

环鄱阳湖生态城市群城市建设 用地碳排放生态效率研究

钟成林, 柯艳梅, 肖文静

(江西师范大学 财政金融学院 江西 南昌 330022)

摘要: 利用环鄱阳湖生态城市群六个地级市 2003—2016 年的相关数据,综合采用 Super-SBM-Undesire 模型对其城市建设用地碳排放生态效率进行了综合测算,在此基础上,借鉴 Barro 的收敛性分析框架对其收敛性进行了实证检验,与此同时,采用探索性空间分析技术,对不同空间权重情境下的空间外溢效应进行了实证检验,研究结果表明:首先,环鄱阳湖生态城市群城市建设用地碳排放生态效率相对较高,2003—2016 年的均值为 0.78,年际波动明显,动态变化趋势类似于一个“U 形”,内部差异较高,最高的鹰潭市约为最低城市上饶市的 1.54 倍。其次,在考察期内,环鄱阳湖生态城市群的碳排放生态效率总体呈收敛之势,但不同时期的收敛特性差别明显,其中 2003—2009 呈收敛之势,而 2010—2016 年的收敛特性并不明显。第三,环鄱阳湖生态城市群城市建设用地碳排放生态效率的空间相关性较弱,且不同空间权重情境下的差别明显,其中架构在水面相邻基础上的空间外溢效应显著为负,但在考察期内并不对称,仅在 2009 年后显著,且强度在不断衰减。与此相反,架构在陆面相邻基础上的空间外溢效应虽然为负,但在统计上并不显著。最后,区域政策对架构在实体权重基础上的城市建设用地碳排放生态效率具有一定的调节作用,但对不同空间权重空间外溢效应的调节作用是非对称的,其中区域政策与水面邻接权重相互耦合,但方向相反,有效地弱化了其所触发的负的城市建设用地碳排放生态效率空间外溢效应,但对陆面邻接的调节作用并不明显。

关键词: 城市建设用地;碳排放;生态效率;收敛性;空间外溢效应;水面邻接;陆面邻接;区域政策
中图分类号: F061.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-0098(2021)03-0042-14

一、引言

随着工业化和城镇化进程的持续快速推进,中国的城市建设用地规模持续扩张,2018 年我国的城市建成区面积为 5.8 万平方公里,约为 1990 年的 4.7 倍^①。城市建设用地规模的持续膨胀为我国经济的快速发展提供了有效的空间载体支撑,创造了良好的经济效应,2020 年中国的 GDP 首次突破 100 万亿大关,达到了 101.6 万亿元,约为 1978 年的 39.7 倍,年均增长 8.9%。

但值得注意的是,城市土地开发利用在取得上述经济效益的同时也造成了不良的生态影响,在所有的生态影响当中,二氧化碳排放问题尤为突出,2009 年中国的二氧化碳排放量占世界的比重高达 24.2%,首次超

^① 数据来源于《中国统计年鉴》

收稿日期:2020-03-20

基金项目:国家社会科学基金项目“供给侧结构性改革背景下长江经济带市场化生态补偿机制的培育研究”(18CJL024);江西省社会科学规划青年博士基金项目“土地生态利益分配制度对城市建设用地碳排放生态效率的影响研究”(17CJ09);江西师范大学青年英才培育资助计划(2019)

作者简介:钟成林(1988-),男,江西宜春人,博士,副教授,研究方向为生态经济与发展经济。

过美国成为世界第一大碳排放国^①,此后随着工业化进程的持续快速推进,中国的世界碳排放份额还在不断增长。

此外,为了应对全球气候变化,世界气象组织与联合国环境规划署于1988年成立了政府间气候变化专门委员会(IPCC),并于1992年缔结了联合国气候变化公约,中国作为一个负责任的大国,积极履行国际义务,深度参与全球气候变化治理行动,制定并采取了一系列富有成效的碳减排措施,主动制定了自己的碳减排路线图,并于2015年主动向联合国请缨,承诺到2030年中国的碳排放总量要达到峰值,这一庄重承诺虽然为我国赢得了国际声誉,但与此同时也给我国的城市土地利用活动施加了严苛的外部约束。

在此背景下,如何妥善协调城市土地利用的经济社会效益与(碳排放)生态效益之间的关系,降低城市土地利用过程的碳排放代价,促进城市建设用地(碳排放)生态效率的持续快速增长就是我国未来城镇化进程中亟待破解的重大现实难题,而城市建设(碳排放)生态效率的测算及时空特征的识别等问题就具有重要的研究价值。

二、文献综述

土地生态效率是指基于过程耦合土地利用与土地生态,从投入产出角度来思考土地利用过程的资源环境消耗(游和远等,2011)^[1]。在单位土地投入既定的情况下,为获得既定的土地产出所造成的生态环境影响越小,则土地的生态效率越高(金贵等,2018)^[2]。

目前国内外对土地生态效率的研究主要集中在如下几个方面:一是土地生态效率的测算(姚成,2015^[3];李桂媛等,2016^[4];洪开荣,2016^[5];朱旭森,2016^[6];黄鑫等,2018^[7];钟成林等,2019^[8];Chen et al, 2020^[9]);二是土地利用的经济效益与生态效益之间耦合协调关系的论证(丁宝根等人,2019^[10]);三是土地生态效率影响因素的探索,如卫晓庆等(2020)^[11]研究指出,城镇化对城市土地利用的生态效率具有重要影响,随着城镇化水平的不断提高,城市土地的生态效率也在不断增长。与此同时,Hou et al(2019)^[12]的研究则进一步表明,城镇化的影响是双向的,城镇化除了会对城市土地生态效率产生影响之外,还会对农业用地的生态效率发挥作用,但不同的作用渠道,其影响效果存在一定的差别,其中城镇化引发的产业集聚抑制了农业生态效率的增长,伴随着城镇化而来的扩散效应有效促进了农业生产效率的有效提升。此外,Den et al(2020)^[13]的研究还指出,土地管理水平也是影响城市建设用地生态效率的关键,且土地产出是链接土地管理与土地利用生态效率的中介。最后,钟成林等(2019)^[14]的研究认为,土地生态利益分配制度作为土地制度体系的核心制度安排,其不仅会对自身的生态效率产生直接影响,而且还会对周边地区的城市建设用地生态效率产生间接威胁,且后者的作用强度要超过前者。

与此同时,随着全球气候持续变暖和温室效应问题的不断凸显,土地利用的碳排放问题日益受到广泛的关注,而土地利用类型转变作为影响碳排放的重要因素(李小康等,2018^[15];郑永超和文琦,2020^[16];周嘉等,2020)^[17],其开发利用过程的碳排放效应问题旋即成为土地生态效率领域的研究重点,大量学者分别从土地低碳集约利用(季凯文等,2015^[18];刘金芝等,2019^[19])、碳排放的经济贡献度(邵猷根等,2020)^[20]、碳排放视角下省域尺度的土地生态效率(罗谷松和李涛,2019)^[21]等角度开展了系统论证。

综上,国内外学者围绕土地生态效率的测算、影响因素的探索、土地的低碳利用以及其他生态环境影响等方面开展了大量的研究,取得了丰硕的成果,为后人继续开展土地生态效率方面的研究奠定了坚实的理论基础,提供了有益的方法论指导,但现有研究仍存在如下不足:一是对土地生态效率的考察大多基于传统污染物视角,很少有人从碳排放视角出发,考察土地利用的碳排放生态效率问题,但随着全球气候持续变暖,土地的低碳利用势在必行。二是对土地生态效率的研究主要集中在区域土地层面,很少有人从微观视角出发,探讨特定土地利用形态开发利用过程的生态效率问题,以城市建设用地开发利用作为生态效率评价的研究更是鲜见。

有鉴于此,拟从碳排放视角出发,以环鄱阳湖生态城市群六个地级市为例,对其城市建设用地开发利用过程的碳排放生态效率问题进行系统探讨,以期提升环鄱阳湖生态城市群城市土地利用的低碳利用

^① 胡鞍钢. 中国碳排放趋势:从相对减排到绝对减排(1990—2050年)[C]. 国情报告第十八卷 2015年:清华大学国情研究中心,2017:550—567.

技术水平,降低其城市土地开发利用的碳排放代价,提升其碳排放生态效率水平,打造美丽中国“江西样板”提供有益的参考和借鉴。

接下来的安排如下,首先,采用 Super-SBM-Undesire 模型来对其城市建设用地碳排放生态效率进行综合测算;然后,借鉴 Barro 的收敛性分析框架,以《环鄱阳湖生态经济区规划》的获批时间为界,对其收敛性进行实证检验;其次,采用探索性空间分析技术,对架构在不同空间权重基础上的空间外溢效应进行定量分析;最后,结合收敛性检验结论和探索性空间分析结果,提出进一步推动环鄱阳湖生态城市群城市建设用地碳排放生态效率持续快速增长的对策建议。

三、城市建设用地碳排放生态效率的测算

城市建设用地利用的碳排放生态效率是指城市土地开发利用过程中增加的经济价值与增加的碳排放数量之比。在城市土地开发利用过程中,在保持土地生态系统稳定的前提下,为获取合意的经济产出所排放的二氧化碳越少,则城市建设用地利用的碳排放生态效率越高。

与此同时,为识别城市建设用地碳排放生态效率的时空特征,必须采用的一定的方法对其进行科学合理的测定,而测算方法的选择、指标的选取以及样本的确定就显得尤为重要。

(一) 测算方法的选择

能容纳非期望产出的超效率 SBM 模型不仅突破了传统 DEA 模型效率测算结果最大值为 1 的限制,有效解决了同为 DEA 有效的相似决策单元的排序问题,而且还充分考虑到了要素冗余给效率测算结果带来的影响,极大提升了效率测算结果的精度。更关键的是还能容纳非期望产出,这与城市土地开发利用过程高度耦合,有效减少了城市土地碳排放生态效率测算结果的偏差。有鉴于此,直接选用能容纳非期望产出的超效率 SBM 模型(Super-SBM-Undesire)来对环鄱阳湖生态城市群的城市建设用地碳排放生态效率进行综合测算。

(二) 能容纳非期望产出的超效率 SBM 模型简介

能容纳非期望产出的超效率 SBM 模型(Super-SBM-Undesire)是传统 SBM 模型与超效率思想相结合的产物(Anderson, 1993^[22]; Tone, 2001^[23]),建立在该模型基础上的效率测算是生态领域一种优良的非参数估计方法。

Super-SBM-Undesire 模型的核心计算步骤如下:首先,采用传统的能包含非期望产出的 SBM 模型对待评估单元的 SBM 效率值进行测算,得到全样本条件下待评估单元的 SBM 效率值;然后,将待评估单元从现有评估体系中剔除,求解在此条件下待评估单元仍为 DEA 有效的投入(或者非期望产出)的扩张量(或缩减量),则投入要素(或非期望产出)的最大扩张比例(或最大缩减比例)就是超效率。

对于一个拥有 n 个相似决策单元(DMU), r 种投入, q_1 种好产出和 q_2 种非期望产出的生产系统而言,用于评价第 j_0 个 DMU 的包含非期望产出的超效率 SBM 效率值的线性规划模型为:

$$\min \rho_{j_0} = \frac{1 - \frac{1}{r} \times \sum_{i=1}^r \frac{g_x s_{i,j_0}}{x_{i,j_0}}}{1 + \frac{1}{q_1 + q_2} \times \left(\sum_{u=1}^{q_1} \frac{g_{yg} s_{u,j_0}^g}{y_{u,j_0}^g} + \sum_{v=1}^{q_2} \frac{g_{yb} s_{v,j_0}^b}{y_{v,j_0}^b} \right)}$$

$$s. t. \begin{cases} \sum_{j=1, j \neq j_0}^n \lambda_j x_j + g_x s_i \leq x_{j_0} \\ \sum_{j=1, j \neq j_0}^n \lambda_j y_j^g - g_{yg} s_u \geq y_{j_0}^g \\ \sum_{j=1, j \neq j_0}^n \lambda_j y_j^b + g_{yb} s_v \leq y_{j_0}^b \\ \sum_{j=1, j \neq j_0}^n \lambda_j = 1 \end{cases}$$

其中 $j \neq j_0$ 表示在构建前沿面时已将待评估单元剔除, λ_j 、 s_i 、 s_u 和 s_v 分别表示权重向量、投入冗余向、期

望产出的不足向量和非期望产出的冗余向量。 X_{j0} 、 y_{j0}^g 和 y_{j0}^b 分别表示待评估单元 j_0 的投入、期望产出以及非期望产出向量。 x_j 、 y_j^g 和 y_j^b 分别表示其他DMU的投入、好产出和坏产出向量。 $g(g_x, g_{yg}, g_{yb})$ 为方向向量,表示的是投入要素、好产出以及坏产出的调整方向向量,当 $g(g_x, g_{yg}, g_{yb}) = (1, 1, 1)$ 表示投入或产出冗余的调整方向与待评估单元的投入或产出方向一致,能容纳非期望产出的超效率SBM模型也就退化为径向模型,若 $g(g_x, g_{yg}, g_{yb}) \neq (1, 1, 1)$,则投入或产出冗余将按照上述方向向量进行调整,该模型为非径向模型。与此同时,为规避线性规划模型无解的情况,在构造约束条件时都取了非等号。

$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ 表示规模报酬可变, $\frac{1}{r} \times \sum_{i=1}^r \frac{g_x s_{i,j_0}}{x_{i,j_0}}$ 表示投入要素的平均冗余程度, $\frac{1}{q_1 + q_2} \times \left(\sum_{u=1}^{q_1} \frac{g_{yg} s_{u,j_0}}{y_{u,j_0}^g} + \sum_{v=1}^{q_2} \frac{g_{yb} s_{v,j_0}}{y_{v,j_0}^b} \right)$ 表示产出的平均冗余程度。

其中 $\rho_{j_0} < 1$ 表示DMU $_{j_0}$ 为非DEA有效, $\rho_{j_0} = 1$ 意味着DMU $_{j_0}$ 位于前沿面,属于DEA有效单位,但不存在超效率, $\rho_{j_0} > 1$ 意味着DMU $_{j_0}$ 位于生产前沿面,为DEA有效单位,且存在超效率。

(三) 投入产出指标的选择

遵循古典经济增长理论的分析框架,借鉴德国环境经济账户在衡量生态效率时对投入产出指标的设定方法,将资本、劳动力、水资源和能源界定为投入,将GDP界定为期望产出,将城市土地开发利用的碳排放界定为非期望产出。

劳动力、资本、水资源和能源使用数量分别用地均非农产业从业人员、地均固定资本、地均水资源供应量和地均标准煤使用量来衡量,GDP和碳排放分别用地均非农产业总产值和地均二氧化碳排放量来刻画。

(四) 部分变量的估计

1. 固定资本的估计

首先,假定固定资本服从如下累积迭代模式,即 $K_t = I_t + (1 - \delta) K_{t-1}$ 式(1),其中 K_t 和 k_{t-1} 分别表示第 t 期和第 $t-1$ 期的固定资本存量, I_t 为第 t 期的新增固定资产投资, δ 为折旧率。

然后,假定在较长的时间内,固定资本存量的增长率与固定资产投资的增长率相等(张军等,2004^[24];单豪杰,2008^[25]),即 $g_t = \sqrt[t]{\frac{I_t}{I_0}} - 1 = \sqrt[t]{\frac{K_t}{K_0}} = g_K$ 式(2)。由于 I_t 和 I_0 均为已知数,因此 g_t 也为已知数,据此有:

$$\frac{K_1}{K_0} = 1 + g_t \text{ 式(3) } \text{ 对式(3)移项后可得: } K_1 = (1 + g_t) K_0 \text{ 式(4) }。$$

其次,令式(1)中的 $t = 1$,并将式(4)代入式(1)可得: $K_0 = \frac{I_1}{g + \delta}$ 。

最后,取 $\delta = 10\%$ 并将 K_0 代入式(1)进行累积迭代便可得到历年的固定资本存量。

2. 能源消耗量的估计

由于《中国城市统计数据库》《城市建设统计数据库》《江西省县统计数据库》均未公布考察期内完整的能源消耗数据,因此,需要采用一定的方法对其进行估计。借鉴国际标准,采用了标准煤折算法,即:

$$E = E_i \times \text{convert}_i$$

其中 E 表示标准煤的数量, E_i 表示第 i 中能源的消耗数量, convert_i 表示第 i 种能源的标准煤折算系数。

考虑到数据的可获得性,本文选用了电力、人工天然气和液化石油气三种能源,其中电力和液化石油气的标准煤折算系数分别为0.1229kg标准煤/kwh和1.7143kg标准煤/kg,天然气的标准煤的折算系数取了高位与低位的平均值,即1.215kg标准煤/m³^①。

3. 碳排放量的估算

城市土地利用过程的碳排放渠道主要有两个:一是直接的碳排放,即土地生态系统碳库容的降低所导致的碳溢出,如从工业用地转变为园林用地,土地生态系统有机碳库的库容将会提升,碳排放将会减少;二是间接的碳排放,即土地开发利用过程中化石能源消费所引发的碳排放。但从城市土地开发利用实际来看,在短时间内,土地生态系统相对稳定,土地用途转换和结构调整对土地生态系统总体碳库容的影响较小,由此引

① 标准煤折算系数来源于《中国能源统计年鉴》。

发的碳溢出较少,对碳排放的贡献较低。与此相反,城市土地开发利用过程中的化石能源消费体量庞大,由此引发的碳排放数量较多,对城市土地开发利用碳排放的贡献最大。有鉴于此,在测算城市建设用地的碳排放时,仅考虑了化石能源消费所引发的碳排放。

与此同时,从化石能源消费过程看,可将其分为一次消费和二次消费,其中一次消费是指对化石能源的直接消费,而二次消费是指将原始的化石能源转化为其他能源形式,然后通过消费其他能源的方式来间接消费化石能源。则对特定城市而言,其城市土地开发利用过程的碳排放就是一个关于一次和二次化石能源消费量的函数,即:

$$Emission(Emission^{first}, Emission^{second}) = Emission^{first} + Emission^{second} \\ = \sum Energy_{jt}^{first} \times c_j \times z_j + \sum Energy_{it}^{second} \times cfactor_i$$

$Emission^{first}$ 和 $Emission^{second}$ 分别表示一次和二次化石能源消费引发的碳排放量, $Energy_{jt}^{first}$ 、 c_j 和 z_j 分别表示第 j 种化石能源的消费数量、碳排放系数以及标准煤折算系数, $cfactor_i$ 表示二次化石能源消费的碳排放因子。

结合环鄱阳湖生态城市群城市土地开发利用过程的化石能源消费实际,本文分别选用了原油和液化石油气来作为一次化石能源消费的碳源^①,电力消费作为二次化石能源消费的碳源^②。

(五) 样本选择

2002 年中共党的十六大首次将生态文明写入党代会报告,这意味着生态文明已开始嵌入中国特色社会主义建设事业的宏伟蓝图,这极大地改善了各地加强生态文明建设的政治环境,激发了各地加强生态文明建设的热情,诱发了更多的生态文明建设行为。与此相对,城市作为人口最为集中的地区,城市土地开发利用过程作为对生态环境影响最大的活动,其必然会受到生态文明建设政治环境变迁的冲击,因此可以预计,在生态文明建设的政治环境发生逆转后,城市土地开发利用行为及其生态环境代价将会出现方向性转变。

2017 年中共党的十九大报告将生态文明建设提升到事关“中华民族永续发展千年大计”的战略高度,这意味着生态文明建设已不再是一个短期目标,而是一个跨代的长期任务,即在开展生态文明建设时,不能仅从局部和短期进行考察,而是需要从中华民族永续发展这个历史长河中进行考量。只有当一项生态环境建设行为符合中华民族的长远利益时,该生态文明建设行为才具有政治上的正义性,地方政府官员采取相应的城市土地开发利用行动才会在政治上得到认可。这进一步升华了生态文明建设的政治环境,提高了生态文明建设的质量,推动了城市土地开发利用行为的飞跃和城市土地开发利用过程中生态环境代价的系统性下降。故为了保持城市建设用地生态效率分析环境的稳定性,剔除政策因素对城市建设用地生态效率测算结果的干扰,本文将样本期间确定在中共十六大和十九大召开之间的 2003—2016 年。

与此同时,虽然环鄱阳湖生态城市群的区划已下沉到区县,但县域尺度的数据相对匮乏,无法满足城市建设用地碳排放生态效率的分析要求。与此相反,市辖区的数据相对丰富,有鉴于此,本文直接选用了国家生态文明实验区核心建设区域——环鄱阳湖生态城市群六个地级市(南昌、九江、景德镇、鹰潭、上饶、抚州)市辖区的数据。

综上,本文的研究样本为 2003—2016 年环鄱阳湖生态城市群 6 个地级市市辖区。

(六) 数据来源及价格处理

非农产业从业人员、固定资产投资、非农产业从业人员、非农产业 GDP、城市供水总量以及天然气、液化石油气、电力消费数据以及园林绿地面积数据均来源于 EPS 系统中的城市数据库。

第二和第三产业 GDP 分别用第二和第三产业 GDP 平减指数进行平减处理,已统一调整至以 2003 年为基准的可比价格水平,新增固定资产投资用固定资产投资价格指数平减,已统一调整至 2003 年为基准的可比价格水平。

为让读者对各变量的分布有一大致认识,给出了各变量的描述性统计结果,具体如表 1 所示:

① 借鉴 IPCC 的测定结果,天然气和液化石油气的碳排放系数分别为 0.4483 吨 CO₂/吨标准煤和 0.5042 吨 CO₂/吨标准煤。根据《中国能源统计年鉴》的测算结果,天然气和液化石油气的标准煤折算系数分别为 1.1 ~ 1.33kg 标准煤/m³(取平均值 1.215)和 1.7143 吨标准煤/吨。

② 引用《2017 年度减排项目中国区域电网基准线排放因子》中的报告数据,华中区域电网的 OM 和 BM 的碳排放因子分别为 0.9014 和 0.3312,在实际计算时,取了二者的加权值,二者的权重分别为 50% 和 50%。

表1 投入产出变量描述性统计

指标性质	一级指标	二级指标	单位	均值	方差	最大值	最小值	均值
非期望产出	碳排放	地均二氧化碳碳排放量	吨/平方公里	18742.1	9478.5	50458.7	2772.1	18742.1
期望产出	GDP	地均非农产业 GDP	亿元/平方公里	3.4	2.0	8.7	0.7	3.4
	固定资本	地均固定资本	亿元/平方公里	8.7	6.1	31.5	1.0	8.7
投入	劳动力	地均非农产业从业人员	万人/平方公里	0.195	0.097	0.435	0.080	0.195
	资源消耗	地均城市供水总量	万吨/平方公里	142.1	121.6	616.3	42.5	142.1
	能源消耗	地均标准煤	吨/平方公里	4226.6	1969.2	11009.2	740.1	4226.6

(七) 城市群城市建设用地碳排放生态效率的测算

利用环鄱阳湖生态城市群六个地级市 2003—2016 年的相关数据,运用 maxdea1.0 软件,选用能容纳非期望产出的超效率 SBM 模型对其城市建设用地碳排放生态效率进行了综合测算,具体测算结果分别如表 2 和图 1 所示。

表2 2003—2016 年环鄱阳湖生态城市群各地级市城市建设用地生态效率测算结果

城市	南昌	景德镇	九江	鹰潭	上饶	抚州	环鄱阳湖生态城市群
2003	1.075	0.692	0.661	0.912	0.741	1.116	0.848
2004	1.053	0.768	0.593	1.026	0.752	1.021	0.85
2005	1.036	0.655	0.565	1.011	0.666	0.855	0.777
2006	1.027	0.698	0.61	0.675	0.636	0.719	0.716
2007	1.014	0.648	0.585	0.848	0.529	0.667	0.697
2008	1.05	0.706	1.024	0.812	0.486	0.646	0.761
2009	0.691	0.706	1.021	0.828	0.595	0.762	0.756
2010	0.651	0.704	0.946	1.018	0.592	0.73	0.759
2011	0.713	0.683	1.035	1	0.506	0.61	0.733
2012	0.84	0.729	0.953	1.025	0.536	0.594	0.759
2013	0.83	0.737	1.006	0.88	0.476	0.628	0.738
2014	0.882	0.719	1.065	1.021	0.471	0.655	0.773
2015	0.955	0.691	0.906	1.175	0.919	0.607	0.856
2016	1.12	1.002	1.011	1.072	0.888	0.642	0.941
2003—2016 均值	0.911	0.72	0.832	0.942	0.613	0.718	0.781

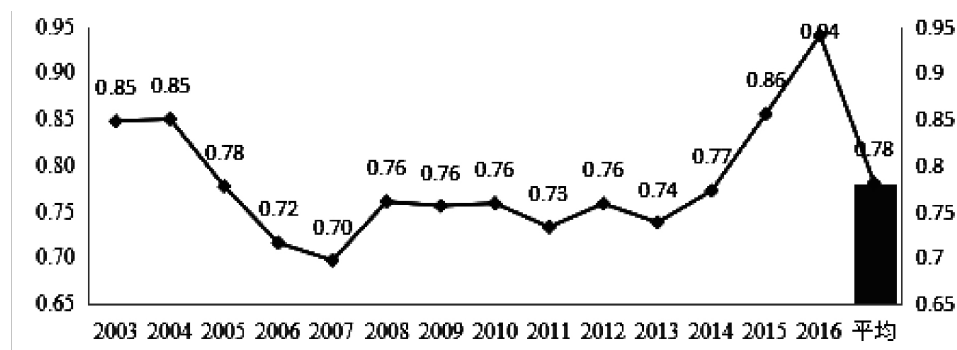


图1 2003—2016 年环鄱阳湖生态城市群城市建设用地生态效率

四、城市建设用地碳排放生态效率测算结果的时空分析

为从宏观和微观两个角度分析环鄱阳湖生态城市群城市建设用地碳排放生态效率的时空特性,从城市群和分城市两个维度对城市建设用地碳排放生态效率进行了综合测算。

(一) 城市群层面的测算结果分析

如图 1 所示,在考察期内,环鄱阳湖生态城市群的城市建设用地生态效率整体较低,2003—2016 年其城市建设用地生态效率均值仅为 0.781,仅相当于鹰潭市的 82.9%,效率损失幅度高达 17.1%,这意味着若环鄱阳湖生态城市群内所有城市都采用鹰潭市的土地开发利用技术,则在维持产出密度不变的情况下,要素投入密度可减少 17.1%。

与此同时,从动态视角看,环鄱阳湖生态城市群的城市建设用地生态效率处于持续波动之中,根据变化趋势的不同,可将其分为如下三个发展阶段:

第一阶段为 2003—2007 年,该时期的主要特点是城市建设用地生态效率持续下滑。这或许是由于 2002 年党的十六大首次将生态文明写入党代会报告,这在一定程度上向地方政府官员释放了政绩考评体系将面临方向性调整的信号,在未来的地方政府官员政绩考评体系中,生态指标所占权重将会大幅提高,而传统 GDP 指标的权重将会被压缩。在此背景下,为了在以生态文明为核心的政绩考评体系出台前尽快锁定政绩,各地都加大了高能耗、高污染和高排放产业等传统产业的发展力度,而环鄱阳湖生态城市群作为东部传统产业转移的重要承接地,其对高污染、高能耗和高排放产业的吸纳举动尤为突出,这降低了环鄱阳湖生态城市群城市建设用地上的企业组织质量,加剧了城市建设用地开发利用的碳排放,提升了其城市土地开发利用过程的碳排放代价,抑制了其城市建设用地碳排放生态效率的增长。

第二阶段为 2008—2012 年,这一时期城市建设用地生态效率的显著特征是持续震荡,这主要是由两方面的原因造成的,一方面 2008 年爆发了全球金融危机,外部需求大幅下滑,给我国经济社会发展造成了一定的负向冲击,而环鄱阳湖生态城市群作为全球价值链的关键一环也未能幸免,这直接导致环鄱阳生态城市群各地的产业发展受阻,一大批高能耗、高污染和高排放的传统产业开始破产重整,这在一定程度上扭转了企业质量下滑的态势,提高了环鄱阳湖生态城市群产业结构的绿色化水平,减少城市土地开发利用过程的碳排放数量,扭转了城市建设用地碳排放生态效率不断下滑的颓势。另一方面 2009 年 12 月,国务院批复同意了《环鄱阳湖生态经济区规划》,这诱使环鄱阳湖生态城市群的城市建设用地开发利用活动开始驶入绿色发展轨道,有意识地调整了区域产业结构,淘汰了一批高污染、高能耗和高排放产业,提升了产业结构的绿色化和低碳化水平,有效扭转了前一时期城市土地开发利用的高碳排放趋势,推动了城市土地开发利用碳排放生态效率的平稳发展。

第三阶段为 2013—2016 年,这一时期城市建设用地生态效率的主要特征是持续上升。这主要是由于中共十八大首次将生态文明纳入中国特色社会主义五位一体总体布局,这极大提高了生态文明建设的政治地位,改变了环鄱阳湖生态城市群加强生态文明建设的政治环境,刺激了绿色低碳技术创新,降低了环鄱阳湖生态城市群城市土地开发利用的碳排放数量,降低了其碳排放代价,抑制了其城市建设用地碳排放生态效率的增长。

(二) 分城市的测算结果分析

如表 2 所示,从分城市的测算结果看,不同城市的城市建设用地生态效率差异较大,其中鹰潭市的城市建设用地生态效率最高,2003—2016 年其城市建设用地生态效率均值为 0.942,极度逼近效率前沿面。从分年度的情况来看,鹰潭市在 2010 年后的进步较为明显,在此后的 7 年中除了 2013 年外,其余年份的效率值都达到或超过了 1,这说明自 2010 年后鹰潭市长期雄踞环鄱阳湖生态城市群城市建设用地生态效率的榜首,引领着环鄱阳湖生态城市群城市建设用地生态效率的持续快速增长,这与此同时也暗示着,鹰潭市可能是《环鄱阳湖生态经济区规划》的最大受益者。

南昌市的城市建设用地生态效率紧随其后,2003—2016 年其城市建设用地生态效率为 0.911,虽然不及鹰潭市,但从绝对数值来看,也相对较高,这与南昌市在环鄱阳湖生态城市群中的地位基本吻合。南昌市作为环鄱阳湖生态城市群“主心骨”,承担着打造“美丽江西南昌样板”的重任,在绿色低碳技术创新和推广方面长期处于先行先试的地位,有效地提高了南昌市的低碳技术水平,减少了城市土地开发利用过程的碳排放数量,降低了城市土地开发利用过程的碳排放代价,促进了南昌市城市建设用地碳排放生态效率的增长。

九江市的城市建设用地生态效率位列第三,2003—2016 年其城市建设用地生态效率均值为 0.832,相对

较高,这主要是由于九江市濒临长江,通江达海,交通区位优势明显,吸引了大量的产业入驻,有效地推动了九江市的区域经济发展,降低了城市土地开发利用的碳排放代价,促进了城市建设用地生态效率的有效提升。但与此同时,通江达海的优势也是排污优势,这直接导致九江市对高污染、高能耗和高排放产业的吸引能力较为突出,区域产业结构中高污染、高能耗和高排放产业占比较大,增加了其城市建设用地开发利用过程中的碳排放数量,加剧了其城市建设用地开发利用过程中的碳排放代价,抑制了其城市建设用地生态效率的增长。从数量上来看,发展高污染、高能耗和高排放产业带来的经济效益的增加量尚且不及碳排放生态效益的减少量,最终诱使其在与南昌市的较量中处于劣势。

此外,景德镇、抚州和上饶的城市建设用地生态效率相对较低,三者考察期内的均值分别仅为0.720、0.718和0.610,分别仅相当于鹰潭市的76.4%、76.2%和65.0%,与此相对,三者的效率损失幅度分别高达33.6%、33.8%和35%,效率损失幅度较大改进空间较高。

五、城市建设用地碳排放生态效率的收敛性分析

借鉴Barro et al(1992)^[26]在区域经济收敛分析框架,构建了城市建设用地碳排放生态效率的收敛分析框架,即:

$$\frac{1}{t} \times \ln \frac{EE_t}{EE_0} = \alpha - \frac{(1 - e^{-\beta t})}{t} \ln EE_0 + \xi \quad (5)$$

其中 EE_0 和 EE_t 分别表示初期和末期的城市建设用地碳排放生态效率, t 表示时间跨度, β 为收敛速度,即城市建设用地碳排放生态效率的年均缩减幅度, β 越大,说明收敛速度越快。将式(5)中的对数打开,经过整理后可得:

$$\ln EE_t = t\alpha + e^{-\beta t} \times \ln EE_0 + t\xi$$

令 $A = t\alpha$, $B = e^{-\beta t}$ 并将其代入上式可得:

$$\ln EE_t = A + B \ln EE_0 + t\xi$$

则收敛速度 $\beta = -\ln B/t$,收敛周期 $T = \ln 2/\beta$,此时若 $B < 1$,则 $\beta > 0$,城市建设用地生态效率区域收敛,反之,若 $B > 1$,则 $\beta < 0$,城市建设用地碳排放生态效率趋于发散。

与此同时,《环鄱阳湖生态经济区规划》的出台可能会强化区域内各城市之间的经济社会联系,干扰环鄱阳湖生态经济区城市建设用地碳排放生态效率原始收敛机制,最终导致在规划出台前后,环鄱阳湖生态城市群城市建设用地碳排放生态效率的收敛特性表现出显著的差异。有鉴于此,在对环鄱阳湖生态经济区的城市建设用地碳排放生态效率进行收敛性检验时,除了以2003—2016(全样本)为估计对象之外,还以国务院批复同意《环鄱阳湖生态经济区规划》的2009年为临界点,将其分为2003—2009(子样本一)和2010—2016(子样本二)两个子样本,分别对其收敛性进行了估计,具体估计结果如表3所示:

表3 收敛性检验结果

	子样本一 (2003—2009)	子样本二 (2010—2016)	全样本 (2003—2016)
B	0.464	1.632	0.397
β	-0.128**	0.07	-0.071**
收敛(或发散)	收敛	发散	收敛
收敛(或发散)周期	5.415	9.902	9.763

从全样本的估计结果来看, β 系数的估计结果在5%的显著性水平下高度显著,但符号为负,这说明在2003—2016年,环鄱阳湖生态城市群的城市建设用地碳排放生态效率呈收敛之势,即城市建设用地碳排放生态效率初始水平较高的城市,其增速反而相对较慢。在此背景下,随着时间的不断推移,城市建设用地碳排放生态效率较低的城市终将追上较高的城市。此外,从系数大小看, β 系数的估计值为-0.071,这意味着城市建设用地碳排放生态效率最低的城市与最高城市之间的差距每年将缩小7.1%,约经过9.763年的发展,城市建设用地生态效率最低的城市将与最高的城市趋同。

从子样本的估计结果看,其收敛特性存在较大的差异。具体而言,子样本一(2003—2009) β 系数的估计

结果在 5% 的显著性水平下高度显著,且符号为负,这表示在 2003—2009 年期间,环鄱阳湖生态城市群的城市建设用地碳排放生态效率也呈收敛之势。城市建设用地碳排放生态效率初始值较低的城市,其增长速度相对较高,随着时间的推移,其终将赶上较高的城市。与此同时,从数值大小来看, β 系数的估计值为 -0.128,这意味着城市建设用地碳排放生态效率最低和最高城市的差距每年缩小 12.8%,约经过 5.415 年后,最低的城市将赶上最高的城市。

与此相反,子样本二中 β 系数的估计结果符号为正,但即使是在 10% 的显著性水平下也不显著,这意味着 2010—2016 年间,环鄱阳湖生态城市群的城市建设用地碳排放生态效率呈微弱的发散之势,城市建设用地碳排放生态效率最高和最低城市的差距不仅没有缩小,反而还在微弱的扩大。这或许是由于《规划》的出台强化了环鄱阳湖生态城市群的生态环境约束,加剧了各城市对生态环境资源的竞争,推动了部分城市土地开发利用模式的绿色低碳化转型,降低了其城市土地开发利用过程的碳排放代价,促进了其城市建设用地碳排放生态效率的增长,刺激了城市之间城市建设用地碳排放生态效率差距的扩大,最终诱使环鄱阳湖生态城市群的城市建设用地碳排放生态效率呈微弱的发散之势。但或许是由于,规划设定的指标相对宽松,对各城市绿色低碳利用技术的倒逼作用较弱,最终使得其收敛特性并不显著。

六、城市建设用地生态效率的空间外溢效应

在现行地方政府官员政绩考评体系的激励约束作用下,地方政府官员必须围绕上级部门设定的目标展开激烈的区域竞争,而城市建设用地作为各竞争行为后果的空间载体,其开发利用模式进而利用绩效也会因此而表现出一定的空间相关性。

为实证检验城市建设用地生态效率空间相关性的存在性,定量刻画城市建设用地生态效率空间外溢效应的强弱,采用了探索性空间分析技术,对其进行了全局空间自相关分析。

考虑到 Moran 指数对高值集聚区和低值集聚区的识别能力大致相当,测算结果相对稳定,有鉴于此,直接选用了 Moran 指数法,具体计算公式如下:

$$Moran'I = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n w_{ij} (EE_i - \overline{EE}) (EE_j - \overline{EE})}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n w_{ij} \sum_{i=1}^n (EE_i - \overline{EE})^2}$$

其中 EE_i 和 EE_j 分别表示城市 i 和城市 j 的城市建设用地生态效率, \overline{EE} 表示环鄱阳湖生态城市群城市建设用地生态效率的均值。 w_{ij} 为空间权重系数,衡量的是两个城市在空间上的邻近性,两个城市在空间上约靠近,则其空间权重系数越高。根究研究目的,分别设定了如下三种空间权重:

(一) 陆面邻接权重

陆地上地理位置相互靠近的城市,其经济社会交往的成本较低,经济社会联系更为频繁和紧密,城市土地开发利用的相互影响也更为深远,有鉴于此,本文假定陆面临接是触发环鄱阳湖生态城市群城市建设用地碳排放生态效率的空间基础,对环鄱阳湖生态城市群中的任意两个城市而言,其空间权重系数取值规制如下:

$$w'_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{城市 } i \text{ 与 } j \text{ 在陆地上不相邻} \\ 1 & \text{城市 } i \text{ 与 } j \text{ 在陆地上相邻} \end{cases}$$

但需要特别说明的是,环鄱阳湖生态城市群是一个以鄱阳湖为核心的“环形”陆面结构,各城市之间的邻接关系是线性连接关系,而不是网络连接关系,即对大多数城市而言,其邻居只有两个,且任意两个城市的共同邻居只有一个。

(二) 水面邻接权重

从地理要素看,环鄱阳湖生态城市群是一个以环鄱阳湖为中心的区域性组织,该地区的主导性交通方式除了陆地交通之外,还有水上交通,且与前者相比,水面交通的灵活性好,通达性高,城市建设用地生态效率空间外溢效应的地理基础较好。有鉴于此,在构造空间权重系数时,还着重考虑了基于环鄱阳湖的水面相邻空间权重。

对城市群内的任意两个城市而言,其空间权重系数设定如下:若两个城市同时濒临鄱阳湖,则判定二者相邻,对应的空间权重系数取1。但若其中一个城市濒临鄱阳湖,而另一城市并不濒临鄱阳湖,但有主要河流与鄱阳湖相通,则也判定二者在空间上相邻,但由于与濒临城市之间的交通相比,一方濒临而另一方不濒临的交通成本更高,通达性更差,因此将其空间权重系数设为0.5。此外,将只有主要河流与鄱阳湖相连的城市之间的相邻关系定为0.25。

(三) 复合权重(区域政策+实体权重)

区域政策可以强化城市之间的竞争与合作,使得地理位置相互靠近的城市之间的经济社会联系更为紧密。若区域政策与陆缘、水缘因素高度耦合,作用方向一致,则区域政策会强化原有的地缘、水缘基础,提高或加剧二者所出发的城市建设用地生态效率空间外溢效应。但若政策因素与地缘、水缘因素相互耦合,但作用方向相反,则区域政策将部分(甚至完全抵消)架构在陆缘和水缘基础上的城市建设用地生态效率空间外溢效应。若区域政策与地缘、水缘因素相互脱节,则区域政策对架构在陆缘和水缘基础上的城市建设用地生态效率空间外溢效应无实质性影响。因此,很有必要将区域政策因素嵌入实体空间权重体系,着重考察复合权重(域政策+实体权重)对城市建设用地碳排放生态效率空间外溢效应的影响。

与此同时,考虑到《环鄱阳湖生态经济区规划》的获批使得环鄱阳湖生态经济区从区域性规划上升为国家级战略,有效地强化了城市群内各城市的外部约束。有鉴于此,着重考察了《环鄱阳湖生态经济区规划》这一典型的区域政策因素。则对于任意两个城市而言,其区域政策距离为:

$$w_{ij}^{policy} = \frac{1}{|d_i - d_j|}$$

其中 d_i 和 d_j 分别表示城市 i 和 j 对《环鄱阳湖生态城市生态经济区规划》的参与深度,用被纳入到环鄱阳湖生态经济区规划的标准区数量来度量^①。 $|d_i - d_j|$ 表示城市 i 和城市 j 对《规划》参与深度的差距。

则复合权重1(陆面邻接+区域政策)的取值规则为:

$$w^{c1} = w^{policy} + w^l$$

则复合权重2(水面邻接+区域政策)的取值规则为:

$$w^{c2} = w^{policy} + w^{water}$$

利用效率测算部分的测算结果,基于陆面邻接权重、水面邻接权重和复合权重,采用 Stata11.0 软件,对环鄱阳湖生态城市群六个地级市城市建设用地碳排放生态效率全局空间自相关系数进行了综合测算,具体结果如表4所示:

表4 2003—2016年城市建设用地碳排放生态效率 Moran 指数

	空间权重设定模式			
	(1) 陆面相邻接 w_{land}	(2) 水面邻接 w_{water}	(3) 复合权重1 陆面邻接+区域政策邻接 $w_{land} + w^{policy}$	(4) 复合权重2 水面邻接+区域政策邻接 $w_{water} + w^{policy}$
EE2003	0.092	-0.24	-0.233	-0.366
EE2004	-0.005	-0.283	-0.301	-0.38
EE2005	-0.118	-0.307	-0.402	-0.428
EE2006	-0.266	-0.329	-0.276	-0.274
EE2007	-0.348	-0.33	-0.353	-0.311
EE2008	-0.087	-0.31**	0.025	-0.027
EE2009	-0.316	-0.328*	-0.32	-0.303
EE2010	-0.31	-0.332**	-0.338	-0.276
EE2011	-0.345	-0.318**	-0.242	-0.2

① 区、县级市和县的折算系数分别设为1、0.5和0.25。经折算,各城市被纳入到环鄱阳湖生态经济区发展规划的标区的数量如下:南昌市6.75个、景德镇市2.75个、九江市5.5个、鹰潭市2.5个、上饶市0.75、抚州市1.25个。

空间权重设定模式				
EE2012	-0.405	-0.299 [*]	-0.184	-0.107
EE2013	-0.341	-0.318 ^{**}	-0.108	-0.085
EE2014	-0.321	-0.32 ^{**}	-0.18	-0.149
EE2015	-0.406	-0.191 ^{***}	-0.5 [*]	-0.442
EE2016	-0.428	-0.196 ^{**}	-0.14	-0.037

从表第 1 列的结果可以看到,当以“陆面邻接”作为空间权重时,城市建设用地碳排放生态效率的 Moran 指数几乎都为负数。这意味着架构在陆面相邻基础上的城市建设用地碳排放生态效率的空间分布表现出了一定的异质性,即城市建设用地碳排放生态效率较高的城市,在陆地上预期相邻的地区的城市建设用地碳排放生态效率却较低。但或许是由于基于陆面的空间关联关系形式较为简单(环形链式链接),一个城市大多最多只与两个城市关联,限制了城市建设用地碳排放生态效率的空间传递,最终导致建立在该空间关联机制上的空间相依性即使是在 10% 的显著性水平下也不显著。

与此相反,从表第 2 列的测算结果可以看到,当以“水面相邻性”作为空间权重系数时,Moran 指数的表现发生了重大变化。具体而言,在 2009 年后,Moran 指数在 10% 的显著性水平下高度显著,但符号为负,这说明自 2009 年后,环鄱阳湖生态城市群各地级市的城市建设用地碳排放生态效率在空间分布上表现出了显著的异质性,即城市建设用地生态效率较高的城市,通过鄱阳湖水系与其直接或间接相邻的地区的城市建设用地碳排放生态效率却较低。这或许是由于 2009 年《环鄱阳湖生态经济区规划》上升为国家发展战略后,江西省加强了对环鄱阳湖生态城市群的管理,强化了环鄱阳湖生态城市群各地级市的生态环境约束,引发了鄱阳湖生态城市群各地级市对有限的生态环境权力的争夺。当鄱阳湖水系中的某个城市凭借各种条件率先启动了对鄱阳湖的开发利用时(在水系上与其相邻的“后动城市”对鄱阳湖的生态环境产权空间将会被严重挤压,这将倒逼“后动城市”加快土地低碳利用技术创新,推动其土地低碳利用技术进步,促进其城市建设用地碳排放生态效率的持续快速增长。与此相反,“先动城市”将被长期锁定在传统土地开发利用技术的轨道,进而导致其城市建设用地碳排放生态效率长期无法得到有效的提升,这将诱使“后动城市”与“先动城市”在城市建设用地碳排放生态效率上的差距不断扩大,城市建设用地碳排放生态效率的分布在空间上也就表现为一定的异质性。

此外,从 Moran 指数的大小看,随着时间的不断推移,Moran 指数的绝对值在不断减小,由 2009 年的 0.328 下降为 2016 年的 0.196,降幅高达 40%,这说明环鄱阳湖生态城市群城市建设用地碳排放生态效率空间异质性在不断衰减。这或许是由于随着《环鄱阳湖生态经济区规划》实施强度的不断提升,鄱阳湖的开发利用空间日益被收窄,先动地区的粗放型土地开发利用方式难以为继,这将倒逼“先动城市”加快土地开发利用方式转型,刺激其土地低碳利用技术进步,减少其城市土地开发利用过程的碳排放数量,降低其城市建设用地开发利用过程的碳排放代价,促进其城市建设用地碳排放生态效率的增长,最终弱化各城市之间城市建设用地生态效率空间分布的异质性。

此外,如表第 3 列的测算结果所示,当以复合权重 1(陆面邻接 + 区域政策邻接)为中间权重时,环鄱阳湖生态城市群 Moran 指数均为负数,但在 10% 的显著性水平下均不显著,这与只考虑路面邻接时的情形完全一致,这说明,《规划》出台所引发的区域政策相邻与陆面相邻相互脱节,并没有强化架构在陆面基础上的空间相连。

最后,从表第 4 列的估计结果可看到,当空间权重设为复合权重 2(水面邻接 + 区域政策邻接)时,环鄱阳湖生态城市群城市建设用地生态效率的 Moran 指数为负,且没有通过 10% 的显著性检验,这与只考虑水面邻接时的情形存在一定的差异。这充分说明区域政策距离权重与水面空间权重的方向刚好相反,有效改善了水面相邻所触发的负的空间外溢效应。《规划》是针对整个环鄱阳湖生态经济区的整体性规划,其主要内容是生态发展,核心要义在于区域合作,《规划》的实施有效地引导了各城市之间的绿色低碳土地开发技术合作,促进了“先动城市”的绿色低碳技术进步,降低了“先动城市”对高碳粗放发展模式的路径依赖,推动

了低碳集约土地开发利用模式的转型,弱化了城市建设用地碳排放生态效率的负向空间外溢效应。

七、结论及政策建议

(一) 研究结论

运用环鄱阳湖生态城市群六个地级市 2003—2016 年的相关数据,采用 Super-SBM-Undesire 模型对其城市建设用地碳排放生态效率进行了综合测算,在此基础上,借鉴 Barro 的收敛性分析框架,对其城市建设用地碳排放生态效率的收敛性进行了实证检验,利用探索性空间分析技术,对架构在陆面邻接、水面邻接和复合空间权重上的空间外溢效应进行了定量分析,研究结果表明:

1. 环鄱阳湖生态经济区(核心建设区域)城市建设用地碳排放生态效率整体较低,效率损失相对较大,2003—2016 年的均值仅为 0.76,波动幅度较大,动态变化趋势类似于一个 U 形,内部分异较程度高,最高城市鹰潭市是最低城市上饶市的 1.54 倍。

2. 在考察期内国家生态文明实验区的碳排放生态效率总体呈收敛之势,但不同的时期的收敛特性存在显著的差别,其中只有 2003—2009 年的城市建设用地碳排放生态效率呈收敛之势,而 2010—2016 年期间的收敛特性并不明显。

3. 环鄱阳湖生态经济区(核心建设区域)城市建设用地碳排放生态效率的空间相关性较弱,且架构在地理空间基础上的空间外溢效应差别明显,其中架构在陆面相邻基础上的空间外溢效应并不明显,与此相反,架构在水面相邻基础上的空间外溢效应显著为负,但在考察期内是非对称的,该空间外溢效应仅在 2009 年后显著,且强度在不断衰减。

4. 区域政策对地理空间因素触发的空间外溢效应具有显著的调节作用,但对不同的地理空间因素而言,其调节作用存在显著的差别,在考虑了《环鄱阳湖生态经济区规划》这一区域政策因素后,基于水面相邻的城市建设用地碳排放生态效率的空间外溢效应有所改善,但对架构在陆面相邻基础上的空间外溢效应的调节作用并不明显。

(二) 政策建议

1. 深化城市群行政管理体制改革,设立环鄱阳湖生态城市群管理委员会,提升城市土地利用的协调性

环鄱阳湖生态城市群是一个整体,其城市建设用地碳排放生态效率的提升需要所有城市的协调配合。但收敛性分析结果表明,自《规划》获批以来,环鄱阳湖生态城市群的城市建设用地生态效率不仅没有收敛,反而表现出了微弱的发散特性,严重制约着环鄱阳湖生态城市群城市建设用地生态效率的持续健康增长。因此,应进一步深化环鄱阳湖生态城市群管理体制,设立环鄱阳湖生态城市群管理委员会,由其统筹城市群内一切事物的管理工作,逐步将城市建设用地碳排放生态效率管理纳入环鄱阳湖生态城市群日常管理体系。与此同时,还应切实转变城市建设用地碳排放生态效率的管理理念,妥善协调城市建设用地生态效率领域“效率”与“公平”之间的关系,在注重培植城市建设用地碳排放生态效率增长极,打造“美丽中国江西样板”的同时,也要兼顾后发地区城市建设用地生态效率的增长。通过搭建绿色低碳技术展示中心、绿色低碳技术交易平台和绿色低碳技术共享实验室等方式向后发地区推介先进绿色低碳技术,积极帮助后发地区推行绿色低碳技术改造,不断缩小先发城市和后发城市之间的城市建设用地碳排放生态效率的差距,推动环鄱阳湖生态城市群各地区城市建设用地碳排放生态效率的协同增长。

2. 深化生态管理体制,建立鄱阳湖生态生态环境产权(碳排放权)交易市场

探索性空间分析表明,架构在水面邻接基础上的城市建设用地碳排放生态效率的分布表现出了显著的空间异质性,且该趋势在《规划》获批后表现得尤为明显。这主要是由于《规划》的出台增强了对鄱阳湖开发利用环节的管制,诱发了与鄱阳湖有连接的城市之间的竞争,在该框架下,鄱阳湖发展权遵循的是“先占先得”的原则,先占地区可以固守传统发展的老路,而后占的地区则只能进行绿色低碳技术创新,最终诱发了城市建设用地碳排放生态效率的空间异质性。因此,应进一步深化鄱阳湖生态环境产权管理体制改革,逐步建立鄱阳湖发展权交易市场,降低环鄱阳湖碳排放权的交易成本,提升其交易效率,刺激碳排放权的交易流转,改善碳排放权的配置结构,提升其配置效率,刺激绿色低碳技术进步,降低城市土地开发利用过程中的碳

排放代价,促进其城市建设用地碳排放生态效率的增长。

3. 加强基于路面的“环形”交通基础设施规划和建设

陆面交通是环鄱阳湖生态城市群内部各城市之间相互联系的重要渠道,但由于交通基础设施落后,没有专用的“环湖”交通线路,导致环鄱阳湖生态城市群各城市之间的陆面“环湖”联系不够紧密,特定城市的低碳土地开发利用技术采纳行为并不能对周边地区产生足够的示范效应。与此同时,空间外溢效应的实证结果表明,《环鄱阳湖生态经济区规划》对陆面环形关系的调节作用极为微弱。因此,应高度重视环鄱阳湖生态城市群的陆面环形链接关系,强化环鄱阳湖生态城市群的陆面关联,依托环鄱阳湖生态城市群管理委员会这一专业化管理平台,加强环鄱阳湖生态城市群的“环形”交通规划,提升“环湖”交通基础设施的建设水平,促进“环湖”交通技术设施的发展。如可在现行“环湖”交通基础设施的基础上,通过查缺补漏洞,补齐局部和区域的交通基础设施短板,提升“环湖”交通基础设施的可达性,亦或者是重新规划新的“环湖”高速公路、铁路,开通环湖汽车班列、高速列车等。

参考文献:

- [1]游和远,吴次芳,林宁,等.基于数据包络分析的土地利用生态效率评价[J].农业工程学报,2011(3):309-315.
- [2]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(23):8048-8057.
- [3]姚成.安徽省各地级市土地利用生态效率分析[J].长沙大学学报,2015(4):14-17.
- [4]李桂媛,郭琦,杨凡星.宜昌市城市边缘区土地生态效率及效益初探[J].三峡大学学报(自然科学版),2016(3):48-52+63.
- [5]洪开荣,李博.土地资源生态效率时空差异及影响因素研究[J].湖北社会科学,2016(10):74-81.
- [6]朱旭森.基于DEA的土地利用经济效率和生态效率评价——以西南地区为例[J].重庆师范大学学报(自然科学版),2016(4):194-200.
- [7]黄鑫,程文仕,焦利民.土地利用生态效率测度、时空异质性及优化配置[J].生态学杂志,2018(12):3809-3816.
- [8]钟成林,周峰,邓新.农村土地确权强度对农业生产效率的影响研究——基于30省份“第二轮农地确权”数据的实证分析[J].金融教育研究,2019(3):3-14.
- [9]Chen W, Ning SY, Chen WJ. Spatial-temporal Characteristics of Industrial Land Green Efficiency in China: Evidence from Prefecture-level Cities[J]. Ecological Indicators, 2020(6):234-257.
- [10]丁宝根,杨树旺,赵玉,等.中国耕地资源利用的碳排放时空特征及脱钩效应研究[J].中国土地科学,2019(12):45-54.
- [11]卫晓庆,王涛,李嘉霖,等.京津冀地区新型城镇化对土地生态效率影响的实证分析[J].生态科学,2020(1):118-127.
- [12]Hou XH, Liu JM, Zhang DJ. Impact of Urbanization on the Eco-efficiency of Cultivated Land Utilization: A Case Study on the Yangtze River Economic Belt, China[J]. Journal of Cleaner Production, 2019(20):1179-1196.
- [13]Den XZ, Gibson O. Sustainable Land Use Management for Improving Land Eco-efficiency: a Case Study of Hebei, China[J]. Annals of Operations Research, 2020(1):265-277.
- [14]钟成林,周峰,胡雪萍.土地生态利益分配制度对城市建设用地碳排放生态效率的影响研究——基于直接效应和间接效应的分解[J].经济问题探索,2019(7):52-63.
- [15]李小康,王晓鸣,华虹.土地利用结构变化对碳排放的影响关系及机理研究[J].生态经济,2018(1):14-19.
- [16]郑永超,文琦.宁夏回族自治区土地利用变化及碳排放效应[J].水土保持研究,2020(1):207-212.

- [17]周嘉,王钰萱,刘学荣,等. 基于土地利用变化的中国省域碳排放时空差异及碳补偿研究[J]. 地理科学, 2019(12):1955-1961.
- [18]季凯文,孔凡斌,钟静婧. 区域土地低碳集约化利用效率评价研究——以鄱阳湖生态经济区为例[J]. 江西财经大学学报, 2015(3):84-93.
- [19]刘金芝,蒲春玲,王志强,等. 低碳视角下乌鲁木齐市土地集约利用评价[J]. 东北师大学报(自然科学版), 2019(2):116-122.
- [20]邵猷根,陈运平,钟成林. 基于系统动力学的区域生态承载力的政策仿真方案设计——以江西省为例[J]. 金融教育研究, 2020(1):34-44.
- [21]罗谷松,李涛. 碳排放影响下的中国省域土地利用效率差异动态变化与影响因素[J]. 生态学报, 2019(13):4751-4760.
- [22]Andersen, Petersen, Christian N. A Procedure for Ranking Efficient Unit in Data Envelopment Analysis[J]. Management science, 1993(10):1261-1264.
- [23]Tone K. Aslack-based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2001(3):498-509.
- [24]张军,吴桂英,张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算:1952-2000[J]. 经济研究, 2004(10):35-44.
- [25]单豪杰. 中国资本存量K的再估算:1952~2006年[J]. 数量经济技术经济研究, 2008(10):17-31.
- [26]Barro R, X Sala-i-Martin. Convergence[J]. Journal of Political Economy, 1992(2):223-251.

Reserch on the Carbon Emission Ecological Efficiency of Urban Construction Land Use in Urban Agglomeration Encircleing Poyang Lake

ZHONG Chenglin, KE Yanmei, XIAO Wenjing

(School of Finance, Jiangxi Normal University, Nanchang, Jiangxi 330022, China)

Abstract: The author measured the carbon emission eco-efficiency of urban construction land use (CEEU-CLU) in urban agglomeration encircling Poyang Lake by utilizing the Super-SBM-Undesire model with the dataset from 2003-2016 in six prefecture-level cities around Poyang Lake, after that, this paper made a convergence and spatial autocorrelation analysis on it. The results show that: (1) CEEUCLU is relatively high in the urban agglomeration encircling Poyang Lake during 2003-2016, and the average CEEUCLU level reached 0.78. Nevertheless, the CEEUCLU fluctuated a lot from one year to another, and the dynamic trends similar to a "U shape". What's more, CEEUCLU differentiated a lot among cities, which is 54% higher for the highest city than the lowest city; (2) During the inspection period, CEEUCLU presented convergence characteristics on the whole, while differentiated a lot from different sub-periods, compared to the 2003-2009 period, convergence characteristics for 2010-2016 is not obvious; (3) The spatial autocorrelation of CEEUCLU is relatively weak on the whole, which is significantly negative based on the water surface adjacency weight, while not obvious based on the land surface adjacency weight; (4) the regional policy has a regulatory effect on the spillover effect, to be specific, the regional policy coupled with the water surface adjacency weight and weakened the spillover effect. On the contrary, it had a non-regulatory effect on the land surface adjacency weight and its spillover effect successively.

Key words: Urban construction land; Carbon emissions; Ecological efficiency; Convergence; Spatial spillover effect; Water surface adjacency; Land surface adjacency; Regional policy

(责任编辑: 罗序斌)