

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

赵晓东¹, 王 静¹, 郭柏枢², 翟天林¹, 刘晶晶¹

(1. 武汉大学 资源与环境科学学院, 武汉 430079; 2. 湖北大学 资源环境学院, 武汉 430062)

摘 要:提升城镇土地利用效率、促进城镇高质量发展成为区域可持续发展和国土空间优化的重要内容和有效途径。以江苏大丰区为例,基于土地利用变化历史数据和驱动机制完成 2025 年滨海地区土地利用格局的预测模拟,构建了随机前沿函数模型,实现建设用地利用效率数量特征与时间过程的定量刻画,形成建设用地利用效率与建设用地扩张脱钩关系的地理区域变化规律的客观表达,提出了新时期大丰区应坚持“严控增量、盘活存量、提升质量”的建设用地利用基本策略。结果表明:(1) 2016—2025 年大丰区耕地、沿海湿地和水域等生态用地继续减少,建设用地增长 32.47 km²,侵占沿海湿地和水域以及向沿海扩张是主要特征;(2) 2000—2025 年建设用地利用效率持续增长,镇级平均建设用地利用效率先后由 0.592(2000 年)提升至 0.665(2016 年)和 0.682(2025 年),地区差别化的产业结构和土地利用主体功能是建设用地利用效率空间差异的主导因素。(3) 2000—2012 年乡镇建设用地利用效率与建设用地扩张总体处于强脱钩关系,2012 年后建设用地扩张、利用效率提升均放缓,总体表现为复钩和负脱钩关系。滨海地区建设用地利用效率与建设用地扩张脱钩关系时空演变规律可为国土空间优化利用、滨海土地资源管理提供参考,研究框架与方法集成是兼顾建设用地扩张和效率提升研究课题的有益补充。

关键词:建设用地利用效率; 建设用地扩张; 脱钩分析; 模拟预测; 滨海地区

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2020)05-0340-09

Construction Land Expansion, Utilization Efficiency and Decoupling Relationship in Coastal Areas — A Case Study of Dafeng District of Jiangsu Province

ZHAO Xiaodong¹, WANG Jing¹, GUO Baishu², ZHAI Tianlin¹, LIU Jingjing¹

(1. School of Resource and Environmental Science, Wuhan University, Wuhan 430079, China;

2. Faculty of Resources and Environmental Science, Hubei University, Wuhan 430062, China)

Abstract: Improving urban land use efficiency and promoting high-quality urban development have become the important contents and effective ways for regional sustainable development and land space optimization. Taking Dafeng District of Jiangsu Province as an example, we completed the scientific simulation of land use pattern in 2025 based on historical data and driving mechanism of land use change, and established a stochastic frontier function model to realize the quantitative description of the quantitative characteristics and time process of construction land use efficiency. The objective expression of the geographical change pattern of the decoupling relationship between the construction land use efficiency and construction land sprawl suggested that Dafeng District should adhere to the basic strategy of ‘controlling increments, revitalizing stocks, improve quality’. The results show that: (1) during the period 2016—2025, the ecological lands of Dafeng such as cultivated land, coastal wetlands and water bodies continued to decrease; the construction land continued to increase by 32.47 km²; invasion of coastal wetlands and expansion to the coast were the main features; (2) the utilization efficiency of construction land increased rapidly in the period from 2000 to 2025; the average utilization efficiency of construction land at town level had been raised from 0.592 in 2000 to

收稿日期: 2019-11-21

修回日期: 2019-12-13

资助项目: 国家自然科学基金面上项目“滨海开发带生态用地保护效率演变与空间效应研究”(41871203)

第一作者: 赵晓东(1994—), 男, 湖北阳新人, 硕士研究生, 研究方向为土地利用与资源环境管理。E-mail: zhaoxd0929@163.com

通信作者: 王静(1966—), 女, 浙江天台人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为土地生态系统管理与土地资源可持续利用。E-mail: wjing0162@126.com

0.665 in 2016 and 0.682 in 2025; the differentiated regional industrial structure and the major land use function are the dominant factors in the spatial difference of construction land use efficiency; (3) from 2000 to 2012, the utilization efficiency of township construction land and the expansion of construction land were generally in strong decoupling relationship; after 2012, the expansion of construction land and utilization efficiency had slowed down trend, there was a general double hook and coupling relationship between the two; the spatiotemporal evolution law of the construction land use efficiency and its decoupling from construction land expansion in the coastal area can provide decision-making reference for the optimization of land space. The research framework and methodology are useful supplements to the research content of the construction land sprawl and its efficiency improvement.

Keywords: construction land use efficiency; construction land expansion; decoupling analysis; simulation and prediction; coastal areas

改革开放四十年来,土地资源在中国经济增长和社会进步中承担起重要作用,支撑了举世瞩目的“中国速度”的城镇化建设^[1]。然而,以土地为代表的自然资源在人类经济、社会活动和空间惰性的双重作用下发生了短期难以扭转或调整的数量与结构变化^[2],其中建设用地低效无序扩张、优质耕地或生态用地萎缩退化和土地生态环境恶化等问题尤为突出^[3-5],我国东部滨海地区作为快速城镇化纵深推进的关键地区往往承担着更大的环境质量和资源利用风险。因而,在新时代国家生态文明战略实施背景下提升滨海地区土地利用效率、促进城镇高质量发展成为沿海城市可持续发展和国土空间优化的有效途径和重要内容^[6]。

随着学科的不断发展,研究内容日益丰富和知识体系日趋完善,建设用地利用研究也逐渐由偏实践的应用研究转向偏理论的机理分析,表现为单一考虑区域现状的建设用地集约利用评价转向体现土地利用的经济效率(生产技术层面)和经济效益(要素市场层面)内涵的综合系统研究^[7],其中建设用地效率的测算与评价是近年研究热点。基于地理和管理学科的固有特征,学界先后开展了全国、省域、流域、城市群等空间尺度和建设用地、耕地、生态用地等功能类型的土地利用效率测算^[8-11],并基于此探讨土地利用效率的演变规律和动力机制,而耦合其他地理现象^[12]和社会经济现象^[13-14]开展的系统定量研究是该研究主题的有益补充。当前,土地利用效率测算方法体系已基本形成以随机前沿分析(SFA)为代表的参数方法和以数据包络分析(DEA)为代表的非参数方法研究框架,其中前者可准确反映土地利用效益与最优产出水平的绝对差异、评价单元效益时空结构演变的有序过程,相较非参数方法测算的效率数值更具实践参考价值^[15-17]。然而,现有土地利用效率研究仅将建设用地效率提升作为研究开展的出发点和落脚点,缺失

资源利用效率与要素消耗的关系评估,忽视了中国城镇发展阶段的特点和现实基础^[18-19]。实际上,建设用地利用效率提升较城镇建设用地扩张对现阶段我国生态文明建设和区域经济发展更为重要,主客观上忽视存量挖掘的经济增长效用有悖于国家国土空间有效治理的战略目标。脱钩来源于物理学领域,资源环境领域学者将其拓展用于分析经济社会发展与环境压力、资源消耗之间的关系,随后脱钩关系计量方法和分类方法得以迅速发展,已经成为兼具定量和定性分析经济、社会、环境变量之间关系的普遍方法。在发展方式要从规模速度型转向质量效率型的社会经济背景下,定量测算分析建设用地利用效率与城镇用地扩张之间的脱钩关系兼具理论意义与现实意义。

滨海地区作为陆地与海洋圈层界面的复合地理单元,兼具自然资源丰富、人类活动频繁、生态环境脆弱及地理过程复杂等特征,决定了资源环境系统和人文经济社会现象相互作用下土地利用变化剧烈、生态系统反馈强烈的客观事实^[20]。大丰区地域格局变迁作为滨海地区人地关系矛盾冲突的缩影,开展其建设用地利用效率及与建设用地扩张的脱钩关系研究具备理论现实意义,也是全面阐释和深入解读人—地系统相互作用科学问题的有效补充。本文运用 Logistic-CA-Markov 模型模拟大丰区 2025 年土地利用格局,采用地均随机前沿分析模型测算建设用地利用效率,引入脱钩模型刻画建设用地利用效率与城镇建设用地扩张的耦合关系,以期深化土地利用变化与管理的理论研究,为国土空间优化制定有效战略决策提供科学参考。

1 研究区概况

大丰区,江苏省盐城市市辖区(图 1),位于江苏东部、上海北翼,有 112 km 海岸线,总面积约 3 008 km²。截至 2017 年末,大丰区拥有耕地面积比例超过 40%,人均占有耕地位列江苏省之首,建设用地面积

占比约 12%，沿海滩涂等湿地资源面积占比近 33%。大丰区作为我国沿海发展和长三角一体化两大国家战略叠加的重要节点，承担和享有经济快速发展、产业优化升级的历史任务和政策红利，建设用地需求量将不断增加，在“保护沿海湿地”和“保护海洋资源”等国家战略和需求背景下，统筹协调大丰耕地、湿地保护与经济发展的形势十分严峻。

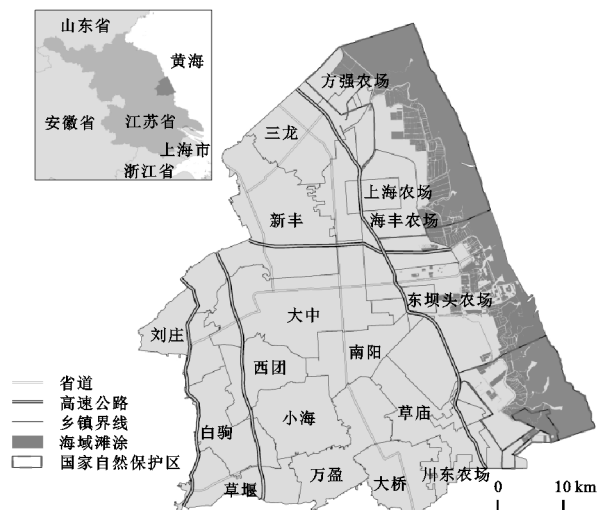


图 1 大丰区位置

2 数据和方法

2.1 数据来源和处理

本研究使用的数据分为土地利用数据，自然条件数据和社会经济数据。土地利用数据来源于大丰区土地利用变更调查，土地类型根据大丰区的实际情况和本文的研究需要分为耕地，林地，水域，建设用地和滩涂。这里采用广义化的耕地内涵，即不仅仅包括水浇地、水田和旱地，还包括草地，田坎，农村道路和设施农用地等地类。建设用地采用《县级土地利用总体规划数据库标准》中的定义，包括城乡建设用地，交通水利用地和其他建设用地。数字高程、道路和人口公里网格数据等自然及社会经济数据来自国家基础地理信息系统数据和中国科学院资源环境科学数据中心，并经过裁剪、投影变换和重采样等处理。资本、劳动力、地区生产总值等数据来自历年大丰统计年鉴，大丰统计公报和盐城市统计年鉴，其中资本和产值等货币数据采用国家发布的价格指数进行平减。在研究时间序列内，本文按照现行的行政区划办法归并由区划调整导致的相关数据变动。

2.2 Logistic-CA-Markov 模型

土地利用变化模拟一般分为土地数量变化预测和土地利用覆盖的空间布局模拟两个部分。CA-Markov, CLUE, DLS 等集成土地数量预测和土地空间布局功能模块的模型方法在一定程度上实现了土

地利用模拟的体系化和便利化，但空间布局模块只由两期数据的叠加运算得到土地类型转移概率矩阵作为核心输入单元，缺乏土地利用变化外界驱动因子的介入^[21]。因此，本文采用土地利用变化驱动因子参与的 Logistic-CA-Markov 组合模型对大丰区未来的土地利用格局进行预测和模拟，该模型的 logistic 回归单元可以广泛采纳学界关于土地利用变化驱动力的最新研究成果，进而提高土地利用空间布局的有效性和合理性。Logistic 回归方程的解释能力一般利用 R.G.Pontius 提出的 ROC 曲线 (Relative Operating Characteristic Curve) 进行检验，由曲线得到的面积占比介于 0.5~1，一般来说，该值越大，说明该地类的数学概率分布越符合真实的地类分布；反之，说明所选影响因素对地类分布的解释缺乏说服力。在正式模拟大丰区 2025 年土地利用格局之前，先用 2008 年和 2012 年两期土地利用数据预模拟 2016 年的土地利用格局，将结果与 2016 年现状土地利用数据进行叠置分析，并运用一种广泛使用的方法——Kappa 系数进行一致性检验。Kappa 系数的判定标准为：如果两幅土地利用/覆盖 (Land Use/Land Cover, LULC) 图像完全一样，则 Kappa=1；当 Kappa≥0.75 时，表明一致性较高，误差较小；当 Kappa≤0.4 时，一致性较差，LULC 模拟误差较大^[22]。

2.3 随机前沿分析

1977 年，名为随机前沿分析 (SFA) 的模型被提出来，成为定量测算效率的有效统计工具^[23]。为了扩展模型的应用范围，Battese 和 Coelli 为模型添加了时变系数，使得针对面板数据类型的单元效率测算得以实现^[24]。与非参数方法相比，除了能有效区分数据本身的随机误差和数据所反映评价对象的技术无效率，SFA 还能对模型的适用性进行假设检验，避免模型盲目套用带来的不合理性。在投入要素的处理上，本研究将建设用地以地均劳动力和资本的形式体现，土地利用效率的内涵表达更加充分。为研究的方便，本文基于柯布一道格拉斯函数的对数形式构建 SFA 实证模型：

$$\ln(y_{it}) = \beta_{0t} + \beta_{1t} \ln(L_{it}) + \beta_{2t} \ln(K_{it}) + \beta_{3t} \ln(F_{it}) + v_{it} - \mu_{it} \quad (1)$$

式中： y_{it} , λ , K_{it} , F_{it} 分别表示 t 时期 i 镇的单位面积非农产值 (万元/km²)，单位面积非农劳动人口 (人/km²)，单位面积固定资产投资 (万元/km²)，单位面积财政支出 (万元/km²)。 β_0 为常数项； β_1 , β_2 , β_3 分别是劳动投入，资本投入和财政支出的产出弹性。 v_{it} 和 μ_{it} 分别是相互独立的随机误差项和技术无效率项， v_{it} 服从均值为 0 的正态分布，而 μ_{it} 服从非负的截

尾正态分布。随机误差项代表了非人为可控但对生产效率产生重要影响的自然和社会事件,技术无效率项则反映了评价对象因为生产技术落后和管理水平欠佳而导致的产出损失。

在公式(1)的基础上,城镇建设用地利用效率为:

$$CLUE_{it} = \exp(-\mu_{it}) \tag{2}$$

式中:CLUE 为城镇建设用地利用效率,由于 μ_{it} 非负,因此 $0 < CLUE_{it} \leq 1$ 。

进一步,设定土地利用无效率项 μ_{it} 与时间变化之间的函数关系为:

$$\mu_{it} = \mu_i \cdot \exp\{-\eta \cdot (t - T)\} \tag{3}$$

式中: μ_i 是 i 镇在研究期内无效率项的最小值; t 表示当前的时序; T 表示研究的时间跨度; η 是待估计的时变系数,反映建设用地利用效率变化率的方向和大小,若 $\eta < 0$, μ_{it} 将随着 t 的增加而递增,建设用地利用效率逐期降低;若 $\eta > 0$, μ_{it} 将随着 t 的增加而递减,建设用地利用效率逐期提升;若 $\eta = 0$,则建设用地土地利用效率不随时间变化,该种情况出现的几率极小。

最后,对模型设定进行假设检验并对误差项的结构进行量化表达:

$$\lambda = -2 [\text{LR}(H_0) - \text{LR}(H_1)] \tag{4}$$
$$\gamma = \frac{\sigma_\mu^2}{\sigma_\mu^2 + \sigma_v^2} \tag{5}$$

式中: λ 是检验统计量,当不存在技术无效率时,其服从混合卡方分布。 $\text{LR}(H_0)$ 和 $\text{LR}(H_1)$ 分别是随机前沿模型在零假设(H_0 :不存在技术无效率)和备择假设(H_1 :存在技术无效率)下的对数似然函数值; γ 用于定量刻画误差项的数量结构,值越接近 1 表明技术无效率占实际产出与前沿面的差距的比例越大。

2.4 脱钩模型

“脱钩”概念最早提出是用于定量刻画经济活动的环境冲击逐渐减少的过程,这意味着脱钩需要从时间角度进行考察。研究脱钩的常用方法有指数法、计量分析法、差分回归系数法等^[25]。脱钩类型划分包括二分法、三分法、六分法和八分法等方法,当前脱钩分析使用最多的是八分法的 Tapio 弹性系数^[26](表 1)。本研究将脱钩概念引入土地利用领域,探讨建设用地利用效率和建设用地扩张之间的脱钩关系,计算公式见式(6)。

$$e = \frac{\Delta CLUE}{CLUE} / \frac{-\Delta CLA}{CLA} \tag{6}$$

式中:CLUE 是城镇土地利用效率;CLA 是建设用地面积。由于建设用地扩张越快,越有可能导致土地资源低效利用,因此本文将建设用地变化量取负数以符合脱钩模型的内涵。

表 1 脱钩类型及其弹性值

	状态	$\Delta CLUE/CLUE$	$-\Delta CLA/CLA$	弹性 e
脱钩	强脱钩	>0	<0	$e < 0$
	弱脱钩	>0	>0	$e > 1.2$
	衰退性脱钩	<0	<0	$0 \leq e < 0.8$
负脱钩	强负脱钩	<0	>0	$e < 0$
	弱负脱钩	>0	>0	$0 \leq e < 0.8$
	扩张性负脱钩	<0	<0	$e > 1.2$
连接	扩张性连接	>0	>0	$0.8 \leq e \leq 1.2$
	衰退性连接	<0	<0	$0.8 \leq e \leq 1.2$

3 结果与分析

3.1 土地利用格局演变与模拟

大丰区的园林地、滩涂和建设用地的面积从 2000—2016 年均呈现单调增长或减少变化趋势且在时间上逐渐趋于稳定。耕地开发和经济建设加速了滩涂至耕地或养殖水面、滩涂至建设用地的类型转变,成为沿海滩涂湿地面积持续减少主导因素。大丰区建设用地面积持续快速增长,由 121.998 km² 增长到 370.05 km²;耕地数量以 2008 年为拐点年份呈现先快速减少后缓慢增加的“U”形变化;水域面积在研究期内相对稳定,数量上表现出以 2008 年为峰点的倒“U”形变化。

表 2 是地类分布与空间影响因子的 logistic 回归及 ROC 检验结果。快速城镇化地区土地利用变化主要矛盾在于建设用地扩张侵占耕地资源,因而选择耕地和建设用地两种代表性地类考察回归结果:GDP、人口和距道路的距离对耕地分布具有负面影响,即这些影响因子的值越大,可认为越不适合耕地分布。高程、净初级生产力和农田生产力的值越高则表示越适宜分布以耕地为主的农用地;对于建设用地,高程和人口有明显的正向影响,而其余 6 个影响因素则是负向影响。5 种地类的 ROC 曲线检验结果均超过了 0.8,其中滩涂达到了 0.99,表明本研究所选驱动因子对大丰区地类分布具有很强的解释能力,由此得到的概率矩阵可以较准确地预测地类的空间分布。

为检验模型适用程度,将模拟得到的 2016 年土地利用格局与 2016 年土地利用现状进行叠置分析。结果显示,耕地、园林地、水域、建设用地和滩涂的 Kappa 系数分别是 0.767,0.846,0.809,0.788,0.837,总体一致性达到了 0.863,超过 0.75 的一致性共识。表明模型和空间影响因子对于大丰区的适用性很好。接下来,利用 2012 年和 2016 年土地数据再次进行 Markov 过程,得到 2016—2025 年土地利用面积转移矩阵,并结合 logistic 回归产生的地类空间分布概率矩阵,得到 2025 年大丰区土地利用预测结果(图 2)。

表 2 各地类 Logistic 回归系数和 ROC 检验结果

驱动因子	回归系数				
	耕地	林地	水域	建设用地	滩涂
高程	0.095**	0.087***	0.038*	0.081***	6.99—E03**
GDP	−9.3—E07*	−3.453—E05**	1.261—E04*	−3.544—E05**	5.8—E07
净初级生产力	2.015—E03**	1.809—E03***	−6.801—E04*	−1.098—E04***	−3.888—E03**
人口	−1.541—E04***	1.718—E04***	−1.381—E04***	3.5—E04***	−9.112—E04***
农田生产力	4.016—E05**	−2.567—E05	1.39—E06	−7.52—E06*	−1.369—E03**
距省级道路以下距离	−6.109—E05**	1.348—E05***	2.00—E05***	−1.061—E04***	−1.103—E04***
距省道距离	−5.601—E05***	−1.143—E05**	−8.85—E06*	−6.466—E05**	−7.755—E05*
距高速距离	−2.916—E05**	−4.972—E05***	−8.109—E05**	−3.091—E05**	4.68—E04***
截距	−0.851***	−4.476***	−0.555***	−1.111***	−1.856***
ROC	0.895	0.815	0.802	0.809	0.99

注：* 表示 $p<0.1$ ，** 表示 $p<0.05$ ，*** 表示 $p<0.01$ 。

结果显示,2025 年大丰区各主要地类的面积分别是:耕地 1 410.84 km²,园林地 81.6 km²,水域 586.52 km²,建设用地 402.52 km²,滩涂面积 527 km²,与 2016 年进行对比可知,除建设用地面积保持增长,其余 4 种用地类型的数量均出现不同幅度的下降。建设用地增长了 32.47 km²,增长率为 8.77%;耕地、园林地、水域和滩涂分别减少了 6.75 km²,0.57 km²,17.5 km²,7.49 km²。各地类变化幅度相比于 2012 年以前更加缓和,接近于 2012—2016 年这段时期的变化特点;农用地、滩涂等地类主要呈现非农化转变,建设用地与农用地出现数量不等的双向互相转化,滩涂则主要是单向转化为建设用地,与全国范围内的土地利用/覆被主要变化特征相符合^[27],对于滨海地区,相关研究指出,2000 年以后长江三角洲湿地侵占的主要驱动力从农业行为变为城镇化运动^[28],而大丰区的土地利用/覆盖模拟结果显示,大丰区仍处于快速城镇化阶段,建设用地需求仍然较大,建设用地显著扩张区主要集中在大丰市中心和大丰港区域,其余小范围扩张发生在各建制镇中心,沿海滩涂、耕地等生态和农业用地的保护持续面临较大压力。

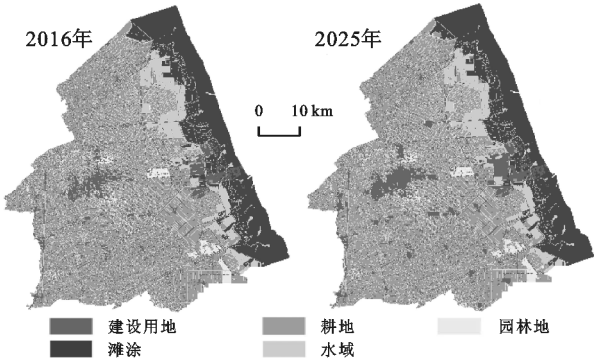


图 2 大丰区 2016 年土地利用现状图和 2025 年土地利用模拟图

3.2 建设用地利用效率及其演变过程

大丰区建设用地利用效率测算的模型参数估计及检验见表 3。单边效应检验统计量 LR 服从混合卡方分布,显著性概率值小于 0.01,拒绝了不存在技术无效率项的假设。 γ 值为 0.595,表明生产单位生产组合点距前沿面的距离有 59.5%是因为技术无效率的影响。除时变系数,参数系数的 t 值均大于 0.05 显著性水平对应的临界值,表明参数估计值具有统计学意义上的显著性。时变系数 $\eta=0.065$,说明城镇建设用地利用效率随着时间变化保持上升,但速率不高。投入劳动力、资本、财政支出的模型系数分别是 0.412,0.301,0.193,说明地均劳动力、资本、财政投入每增加 1%,地均产出相应增加 0.41%,0.3%和 0.19%。

表 3 模型参数估计结果

参数	估计结果	标准误差	t 检验值
β_0	2.629***	0.292	9.02
β_1	0.412***	0.053	7.75
β_2	0.301***	0.066	4.54
β_3	0.193***	0.051	3.77
σ^2	0.047**	0.017	2.69
γ	0.595***	0.096	6.21
μ	0.333***	0.105	3.16
η	0.065	0.056	1.14
对数似然值	26.15	单边效应似然比检验	26.133

注：* 表示 $p<0.1$ ，** 表示 $p<0.05$ ，*** 表示 $p<0.01$ 。

大丰区城镇建设用地效率时空变化格局见图 3。6 个时间节点的效率值分别是 0.592,0.611,0.63,0.648,0.665,0.682,增长趋势十分明显,年均增长率 0.5%,累计增长率 15.2%。按照自然断点法对效率值进行分级并类推至其他年份。2000 年大丰区一、二、三类效率值的乡镇个数分别是 1,6,5,整体效率结构模式类似年轻型的区域人口结构,说明建设用地

效率具有巨大的提升潜力。随时间推移,各镇建设用地效率持续增长,达到一类和二类标准的建制镇个数也不断增多。2016 年,大丰区 12 个建制镇建设用地效率全部位列 2 类及以上,其中一类和二类各 6 个,到 2025 年一类增至 7 个。最严格的新增建设用地审批和最严格的节约集约用地制度,倒逼大丰区建设用地利用效率得以不断提升,在这一制度和管理基础上,未来时期的效率值仍会呈现持续增长态势。

研究期内,虽然各建制镇城镇土地利用效率保持增长,但是各建制镇效率值的序列差异格局并未能得到改变。效率值从高到低的建制镇依次是,西团,新丰,草庙,白驹,三龙,刘庄,南阳,草堰,大中,小海,大桥,万盈。效率序列反映出两个显著的特点:其一,效率值排序靠后的都是大丰区优质耕地集中的农业强镇,如万盈,大桥,小海,草堰。这些乡镇的建设用地多是居住用地和交通运输用地,生产性建设用地较少,产值主要来源是第一产业。其二,效率值排名靠前的主要是企业集聚,以工业、服务业作为支柱产业的乡镇,建设用地的单位产值和人力资本水平较高。如紧邻市中心的新丰镇和西团镇。这说明,地区建设用地利用效率与其主体功能和产业特色高度关联,不

同的产业模式和主导功能直接导致不同的用地策略和地均用地效益,而且产业集聚的规模效应将进一步放大这种差异。值得注意的是,大丰区产值较高的大中镇(城区中心)城镇土地利用效率低于平均水平,而相关研究指出高产值区通常被认为拥有更先进的生产技术和管理经验,土地、物质资本、人力资本等生产要素的综合利用效率更高,即某种程度上效率值的高低和经济产出的高低会有相互增益的协同关系^[29]。在这一反常现象背后是大中镇长期以来建设用地的快速扩张,导致单位建设用地生产要素投入不足,因此大中须走转换经济发展动能、提高经济发展质量的道路,一方面可以大力推行“旧城改造”、“棚改”等城镇更新方式增加存量建设土地以满足发展需求,另一方面也要为以侵占沿海湿地为代价的大丰港区配备优质人力资本和充足的物质资本,从而提高城镇建设用地利用效率,匹配其大丰区中心城镇的政治、经济中心功能定位。此外,城镇建设用地效率增长速率也存在差异:在边际效益递减规律作用下,建设用地利用效率较小者对效率较大者表现出明显的追赶效应,在此趋势下,地区建设用地利用效率整体差异将进一步缩小,地区发展协调度将进一步提高。

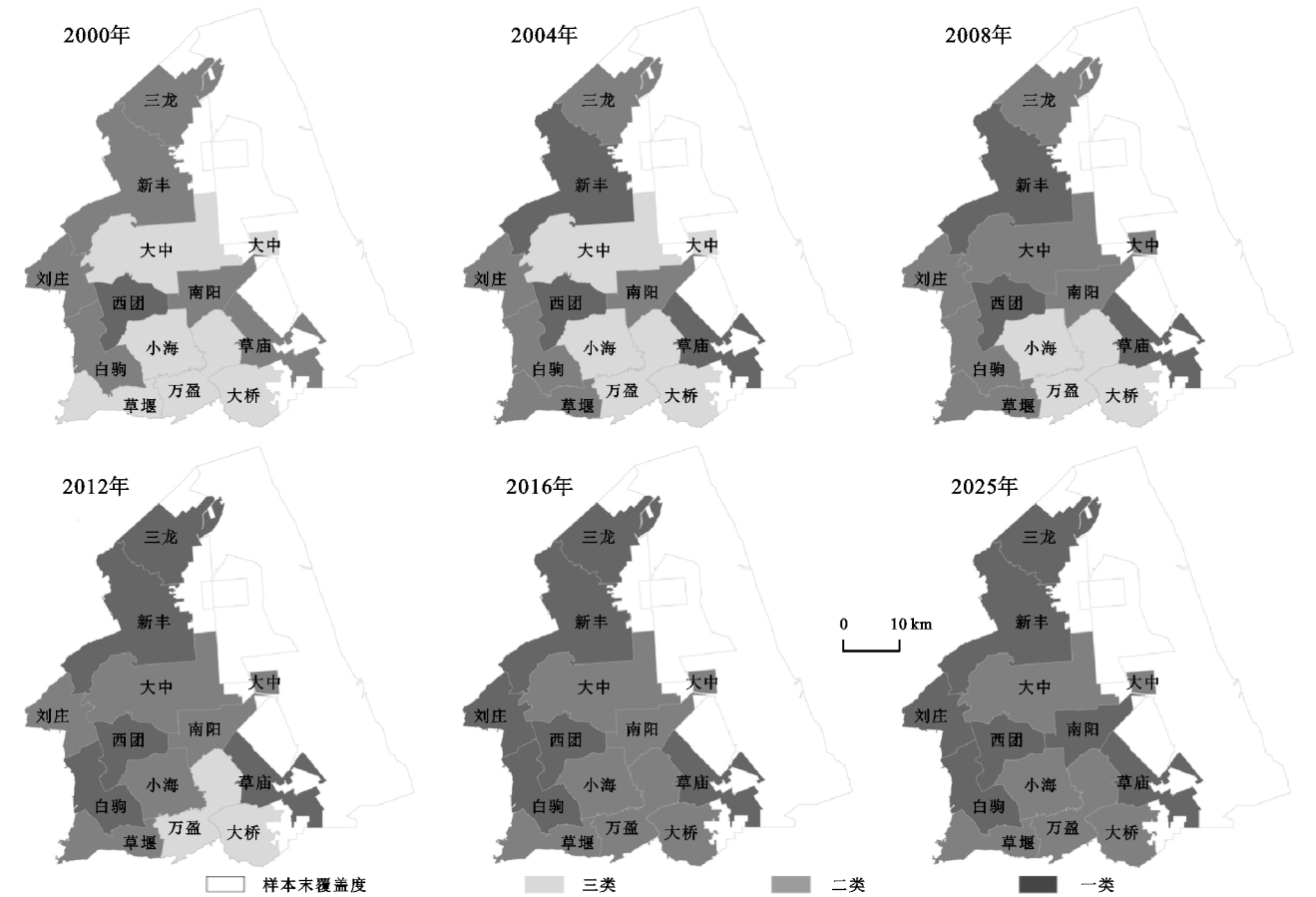


图 3 大丰区城镇建设用地利用效率时空格局

在空间上,效率高值镇形成近似“T”字型格局,大致由大丰区西部各乡镇和中部的西团、南阳、草庙

三镇组成。除开市中心大中镇,“T”字型格局与大丰区建设用地集中区连成的空间轴线基本重合。如果与大丰区主要交通干线叠合观察,这些效率高值区的分布也基本符合大丰过境的高速公路和省道的空间走向,呈现显著的空间协同性,重要的交通干线可通过廊道效应促进人员、信息、物质、技术等优势要素以空间外溢的形式在核心城镇与一般城镇之间传递,进而影响乡镇土地利用效率空间格局,可见乡镇建设用地利用效率的空间分布规律也符合起源于大尺度空间下的点轴开发理论。随着时间发展,以此空间格局为基础,效率高值区的生产要素、技术和管理经验逐渐向外围的效率低值镇区扩散、集聚,从而带动周围乡镇的生产率的生长,大丰区建设用地利用效率差异不断减小,区域建设用地效率空间协调性不断提高。在此效率空间格局指导下,基于乡镇经济发展的实际,大丰应优先利用近郊区居民点,加大农村居民点整理力度,使农村宅基地用地有序减少,城乡建设用地结构更加合理。促进人口向“城区、港城”和重点镇转移,引导产业集中布局、集聚发展,提高城镇建设用地利用效率。

3.3 建设用地利用效率与建设用地扩张脱钩关系时空变化

建设用地的无序和过快扩张通常是制约城镇土地利用效率提高的主要因素^[30-31]。在研究期内,大丰区各镇城镇建设用地效率单调增长,因此建设用地利用效率与建设用地扩张脱钩关系弹性系数正负值变化依赖于各乡镇单元建设用地面积的增减。在大丰区效率变化趋势一定的情况下,共出现 4 种建设用地效率脱钩关系,分别是强脱钩、弱脱钩、扩张性连接和弱负脱钩。以 12 个建制镇的 5 个时期共计 60 个脱钩状

态来考察,强脱钩、弱脱钩、扩张性连接和弱负脱钩的数量占比分别是 66.7%,15%,1.7%和 16.6%;若按广义的脱钩状态统计,处于脱钩状态的达到 81.7%,占据了绝对的数量。表明在研究期内即使大丰区的建设用地面积持续快速增长,但是建设用地效率与建设用地扩张之间整体并没有呈现此消彼长的权衡关系,即建设用地快速扩张的事实在很大程度上并没有限制其利用效率的提升。

从时间推进的角度看(表 4),2012—2016 年,6 个镇脱钩关系转为弱脱钩或弱负脱钩。从 2016—2025 年,脱钩关系发生非合意转变的乡镇数量达到 9 个,6 个镇出现弱负脱钩关系。城镇建设用地效率与建设用地扩张之间开始出现耦合关系,即建设用地利用效率提升的变化率小于建设用地面积减少的变化率。出现这一变化的主要原因是,在大丰区城镇建设用地扩张减缓甚至部分乡镇出现建设用地面积减少的情况下,各建制镇效率值的增长率却在持续下降,从 2000—2016 年,增长率下降了 17.59%,到远景年 2025 年下降了 22.7%。研究期内,大丰区一定程度上打破了城镇化进程中土地资源消耗和经济发展之间的刚性联系,控制城镇建设用地过快扩张取得了初步成效,但部分城镇(尤其是大中镇等滨海城镇,这些城镇的建设用地扩张侵占了沿海湿地)的建设用地利用效率仍处于较低水平。这说明一方面大丰在提升建设用地利用效率时必须重视影响因素的区域差异,分类指导,“因镇施策”;另一方面坚持底线思维,合理划定“三区三线”,严控新增建设用地,将盘活“供而未用”、“用而未尽”的存量建设用地作为提升建设用地效率的基本策略,使得经济增长逐渐摆脱对新增建设用地资源的依赖以及减少对于沿海湿地生态的威胁和破坏。

表 4 大丰区城镇建设用地效率脱钩类型演变统计

乡镇	2000—2004 年	2004—2008 年	2008—2012 年	2012—2016 年	2016—2025 年
大中镇	强脱钩	强脱钩	强脱钩	强脱钩	强脱钩
草堰镇	强脱钩	弱负脱钩	强脱钩	强脱钩	弱负脱钩
白驹镇	强脱钩	弱负脱钩	强脱钩	弱脱钩	弱负脱钩
刘庄镇	强脱钩	强脱钩	强脱钩	弱脱钩	弱脱钩
西团镇	强脱钩	弱负脱钩	强脱钩	弱负脱钩	弱负脱钩
小海镇	强脱钩	强脱钩	强脱钩	弱脱钩	弱脱钩
大桥镇	强脱钩	强脱钩	强脱钩	弱脱钩	弱负脱钩
草庙镇	强脱钩	强脱钩	强脱钩	强脱钩	弱负脱钩
万盈镇	强脱钩	强脱钩	弱脱钩	强脱钩	扩张性连接
南阳镇	强脱钩	强脱钩	强脱钩	弱脱钩	强脱钩
新丰镇	强脱钩	强脱钩	强脱钩	强脱钩	强脱钩
三龙镇	强脱钩	强脱钩	弱脱钩	强脱钩	弱负脱钩

4 结论与讨论

4.1 讨论

土地作为自然和人文、实体和非实体相互作用的载体,与资源环境、经济发展、生产生活、政策制度等众多因素相互促进、相互制约,成为深刻理解地理复杂系统、破解可持续发展难题的重要一环。本文基于大丰区土地利用变化和社会经济数据,运用 CA-Markov 模型模拟区域土地利用变化,构建地均投入产出随机前沿分析模型测算建设用地利用效率,定量评估了建设用地利用效率与建设用地扩张之间的脱钩关系。不仅将随机冲击和技术无效率对前沿面影响纳入国土空间优化研究的基本框架、为建设用地利用效率研究提供镇级精度的科学案例,也是兼顾建设用地扩张和效率提升重大研究课题的综合方法集成。

本研究选取滨海地区大丰区作为研究区,根据土地利用现状数据以及预测模拟的未来土地利用格局,蚕食沿海湿地和向沿海扩张是滨海地区城镇建设和经济发展的主要特征,而沿海湿地作为滨海地区特有的生态系统,具有极高的生态服务价值,因此开展建设用地效率测算是这一陆海交错地带土地转换效益的重要评价手段和工具。然而,本研究开展的建设用地利用效率评价仍局限于经济效益层面,未能将社会和生态效益产出内涵纳入研究体系,可能导致了建设用地利用效率的正向偏差。因此全面反映经济、社会和生态效益的建设用地利用效率是生态文明建设战略背景下科学认识区域发展特征的关键,如何制定落实系统评估框架是下阶段研究开展的重点;同时,建设用地利用效率与建设用地扩张脱钩关系的时空演变特征规律归纳总结是认识地理过程与地理机制的基础工作,下阶段将深入探索脱钩关系转变的关键驱动因素、厘清具有区位与产业结构差异的地域单元间相互影响与反馈机制,推进最优路径与发展目标下建设用地的科学组织,为土地资源配置和国土空间优化提供决策参考。

4.2 结论

(1) 2000 年以来,大丰区园林地、沿海滩涂面积持续减少,建设用地面积剧烈扩张了 2 倍多。耕地和水域面积变化以 2008 年为拐点,分别表现为先减少后增加和先增加后减少的时间变化趋势。大丰区 2025 年土地利用模拟结果表明,建设用地面积同比 2016 年将新增 32.47 km^2 ,耕地、园林地、水域和滩涂将分别减少 6.75 km^2 , 0.57 km^2 , 17.5 km^2 , 7.49

km^2 。建设用地扩张集中在大丰市中心和大丰港区域,在最严耕地保护制度和东部沿海地区发展外向型经济路径依赖下,大丰区“向海要地”的属性仍然显著,滨海地区的沿海湿地保护面临较大压力。在未来的发展中,滨海地区要严控新增用地和严格审批手续以控制新增围填海造地,加强滨海湿地的生态整治和修复,建立调查监测和用途管制的长效机制。

(2) 大丰区城镇建设用地效率测算结果表明,各建制镇建设用地效率在研究期内保持持续增长。2000 年和 2016 年平均效率分别是 0.592, 0.665, 累计增长率 12.33%, 预计 2025 年平均效率达到 0.682。较低水平的整体建设用地效率表明其仍有较大的提升潜力。各建制镇建设用地效率差异不断缩小,但序列格局仍保持不变,建设用地效率与城镇产业结构和土地利用主体功能定位密切相关。从生产投入要素看,劳动力和资本对提高乡镇尺度建设用地利用效率具有积极的作用。大丰港地区的建设和发展是以侵占沿海湿地和危害湿地生态系统安全为代价,高昂的生态成本对此区域人口和资本集聚水平、建设用地利用效率提出更高的要求,对于既成事实的建设用地,政府有关部门要制定相应的产业政策和提高资本技术引进门槛,切实提高建设用地利用效率。

(3) 研究期内大丰区各镇建设用地利用效率与城镇建设用地扩张总体处于脱钩关系,不同程度打破了城镇化进程中土地资源消耗和经济发展之间的刚性联系。但 2012 年以后,部分乡镇在建设用地扩张速度明显放缓的前提下,其建设用地利用效率增长速率不增反降,导致脱钩关系出现非合意转变。因此大丰应坚持“严控增量、盘活存量、提升质量”作为优化建设用地效率的基本策略,并以高标准建设沿海绿色港区,全面强化现有各类沿海自然保护地的管理,修复已经破坏的滨海湿地,使得经济增长逐渐摆脱对土地资源的依赖和减少对湿地生态的破坏。

参考文献:

- [1] Bai X M, Shi Peijun, Liu Y S. Society: Realizing China's urban dream[J]. Nature, 2014, 509(7499): 158-160.
- [2] Wang Jing, Lin Y F, Glendinning Anthony, et al. Land-use changes and land policies evolution in China's urbanization processes [J]. Land Use Policy, 2018, 75 (75): 375-387.
- [3] Wang J, Lin Y F, Zhai T L, et al. The role of human activity in decreasing ecologically sound land use in China [J]. Land Degradation & Development, 2018, 29(3): 446-460.

- [4] 刘纪远, 宁佳, 匡文慧, 等. 2010—2015 年中国土地利用变化的时空格局与新特征[J]. 地理学报, 2018, 73(5): 789-802.
- [5] 彭建, 赵会娟, 刘焱序, 等. 区域生态安全格局构建研究进展与展望[J]. 地理研究, 2017, 36(3): 407-419.
- [6] 金贵, 吴锋, 李兆华, 等. 快速城镇化地区土地利用及生态效率测算与分析[J]. 生态学报, 2017, 37(23): 8048-8057.
- [7] 谢芒芒, 赵敏娟. 陕西省城镇土地效率评价[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2011, 42(4): 603-608.
- [8] 王耕, 李素娟, 马奇飞. 中国生态文明建设效率空间均衡性及格局演变特征[J]. 地理学报, 2018, 73(11): 2198-2209.
- [9] 王良健, 李辉. 中国耕地利用效率及其影响因素的区域差异: 基于 281 个市的面板数据与随机前沿生产函数方法[J]. 地理研究, 2015, 33(11): 1995-2004.
- [10] 赵丹丹, 胡业翠. 城市土地利用效率与城市化耦合协调性研究: 以我国 285 个地级及以上城市为例[J]. 水土保持研究, 2017, 24(1): 291-297, 304.
- [11] 杨奎, 文琦, 钟太洋. 长江经济带城市土地利用效率评价[J]. 资源科学, 2018, 40(10): 2048-2059.
- [12] 崔学刚, 方创琳, 张嵩. 山东半岛城市群高速交通优势度与土地利用效率的空间关系[J]. 地理学报, 2018, 73(6): 1149-1161.
- [13] 何好俊, 彭冲. 城市产业结构与土地利用效率的时空演变及交互影响[J]. 地理研究, 2017, 36(7): 1271-1282.
- [14] 华吉庆, 叶长盛. 基于 DEA 的广东省城市土地利用效率及其时空分异特征[J]. 水土保持研究, 2018, 25(4): 283-288.
- [15] 金贵, 邓祥征, 赵晓东, 等. 2005—2014 年长江经济带城市土地利用效率时空格局特征[J]. 地理学报, 2018, 73(7): 1242-1252.
- [16] 王良健, 李辉, 石川. 中国城市土地利用效率及其溢出效应与影响因素[J]. 地理学报, 2015, 70(11): 1788-1799.
- [17] Fall F, Akim A, Wassongma H. DEA and SFA research on the efficiency of microfinance institutions: A meta-analysis[J]. World Development, 2018, 107: 176-188.
- [18] 黄和平, 彭小琳. 脱钩视角下城市土地利用效率变化与提升策略: 以南昌市为例[J]. 资源科学, 2016, 38(3): 493-500.
- [19] 车亮亮, 韩雪, 赵良仕, 等. 中国煤炭利用效率评价及与经济增长脱钩分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(3): 104-110.
- [20] 张利, 陈影, 王树涛. 滨海快速城市化地区土地生态安全评价与预警: 以曹妃甸新区为例[J]. 应用生态学报, 2015, 26(8): 2445-2454.
- [21] 何丹, 金凤君, 周璟. 基于 Logistic-CA-Markov 的土地利用景观格局变化: 以京津冀都市圈为例[J]. 地理科学, 2011, 31(8): 903-910.
- [22] 张晓娟, 周启刚, 王兆林, 等. MCE-CA-Markov 的三峡库区土地利用演变模拟及预测[J]. 农业工程学报, 2017, 33(19): 268-277.
- [23] Aigner Dennis, Lovell C A Knox, Schmidt Peter. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models[J]. Journal of Econometrics, 1977, 6(1): 21-37.
- [24] Battese George E, Coelli Tim J. Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data[J]. Journal of Econometrics, 1988, 38(3): 387-399.
- [25] 钟太洋, 黄贤金, 韩立, 等. 资源环境领域脱钩分析研究进展[J]. 自然资源学报, 2010, 25(8): 1400-1412.
- [26] 齐绍洲, 林岫, 王班班. 中部六省经济增长方式对区域碳排放的影响: Tapio 脱钩模型, 面板数据的滞后期工具变量法的研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(5): 59-66.
- [27] Kuang W, Liu J, Dong J, et al. The rapid and massive urban and industrial land expansions in China between 1990 and 2010: A CLUD-based analysis of their trajectories, patterns, and drivers[J]. Landscape and Urban Planning, 2016, 145: 21-33.
- [28] 王毅杰, 俞慎. 长江三角洲城市群区域滨海湿地利用时空变化特征[J]. 湿地科学, 2012, 10(2): 129-135.
- [29] 林丽群, 李娜, 李国煜, 等. 基于主体功能区的福建省城镇建设土地利用效率研究[J]. 自然资源学报, 2018, 33(6): 1018-1028.
- [30] 陈伟, 吴群. 长三角地区城市建设用地经济效率及其影响因素[J]. 经济地理, 2014, 34(9): 142-149.
- [31] 张雅杰, 金海. 长江中游地区城市建设用地利用效率及驱动机理研究[J]. 资源科学, 2015, 37(7): 1384-1393.