

上海市建设用地扩张与土地利用碳排放的关系研究¹

蔡苗苗, 吴开亚

(复旦大学 公共管理与公共政策创新基地, 上海 200433)

【摘要】: 以上海市 2000-2015 年为时间序列, 采用土地利用动态模型, 分析了该市建设用地面积变化特征; 依据土地利用碳排放的测算方法, 计算了耕地、草地和林地的碳排放量; 通过 IPCC 能源碳排放测算模型对建设用地碳排放量进行了测算; 利用 VAR 模型和脉冲响应函数分析了上海市建设用地面积与碳排放量之间的动态关系。结果表明: 2000-2015 年上海市建设用地面积总体呈现扩张态势, 年均扩张率达 4.06%; 土地利用碳排放总量 2000-2015 年呈现增长态势, 年均增长率达 1.09%; 上海市建设用地面积与碳排放之间存在长期稳定的协整关系, 建设用地扩张在短期会导致碳排放量增加, 而从长期分析来看这种正向作用会逐渐减弱。从短期来看, 碳排放量增加会加速城市建设用地的扩张; 从长期来看, 碳排放量的增加会逐渐制约建设用地扩张。

【关键词】: 建设用地; 土地利用; 碳排放; VAR 模型; 上海市

【中图分类号】: F301.24; X825.3 **【文献标志码】**: A **【文章编号】**: 1005-8141 (2018) 04-0499-07

1、引言

改革开放以来, 我国的城市化和工业化发展极为迅速, 截至 2014 年我国的城市化水平已经达到 54.77%^[1]。随着城市化进程的加快, 建设用地急剧扩张成为我国城市发展的显著特征, 我国城市建设用地面积由 1981 年的 6720km² 增至 2015 年的 5.16 万 km², 城市建设用地开发强度逐年增加, 增长率超过 50%^[2, 3]。建设用地需求不断增加, 由此导致耕地数量锐减、土地利用结构剧烈变化, 城市发展和耕地保护的矛盾日益显现^[4, 5]。建设用地主要承载人类工业生产、能源交通和居住生活等社会经济活动, 建设用地扩张使城市土地格局发生改变, 对区域碳排放量产生了极大影响^[6]。Churkina^[7] 研究显示, 仅占陆地面积 2.4% 的城市区域承载了全球 80% 的碳排放量, 建设用地扩张是城市碳排放的重要影响因素之一^[8]。因此, 研究城市建设用地扩张与碳排放之间的关系, 对土地资源合理规划、实现城市低碳经济具有重要意义。

当前, 国内外学者采用各类方法对建设用地与碳排放之间的内在关系开展了相关研究。例如, Frank^[9] 采用生命周期法分析了建筑制造产生的碳排放, 建筑材料的回收利用是减少碳排放量的新思路; Levent 加等^[10, 11] 提出 CGE 模型对土耳其进行了分析, 研究表明提高建设用地中高碳能源价格可降低城市的碳排放量; Hopkins 等^[12] 通过参数模型 (基于人口密度) 对世界 8 个地区城市扩张产生的碳排放量进行了测算, 结果显示每年城市扩张使得世界碳排放量增加了 1.25GtC。国内学者^[13] 分别采用库兹涅茨曲线、灰色关联度、STIRPAT 模型和 LMDI 指数分解法对无锡市、盐城市、安徽省和我国不同地区建设用地扩张与碳排放效应之间的内在关系进行了实证研究, 深入分析了各类方法在建设用地与碳排放研究中的应用。

向量自回归模型 (VAR) 是基于数据的统计性质建立, 用以分析多个指标的相关性并对指标进行预测^[17]。近年来, VAR 模型

¹[收稿日期]: 2018-02-05; [修订日期]: 2018-03-05

[基金项目]: 国家自然科学基金项目 (编号: 71573045); 复旦大学“一流建设”原创科研个性化支持项目。

[第一作者简介]: 蔡苗苗 (1993-), 女, 安徽省庐江人, 硕士研究生, 主要从事土地利用与碳排放研究。

[通讯作者简介]: 吴开亚 (1968-), 男, 安徽省利辛人, 教授, 主要从事资源与环境经济研究。

在各个领域得到了广泛运用：Stem^[18]运用 VAR 模型对 1947-1990 年的美国经济问题进行了分析，认为能源消耗对 GDP 存在单向 Granger 因果关系；Mehemt^[19]通过对欧洲 7 国之间的实证分析，得出各个国家能源消费与经济增长之间有不同的因果关系；李湘梅等^[20]采用 VAR 模型研究得出能源消费和城市化水平是我国碳排放的核心驱动力；綦远超等^[21]采用 2000-2014 年的数据分析了山东省碳排放与经济增长的内在关系，认为山东省 GDP 是碳排放的单向 Granger 原因；李松等^[22]通过 VAR 模型分析了我国城镇化、工业化和碳排放之间的关系，为 VAR 模型在环境领域的应用提供了新的思路。由此可见，关于建设用地与碳排放的研究主要集中在能源碳排放领域^[23-25]，而对土地利用变化的碳排放分析较少。此外，VAR 模型在对经济增长与碳排放关系的应用也比较成熟^[26-28]，而对建设用地的扩展与土地利用碳排放关系的分析还没有出现。

鉴于此，本文以 2000-2015 年为时间序列，采用土地动态度模型对上海市建设用地扩张速率进行分析，通过构建土地利用碳排放量的核算模型，对上海市耕地、林地、草地和建设用地碳排放量进行了核算。根据核算结果，本文以上海市的建设用地面积和土地利用碳排放总量为时间序列构建 VAR 模型，并采用脉冲响应函数分析两者之间的关系，为未来上海市建设用地规划和低碳经济发展提供科学合理的建议。

2、数据来源与研究方法

2.1 数据来源

鉴于数据的准确性，以 2000-2015 年为时间序列，本文采用的土地利用数据来源于相关年份的上海市 2000-2015 年土地利用变更调查，能源消耗数据来源于《上海能源统计年鉴》^[29]，部分缺失数据参考对应年份的《上海统计年鉴》^[30]。

2.2 土地利用动态度分析

目前关于土地利用变化分析的方法共分为三种，分别为基于现代遥感和 GIS 技术下的数理统计分析、土地信息熵和土地动态度模型^[31-34]。本文采用单一土地利用动态度模型^[35]定量分析了上海市建设用地变化速度，表达式为：

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{t_b - t_a} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中，K 表示研究时间区间某一土地利用类型动态度； U_b 表示研究末期某一土地利用类型的面积 (km^2)； U_a 表地研究初期某一土地利用类型的面积 (km^2)； t_b 表示研究末期 (年)； t_a 为研究初期 (年)。

2.3 土地利用碳排放量测算方法

根据上海市土地利用现状，鉴于土地利用数据的可获取性，本文将上海市土地利用类型分为农用地和建设用地两类，农用地包括耕地、林地、草地三类。在这四类土地中，林地和草地主要产生碳汇效应，建设用地产生碳源效应，耕地既有碳源效应又有碳汇效应。

在这四类土地类型中，耕地、林地和草地的碳排放量主要采用碳排放系数法进行计算^[36, 37]，其测算公式为：

$$C = \sum_i C_i \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$= \sum_i \delta_i \times A_i$$

式中，C 表示碳排放总量 (10^4t)； C_i 表示第 i 类土地产生碳排放 (吸收) 量 (10^4t)； A_i 表示第 i 类土地对应的土地面积

(km²)； δ_i 表示第 i 类土地对应的碳排放系数 (10⁴t/km²)。参考徐国泉等^[38, 39]研究，本文的土地碳排放系数见表 1。

表 1 各类土地碳排放系数

土地类型	碳排放系数 (10 ⁴ t/km ²)
耕地	0.00429
耕地	-0.00007
林地	-0.57700
草地	0.00021

注：负值表示碳汇型土地利用方式；正值表示碳源型土地利用方式。

建设用地的碳排放量主要来源于人类活动中的能源消耗，其碳排放量采用能源消耗产生的碳排放量间接计算，公式为：

$$CE = \sum_j ce_j \dots\dots\dots (3)$$

$$= \sum_j \alpha_j \times E_j$$

式中，CE 表示建设用地碳排放量 (10⁴t)； ce_j 表示第 j 类能源碳排放量 (10⁴t)； E_j 表示第 j 类能源消耗量 (10⁴tce)； α_j 表示第 j 类能源碳排放系数 (10⁴t/10⁴tce)。

根据上海市能源消耗特点，采用原煤、洗精煤、焦炭、汽油、煤油、柴油、燃料油、液化石油气、炼厂干气和天然气 10 种常用能源，各能源碳排放系数根据 2006 年的《IPCC 国家温室气体清单指南》^[40]缺省值转换得到，具体数值见表 2。

表 2 各类能源碳排放系数

能源种类	能源碳排放系数 (10 ⁴ t/10 ⁴ tce)
原煤	0.7559
洗精煤	0.7559
焦炭	0.855
汽油	0.5538
煤油	0.5714
柴油	0.5921
燃料油	0.6185
液化石油气	0.5042
炼厂干气	0.4602
天然气	0.4483

2. 4VAR 模型

自向量回归模型 (Vector Autoregression) 在 1980 年由 Sims 引入到经济学中，用以分析相互关联的时间序列以及随机扰动项对各个变量的动态冲击，并对各种冲击产生的影响加以解释^[41, 42]。VAR (p) 模型的一般数学表达式为：

$$y_t = \varphi_1 y_{t-1} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + Ax_t + \varepsilon_t \quad (t = 1, 2, \dots, T) \quad (4)$$

式中， y_t 表示 k 维内生变量列向量，本文为建设用地面积和土地利用碳排放量两组列向量； $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_p$ 表示待估计的 $k \times k$ 维系数矩阵； k 表示列向量维数，本文以 2000-2015 年为时间序列，维数为 16； x_t 表示 d 维外生变量列向量； A 表示待估计的 $k \times d$ 维系数矩阵； T 表示样本个数，本文样本数有 2 个； p 表示模型滞后阶数，依据高铁梅^[43]研究可知，采用 LR、FPE、AIC、SC 和 HQ 准则对 VAR 模型进行检验，确定 VAR 模型的最佳滞后阶数； ε_t 为 k 维扰动列向量。

上海市建设用地扩展与土地利用碳排放的 VAR 模型分析步骤主要分以下几步：①确定研究的时间序列，并对时间序列进行单位根检验，分析变量序列是否为平稳序列。②若时间序列为平稳序列，构造回归模型；若时间序列为非平稳序列，分析序列是否满足同阶单整，对时间序列进行协整检验。③确定 VAR 模型最佳滞后阶数，构造 VAR 模型，并对 VAR 模型进行稳定性检验。④构造脉冲响应函数进行分析。

3、结果与分析

3.1 上海市建设用地扩张分析

通过对上海市 2000-2015 年土地利用变更调查中建设用地的数据分析，利用式 (1) 得出上海市建设用地变化特征，计算结果见图 1。

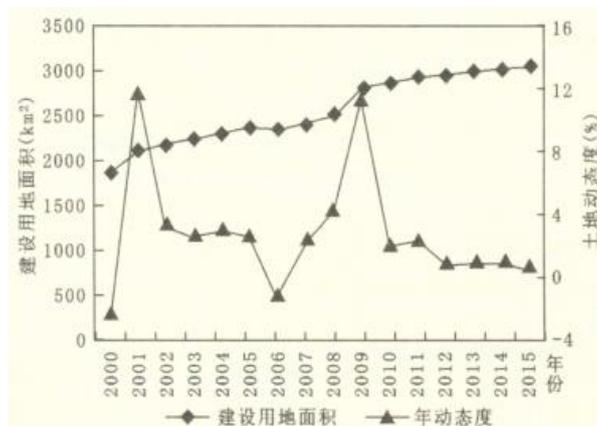


图 1 上海市 2000-2015 年建设用地扩张趋势

由图 1 可知，2000-2015 年上海市建设用地面积总体上呈现增长的态势，建设用地总面积由 2000 年的 1909.11km² 增加到 2015 年的 3071.33km²，增长了 1162.22km²，年均扩张率达 4.06%。以 2006 年和 2010 年为节点，上海市建设用地扩张共分为以下三个状态：2000-2005 年为第一阶段，建设用地面积缓慢增长，年均增长 98.31km²，年均扩张率为 5.14%；2006-2010 年为第二阶段，上海市建设用地面积由 2006 年的 2371.04km² 扩张到 2010 年的 2891.20km²，除 2006 年明显下降外，上海市建设用地面积总体上呈现快速增长的态势，这是由于在这一阶段上海城市化进程加快，城镇建设用地和独立工矿用地占用大量耕地，建设用地面积年均增长 130.04km²，年均扩张率达 5.48%；2007-2015 年为第三阶段，这一阶段建设用地面积平稳增长，共增长了 624.25km²，年均扩张率为 3.31%，上海市经济增长带动工业区和城镇的连片发展以及上海商业区对土地的加速需求是该阶段建设用地扩张的重要原因。

由图1可见,上海市2000-2015年建设用地动态变化幅度较大,2000年和2006年土地动态度为负值,分别为-2.13%和-1.23%,其他年份均为正值,表明建设用地快速扩张是上海市土地变化的一个显著特征。上海市建设用地动态度在2001年和2009年存在着两个突增点,分别为11.92%和11.63%,建设用地年扩展率达到最大,这主要是由于经济快速发展,上海市建设用地扩展占用耕地面积不断增加,建设用地扩张逐渐由城镇居民用地转变为工矿用地。

3.2 上海市土地利用碳排放量测算结果

首先,根据上海市2000-2015年土地利用变更调查数据,利用式(2)计算得到耕地、林地和草地的碳排放(吸收量);然后,根据《上海能源统计年鉴》对应年份的能源消耗数据,结合式(3)计算得到建设用地碳排放量,结果见图2。

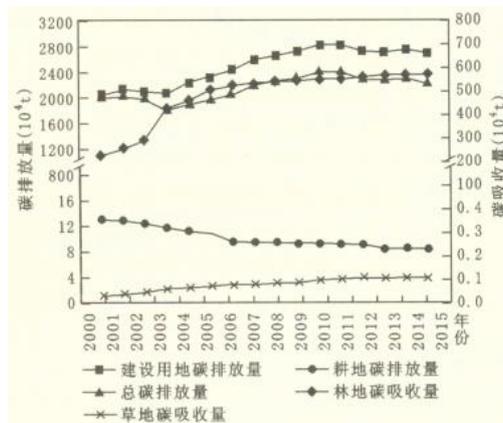


图2 上海市2000-2015年土地利用碳排放量

从图2可见,2000-2015年上海市土地利用碳排放总量呈现增长的态势,由2000年的1843.33万t增长到2015年的2116.83万t,年均增长率达到1.09%。在四类土地利用中,建设用地是最大的碳源,2000-2015年建设用地碳排放量保持快速增长的趋势,由2000年的1898.91万t增加到2015年的2619.31万t,16年间碳排放量共增长了720.4万t,年均增长率达2.53%。其中,2003-2011年上海市建设用地碳排放量逐年增加,年均增加量达104.17万t。耕地作为另一类碳源,碳排放量在2000-2015年逐年降低,从2000年的12.07万t减少到2015年的7.80万t,年均增长率为-3.65%;林地是重要的碳汇,林地的碳吸收量由2000年的67.62万t增长到2015年的510.19万t,16年间林地碳吸收量呈现持续上升的趋势,年均增加29.50万t,年均增长率达到43.63%;2000-2015年草地碳吸收量呈现持续增长的趋势,但变化却并不显著,总体维持在0.06万t左右。

由图2中各类土地碳排放量的变化趋势可知,2000-2015年上海市碳排放量主要来源于建设用地能源消耗产生的碳排放,碳排放总量的变化趋势与建设用地碳排放量一致。这表明建设用地碳排放占上海市土地利用碳排放的主导地位,每年净碳排放量的99.5%来源于建设用地。上海市经济快速增长、能源消耗量不断增加,是建设用地呈现高碳排放的主要原因。对比建设用地,耕地的碳排放量相对较低,对上海市土地利用碳排放的贡献量持续下降。林地是主要的碳汇,近几年上海市林地面积持续增加,林地的碳吸收作用逐渐加强,碳吸收量占总碳汇量的99.9%。草地的碳汇能力远低于林地,近几年基本维持较低水平。综合各类土地的碳排放量可知,2000-2015年上海市碳排放量和碳吸收量均呈现增长态势,但林地和草地的碳吸收量远不足以抵消建设用地碳排放量,上海市土地利用碳排放总量呈增长趋势。

3.3 上海市建设用地扩展与碳排放影响分析

本文用A表示上海市建设用地面积,用CC表示上海市土地利用碳排放量,采用ADF(Augmented Dickey-Fuller test)检

验证法^[44]对2000-2015年上海市建设用地面积和土地利用碳排放量进行了平稳性检验,结果见表3。

表3 上海市2000-2015年建设用地面积和碳排放量的ADF检验结果

ADF 统计量	临界值			Prob 值	检验形式 (c, t, k)	结论
	1%	5%	10%			
-1.557475	-3.959148	-3.081002	-2.681330	0.4784	(c, t, 2)	非平稳
-1.016522	-3.959148	-3.081002	-2.681330	0.7186	(c, t, 2)	非平稳
-3.406602	-4.004425	-3.098896	-2.690439	0.0292	(c, 0, 2)	非平稳
-2.529579	-4.004425	-3.098896	-2.690439	0.1298	(c, 0, 2)	非平稳
-5.002248	-4.057910	-3.119910	-2.701103	0.0021	(0, 0, 2)	平稳
-4.257123	-4.057910	-3.119910	-2.701103	0.0071	(0, 0, 2)	平稳

注:表中 Δ 为一阶差分; Δ^2 为二阶差分;1%、5%和10%临界值均为Mackinnon检验临界值;c, t, k分别为含常数项、趋势项和滞后阶数。

从检验结果可知,建设用地面积和碳排放量时间序列的水平值和一阶差分值均为非平稳,但它们经过二阶差分后在1%显著水平下均为平稳序列,建设用地面积和碳排放量为二阶单整序列,即可进一步进行协整检验。

本文对时间序列和建立回归方程,采用EG检验法^[45]对上海市建设用地面积和碳排放量时间序列进行协整检验,回归方程为:

$$C = 0.499 \times A + 862.66 \dots\dots\dots (5)$$

(0.08) (213.76)

(5.50) (4.04)

$$R^2 = 0.683; D.W. = 0.638; P = 0.000;$$

$$F = 30.203 \dots\dots\dots (6)$$

式中,第一行括号内的值为系数估计量的标准差;第二行为统计值。由回归结果可知,T检验值和F检验值均通过显著性检验。对上式的残差进行EG检验,结果见表4。残差序列e在1%显著水平下是平稳的,表明2000-2015年上海市建设用地扩张和土地利用碳排放之间存在长期协整关系。由回归方程可知,上海市建设用地面积对碳排放量的弹性系数为0.449,即建设用地面积每增长1%,碳排放量相应增长0.449%。

表4 残差序列单位根检验结果

ADF 统计量	临界值			Prob 值	检验形式 (c, t, k)	结论
	1%	5%	10%			
-4.518696	-4.057910	-3.119910	-2.701103	0.0046	(0, 0, 3)	平稳

注:1%、5%和10%临界值均为Mackinnon检验临界值;分别为含常数项、趋势项和滞后阶数。

建立VAR模型应先确定滞后阶数P,需满足两个条件,第一是使滞后阶数足够大,能完整反映出VAR模型的动态特征;第二是滞后阶数尽可能小,使模型有足够数目的自由度。本文根据VAR模型中的LR、FPE、AIC、SC和HQ值确定最佳滞后阶数P为2,即VAR(2)。根据Lutkepohl^[46]研究,采用AR特征多项式根的倒数检验VAR模型的稳定性,结果见图3。图3中所有的点均落在

单位圆以内，即所有 AR 根模的倒数均小于 1，本文构建的 VAR 模型是平稳的。

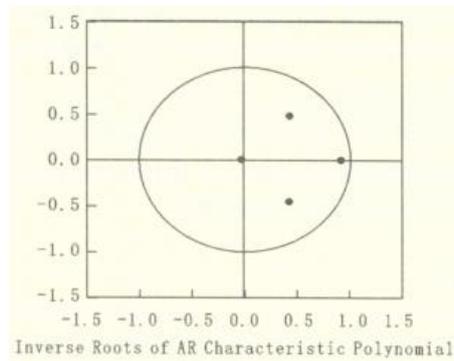


图 3 单位圆的平稳性检验

VAR 模型结果为：

$$\begin{aligned}
 A &= 0.7092 \times A(-1) + 0.0357 \times A(-2) \\
 &+ 0.2831 \times CC(-1) + 0.1002 \times CC(-2) - 39.0778 \\
 &\dots\dots\dots (7) \\
 CC &= 0.2998 \times A(-1) - 0.0833 \times A(-2) \\
 &+ 1.0708 \times CC(-1) - 0.5349 \times CC(-2) + 375.1776 \\
 &\dots\dots\dots (8)
 \end{aligned}$$

此向量回归模型的 R^2 分别为 0.945 和 0.841，F 检验值通过显著性检验，AIC、SC 值均符合要求，所以时间序列建设用地面积和土地利用碳排放量建立的 VAR 模型拟合情况良好，具有解释力。由式 (7) 可知，前一、二期建设用地面积系数分别为 0.7092 和 0.0357，因此建设用地扩张对当期的建设用地面积产生正向影响。前两期建设用地面积系数低于前一期，表明上海市建设用地面积对未来建设用地扩展的影响较大，且影响力逐渐增强；前一、二期碳排放量系数分别为 0.2813 和 0.1002，前两期碳排放量对当期的建设用地面积产生正向影响。由于前两期的碳排放量系数低于前一期，上海市碳排放量对建设用地扩张具有促进作用，影响逐渐增强。由式 (8) 可以看出，前一期建设用地面积的系数为 0.2998，即建设用地扩张对当期的碳排放量产生正向影响。但前两期建设用地面积系数为 -0.0833，这表明前两期建设用地扩张对当期的碳排放量产生负向影响。由此可知，上海市建设用地扩张对碳排放量作用由负向抑制逐渐转为正向促进，正向影响逐渐凸显；前一期碳排放量系数为 1.0708，即碳排放量对当期的碳排放量产生正向影响。前两期碳排放量系数为 -0.5349，说明前两期碳排放量对当期的碳排放量产生负向抑制。综合分析，上海市碳排放量对未来碳排放量的影响由负向抑制转为正向促进，且影响力逐渐增强。

在上述分析的基础之上，本文采用脉冲响应函数 (Impulse Response Function) [17] 分析了上海市建设用地扩张对碳排放量的动态响应，结果见图 4 和图 5。

图 4 和图 5 的横轴表示响应函数的滞后期数，纵轴表示因变量对自变量的响应程度；虚线表示响应函数的正负两倍标准差偏离带，实线表示脉冲响应函数的计算结果。

VAR 模型冲击作用的滞后期设定为 50 期，由图 4 可知，给建设用地面积一个正向冲击，即建设用地面积增加，将会使碳排放量产生正向响应，第一期至第二期响应强度逐渐加强，且第二期达到最大值 69.17。从第二期开始响应强度持续减弱，第三十期以后，建设用地面积的正向冲击使碳排放量产生的响应维持在较低的水平，但保持在正值，表明上海市建设用地扩张与碳排

放量之间紧密相关。从短期分析，建设用地扩张将导致碳排放量大幅增加，这是由于建设用地面积增加伴随着能源消耗增加，产生更多碳排放量。从长期分析，建设用地扩张促进碳排放量增加，但是其正向作用逐渐减弱。主要原因是：随着经济水平发展，高碳能源消耗的情况将逐渐改善，合理的城镇规划和科学的土地利用使得碳排放量摆脱建设用地的冲击。

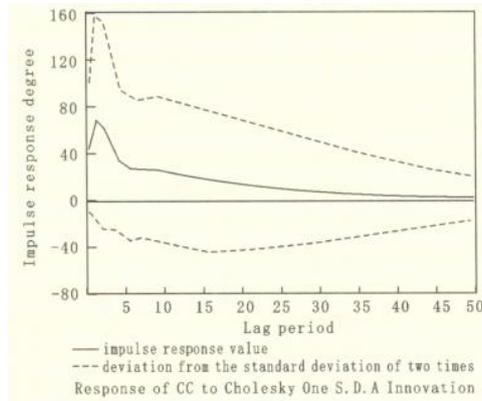


图 4 上海市碳排放量对建设用地的脉冲响应

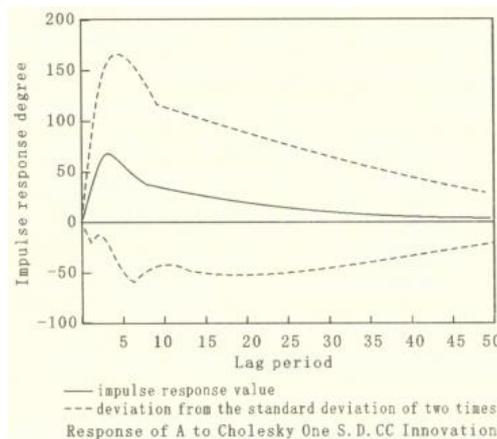


图 4 上海市碳排放量对建设用地的脉冲响应

由图 5 可知，当本期给碳排放量一个正向冲击，即碳排放量增加后，从第一期至第四期对建设用地面积产生了较大强度的正向响应，响应强度在第四期达到最大值，为 67.70。第五期开始建设用地面积响应强度持续减弱，并逐渐稳定，最后维持在 2.55 左右。这一变化趋势充分说明上海市土地利用碳排放量与建设用地扩张之间存在着长期关系。从短期分析，碳排放量对建设用地扩张的冲击显著；从长期分析，土地利用碳排放量对建设用地面积的正向冲击逐渐减弱。这表明短期内依靠能源消耗产生碳排放量不利于改善上海市建设用地扩张的现状，但是从长远来看，碳排放量增长对建设用地扩张的促进作用逐渐减弱，建设用地的规划将摆脱对碳排放的依赖。

4、结论与讨论

4.1 结论

2000-2015 年上海市建设用地面积呈现持续扩张趋势，建设用地面积共增加了 1162.22km²，年均扩张率达到 4.06%。16 年间

建设用地动态变化幅度较大，在 2001 年和 2009 年建设用地面积年均扩张率达到最大，分别为 11.92%和 11.63%，建设用地扩张是上海市土地利用的显著特征。

2000-2015 年上海市土地利用碳排放总量呈现增长态势，净碳排放量增长 273.5 万 t，年均增长率达 1.09%。其中，耕地和建设用地为主要碳源，随着建设用地开发占用大量耕地，耕地面积逐年减少，耕地的碳排放量逐年降低；建设用地的碳排放量呈现增长趋势，年均增加 45.03 万 t，年均增长率达 2.53%，对土地利用碳排放量的贡献率达 99.5%；林地和草地为主要碳汇，随着上海市土地利用变化，林地和草地的碳吸收量逐年增加，林地的碳吸收量由 2000 年的 67.62 万 t 增长到 2015 年的 510.19 万 t，年均增长率达到 43.63%；草地碳吸收量变化并不显著，总体维持在较低水平。

4.2 讨论

采用 VAR 模型对上海市建设用地面积和土地利用碳排放进行计量分析，结果表明上海市建设用地面积与土地利用碳排放的时间序列均为二阶单整，两者之间存在长期稳定的协整关系。采用脉冲响应函数对上海市建设用地面积与土地利用碳排放之间的动态影响关系进行分析：从短期看，城市建设用地的扩张会促进碳排放量增加，而碳排放量的冲击对建设用地面积产生正向影响；从长期看，建设用地扩张对碳排放量的正向作用逐渐减弱，并有抑制的趋势，而碳排放量的冲击对建设用地的扩张作用有限，并随着时间推移逐渐消失。

[参考文献]:

- [1]何志扬,刘昌南,任远.新世纪以来中国城镇化的阶段转变及政策启示[J].天津大学学报(社会科学版),2017,19(2):125-131.
- [2]中华人民共和国住房和城乡建设部.中国城市建设统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2015.
- [3]张苗,甘臣林,陈银蓉,等.中国城市建设用地开发强度的碳排放效率分析与低碳优化[J].资源科学,2016,38(2):265-275.
- [4]刘纪远,匡文慧,张增祥,等.20世纪80年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J].地理学报,2014,69(1):3-14.
- [5]傅靖,羊秀丹.全国建设用地占用耕地的空间相关性与热点分析[J].安徽农业科学,2016,44(9):238-240.
- [6]Zhang Wenting, Huang Bo, Luo Dong. Effects of Land Use and Transportation on Carbon Sources and Carbon Sinks: A Case Study in Shenzhen, China[J].Landscape and Urban Planning, 2014, 122(2):175-185.
- [7]Churkina Galina. Modelling the Carbon Cycle of Urban Systems[J].Ecological Modeling, 2008, 216(2):107-113.
- [8]王志远,廖建军,陈祖展,等.城市用地空间扩张与碳排放的相关效应研究[J].南华大学学报(自然科学版),2013,27(2):82-88.
- [9]Frank G Collins. Inclusion of Carbonation During the Life Cycle of Built and Recycled Concrete: Influence on Their Carbon Footprint[J].The International Journal of Life Cycle Assessment, 2010, 15(6):549-556.

-
- [10]Levent Aydin , Mustafa Acar .Economic and Environmental Implications of Turkish Accession to the European Union : A CGE Analysis[J].Energy Policy, 2010, 38 (11) : 7031-7040.
- [11]Levent Aydin, Mustafa Acar. Economic Impact of Oil Price Shocks on the Turkish Economy in the Coming Decades: A Dynamic CGE Analysis[J].Energy Policy, 2011, 39 (3) : 1722-1731.
- [12]Svirejeva-Hopkins A, Schellnhuber H-J. Urban Expansion and Its Contribution to the Regional Carbon Emissions: Using the Model Based on the Population Density Distribution[J].Ecological Modelling, 2008, 216 (2) : 208-216.
- [13]张润森,濮励杰,文继群,等.建设用地扩张与碳排放效应的库兹涅茨曲线假说及验证[J].自然资源学报,2012,27(5):723-733.
- [14]王亮.基于灰色关联的盐城市城市建设用地碳排放协调发展研究[J].水土保持研究,2015,22(2):253-257.
- [15]张乐勤,陈素平,王文琴,等.安徽省近15年建设用地变化对碳排放效应测度及趋势预测——基于STIRPAT模型[J].环境科学学报,2013,33(3):950-958.
- [16]毛熙彦,林坚,蒙吉军.中国建设用地增长对碳排放的影响[J].中国人口·资源与环境,2011,21(12):34-40.
- [17]刘明志.时间序列分析[M].北京:中国社会科学出版社,1999.
- [18]David I Stern. Energy and Economic Growth in the USA: A Multivariate Approach[J].Energy Economics, 1993, 15 (2) : 137-150.
- [19]Mehmet Balcilar , Zeynel Abidin Ozdemir , Yalcin Arslanturk. Economic Growth and Energy Consumption Casual Nexus Viewed Through a Bootstrap Rolling Window[J].Energy Economics, 2010, 32 (6) : 1398-1410.
- [20]李湘梅,姚智爽.基于VAR模型的中国能源消费碳排放影响因素分析[J].生态经济,2014,30(1):39-44.
- [21]綦远超,孙秀梅,张慧.基于VAR的山东省碳排放与经济增长的关系[J].山东理工大学学报(自然科学版),2016,30(6)=20-25.
- [22]李松,王宝海,丁慧媛.我国城镇化、工业化与碳排放关系的研究——基于VAR模型的分析[J].安徽农业科学,2015,43(16):230-234.
- [23]Zhao Rongqin , Huang Xianjin , Zhong Taiyang, et al. Carbon Footprint of Different Industrial Spaces Based on Energy Consumption in China[J].Journal of Geographical Sciences, 2011, 21 (2) : 285-300.
- [24]Zhang Leqin , Chen Suping, Zhu Yawen, et al. The Measurement of Carbon Emission Effect of Construction Lnd Changes in Anhui Province Based on the Extended LMDI Model[J].Journal of Resources and Ecology, 2013, 4 (2) : 186-192.

-
- [25]黄鲁霞, 韩 骥, 袁 坤, 等. 中国建设用地碳排放强度及其区域差异分析[J]. 环境科学与技术, 2016, 39 (8) : 185-192.
- [26]李福祥, 刘琪琦, 张霄怡. 经济增长、进出口贸易额、能源消费的动态关系研究——基于碳排放强度分组的省级面板 VAR 模型的实证分析[J]. 生态经济, 2016, 32 (9) : 75-81.
- [27]张 红, 李 洋, 张 洋. 中国经济增长对国际能源消费和碳排放的动态影响——基于 33 个国家 GVAR 模型的实证研究[J]. 清华大学学报 (哲学社会科学版), 2014, 29 (1) : 14-25.
- [28]张子迁. 基于低碳经济背景下云南省土地利用结构与碳排放量关系研究[D]. 昆明: 云南财经大学硕士学位论文, 2011.
- [29]上海市统计局. 上海能源统计年鉴[M]. 上海: 2016.
- [30]上海市统计局. 上海统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2016.
- [31]Veldkamp A, Lambin E F. Editorial Predicting Land-use Change[J]. Agriculture , Ecosystems & Environment, 2001, 85 (1-6) : 379-386.
- [32]Koen P Overmars , Peter H Verburg, Verburg. Analysis of Land Use Drivers at the Watershed and Household Level: Linking Two Paradigms at the Philippine Forest Fringe[j]. International Journal of Geographical Information Science, 2005, 19 (2) : 125-152.
- [33]曾 娟. 基于碳排放约束的广州市土地利用数量结构优化研究[D]. 广州: 广州大学硕士学位论文, 2013.
- [34]史利江, 王圣云, 姚晓军, 等. 1994-2006 年上海市土地利用时空变化特征及驱动力分析[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21 (12) : 1468-1479.
- [35]刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996: 158-188.
- [36]Cai Zucong, Kang Guoding, Tsuruta H, et al. Estimate of CH₄ Emissions from Year-round Flooded Rice Field During Rice Growing Season in China[j]. Pedosphere, 2005, 15 (1) : 66-71.
- [37]赖 力. 中国土地利用的碳排放效应研究[D]. 南京: 南京大学硕士学位论文, 2010.
- [38]方精云, 郭兆迪, 朴世龙, 等. 1981-2000 年中国陆地植被碳汇的估算[J]. 中国科学 (D 辑), 2007, 37 (6) : 804-812.
- [30]徐国泉, 刘则渊, 姜照华. 中国碳排放的因素分解模型及实证分析: 1995—2004[J]. 中国人口·资源与环境, 2006, 16 (6) : 158-161.
- [40]IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories[M]. Japan: IGES, 2006: 29-212.
- [41]Blanchard O J, Quah D. The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances[J]. The American Economic Review, 1990, 79 (4) : 655-673.

[42]Ben S Bernanke, Jean Boivin, Pieter Elias. Measuring the Effects of Monetary Policy: A Factor-augmented Vector Autoregressive (FAVAR) Approach[J]. Quarterly Journal of Economics, 2005, 120 (1) : 387-422.

[43]高铁梅. 计量经济分析方法与建模: Eviews 应用及实例 (第二版) [M]. 北京: 清华大学出版社, 2006: 280-282.

[44]David A Dickey, Wayne A Fuller. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root[J]. Journal of the American Statistical Association, 1979, 74 (366) : 427-431.

[45]Robert F Engle, Clive William John Granger .Co-integration and Error Correction: Representation , Estimation, and Testing[J].Econometrica, 1987, 55 (2) : 251-276.

[46]Lutkepohl , Helmut. Introduction to Multiple Time Series Analysis[M].New York: SpringerVerlag, 1991.