

# 城市建设用地扩张与能源消耗碳排放相关效应

张思齐, 陈银蓉

(华中农业大学 公共管理学院, 武汉 430070)

**摘 要:**通过收集武汉市 2001—2013 年建设用地与能源消耗数据,采用 IPCC 碳排放估算方法、Tapio 脱钩分析、反弹效应分析方法,分析了建设用地和能源消耗碳排放 in 时间序列上的变化特征,探究了二者的相关效应。结果表明:武汉市 2001—2013 年建设用地逐年不断扩张,2001—2005 年扩张缓慢,2006—2013 年开始快速扩张;能源消耗碳排放 2001—2006 年快速增长,2007—2013 年增长速度出现波动;建设用地扩张与能源消耗碳排放仅 5 年表现脱钩,并未达到完全脱钩;推动能源消耗碳排放增长的主要因素是建设用地扩张效应与财富效应,它们几乎抵消了技术进步所带来的减排效应。显示城市建设用地扩张与能源消耗碳排放之间依然存在明显的相关效应,为实现低碳发展,武汉市城市建设用地的有序扩张和减排工作还需要进一步加强。

**关键词:**建设用地扩张;碳排放;脱钩分析;反弹效应;武汉市

**中图分类号:**X24; F301.2

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2017)01-0244-06

## Correlation Effect of City Construction Land Expansion and Energy Consumption Carbon Emission

ZHANG Siqu, CHEN Yinrong

(School of Public Administration, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

**Abstract:**Through collecting the data of construction land and energy consumption in Wuhan City from 2001 to 2013, we used IPCC carbon emission estimation method, Tapio decoupling analysis method, rebound effect analysis method and so on to analyze the characteristics of the construction land and the carbon emission of energy consumption in time series in order to explore the relevant effect of the two processes. The results showed that: (1) the construction land expansion continued through 2001 to 2013 in Wuhan City, the expansion from 2001 to 2005 was slow, and was rapid from 2006 to 2013; (2) the growth of energy consumption carbon emission was rapid from 2001 to 2006, then fluctuated through 2007 to 2013; (3) construction land expansion and energy consumption carbon emission achieved decoupling for only 5 years, and didn't achieve complete decoupling; (4) the main factors for the growth of energy consumption carbon emissions were construction land expansion effect and wealth effect, they almost offset the effect of technology progress. The expansion of urban construction land and energy consumption carbon emission still exist significant correlation effect. In order to realize low carbon development, orderly expansion of the urban construction land of Wuhan City and the work of reducing carbon emission need to be further strengthened.

**Keywords:**construction land expansion; carbon emissions; decoupling analysis; rebound effect; Wuhan City

城市是社会经济发展的重要载体,建设用地扩张是城市化在空间上的表现。随着城市的扩张,更多的土地转变为建设用地,土地供需紧张、大气污染和温室效应等问题加剧。研究表明土地利用变化碳排放是全球第二大碳源<sup>[1]</sup>。在各种用地类型中,城市建设用地的碳排放总量与强度均表现明显,建设用地扩张是影响城市碳排放的重要因素之一<sup>[2]</sup>。

土地利用变化研究是低碳经济和碳排放研究的重要切入点<sup>[3]</sup>。最常用估算能源消费碳排放的方法是 IPCC 碳排放系数估算法,赵敏<sup>[4]</sup>、赵荣欣<sup>[5]</sup>等均运用此方法估算出了不同地区的碳排放,同时建设用地和碳排放的相关研究也不断深入,卢娜<sup>[6]</sup>通过 LMDI 指数分解法发现影响不同地区建设用地碳强度的产业不同;毛熙彦等<sup>[7]</sup>同样借助 LMDI 分解法

收稿日期:2016-01-30

修回日期:2016-02-20

资助项目:国家社会科学基金“基于系统仿真的城市土地利用碳排放分析与低碳利用调控研究”(14BGL218)

第一作者:张思齐(1993—),女,湖北宜昌人,硕士,研究方向为土地利用规划与管理。E-mail:2538885626@qq.com

通信作者:陈银蓉(1963—),女,湖南长沙人,教授,博士生导师,主要从事土地利用规划与管理、区域经济与城镇发展研究。E-mail:chyinrong@126.com

和扩展 KAYA 恒等式,探讨了我国建设用地对碳排放增长的影响;杜官印<sup>[8]</sup>研究了建设用地的环境影响弹性系数,发现建设用地与碳排放之间存在稳定的正向关系;李颖等<sup>[9]</sup>计算了江苏省建设用地每变化 1 km<sup>2</sup> 的边际碳源/汇效应为 6.769 2 t;张润森等<sup>[10]</sup>研究发现无锡市 1996—2008 年建设用地总量与碳排放强度之间存在库兹涅茨曲线关系;张梅等<sup>[11]</sup>则借助了 ArcGIS 等工具展开土地利用与碳排放之间的空间分析。另外关于建设用地扩张和碳排放的脱钩研究也有许多成果,主要集中在宏观层面以及部分产业层面的环境压力与其驱动因素之间的脱钩分析<sup>[12]</sup>,更多分析了环境压力与经济增长之间的脱钩关系,分别研究碳排放与经济增长,建设用地扩张与经济增长的文献较多,如彭佳雯等<sup>[13]</sup>通过构建经济与能源碳排放脱钩分析模型,探讨了我国经济增长与能源碳排放的脱钩程度。钟太洋等<sup>[14]</sup>基于 IPAT 方程探究了经济增长与建设用地之间的脱钩。孙耀华等<sup>[15]</sup>运用 Tapio 脱钩指标测度出多数省区碳排放与经济增长之间呈现弱脱钩。关于建设用地与碳排放间的脱钩分析较少。反弹效应研究来源于能源经济学领域,该方法常用于研究能源消耗和污染问题。近年来,在碳排放研究方面也有学者运用到这一理论<sup>[16]</sup>,但在研究土地利用方面对该理论的运用很少。综上,对城市建设用地与碳排放的关系研究中关于省域地区、关于经济增长的研究较为丰富,直接研究城市建设用地扩张与能源消耗碳排放相关效应的文献较少,针对这方面的相关研究还有很大空间拓展。本文选择武汉市作为研究对象,首先结合现状分析和脱钩分析,判断建设用地和能源消耗碳排放之间是否具有一定的相关性,然后借鉴能源经济学知识,研究在当前经济技术的背景下,建设用地扩张对能源消耗碳排放的影响大小,进一步分析建设用地扩张和能源消耗碳排放的相关效应,探究节能减排的关键影响因素,控制建设用地扩张是否对抑制能源消耗碳排放有较大的积极作用。

## 1 研究区域、方法与数据来源

### 1.1 研究区域

武汉市地处长江中下游,地理坐标为东经 113°41′—115°05′,北纬 29°58′—31°22′,具有优越的地理位置,长江、汉江穿城而过,形成“武汉三镇”的格局,俗称“江城”,全境面积约 8 494 km<sup>2</sup>,湿地水资源丰富,是我国重要的交通枢纽和国际空港,科教综合实力居全国大城市第 3 位。近年来武汉市经济发展迅速,2013 年

常住人口达 1 022 万人,户籍人口达 822.05 万人,全市 GDP 达 9 051.27 亿元,在全国 15 个副省级城市中稳居第 4,同比增长 10.0%,第一、二、三行业生产总值分别为 335.40 亿元,4 396.17 亿元,4 319.70 亿元,同比增长 4.5%,10.3%,10.0%。随着 2004 年国家中部崛起战略的提出,武汉市成为中部崛起的重要战略支点。同时,作为我国“两型社会”与“低碳城市”的试点城市,城市工业不断由传统粗放式发展走向现代化集约式发展,改变发展方式,调整产业结构,重点打造高新技术制造业中心、服务业中心和贯通南北链接东西的交通枢纽基地,并加强生态环境的保护,落实淘汰落后产能企业。武汉也是“8+1”城市圈的领头羊,是长江经济带的重要组成部分。因此,探究该区域建设用地与碳排放的相关效应具有典型意义。

### 1.2 研究方法

1.2.1 IPCC 碳排放系数估算法 能源消耗碳排放是建设地上的最主要的碳排放来源。在研究时间内,武汉市人口变动并不剧烈,年均增长速度不足 2%,较之于能源消耗碳排放,人类呼吸碳排放几乎可以忽略,因此本文在研究建设用地承载的碳排放时,仅关注能源消耗碳排放。选用 IPCC 推荐估算能源消费碳排放的方法计算城市建设用地上的能源消耗碳排放量,能源消耗碳排放量计算公式为:

$$E = \sum (\lambda_i Q_i) \quad (1)$$

式中: $E$  为能源消耗碳排放量; $\lambda_i$  为第  $i$  种能源碳排放系数; $Q_i$  为能源消耗量。

1.2.2 脱钩分析法 脱钩一般用来描述多种事物相互关联程度减弱或是消失的过程,要实现永续发展,就要实现环境压力与经济发展的“脱钩”<sup>[17]</sup>。常用脱钩分析方法有 OECD 法和 Tapio 法。两种方法均需计算脱钩指数,前者对所需数据要求较低,更加易于操作,但对脱钩状态分类较粗略<sup>[18]</sup>。为了更加精准细致地反映不同因素间的脱钩关系,本文选择 Tapio 脱钩指数作为分析模型。Tapio 脱钩模型的关键是找到合适的指标计算脱钩指数。Tapio 脱钩指数 DI 计算公式:

$$DI = \frac{(Z_t - Z_{t-1})/Z_{t-1}}{(S_t - S_{t-1})/S_{t-1}} = \frac{V_t}{K_t} \quad (2)$$

式中: $V_t$  表示计算期碳排放变化速度,即环境压力增长率; $K_t$  表示计算期建设用地扩张速度,即经济驱动力增长率; $Z_t$  与  $Z_{t-1}$  表示计算期与上一期能源消耗碳排放总量; $S_t$  与  $S_{t-1}$  表示计算期与上一期的建设用地面积总量。将 DI 这一指标引申用以探究能源消耗碳排放与建设用地扩张间的关系。

1.2.3 反弹效应分析法 反弹效应来源于能源经济学,表示技术进步一方面提高能源使用效率节约能源,但另一方面促进经济增长,又增加了能源需求,最终二者抵消作用,导致技术进步带来的能源效率提升不会减少而会增加能源消费,即 Khazzoom-Brookes 假说<sup>[19]</sup>。本文虽然没有直接研究能源消耗,但是本文所研究的能源消耗碳排放与能源消耗息息相关,受此启发,借助 IPAT 分解模型构建反弹效应研究模型,分析在经济不断增长、科技不断进步的城市之中,建设用地扩张对能源消耗碳排放间的影响效应的大小,探讨建设用地扩张是否也能抵消由于技术进步所减少的碳排放效应。

反弹效应研究模型:

$$I=L \cdot A \cdot T=L \cdot (\text{GDP} \cdot L) \cdot (I/\text{GDP}) \quad (3)$$

式中: $I$  表示环境压力,即能源消耗碳排放; $L$  表示建设用地扩张效应,即建设用地面积; $A$  表示财富效应,即单位建设用地规模以上工业总产值; $T$  表示技术效应,即单位规模以上工业总产值对应的能源消耗碳排放量。

反弹效应研究模型的建立来源于 IPAT 分解模型,该模型为  $I=P \cdot A \cdot T$ , $I$  表示环境压力, $I$  的 3 个直接影响因素是人口效应( $P$ )、财富效应( $A$ )和技术效应( $T$ )<sup>[16]</sup>。一方面由于研究时间内武汉市人口变动的幅度较小,逐年变化率小于 2.5%,另一方面由于城市建设用地承载了城市工业发展,本文研究的环境压力  $I$  为能源消耗碳排放,其主要来自工业的能源消耗,因此本文不考虑人口效应  $P$  的影响,将环境压力  $I$  即能源消耗碳排放的 3 个直接影响因素定义为建设用地扩张效应  $L$ ;财富效应  $A$  和技术效应  $T$ 。其中能源消耗碳排放  $I$  可结合公式(1)和 2001—2013 年武汉市规模以上工业能源消耗量计算得来,规模以上工业总产值恰好可以在一定程度上代表能源消耗碳排放的财富效应  $A$ ,单位规模以上工业总产值对应的能源消耗碳排放量则可反映能源消耗的效率,代表技术效应  $T$ 。

1.2.4 反弹效应完全分解法 在反弹效应研究模型的基础上运用反弹效应完全分解法分析各因子对环境压力作用的效应,该分解方法在研究能源消耗碳排放中有不少应用<sup>[17]</sup>。

建设用地扩张效应、财富效应和技术效应贡献的能源消耗碳排放计算公式如下:

$$\Delta L=\Delta L_k A_{k-1} T_{k-1}+1/2 \Delta L_k (A_{k-1} \Delta T_k+\Delta A_k T_{k-1})+1/3 \Delta P_k \Delta A_k \Delta T_k \quad (4)$$

$$\Delta A=\Delta A_k L_{k-1} T_{k-1}+1/2 \Delta A_k (L_{k-1} \Delta T_k+\Delta L_k T_{k-1})+1/3 \Delta P_k \Delta A_k \Delta T_k \quad (5)$$

$$\Delta T=\Delta T_k A_{k-1} L_{k-1}+1/2 \Delta T_k (A_{k-1} \Delta L_k+\Delta A_k L_{k-1})+1/3 \Delta P_k \Delta A_k \Delta T_k \quad (6)$$

碳排放效应指碳排放逐年变化量  $\Delta I$ ,计算公式如下:

$$\Delta I=I_k-I_{k-1} \quad (7)$$

碳排放效应=建设用地扩张效应+财富效应+技术效应

式中: $I$  表示环境压力,即能源消耗碳排放; $L$  表示建设用地扩张效应,即建设用地面积; $A$  表示财富效应,即单位建设用地规模以上工业总产值; $T$  表示技术效应,即单位规模以上工业总产值对应的能源消耗碳排放量; $k$  表示年份。

### 1.3 数据来源

建设用地扩张的快慢可以表达为建设用地扩张速度,赵可等<sup>[20]</sup>在研究城市建设用地扩张的驱动力时,林目轩等<sup>[21]</sup>在研究长沙市区建设用地扩张的时空特征时,均采用了建设用地年均增长率来表示建设用地扩张速度,本文沿用这一定义,将建设用地扩张速度定义为一年时间内建设用地扩张面积与原面积之比,并且将碳排放强度定义为研究区域单位土地面积的平均碳排放量<sup>[11,22]</sup>。将碳排放年均变化率定义为碳排放变化速度<sup>[23]</sup>。

文中运用 IPCC 碳排放系数估算法计算能源消耗碳排放,所需的历年武汉市规模以上工业能源消耗量相关数据来自于 2001—2013 年《武汉统计年鉴》,碳排放系数则从《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》中获取。脱钩分析和反弹效应分析所需的建设用地面积和能源消耗碳排放相关数据,则由 2001—2013 年《中国城市统计年鉴》和相关计算得来。反弹效应分析还需要的规模以上工业总产值来源于 2001—2013 年《武汉统计年鉴》。

## 2 结果与分析

### 2.1 建设用地与能源消耗碳排放变化分析

2.1.1 建设用地扩张分析 武汉市 2001—2013 年的市辖区建设用地面积总体变化趋势表现为不断上升,在此基础上结合图 1,将建设用地扩张状态划分为两个阶段,其中第一个阶段 2001—2005 年,建设用地面积增长较慢,年均增加面积为 3.49 km<sup>2</sup>,年均面积增长率为 1.48%;第二个阶段 2006—2013 年,建设用地开始快速扩张,变化曲线走势陡峭,年均增加面积为 78.38 km<sup>2</sup>,年均面积增长率为 17.62%。

2.1.2 能源消耗碳排放变化特征分析 结合

2001—2013 年的武汉市能源消费数据和公式(1),可计算出 2001—2013 年武汉市历年的能源消耗碳排放量与逐年累计的碳排放强度(表 1)。整体而言,武汉市能源消耗碳排放呈增长趋势,其变化按趋势划分大致可分为两个阶段。2001—2006 年为快速增长期,总量增加 1 081 万 t,增幅达到 90.54%;2007—2013 年为波动增长期,有 4 年出现小幅下滑,但截至 2013 年总量仍然增加了 356 万 t,增幅达到 15.65%,碳排放强度也分为两个阶段,2001—2003 年逐年增长,2004—2013 年呈现出不断下滑态势。

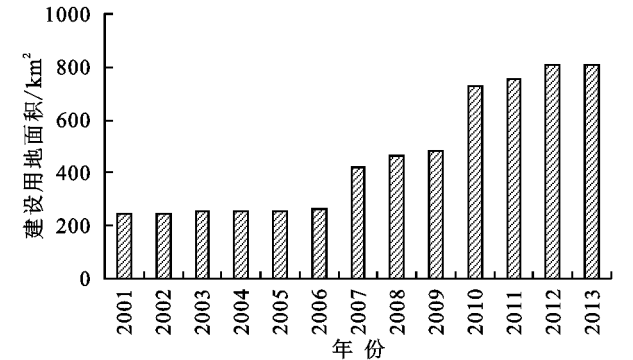


图 1 2001—2013 年武汉市建设用地变化

影响能源消耗碳排放的主要因素是能源消耗量和能源结构,结合图 2 分析 2001—2013 年武汉市主要能源消耗,其中煤炭、原油、焦炉煤气和焦炭的碳排放系数分别是 0.755 9,0.585 7,0.354 8,0.855 0 万 t CO<sub>2</sub>/万 t ce,即表示每消耗相当于 1 万吨标准煤热量的能源释放多少万吨 CO<sub>2</sub>。从 2001 年以来,可以看出具有较高的碳排放系数的煤炭消耗量一直保持较快增长,直至 2006 年,才出现减少趋势,之后其消耗量不断波动变化,并未出现大幅增长,其他类型的能源消耗变化呈现稳定增长,2006 年“中部崛起”战略、2007 年“两型社会”试点、2011 年工业倍增计划实施,加速工业转型升级,这些政策均可能是促使武汉市能源消耗量与能源结构变化的原因。

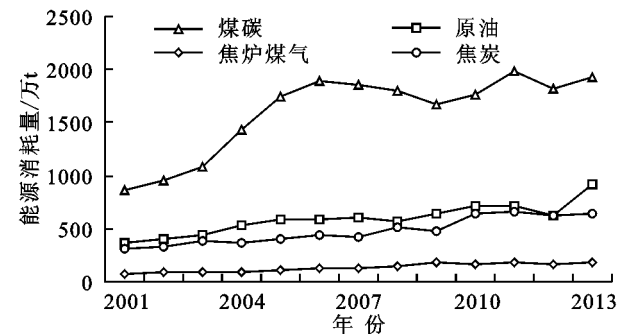


图 2 2001—2013 年武汉市主要能源消耗量变化

2.2 脱钩分析

Tapio 脱钩指数可以看成一种弹性系数,表示了

两种要素变化率的相对大小(表 2),在本文中即指碳排放变化速度和建设用地扩张速度的比值。

脱钩状态分析计算结果如表 3 所示,在过去 12 年中,5 年显示建设用地与能源消耗碳排放脱钩,其他年份均为扩张负脱钩,即未脱钩状态,在 2006 年建设用地从缓慢扩张变为快速扩张,发生阶段性变化,其与能源消耗碳排放间的脱钩状态也从持续扩张负脱钩变为多次出现脱钩的状态,可以看出短期建设用地快速扩张容易导致其与能源消耗碳排放发生脱钩,长期来看这种脱钩难以持续,能源消耗所带来的碳排放变化速度一旦增加,建设用地扩张和碳排放又立即转变为未脱钩状态,说明建设用地扩张和碳排放之间并未实现真正意义上的脱钩。

表 1 武汉市 2001—2013 年能源消耗碳排放与碳排放强度  
万 t/km<sup>2</sup>

年份	能源消耗 碳排放	碳排放 强度	年份	能源消耗 碳排放	碳排放 强度
2001	1194	4.95	2008	2216	4.81
2002	1301	5.22	2009	2151	4.48
2003	1471	5.84	2010	2396	3.27
2004	1782	7.02	2011	2578	3.43
2005	2111	6.62	2012	2360	2.92
2006	2275	5.92	2013	2631	3.11
2007	2220	5.22			

表 2 Tapio 脱钩指数划分

状态		环境压力 增长率	经济驱动 力增长率	Tapio 脱钩指数
脱钩	衰退脱钩	<0	<0	DI>1.2
	强脱钩	<0	>0	DI<0
	弱脱钩	>0	>0	0<DI<0.8
连接	增长连接	>0	>0	0.8<DI<1.2
	衰退连接	<0	<0	0.8<DI<1.2
负脱钩	扩张负脱钩	>0	>0	DI>1.2
	强负脱钩	>0	<0	DI<0
	弱负脱钩	<0	<0	0<DI<0.8

进一步分析发现,无论是脱钩年份还是未脱钩年份,建设用地扩张速度始终大于 0,但未脱钩年份碳排放变化速度较大,脱钩年份碳排放变化速度很小或为负值,如果碳排放变化速度很小则呈现弱脱钩,如果碳排放变化速度为负则呈现强脱钩。因此影响脱钩的关键在于能否有效控制碳排放变化速度。另外,由所得数据来看,扩张负脱钩集中在研究区间前段,研究区间后段年份多为脱钩状态,表现出随着时间变化建设用地面积与碳排放总量具有脱钩趋势,基本可以判断建设用地和能源消耗碳排放之间尚未脱钩,其

相关关系有待进一步研究。

表 3 2002—2013 年武汉市能源消耗碳排放总量与  
建设用地总量间脱钩情况

年份	碳排放 变化速度/%	建设用地 扩张速度/%	脱钩 指数	脱钩 状态
2002	8.96	3.21	2.80	扩张负脱钩
2003	13.07	1.12	11.71	扩张负脱钩
2004	21.14	0.79	26.64	扩张负脱钩
2005	18.46	0.56	33.02	扩张负脱钩
2006	7.77	50.34	0.15	弱脱钩
2007	−2.42	10.68	−0.23	强脱钩
2008	−0.18	8.47	−0.02	强脱钩
2009	−2.93	4.12	−0.71	强脱钩
2010	11.39	52.54	0.22	弱脱钩
2011	7.60	2.57	2.96	扩张负脱钩
2012	−8.46	7.55	−1.12	强脱钩
2013	11.48	4.68	2.46	扩张负脱钩

2.3 反弹效应分析

依据反弹效应研究模型,如公式(3)所示,能源消耗碳排放效应可以分解为建设用地扩张效应、财富效应和技术效应。利用反弹效应完全分解法可以计算出 2001—2013 年历年建设用地扩张、财富和技术效应在能源消耗碳排放效应中所占的大小,结果反映在表 4 中。

表 4 2002—2013 年武汉市建设用地效应扩张、  
财富效应和技术效应

编号	时间段	万 t			
		能源消耗碳 排放效应	建设用地 扩张效应	财富 效应	技术 效应
1	2001—2002	107	39.35	97.20	−29.55
2	2002—2003	170	15.38	204.02	−49.40
3	2003—2004	311	12.87	359.17	−61.04
4	2004—2005	329	10.93	591.65	−273.58
5	2005—2006	164	908.21	−442.78	−301.44
6	2006—2007	−55	229.69	277.09	−561.78
7	2007—2008	−4	186.79	946.19	−1136.98
8	2008—2009	−65	88.22	−78.72	−74.50
9	2009—2010	245	978.04	−745.59	12.55
10	2010—2011	182	63.07	285.48	−166.56
11	2011—2012	−218	181.25	314.67	−713.92
12	2012—2013	271	113.98	239.93	−82.91

在反弹效应分析中,正效应代表增加的碳排放,负效应代表减少的碳排放。在影响能源消耗碳排放效应的 3 大因素中,建设用地扩张效应均为正,且 2005 年之后,正效应持续快速扩大;财富效应在大多数年份也表现为强烈的正效应,仅 2006 年、2009 年、

2010 年出现负效应,这里负效应的出现主要是因为单位建设用地规模以上工业总产值在这 3 年出现下滑,而这一指标的下滑均是由于规模以上工业总产值的增长幅度小于建设用地扩张的幅度,导致二者的相对比值减小,这样导致的负效应是难以持久的,建设用地的快速扩张极有可能带来未来工业的扩张,并且如果单位建设用地规模以上工业总产值持续减小,城市工业很可能处于衰退状态,这样导致的减排效应对社会经济发展没有好处;技术效应则除了 2010 年出现正效应外,其他年份均表现为负效应,且负效应在 2008 年达到峰值,2010 年出现正效应的原因在于当年的单位工业总产值碳排放出现增长,而其他年份单位工业总产值碳排放均在不断下降,2010 年单位工业总产值碳排放增长的原因是当年碳排放增长速度超过了工业总产值的增长速度。

由此显示建设用地扩张和财富增长可以极大的驱动碳排放增加,从而对能源消耗碳排放带来较大的正效应,随着技术提升,单位规模以上工业总产值对应的能源消耗碳排放逐渐减少,技术效应可以在一定程度上缓解能源消耗碳排放的增长,但碳排放总量并不会因此减小,总体的碳排放效应依然为正,建设用地扩张和财富增长可以几乎完全抵消技术进步所带来碳排放的减少。同时要达到控制能源消耗碳排放的目的,单纯依靠技术进步,能源利用效率提高所带来的负的技术效应很难实现碳排放总量的减少,而正的财富效应表示工业和经济的良好发展,减小财富效应在能源消耗碳排放中的作用不利于工业和经济的健康发展,因此控制建设用地扩张效应、城市建设集约化发展是节能减排的一个更为有效的方式。

3 讨论与结论

3.1 讨论

综上所述,城市建设用地扩张承载了工业和经济的发展,也带来了大量的能源消耗碳排放。虽然建设用地扩张不会直接增加能源消耗,导致碳排放的产生,但是建设用地扩张在一定程度上可以使得工业规模扩大,尤其当建设用地盲目扩张,扩张代价成本较低时。因此本文在通过脱钩分析确定建设用地与能源消耗碳排放尚未脱钩之后,较为创新地运用了能源经济学中反弹效应这一概念,展开分析建设用地面积、单位建设用地规模以上工业总产值、单位规模以上工业总产值碳排放对应的建设用地扩张效应、财富效应和技术效应对能源消耗碳排放的影响,并得出了

相应结论,对节能减排提出了相关建议。现代社会碳排放的产生在很大程度上与能源消耗相关,经过本文的探究与思考,认为未来结合能源经济学知识会对碳排放的研究和管理具有很大的帮助,是后续研究的一个可行方向。

### 3.2 结论

(1) 时间序列上,伴随着建设用地扩张,能源消耗碳排放总体表现为增长;建设用地出现阶梯式增长,碳排放也由此出现阶段性增长变化。2001—2005年是建设用地的缓慢扩张阶段,2006—2013年是建设用地的快速扩张阶段;2001—2006年是能源消耗碳排放的快速增长阶段,2007—2013年是能源消耗碳排放的波动增长阶段。

(2) 脱钩分析表明,在研究时间范围内,2006—2010年、2012年建设用地扩张和能源消耗碳排放发生脱钩,2002—2005年、2011年和2013年均未达到脱钩,短期建设用地快速扩张容易引起脱钩现象,长期来看这种脱钩难以持续,建设用地与碳排放间具有脱钩趋势,但未完全脱钩,脱钩产生的关键在于能否有效控制碳排放变化速度。

(3) 反弹效应分析结果表明,建设用地扩张和财富增长对能源消耗碳排放具有极大的正效应,其正效应带来的能源消耗碳排放的增加几乎抵消了技术发展的减排作用,抑制财富增长可能对工业和经济产生不良影响,相较而言,控制建设用地扩张、城市建设集约化发展对节能减排更为可行有效。

#### 参考文献:

- [1] 杨庆媛. 土地利用变化与碳循环[J]. 中国土地科学, 2010, 24(10): 7-12.
- [2] 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.
- [3] 赵荣钦, 陈志刚, 黄贤金, 等. 南京大学土地利用碳排放研究进展[J]. 地理科学, 2012, 32(12): 1473-1480.
- [4] 赵敏, 张卫国, 俞立中. 上海市能源消费碳排放分析[J]. 环境科学研究, 2009, 22(8): 984-989.
- [5] 赵荣钦, 黄贤金. 基于能源消费的江苏省土地利用碳排放与碳足迹[J]. 地理研究, 2010, 29(9): 1639-1649.
- [6] 卢娜. 土地利用变化碳排放效应研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2011.
- [7] 毛熙彦, 林坚, 蒙古军. 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.
- [8] 杜官印. 建设用地对碳排放的影响关系研究[J]. 中国土地科学, 2010, 24(5): 32-36.
- [9] 李颖, 黄贤金, 甄峰. 江苏省区域不同土地利用方式的碳排放效应分析[J]. 农业工程学报, 2008, 24(2): 102-107.
- [10] 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(5): 723-733.
- [11] 张梅, 赖力, 黄贤金, 等. 中国区域土地利用类型转变的碳排放强度研究[J]. 资源科学, 2013, 35(4): 792-799.
- [12] 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.
- [13] 彭佳雯, 黄贤金, 钟太洋, 等. 中国经济增长与能源碳排放的脱钩研究[J]. 资源科学, 2011, 33(4): 626-633.
- [14] 钟太洋, 黄贤金, 王柏源. 经济增长与建设用地扩张的脱钩分析[J]. 自然资源学报, 2010, 25(1): 18-31.
- [15] 孙耀华, 李忠民. 中国各省区经济发展与碳排放脱钩关系研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(5): 87-92.
- [16] 梁日忠, 张林浩. 1990年—2008年中国化学工业碳排放脱钩和反弹效应研究[J]. 资源科学, 2013, 35(2): 268-274.
- [17] 任洁, 陈东景. 中国工业部门碳排放与GDP脱钩因素影响力分析[J]. 战略决策研究, 2012, 3(1): 21-25.
- [18] 张俊峰, 张安录, 董捷. 土地集约利用与土地利用碳排放的关系研究: 以武汉城市圈为例[J]. 农业现代化研究, 2013, 34(6): 717-721.
- [19] 黄纯灿. 能源反弹效应研究综述[J]. 经济论坛, 2011(2): 144-148.
- [20] 赵可, 张安录, 李平. 城市建设用地扩张的驱动力: 基于省际面板数据的分析[J]. 自然资源学报, 2011, 26(8): 1323-1332.
- [21] 林目轩, 师迎春, 陈秧分, 等. 长沙市区建设用地扩张的时空特征[J]. 地理研究, 2007, 26(2): 265-275.
- [22] 赵荣钦, 黄贤金, 钟太洋. 中国不同产业空间的碳排放强度与碳足迹分析[J]. 地理学报, 2010, 69(5): 1048-1057.
- [23] 刘定惠, 杨永春. 甘肃省碳排放变化的因素分解及实证分析[J]. 干旱区研究, 2012, 29(3): 510-516.