

江苏省县域土地利用效益综合评价 及其分异特征

胡毅^{1, 2} 乔伟峰^{1, 2, 3} 万懿^{1, 2} 何天祺^{1, 2} 柴逸贝^{1, 2} 毕云龙^{4, 51}

(1. 南京师范大学 地理科学学院, 中国江苏 南京 210023;

2. 南京师范大学 乡村振兴研究院, 中国江苏 南京 210023;

3. 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心, 中国江苏 南京 210023;

4. 自然资源部咨询研究中心, 中国 北京 100035;

5. 中国地质大学 (北京) 地球科学与资源学院, 中国北京 100083)

【摘要】: 在阐述土地利用效益内涵及其耦合关系的基础上, 构建土地利用效益评价指标体系, 使用自然间断点法和热点分析法分析了江苏省土地利用的经济、社会、生态及综合效益的空间格局特征, 采用耦合协调度模型评判土地利用效益的协调发展程度, 并着重分析了苏北地区协调度失衡的原因, 最后提出未来发展的政策及建议。结果表明: ①江苏省土地利用三种效益区域差异悬殊, 经济、社会效益空间集聚特征显著, 生态效益区域分布相对均衡; ②土地利用综合效益差异显著, 梯度结构较为明显, 总体上由苏南到苏北逐渐降低; ③苏南环太湖地区及长江两岸县市协调度相对较好、苏北“宿淮连盐”协调度普遍较低, 在空间上集聚分布; ④苏北地区土地利用效益协调度失衡主要是受土地利用三种效益的复合影响。

【关键词】: 土地利用效益 经济效益 社会效益 生态效益

【中图分类号】: F301.24 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1000-8462 (2020) 11-0186-10

江苏省作为长三角地区的重要组成部分之一, 其社会经济发展较为迅速, 改革开放以来, 省内城镇化、工业化水平节节攀升, 与此同时人地矛盾也越发尖锐。当前在新型城镇化快速推进的背景下, 江苏省内仍然存在土地开发利用粗放, 用地效益偏低的问题, 土地开发利用经济、社会、生态环境效益不均衡。因此如何在科学评价土地利用效益的基础上协调好江苏省内土地

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41871178); 江苏省国土资源科技计划项目 (2017024、2018037、2018044)

作者简介: 胡毅 (1994-), 男, 江苏宿迁人, 硕士研究生。主要研究方向为土地资源管理与乡村土地利用等。E-mail: huyi0234@163.com。

乔伟峰 (1975-), 男, 江苏徐州人, 博士后, 副教授, 硕士生导师。主要研究方向为土地资源管理和城乡转型发展。E-mail: qiaoweifeng@njnu.edu.cn。

利用的经济、社会、生态效益之间的关系已经成为学者关注的热点^[1-5]。以往土地利用效益评价相关研究较为丰富，近年来研究视角已由土地利用单项效益向综合效益转换^[6-9]，研究方法主要包括层次分析法、熵权法、系统工程法、模糊积分法、物元模型法等^[10-14]，研究重点开始关注区域内部不同土地利用效益之间的协调关系及其空间分布特征^[15-16]。整体来看，在进行土地利用经济、社会、生态环境效益间协调关系的研究时，主要是分别进行两两之间协调关系的探讨，对三者间耦合协调关系进行定量研究关注不足，此外，当前对城市土地利用效益耦合协调机理的研究较少。基于此，本文以我国经济发达省份江苏省为例，以县域为基本研究单位，在土地利用效益系统交互耦合机理分析的基础上，建立土地利用效益评价指标体系，对其土地利用经济、社会、生态效益进行评价，研究江苏省不同区域土地利用效益分异特征；进而研究土地利用综合效益的耦合度与协调度，重点分析江苏省协调度较低区域，找出其滞后因素；最后提出有针对性的土地利用优化策略，为江苏省实现土地综合高效利用提供参考。

1 土地利用效益系统交互耦合机理

土地利用是人类土地利用开发建设活动作用于自然环境的综合反映，是经济、社会和生态等子系统耦合形成的生态经济系统^[17-19]。土地利用效益是指人类在土地上投入的劳动、资本的产出量及其所造成的社会、环境影响的综合，一般包括社会效益、经济效益、生态效益等^[20]。土地利用的经济效益是指土地利用过程中所取得的为社会所需要的有效产品（服务）及生产要素投入能力的提升；土地利用的社会效益是指土地利用在促进社会发展进步与满足社会需求等非自然方面取得的改善；土地利用的生态效益是指土地利用对自然生态环境带来的变化。

土地利用经济、社会、生态效益三者关系密切，相互制约、相互促进^[21-23]。土地是一切社会经济活动的载体，为各项活动提供空间和资源，其数量、质量等属性与土地利用社会经济效益密切相关，倘若人们在土地利用过程中开发合理，没有超过资源环境承载力，便可持续获得其经济效益，而将经济收益投入到改善民生、基础设施建设等活动中则会产生良好的社会效益。社会效益的趋好将改善区域生产条件，促进区域经济效益进一步发展，同时也促使生产要素集聚从而改善区域生态环境^[24]。一般来说，人们在土地利用的过程中会因为技术、资本和认识水平的限制，产生负向经济规模效应问题，导致环境污染、生态系统遭到破坏，影响土地利用的生态效益。土地的生态环境遭到破坏，一方面会使当地环境条件恶化，影响到土地利用的社会效益，另一方面也会使当地资源环境承载力下降，造成土地经济效益的损失（图1）。

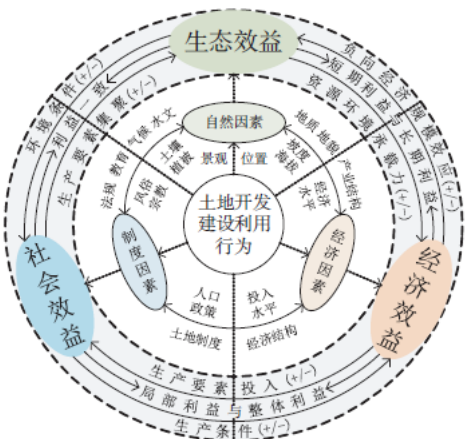


图1 土地利用经济、社会、生态效益交互耦合作用

综上所述，经济效益与生态效益之间主要体现了短期利益与长期利益的关系，二者虽有些许矛盾，但从长远来看是统一的。经济效益与社会效益主要体现了局部利益和整体利益的关系，二者相互促进；生态效益与社会效益在根本上是一致的。三者相互关系实质上体现了人与自然、人与社会之间的关系。

2 指标体系和研究方法

2.1 研究区概况与数据来源

2.1.1 研究区概况

江苏省地处我国东部沿海地带，长江、淮河下游，东靠黄海，东南与浙沪毗邻，西连安徽，北接山东，省域地理坐标为 $116^{\circ} 18' E \sim 121^{\circ} 57' E$ ， $30^{\circ} 45' N \sim 35^{\circ} 20' N$ 。全省总面积为 10.72 万 km^2 ，下设 13 个省辖市。按照区位差异划分为苏南、苏中、苏北三个地区，其中苏南地区包括南京、苏州、无锡、常州、镇江，苏中地区包括扬州、泰州、南通，苏北地区包括徐州、连云港、宿迁、淮安、盐城。苏南、苏中是长三角一体化中心区城市，苏北为淮海经济区的重要组成部分。江苏省自然条件优越，地势低平，交通网络纵横，水陆运输便捷，省内社会经济发达，是全国人口密度最高省份，人均 GDP、综合竞争力、城镇化率均位居全国前列。在长三角一体化发展的大背景下，如何利用这一片有限的土地，提高区域内土地利用效益，实现土地利用的经济、社会、生态效益三者的有机统一成为区域高质量发展的关键。

2.1.2 数据来源

本文以江苏省县级行政区域作为基础研究单元，考虑到研究的需要，研究区统一采用 2016 年《江苏统计年鉴》所公布的行政区划为基准，对各地级市下辖的区级行政单元进行合并整合处理，最终确定 55 个研究单元。各研究单元的社会经济、生态效益数据主要来源于 2016 年《江苏省统计年鉴》、各县市统计年鉴与国民经济和社会发展统计公报；土地利用类型与面积数据来源于江苏省自然资源厅的 2015 年度土地变更调查面积汇总表。

2.2 土地利用效益评价指标体系构建

本文根据江苏省土地利用实际情况，结合已有成果^[8-9, 15-16, 20]，依据指标的选取的科学性、系统性、综合性、可比性和可操作性的原则，构建包括经济、社会、生态效益的江苏省土地利用效益评价体系（表 1）。土地利用的经济产出主要表现为地均 GDP、单位城镇建设用地非农产业产值、人均一般公共预算收入、地均固定资产投资等指标，鉴于江苏省境内交通发达，故将交通运输用地面积相关指标纳入评价体系；在江苏省，土地利用的社会效益主要表现为土地利用过程中各区域生活水平的差异性及各地区人口的机械流动相关，因此选择“恩格尔系数”“农村居民人均可支配收入”“人均社会消费品零售总额”“人均存款余额”来反映人们生活水平的情况，以“人口密度”来表示江苏省各区域的人口情况。生态效益指标主要反映江苏省土地利用过程中当地自然生态环境的变化情况，故使用“森林覆盖率”“地均生态服务价值”“单位耕地化肥施用量”来体现江苏省的区域土地利用生态状况。

表 1 土地利用效益评价指标体系

目标层	准则层	指标层	权重	属性
土地利用效益	经济效益	地均 GDP（万元/ km^2 ）	0.1657	+
		单位城镇建设用地非农产业产值（万元/ km^2 ）	0.1608	+
		人均一般公共预算收入（元/人）	0.2398	+
		地均固定资产投资（万元/ km^2 ）	0.1866	+
	社会效益	交通运输用地比例（%）	0.2468	+
		人口密度（人/ km^2 ）	0.2181	+
		恩格尔系数（%）	0.2122	-
		农村居民人均可支配收入（元）	0.1994	+

益	人均社会消费品零售总额（元/人）	0.1908	+
	人均存款余额（元/人）	0.1792	+
	森林覆盖率（%）	0.2753	+
生态效益	地均生态服务价值 ^[25-28] （元/hm ² ）	0.5152	+
	单位耕地化肥施用量（kg/hm ² ）	0.2094	-

2.3 研究方法

2.3.1 权重与土地利用效益的确定

数据预处理。在确定权重前首先对数据进行预处理，根据指标的正负属性采用最大最小标准化方法：

$$\text{正向指标: } x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_{ij}}{\max_{ij} - \min_{ij}} \quad (1)$$

$$\text{负向指标: } x'_{ij} = \frac{\max_{ij} - x_{ij}}{\max_{ij} - \min_{ij}} \quad (2)$$

式中： x'_{ij} 为标准化后数值； x_{ij} 为 i 研究单元 j 指标的原始数据； $\max_{ij}$ 和 $\min_{ij}$ 分别代表第 j 指标的最大值和最小值。

权重及土地利用效益的确定。指标层权重确定的方法主要有主观赋权法和客观赋权法两种，为避免权重赋值的主观性^[29]，本文采用客观赋权法中的熵值法^[30]确定各土地利用效益的指标权重值 w_j （表 1）。准则层权重的确定并没有采用上述熵值法确定，而是人为设定，因为土地利用经济、社会、生态效益三个子系统之间是可以进行相互补偿促进的，权重的大小实际上反映了三者之间的重要程度，本文认为土地利用经济、社会、生态效益三者是同等重要的，故将三者的权重均定义为 1/3。基于上述土地经济效益评价指标体系，通过公式（3）即可求得各研究单元土地利用的经济效益分值 U_{eco} 、社会效益分值 U_{soc} 和生态效益分值 U_{env} ，继而采用准则层的加权评价法可计算出各研究单元土地利用的综合效益 U_A 。在获得土地利用效益评价价值的基础上，对评价价值采用自然断裂点法，将土地利用效益划分为低值、次低值、中值、次高值、高值 5 级。计算公式如下：

$$U_{eco/soc/env} = \sum_{j=1}^m w_j x_{ij} \quad (3)$$

$$U_A = \beta U_{eco} + \beta U_{soc} + \beta U_{env} \quad (4)$$

式中： $U_{eco/soc/env}$ 分别为土地利用经济、社会、生态效益评价分值； w_j 为第 j 项指标的权重； x_{ij} 表示 i 项研究单元的第 j 指标标准化值； U_A 为土地利用综合效益评价分值； β 为待定系数，此处设定为 1/3。

2.3.2 耦合度、协调度模型

耦合是指多个系统通过相互作用而彼此影响的现象^[31]，通常以耦合度描述这种系统或运动相互影响的程度。但是耦合度有时不能反映子系统的实际状况，因此本文在耦合度的基础上，引入协调度模型。三系统的耦合度、协调度模型的函数关系式如下^[32]：

$$C = \left[\frac{U_{eco} \times U_{soc} \times U_{env}}{\left(\frac{U_{eco} + U_{soc} + U_{env}}{3} \right)^3} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (5)$$

$$D = \sqrt{C \times U_A} \quad (6)$$

式中：C 为耦合度；D 为协调度。0≤C≤1，C=0 时，耦合度最小，系统间或系统内部要素之间处于无序状态，C=1 时，耦合度最大，系统间或系统内部要素之间达到良性协调耦合。

耦合度与协调度的划分。在计算出耦合度和耦合度后，很多学者对它们的划分原则大都采用临界值的方法^[33-36]，但本文并未主观地进行定量划分，而是选用客观的四分位的方法^[37]，这样划分出来的耦合和协调类型更为客观，同时也满足上述文献中四种耦合度和协调度分类数量。因此本文将耦合度从低到高划分为低水平、较低水平、较高水平和高水平四种耦合阶段，将协调度从低到高划分为低水平、较低水平、较高水平和高水平四种协调阶段。

3 结果与分析

3.1 土地利用效益空间格局

在 ArcGIS10.2 中对土地利用经济、社会、生态及综合效益采用自然断裂点法将其分为低值区、次低值区、中值区、次高值区和高值区；使用空间统计工具对土地利用效益做热点分析，基于 Getis-OrdGi*指数计算将区域土地利用效益划分为冷点区域、次冷区域、中等区域、次热点区域和热点区域，分析江苏省区域内部土地利用效益的空间异质性。

3.1.1 土地利用效益空间格局

①土地利用经济效益空间格局。江苏省各区县土地利用的经济效益分值主要介于 0.002~0.890 之间，土地利用经济效益的平均值仅为 0.25，说明江苏省土地利用经济效益区域差异悬殊。其中分值最大的为昆山市的 0.890，最小值为盐城市射阳县的 0.002。高值区主要分布于苏州、无锡两市的昆山、无锡市区、江阴市，共计 3 个研究单元，该地区土地利用的经济效益最高；次高值区部分位于高值区周边市县及南京、镇江、扬州、泰州及南通五市市区，共计 12 个研究单元；中值区分布较广，苏南、苏中、苏北地区均有分布，呈现点状分布格局，共计 13 个研究单元，有所不同的是苏南地区中值区的分布主要是各地级市下辖的县市，而苏中、苏北主要为地级市的市区范围；低值区、次低值区分布于苏中、苏北地区，以及苏南地区的句容市，主要分布于各地级市市区周边，共计 27 个研究单元，呈现低值区、次低值区包围中值区的分布格局，该地区的整体经济发展水平相对较低。由图 2 可知，2015 年江苏省土地利用经济效益空间集聚程度较高，分布较为集中。以长江为界，热点、次热点区域主要位于苏南“环太湖”地区，主要为苏锡常 3 市（除溧阳市、金坛市）及泰州的靖江市、泰兴市；而冷点则主要分布于苏北灌溉总渠以北地区，次冷点区域位于盐城（盐城市区、阜宁县、射阳县）、淮安（洪泽区、金湖县）、宿迁（宿迁市区、沭阳县）及连云港灌南县；中等区域分布于苏中地区、苏北徐州、连云港及南京市，泗阳县、建湖县形成空间上的“飞地”效应。

②土地利用社会效益空间格局。江苏省各区县土地利用社会效益分值空间分布的地带性差异显著，集聚特征明显。2015 年各区县的土地利用社会效益分值主要介于 0.055~0.846 之间，土地利用社会效益在区域间的不均衡性较明显（图 3）。土地利用社会效益的空间集聚程度较高，分值大致由南向北梯度降低。高值区和次高值区主要分布于苏中和苏南地区，低值区及次低值区主要分布于苏北地区，而苏中部分地区及盐城市则构成“过渡带”，即中值区，土地利用社会效益处于中值以上及以下的区域占研究单元总数的比重均为 41.81%。由图 3 可知，土地利用社会效益空间集聚特征显著，热点、次热点区域位于苏南环太湖地区，呈“环状分布”；冷点、次冷点地区主要分布于苏北；中等区域主要分布于苏中及苏北徐州。这一现象同江苏省的土地利用

经济效益地带性分布特征高度吻合，空间格局基本一致（图 2），与土地利用经济效益分布有所不同的是，社会效益的热点、次热点、冷点、次冷点地区相比于经济效益的热点、次热点、冷点、次冷点区域均有所扩大。细究其原因可知：土地利用经济效益与社会效益两者之间具有较强的正相关性，经济效益是追求社会效益的基础，在经济效益较好的情况下，可以最大限度地利用有限的资源满足当地人们日益增长的社会需求。同时我们也发现，徐州市区虽然位于苏北地区，但其社会效益分值却达到 0.446，该地区的人均社会消费品零售总额、人均存款余额等均优于周边地区，故土地利用社会效益分值较高。

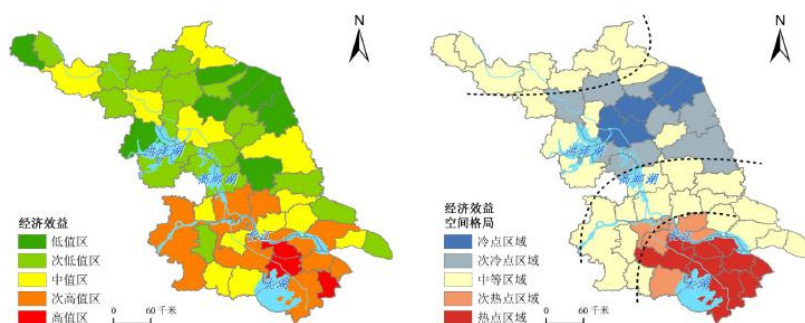


图2 江苏省土地利用经济效益评价分值及空间分布

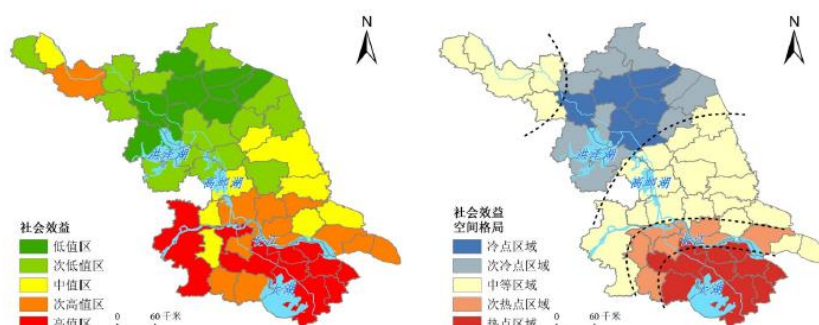


图3 江苏省土地利用社会效益评价分值及空间分布

③土地利用生态效益空间格局。江苏省各区县土地利用生态效益分值主要介于 0.08~0.79 之间，生态效益均值为 0.39，最大值与最小值分别为宜兴市和徐州市区，其中高值区、次高值区的研究单元占全部单元数的 29%。与土地利用经济效益、社会效益相比，土地利用的生态效益区域差异度较小。从空间尺度上来看，江苏省的西南部 and 北部地区分布有少量的丘陵地形，南部及洪泽区西部地区则分别是中国五大淡水湖的太湖和洪泽湖，此区域易于水土保持和生态保育，土地利用生态效益较高的地区几乎全部处于上述地区，如宜兴市、洪泽区、苏州市区、金湖县、高邮市等区县；而苏北地区、“北沿江”地区是江苏省的传统粮食产区，耕地面积较大，土地垦殖率高，导致土地利用生态效益分值较低。土地利用生态效益中值地区主要分布于沿海地区的盐城市境内、“扬泰”北部地区及“南沿江”大部分县市。由图 4 可知，2015 年土地利用生态效益空间格局产生江北、江南两个“峰值”区：一是以江南太湖为核心的“环太湖”地区，二是江北以洪泽湖、高邮湖为核心的周边县市。冷点、次冷点区域则沿东陇海线分布，中等区域则分布于沿海地区、沿江地区及宿迁、淮安两市。值得注意的是，苏南地区是土地利用经济、社会效益的热点地区，但却不是生态效益的热点地区，可见江淮地区（淮安、宿迁两市和里下河地区）是扬子江城市群、沿海经济带和徐州地区共同的腹地和后花园，是长江北部地区的水源地，是江苏省的生态高地。

3.1.2 土地利用综合效益空间格局

土地利用综合效益是衡量土地利用水平的重要指标，是指土地使用和优化带来的经济、社会 and 生态效益的总和。基于土地利用的经济、社会 and 生态效益分值，根据公式（4）计算得出 2015 年江苏省土地利用综合效益。结果显示，江苏省土地利用综合效益分值介于 0.127~0.77，平均值为 0.33，最大值与最小值分别为昆山市和灌云县，高值区、次高值区、中值区、次低值

区和低值区的研究单元数量分别为 10 个、7 个、11 个、13 个和 14 个，低值区和次低值区的数量为 27 个，占研究单元总数的 49%。其中高值区主要分布在“环太湖”地区及南京、镇江两市市区（图 5），次高值区主要为“扬泰通”市区及扬中市、宜兴市、靖江市、海门市，高值区与次高值区位于长三角核心区，自然条件优越，水陆交通便利，经济基础雄厚，工业发达，人口稠密，基础设施较为完善，是我国综合实力最强的地区之一；低值区、次低值区主要分布于苏北（除徐州、盐城两市市区）、“扬泰”北部地区（宝应市、高邮市、兴化市）；中值区在苏南地区空间分布主要为丹阳市、句容市和溧阳市、在苏中地区主要为南通市（海安县、如东县、启东市、如皋市）和“扬泰”南部地区（仪征市、泰兴市）、在苏北地区分布较少，主要为徐州和盐城两市市区。通过对土地利用综合效益热点分析可以发现，江苏省土地利用综合效益具有明显的圈层结构，冷热点区域分布十分集中，形成“南热北冷”的空间格局。热点区域在传统意义上的苏南地区（苏锡常）形成土地利用综合效益“峰值”；而在“徐宿连淮盐”五市交界地带形成土地利用综合效益“洼地”；次热点、次冷点区域则围绕热点区域、冷点区域外围分布；中等区域主要位于苏中地区、徐州市（除新沂市）、连云港市区。可见，江苏省土地利用综合效益具有明显的梯度格局，在靠近长三角核心区的区域土地利用综合效益较大，反之土地利用效益则较小，徐州由于其作为淮海经济区中心城市，故其土地利用的综合效益也较高。

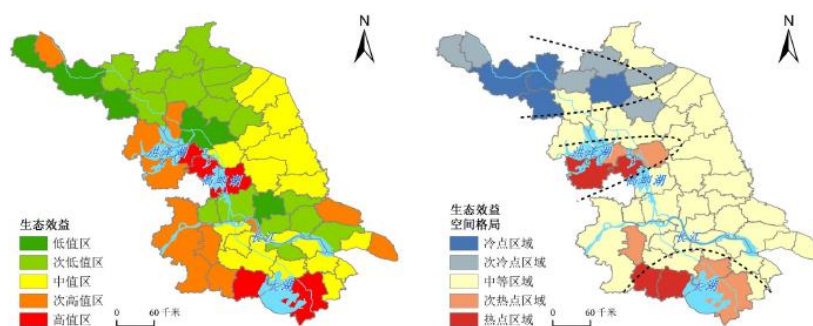


图 4 江苏省土地利用生态效益评价分值及聚类分布

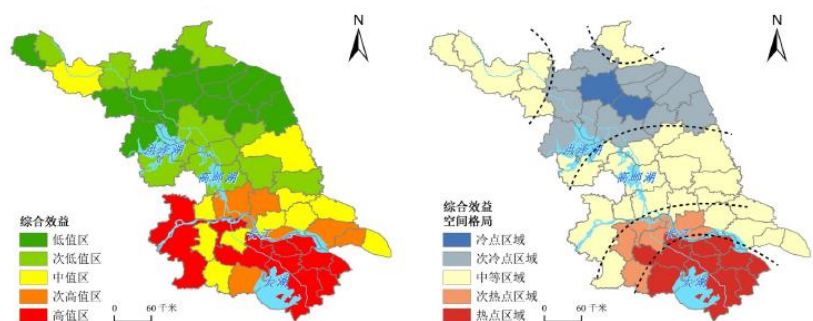


图 5 江苏省土地利用综合效益评价分值及聚类分布

3.2 土地利用效益耦合度、协调度分析

土地利用综合效益尚不足以单独评价一个地区土地利用效益的高低，还需使用能够表征各研究单元土地的利用经济、社会、生态效益的空间耦合协调程度，以此来进一步分析评判各区域土地利用的社会、经济和生态效益间的协调发展程度。

3.2.1 耦合度、协调度空间特征

耦合度分析。江苏省土地利用效益耦合度为低水平类型的县市全部分布于苏中、苏北的沿海、沿湖地区（图 6），主要为盐城北部沿海地区、徐州市区及沛县（靠近山东省微山湖）、南通的如东县及洪泽湖、高邮湖四周（洪泽湖、高邮湖同样也是生态效益高值区、次高值区的主要分布地区）；较低水平类型的县市主要分布于“宿淮盐连”四市交界地带（也是土地利用社会效益、

综合效益冷点集中区），此外，除南京市区、扬州和泰州外，其余各市均有分布；高水平、较高水平两种类型主要分布在各地级市市区（除徐州市区），两种类型在苏南、苏中、苏北均有分布，苏北为“徐宿淮盐”一线，其余则主要分布于长江南北两岸。

协调度分析。江苏省土地利用效益协调度空间差异显著，环太湖地区及长江两岸协调度相对较好、苏北地区协调度普遍较低，且在空间上呈现集聚分布的特征（图 6，表 2）。高水平协调地区主要分布于苏南（除溧阳市、丹阳市、句容市）以及苏中南通市，通过与前文对比可以发现，该区域土地利用效益协调度最高、土地利用经济效益、社会效益、综合效益都最高，但该类型县市面积小、数量少。较高水平协调地区的分布以长江北岸为主，土地利用效益较为均衡。较低水平协调地区分布于“扬泰”北部、淮安南部、徐州市和宿迁市，此类型土地利用经济效益、综合效益稍好，处于洪泽湖、高邮湖周边的地区土地利用生态效益最好。低水平协调区域则主要分布于连云港、宿迁、淮安、盐城交界处。低水平协调区域也是土地利用综合效益、经济效益、社会效益冷点、次冷点区域，由于该地区经济发展水平相对较低，导致该地区协调度低。

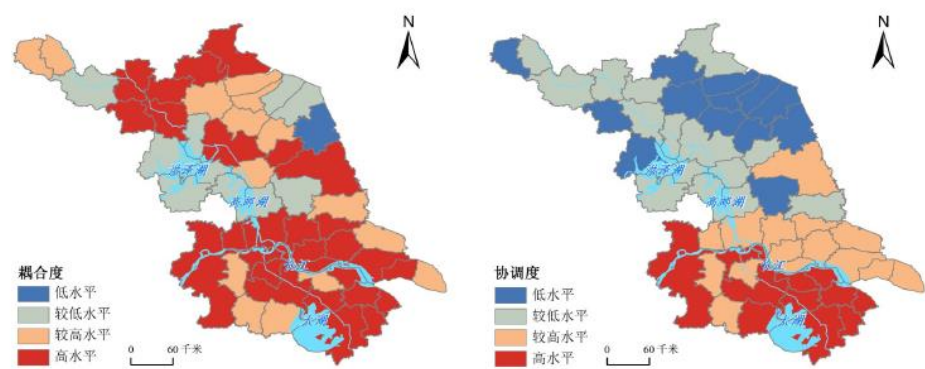


图 6 江苏省土地利用效益耦合协调关系

表 2 江苏省土地利用经济、社会、生态效益协调度等级

城市	D	等级	城市	D	等级	城市	D	等级
昆山市	0.8179	高水平	启东市	0.5756	较高水平	宝应县	0.4673	较低水平
苏州市区	0.7955	高水平	海安县	0.5577	较高水平	新沂市	0.4669	较低水平
无锡市区	0.7830	高水平	泰兴市	0.5429	较高水平	宿迁市区	0.4404	较低水平
南京市区	0.7713	高水平	盐城市区	0.5429	较高水平	泗阳县	0.4338	较低水平
张家港市	0.7441	高水平	句容市	0.5416	较高水平	兴化市	0.4290	低水平
江阴市	0.7369	高水平	仪征市	0.5367	较高水平	阜宁县	0.4265	低水平
镇江市区	0.7250	高水平	如东县	0.5352	较高水平	东海县	0.4140	低水平
太仓市	0.7233	高水平	如皋市	0.5334	较高水平	睢宁县	0.4021	低水平
常州市区	0.7133	高水平	洪泽区	0.5097	较低水平	灌南县	0.3986	低水平
常熟市	0.7083	高水平	建湖县	0.5080	较低水平	响水县	0.3977	低水平
扬中市	0.6863	高水平	沛县	0.5049	较低水平	丰县	0.3888	低水平
宜兴市	0.6796	高水平	连云港市区	0.5030	较低水平	滨海县	0.3869	低水平
南通市区	0.6406	高水平	金湖县	0.5024	较低水平	涟水县	0.3867	低水平
靖江市	0.6302	高水平	高邮市	0.5000	较低水平	沭阳县	0.3832	低水平
海门市	0.6102	较高水平	东台市	0.4959	较低水平	灌云县	0.3650	低水平
溧阳市	0.5974	较高水平	徐州市区	0.4808	较低水平	泗洪县	0.3453	低水平
扬州市区	0.5933	较高水平	淮安市区	0.4769	较低水平	射阳县	0.2412	低水平
丹阳市	0.5923	较高水平	旺胎县	0.4699	较低水平	—	—	—

泰州市区	0.5798	较高水平	邳州市	0.4675	较低水平	—	—	—
------	--------	------	-----	--------	------	---	---	---

3.2.2 土地利用效益协调度“洼地”——苏北地区分析

苏北地区大部分位于长三角中心区城市外围，远离核心区，各要素资源相对匮乏，通过上述研究，发现，苏北地区土地利用经济效益、社会效益、生态效益、综合效益全面落后于苏南地区，且该地区土地利用协调度也较低，低水平、较低水平协调地区大都分布于此。在此研究基础上，将江苏省处于低水平、较低水平协调的区域，主要包括苏北地区（除盐城市区），加上“扬泰”北部的宝应市、高邮市、兴化市三市，共计 28 个研究单元的土地利用经济效益、社会效益和综合效益分别与其对应的算术平均值进行比较，把苏北地区划分为以下三种类型：①生态效益滞后类。此类型 $U_{eco}>U^{-}_{eco}$ ， $U_{soc}>U^{-}_{soc}$ ， $U_{env}<U^{-}_{env}$ 。②全面滞后类。此类型 $U_{eco}<U^{-}_{eco}$ ， $U_{soc}<U^{-}_{soc}$ ， $U_{env}<U^{-}_{env}$ 。③经济社会效益滞后类。此类型 $U_{eco}<U^{-}_{eco}$ ， $U_{soc}<U^{-}_{soc}$ ， $U_{env}>U^{-}_{env}$ 。由图 7 可知，苏北地区土地利用效益耦合协调滞后类型中，主要受 1 种土地利用效益（此处为生态效益）影响的县市仅有徐州市区 1 个，主要受 2 种土地利用效益（此处为经济与社会效益）影响的县市有 10 个，主要受 3 种土地利用效益（此处为经济、社会与生态效益）影响的有 17 个（表 3）。可见当前苏北地区土地利用效益协调度失衡主要受土地利用经济、社会和生态效益的复合影响，而徐州市区生态环境较差是影响土地利用效益协调度提升的主要因素。



图7 苏北地区土地利用效益协调度滞后类型划分

表 3 苏北地区土地利用经济、社会、生态环境效益耦合协调关系滞后类型划分

类型划分	县市
生态效益滞后类	徐州市区
经济社会效益滞后类	沛县、盱眙县、金湖县、射阳县、东台市、宝应县、高邮市、兴化市、泗阳县、泗洪县
全面滞后类	丰县、睢宁县、新沂市、邳州市、连云港市区、东海县、灌云县、灌南县、淮安市区、涟水县、洪泽区、响水县、滨海县、阜宁县、建湖县、宿迁市区、沭阳县

生态效益滞后类主要为徐州市区。徐州是淮海经济区中心城市，江苏省的老工业基地、资源型城市，产业结构偏重，生态环境脆弱。早期的土地利用行为在创造巨大经济效益的同时，也对区域生态环境造成了很大的影响，因而土地利用的生态效益较低。徐州当前面临着老工业基地振兴和资源型城市转型双重任务，近年来的转型实践让徐州在资源枯竭型城市中走在前列，但值得注意的是徐州经济增长却开始放缓，可能会导致生产要素投入的减少，从而制约土地利用社会效益的提高，不过从长远来看，生态效益的改善也将会促进经济效益的趋好。经济社会效益滞后类主要集中于洪泽湖、高邮湖、里下河流域。主要包括泗洪县、射阳县、泗阳县、兴化市、金湖县、高邮市、东台市、沛县、盱眙县、宝应县等研究单元，其中高邮市、金湖县、盱

盱眙县 3 县市处于土地利用生态效益高值区，高邮市的土地利用经济效益相对较低，盱眙县的土地利用社会效益相对较低；其余 7 县市中泗洪县、泗阳县土地利用经济、社会效益均较低（全省后十位），射阳县和兴化市土地利用经济效益较低（全省后十位），东台市、沛县、宝应县 3 县市土地利用经济、社会效益相比于同类型其他县市发展较好。苏北地区全面滞后类分布范围最广，这些县市大都为农业大县，土地利用生态效益普遍不高；县域面积较大、人口众多，第一产业占 GDP 比重仍较大，工业污染较为严重，第三产业发展相对滞后，这种不合理的产业结构不仅限制了当地经济发展，也导致土地利用经济效益提升缓慢，同时也制约了对区域投入生产要素进行改造的能力，不利于该地区土地利用社会效益的提升。

4 结论与讨论

4.1 结论

本文以江苏省土地利用效益为研究对象，在土地利用效益系统交互耦合机理分析的基础上，构建了土地利用效益评价指标体系，在对江苏省土地利用效益评价的基础上，研究其土地利用效益的耦合协调关系，对于江苏省区域可持续发展具有一定的指导意义。主要结论如下：

①江苏省各区县土地利用经济效益区域差异悬殊，呈现“南高北低”的空间分布格局；土地利用社会效益在空间分布上与经济效益基本一致，地带差异性显著，集聚特征明显；土地利用生态效益整体较高，相比于土地经济、社会效益，生态效益区域差异性较小。

②土地利用综合效益空间分异显著，梯度结构较为明显，总体上从苏南到苏北逐渐降低，靠近长三角核心区的区域土地利用综合效益较大，反之则较小，高值区主要集中在“苏锡常”三市，低值区主要集中在“徐宿淮盐连”五市。

③苏南环太湖地区及长江南北两岸县市土地利用经济、社会、生态效益之间协调度相对较好，苏北连云港、宿迁、淮安、盐城协调度普遍较低，且主要分布于四市交界处，空间上集聚特征明显。

④将江苏省处于低水平、较低水平协调的区域（主要为苏北地区）划分为三种类型：生态效益滞后类（1 个县市区）、全面滞后类（17 个县市区）、经济社会滞后类（10 个县市区）。可见苏北地区土地利用效益协调度失衡主要是受土地利用经济、社会、生态三种效益的复合影响；其次为土地利用经济、社会两种效益的复合影响；而徐州市区土地利用效益协调度失衡则是受土地利用生态效益的单方面的影响。

4.2 讨论

本文以江苏省为研究对象，以土地利用效益为切入点，分别从土地利用综合效益及耦合关系等方面揭示了江苏省土地利用的格局，但也存在一些方面的不足，一是指标体系还不够完善，科技创新水平、新产业、新业态等数据获取难度较大暂未列入指标体系，所以对于土地利用效益评价指标体系尚有继续完善的空间；研究单元选定方面，本文将各地级市所管辖的市辖区进行合并，但实际上有些市辖区内部差异较大，未来可加强对研究单元进一步细化研究。

研究表明，江苏省土地利用经济、社会、生态效益间耦合协调关系仍然存在较大的区域差异。当前，随着长江三角洲区域一体化发展规划纲要的出台，江苏省“苏南苏中苏北”“三圈五轴”“1+3”重点功能区的地理划分和空间组织，将趋于优化或者重构。因此，有针对性地促进城市土地利用经济、社会、生态环境效益系统协调发展已成为江苏省未来土地利用的必然选择，在这一过程中不同类型地区应形成各自有针对性的发展路径。对丰县、睢宁县、新沂市等 17 个全面滞后型地区，应通过产业结构转型升级，首先提升土地利用经济效益，以带动社会效益与生态环境效益的提升；沛县、盱眙县、金湖县等 10 个经济社会效益滞后型地区应首先实现土地利用经济效益的提升，构建绿色工业发展体系，促进经济健康发展，在此基础上提升对基础

设施等要素的投入能力,提升土地利用社会效益;徐州市区属于生态效益滞后型地区,应当推进绿色清洁生产和循环经济发展,重点强化资源型产业持续性发展,大力扶持发展第三产业,推动城市产业结构的升级优化,加强对于生态环境的投入,提升土地利用生态效益。同时,对于苏南—苏中地区要实现跨江融合,推进扬子江城市群、宁镇扬一体化,实现长江南北两岸区域融合发展,提高苏中地区土地经济效益,实施长江经济带国土空间用途管制及纠错机制,促进苏中地区生态效益的提升。

参考文献:

- [1]张荣天,焦华富.转型期省际城镇土地利用绩效格局演变与机理[J].地理研究,2014,33(12):2251-2262.
- [2]韩璐,谢俊奇.小波神经网络在土地利用效益分析中的应用——以兰州市为例[J].资源科学,2011,33(1):153-157.
- [3]Akinci Halil,Ozalp Ayse Yavuz,Turgut Bulent. Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique[J].Computers and Electronics in Agriculture,2013,97(9):71-82.
- [4]Kazemi Hossein,Akinci H. A land use suitability model for rainfed farming by Multicriteria Decision-making Analysis (MCDA) and Geographic Information System (GIS) [J]. Ecological Engineering,2018,116(6):1-6.
- [5]Li J,Lewis J,Rowland J,et al. Evaluation of land performance in Senegal using multi-temporal NDVI and rainfall series[J]. Journal of Arid Environments,2004,59(3):463-480.
- [6]傅瓦利,谢德体.三峡库区开县土地利用空间优化配置及其生态经济效益的比较研究[J].经济地理,2006,26(1):133-136.
- [7]郭旭东,常青,刘筱,等.基于碳储量视角的城镇土地利用模式与生态效益分异特征[J].中国土地科学,2017(4):61-70.
- [8]朱文娟,孙华.江苏省城市土地利用效益时空演变及驱动力研究[J].中国土地科学,2019(4):103-112.
- [9]朱文娟,孙华.江苏省土地利用效益系统耦合相对发展演变研究[J].土壤通报,2019(3):520-528.
- [10]杨俊,王占岐,金贵,等.基于 AHP 与模糊综合评价的土地整治项目实施后效益评价[J].长江流域资源与环境,2013,22(8):1036-1042.
- [11]李灿,张凤荣,朱泰峰,等.基于熵权 TOPSIS 模型的土地利用绩效评价及关联分析[J].农业工程学报,2013,29(5):217-227.
- [12]胡喜生,洪伟,吴承祯.福州市土地生态系统服务与城市化耦合度分析[J].地理科学,2013,33(10):1216-1223.
- [13]朱传军,卢新海,韩长生.基于模糊积分的开发区土地经济效益评价[J].中国土地科学,2009,23(5):53-58.
- [14]陈士银,周飞,吴雪彪.基于绩效模型的区域土地利用可持续性评价[J].农业工程学报,2009,25(6):249-253.
- [15]仇娟东,赵景峰,吴建树.基于耦合关系的中国区域土地利用效益水平测度[J].中国人口·资源与环境,2012,22(1):103-110.

-
- [16]倪维秋. 中国三大城市群城市土地利用经济、社会、生态效益的耦合协调性及其空间格局[J]. 城市发展研究, 2016, 23(12): 69-77.
- [17]李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域: 土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553-558.
- [18]刘彦随. 区域土地利用系统优化调控的机理与模式[J]. 资源科学, 1999, 21(4): 60-65.
- [19]龙花楼. 论土地利用转型与乡村转型发展[J]. 地理科学进展, 2012, 31(2): 193-200.
- [20]王国刚, 刘彦随, 方方. 环渤海地区土地利用效益综合测度及空间分异[J]. 地理科学进展, 2013, 32(4): 649-656.
- [21]王业侨. 海南省经济社会发展与土地利用相关分析[J]. 地域研究与开发, 2006(3): 85-88, 128.
- [22]Economides G, Miaouli N. Federal transfers, environmental policy and economic growth [J]. Journal of Macroeconomics, 2006, 28(4): 680-699.
- [23]董锁成, 张文中, 方创琳. 资源、环境与经济作用机制和规律探讨[J]. 资源科学, 1999(4): 18-24.
- [24]杨仁发. 产业集聚能否改善中国环境污染[J]. 中国人口·资源与环境, 2015(2): 23-29.
- [25]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.
- [26]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): 1243-1254.
- [27]冉圣宏, 李秀彬, 吕昌河. 土地覆被及生态服务价值变化的多时间尺度模拟——以四川省渔子溪流域为例[J]. 地理学报, 2006, 61(10): 1113-1120.
- [28]冉圣宏, 吕昌河, 贾克敬, 等. 基于生态服务价值的全国土地利用变化环境影响评价[J]. 环境科学, 2006, 27(10): 2139-2144.
- [29]马艳梅, 吴玉鸣, 吴柏钧. 长三角地区城镇化可持续发展综合评价——基于熵值法和象限图法[J]. 经济地理, 2015, 35(6): 49-55.
- [30]张鹏岩, 杨丹, 李二玲, 等. 人口城镇化与土地城镇化的耦合协调关系——以中原经济区为例[J]. 经济地理, 2017, 37(8): 145-154.
- [31]张旺, 周跃云, 胡光伟. 超大城市“新三化”的时空耦合协调性分析——以中国十大城市为例[J]. 地理科学, 2016, 33(5): 562-569.
- [32]姜磊, 柏玲, 吴玉鸣. 中国省域经济、资源与环境协调分析——兼论三系统耦合公式及其扩展形式[J]. 自然资源学报, 2017(5): 788-799.

-
- [33] Illingworth V. The penguin dictionary of physics[M]. Beijing: Beijing Foreign Language Press, 1996:92-93.
- [34] 刘耀彬. 中国区域城市化与生态环境耦合关联分析[J]. 地理学报, 2005, 60(2):237-247.
- [35] 蒋天颖, 华明浩, 许强, 等. 区域创新与城市化耦合发展机制及其空间分异——以浙江省为例[J]. 经济地理, 2014, 34(6):25-32.
- [36] 王毅, 丁正山, 余茂军, 等. 基于耦合模型现代服务业与城市化协调关系量化分析——以江苏省常熟市为例[J]. 地理研究, 2015, 34(1):97-108.
- [37] 李婷婷, 龙花楼. 基于转型与协调视角的乡村发展分析——以山东省为例[J]. 地理科学进展, 2014, 33(4):531-541.