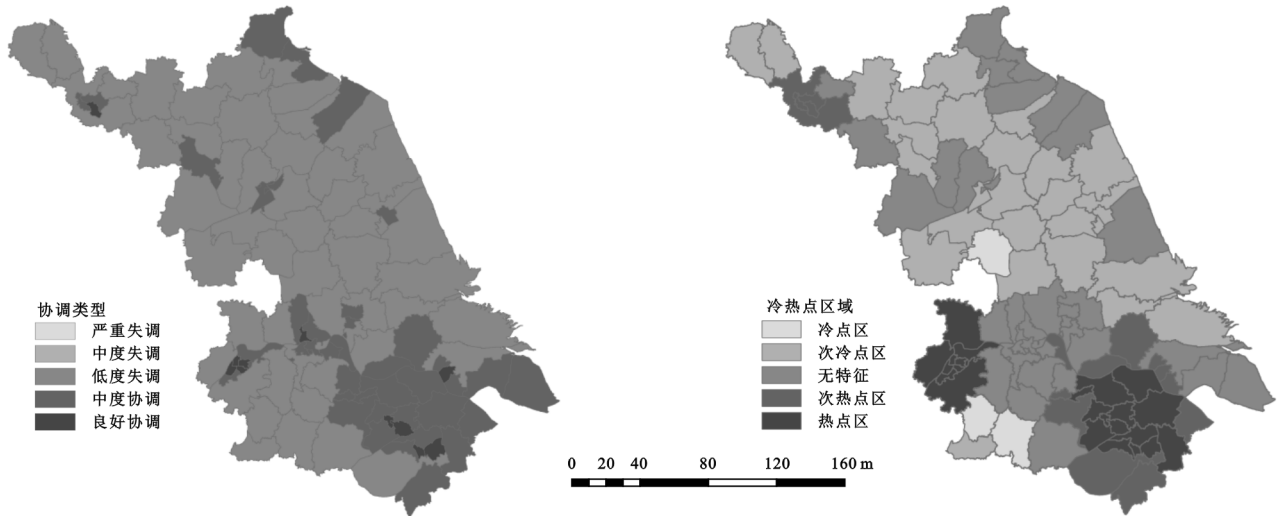


图 4 建设用地开发程度和建设用地开发效益耦合协调指数空间分异和冷热点区域对比

(3) 建设用地开发程度—建设用地开发潜力之间也以低度耦合协调为主,南京市和苏锡常地区仍是热点区,而冷点区则分布在徐州市和淮安市(图 5)。苏南地区建设用地发展需求量大,开发紧凑性强,开发程度极高;先天具备优渥的自然环境条件,且毗邻上海,交通发达,地区财政收入可观,属于建设用地高潜力开发区,区域建设用地开发程度和开发潜力二者耦合协调性相对较强。相比而言,苏中和苏

北地区耦合协调性较差,主要有两点原因,一是受自然条件限制,开发潜力弱,不适宜进行建设用地开发,如苏北大部分地区属于低潜力开发区,地势较为陡峭,开发难度大、成本高;二是建设用地开发程度和开发潜力之间响应迟钝,苏中县区土地大部分具有中高开发潜力,开发指数却仅有 0.2 左右,这主要受自身财力和技术限制,土地开发破碎化现象严重,导致利用不充分。

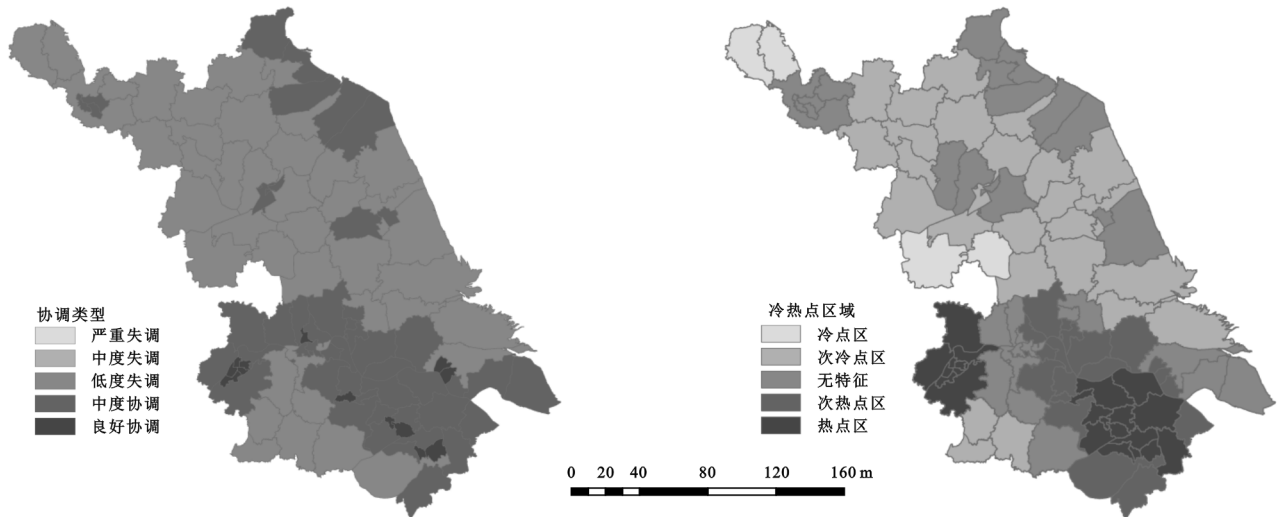


图 5 建设用地开发程度和建设用地开发潜力耦合协调指数空间分异和冷热点区域对比

(4) 建设用地开发效益—建设用地开发潜力整体耦合协调性较高,103 个区县均处于中度耦合协调水平及以上。热点区集中在江苏省南部,冷点区连片分布在江苏省北部和南京市南部(图 6)。建设用

地开发潜力大小与建设用地开发效益高低具有一定的相关性,开发潜力越大,往往能创造出更高的效益<sup>[44]</sup>。江苏省大部分土地具有可观的建设用地开发潜力,适宜于经济活动和人口生活,因此整体开



发协调性较高。从地区差异来看,苏南地区处于良好协调状态,苏中、苏北地区普遍属于中度协调类型,冷点区存在于徐州市、连云港市、宿迁市和南京市高淳区、溧水区。苏南耦合协调性较强,说明建设用地开发效益和开发潜力处于良性互动的状态,但需要注意的是部分地区的开发效益极大地依赖于建设用地规模扩张,开发现状已经接近或者超过适宜开

发强度,建设用地储备资源不足。南京市溧水区和高淳区虽位于苏南地区,但 2013 年才由县转区,发展较为落后,建设用地开发效益有待提升。而苏北冷点区耦合协调性相对较差主要是由于建设用地开发潜力较低,加之徐州、连云港和宿迁地理位置偏远,经济水平不高,建设用地开发潜力和开发效益属于低水平互动。

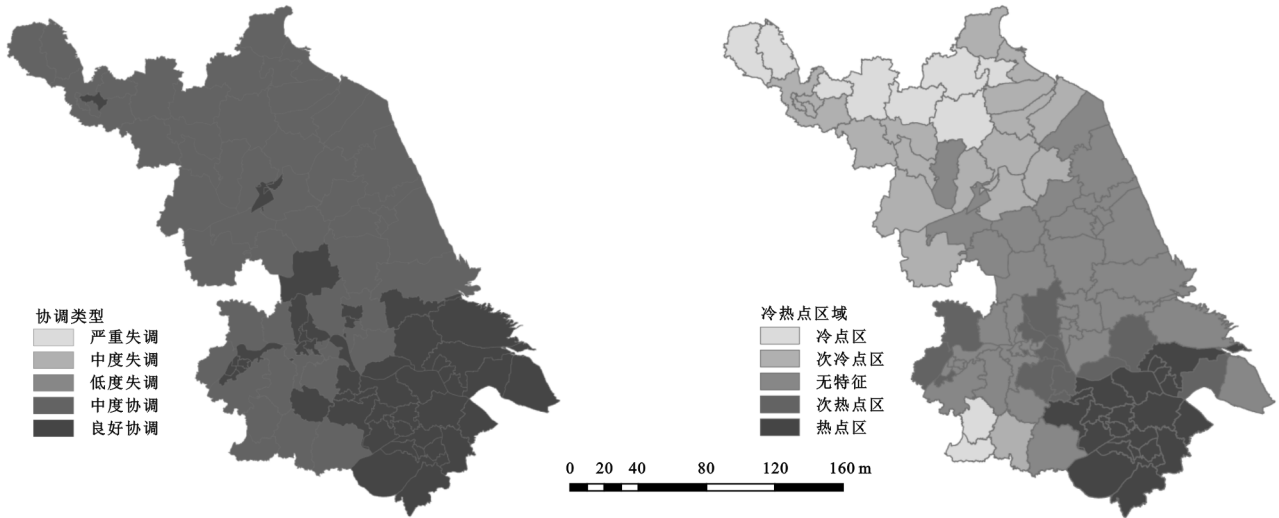


图 6 建设用地开发效益和建设用地开发潜力耦合协调指数空间分异和冷热点区域对比

3 结论与讨论

(1) 江苏省建设用地开发评价综合指数总体呈现出由北向南递增的空间态势。苏南分布于太湖流域,交通发达,借助优越自然条件和区位优势发展成为全省经济最发达的地区,人口高度密集,建设用地扩张迅速,建设用地开发综合值属于高水平。而随着地理位置北移,自然基础条件欠缺,生态环境不稳定性加剧,并且持续远离苏南经济强市,经济产业发展相对落后,地区财力保障不足,建成区扩张缓慢,建设用地综合开发水平便持续下降。

(2) 江苏省 103 个县域单元的建设用地开发均处于协同演进状态。各县区建设用地开发程度、开发效益和开发潜力间的耦合协调指数呈现正的空间相关性,三者间协调性较好,全省绝大部分区域属于中度协调水平。从空间分异规律来看,耦合协调指数均由南到北持续递减。地区自然环境条件、社会经济发展水平、所处地理位置和土地利用方式是影响耦合协调度高低的主要原因。

(3) 各区县建设用地开发程度、效益和潜力两两之间的协调性差异较大,建设用地开发效益和开发潜力间的耦合协调水平最高,建设用地开发程度和开发潜力、开发程度和开发效益之间的耦合协调度较弱,两两间的耦合协调空间分异特征与总体协调性分布相对一致。

表明江苏省在开发过程中对建设用地开发程度、效益和可挖掘潜能的多方面考量有所欠缺,导致不同开发维度之间的响应迟缓,建设用地开发常处于失衡状态。

基于研究结论,应参考各地区建设用地开发现状和自身开发潜力评估结果对土地规划政策进行调整:(1) 对于土地本身具有较高的建设开发潜力,但开发逼近临界值的苏南县区,要严格控制未来建设用地扩张规模,通过盘活低效用地、土地综合立体开发等方式解决地区发展与建设用地供给有限的矛盾<sup>[45]</sup>,提高土地的集约化利用水平;(2) 对于建设用地开发潜力属于高等级,但开发利用不充分的苏中县区,亟需推进地区产业发展转型,开展用地整治和空间布局优化,在合理安排新增建设用地的同时尽快转变粗放的利用方式,从而充分提高建设用地的利用率;(3) 对于建设用地开发潜力等级和开发程度均处于较低水平的苏北地区,应通过构建生态友好型的开发模式来弥补土地利用的先天自然短板,积极探索未利用地的合理开发来缓解建设用地供应紧张的局面,并且兼顾土地整治工作的开展,在建设开发的同时维持土地的可持续利用性能。

建设用地开发评价是一个相当复杂的问题,受研究技术和数据获取的限制,本研究仍存在一些不足。在今后的研究中,将采用更高效的地理模型提取精度性更优的土地数据,从建设用地开发量化评价的视角



作进一步的探讨;另外,在数据方面,日后可以搜集更精确的水文、植被等影响建设用地开发的区位数据,从而丰富评价体系相关内容。

#### 参考文献:

- [1] 谭君.新型城镇化背景下武汉城市圈土地利用效率评价[D].武汉:华中科技大学,2019.
- [2] 赵晓东,王静,郭柏枢,等.滨海地区建设用地扩张、利用效率及脱钩关系:以江苏省大丰区为例[J].水土保持研究,2020,27(5):340-348.
- [3] 王亚飞,樊杰,周侃.基于“双评价”集成的国土空间地域功能优化分区[J].地理研究,2019,38(10):2415-2429.
- [4] 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.
- [5] 郭向阳,穆学青,丁正山.江苏省县城城镇建设用地效率时空特征及驱动因子识别[J].南京师大学报:自然科学版,2020,43(3):84-90.
- [6] 刘愿理,廖和平,李靖,等.生态脆弱区土地利用多功能空间格局特征及影响因素分析[J].中国土地科学,2020,34(2):75-83.
- [7] 丁肇慰,肖能文,高晓奇,等.长江流域 2000—2015 年生态系统质量及服务变化特征[J].环境科学研究,2020,33(5):1308-1314.
- [8] 刘涛,史秋洁,王雨,等.中国城乡建设占用耕地的时空格局及形成机制[J].地理研究,2018,37(8):1609-1623.
- [9] 朱凤凯,张凤荣,李灿,等.1993—2008 年中国土地与人口城市化协调度及区域差异[J].地理科学进展,2014,33(5):647-656.
- [10] 李坤,岳建伟.我国建设用地适宜性评价研究综述[J].北京师范大学学报:自然科学版,2015,51(S1):107-113.
- [11] 喻忠磊,张文新,梁进社,等.国土空间开发建设适宜性评价研究进展[J].地理科学进展,2015,34(9):1107-1122.
- [12] 宋婷.“空心化”背景下农村土地集约利用研究[D].西安:西北大学,2019.
- [13] 马瑞明,马仁会,韩冬梅,等.基于多层次指标的省域耕地质量评价体系构建[J].农业工程学报,2018,34(16):249-257.
- [14] 尹海伟,孔繁花,罗震东,等.基于潜力—约束模型的冀中南区域建设用地适宜性评价[J].应用生态学报,2013,24(8):2274-2280.
- [15] Turner M G. Landscape ecology: the effect of pattern on process[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1989,20(1):171-197.
- [16] 王静,翟天林,赵晓东,等.面向可持续城市生态系统管理的国土空间开发适宜性评价:以烟台市为例[J].生态学报,2020,40(11):3634-3645.
- [17] 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.
- [18] 朱从谋,李武艳,徐保根.长三角城市群城乡建设用地时空关联特征及其利用效益研究[J].中国土地科学,2019,33(8):63-70.
- [19] 张亚飞,廖和平,李涛,等.基于宗地尺度的土地集约利用潜力评价及存量用地挖潜研究:以重庆市渝北区为例[J].西南大学学报:自然科学版,2020,42(2):66-75.
- [20] 智刚,李秀霞,孙占海.中国城市建设用地集约利用评价研究综述[J].水土保持通报,2016,36(5):365-369,376.
- [21] 倪绍祥.近 10 年来中国土地评价研究的进展[J].自然资源学报,2003,18(6):672-683.
- [22] 瞿忠琼,王晨哲,高路.基于节地原则的城镇低效工业用地宗地评价:以江苏省泰州市海陵区为例[J].中国土地科学,2018,32(11):50-56.
- [23] 陈会广,夏红,肖毅,等.基于灰色关联和主成分分析的农村建设用地集约利用评价:以江苏省为例[J].长江流域资源与环境,2015,24(8):1331-1336.
- [24] 李鑫杨,刘庆生,刘高焕,等.斯堪的纳维亚半岛及周边地区城镇发展适宜性评价[J].地球信息科学学报,2018,20(8):1083-1093.
- [25] 苏雷,朱京海,傅立群,等. GIS 支持下的锦州葫芦岛沿海土地生态适宜性评价[J].水土保持研究,2013,20(4):207-212,319.
- [26] 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.
- [27] 陈逸.区域土地开发程度评价理论、方法与实证研究[D].南京:南京大学,2012.
- [28] 方创琳,祁巍锋,宋吉涛.中国城市群紧凑度的综合测度分析[J].地理学报,2008,63(10):1011-1021.
- [29] 杨清可,段学军,李平星,等.江苏省土地开发程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.
- [30] 王磊,来臣军,卢恩平.城乡一体化进程中乡村土地利用效益评价[J].中国农业资源与区划,2016,37(2):186-190.
- [31] 肖丽群,邓群钊,林永钦,等.基于熵权 TOPSIS 模型的江西省土地利用多功能及其障碍因素动态分析[J].水土保持通报,2020,40(1):176-183.
- [32] 陈阳,马仁锋,任丽艳,等.海岸带土地发展潜力评价:以杭州湾南岸为例[J].海洋学研究,2016,34(1):27-34.
- [33] 谢高地,张彩霞,张昌顺,等.中国生态系统服务的价值[J].资源科学,2015,37(9):1740-1746.
- [34] 曹贤忠,曾刚.基于熵权 TOPSIS 法的经济技术开发区产业转型升级模式选择研究:以芜湖市为例[J].经济地理,2014,34(4):13-18.
- [35] 王鹏,刘拓,段星星,等.基于熵权的土壤养分地球化学多级模糊综合评判:以陕西省关中地区为例[J].水土保持通报,2019,39(6):136-141.