

济南大学绿色发展研究院

# 工作论文

2017年第3期

## 城市居民会“用脚投票”吗？——基于环境污染空间溢出效应的特征价格模型

廖显春<sup>1\*</sup> 玄令杰<sup>2</sup>

(1. 济南大学商学院与绿色发展研究院, 济南 250022; 2. 南开大学经济学院, 天津 300071)

**摘要:** 工业化、城镇化过程快速推进使得城市的环境污染问题日益突出。核心问题是当城市居民面临着污染所带来健康风险时, 会“用脚投票”吗? 利用 2003~2013 年中国 35 个大中城市的面板数据, 采用特征价格模型计量分析环境污染对房价影响的空间溢出效应, 结果表明城市居民不支持“用脚投票”理论, 首先, 工业二氧化硫排放和工业烟尘排放每增加 1%, 会分别引起房价降低 0.06% 和 0.05%, 即每平方米减少 3.17 元和 2.85 元, 环境污染对房价影响的绝对值并不大, 其次, 空间计量结果表明, 我国的房价具有显著的空间扩散效应, 本地区的空气污染对相邻地区的房价同样具有抑制作用, 城市居民无处可逃。最后, 通过机制分析, 结果表明, 居民以牺牲健康为代价, 以获取较高收入, 并未考虑优质教育与医疗服务。另一方面, 居民期望地方政府通过加强绿地建设, 加大治污力度改善环境, 减少居民健康风险。

**关键词:** “用脚投票”; 环境污染; 特征价格模型; 空间计量模型

### 一、引言

人口流动与迁移是当今中国社会变迁的重要表现, 也是中国人口学研究的热点问题。推拉理论(Push and Pull Theory)认为, 有利于改善生活条件的因素成为促使人口流动的拉力, 而流出地不利的的生活条件就是推力。我国工业化、城镇化过程快速推进使得城市的环境污染问题日益突出, 成为影响城市居民生活条件的不利因素。根据《2014 中国环境状况公报》, 2014 年, 在开展空气质量监测的 161 个地级及以上城市中, 仅有 16 个城市的空气质量年均值达标, 达标率为 9.9%; 开展地下水水质监测的 202 个地级及以上城市共有 4896 个监测点, 其中, 水质为较差级

和极差级的监测点占比高达 61.5%，且个别监测点出现了砷、铅、镉、六价铬等重金属超标的现象。近年来，环境污染对人体健康的危害正日益显现。《污染的负担在中国》这一报告指出，中国每年有大约 75 万人因为水污染和空气污染过早死亡，其中，35-40 万人因城市空气的严重污染而早亡<sup>[1]</sup>。党的十八大以来中央高度重视民生与环保，我国环境污染治理投资总额正在逐年递增，2014 年达到 9 575.5 亿元，占国内生产总值(GDP)的 1.50%；十八届五中全会通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》提出“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展新理念，确实要把提高发展质量和效益、增进人民福祉和促进人的全面发展作为发展的出发点，这正是新的五大发展新理念的新意所在。2014 年政府工作报告明确指出，“像对贫困宣战一样坚决向污染宣战”。但环境污染依然严重，2016 年底特大雾霾来袭，全国 17 省份已“沦陷”。核心问题是当城市居民面临着污染所带来健康风险时，会“用脚投票”吗？

在环境经济学界，特征价格模型(hedonic pricing model)已被广泛使用对城市环境污染进行评估。该模型将住房价格看作是一系列表征住房特征的变量的函数，其估计系数代表了每个特征对房价的边际贡献。传统的住房特征变量主要是建筑面积、户型、朝向等建筑特征以及交通可达性、服务设施便利性等区位特征。后来，不同的学者对特征价格模型进行了改进，引入师生比、犯罪率、气候、环境、医疗服务、教育服务、本地税率、绿地等邻里特征，分析宜居性因素与房价的关系<sup>[2-6]</sup>。现有学者发现了空气质量与房产价值的关系，此后，许多学者沿着这一思路，对环境质量与房价的关系进行了大量的实证研究<sup>[7]</sup>。现有文献中有国外学者研究发现，人们愿意为降低空气中二氧化硫和颗粒物的浓度而支付额外的费用<sup>[8]</sup>，空气质量和水质量的改善提高了居民对房价的支付意愿<sup>[9]</sup>，美国空气质量的改善有助于房价的提高<sup>[5]</sup>。

近年来，国内学者开始采用特征价格模型，研究宜居性因素与房价的关系。有学者基于广州市海珠区四大住宅区的微观数据探索了主要环境要素对住宅价格的影响，发现绿色空间景观使得房价提高 7.1%<sup>[10]</sup>。也有学者基于北京市 2004 年和 2005 年新建住房项目的微观数据，阐述了公共交通设施、重点高中、清洁空气和大学等公共产品对房价的重要影响，其中，PM10 增加 10 微克/立方米将导致房价下降 4.1%<sup>[11]</sup>。有学者运用 2008 年青岛市的商品住房交易数据，通过特征价格法估计了购房者对于空气质量改善的边际支付意愿，结果表明，空气污染平均每降低一个指数，购房者愿为住房额外支付 99.785 元/平方米<sup>[12]</sup>。也有学者使用 1998-2004 年中国城市家庭调查的数据，分析了医生数、二氧化硫排放、绿色空间、受教育程度等宜居因素的重要作用，发现城市居民对居住品质的支付意愿越来越强烈<sup>[13]</sup>。还有学者收集了 689 个房屋样点数据，定量分析了上海市绿地类型对住房价格的影响，结果表明城市绿地有显著的宜人性，并且城市居民已有靠近绿地居住的愿望<sup>[14]</sup>。有学者基于 1997-2006 年中国 35 个城市的面板数据，发现 PM10 水平与房价负相关，而人均绿地面积对房价有显著的正向影响<sup>[15]</sup>，并进一步使用 85 城市的面板数据，运用工具变量法进行分析，研究表明空气质量和医院床位数对房价有显著影响<sup>[16]</sup>。还有学者基于中国 35 个城市 2007-2011 年的面板数据，运用 GMM 估计方法分析了城市软实力对住房价格的影响，发现城市软实力对房价有显著的正向作用<sup>[17]</sup>。因此，城市的交通区位条件、生态环境质量、人文社会状况对城市房价有较为显著的影响，这也影响着城市居民的居住选择。国内学者还采用分步回归法对 1999-2012 年中国 35 个城市的面板数据进行分析，研究发现高等教育、绿色基础设施、医疗服务以及气候状况等宜居性因素对房价有正向影响<sup>[18]</sup>。此外，还有学者运用 IVQR 和空间计量分析了房价的空间扩散效应以及环境污染的溢出效应，发现房价上涨存在地区间涟漪效应<sup>[19]</sup>；有学者分别以雾霾和 SO<sub>2</sub> 为研究对象实证分析了我国空气污染的空间溢出效应<sup>[20-21]</sup>。

综上所述，现有研究存在下述问题：(1) 发达国家现有文献全面探讨了环境污染对房价的影响，但国内研究尚少。(2) 方法上，国内现有文献注重传统的计量实证，对空气污染的空间相关性研究还较少。(3) 研究视角上，国内现有文献强调空气污染对房价的影响，但往往忽视环境污染对人口流动与迁移的影响，即“用脚投票”理论在中国是否合适？(4) 前期研究的结论均是在发达国家制度比较完善、社会体制比较健全的默认假设下得到的，对于处在经济转型期的中国并不适用，对空气污染的人口流动效应的全景式、系统性研究还很缺乏。本研究以中国 35 个城市为研究对象，探讨一般性规律问题，丰富现有文献。

基于此，本文选取中国 35 个大中城市 2003~2013 年的面板数据，计量研究了空气污染对房价的影响，并从空间计量与机制视角探讨“用脚投票”理论在中国是否成立。本文创新之处在于：(1) 从“用脚投票”机制视角，探讨了环境污染对城市居民流动的影响，研究发

现,人们为了获得较高收入而选择居住在空气污染严重的城市。(2)在方法上,采用多变量统计回归方法来控制收入水平等多个要素,探讨35个不同类型城市的空气污染对房价的影响,并与空间计量分析有机结合。(3)利用多种计量模型获得稳健的估计结果,且多变量选择具有经济学意义。

## 二、研究设计

### 1 理论分析

虽然推拉理论是分析人口流动与迁移的理论基础,但是人口流动与迁移具有高度复杂性,包括经济、政治、社会生活方方面面。青年人口选择居留北上广深有太多理由,如经济繁荣收入高、配套设施齐全资源多,放飞梦想机会多等。与之对应是公共选择理论。早在1951年,阿罗的著作《社会选择和个人价值》对公共选择理论进行完善,大批研究在50年代后期相继涌现,如布莱克的《选举和委员会理论》及布坎南和图洛克的《同意的计算》等等。该理论认为,集体行动是一些个人为了各自的利益而共同行动,人们通过政治选票来选择能给其带来最大利益的政治家、政策法规案和法律制度。国外学者采用选举模型发现,来自低碳社

区的美国国会议员更趋向于投票赞成低碳立法,从而减少碳排放<sup>[22]</sup>。与西方发达国家选举制度不同,我国实行自上而下的官员任用制度。该理论并不适合中国国情。

自1978年改革开放以来,虽然户籍制度仍然存在,但人们可以自由迁移。青年人口逃离北上广深也有太多理由,如空气质量差、房价搞得离谱、就医就学难、工作压力大、户口落地难等。与之相应是美国经济学家蒂伯特(Tiebout)提出的“用脚投票”理论(Tiebout, 1956)<sup>[23]</sup>。它是指在一系列假设条件下,根据各地方政府提供的公共产品和税负组合,居民可以自由选择那些最能满足其偏好的地方定居。换言之,居民可以“用脚”(指迁入或迁出某地)来给当地政府投票。

“用脚投票”的理论最早应用于政府支出和税收资本化问题研究。然后逐步应用于社区均质化、学校选择、金融领域,现已在劳动力市场得到广泛应用,但在环境经济学领域应用还很有限<sup>[24-26]</sup>。有学者研究表明中国城市低密度蔓延,导致城市生态环境不断恶化<sup>[27]</sup>。这会引致城市居民“用脚投票”吗?中国的现实为检验“用脚投票”理论是否成立提供很好大国范例,并成为城市与环境问题的重要研究内容。

### 2 模型设定与变量选择

根据现有文献<sup>[7][18]</sup>,研究者将特征价格模型作为房价分析的标准模型。该模型的基本结构如下:

$$p_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中, $p_{it}$ 代表房价, $\alpha_i$ 为个体固定效应, $X_{it}$ 是住房特征向量, $\varepsilon_{it}$ 为误差项,满足正态分布假定,采用多元回归模型进行实证分析。具体结构为:

$$\ln HP_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \ln Env_{i,t} + \beta_2 \ln Inc_{i,t} + \beta_3 \ln Density_{i,t} + \beta_4 \ln Loh_{i,t} + \beta_5 \ln Edu_{i,t} + \beta_6 \ln Healthcare_{i,t} + \beta_7 Green_{i,t} + \beta_8 \ln Temp_{i,t} + \beta_9 \ln Rain_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

式中, $HP$ 表示房价, $Env$ 代表环境因素, $Inc$ 代表收入水平, $Density$ 代表人口密度, $Loh$ 代表住宅竣工面积, $Edu$ 代表教育水平, $Doctors$ 代表医疗水平, $Green$ 代表绿化水平, $Temp$ 代表气温, $Rain$ 代表降雨量, $\varepsilon$ 代表误差项。 $i$ 为城市观察单位, $t$ 为时间序列值。

被解释变量( $HP$ )为住宅商品房平均销售价格(元/平方米),有学者认为住宅价格的波动导致了房地产市场的不稳定<sup>[28]</sup>。自1998年住房市场化改革以来,近二十年间,我国的房地产市场日渐繁荣,住房价格持续走高。伴随着城市化进程的推进,各地的房地产开发热情高涨,这使得房地产业一度成为许多城市经济持续发展的强劲动力。2013年,从35个大中城市来看,全市固定资产投资中房地产投资的占比仍平均高达29%。然而,房地产市场的“过热”也带来了一系列问题。一方面,过高的房价加重了居民的购房负担。按照世界银行的标准,房价为家庭年收入的6-8倍比较合适,但是我国有很多城市房价为家庭年收入的10倍乃至20倍<sup>[28]</sup>。那么,调控房价增速,使其与居民收入相适应,就成为一项重要议题。另一方面,虽然学术界就当前房价是否存在泡沫这一问题仍未得出一致结论<sup>[29-31]</sup>,但是,其中可能包含的系统性金融风险已引起普遍担忧。住房位置的固定性决定了它只能就地开发、利用、转让和消费,因而房屋价格具有明显的区域性差异。从35个大中城市来看,一线城市住宅商品房平均销售价格由2003年的4326元/平方米提高到2013年的15963.4元/平方米,上涨了约2.69倍;二线城市住宅商品房平均销售价格

由2003年的2 239.65元/平方米提高到2013年的7 673.22元/平方米，上涨了约2.43倍；三线城市住宅商品房平均销售价格由2003年的1 680.71元/平方米提高到2013年的5 249元/平方米，上涨了约2.12倍。此外，在风向、水流等自然地理因素以及产业转移等人为因素的作用下，某一城市的环境问题必然受到其相邻城市的影响，空间因素不容忽视<sup>[20]</sup>。考虑到城市日趋严重的环境污染问题，为了降低健康风险，居民可能会“用脚投票”，由环境污染严重的城市迁往环境质量高的城市居住，而这会影响城市的住房需求，进而对城市房价产生影响。解释变量包括核心解释变量Env以及其它控制变量。环境因素Env包含工业二氧化硫排放量SO<sub>2</sub>（吨）、工业烟尘排放量Smog（吨）、环境污染治理投资额EI（亿元）等三个子变量；控制变量则选取供求基本面因素以及表征城市宜居性的变量，Inc为城镇居民人均可支配收入（元），Density表示人口密度（人/平方公里），Loh为房地产开发企业竣工住宅面积（万平方米），Edu为普通高等学校数（所），保健水平用医生数（Doctors）表示（人），Green是建成区绿化覆盖率（%），Temp为平均气温（摄氏度），Rain表示降雨量（毫米）。为了消除通货膨胀的影响，房价、环境污染治理投资额以及城镇居民人均可支配收入的数据均经过城市CPI<sup>1</sup>（2003为基期）数据换算为实际值。

各个解释变量的具体介绍如下：（1）环境因素。随着生活水平的提高，人们更加注重居住环境，在购房时也会更多地考虑环境因素的影响。环境污染包括大气污染、水污染、噪声污染等诸多方面，对于如何通过一个综合性单一指标来科学全面地反映一个国家或地区的整体污染水平，国内外的已有研究仍未给出满意的答案<sup>[32]</sup>。因此，已有文献大都采用多元化的具体污染指标来度量环境污染水平。具体来看，国内学者大都使用工业二氧化硫排、工业废水排放量、工业烟尘排放量等指标<sup>[33-36]</sup>。在本文的研究中，采用具体的环境污染指标进行分析，可以区分不同类型的环境污染物对房价的影响。基于环境污染对人体健康有负向影响，我们预期房价会随着环境污染水平的提高而下降。此外，本文采用环境污染治理投资额作为环境规制的代理变量<sup>2</sup>，分析其对房价的影响，实证分析表明环境污染治理投资对于工业SO<sub>2</sub>和工业废水具有非常显著的减排作用<sup>[33]</sup>，同样，有学者研究表明，环境污染治理投资的增加会降低环境污染水平<sup>[37]</sup>。因此，本文预期环境污染治理投资额对房价有正向影响。（2）城镇居民人均可支配收入。居民收入是反映住房需求的重要因素之一。住房作为高价商品，对于潜在购买者的收入水平有较高的要求。伴随经济的持续发展，城镇居民的收入水平不断提高，消费购买力增强，从而其对住房的需求增加，进而拉动房价的上涨，住房价格与城镇居民人均可支配收入显著正相关<sup>[30][18]</sup>。（3）人口密度。早期学者讨论了人口因素与房屋价格的关系，认为人口规模对住宅需求有显著影响<sup>[38]</sup>。近年来，我国学者也开始关注人口因素对房价的影响。随着城市化战略的实施，城市的规模不断扩大。住宅是城市居民必需的生活资料，因而，城市人口数量的迅速增加带来了巨大的潜在住房需求。一方面，大部分进入城市就业和生活的人们会选择在当地定居，这就增加了对城市住房的刚性需求；另一方面，随着经济社会的发展，原有的城镇居民对于改善住房质量的需求日益旺盛。有学者用人口密度来代表人口总量特征，研究发现其对房价有显著的正向影响，尽管弹性很小，但可以看出，城市人口的激增对房价产生了强大的推力<sup>[9]</sup>，因此，我们预期人口密度对房价有正向影响<sup>[18]</sup>。

（4）住宅竣工面积。根据经济学的供求原理，在控制其它因素不变的条件下，住宅价格会随着住宅供给的增加而下降。从住宅供给总量来看，现有文献研究表明，住宅竣工面积与住宅价格的变动负相关<sup>[28]</sup>；房产企业新建住宅面积的变化对房价有负向影响<sup>[19]</sup>。本文用住宅竣工面积代表供给层面因素来分析其对房价的影响，并预期符号为负。（5）普通高等学校数。一座城市的高等教育资源对其房价变动具有重要影响。一方面，一部分大学毕业生选择在就读城市就业和生活，作为刚性住房需求群体，这将推动城市房价不断上涨；另一方面，高等院校会直接或间接的提供大量工作岗位，从而吸引人们流入所在城市，增加当地的住房需求<sup>[39]</sup>。本文采用高等学校数来表示城市的高等教育资源情况，也有学者研究表明，与高等学校的距离是购房者所考虑的因素<sup>[11]</sup>。（6）保健水平。保健水平作为城市提供的重要公共服务之一，医疗卫生状况会对住房价格产生一定影响。有学者以医生数来代表医疗服务水平，发现居民的房价支付意愿与其正相关<sup>[13]</sup>。本文宜采用医生数来表征城市的医疗卫生状况，并预期其符号为正。（7）建成区绿化覆盖率。绿地是城市的绿色基础设施，具有重要的生态、休憩、娱乐以及社会文化等功能。它的面积、空间分布、类型均会对其周围住宅的价格产生重要影响。有学者的研究表明，城市绿地具有宜人性，居民已具有靠近绿地居住的愿望<sup>[4]</sup>。也有学者指出，绿色空间对房价具有显著的正向影响<sup>[15][18]</sup>。本文采用绿化覆盖率来代表城市的绿色空间，分析其对房价的影响。（8）气候因素。温暖湿润的气候环境适宜人类居住，故气候因素对房屋价格也会产生一定影响。有学者通过构造气温不适宜指数来分析自然宜居因素对房价的影响，研究发现人们对适宜气候的支付意愿显著增加<sup>[13]</sup>；有

学者研究表明气候因素（综合了气温、光照、降雨、相对湿度）对房价有正向影响<sup>[18]</sup>。中国国土面积居世界第三位，幅员辽阔，这使得地处不同区域城市的气候状况差异较大。2013年，35个城市样本中海口市平均气温最高，达到24.3℃，而“冰城”哈尔滨的平均气温最低，仅有4.3℃；降雨量最多的城市是深圳，有2203.6毫米，而地处西北的银川市仅148.8毫米，降雨量最少。考虑到以上因素，本文采用平均气温和降雨量来代表气候状况，分析其对城市房价的影响。

### 3 数据来源

选取中国35个大中城市2003-2013年的房价为研究对象，分析环境污染对其影响。除了西藏、香港、澳门、台湾以外，每个省份都至少有一个城市进入该数据集，并且辽宁、山东、浙江、福建以及广东均有两个城市包含在内。35个大中城市是研究者常选的样本，这也有利于实证结果的横向对比<sup>3</sup>。

上述所有变量都是根据历年《中国环境统计年鉴》、《中国区域经济统计年鉴》、《中国城市统计年鉴》、《中国统计年鉴》、国家统计局网站、国研网城市数据库、中经网城市数据库、中国气象科学数据共享服务网等相关统计整理计算而得到。在进行实证分析时，除了绿化覆盖率以外，所有数据均以对数形式进入模型。表1是各变量的描述性统计情况。

表1 变量的描述性统计

Tab1. Describing statistics of Variables

变量	变量定义（单位）	个体数	均值	标准差	最小值	最大值
Hp	住宅平均售价（元/平方米）	385	5253.171	3549.634	1277	23427
SO <sub>2</sub>	工业二氧化硫排放量（吨）	385	108062	105622.5	92	683162
Water	工业废水排放量（万吨）	385	15219.54	17081.37	476	85735
Smog	工业烟尘排放量（吨）	385	37698.06	31840.39	93	203065
EI	环境污染治理额（亿元）	385	46.25003	52.93091	1.19	426.93
Income	城镇居民人均可支配收入（元）	385	18727.45	8346.984	7094	44653
Density	人口密度（人/平方公里）	385	634.6004	395.2759	123.95	2259.21
Loh	住宅竣工面积（万平方米）	385	641.5161	564.0276	45.57	3386.35
Edu	普通该等学校数（所）	385	35.72987	19.25243	1	91
Doctors	医生数（人）	385	18359.31	12364.21	2462	85819
Green	绿化覆盖率（%）	385	38.01639	6.672567	18.06	70.3
Temp	平均气温（摄氏度）	385	14.88087	5.098118	4.3	25.4
Rain	降雨量（毫米）	385	922.6825	507.9943	74.9	2749.45
CPI	居民消费价格指数（2003=100）	385	114.6067	11.31355	99	144.04

## 三、实证结果

本部分以工业二氧化硫排放量（SO<sub>2</sub>）、工业烟尘排放量（Smog）作为空气污染水平的代理变量，并以环境污染治理投资额（EI）表征环境规制强度，采用特征价格模型对环境污染代价进行评估。本部分的实证模型包含9个解释变量，为了应对可能存在的多重共线性问题，我们使用Spearman和Pearson检验分析各变量间的相关性。在此基础上，本文运用混合最小二乘法（Pooled OLS）、固定效应法（FE）、随机效应法（RE）、广义最小二乘法（GLS）、工具变量法（IV）等多种方法进行分析。

### 1 基本回归结果

我们首先来分析工业二氧化硫排放量（SO<sub>2</sub>）对房价的影响。Spearman和Pearson检验的结

果显示，所有变量相互之间的相关系数均小于 0.8，说明存在多重共线性的可能性较小。因此，我们保留模型中的所有变量。表 2 展示了工业二氧化硫排放量对房价影响的实证分析结果，其中，第（1）列报告了混合最小二乘法（Pooled OLS）的回归结果，考虑到上述结果可能是有偏的和非一致的，第（2）列和第（3）列分别报告了固定效应法（FE）、随机效应法（RE）的实证结果。此外，考虑到实证分析中变量以及数据结构的特征，我们对变量的组间异方差和组内自相关进行检验。Wald 检验结果为  $\chi^2(35) = 411.70$ ，对应的 P 值为 0.00，因而组间同方差的原假设被拒绝。Wooldridge 检验结果为  $F(1, 34) = 130.61$ ，P 值为 0.00，故不存在一阶组内自相关的原假设被拒绝。考虑到上述检验结果，我们采用广义最小二乘法（GLS）来估计，上表第（4）列报告了该回归结果。从各个模型回归系数的显著性及其与变量预期符号的一致性来看，固定效应（FE）模型和随机效应（RE）模型的拟合程度较好，结合 Hausman 检验的结果，我们认为固定效应（FE）模型的拟合效果最好。考虑到各模型的回归结果基本一致，下文将以固定效应（FE）模型为例来展开分析。

表 2：SO<sub>2</sub> 对房价的影响回归结果

Tab2. Results of regression about the effects of SO<sub>2</sub> on house price

变量	预期符号	Pooled OLS (1)	FE (2)	RE (3)	GLS (4)	IV (5)
lnSO <sub>2</sub>	-	-0.0590*** (-5.34)	-0.0603*** (-3.36)	-0.0648*** (-4.26)	-0.0538*** (-3.56)	-0.0740** (-2.54)
lnInc	+	1.0816*** (31.58)	0.9221*** (23.18)	0.9740*** (29.22)	0.9201*** (23.92)	0.9057*** (20.59)
lnDensity	+	0.1501*** (6.26)	0.5297*** (4.18)	0.2136*** (3.90)	0.1340*** (3.85)	0.4207*** (3.03)
lnLoh	-	-0.0567*** (-2.77)	-0.0581** (-2.52)	-0.066*** (-3.06)	-0.0044 (-0.25)	-0.0326 (-1.32)
lnEdu	+	-0.1163*** (-5.22)	0.0153 (0.48)	-0.015 (-0.51)	-0.009 (-0.46)	-0.0018 (-0.06)
lnDoctors	+	0.2376*** (8.15)	0.1576*** (3.72)	0.1779*** (5.08)	0.0911*** (3.46)	0.1378*** (3.18)
Green	+	0.0041** (2.35)	0.0029** (2.16)	0.0030** (2.28)	0.0022** (2.10)	0.0025* (1.84)
lnTemp	+/-	-0.0334 (0.87)	-0.0975 (-0.83)	-0.1145 (-1.59)	-0.0260 (0.63)	-0.1582 (-1.27)
lnRain	+/-	-0.0100 (-0.41)	0.0623** (2.15)	0.0448* (1.72)	-0.0078 (-0.48)	0.0404 (1.34)
Cons		-3.9626*** (-12.84)	-4.7325*** (-5.65)	-3.0882*** (-7.74)	-1.6366*** (-4.59)	-3.3207*** (-3.22)
R-squared		0.8647	0.7424	0.8475		0.7768
F-statistics		266.32	267.10			19.52
Wald				2503.79	1082.13	
Hausman Test			Chi(9)= -17.84			

注：表中括号内为 t 值；\*、\*\*、\*\*\*依次表示 10%、5%、1%的显著水平。

基于固定效应模型的回归结果，我们发现工业二氧化硫排放量、住宅竣工面积对房价有显著的负向影响，而城镇居民人均可支配收入、人口密度、医生数、绿化覆盖率、降雨量有着显著的正向影响。上述各变量的符号与预期基本一致。工业二氧化硫排放量是本文关注的核心解释变量之一，其系数为负且高度显著，估计结果表明工业二氧化硫排放量每变动 1%，城市房价将下降 0.06%。从另一角度来说，为了使二氧化硫排放降低 1%，购房者愿意对每平方米住房多支付 3.17 元。这与我们的预期相符，也之前文献对北京的估计结果（4.1%）相一致<sup>[13]</sup>。可能的解释是，工业二氧化硫的排放加重了城市空气的污染程度，增大了居民的健康风险，例如二氧化硫排放量的增加会使得死于呼吸系统疾病和肺癌的人数增加（陈硕等，2014）<sup>[40]</sup>。为了降低健康风险，人们可能会由空气质量差的城市迁往空气清洁的城市，从而使得迁出地的住房需求下降，进而抑制其房价的上涨。但是，绝对值较小，与现有发达国家研究（0.02~0.35%）差距较大，表明环境污染对房价影响并不大，城市居民并不支持“用脚投票”理论<sup>[4]</sup>。

大多数控制变量的符号也与预期一致。人均可支配收入的增加使得居民的消费购买力增强，从而增加了其对住房的需求并拉动房价上涨，这与已有文献的结论一致，也符合新古典经济学的理论<sup>[18]</sup>。人口密度对房价的正向影响可能源于人口拥挤的竞争效应，此外，人口密度大的城市往往是经济发展水平较高的城市，其房价水平处于高位。与已有文献的结论不同，教育水平对房价的估计系数不显著<sup>[5][19]</sup>。这可能与本文选取高等学校数作为代理变量有关，一方面，一座城市拥有的高等院校数变化不大，且有些城市拥有的数量较少（如深圳市只有9所高等院校）；另一方面，高等学校在校人数在城市总人口中比重较小（如北京市2013年的比值仅为4.48%）。上述两方面使得高等教育带来的住房需求不大，故而对城市的房价不会产生显著影响。与预期一致，医生数对房价的影响系数显著为正，这可能是由于较好的医疗服务资源有利于吸引人们流入或阻止其流出该城市，并进一步推高房价；此外，医疗水平较高的城市往往经济发达，其房价水平较高。住宅竣工面积对房价有显著的负向影响，因为竣工面积的增加意味着住房供给的增加，从而抑制了房价的上涨，这与文献的结论一致<sup>[28][19][41]</sup>。平均气温对房价的影响系数不显著，而降雨量对房价有正向影响，这是因为降水充沛的城市往往气候温和适宜，有利于人们居住，因而会推高房价。绿化覆盖率对房价有显著的正向影响，这与文献的结论一致<sup>[15][18]</sup>。有研究表明，城市居民有靠近绿地居住的愿望<sup>[14]</sup>；此外，绿色植被可以净化空气，有利于营造适宜的居住环境。

表3: Smog对房价的影响回归结果

Tab3. The regression results about Smog's effects on house price

变量	预期符号	Pooled OLS (1)	FE (2)	RE (3)	GLS (4)	IV (5)
lnSmog	-	-0.0920*** (-7.68)	-0.0542*** (-3.91)	-0.0690*** (-5.54)	-0.0665*** (-5.41)	-0.0763*** (-3.22)
lnInc	+	1.0173*** (29.40)	0.9210*** (23.29)	0.9606*** (29.10)	0.8985*** (23.40)	0.9054*** (20.43)
lnDensity	+	0.1407*** (6.07)	0.4475*** (3.45)	0.1877*** (3.50)	0.1249*** (3.72)	0.3088** (2.07)
lnLoh	-	-0.0483** (-2.46)	-0.0700*** (-3.13)	-0.0745*** (-3.62)	-0.0065 (-0.38)	-0.0467** (-2.00)
lnEdu	+	-0.0773*** (-3.46)	0.0134 (0.43)	-0.0122 (-0.44)	-0.0065 (-0.32)	-0.0014 (-0.04)
lnDoctors	+	0.2490*** (8.88)	0.1866*** (4.47)	0.2015*** (5.81)	0.1149*** (4.44)	0.1737*** (4.01)
Green	+	0.0049*** (2.92)	0.0031** (2.37)	0.0034*** (2.63)	0.0028*** (2.64)	0.0031** (2.20)
lnTemp	+/-	-0.1134*** (-2.91)	-0.1155 (-0.98)	-0.1426** (-2.02)	-0.0689* (-1.66)	-0.1911 (-1.52)
lnRain	+/-	0.0051 (0.22)	0.0626** (2.17)	0.0489* (1.91)	-0.0071 (-0.45)	0.0402 (1.33)
Cons		-3.2303*** (-9.90)	-4.4969*** (-5.36)	-2.9758*** (-7.85)	-1.4369*** (-4.06)	-2.8669*** (-2.75)
R-squared		0.8742	0.7798	0.8637		0.8282
F-statistics		289.54	270.60			16.98
Wald				2592.93	1172.73	
Hausman Test			Chi(9)= 24.12 Pvalue=0.0041			

注：表中括号内为t值；\*、\*\*、\*\*\*依次表示10%、5%、1%的显著水平。

表3是工业烟尘排放量对房价的影响的实证结果，第(1)列至第(4)列分别展示了混合最小二乘法(Pooled OLS)、固定效应法(FE)、随机效应法(RE)以及广义最小二乘法(GLS)的估计结果。核心解释变量方面，所有模型中工业烟尘排放量的系数为负且高度显著，意味着工业烟尘的排放对房价有显著的负向影响，结果与预期一致。FE模型的回归结果表明工业烟尘排放量每变动1%，城市房价将反向变动0.05%，从另一角度来说，为了使烟尘排放降低1%，购房者愿意对每平方米住房多支付2.85元。由于绝对值较小，同样地，该结果也不支持居民“用脚投票”的假定。控制变量方面，城镇居民人均可支配收入、人口密度、住宅竣工面积、教育水平、

医生数、绿化覆盖率、平均气温以及降雨量的回归结果与表 2 的结果基本一致。

表 4 报告了环境污染治理投资额对房价影响的回归结果，其中，第 (1) 列至第 (4) 列分别是混合最小二乘法 (Pooled OLS)、固定效应法 (FE)、随机效应法 (RE) 以及广义最小二乘法 (GLS) 的估计结果。核心解释变量环境污染治理投资额对房价有正向影响，这与我们的预期相符。可能的解释是环境污染治理投资额的增加降低了环境污染水平<sup>[33][37]</sup>，减小了居民的公共健康风险，从而使得居民的外迁意愿下降，有助于城市房价的稳定。控制变量方面，城镇居民人均可支配收入、人口密度、住宅竣工面积、教育水平、医生数、绿化覆盖率、平均气温以及降雨量的回归结果与表 2 的结果基本一致。

表 4: EI 对房价的影响回归结果

Tab4. The results of regression analysis about the effects of EI on house price

变量	预期符号	Pooled OLS (1)	FE (2)	RE (3)	GLS (4)	IV (5)
lnEI	+	0.0209 (0.82)	0.0322 (1.47)	0.0353* (1.65)	0.0406** (2.42)	0.0837 (1.5)
lnInc	+	1.0741*** (22.34)	0.8757*** (17.46)	0.9499*** (21.55)	0.8795*** (19.62)	0.7897*** (8.52)
lnDensity	+	0.1571*** (6.32)	0.5663*** (4.43)	0.2214*** (3.86)	0.1241*** (3.63)	0.4702*** (3.37)
lnLoh	-	-0.0896*** (-4.22)	-0.0789*** (-3.45)	-0.0981*** (-4.62)	-0.0257 (-1.41)	-0.0629*** (-2.61)
lnEdu	+	-0.1280*** (-5.49)	0.0133 (0.42)	-0.0245 (-0.84)	-0.0227 (-1.23)	-0.0093 (-0.28)
lnDoctors	+	0.1893*** (5.68)	0.1662*** (3.85)	0.1577*** (4.19)	0.0653** (2.52)	0.1299*** (2.74)
Green	+	0.0051*** (2.84)	0.0027** (2.02)	0.0030** (2.25)	0.0022** (2.17)	0.0026* (1.84)
lnTemp	+/-	-0.0191 (-0.47)	-0.0826 (-0.69)	-0.0843 (-1.12)	0.0043 (0.11)	-0.1149 (-0.90)
lnRain	+/-	0.0115 (0.45)	0.0613** (2.09)	0.0473* (1.78)	-0.0077 (-0.47)	0.0307 (0.99)
Cons		-4.1744*** (-8.50)	-5.2674*** (-6.02)	-3.4139*** (-7.03)	-1.5695*** (-3.80)	-3.3759** (-2.59)
R-squared		0.8547	0.7168	0.8344		0.7401
F-statistics		245.08	259.22			20.24
Wald				2396.74	1123.77	
Hausman Test			Chi(9)=16.29 P-value=0.0610			

注：表中括号内为 t 值；\*、\*\*、\*\*\*依次表示 10%、5%、1%的显著水平。

2 内生性问题。由于住房建设可能会对环境污染产生影响，因此，解释变量可能会与误差项相关，从而导致估计结果有偏和无效，带来内生性问题。已有文献大都采用工具变量法来解决这一问题，而所选择的工具变量需与被解释变量无关且与内生的解释变量相关。考虑到上述工具变量的选择难度很大，已有研究通常选择内生变量的滞后项作为工具变量。与大多数文献的做法一致，分别选取工业二氧化硫排放量、工业废水排放量、工业烟尘排放量以及环境污染治理投资额的一阶滞后项作为工具变量，分析其对房价的影响。表 2、表 3、表 4 的第 (5) 列分别报告了工具变量法的回归结果，研究表明，各变量的符号、大小与之前 4 种模型的结果基本一致。

3 稳健性分析。上文使用 5 种计量方法分别分析了工业二氧化硫排放量、工业废水排放量、工业烟尘排放量以及环境污染治理投资额对房价的影响，其实证结果基本一致，这就保证了本文研究结果的稳健性。此外，我们分别采用工业二氧化硫排放量、工业烟尘排放量来表征环境污染水平，分析其对房价的影响，这就保证了环境污染对房价上涨有抑制作用这一结论的稳健性。



## 四、 环境污染的空间计量分析

已有文献在研究住房的特征价格时,大都假定房价只是消费者根据住房的特征主观评价的结果,其它因素固定且独立于特征价格<sup>[19]</sup>。采用传统的特征价格模型来研究房价问题,容易造成回归结果的偏误。近年来,一些学者探讨了房价的空间扩散效应,并证实了它的存在<sup>[42]</sup>。有学者也将空间因素引入计量模型,对我国房价的空间效应进行实证研究,并且空间相关性的引入提高了估计的准确性<sup>[12][19]</sup>。此外,我国学者运用空间计量方法对环境污染的溢出效应进行了研究,分别以雾霾和SO<sub>2</sub>作为空气污染的代理变量,实证分析了空气污染的溢出效应,结果表明空气污染存在显著的空间正相关性<sup>[20-21]</sup>。因此,本部分将空间计量经济学的知识运用到特征价格模型中,通过建立空间面板回归模型来对空气污染与房价的关系进行再检验,从而提升估计结果的准确度。

### 1 模型的设定

传统的特征价格模型没有考虑房价的空间效应,从而使得估计结果出现偏误。有学者在计量分析中引入空间滞后模型、空间误差修正模型等新方法<sup>[43]</sup>,从而提升了估计结果的准确性<sup>[12]</sup>。本文将特征价格模型与空间计量模型结合在一起,对空间面板数据进行分析。

#### (1) 空间滞后模型 (Spatial lag model)

空间滞后是对应变量在相邻区域的加权平均值,它可以是因变量的滞后、自变量的滞后、误差项的滞后,还可以是三者的不同组合<sup>[44]</sup>。本文假定某城市的房价与其相邻城市的房价之间存在相关性,引入因变量房价的空间滞后项,于是,模型的设定如下:

$$p_{it} = \alpha_i + \lambda Wp_{-it} + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

与(1)式相比,(3)式右边增加了 $\lambda Wp_{-it}$ 这一项用来描述房价的空间溢出效应,其中, $p_{-it}$ 为相邻城市的实际住宅销售价格, $\lambda$ 是空间自相关系数, $W$ 是 $35 \times 35$ 的空间权重矩阵( $N=35$ ),用来度量第 $i$ 个城市受其相邻城市影响的程度,其结构如式(4)所示。随机误差项 $\varepsilon_{it}$ 服从正态分布。

$$W = \begin{bmatrix} \omega_{11} & \omega_{12} & \dots & \omega_{1N} \\ \omega_{21} & \omega_{22} & \dots & \omega_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \omega_{N1} & \omega_{N2} & \dots & \omega_{NN} \end{bmatrix} \quad (4)$$

#### (2) 空间权重矩阵的设置

本文根据地理区位来确定相邻城市,也就是说,把相邻城市之间的影响设置为距离的损失函数,距离越远,相互之间的溢出效应就越小。(5)式是根据距离损失函数构造的权重矩阵,其中 $d_{ij}$ 是根据百度地图(<http://map.baidu.com>)测算的城市 $i$ 和城市 $j$ 之间的距离。此外,矩阵的对角线元素 $\omega_{ii}=0$ ,非对角线上的元素由相邻城市的权重组成,且每行元素之和(标准化后)均为1。

$$\omega_{ij} = \frac{a_{ij}}{a_i} \quad (5)$$

$$a_{ij} = \frac{1}{d_{ij}} \quad (6)$$

$$a_i = \sum_{j=1}^{35} a_{ij} \quad (7)$$

### 2 模型的估计

对于空间滞后模型(3)式来说,右边增加的滞后因变量 $Wp_{-it}$ 与误差项 $\varepsilon_{it}$ 相关,会带来内

内生性问题，直接用传统的 OLS 方法来估计不能得到渐近有效估计，因而必须采用其他方法进行估计。目前，最大似然（ML）估计、工具变量和矩（IV/GMM）估计是空间计量模型中应用较为广泛的估计方法。由于 GMM 方法不需要事先假定误差项的分布，允许模型设定中存在异方差和自相关，并且在解决内生性方面很有效，因此，与现有文献的做法一致，本文采用动态系统 GMM 方法来对模型进行估计<sup>[12]</sup>。在（3）式的基础上，我们把（6）式确定为最终待估方程：

$$\ln HP_{i,t} = \beta_0 + \gamma \ln Hp_{i,t-1} + \lambda \ln Shp_{i,t} + \beta_1 \ln Env_{i,t} + \beta_2 \ln Inc_{i,t} + \beta_3 \ln Density_{i,t} + \beta_4 \ln Loh_{i,t} + \beta_5 \ln Healthcare_{i,t} + \beta_6 \ln Green_{i,t} + \beta_7 \ln Temp_{i,t} + \beta_8 \ln Rain_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (6)$$

其中， $Hp_{i,t-1}$  表示房价的一阶滞后项， $Shp_{i,t}$  是相邻城市的房价，环境因素  $Env_{i,t}$  用工业二氧化硫排放量来表征， $\varepsilon_{i,t}$  代表误差项，其它变量的选取和含义与（2）式中的一致。 $i$  表示为第  $i$  个城市观察单位， $t$  表示为第  $t$  个时间序列观察值。

### 3 空间计量结果及分析

#### （1）基本回归结果

表 5 展示了环境污染与房价关系的动态系统 GMM 回归结果，从 Hansen 检验的估计结果来看，GMM 方法选择的工具变量有效且通过了过度识别检验。

第（1）列是以  $SO_2$  来表征环境污染水平。具体来看，空间自相关系数  $\lambda$  为正且在 10% 的水平上显著，说明我国的房价呈现出空间溢出效应，由回归结果可以看到，相邻城市的房价每增加 1%，就会引起该城市的房价上涨 0.05%，这与文献（李永友，2014）的结果一致<sup>[12]</sup>。本地区的  $SO_2$  排放水平对相邻地区的房价具有一定的抑制作用，其作用为 -0.0004（ $-0.0079 \times 0.0486$ ），原因在于空气污染本身就存在空间扩散效应，有学者分别以雾霾和  $SO_2$  作为空气污染的代理变量，实证分析了空气污染的溢出效应，结果表明空气污染存在显著的空间正相关性<sup>[20-21]</sup>。由于地理位置上的临近，某一城市空气污染的加重会使得其相邻城市的空气质量下降，居民有可能“用脚投票”，从而导致相邻城市的房价下降。考虑到大多数城市都有 2 个以上的相邻城市，我们认为普通面板模型的估计结果因忽略了空间效应而低估了空气污染对房价的影响。此外，表 5 列（1）的结果还显示，房价变化具有显著的惯性作用，因为已有文献将房价的一阶滞后项作为消费者对房价的适应性预期，分析其对房价变动的的影响，结果表明预期因素是推动房价上涨的重要力量<sup>[45-46]</sup>。

在控制变量方面，除了降雨量以外，城镇居民人均可支配收入、人口密度、住宅竣工面积、医生数、绿化覆盖率、平均气温等的估计结果与普通面板模型的结果基本一致。

表 5 环境污染代价的动态系统-GMM 估计结果

Tab5. The estimated results of GMM for dynamics systems of Environment pollution

变量	预期符号	SYSGMM (1)	SYSGMM (2)
$\ln SO_2$	-	-0.0079* (-1.81)	
$\ln Smog$	-		-0.0457*** (-6.30)
$\ln Shp$	+	0.0486* (1.78)	0.0557** (2.11)
$l.ln Hp$	+	0.7786*** (29.35)	0.7603*** (23.11)
$\ln Inc$	+	0.1178*** (2.81)	0.1376*** (3.17)
$\ln Density$	+	0.0397*** (3.62)	0.0361*** (3.11)
$\ln Loh$	-	-0.0055 (-0.79)	0.0167*** (2.89)
$\ln Doctors$	+	0.0198*** (3.07)	0.0477*** (4.20)

Green	+	0.0016*** (3.17)	0.0006 (1.01)
lnTemp	+/-	0.0128 (1.18)	-0.0288*** (-2.82)
lnRain	+/-	-0.0013 (-0.18)	0.0051 (0.63)
AR(1)		-4.74***	-4.76***
AR(2)		-2.55**	-2.56**
F-statistics		8.17e+06	2.02e+06
Sargan-test		124.85 [0.000]	105.15 [0.000]
Hansen-test		45.05 [0.201]	37.17 [0.683]

注：表中圆括号内为系数的标准差，方括号中显示的是各统计量的 P 值，SYS-GMM 表示系统广义矩估计，\*、\*\*、\*\*\*依次表示 10%、5%、1%的显著水平。

## (2) 稳健性分析

第(2)列是以 Smog 作为环境污染的代理变量。从估计结果来看，空间自相关系数  $\lambda$  为正且通过了显著性检验，相邻城市的房价每变动 1%，就会引起该城市的房价同向变动 0.0557%，这说明我国的房价呈现出正的空间相关性；本地区的 Smog 排放水平对相邻地区的房价具有一定的抑制作用，其作用为-0.05%，这与第(1)列的结果一致。此外，除了住宅竣工面积以外，其余变量的估计结果也与第(1)列基本一致。因此，这就保证本部分实证结果的稳健性。

## 五、“用脚投票”机制分析

对于上文揭示的环境污染对城市房价的显著负效应，各地方政府以及城市居民将如何应对呢？地方政府层面，可以通过制定环境规制政策，加大环境污染的治理力度来降低环境污染水平，从而减小居民的公共健康风险；也可以调整财政支出结构，加大在医疗卫生、绿色基础设施建设等公共服务方面的投资力度，为城市居民提供高水平的医疗服务和绿色舒适的生活环境。对有些城市居民来说，他们会考虑到健康风险，从空气污染较重的城市搬出，进入更清洁的城市，从而抑制住房价格上涨，即“用脚投票”机制。许多城市像上海和南京，空气污染严重，同时房价高企，居民会忍受高污染所带来的健康风险而选择居住在高污染但收入较高的城市，因为中国仍然有超过 7000 万的贫困人口。例如，有学者认为，人均收入是一个关键因素<sup>[47]</sup>。可能解释就是环境污染严重的城市往往经济发展水平较高，为居民提供了大量的就业机会，并且其拥有优质的教育资源和完善的医疗服务体系，这有利于人们收入的增加；另一方面，尽管人们不能通过投票选择城市的市长，但市长会倾听民意，权衡利益相关方，加大在绿色空间建设和污染治理投资力度，改善健康状况。居民相信地方政府治理污染的决心，对该城市未来污染水平的降低以及公共服务水平的提高持有乐观态度。因此，需要挖掘空气污染对人均收入、医生数量、绿地覆盖率和污染治理投资的影响机制。计量结果见表 6，Hausman 检验表明 FE 模型比 RE 模型效果更佳。

表 6 第一列结果显示，随着二氧化硫排放量增加一倍，人们的收入会增加 5%。这一发现证实了我们的假设：人们会损害健康风险，居住空气污染更重的城市，期望获得更多的收入。这一结果与大多数国家的发展里程是一致的，先污染，后治理，即环境库兹涅茨曲线(EKC)假设成立。表 6 第二列的结果显示 SO<sub>2</sub> 排放和医生数的关系并不显著，可能的解释就是医疗保障部门对二氧化硫排放引起的健康风险还不够重视或存在时间滞后。正如预期的那样，表 6 第三列与第四列的结果显示，二氧化硫的排放量与绿地面积、环境污染治理投资之间呈正相关。正如前面所讨论的，绿色空间的增加与环境污染治理投资力度加强均有利于健康的改善。最后，表 6 第五列的结果表明，二氧化硫排放量和房屋建筑面积之间的正向关系，意味着，空气污染越重的城市，房屋建造面积越大，从而降低住房价格。

表 6 确定二氧化硫排放影响住宅价格的机制

Tab 6. The Mechanism about effects of SO<sub>2</sub> discharging on house prices

变量	<i>Inc</i>	<i>Doctors</i>	<i>Green</i>	<i>EI</i>	<i>Loh</i>
	FE (1)	FE (2)	FE (3)	FE (4)	FE (5)
<i>Density</i>	2.479 (0.199)***	1.842 (0.160)***	0.629 (0.119)***	5.080 (0.422)***	1.549 (0.289)***
<i>Temp</i>	-0.972 (0.223)***	-0.404 (0.179)***	-0.125 (0.133)	-1.843 (0.473)***	-1.069 (0.323)***
<i>Rain</i>	0.015 (0.056)	0.025 (0.045)	0.039 (0.033)	0.040 (0.118)	-0.177 (0.081)**
<i>SO<sub>2</sub></i>	0.054 (0.024)***	-0.032 (0.027)	0.037 (0.020)*	0.122 (0.072)*	0.214 (0.049)***
<i>Constant</i>	-4.077 (1.606)**	-0.675 (1.289)***	-0.663 (0.959)	-2.543 (0.340)***	-1.973 (2.327)
<i>Obs.</i>	385	385	385	385	385
<i>F-value</i>	45.60***	38.30**	8.05***	41.95***	14.40***
<i>Hausman test</i>	$\chi^2=143.70$ ***	$\chi^2=$ -316.69	$\chi^2=22.84$ ***	$\chi^2=124.31$ ***	$\chi^2=18.31$ ***

注：表中括号内为标准差值；\*、\*\*、\*\*\*依次表示10%、5%、1%的显著水平。

## 六、结论与建议

### 1 结论

以蒂伯特 (Tiebout) “用脚投票”理论为基础,选取中国 35 个大中城市 2003-2013 年的面板数据,运用空间计量经济学的相关知识,采用特征价格模型,实证分析环境污染对城市房价变动的影响。本文首先选取工业二氧化硫排放量、工业烟尘排放量作为环境污染的代理变量,并加入环境污染治理投资额这一表征环境规制强度的变量,运用混合最小二乘法、固定效应法、随机效应法、广义最小二乘法、工具变量法等传统计量分析方法实证分析环境污染对城市房价的影响,并对空气污染进行评价;然后,将特征价格模型与空间计量模型相结合,从空间溢出效应视角进行评估;最后,探讨了环境污染的中介效应与机制。研究结论结果表明城市居民不支持“用脚投票”理论,具体如下:

(1) 虽然环境污染对房价有显著的负效应,但影响并不大,工业二氧化硫排放和工业烟尘排放每增加 1%,会分别引起房价降低 0.06%和 0.05%,即每平方米减少 3.17 元和 2.85 元。环境污染治理投资额每变动 1%,房价同向变动 0.03%。此外,城镇居民人均可支配收入、人口密度、医生数、绿化覆盖率、降雨量等对房价有着显著的正向影响,而住宅竣工面积对房价有显著的负向影响,这与已有文献的结论相一致。

(2) 某一城市的空气污染对其相邻城市的房价同样具有抑制作用。考虑到大多数城市都有 2 个以上的相邻城市,我们认为普通面板模型的估计结果因忽略了空间效应而低估了空气污染对房价的影响。我国房价存在显著的空间扩散效应,并且房价变化具有显著的惯性作用,城市居民无处可逃。

(3) 大多数城市居民为了获取更高收入,以牺牲健康风险为代价,选择居留高污染但经济发达的城市。另一方面,城市居民也希望地方政府通过加强绿地建设,加大治污力度改善环境,减少居民健康风险。

### 2 政策建议

(1) 目前我国城市的环境污染极端严重,不利于城市经济的可持续发展以及居民生活质量的提高。地方政府可以通过制定有效的环境规制政策,加大环境污染治理的投资力度来降低污染水平,从而减小居民的公共健康风险;同时,维持房价的稳定以促进房地产市场的健康发展。

(2) 考虑到空气污染的空间溢出效应,各地方政府应当树立共同体意识,在环境污染治理以及公共服务的提供方面加强区域联防联控,以促进区域间协调发展。

(3) 各地方政府可以调整财政支出结构,通过加大在医疗卫生、绿地建设、环境治理等公共服务方面的投资力度,为城市居民提供高水平的医疗服务和绿色舒适的生活环境,从而促进我国城市的绿色化与可持续发展。

注释:

1. 我们从国研网城市数据库获取各个城市 12 月份的 CPI 同比数据, 并以 2003 年为基期将其换算为定基数据。
2. 因城市层面的数据缺失较为严重, 本文利用省级数据进行换算得到每个城市的环境污染治理投资额数据。城市环境污染防治投资额=对应省份环境污染防治投资额\*城市 GDP/对应省份 GDP。
3. 35 个大中城市包括: 北京、天津、石家庄、太原、呼和浩特、沈阳、大连、长春、哈尔滨、上海、南京、杭州、宁波、合肥、福州、厦门、南昌、济南、青岛、武汉、长沙、郑州、广东、深圳、海口、贵阳、南宁、重庆、成都、西安、昆明、兰州、银川、西宁、乌鲁木齐。

#### 参考文献 (References):

- [1]The World Bank.(2007),State Environmental Protection Administration.*Cost of pollution in China:economic estimates of physical damages.*
- [2]Blomquist G C., Berger M C., Hoehn J P.(1988),New estimates of quality of life in urban areas. *The American Economic Review.* 78(1):89-107.
- [3]Gyourko J., Tracy J.(1991),The structure of local public finance and the quality of life. *Journal of Political Economy.*774-806.
- [4]Chay K Y., Greenstone M.(2005),Does Air Quality Matter? Evidence from the Housing Market. *Journal of Political Economy.* 113(2):376-424.
- [5]Czembrowski P., Kronenberg J.(2016),Hedonic pricing and different urban green space types and sizes: Insights into the discussion on valuing ecosystem services.*Landscape and Urban Planning.*146:11-19.
- [6]Fan Q., Hansz J A., Yang X M.(2016),The Pricing Effects of Open Space Amenities. *Journal of Estate Financial Economics.*52:244-271.
- [7]Ridker R G., Henning J A.(1967),The Determinants of Residential Property Values with Special Reference to Air Pollution.*Review of Economic and Statistics.*49:246-257.
- [8]Chattopadhyay S.(1997),Estimating the demand for air quality:New evidence based on the Chicago housing Market.*Land Economics.* 75(1):1-22.
- [9]Boyle M., Kiel K. (2001),A Survey of House Price Hedonic Studies of the Impact of Environmental Externalities. *Journal of Real Estate Literature.*9:117-144.
- [10]Jim CY., Chen WY.(2006),Impacts of urban environmental elements on residential housing prices in Guangzhou(China) *Landscape and Urban Planning.*78:422-434.
- [11]Zheng S Q.,Kahn M E(2008). Land and residential property markets in a booming economy: New evidence from Beijing.*Journal of Urban Economics.*63:743-757.
- [12]陈永伟,陈立中 (2012):《为清洁空气定价: 来自中国青岛的经验证据》,《世界经济》,第 4 期, 140-146。
- [13]Zheng S Q.,Fu Y.,LIU H.(2009),Demand for urban quality of living in China: Evolution in compensating land-rent and wage-rate differentials.*Journal of Real Estate Finance and Economics.*38:194-213.
- [14]尹海伟,徐建刚,孔繁华 (2009):《上海城市绿地宜人性对房价的影响》,《生态学报》,第 8 期, 4492-4500。
- [15]Zheng S Q., Kahn M E., Liu H.(2010),Towards a system of open cities in China: Home prices, FDI flows and air quality in 35 major cities.*Regional Science and Urban Economics.*40:1-10.
- [16]Zheng S Q., Cao J., Kahn M E.(2011), China' s rising demand for "green cities" :evidence from cross-city real estate price hedonics. NBER working paper.16992.
- [17]张红,李洋,张志峰 (2014):《中国城市软实力对住房价格的影响——基于主成分分析法和面板数据模型》,《南京审计学院学报》,第 3 期, 24-29。
- [18]Huang DJ., Leung CK., Qu BZ.(2015),Do bank loans and local amenities explain Chinese urban house prices?.*China Economic Review.*34:19-38.
- [19]李永友 (2014):《房价上涨的需求驱动和涟漪效应——兼论我国房价问题的应对策略》,《经济学(季刊)》,第 2 期, 443-464。

- [20]马丽梅,张晓(2014):《中国雾霾污染的空间效应及经济、能源结构影响》,《中国工业经济》,第4期,19-31。
- [21]刘华军,刘传明,杨骞(2015):《环境污染的空间溢出及其来源——基于网络分析视角的实证研究》,《经济学家》,第10期,28-35。
- [22]Cragg,M.I., Zhou Y., Gurney K.(2013),Carbon geography: the political economy of congressional support for legislation intended to mitigate greenhouse gas. *Economic Inquiry*.51(2): 1640-50.
- [23]Tiebout C A.(1956),Pure Theory of Local Expenditures.*Political. Economy*. 64:416-424.
- [24]Boyd R., Richerson P.J.(2009),Voting with your feet: Payoff biased migration and the evolution of group beneficial behavior. *Theoretical Biology*. 257(2):331-339.
- [25]Helwege J.,Intintoli V.J, Zhang A.(2012),Voting with their feet or activism? Institutional investors' impact on CEO turnover. *Corporate Finance*.18(1):22-37.
- [26]李姝琦、赵仲匡、海闻(2014):《贸易企业“用脚投票”?——基于区域金融发展水平不均衡的视角》,《管理世界》,第7期,32-38
- [27]李强、高楠(2016):《城市蔓延的生态环境效应研究——基于34个大中城市面板数据的分析》,《中国人口科学》,第6期,58-67。
- [28]梁云芳,高铁梅(2006):《我国商品住宅销售价格波动成因的实证分析》,《管理世界》,第8期,76-82。
- [29]吕江林(2010):《我国城市住房市场泡沫水平的度量》,《经济研究》,第6期,28-41。
- [30]陈晨,傅勇(2013):《中国高房价的决定:基本面与泡沫分解——基于面板数据的实证研究(1999-2009)》,《世界经济文汇》,第2期,50-66。
- [31]邹至庄,牛霖琳(2010):《中国城镇居民住房的需求与供给》,《金融研究》,第1期,1-11。
- [32]盛斌,吕越(2012):《外国直接投资对中国环境的影响——来自工业行业面板数据的实证研究》,《中国社会科学》,第5期,54-75+205-206。
- [33]黄菁(2010):《环境污染与城市经济增长:基于联立方程的实证分析》,《财贸研究》,第5期,8-16。
- [34]21.余长林,高宏建(2015):《环境管制对中国环境污染的影响-基于隐形经济的视角》,《中国工业经济》,第7期,21-35。
- [35]计志英,毛杰,赖小锋(2015):《FDI规模对我国环境污染的影响效应研究——基于30个省级面板数据模型的实证检验》,《世界经济研究》,第3期,56-64+128。
- [36]阚大学,吕连菊(2015):《对外贸易、地区腐败与环境污染——基于省级动态面板数据的实证研究》,《世界经济研究》,第1期,120-126+129。
- [37]谭志雄,张阳阳(2015):《财政分权与环境污染关系实证研究》,《中国人口资源与环境》,第4期,110-117。
- [38]Manliw N G., Weil D N.(1989)The Baby Boom,the Baby Bust,and the Housing Market.*Regional Science and Urban Economics*.19(2) :235-258.
- [39]张传勇,刘学良(2014):《高校扩招对房价上涨的影响研究》,《中国人口科学》,第6期107-118。
- [40]陈硕,陈婷(2014):《空气质量与公共健康:以火电厂二氧化硫排放为例》,《经济研究》,第2期,158-169。
- [41]王鹤,潘爱民,陈湘州(2014):《经济环境、调控政策与区域房价》,《南方经济》,第6期,56-74。
- [42]Luo Z Q., Liu C, Picken D.(2007),Housing Price Diffusion Pattern of Australia's State Capital Cities.*International Journal of Strategic Property Management*.11(4) :227-242.
- [43]Anselin L.(2001),Spatial effects in Econometric practice in environmental and resource Economics.*American Journal of Agricultural Economics*.83(3):705-710.
- [44]胡安俊,孙久文(2014):《空间计量——模型、方法与趋势》,《世界经济文汇》,第6期,111-120。
- [45]况伟大(2010):《预期、投机与中国城市房价波动》,《经济研究》,第9期,67-78。
- [46]高波,王辉龙,李伟军(2014):《预期、投机与中国城市房价泡沫》,《金融研究》,第2期,44-58。
- [47]Sasser A.C. (2010),Voting with their feet: Relative economic conditions and state migration patterns. *Reg. Sci. and Urban Econ*.40 (2-3):122-135.

---

主编：张伟

责任编辑：芦清水

---

地址：济南市南辛庄西路 336 号济南大学；邮政编码：250022；联系电话：  
0531—82767650；联系人：芦清水；电子信箱:cfy0610@163.com。

二〇一七年三月二十五日

工作论文，版权所有