

房价对城市生态效率的影响研究

罗能生；李静

(湖南大学经济与贸易学院，湖南省长沙市，410079)

摘要：本文基于中国 2005-2017 年 256 个城市面板数据，采用两阶段最小二乘计量模型探讨房价对城市生态效率的影响，并利用交互项检验产业结构与城镇化水平在房价对生态效率影响中的调节效应，最后分区域、城市等级与城市规模样本考察其异质性。研究结论表明，(1) 房价对城市生态效率总体影响呈现先改善后恶化的倒“u”型的关系，目前我国房价与生态效率值处于靠近拐点值的上升阶段，因此房价的进一步上涨将导致生态效率的下降；(2) 产业结构与城镇化水平对房价对生态效率的影响具有调节效应，即随着产业结构的优化升级和城镇化水平的提高，会强化房价对生态效率的正向影响效应；(3) 房价对生态效率的影响具有显著的城市差异。最后根据以上理论和实证结果，文章提出如何调控房价以提升城市生态效率的政策建议。

关键词：房价；生态效率；工具变量；调节效应

中图分类号：F062.2 **文献标识码：**A

1 引言

历经改革开放三十年，中国取得举世瞩目的成就，经济高速发展的同时，也逐渐形成一种粗放型经济增长模式，由此带来产出效率低、资源消耗大、废弃物污染等问题，加剧资源消耗和环境污染。统计局的报告显示 2018 年中国煤炭占能源消费总量的比重为 63.9%，相较于石油 20.4%和天然气 8.3%占能源消费总量的比重，煤炭仍然是中国目前主要的能源消费种类，为了满足不断增长的煤炭资源需求量，极易造成对煤炭的过度开采，由此引发环境污染的问题。此外，在经济高速发展中，房地产业逐渐成为宏观经济的重要组成部分。1998 年房地产业产值占 GDP 的比重为 4.02%，2019 年房地产业产值占 GDP 的比重达到 7.03%，房地产在社会经济发展中发挥的作用越来越大。伴随房地产市场的繁荣房地产价格也经历了跨越式增长。2005 年房价为 3167 元/m²，到 2019 年房价上升至 9310/m²，从 2005 年到 2019 年 15 年间房价翻了两番，到 2019 年，中国 100 个具有代表性城市的房价收入比高达 9 倍，北京、上海、深圳等一线城市房价收入比超 20 倍，引发房价泡沫、城市土地和住房供给紧张、产业结构失调、资源配置不合理、环境污染加剧等一系列问题，由此可见高房价所带来的负面影响正逐渐损害我国城市经济的发展。为了实现我国经济与环境和谐发展的目标，需要减少资源环境的负担，并对房价及房地产市场进行积极调控。因此需要重新审视房价对我国生态效率的影响，在中国大力推动供给侧改革以及房价调控的背景下，如何调控房价发挥其对生态效率影响的积极作用，无疑具有重要的现实意义。

2 文献回顾

目前对于房价与生态效率的直接研究较少，学者大多从房价与经济增长或房价与资源环境两个方面进行研究，因此接下来将从这两个方面进行文献梳理。

一方面，房价影响经济增长。Girouard N 等 (2001) 研究了房价对于消费和投资的影响，根据理论分析和对其他国家的经验回顾发现，房价会通过财富效应和宽松的流动性约束刺激消费，从推动经济增长。罗双成等 (2018) 利用省级面板数据，运用工具变量两阶段最小二乘方法研究了房价与地区经济发展水平的关系，结果表明，房价与经济水平正相关，房价的上涨将促进地区经济增长。但吴晓瑜等 (2014) 通过对创业行为的分离效应，对房价影响经济增长的渠道进行研究，结果表明房价上涨将抑制创业能力从而不利于经济的增长。王

弟海等(2015)同样利用中国跨省面板数据,对房价变动影响经济增长的作用机制进行实证研究,结果表明,高房价使资本与住房价值偏离均衡状态,将抑制经济的增长。也有学者认为房价与经济增长呈现非线性关系,吕江林等(2014)从区域角度探讨房价与经济之间的非线性关系,Hansen 门限模型研究结果显示,随着经济发展水平的提高,房价与经济增长之间呈现先上升后降低的非线性关系。

另一方面,房价也会导致资源错配和环境污染。林永民等(2019)基于资源错配的视角,系统研究了房价与产业结构的相关性,其认为高房价刺激房地产行业的发展,在高收益的驱动下会吸引非房地产企业的资源过度流向房地产行业,从而产生资源错配效应。黄泽涛等(2015)也认为高房价刺激房地产建筑行业的发展,建筑行业作为资源消耗量高的行业,同具有高排放和高耗能特点的传统电力、钢铁、建材以及建材等产业存在密切关联。因此,房价的上升会刺激房地产以及相关污染产业的发展,增加资源的消耗与浪费。丁德新等(2006)还发现房地产业与交通运输行业、工业企业行业一样会加剧城市污染业,并认为房地产行业进行建筑施工的活动将会对城市生活造成污染。李宝礼等(2020)利用工具变量方法,实证研究了城市土地政策通过房价变动对工业污染的作用机制,结果表明由土地供给带来的房价上涨会提高劳动力成本,促使企业往低劳动力成本的地区迁移,从而带动工业污染随之转移。

因此通过梳理国内外学者关于“房价对生态效率影响”的相关文献,可以发现相关领域没有较为丰富的理论与实证研究,首先,大多数学者仅仅从房价对经济增长或者资源能耗、环境污染某一方面来研究,少有学者统筹经济、资源与环境三者的关系进行研究分析,因此有必要选择综合考虑经济增长、资源能耗以及环境污染影响的综合指标(如“生态效率”)进行进一步探讨,弥补已有文献在此方面的不足;其次,关于房价对经济、资源与环境的作用效果尚未形成较为一致的结论,关于房价和资源能耗、环境污染具体影响机理研究较少。因此对于房价影响生态效率的作用效应到底是提升还是降低?房价应该稳定在何种水平将有益于生态效率提升?都是我们在今后的研究中需要关注的问题。

3 机理分析

生态效率强调经济可持续发展、减少资源消耗和环境成本。生态效率的投入指标的输入端包括资源(能源、劳动力、资本、土地)消耗,产出指标的输出端包括经济产出和环境影响。因此,在阐述房价对生态效率的影响机理时,主要从房价对经济、资源以及环境三个方面的影响来考虑。

一方面,房价对生态效率的影响具有直接效应。首先是对经济的影响,房价的上涨会刺激房地产行业的发展,因此房价的上涨直接影响国民经济。其次对资源环境的影响,房价上涨引致房地产建设开发扩张,造成对电力、油品等能源的消耗、土地资源的破坏浪费以及大气污染等问题。据统计,房地产开发建设年均需要消耗约 25%的钢材和塑料制品、40%的木材、70%的水泥及玻璃,因此房价上涨会对生态效率产生直接的影响。

另一方面,房价对生态效率的影响具有间接效应。房地产行业与上下游产业关联效应强,王守峰、陈阳(2020)通过研究中国房地产业与其他行业的关联性发现,房地产开发与下游行业的总连通性最高,房地产开发与中游行业和上游行业次之,房地产开发与支撑行业的总连通性最低。并计算房地产业与十个代表性行业的净连通性后发现,房地产开发对有色冶炼加工、证券、酒店及餐饮业都具有驱动作用。因此,房地产开发的产业关联效应会驱动钢铁、建材、有色金属冶炼等上游产业的发展,有色金属、建材、钢铁作为原材料制造产业,生产制造过程中需要能源的投入,并产生“三废”污染。此外,房地产开发也会驱动纺织家具、消费品、医疗卫生等下游产业的发展,刺激国民经济的增长。由此可以发现房价会通过影响产业结构间接影响生态效率。此外,钟国辉(2020)分析脉冲响应函数的曲线后发现,房价的上升会促进城市建成区规模的扩张,且在房地产发展过程中出现的大量资金和农业人口以及相关产业向城镇聚集的影响下,将促进城镇化进程的推进并产生“人口集聚效应”。人口

的集聚将使城市基建面积和人口急剧扩张,从而加剧各种资源消耗和污染生产,由此可以发现房价会通过影响城镇化水平间接影响生态效率。根据房价对生态效率的总体效应分析,一方面,房价会通过房地产业的发展直接对生态效率产生影响,另一方面,房价将通过影响产业结构和城镇化水平间接影响生态效率。

4 生态效率的测度与分析

(一) 测度方法和指标选取

生态效率的概念最早由 Schaltegger 和 Sturm 两位学者在 1990 年提出:生态效率=服务或产品产生的增加值/环境影响增加值,用来衡量经济与环境影响的运行效率。目前学术研究使用的测算生态效率的方法大致可分为单一比值法、指标体系法、模型法等。在 DEA 模型法中,输入产出投入值后,会在决策单元中自动生成最优边界,观察决策单元偏离最优边界的程度,分析决策单元相对效率。然而传统的 DEA 模型无法解决投入产出的松弛性问题,对于区域间的效率差异不能有效体现。Tone (2001) 对传统 DEA 模型进行改进,利用改进的超效率 SBM 模型,解决传统 DEA 模型存在的松弛性问题。

本文重点探究城市之间的生态效率差异以及房价差异性对城市生态效率的影响,因此选择改进的超效率 SBM-DEA 模型对城市生态效率进行测算评价,避免了经典模型的不足之处,当效率值可以超过 1 从而可以对不同城市的生态效率进行比较便于研究分析。改进的超效率 SBM-DEA 模型基于非径向和非角度,当出现效率评价价值相同的情况时,将会利用其他 $n-1$ 个决策单元的线性组合来代替该决策单元的投入产出,改进的 SBM 模型允许效率评价价值超过 1 并进行有效排序,目前被广泛使用。非期望产出的超效率 SBM 模型的线性规划如下所示,其中 n 代表决策单元的数量, m 代表投入量, r_1 和 r_2 分别代表期望产出和非期望产出, x 代表对应投入矩阵中的元素, y^d 和 y^u 分别代表对应的期望产出中的元素和非期望产出中的元素, ϕ 代表测算的生态效率值。

$$\min \phi = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x}_{ik}}{1 + \frac{1}{r_1 + r_2} \left(\sum_{s=1}^{r_1} \frac{y_{sk}^d}{y_{sk}^d} + \sum_{q=1}^{r_2} \frac{y_{qk}^u}{y_{qk}^u} \right)} \quad (1)$$

$$s.t. \begin{cases} \bar{x} \geq \sum_{j=1, j \neq k}^n x_{ij} \lambda_j, i = 1, K, m \\ \bar{y}^d \leq \sum_{j=1, j \neq k}^n y_{sj} \lambda_j, s = 1, K, r_1 \\ \bar{y}^u \geq \sum_{j=1, j \neq k}^n y_{sj} \lambda_j, s = 1, K, r_2 \\ \bar{x} \geq x_k, \bar{y}^d \leq y_k^d, \bar{y}^u \geq y_k^u, \lambda \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

结合罗能生、李佳佳的做法,指标包括投入要素、期望产出以及非期望的产出。在指标选取时,将劳动力消耗量、固定资本消耗量、能源消耗量、土地资源消耗量、水资源消耗量作为投入指标,其中劳动力投入用从业人员数表示,资本投入参考柯善咨、向娟的“永续盘存法”进行城市固定资产存量的测算[67],能源资源采用用电总量表示,土地资源用城市建设用地面积表示,水资源用供水总量表示;将各城市国民生产总值作为期望产出,利用 2005 年为基期,使用对应的价格指数进行平减;将工业废水、二氧化硫、烟尘(粉尘)排放量作为非期望产出,本文的研究对象为中国 256 个城市,基于数据的可得性,将研究期设定为 2005 年-2017 年,变量所涉及的具体数据主要来自于《中国城市统计年鉴》、《中国区域统计年鉴》、《中国城乡建设统计年鉴》、EPS 数据平台以及各省市统计年鉴和统计公报,具体指

标构建体系具体见表 1。

表1 生态效率指标构建

类别	内容	构成	具体指标
投入指标	资源消耗	人力消耗	从业人员数
		资本消耗	固定资本存量
		能源消耗	全社会用电量
		土地消耗	城市建设用地面积
		水资源消耗	供水总量
产出指标	经济产出	经济发展总量	各城市 GDP
	环境污染	废水污染	工业废水排放量
		废气污染	工业二氧化硫排放量
			工业烟（粉）尘排放量

（二）测度结果分析

本文运用 MAXDEA Pro 软件，测算了中国 2005-2017 年 256 个城市的生态效率值，并利用 ARCGIS 软件描绘出中国城市生态效率的空间分布图（见图 1-3）。从宏观上看，全国生态效率水平呈现上升趋势，这与侯梦阳、姚顺波两位学者的研究结论一致。通过对比 2005 年、2011 年、2017 年城市生态效率测算结果发现，2005 年大多数城市的生态效率比较低，而到 2011 年有部分城市的生态效率得到改善，到 2017 年绝大多数城市的生态效率得到提高，这说明 2005 年至 2017 年间中国城市生态效率呈现稳步上升的趋势；观察沿海城市与内陆城市的生态效率水平发现，东部沿海城市生态效率水平总体上优于内陆城市，从 2005 年到 2017 年，东部沿海城市生态效率水平不断提升。

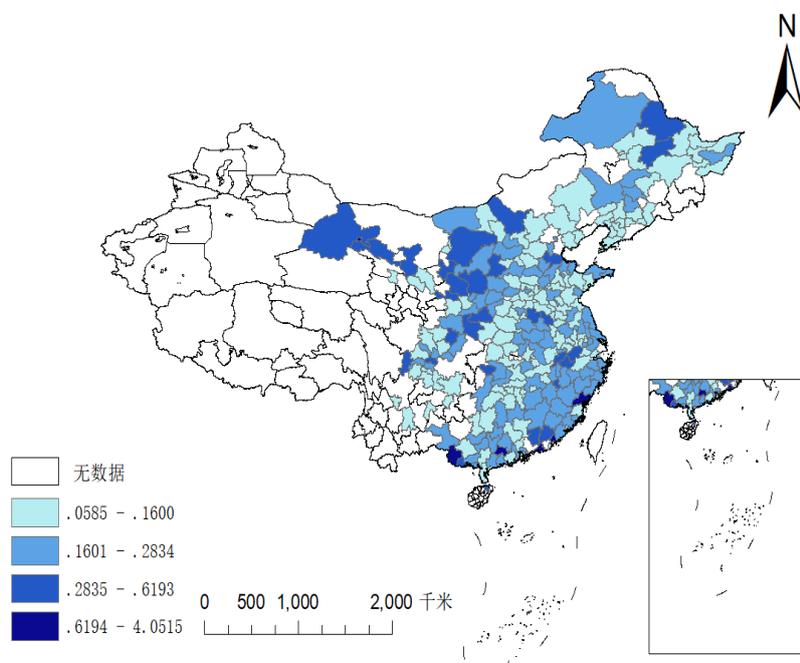


图 1 生态效率 2005

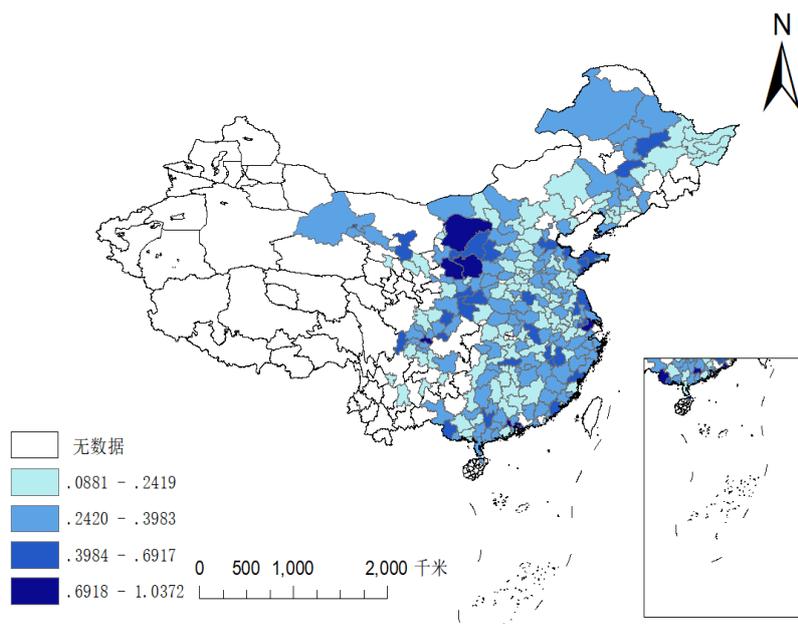


图 2 生态效率 2011

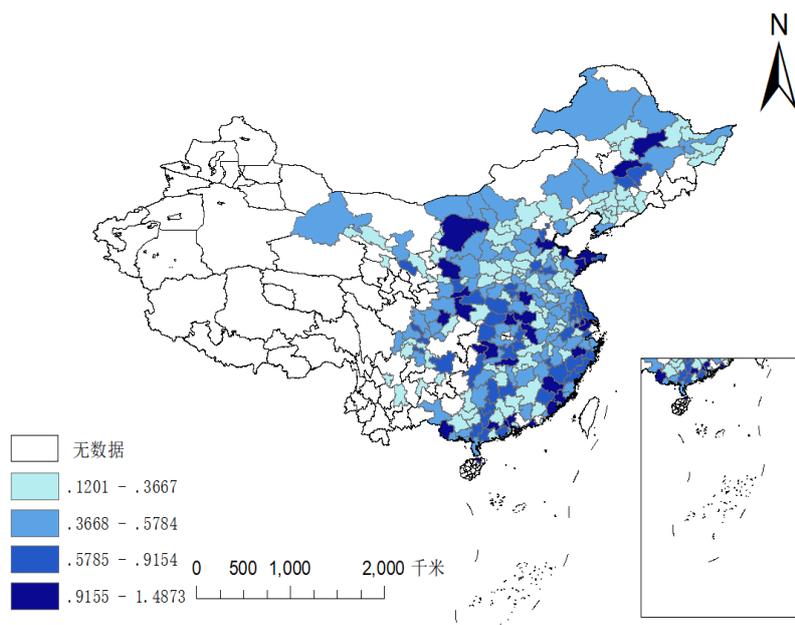


图 3 生态效率 2017

2005 年，东部沿海城市中以北京、上海、广州、深圳为代表的生态效率值还保持在较低水平，但是到 2017 年，东部沿海的许多城市的生态效率水平都得到了提高，主要是得益于经济方式的逐渐转变，生态效率有所提升，“十一五”期间，中国宏观经济管理采取稳健的财政、货币政策，以扩大国内投资需求为导向，国民经济得以快速增长，此时经济增长带来的正向效应大于资源消耗的负向效应，至 2017 年生态效率水平显著提高。内陆城市生态效率有部分城市不仅没有上升反而出现下降的趋势，2005 年，内陆城市中以崇左、亳州、平凉、吴忠为代表的生态效率值还保持在较高水平，到 2011 年生态效率则出现下降，内陆城市经济发展潜力弱且承接了东部沿海地区的高污染高耗能产业，加剧资源消耗和环境污染，此时产业转移对经济产生的负面效应超过带动效应，因此生态效率下降。观察不同城市等级的生态效率水平发现，一、二线城市生态效率水平总体上优于三线及三线以下城市，2017

年新一线城市中以青岛、苏州、西安、长沙为代表的生态效率水平相较 2005 年大幅提升，而在三线以下的城市中如鞍山、抚顺、盘锦、本溪为代表的生态效率相较 2005 年变化不大，仍保持在较低水平。

5 房价对城市生态效率影响的实证研究

(一) 指标选取与数据来源

1. 被解释变量

生态效率 (ee)，借鉴罗能生、李娃娃等的做法，投入指标的输入端确定为从业人员数、固定资本存量、用电总量、建设用地面积、供水总量，期望的输出端为地区 GDP，非期望的输出端为工业废水排放量、工业二氧化硫排放量以及烟（粉）尘排放量。采用 MAXDEA Pro 软件，对我国 2005-2017 年 256 个城市的生态效率进行测算。

2. 核心变量

房价 (lnhp)，借鉴文乐的做法，用商品房销售额与商品房销售面积的比值衡量，计算出历年城市的商品房平均销售价格，用该变量反映房价的高低水平。

3. 控制变量

通过对生态效率影响因素的分析，本文控制变量的选取将从对经济、环境、资源产生影响的因素中选取。首先居民的富裕程度将影响国民经济，能够对经济产生正向促进作用，人口密度将对城市环境和资源消耗产生压力，对生态效率产生阻碍作用，对外开放程度加深可能造成“污染避难所”效应，不利于生态效率的提升，其次政府规模能够引导经济可持续发展，城市创新能力能够促进技术进步，对生态效率产生积极作用。因此本文将控制住以下指标：①对外开放程度；②人口密度；③富裕程度；④政府规模；⑤城市创新能力。具体因子包括实际使用外资金额占 GDP 比重(%)、年末人口数与行政土地面积之比(%)、人均 GDP(元)、政府公共财政支出占 GDP 比重(%)、专利授权量与从业人员之比(件)。

其中生态效率运用 MAXDEA Pro 的超效率 SBM 模型测算得出，其他地级市数据来自 2006-2018 年《中国城市统计年鉴》、《中国区域统计年鉴》、《中国城乡统计年鉴》、EPS 数据平台以及各省市历年统计年鉴和统计公报，少数缺失值通过查阅各地级市的统计年鉴与公报后用平均值法补齐，为了便于回归分析，将房价、人均 GDP、政府财政支出占比取对数，并对所有变量在 1%的水平上进行缩尾处理，经过处理后的相关变量的描述性统计见下表 2。

表 2 描述性统计

变量	含义	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
ee	生态效率	3328	0.3117	0.2073	0.0834	1.1362
lnhp	房价	3328	8.1436	0.5576	7.0022	9.7284
fdi	对外开放程度	3328	0.0191	0.0184	0.0000	0.0832
pd	人口密度	3328	0.0445	0.0289	0.0018	0.1357
lnpgdp	富裕程度	3328	10.1046	0.7560	8.5999	12.0849
lngovs	政府规模	3328	14.2719	0.9702	12.0920	16.9510
cxx	创新能力	3328	2.4644	1.2152	1.0000	8.0326
zb	产业结构	3328	0.3735	0.0869	0.1850	0.6711
cz	城镇化	3328	0.4790	0.1793	0.1245	1.0000
lnfix	固定资产	3328	15.7482	1.0886	13.2514	18.0496
pc	技术水平	3328	0.0517	0.0475	0.0063	0.3139

(二) 计量模型的构建

1. 计量模型

通过对变量进行选取之后, 需要进一步构建实证计量模型, 本文利用 2005-2017 年中国 256 个城市面板数据, 对房价与城市生态效率的影响关系进行实证研究, 根据第三章的相关性描述分析, 房价对生态效率的影响可能存在非线性关系, 因此在模型设定中通过加入房价的二次项来进行实证分析, 构建的实证模型如公式 (3) 所示。

$$ee_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln hp_{it} + \beta_2 (\ln hp_{it})^2 + \beta_3 z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中, 下标 $i = 1, 2, \dots, N$; $t = 1, 2, \dots, T$, 分别代表省市和年份。 ee 表示被解释变量生态效率, $\ln hp$ 表示解释变量房价的对数, z_{it} 表示控制变量, ε_{it} 表示随机扰动项。公式 4.1 是基本计量模型, 在之后的实证分析中, 根据文章的研究目将对其进行变化。

2. 内生性处理

本文旨在研究房价对生态效率的影响机理, 首先, 可能存在反向因果的问题。房价会影响生态效率的提升, 房价上涨对劳动人口和产业会有挤出作用, 同时将抬高低收入者的生活居住成本, 削弱农民进城务工的动力, 抑制城镇化进程的发展, 不利于生态效率的提升。然而生态效率的提升也可能反过来影响房价, 因为城市经济水平提高和公共基础设施的完善会吸引人口向城市流入, 从而增加对住房的需求, 推动房价上涨。其次, 可能存在遗漏变量偏误的问题。房价对生态效率影响的现实情况是复杂的, 尽管我们控制了许多影响因素, 但一般情况下, 不可能将所有影响生态效率的变量都控制住。最后, 由于数据统计受外界影响大, 容易产生测量误差的问题。因此, 反向因果、遗漏变量偏误以及测量误差都可能造成多个解释变量与误差项相关, 从而产生内生性的问题。

为了解决模型中的内生性问题, 本文将找寻工具变量克服内生性的问题。根据工具变量有效性的两个原则: 相关性和外生性, 有效的工具变量既要满足与房价相关, 同时还要满足工具变量与生态效率不相关 (不直接影响生态效率)。因此本文借鉴文乐、李辉的做法, 将除本地区以外省内其他城市土地出让面积之和与房价的两阶滞后项同时作为房价的工具变量。首先从相关性来看, 房价的高低受土地供给的影响, 陈斌开等 (2013) 利用既有研究也证实了土地供给程度与房价负相关, 即土地供给越少房价越高。其次从外生性来看, 土地资源作为国家的重要资源, 一直以来受到国家的严格管控, 每年的土地供给总量计划需要经过全国以及各省、自治区、直辖市层层拟定, 再经由国务院审定和全国人民代表大会审议批准后, 下达到各级机关单位正式执行, 因此, 土地供给面积受到中央政府的严格管控。另外, 省内其他城市土地出让面积之和并不会直接影响本城市经济产出和能源消耗。房价滞后项也不直接影响本期的能源消耗和经济产出。因此, 本文使用省内其他城市土地出让面积之和与房价两阶滞后项两个指标一同作为房价的工具变量。

(三) 实证结果分析

1. 基准回归分析

根据上文对内生性的处理, 进一步检验是否存在内生变量。本文的 Hausman 检验结果显示 p 值等于零, 故在 1% 的显著性水平上拒绝原假设, 因此我们有理由认为房价 ($\ln hp$) 为内生变量。由于传统的 Hausman 检验并未使用稳健标准误的同方差检验, 本文继续使用在异方差下稳健的 DWH 检验内生变量是否存在, 进一步的 DWH 检验结果显示 p 值小于 0.05, 说明模型将存在内生性的问题, 因此我们有理由采用两阶段最小二乘的方法进行研究分析。

表 3 统计了房价对生态效率的基准回归结果, 在工具变量法中, 因为 iv 估计值的 R 方是没有意义的, 也不能进行统计检验, 所以实证结果不报告 R 方。其中模型 1 报告了两阶段最小二乘回归中的第一阶段回归结果, 即两个工具变量省内其他城市土地出让面积之和 ($iv1$) 与房价的两阶滞后项 ($iv2$) 与内生变量房价 ($\ln hp$) 的相关性, 实证结果显示工

具变量与房价具有显著的相关性。模型 2 报告了两阶段最小二乘回归中的第二阶段回归结果，其中过度识别 Sargan 检验的 p 值为 0.74（大于 0.1），故可以接受“工具变量是外生”的原假设，即工具变量与扰动项不相关，在实证层面上验证了工具变量的外生性。其次弱工具变量检验 F 值为 54（超过 10），故我们有理由认为工具变量与解释变量强相关，在实证上验证了工具变量的相关性。

表 3 基准回归分析

	(1) Ts1s1	(2) Ts1s2
lnhp		1.9048** (0.9060)
lnhp2	0.0585*** (0.0003)	-0.1110** (0.0541)
fdi	0.0548** (0.0242)	-1.9689*** (0.2321)
pd	-0.1635*** (0.0182)	-0.1995 (0.2057)
lnpgdp	-0.0016* (0.0009)	0.0333*** (0.0107)
lngovs	0.0020*** (0.0007)	0.0683*** (0.0077)
cxx	0.0003 (0.0003)	0.0150*** (0.0035)
IV1	0.0035*** (0.0006)	
IV2	0.0225*** (0.0036)	
cons	4.0367*** (0.0165)	-9.1232** (3.7267)
N	2816	2816
P	/	0.74
F	/	54

注：P 为过度识别检验报告 sargan P 值，F 为弱工具变量检验报告 F 值，括号中的数值为稳健标准误，“*”、“**”、“***”分别代表在 10%、5%、1%显著水平上显著

由表 3 模型 2 两阶段最小二乘回归结果可知，核心解释变量房价的一次项系数为正 ($\beta = 1.9048$, $p < 0.05$), 二次项系数为负 ($\beta = -0.1110$, $p < 0.05$), 说明房价与生态效率呈现显著的倒“u”型关系。即随着房价的提高, 享受着初期资本投入带来的正向效应, 生态效率会上升, 但随着房价的进一步提高, 超过一定阈值时, 房价对资源的挤出效应增强, 生态效率会呈下降趋势。房价不断攀升对低端劳动力以及低附加值产业有挤出作用, 城市产业链也将从低价值链往高价值链攀升, 促进产业的优化升级。这种产业的升级无论来自内部的高技术化和高附加值化, 还是产业结构由不合理向合理化方向调整, 都有利于要素资源得到合理有效的利用, 而留存的高质量人力资本和企业, 将有助于提高本地区的生产力并促进城市经济增长, 同时促进城市的节能减排和环境保护, 此时房价上涨带来的经济增长的正面效应大于资源环境消耗的负面效应, 因此本城市的生态效率将有所提高。

但随着房价的进一步上涨超过居民预期时,这时高房价不仅挤出低端劳动力,同时也会对创新型企业 and 高新技术人才产生“挤出效应”,高房价会削弱城市的人才虹吸能力,进而影响企业的创新产出,大量的资源集中在房地产市场,同时带动相关上游产业如冶炼、钢铁、水泥等高耗能高污染的行业的发展,资源配置扭曲,环境污染加剧。同时高房价造成居住成本上升,陈斌开和杨汝岱(2013)的研究认为高房价使得越来越多人“为买房而储蓄”,且住房价格越高,居民储蓄率越高,因此高房价会导致消费动力不足不利于国民经济的健康长远发展,此时房价上涨带来的经济增长正面效应小于资源环境污染的负面效应,因此降低了生态效率。故房价与生态效率呈现着倒“u”型的非线性关系。且通过计算倒“u”的拐点值大约为8580元/m²,目前我国的房价均值水平已非常接近拐点值,因此应提防房价的进一步上涨对生态效率的不利影响。倒“u”型的非线性关系说明应调控房价稳定在一定阈值,才能使生态效率达到最大值。

控制变量中,以外商直接投资的为代表的对外开放程度与生态效率负相关,说明对外开放程度越高,外资利用程度越高,会降低生态效率,而富裕程度、政府财政投入以及创新水平与生态效率正相关,说明提高人均国内生产总值、政府预算内财政支出以及专利申请数量能够提升生态效率,而在研究期内人口密度与生态效率并未显示出显著的相关性。

2. 调节效应分析

为了进一步分析产业结构与城镇化水平对生态效率的调节效应,在模型中分别加入产业结构 **zb** (第三产业产值占 GDP 比重)、城镇化 **cz** (城镇人口占常住人口比重) 以及房价与产业结构、城镇化水平的交互项进行分析,并对交互变量进行标准化处理,扩展后的模型如公式(4-7)所示。

$$ee_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln hp_{it} + \beta_2 \ln hp_{it} * zb + \beta_3 zb + \beta_4 z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$ee_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln hp_{it} + \beta_2 (\ln hp_{it})^2 * zb + \beta_3 zb + \beta_4 z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$ee_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln hp_{it} + \beta_2 \ln hp_{it} * cz + \beta_3 cz + \beta_4 z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$$ee_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln hp_{it} + \beta_2 (\ln hp_{it})^2 * cz + \beta_3 cz + \beta_4 z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

其中,下标 $i = 1, 2, \dots, N$; $t = 1, 2, \dots, T$, 分别代表省市和年份。 ee 表示被解释变量生态效率, $\ln hp$ 表示解释变量房价的对数, zb 表示产业结构, cz 表示城镇化水平, z_{it} 表示控制变量, ε_{it} 表示随机扰动项。

表 4 调节效应分析

	(1)	(2)	(3)	(4)
zb	-0.3342*** (0.0667)	-0.3242*** (0.0801)	-0.2793*** (0.0661)	-0.1669* (0.0885)
cz	-0.1146** (0.0493)	-0.0016 (0.0800)	-0.1084** (0.0551)	-0.0342 (0.0829)
fdi	-1.7520*** (0.2073)	-1.6998*** (0.2298)	-1.8020*** (0.2121)	-1.8857*** (0.2499)
pd	-0.7600*** (0.1455)	-0.6208*** (0.1786)	-0.7793*** (0.1444)	-0.8603*** (0.1684)
lnpgdp	0.0272** (0.0110)	0.0130 (0.0159)	0.0262** (0.0112)	0.0107 (0.0173)
lngovs	0.0680*** (0.0074)	0.0482*** (0.0151)	0.0678*** (0.0073)	0.0507*** (0.0141)
cxx	0.0043 (0.0053)	0.0179** (0.0090)	0.0043 (0.0058)	0.0113 (0.0087)

lnhp	0.0893*** (0.0178)	6.3044** (3.1630)	0.0916*** (0.0183)	4.8992* (2.6023)
lnhp2		-0.3778** (0.1916)		-0.2918* (0.1572)
lnhp_zb	0.0240*** (0.0048)			
lnhp2_zb		0.1102** (0.0446)		
lnhp_cz			0.0208*** (0.0051)	
lnhp2_cz				0.0904** (0.0393)
cons	-1.4431*** (0.0964)	-26.6226** (12.7766)	-1.4676*** (0.0896)	-20.9118** (10.4812)
N	2816	2816	2816	2816
P	0.95	0.22	0.93	0.14
F	2658	20	2641	23

注：P 为过度识别检验报告 sargan P 值，F 为弱工具变量检验报告 F 值，括号中的数值为稳健标准误，“*”、“**”、“***”分别代表在 10%、5%、1%显著水平上显著

表 4 反映了房价与产业结构和城镇化水平交互效应的实证结果，结果显示房价对生态效率的影响会受到产业结构和城镇化水平的影响。模型 1 和 2 通过分层回归检验了产业结构在房价生态效率的影响中所起的调节作用。模型 1 的回归结果表明房价与产业结构交互项对生态效率的回归系数显著为正 ($\beta = 0.0240$, $p < 0.01$)，这说明随着产业结构升级优化，增强了房价对生态效率的正向影响。同时，模型 2 在原模型中加入了房价平方项与产业结构的交互项。模型 2 回归结果说明房价平方项同产业结构交互项对生态效率的回归系数同样显著为正 ($\beta = 0.1102$, $p < 0.05$)。因此，产业结构的优化升级导致房价与生态效率之间的正负向影响都增加，增强了房价与生态效率之间的倒“u”型关系。

模型 3 和 4 通过分层回归检验了城镇化水平的调节作用。模型 3 的回归结果表明房价与城镇化水平交互项对生态效率的回归系数为显著为正 ($\beta = 0.0208$, $p < 0.01$)，这说明城镇化水平的提高，增强了房价对生态效率的正向影响。同时，模型 4 在原模型中加入了房价平方项与城镇化水平的交互项，模型 4 回归结果说明房价平方项同城镇化水平的交互项对生态效率的回归系数同样显著为正 ($\beta = 0.0904$, $p < 0.05$)。因此，城镇化水平的提高导致房价与生态效率之间的正负向影响都增加，增强了房价与生态效率之间的倒“u”型关系。

3. 异质性分析

按照第一财经对中国城市的分类，把中国城市等级分为一线（一线与新一线）、二线、三线、四线、五线。同样用两阶段最小二乘进行实证回归分析，并考察房价与生态效率之间的线性或非线性的关系，实证结果如表 5 和表 6 所示。模型 1 和模型 2 分别研究了一线城市房价与生态效率的线性以及非线性关系，实证结果显示经济发达的一线城市房价与生态效率的影响关系并不显著。

模型 3 表明房价的上升与生态效率不存在线性关系，模型 4 加入二次项后二次项系数为负，说明随着房价的上升，生态效率会随之提高，当房价上涨超过拐点值时，生态效率会下降，呈现倒“u”型的关系，即房价的过度上升会导致生态效率的降低。经济较为发达的二线城市房地产经济发展比经济欠发达城市早，早期能够吸引大量的资本、劳动力进入该行业，并在房价上升的初期拉动房地产市场的发展，刺激居民投资消费，并带动相关产业的发展，

从而对国民经济的增长具有明显的促进的作用，但房价过高使房地产过热造成资源配置扭曲，且房屋基建所需的钢筋、水泥厂加大生产，由此产生污染和能源的消耗加大。换句话说，这时候房价过高所带来的经济增长值不能弥补资源能源的消耗值，因此会造成生态效率的下降。通过计算二线城市房价均值 8656 元/m²，数值小于二次项非线性关系中倒“u”型曲线的拐点值，这表明二线城市房价与生态效率的关系正处于倒“u”型的上升阶段，但从平均值来看，接近模型的拐点值 8854 元/m²。因此，对于二线城市来说，适当保持房价稳步增长的同时，也要做好房价的稳调控，以防房地产行业不健康发展对经济增长的消极作用。

表 5 房价对生态效率的影响（分城市等级）

	(1) 一线	(2) 一线	(3) 二线	(4) 二线	(5) 三线
lnhp	-0.1597 (0.1010)	-35.9492 (40.5334)	-0.0113 (0.0358)	9.8105* (5.2592)	0.1127*** (0.0291)
lnhp2		1.9491 (2.2151)		-0.5540* (0.2964)	
fdi	-3.3686*** (1.1433)	-1.7977 (3.3169)	-2.1025*** (0.6893)	-2.0401*** (0.7616)	-1.9998*** (0.3234)
pd	-1.5774** (0.7146)	-1.8386 (1.5588)	0.7053 (0.4788)	2.0489** (1.0039)	0.1069 (0.3063)
lnpgdp	0.2826*** (0.0717)	0.8250 (0.5407)	0.1204*** (0.0348)	0.0043 (0.0862)	-0.0284** (0.0144)
lngovs	0.1728*** (0.0373)	0.3156** (0.1548)	0.1225*** (0.0146)	0.0842*** (0.0267)	0.0735*** (0.0134)
cxx	-0.0487 (0.0785)	0.1440 (0.2780)	0.0302*** (0.0054)	0.0160 (0.0123)	-0.0202*** (0.0036)
cons	-3.6841*** (0.6473)	151.4522 (176.5520)	-2.7765*** (0.2882)	-44.4217** (22.2015)	-1.3135*** (0.1593)
N	209	209	319	319	726

注：括号中的数值为稳健标准误，“*”、“**”、“***”分别代表在 10%、5%、1%显著水平上显著

模型 5-模型 8 分别研究了三线、四线、五线城市房价与生态效率的线性以及非线性关系，结果显示三线与五线城市房价与生态效率线性关系显著，并未显示出明显的非线性的关系，且四线城市房价与生态效率之间无明显相关性。三线与五线城市房价与生态效率呈正向关系，这说明相较于经济较为发达的一二线城市，经济较为落后的五线城市产业基础薄弱，对房地产经济依赖性强，房地产行业对经济的贡献程度更为敏感。当房价过低房地产行业缺乏热度时，经济增长缺少动力，经济增长的正向效应低于资源环境的负向效应。因此，对于经济欠发达的三线、五线城市来说，适当保持房价稳步增长、发挥房地产行业对经济增长的积极作用有助于提升生态效率。

表 6 房价对生态效率的影响（分城市等级）

	(1) 三线	(2) 四线	(3) 四线	(4) 五线	(5) 五线
lnhp	-0.2397 (12.4952)	0.0007 (0.0270)	2.9011 (3.0331)	0.2137*** (0.0518)	5.9453 (3.6865)
lnhp2	0.0214 (0.7552)		-0.1783 (0.1875)		-0.3626 (0.2310)

fdi	-1.9521 (1.7851)	-0.4111 (0.4077)	-0.5963 (0.4400)	-1.4881*** (0.5092)	-1.6397** (0.7277)
pd	0.0878 (0.6901)	-0.6789*** (0.2285)	-0.8539*** (0.3176)	-0.8039** (0.3284)	-0.5057 (0.4041)
lnpgdp	-0.0279 (0.0323)	0.0847*** (0.0195)	0.0750*** (0.0192)	-0.0771*** (0.0251)	-0.0664** (0.0260)
lngovs	0.0758 (0.0925)	0.0908*** (0.0119)	0.0751*** (0.0167)	0.0193 (0.0199)	0.0111 (0.0258)
cxx	-0.0198 (0.0134)	0.0312*** (0.0056)	0.0303*** (0.0057)	0.0646*** (0.0119)	0.0764*** (0.0148)
cons	0.0959 (49.8898)	-1.8962*** (0.1702)	-13.3335 (12.0177)	-0.9830*** (0.2165)	-23.6098 (14.4369)
N	726	869	869	693	693

注：括号中的数值为稳健标准误，“*”、“**”、“***”分别代表在 10%、5%、1%显著水平上显著

根据国务院划分城市规模的标准，为了方便研究，将样本分为中小城市（常住人口 100 万以下），大城市（常住人口 500 万以上 1000 万以下），特大城市（常住人口在 1000 万以上）三类，具体回归结果由表 7 所示。模型 1 表明中小城市与房价与生态效率呈现出显著的倒“u”型关系，计算中小城市房价平均值发现其处于拐点的左侧，距离拐点峰值较远，模型 2 表明在研究期内大城市房价与生态效率的无明显非线性关系，模型 3 的结果表明特大城市房价与生态效率的之间呈现出显著倒“u”型的关系，计算特大城市房价平均值发现其处于拐点的左侧，但较中小城市而言更为接近拐点峰值。

表 7 房价对生态效率的影响（分城市规模）

	(1) 中小城市	(2) 大城市	(3) 超大城市
lnhp	3.1197** (1.2860)	0.8835 (1.2797)	3.7406** (1.8856)
lnhp2	-0.1725** (0.0746)	-0.0497 (0.0763)	-0.2222** (0.1124)
fdi	-1.2575 (0.8245)	-1.9257*** (0.3042)	-2.4199*** (0.4841)
pd	-1.4810*** (0.3467)	-0.7828*** (0.2360)	1.1918** (0.5373)
lnpgdp	-0.1455*** (0.0497)	0.0358*** (0.0130)	0.0548** (0.0219)
lngovs	0.0359 (0.0235)	0.0720*** (0.0096)	0.0588*** (0.0172)
cxx	0.1253*** (0.0275)	0.0191*** (0.0049)	0.0131** (0.0058)
cons	-12.8930** (5.1323)	-4.9489 (5.2633)	-16.7972** (7.7943)
N	70	1602	926

注：括号中的数值为稳健标准误，“*”、“**”、“***”分别代表在 10%、5%、1%显著水平上显著

首先对于人口众多的大都市而言，具有调配资源的优势，人才队伍的建设能力和教育与科研创新能力都优于中小城市，经济发展势头猛烈，加之房价的上涨对超大城市的“过筛”作用将促使企业和人才向房价较低的地区迁移，因此可以改善超大城市的产业结构和人力资本结构，提高整体资源利用效率，提高该地区的生态效率，大城市房价的上升使得留存聚集的企业和居民大多是精英与高素质人才，因此房价的上升将会提升城市生态效率。但这种高质量增长模式难以持续，余泳泽和张少辉（2017）研究指出本地区房价的上涨不仅会带动周边地区房价上涨并且会阻碍创新活动的“外溢”，从阻碍周边地区创新活动的发展，造成城市间发展不平衡，扩大“鸿沟”，将不利于城市经济健康发展。因此房价的过度上涨将出现房价的“蔓延性效应”，最终引致生态效率的下降，从而呈现倒“u”型的非线性关系。其次对于常住人口 500 万以下的中小城市而言，初期房价的上升能够收获房地产经济红利，但中小城市的经济基础薄弱、人才质量不高，房价攀升的同时却缺乏行业基础，此时房价上涨对其经济的高质量发展损害更强，将引致生态效率的下降。

（四）稳健性检验

为了检验房价对生态效率影响的实证结果的稳健性，本文将采用模型替换法对本文的实证结果进行稳健性检验。使用两阶段最小二乘（TSLS）进行实证分析，本文将使用模型替换法进行稳健性检验，实证结果由表 7 所示，模型 1 报告了在弱工具变量下更有效的有限信息最大似然法（LIML），模型 2 报告了在异方差情况下比两阶段最小二乘法更有效的最优 GMM 估计，模型 3 报告了迭代 GMM 的回归估计结果。模型 3、4 和 5 的回归结果都通过了过度识别和弱工具变量的检验，而从表 8 的回归结果可知，在大样本量下两阶段最小二乘（TSLS）的结果与有限信息最大似然法（LIML）、最优 GMM 和迭代 GMM 的估计结果相似，也反映了本文工具变量估计的有效性和稳健性。

表 8 稳健性检验

	(1) liml	(2) gmm	(3) igmm
lnhp	1.9074** (0.9069)	1.8783** (0.9010)	1.8783** (0.9010)
lnhp2	-0.1111** (0.0541)	-0.1094** (0.0538)	-0.1094** (0.0538)
fdi	-1.9690*** (0.2321)	-1.9611*** (0.2305)	-1.9611*** (0.2305)
pd	-0.1991 (0.2058)	-0.2032 (0.2051)	-0.2032 (0.2051)
lnpgdp	0.0333*** (0.0107)	0.0337*** (0.0106)	0.0337*** (0.0106)
lngovs	0.0683*** (0.0077)	0.0684*** (0.0077)	0.0684*** (0.0077)
cxx	0.0150*** (0.0035)	0.0150*** (0.0035)	0.0150*** (0.0035)
cons	-9.1336** (3.7305)	-9.0172** (3.7072)	-9.0172** (3.7072)
N	2816	2816	2816
P	/	0.74	0.74

注：P 为过度识别检验报告 sargan P 值，F 为弱工具变量检验报告 F 值，括号中的数值为稳健标准误，“*”、“**”、“***” 分别代表在 10%、5%、1%显著水平上显著

6 结论与政策建议

根据前文的分析，首先，房价与生态效率呈现先改善后恶化的倒“u”型关系，说明稳控房价以提升生态效率始终是目前亟待解决的问题。其次，产业结构和城镇化水平的调节作用会强化房价与生态效率之间的倒“u”型关系，即发挥产业结构和城镇化水平在房价与生态效率之间的调节作用有利于生态效率的提升。最后，对于不同城市等级与城市规模的生态效率的影响存在显著差异。因此，对于如何调控房价并利用调节作用提升生态效率，以及针对各地区实际情况差异采取分级调控措施，本文提出以下具体的建设性意见。

适度控制房价，发挥房价对生态效率的积极效应。总体来讲，房价波动的驱动因素主要有成本冲击、购房需求以及土地供给三个因素。首先，从成本角度看，需要地方逐步摆脱对土地财政收入的过度依赖；其次，从需求角度来看，要准确把握房屋的居住属性，明确“房子是用来住的而不是用来炒的”市场定位，增强住房消费品属性，降低住房资本品属性；最后，从土地供给的角度看，应加大土地供应调控力度，稳定土地价格从而稳定房价，减少土地资源的浪费，土地供应计划遵循公开透明的原则，稳定市场预期，防止地价大起大落，实现稳房价的目标。

通过调节机制，弱化高房价对生态效率的消极效应。首先，实现产业结构的优化升级。通过淘汰落后产能的中小钢厂，生产低污染高质量高利用率的钢铁，避免资源的浪费；在建筑施工的全周期内，提供健康、高效、环保的绿色建筑物；在产品运输方面，通过横向并购或纵向发展形成专业化电子化的精细化运输服务。其次，提高城镇化高质量发展。加大旧城镇改造力度，改善城镇公共环境，缩小中心大城市与周边小城镇在教育、医疗、养老等领域的差距，推动新型城镇化建设，促进城乡基础设施一体化、公共服务共享化、产业协作专业化、环境整治协作化发展，激发市场住房消费型需求，缓解房价高涨的现象，增强经济活力的同时提升环境整治能力，有利于生态效率的提升。

差异化调控房价，因地制宜处理房价对生态效率的影响。首先，对于房价上涨过快的城市，实行严格限购、税收和金融政策，控制房价进一步攀升，落实市场监管政策，完善购房资金审查制度，增加中小套型、廉租、公租房的供给，落实“租售同权”政策，缓解大城市住房紧张。其次，对于房价低迷的城市，应引导房价稳定增长，缓解库存压力，实现经济与环境效益双提升。可以采取降首付、降契税等政策措施刺激房地产销售，缓解库存压力，增强经济发展动力。但同时也需要加强金融监管，对购房者实际购房能力审核评定，严控“去库存”风险红线，引导房地产市场健康稳定发展。

参考文献

- [1] Girouard N, S Blöndal. House Prices and Economic Activity[J]. Oecd Economics Department Working Papers, 2001, volume 2000(Dec):1-1(1).
- [2] Stefan Schaltegger, Andreas Sturm. Ecological rationality[J]. Die Unternehmung, 1990(4):273-290.
- [3] TONE K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis [J]. European Journal of Operational Research, 2001, 130(3):498-509.
- [4] 陈斌开, 杨汝岱. 土地供给、住房价格与中国城镇居民储蓄[J]. 经济研究, 2013, 48(01):110-122.
- [5] 丁德新. 房地产业与城市污染控制[J]. 国土与自然资源研究. 2006(03):55-56.
- [6] 侯孟阳, 姚顺波. 中国城市生态效率测定及其时空动态演变[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(03):13-21.

- [7] 黄泽涛.商业地产开发项目中的绿色理念与实践[J].中国商论, 2015 (33): 165-168.
- [8] 李宝礼,邵帅,张学斌.中国土地供给的空间错配与环境污染转移——来自城市层面的经验证据[J].中南大学学报(社会科学版),2020,26(06):103-118.
- [9] 李辉,顾荣华,朱玉林.土地出让对长江中游城市群经济辐射的影响效应与形成机制研究[J].长江流域资源与环境,2020,29(01):35-43.
- [10] 吕江林,陈惠,李禹.区域经济发展水平、房价与经济增长——基于面板门限模型的研究[J].江西社会科学,2014(7):64-68.
- [11] 李佳佳,罗能生.城市规模对生态效率的影响及区域差异分析[J].中国人口·资源与环境, 2016, 26 (02):129-136.
- [12] 罗能生,王玉泽.财政分权、环境规制与区域生态效率——基于动态空间杜宾模型的实证研究[J].中国人口·资源与环境,2017,27(04):110-118.
- [13] 罗双成,刘建江.房价波动、经济增长与地区差距[J].经济问题探索, 2018, No.432(07):72-81.
- [14] 吴晓瑜,王敏,李力行.中国的高房价是否阻碍了创业?[J].经济研究,2014,49 (09):121-134.
- [15] 林永民,史孟君,陈琳.房价持续上涨对产业结构升级的影响研究——基于资源错配视角[J].价值工程,2019,38(09):33-36
- [16] 王弟海,管文杰,赵占波.土地和住房供给对房价变动和经济增长的影响——兼论我国房价居高不下持续上涨的原因[J].金融研究,2015, 000(001):50-67.
- [17] 钟国辉.地价与房价对城市建成区扩张的动态影响分析——基于省级面板 VAR 模型[J].国土资源科技管理,2020,37(06):40-48.
- [18] 王家庭,李艳旭,蔡思远,张邓澜.快速城市化背景下我国城市蔓延的治理模式构建[J].城市观察,2018 (01):89-99.
- [19] 文乐,彭代彦,覃一冬.土地供给、房价与中国人口半城镇化[J].中国人口·资源与环境,2017,27 (04):23-31.
- [20] 王守峰,陈阳,岑彩云.中国房地产业与其他行业的关联性——基于行业股价收益率的连通性分析[J].青岛大学学报(自然科学版),2020,33(04):101-109.
- [21] 杨柳.房价波动对居民消费水平影响的实证研究——基于面板门槛模型的再检验[J].价格月刊,2020(11):39-46.
- [22] 易杏花,刘锦钿.我国西部地区生态效率评价及其影响因素分析[J].统计与决策,2020,36(01):105-109.
- [23] 余泳泽,李启航.城市房价与全要素生产率:“挤出效应”与“筛选效应” [J].财贸经济,2019,40 (01):128-143.
- [24] 周颖刚,蒙莉娜,卢琪.高房价挤出了谁?——基于中国流动人口的微观视角[J].经济研究,2019, v.54;No.624(09):108-124.

Study on the effect of housing price on urban ecological efficiency

Luo Nengsheng, Li jing

(Economy & Trade School ,Hunan University,Changsha,4100079)

Abstract: In this paper, based on China's 256 cities in 2005-2017 panel data, using two-stage least squares econometric model to investigate the effects of a housing for urban ecological efficiency, and use the interaction item of industrial structure and urbanization level in house prices affect the regulating

effect of ecological efficiency, finally points area, city level and urban size sample investigation its heterogeneity. The results show that the overall impact of housing price on the urban ecological efficiency presents an inverted "U" shaped relationship that first improves and then deteriorates. At present, the housing price and the ecological efficiency value in China are in the rising stage near the inflection point, so the further increase of housing price will lead to the decline of the ecological efficiency. Industrial structure and urbanization level have a moderating effect on the impact of housing price on ecological efficiency, that is, with the optimization and upgrading of industrial structure and the improvement of urbanization level, the positive effect of housing price on ecological efficiency will be strengthened. The impact of housing price on eco-efficiency has significant urban differences. Finally, according to the above theory and empirical results, the paper puts forward policy suggestions on how to regulate the housing price to improve the urban ecological efficiency.

Keywords: House prices; Ecological efficiency; Instrumental variable; Adjust the effect