

# 本科生毕业论文

题目：广东省重点排污单位对周边二手房  
价格的影响

---

**The Effect of Key Pollutant  
Discharge Firms on Local Second-  
hand Housing Prices in Guangdong  
Province**

---

专 业：环境科学（管理方向）

---

二〇二三年六月

## 版权声明

任何收存和保管本论文各种版本的单位和个人，未经本论文作者同意，不得将本论文转借他人，亦不得随意复制、抄录、拍照或以任何方式传播。否则，引起有碍作者著作权之问题，将可能承担法律责任。

## 摘要

污染企业往往会对社会同时产生正向与负向的外部性，一方面可以带动周边的经济发展，产生集聚效应，另一方面又会因为污染物排放带来的环境风险抑制周边经济的活跃程度，乃至使附近资产发生一定的贬值。本研究借鉴了 Currie et al., (2015) 的分析思路与实证框架，希望借助污染企业进入前后附近房地产价格的变化情况定量刻画居民对污染企业环境风险的感知程度，从而从城市居民的微观视角下分析正负外部性两方面影响的综合效果。本研究收集了广东省 2010-2022 年的二手房成交数据与对应年份重点排污单位的工商注册数据，借助地理信息系统对二者的分布情况与所处位置进行匹配分组，构建了二手房交易的混合截面数据与污染企业周边房价的多期面板数据，分别使用特征价格模型与双重差分模型进行研究分析。特征价格模型的回归结果显示，二手房附近的污染企业会对该二手房的价格产生显著正向的影响，并且存在企业污染类型、交易年份与城市的异质性。双重差分模型回归结果显示，污染企业事实上会使周边房价降低 3-4%，且该负面影响主要来自于水污染与土壤污染类型的企业，不同企业名称、不同的企业成立年份与二手房成交年份所具有的异质性并不显著。本研究的结论有助于更好地认识绿色转型发展背景下中国对污染企业治理的实际效果与影响，并帮助政策制定者在城市规划与建设过程中考虑污染企业与居民区的分布。

**关键词：**污染感知，二手房交易，重点排污单位，特征价格模型，双重差分模型

## ABSTRACT

Polluting enterprises often produce both positive and negative externalities for society. On the one hand, they can drive the surrounding economy to produce an agglomeration effect. On the other hand, they can inhibit the activity of the surrounding economy and even devalue the nearby assets because of the risks brought by pollutant discharge. This study draws on the analysis and empirical framework of Currie et al., (2015), hoping to quantitatively depict residents' perception of risks of polluting enterprises by means of the changes in real estate prices around polluting enterprises before and after their openings, so as to comprehensively understand the positive and negative externalities from the micro perspective of urban residents. This study collected second-hand housing transaction data from 2010 to 2022 in Guangdong Province and the official registration data of key pollutant discharge firms in the corresponding years. By means of geographic information system (GIS), the distribution and location of the two were matched and grouped, and the pooled cross-sectional data of second-hand housing transactions and the multi-period panel data of housing prices around polluting enterprises were constructed, too. The hedonics model and Difference-in-Differences model were used to do empirical study respectively. The regression results of the hedonics model show that the polluting enterprises near the second-hand house will have a significantly positive impact on the price, and there is heterogeneity between the transaction year, the city, and the pollution type. The regression results of DID model show that polluting enterprises will decrease the surrounding house price by 3-4%, and the negative impact mainly comes from enterprises related to water and soil pollution. There is no significant heterogeneity with different names of enterprises, establishment year of enterprises, and the transaction year of second-hand houses. The conclusion of this study is helpful to better understand the real effect and influence of China's governance of polluting enterprises under the background of green transformation and development, and help policymakers to better consider the distribution of polluting enterprises and residential areas in urban planning and construction.

**KEYWORDS:** Perceived Pollution, Second-hand house transaction, Key pollutant discharge Firms, Hedonics Model, Difference-in-Differences Model

# 目 录

第一章 引言 .....	5
第二章 文献综述 .....	8
2.1 特征价格模型 .....	8
2.2 房价形成及其影响因素 .....	8
2.3 企业进入及其经济影响 .....	10
第三章 数据与背景 .....	11
3.1 房地产市场 .....	11
3.1.1 我国房地产发展历史 .....	11
3.1.2 二手房交易数据 .....	12
3.2 污染企业信息 .....	13
3.2.1 污染企业管理历史 .....	13
3.2.2 重点排污单位注册数据 .....	13
3.3 数据整合与匹配 .....	15
第四章 模型设定 .....	17
4.1 理论模型 .....	17
4.2 实证模型 .....	18
4.1.1 特征价格模型 .....	18
4.2.2 双重差分模型 .....	19
第五章 实证结果 .....	20
5.1 特征价格模型 .....	20
5.1.1 基准回归 .....	20
5.1.2 异质性分析 .....	22
5.2 双重差分模型 .....	25
5.2.1 基准回归 .....	25
5.2.2 异质性分析 .....	26
5.3 对比与讨论 .....	28
第六章 总结与展望 .....	29
6.1 结论 .....	29
6.2 政策建议 .....	30

参考文献 .....	31
附录 .....	34

## 第一章 引言

改革开放以来，我国经济取得了飞跃式的发展，创造了举世瞩目的“中国奇迹”，实现了从农业国向工业国的转变。作为“世界工厂”，我国经济的核心驱动力之一便是各类工业品的生产与制造。三大产业中，工业增加值在 GDP 增长的比例在 2012 年前始终处于第一，在三产中的贡献率超过 40%（World Bank<sup>①</sup>）。工业的飞速扩张离不开大量工业企业的涌现，它们的出现不仅推动了当地经济增长与城市化进程，也显著改善了人民的生活水平。

我国经济腾飞的背后却付出了较为沉重的环境代价。中国工业的迅速扩张与过度投资和资源配置不当有关，这给环境带来了巨大压力（DRC & OECD, 2016）。大量的能源密集型企业（如基本金属、水泥等非金属矿物、化学品和石油加工业）在过去二十年迅速增长，在工业增加值总额中所占的份额大幅增加。然而，这些工业产品的生产过程中常常伴随着自然资源的消耗以及废弃物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 等废气、含有有毒金属的废水与废渣）的排放。由于缺乏足够严格和精准的污染管理手段，污染物的处理技术也未得到充分普及，大量污染物质直接进入企业工厂周边的大气、水系、土壤等环境介质，造成了较为严重的环境污染，同时也使得居民的居住环境持续恶化。

我国 GDP 增速常年保持在两位数的水平，最近十余年来则逐渐降低并稳定至 6% 左右，这标志着我国经济进入结构调整与产业转型的阶段（也被称为“新常态”）。与此同时，我国对生态环境质量的重视程度不断提高，在着力治理污染问题，鼓励并引导企业实现绿色低碳发展方面取得了重大进展。“生态文明”理念的提出，环境领域各项法律法规的修订，绿色发展纳入新发展理念，大气、水、土壤“三个十条”的出台实施（蓝天、碧水、净土保卫战），生态环境部的组建等等都是我国过去十余年在环境保护与污染治理方面做出的贡献（解振华，2019），各项环境指标的改善也标志着我国在生态环境领域取得了较为突出的成就。

在宏观经济绿色转型、统筹协调环境保护与经济发展的大背景下，我国环境污染的风险仍不容忽视。政策制定者近年来正借助政策工具努力降低各项污染物的排放量与浓度水平，为我国经济可持续高质量发展提供支撑，而如何把控环境污染的风险，认识这一风险将在何种尺度上影响经济发展，又存在怎样的分布规律等等是制定政策的关键前提与难点。目前，已有大量文献对环境污染造成的风险展开了研究（Chay and Greenstone, 2003; Currie and Schmieder, 2008; Matus et al., 2012; Dai et al., 2020），但这些研究主要集中于某一种特定的污染类型（如空气污染）对人群健康造成的损失（如过早死亡、慢性疾病等），较少从社会经济维度关注污染源的存在与分布对周边环境产生的整体风险与负外部性，也难以捕捉人们对附近环境污染的感知程度及其可能造成的不利影响。

因此，本研究希望弥补这一缺口，尝试借助房地产价格的差异量化居民对企业污染的感知水平，进而识别污染所对应的环境风险。在具体的研究思路与方法上，本文主要参考并模仿了

---

① 数据来源：世界银行世界发展指标（WDI）数据库（<https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators/preview/on>，最后访问时间：2023 年 6 月 1 日）

Currie 和 Greenstone 等人于 2015 年发表在 AER (the American Economic Review) 上的经典文章 (Currie et al., 2015)。这一研究使用了美国 1600 家有毒物质排放工厂进入与退出的详细清单数据, 利用实证模型定量识别了污染企业的运营对周边房地产价值与人群健康状态可能产生的威胁, 巧妙地利用距离排污工厂不同远近的房价衡量了居民对有毒物质排放的环境风险的感知程度。本研究则收集了中国广东省十个城市 2010-2022 年的污染企业与二手房交易数据, 同样希望借助房价变化衡量生活在污染企业周边的居民对于该企业环境污染风险的感知程度。

对风险感知的研究起源于 Bauer (1960) 将心理学延伸至市场营销领域的探索, 他提出, 在做出购买决策时, 消费者对商品性能的认知存在不确定性, 并用“感知风险”(Perceived Risk)这一概念概括这一现象。本研究借鉴了这一概念, 认为环境污染风险的衡量中也存在感知风险, 且有别于实际风险 (Measured Risk), 前者指人们通过直接感官感知的方式认识到的环境污染风险, 存在不确定性, 后者则是由技术人员使用专业设备进行标准化监测得到的实际污染值。由于知识水平和科学素养的限制, 以及环境监测数据的可得性与普及度有限, 大众在化学工业、环境科学等领域可能存在一定的认知误区。因此, 居民可能高估或者低估周围污染企业对环境造成的实际风险<sup>①</sup>。尽管更多研究聚焦于实际污染水平产生的经济影响, 但是, 人们作为微观主体参与社会经济活动中做出的各种决策与行动往往是直接根据感知风险做出的, 因此, 有必要关注并研究感知风险的衡量与识别。

本研究通过收集广东省的重点排污单位与二手房交易数据, 分别利用特征价格模型与双重差分模型进行了实证分析。特征价格模型的回归结果显示, 二手房附近的污染企业会对该二手房的价格产生显著正向的影响, 在其他因素不变的情况下, 附近有重点排污单位的二手房单位面积售价会显著高于没有重点排污单位的二手房接近 4.2%, 并且存在交易年份、企业污染类型与所在城市的异质性。双重差分模型将距离污染企业 1-2 英里的二手房作为对照组, 0-1 英里的二手房作为实验组, 回归结果显示, 污染企业事实上会使周边房价降低 3-4%, 且该负面影响主要来自于水污染与土壤污染类型的企业, 不同企业名称、不同的企业成立年份与二手房成交年份所具有的异质性并不显著。

本文的学术价值主要体现在四个方面。首先, 为了研究同世界其他国家相比有着鲜明特征的中国工业企业以及中国房地产市场, 本研究借助中国本土数据构建了能够反映中国特色的, 2010-2021 年二手房价格与污染企业的混合截面数据与多期面板数据; 其次, 本研究利用实证模型分析了中国百姓对于企业污染的感知程度, 并借助二手房成交价格将其货币化, 从而有助于为我国政策制定者提供政策建议, 也有助于和在其他国家开展的类似研究进行比较; 另外, 本研究使用的二手房微观交易数据与污染企业数据的条目繁多, 数据量大, 能够充分捕捉房屋的异质性, 使特征价格模型更为稳健, 有助于反映各类环境污染风险的综合影响; 最后, 结合地理信息系统的处理可以逆向确定房屋与企业的位置关系, 从而定量得出不同距离尺度下居民对污染感知的差异。

<sup>①</sup> 高估的例子: 人们认为发电厂排放的白烟是有毒有害气体, 但实际上仅仅是水蒸气; 低估的例子: 认为河水清澈就不含有任何污染物, 但实际上很多污染物质并不影响河水浊度。



本文后续结构安排如下：第二章对与本研究相关的三支文献进行综述与介绍；第三章介绍本研究使用的数据及其涉及的背景，以及相关的数据处理工作与描述性统计；第四章介绍本研究使用的理论与实证模型；第五章展示与讨论回归结果；第六章总结全文并提出政策建议。

## 第二章 文献综述

### 2.1 特征价格模型

作为一种集合了大量投资成本，承载着丰富功能的商品，房地产有着和其他种类商品与众不同的特殊属性，其供给与需求关系不适合使用简单的供需模型刻画，而应该使用一类特殊的模型进行分析。特征价格模型（又名享乐价格模型，Hedonics 模型）就将房地产视为由众多不同特征聚合而成的特殊商品，其价格由各种特征带给人们的效用加总决定，通过定量识别各种特征，可以挖掘影响房地产特征各种因素的“隐含价格”（Implicit Price）。

特征价格模型最早起源于 Lancaster (1966) 提出的新消费者理论（New Approach to Consumer Theory），他认为消费者并非从消费商品本身得到效用（Utility），真正的效用 $U$ 来自于商品所拥有的特征及其提供的服务 $z$ ，而并非商品的消费量 $x$ 。因此，每个商品都可以视为一个特征束，每个特征的价格隐含在商品的定价之中。Ridker 和 Henning (1967) 则将这一模型应用于房地产市场的实证研究中，他们在回归中选取了各种房产特征属性相关的变量，并尝试运用 Hedonics 模型计算了环境质量的改善（如空气污染治理）对住宅价格的影响。之后，Rosen (1974) 进一步完善了这一理论，他分析了市场上具有 $n$ 个客观测量的不同特征 $z_1 \dots z_n$ 的供给方和需求方如何通过生产与消费决策实现匹配并形成多种均衡，以达到最优。在这之后，Lucas (1975)，Bartik (1987)，Taylor (2003) 和 Steveson (2004) 等学者则分别从不同角度在 Hedonics 模型中引入新的变量与研究范式，从而使得模型的实证结果更有说服力。

### 2.2 房价形成及其影响因素

根据经典的经济学理论，房地产市场本质上也是由供求关系驱动而形成的市场，但由于房屋在市场上的建造和交易周期很长，流动性较弱，加之金融风险和存贷款利率的约束，房地产市场上的均衡价格往往并不能保证供求关系得到充分的满足。同时，外部冲击也会对房价产生较大的影响，如洪水、地震等自然灾害的侵袭，宏观经济与政策对房地产市场的约束或管制。金融危机的爆发也常常起源于投资者在房地产市场中频繁的投机操作进而引发的严重供求失衡，房价会因市场崩盘而急剧下跌。

更新的研究则将新的经济学理论与视角引入房地产市场的分析中，提出了房价更多的形成机制与影响因素，如社交互动网络（Social Networks, Bailey et al., 2016）、信息与搜索摩擦（Search Frictions, Stroebe, 2016）、长期贴现率（Long-Run Discount Rates, Giglio et al., 2015）等都会对房地产价格的形成产生关键影响。

中国的房地产市场具有一定的特殊性，十余年高速的发展与繁荣极大地推动了中国经济的腾飞，但也暗藏资产泡沫的风险。我国房价的形成机制更加复杂，从供给侧的角度，新建房屋往往来自于耕地征用或者旧城改造（含棚改）；从需求侧看，农村人口进城、外来就业人口移居、本

地居民改善或拆迁安置是具有中国特色的房地产需求来源。因此,我国的房地产市场也与我国过去几十年高速的城市化密切相关。不少学者对此展开了以中国实际情况为基础的经济研究工作。Fang et al. (2016) 针对中国房地产市场的交易特征,巧妙地借助在同一楼盘不同时期(一期、二期、三期等)的房屋交易数据构建了适用于中国的房地产价格指数,具有重要的参考价值; Glaser et al. (2017) 从中国与美国房地产市场的差异出发,通过定量分析供需关系发现我国房价确实存在泡沫与崩盘风险,并建议政府进一步限制新建筑的建设; Liu & Xiong (2018) 综述并回顾了中国房地产市场的历史发展,描述了我国的房地产热潮,并讨论了它与家庭、地方政府、企业和金融体系的联系。

在经济学领域,学者普遍认为个体在做出购房行为的过程中不仅会充分考虑房屋自身的各种特征,同时也会考虑房屋所在区域周边教育、交通、娱乐等方面的质量,这类居民与房屋所在地的非市场交互属性被定义为“房产外部性”(Rossi-Hansberg et al., 2010)。房地产市场可以通过价格工具充分反映房屋周边生活福利设施(Amenity)的价值,这为研究者提供了一个有用的度量非市场交互行为的工具。

尽管环境质量只是一种虚拟的“福利设施”,却对居民日常居住与生活能够起到十分重要的价值。因此,有大量研究聚焦于环境质量对房价的影响及其背后机制。Chay & Greenstone (2005) 研究了空气污染对房地产价格的影响,发现《清洁空气法案》的环境监管能够有效降低空气中的总悬浮颗粒物(Total Suspended Particles, TSPs), TSPs 每下降 1 个单位,周边地区的房价便会提高 0.4-0.5%。Greenstone & Gallagher (2008) 研究了美国超级基金法案<sup>①</sup>对周边房价的影响,他们发现如果一个地区实行了环境清洁计划,20 年后该地区的房屋财产价值将会增加 4200 万美元,且居住人口也会显著增加。Davis (2011) 研究了美国 20 世纪 90 年代发电厂的运行对周边房价的影响,结论显示电厂 2 英里范围内社区的房屋价值和租金会下降 3%-7%。Bauer et al. (2017) 和 Fink & Stratmann (2015) 则共同聚焦于日本 2011 年“3.11 大地震”以及对应的福岛核泄漏事故,分别研究了这一事件对德国和美国房地产价格的影响,研究显示,在德国,核电站周边的房价发生了明显下降而在美国这一趋势并不显著,证明两国人民在福岛核事故爆发前后对于核电站风险感知的变化程度存在差异。

与此同时,大量的中国学者也聚焦于影响中国房地产价格的各种环境因素。部分学者直接研究污染物对房价的影响,如 Chen & Chen (2017) 使用了包含中国 286 个地级市的 pM2.5 浓度和房价的面板数据集评估了空气颗粒物污染对房价的影响,发现 pM2.5 浓度每升高  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 房地产价格平均下降 46 元/ $\text{m}^2$ ; Qin et al. (2019) 通过使用微观交易的房价谈判数据与逐日的 pM2.5 数据相匹配,发现在交易过程中消费者存在非理性行为,重污染天气下房产被售出的价格显著高于无污染天气(约 0.65%)。也有部分学者通过具有环境外部性的工厂企业或基础设施的建造作为冲击,分析建造前后的房价变化,如 Yue et al. (2020) 以杭州杀虫剂工厂的设立作为外部冲击,研究了周

<sup>①</sup> 即 1980 年美国国会通过的并由卡特总统签署的综合环境反应、赔偿和责任法案 (Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act, CERCLA)。

边房地产价格对此做出的反应，发现工厂附近的房产贬值约 3%，且这种贬值在污染物质去除后仍然长期存在；Mei et al. (2021) 则分析了北京市新建垃圾场对周边房地产交易价格的影响，认为房价会发生显著下降，比例约 5.82%，据此认为政府在修建垃圾场时需要考虑对周边居民的不利影响。另外，还有部分学者以环境相关的规制政策为出发点评估政策本身对房价的影响，如 Lyu (2022) 研究了北京市汽车摇号政策实施前后周边房价与福利分配变化的特征和具体机制，Pan et al. (2022) 则通过对比南北供暖政策对地价的差异性影响，发现了定价错误背后可能的多重原因。

## 2.3 企业进入及其经济影响

企业进入行为是一个复杂性的综合决策，不同的市场结构与竞争强度都会影响企业的决策，而企业进入反过来又会改变市场结构和市场上的企业竞争强度。Hopenhayn (1992) 构建了一个一般均衡框架下的垄断竞争动态产业模型，从而将企业进入、退出的决策博弈内生化的，Dunne et al. (2009) 则构建了寡头市场下企业进入、退出的动态结构模型，并将其用于美国两个产业中分析模型效果。政府对于环境保护的日益重视也会很大程度上限制部分企业的进入，如李硕等人 (2022) 利用 2013-2018 年所有新建企业的注册数据进行了双重差分分析，他们的研究发现：第一轮中央环保督察显著减少了民营、高污染行业的企业进入数量，这会对我国的产业结构调整产生一定的影响。另外，企业环境影响评价的普及与落实使得企业进入的门槛进一步提升，而其中的公众参与 (Public Participation) 制度使得居民对企业进入的意愿能够发挥重要的决定性作用，O'Hare (1977) 于 20 世纪 70 年代提出的邻避效应 (Not In My Back Yard, NIMBY) 概念能够充分概括作为微观个体的人在面对类似情景下的心理状态：人们支持可以为广大地区居民带来利益的新企业进入，但同时又反对将该企业建设在离自己居住地很近的区域。北京市西二旗当地居民反对餐厨垃圾集中资源化处理站的设立就是“邻避效应”影响企业进入的一个典型案例 (何羿&赵智杰, 2013)。

企业进入一个地区往往会同时带来正外部性和负外部性，两方面的经济影响存在复杂的抵消关系。正外部性体现在新企业的进入可以带动当地经济发展与就业比例的提高，而一个企业的进入常常还会对周边已有企业 (Incumbent) 产生集聚溢出效应 (Agglomeration Spillovers)，使得全要素生产率的进一步提升 (Greenstone et al., 2010)，实现区域内经济更为集中的高速发展 (如硅谷)，群众的生活水平自然也会因此得到改善。然而，集聚效应的出现一般和自然资源的区域分布有关 (Elison and Glaser, 1999)，为了利用集中分布的自然资源，某种资源分布丰富的区域往往会有多家企业集中设立。这类“资源密集型”企业的生产过程中常常有大量污染物质排放入周边环境，这一污染风险又可能使当地群众所处的环境质量更加恶化，使周边资产贬值，甚至因有毒污染物质的暴露而带来健康风险 (Currie and Schmieder, 2008)。相比能够充分反映在经济指标中的正外部性，负外部性往往难以直接衡量，而房地产价格刚好为这类“隐含价格”提供了一个有效的度量手段，因此被广泛用于对企业进入 (或退出) 行为的经济影响的评估 (Currie et al., 2015)。

## 第三章 数据与背景

### 3.1 房地产市场

#### 3.1.1 我国房地产发展历史

我国的房地产市场正式起源于 1998 年的房改。1998 年 7 月 3 日，中央正式发布《关于进一步深化城镇住房制度改革加快住房建设的通知》，决定自当年起停止当时已实行了近四十年的住房实物分配制度，建立住房分配货币化、住房供给商品化、社会化的住房新体制。全面取消福利分房政策的举措使得我国房地产行业真正进入市场化阶段，我国房地产市场至此经历了 20 余年的快速发展，新建楼盘井喷式增加，房价持续上升，过高的房价给百姓带来较大的经济负担，百姓买不起房的同时又存在大量无人居住的“鬼城”（如鄂尔多斯、郑东新区等），催生出一系列社会矛盾，政府也在努力破解房市困局。

房地产 20 余年的发展历史主要可以分为以下三个阶段<sup>①</sup>：

**政策扶持阶段（1998-2009 年）：**在这一阶段，房地产业成为拉动国家经济发展的支柱产业，政府出台了若干与房地产交易相关的具体规范性文件予以扶持，包括招标采购挂牌出让国有土地使用权、增加普通商品住房供应、切实稳定住房价格、加强市场引导和调控等等。

**政策调控阶段（2009-2016 年）：**面对不断上涨的房价，国家出台了大量调控政策，进一步强化差异化住房信贷政策，严格控制对非首套房的信贷政策，抑制投资、投机性购房需求，在此之后，各大城市相继颁布限购限贷政策，企图控制房价过快上涨。

**政策规范阶段（2016 年至今）：**政府努力促进房地产市场平稳健康发展，明确要求既要抑制房地产泡沫，又要防止房地产行业出现大起大落，坚持“房住不炒”、“限购限售”、“三道红线”<sup>②</sup>等政策，希望引导房产回归居住的本质属性。国家和各省市层面也在努力加快建立多主体供给、多渠道保障、租购并举的住房制度，以促进房地产市场的健康持续发展。

本研究聚焦的二手房市场与房地产中介也是自房改起始应运而生并逐渐发展起来的领域。过去十余年间，随着未开发土地的日益减少，新房建成量有限，二手房交易占比不断扩大，我国房地产市场逐渐迈向存量房交易的阶段，根据贝壳研究院<sup>③</sup>2018 年发布的“中介 20 年”系列报告，我国二手房交易需求在中国核心城市已超过新房成为主导<sup>④</sup>。正因为二手房交易市场的繁荣与活跃，其成交价格也因此具有重要的参考价值。

① 阶段划分参考前瞻产业研究院 2022 年 10 月出版的报告《一文带你洞悉中国房地产业发展简史》

（网址链接：<https://bg.qianzhan.com/report/detail/2210261610417001.html#read>，最后访问时间：2023 年 6 月 1 日）

② 三道红线即剔除预收款项后资产负债率不超过 70%、净负债率不超过 100%、现金短债比大于 1。

③ 贝壳研究院官网：<https://research.ke.com/>（最后访问时间：2023 年 6 月 1 日）

④ 《中介 20 年：从野蛮生长到合作共生》（贝壳 Beike，2018-09-06）

（网址链接：[https://mp.weixin.qq.com/s/bAqIjndcm-hbn6i8ci\\_1\\_w](https://mp.weixin.qq.com/s/bAqIjndcm-hbn6i8ci_1_w)，最后访问时间：2023 年 6 月 1 日）

### 3.1.2 二手房交易数据

本研究使用了链家网<sup>①</sup>平台提供的广东省二手房真实成交数据。链家网是中国最大的房地产中介公司之一，成立于 2001 年，主要提供房地产销售、租赁和物业管理服务，目前在全国范围内拥有超过 1700 个门店，覆盖了全国超过 100 个城市。

在广东省，链家覆盖了十个主要城市（东莞、佛山、广州、惠州、江门、清远、深圳、珠海、湛江、中山），在各个城市的市场占有率均很高<sup>②</sup>，因此认为链家提供的交易信息可以充分反映二手房市场的实际规模与活跃程度。

该数据集中一共包含 2010-2022 年间共 31 万余条广东省二手房交易的真实成交信息，每条数据都能在对应该城市的链家官网的“成交”版块下根据“成交编号”找到房源的详细信息，以便校对。在数据集中，房源的详细信息主要包括三类：一类是与交易相关的成交信息（如成交周期、调价次数、带看次数、关注人数等）；第二类是房源及其所在小区的基本信息（如房屋户型、所在楼层、建成年代、户型结构、供暖方式、装修情况、住宅所在的商圈等）；第三类则是房屋的地理位置信息（即经纬度，位于同一个小区的房屋经纬度相同，为小区的中心点）。

在实证分析中，为了保证房价数据的可靠性，避免极端值的干扰与影响，只保留了建筑面积在 10-500m<sup>2</sup>，单位成交价在 1,000-100,000 元/m<sup>2</sup> 范围内，交易权属为“商品房”，房屋用途为“普通住宅”的二手房成交数据。同时，利用国家统计局<sup>③</sup>披露的居民消费价格指数（Consumer Price Index, CPI）对不同年份成交价的数值进行了调整，从而消除通货膨胀对系数估计可能造成的潜在影响。表 3.1 展示了房屋信息的描述性统计结果。

表 3.1 房屋信息描述性统计结果

变量名	(1) 总数量	(2) 均值	(3) 标准差	(4) 最小值	(5) 最大值
建造年份	269,924	2,005.53	7.117	1,900	2,022
交易年份	269,924	2,018.04	2.887	2,010	2,021
价格（元/m <sup>2</sup> ）	269,924	31,922.3	20,564.7	1047.852	100,000
价格（自然对数）	269,924	10.155	0.680	6.954	11.513
面积（m <sup>2</sup> ）	269,924	82.315	32.848	10	500
低楼层（01变量）	269,924	0.255	-	0	1
中楼层（01变量）	269,924	0.407	-	0	1
高楼层（01变量）	269,924	0.338	-	0	1
地下室（01变量）	269,924	0.000185	-	0	1
装修情况 <sup>④</sup> （0,1,2）	166,236	1.434	0.693	0	2

① 链家网官网：<https://lianjia.com/>（最后访问时间：2023 年 6 月 1 日）

② 以广州市为例，根据广州市房地产中介协会统计的二手房成交数据，广州链家常年位列广州二手房中介网签榜第一。（网址链接：<http://www.waihuigu.net/gundong/20220930/1015923.html>，最后访问时间：2023 年 6 月 1 日）

③ 国家统计局官网：<https://data.stats.gov.cn/>（最后访问时间：2023 年 6 月 1 日）

④ 装修情况：0（毛坯），1（简装），2（精装）。

## 3.2 污染企业信息

### 3.2.1 污染企业管理历史

我国的环境执法力度在过去十余年间逐渐加大，治理水平也得以稳步提升。在立法层面，被称为“史上最严”的《中华人民共和国环境保护法》（新环保法）于 2015 年正式得以实施，其中明确规定了地方政府应当及时披露公示当地重点排污单位的环境信息并加强监管力度，达到政府信息公开的标准。环境信息公开的逐渐落地使得公众对污染企业的信息能有更全面的认知与了解，具体体现在重点排污单位名单的编写和发布上：披露的对象从最初的超标超总量企业扩大到所有重点排污企业，公开内容和方式由模糊转为详细，约束手段由无约束的自愿披露变为有约束的强制披露等等。至此，企业环境信息披露的质量得到进一步提升，百姓也能更清楚地了解当地污染企业的具体性质（许东彦等，2020）。在实践层面，为进一步督促各省及地级市政府执行新环保法，政府开展了多轮中央与地方环保督察行动，地方政府环境治理由“督企”转向“督政”，标志着中国环境治理进入强制性指标约束和环保督察常态化的阶段（李硕等，2022）。在立法层面的信息公开与实践层面的环保督察的共同作用下，污染企业的排污行为受到了严格而精准的管理。

### 3.2.2 重点排污单位注册数据

本研究使用的污染企业数据来自广东省生态环境厅于 2022 年 12 月 13 日在官网上公布的《2022 年广东省重点排污单位名录》<sup>①</sup>，其中涵盖了广东省内 7195 家单位，主要变量包含重点排污单位名称、所在地市、所属重点排污单位类型（大气、水、土壤与其他类型）。

为了获取重点排污单位的详细信息，通过爱企查<sup>②</sup>的“批量查询”功能将企业名录输入后与工商注册企业数据库进行匹配，得到了对应单位的经营状态、注册资本、成立日期、营业期限、参保人数、企业类型、所属行业、经营范围等信息（其中成立日期是本研究关注的变量，将其视为该污染企业进入的时间点<sup>③</sup>），其中有 570 家没有匹配成功（主要是学校、基础设施等公共事业单位，不进入工商注册企业的数据系统）。之后，进一步筛选出成立日期在 2010-2022 年间的企业信息，共 2000 余条，位于本研究涉及的十个城市的企业信息共 1500 条，其中大气、水、土壤与其他污染类型的企业分别为 516 家、641 家、561 家与 344 家（同一企业可能被同时归属于多种污染类型）。

通过绘制每一年份新成立的重点排污单位的数量（图 3.1）可以看出，从 2010 年到 2022 年，无论是在广东省全省区域内还是本研究涉及的十大城市内，新成立的排污单位数量均呈现出逐年递减的趋势，出现这一现象主要有两个方面的原因：①企业内部初期试运营阶段排放的环境污染物质较少（因此往往过一段时间才被归于重点排污单位）；②近年来国家对污染排放的环境标准

① 《2022 年广东省重点排污单位名录》（广东省生态环境厅，2022 年 12 月 13 日）

（网址链接：[http://gdec.gd.gov.cn/wryml/zdwry/content/post\\_4065433.html](http://gdec.gd.gov.cn/wryml/zdwry/content/post_4065433.html)，最后访问时间：2023 年 6 月 1 日）

② 爱企查官网：<https://aiqicha.baidu.com/>（最后访问时间：2023 年 6 月 1 日）

③ 相比于美国企业进入（Openings）、退出（Closings）均较为容易（Currie et al., 2015），我国企业取消注册与退出均比较困难，因此本研究仅探讨企业进入对周边房价的影响。



与规制越来越严格，新入驻企业的门槛因此不断提高。

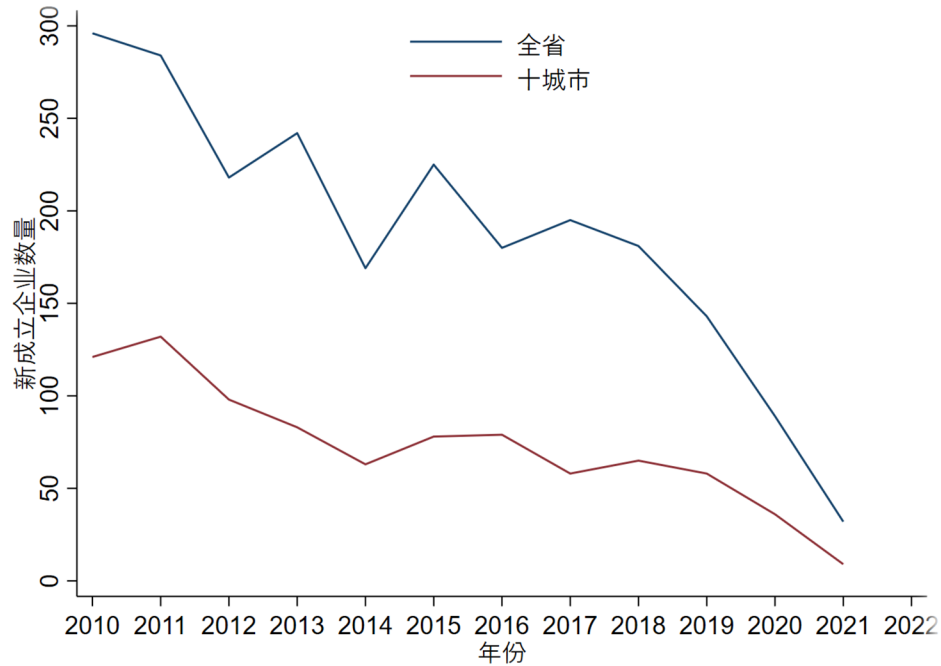


图 3.1 2010-2022 年间每年成立的重点排污单位的数量（广东省 vs. 十城市）

为了确定对应企业所处的具体地理位置信息，使用百度地图开放平台<sup>①</sup>提供的应用程序编程窗口（Application Programming Interface, API）中的地理编码服务将企业的“注册地址”这一结构化地址信息识别转换为经纬度坐标信息，并输出对应准确度数值。

为了保证企业的位置信息基本准确，在使用百度地图 API 的基础上同时使用了高德地图 API 平台<sup>②</sup>提供的地理信息编码服务，并对两种方式获得的结果进行比较，剔除经纬度相差超过  $0.01^{\circ} \times 0.01^{\circ}$  的企业后，剩余企业中共 880 家位于本研究对应的十座城市，共 444 家位于其他城市。

表 3.1 重点排污单位描述性统计结果

变量名	(1) 总数量	(2) 均值	(3) 标准差	(4) 最小值	(5) 最大值
建造年份	880	2,014	3.152	2,010	2,021
大气	880	0.349	-	0	1
水	880	0.464	-	0	1
土壤	880	0.355	-	0	1
其他	880	0.233	-	0	1
经营状态	880	0.993	-	0	1
参保人数	855	240.7	738.9	0	9,054

① 百度地图开放平台官网：<https://lbsyun.baidu.com/>（最后访问时间：2023 年 6 月 1 日）

② 高德开放平台官网：<https://lbs.amap.com/>（最后访问时间：2023 年 6 月 1 日）



### 3.3 数据整合与匹配

使用 GIS（Geographic Information System, 地理信息系统）对经纬度数据作图可以将房地产和重点排污单位的地理位置同时投影到广东省的行政区划地图上（图 3.2），从而可以更为直观地看出二者的具体分布情况<sup>①</sup>。

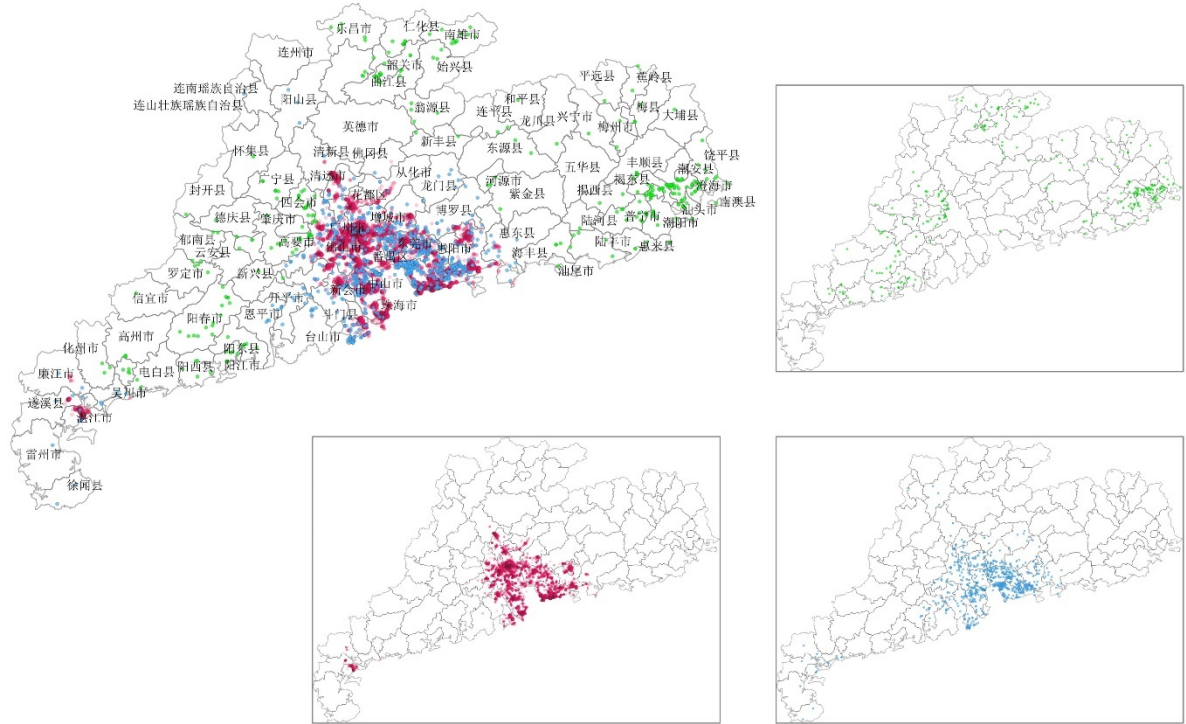


图 3.2 广东省重点排污单位与二手房分布地图（红色：二手房；蓝色：位于本研究涉及十城市的企业；绿色：位于其他城市的企业）

借助 ArcGIS 软件“邻域分析”中的“点距离”功能可以计算出每个小区附近 5 公里<sup>②</sup>之内是否存在重点排污单位，如果有则可以计算出与该单位的直线距离（单位：米）。根据统计结果，大约 1.4 万个小区附近（5 公里范围内）有重点排污单位，占全部小区数量的 80% 以上，这也从侧面证明了重点排污单位的周边房价能够较充分地显示并量化其可能存在的环境风险。

表 3.2 汇总了本研究涉及的十座城市的二手房交易与重点排污单位的分布情况，可以看出，十个城市的 31 万余条成交信息共对应于 17604 个小区，东莞、深圳、广州、中山、佛山等城市的二手房交易较为活跃，重点排污单位的分布也较为集中。二手房成交量在小区之间的分布存在较为明显的差距，大部分小区在 2010-2022 年之间的二手房成交量均在 10 套以下，但也有部分小区

<sup>①</sup> 处理地理信息数据使用的投影坐标系为当前通用的世界大地测量系统 84（WGS 84，EPSG: 4326），在计算直线距离时，为了得到单位为“米”的结果，将投影坐标系转换为 Beijing\_1954 / Gauss\_Kruger zone 17，EPSG: 21417。

<sup>②</sup> 此处结合不同文献（Davis, 2011; Currie et al., 2015; Yue et al., 2020; Mei et al., 2021）的结果选用了 5 公里作为界定“邻近”的距离阈值（Threshold），有助于后续分析中进行筛选，同时可以比较不同邻近阈值的结果。

的成交量达到了几百余套<sup>①</sup>。

表 3.2 不同城市二手房交易与重点排污单位分布情况

城市名	重点排污单位数量	二手房交易量	对应小区数量
东莞市	370	20,340	1,238
中山市	185	16,948	1,294
佛山市	143	26,775	2,405
广州市	128	88,563	5,547
惠州市	141	20,320	1,038
江门市	103	1,415	486
深圳市	256	130,127	3,396
清远市	33	2,542	545
湛江市	48	1,697	560
珠海市	93	7,712	1,095
总 计	1,500	316,439	17,604

<sup>①</sup> 成交量最多的是深圳市龙岗区国展苑小区，共达到 800 余套，主要原因在于其历史较久、规模较大且性价比较高。

## 第四章 模型设定

### 4.1 理论模型

在 Currie et al. (2015) 的理论框架（Conceptual Framework）版块中（参见附录 A），研究者分析了消费者在面对距离工厂较近的房屋（ $N$ ）与距离较远（ $F$ ）的房屋之间做出消费选择时的预期效用  $V = E[\max\{v_N + \epsilon_{iN}, v_F + \epsilon_{iF}\}]$ 。并构建如下模型对污染企业进入这一经济冲击（ $\theta$ ）产生的影响进行了分析，其中  $\frac{\partial A_N}{\partial \theta}$  一项能够体现出污染企业开设后对周边居民福利产生的不利影响（Disamenity）。

$$\frac{dV}{d\theta} = L_F \cdot \frac{\partial w}{\partial \theta} + L_N \cdot \left[ \frac{\partial w}{\partial \theta} + \frac{\partial A_N}{\partial \theta} \right] = L \cdot \frac{\partial w}{\partial \theta} + L_N \cdot \frac{\partial A_N}{\partial \theta} \quad (4.1)$$

为了分析居民对企业污染的感知是否会影响房产价格及其购房行为，进而支撑后续的实证分析，本研究受 Lancaster (1966) 和 Rosen (1974) 的新消费者理论启发，在 Currie et al. (2015) 的基础上建立以下理论模型，希望以此探究消费者在有无污染企业情况下的购房决策与房价的影响因素。

消费者（收入为  $m$ ）在两种商品之间做出消费束的选择，分别是一套二手房（记作  $H$ ，价格为  $p$ ）与其他所有商品（记作  $S$ ，价格标准化为 1，即计价物 numeraire）。根据特征价格理论，消费者的效用  $U$  并不直接来自于两种商品的消费量，而取决于商品背后所蕴含的特征在多大程度上满足了消费者的效用。

该消费者的消费束由消费向量  $\mathbf{x} = (x_H, x_S)^T$  表示，商品所蕴含的全部效用类型由效用向量  $\mathbf{z} = (z_1, \dots, z_n)^T$  表示，特征矩阵  $\mathbf{B}$  是一个  $n \times 2$  的矩阵，可以将消费束转换为对应的特征值（从商品空间向特征空间的一个映射），即  $\mathbf{z} = \mathbf{B}\mathbf{x}$ 。效用矩阵  $\mathbf{B}$  的参数对于特定消费者而言，在特定条件下是定值，此处用  $\lambda_{ij}$  表示，即：

$$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} \\ \vdots & \vdots \\ \lambda_{n1} & \lambda_{n2} \end{pmatrix}$$

同时存在以下三条假设：

- ① 二手房与其他所有商品一共含有  $n$  种特征，如饮食、娱乐、教育、审美、交通等等，而商品所能够提供的环境价值（清新的空气、干净的水源、低噪声的氛围等）也是这些特征中的一类，将其记作  $z_i$ ，其特征值等于特征参数与商品消费量的线性组合，即  $z_i = \lambda_{i1}x_H + \lambda_{i2}x_S$ ；
- ② 二手房消费量对应的特征参数  $\lambda_{i1}$  是一个关于  $d$  的函数  $\lambda_{i1} = f(d)$ ， $d$  是该二手房距离附近

重点排污单位的距离，在其他条件不变的情况下， $\frac{\partial f(d)}{\partial d} > 0$ ，即距离污染企业越远，二手房所能够提供的的环境特征 $z_i$ 的值就越大；

- ③ 不同特征对于消费者而言都有严格正向的边际效用，即 $\frac{\partial U(\mathbf{z})}{\partial z_i} > 0$ 对任意 $i$ 均成立，不妨假设效用函数为 $U(\mathbf{z}) = z_1^{\alpha_1} z_2^{\alpha_2} \dots z_i^{\alpha_i} \dots z_n^{\alpha_n}$ ，其中 $\alpha_i > 0$ 对任意 $i$ 均成立。

因此，消费者的效用最大化问题可以表示为：

$$\begin{aligned} & \text{Maximize} && U(\mathbf{z}) \\ & \text{subject to} && p\mathbf{x} \leq m \\ & \text{with} && \mathbf{z} = \mathbf{B}\mathbf{x} \\ & && \mathbf{z}, \mathbf{x} \geq 0 \end{aligned} \quad (4.2)$$

假如消费者需要在若干差异不大的二手房之间做出购买决策，不同二手房的其他特征均无明显差别，唯一的差异体现在到附近污染企业的距离 $d$ 上。根据前述的假设易知，消费者购买该二手房获得的效用为 $U(\mathbf{z}) = z_1^{\alpha_1} z_2^{\alpha_2} \dots [f(d) + \lambda_{i2}(m - p)]^{\alpha_i} \dots z_n^{\alpha_n}$ ，因此，在其他参数均控制不变的前提下，购买不同二手房获得的效用 $U(\mathbf{z})$ 相等的条件为 $[f(d) + \lambda_{i2}(m - p)]$ 等于定值 $k$ 。

变换即得，二手房价格的表达式为： $p = \frac{f(d)-k}{\lambda_{i2}} + m$ ，求偏导即得： $\frac{\partial p}{\partial d} = \frac{1}{\lambda_{i2}} \cdot \frac{\partial f(d)}{\partial d}$ 。

显然， $\frac{\partial p}{\partial d}$ 与 $\frac{\partial f(d)}{\partial d}$ 均为正值，即远离污染企业会使得二手房在交易市场上产生一定的增值效果。

因此，本研究希望探索这项是否显著为正，且相对于房价本身占据多大的比例。

## 4.2 实证模型

本研究的实证模型分为两大部分，前一部分参考了经典的 Hedonics 模型识别二手房价格的各种特征及其可能的影响，后一部分则参考 Currie et al. (2015) 构建的实证模型，借鉴双重差分法（Difference in Differences, DID）的实证思路对不同企业进入年份和不同二手房交易发生年份进行回归分析。

### 4.1.1 特征价格模型

Hedonics 模型以每一套具体的房屋 $i$ 作为研究对象，通过对各种特征变量进行回归分析能够得到消费者对房屋的实际支付意愿值（Willingness to Pay, WTP）。为了消除模型中可能存在的异质性（Heteroscedasticity），本研究在多元线性回归模型的基础上设定了 Hedonics 模型的半对数形式（Semi-Logarithmic Form）：

$$\ln(P) = \alpha_0 + \sum \alpha_i Z_i + \epsilon \quad (4.3)$$

其中， $\ln(P)$ 是房屋价格（单位：元/平方米）的自然对数， $Z_i$ 是衡量房屋特征的第 $i$ 个协变量，

$\alpha_i$ 是相应的回归参数。 $\alpha_0$ 是常数项， $\epsilon$ 是误差项。

根据已有文献总结可知，房屋的特征 $Z$ 主要取决于三个方面：位置（Location）、结构（Structure）与附近设施（Neighborhood）（Butler, 1982; Chau and Chin, 2003; Dai et al., 2020; Lyu, 2022），因此在模型中加入三类协变量可以较为全面地捕捉房价的影响因素。与此同时，重点排污单位的数量 $Z_k$ 作为“附近设施”这一类协变量被添加进回归模型中，其对应的参数值 $\alpha_k$ 是本研究关注的核心参数。

Hedonics 模型中用到的部分协变量 $Z$ 参见表 3.1。

#### 4.2.2 双重差分模型

双重差分 DID 模型则以污染企业 $j$ 为研究对象，通过对不同年份 $t$ ，不同污染企业附近不同距离范围 $d$ 内的房屋交易价格求平均得到观测值，进而提供差分的依据，模型的具体设定如下<sup>①</sup>：

$$Y_{jdt} = \beta_0 + \beta_1(1[\text{Plant Operating}]_{jt} \times 1[\text{Near}]_{jd}) + \eta_{jd} + \tau_{jt} + \epsilon_{jdt} \quad (4.4)$$

该模型中， $Y_{jdt}$ 是位于污染企业 $j$ 附近的，在距离组别 $d$ 中，且在年份 $t$ 完成交易的二手房平均成交价格的自然对数（根据 CPI 调整通胀影响）。对于每一个污染企业 $j$ ，每年均生成两个观察值，分别对应企业附近（1 英里<sup>②</sup>范围以内）房屋该年的平均售价以及较远区域（1-2 英里范围内）的房屋平均售价（均取自然对数值），前者为实验组（Treatment Group），后者为相应的对照组（Control Group），能够为污染企业附近的房屋提供一个反事实（Counterfactual）估计的结果，二者的差异形成第一重差分。而重点排污单位进入（开始经营）前后的年份冲击则形成第二重差分，通过回归可以得出两重差分的差异，得到的参数估计值反映了污染企业进入对附近房价的冲击，此即 DID 的回归思路。

模型中其它参数的含义如下： $1[\text{Plant Operating}]_{jt}$ 是指示变量（Indicator Variable），当污染企业 $j$ 在年份 $t$ 处于经营状态则取 1（对两个距离组别而言均为 1），否则取 0。 $1[\text{Near}]_{jd}$ 在距离组别 $d$ 为附近组时取 1，与该污染企业是否正在经营无关。本研究感兴趣的参数是 $\beta_1$ ，即交互项 $1[\text{Plant Operating}]_{jt} \times 1[\text{Near}]_{jd}$ 前的系数， $\beta_1$ 捕捉了企业进入对附近与较远房屋的房价产生的差异化影响。此外，模型中还加入了“企业-附近”的交互固定效应 $\eta_{jd}$ 控制所有与时间无关的房价的影响因素，加入了“企业-年份”的交互固定效应 $\tau_{jt}$ （或“城市-年份” $\tau_{st}$ ）从而控制同一污染企业附近（或同一城市）的房价关于时间的整体变化趋势， $\epsilon_{jdt}$ 为误差项。

① 本研究使用的模型以 Currie et al. (2015) 为基础，但由于数据可得性限制未添加人口普查区特征与时间二次趋势项的交互项，即 $(X1990_{jd} \times T_t)$ 。

② 1 英里的选取来自于 Currie et al. (2015) 利用对污染物扩散数据进行的回归分析得到的影响半径，其研究发现，距离污染企业超过 1 英里后，空气污染物监测结果不显著，污染企业对房屋产生的负外部性有着较为明显的区域特征。

## 第五章 实证结果

### 5.1 特征价格模型

#### 5.1.1 基准回归

本研究中，由于数据可得性的约束，暂时无法计算房屋与城市中心（Central Business District, CBD）或交通枢纽的距离进而衡量房屋所在地理位置的优越程度，也无法得到房屋周边范围内是否存在医院、学校、超市等“兴趣点”（Point of Interest, POI）。因此，Hedonics 模型中的位置（Location）与附近设施（Neighborhood）参数存在较为明显的缺失。目前仅将房屋结构（Structure）与房屋周边是否存在重点排污单位（ $Z_k$ ）两方面特征输入特征价格模型方程中进行回归分析。

为了尽可能排除因未考虑房屋所处位置与附近设施而造成的估计误差，在回归中仅保留重点排污单位附近 2 英里内的二手房信息，并同样地将 1 英里作为界定房屋是否在污染企业“附近”的阈值，回归结果如表 5.1 所示。

表 5.1 特征价格模型基准回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>near_num</i>	0.057***		0.062***	
（附近污染企业数目）	(0.002)		(0.002)	
<i>if_near</i>		0.205***		0.173***
（附近是否有污染企业）		(0.004)		(0.004)
面积（m <sup>2</sup> ）			-0.002***	-0.002***
			(0.000)	(0.000)
装修情况			0.247***	0.242***
			(0.003)	(0.003)
成交年份			-0.086***	-0.084***
			(0.002)	(0.002)
建造年份			-0.021***	-0.021***
			(0.000)	(0.000)
低楼层			1.309***	1.310***
			(0.138)	(0.137)
中楼层			1.277***	1.278***
			(0.138)	(0.137)
高楼层			1.261***	1.262***
			(0.138)	(0.137)

<i>N</i>	143828	143828	94251	94251
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.010	0.022	0.192	0.194

注：\*，\*\*，\*\*\*分别表示在 10%，5%和 1%水平显著。

表中，*near\_num*变量为该二手房附近（1英里以内）的重点排污单位的数量，而*if\_near*则是该二手房附近是否有重点排污单位的虚拟变量（Dummy Variable）。表格第(1)、(3)列选用*near\_num*作为核心解释变量，系数显著为正，可以认为污染企业对周边房价产生了正向的影响，且在其他因素不变的情况下，每增加一个污染企业会使周围房价上升约 6%。表格第(2)、(4)列则选用*if\_near*作为核心解释变量，系数仍显著为正，可以被解释为：在其他因素不变的情况下，附近有重点排污单位的二手房单位面积售价会显著高于没有重点排污单位的二手房接近 20%。其他控制变量的影响也较为显著，如：房屋面积越大则每平方米的房价会显著越低，装修程度越好的二手房房价显著更高等<sup>①</sup>。

为了避免多元线性回归中可能出现的多重共线性（Multicollinearity）问题，模型回归的同时也计算了各变量对应参数的方差膨胀因子（Variance Inflation Factor, VIF），结果（未呈现在表 5.1 中）显示，核心变量*near\_num*与*if\_near*的 VIF 均小于 10，因此可以认为自变量之间不存在多重共线性<sup>②</sup>。

在过去十余年中，房地产市场的繁荣使得房价处于不断攀升的趋势，使用年份虚拟变量可以一定程度上控制不同年份宏观经济形势造成的房价波动，进而避免其对回归结果造成的趋势性影响，与此同时，不同城市的二手房交易市场之间也存在着较为明显的异质性，因此加入城市虚拟变量可以控制不同城市经济水平差异对房价的异质性冲击。本研究参考 John et al. (2011) 的处理思路，在原回归模型中加入二手房成交年份与所在城市的虚拟变量，从而可以将原始的混合截面数据（Pooled Cross Section Data）置于不同年份与不同城市的截面尺度上进行回归分析，结果如表 5.2 所示。

表 5.2 加入成交年份与所在城市虚拟变量的回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>near_num</i> （附近污染企业数目）	0.054*** (0.001)		-0.000 (0.001)		0.000 (0.001)	
<i>if_near</i> （附近是否有污染企业）		0.185*** (0.003)		0.042*** (0.002)		0.042*** (0.002)
Year_Dummy （年份虚拟变量）	✓	✓	✓	✓	✓	✓
City_Dummy （城市虚拟变量）			✓	✓	✓	✓

①由于控制变量的系数对本研究的意义不大，因此在后面的分析中不在回归结果中呈现控制变量对应的系数与显著性。

② 后续表格中，由于篇幅所限，不在回归结果中报告 VIF 值，但结果均满足经验法则（VIF 小于 10）。

Control <sup>①</sup> (控制变量)					√	√
<i>N</i>	140670	140670	140670	140670	140670	140670
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.093	0.103	0.608	0.609	0.609	0.610

注：\*，\*\*，\*\*\*分别表示在 10%，5%和 1%水平显著。

对比表 5.1 与 5.2，容易看出，在加入成交年份虚拟变量后，关键变量的回归系数有明显下降，但显著性的大小与方向均无变化。而在加入城市虚拟变量后， $R^2$ 值显著上升（从 0.1 提高至高于 0.6），证明自变量对于房价的解释力有显著的提高。以第(5)列和第(6)列为基准回归的结果进行分析，从系数结果可以得出：在其他因素不变的情况下，每增加一个污染企业会对周围（1 英里范围内的）房价不会造成显著的影响，而附近有重点排污单位的二手房单位面积售价会显著高于没有重点排污单位的二手房约 4.2%。

### 5.1.2 异质性分析

根据 3.2.1 的背景介绍可知，2015 年是我国环境管理体系发展历史中的一个关键节点，重点排污单位信息公开的政策冲击即发生在该年，可以猜测：冲击发生前后，污染企业对周边房价的影响可能存在较大的差异，因此接下来将全部二手房交易数据划分为两个组别（成交于 2015 年及以前和成交于 2015 年之后），并分别进行特征价格模型的回归分析（回归过程中加入了年份与城市虚拟变量），回归结果如表 5.3 所示。

表 5.3 划分年度组别回归结果

	2015年及以前		2015年之后	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>near_num</i> (附近污染企业数目)	-0.076*** (0.004)		0.004*** (0.001)	
<i>if_near</i> (附近是否有污染企业)		-0.038*** (0.007)		0.048*** (0.002)
Year_Dummy (年份虚拟变量)	√	√	√	√
City_Dummy (城市虚拟变量)	√	√	√	√
Control (控制变量)	√	√	√	√
<i>N</i>	10673	10673	129997	129997
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.485	0.464	0.614	0.615

注：\*，\*\*，\*\*\*分别表示在 10%，5%和 1%水平显著。

① 由于 2015 年前交易的房屋没有“装修情况 (Decoration)”这一参数值，因此后续表格的回归结果中均不控制此变量。



从表 5.3 中可以明显地看出年份的异质性特征。在 2015 年及以前，污染企业会显著降低周围的二手房价格，在其他条件不变的情况下，附近有重点排污单位的二手房单位面积售价会显著低于没有重点排污单位的二手房接近 4%，而新进入一家污染企业会使得附近二手房成交价进一步下降约 7.6%。而在 2015 年之后，污染企业产生的正外部性显著大于负外部性，在其他条件不变的情况下，附近有重点排污单位的二手房单位面积售价会显著高于没有重点排污单位的二手房接近 4.8%，而新进入一家污染企业会使得附近二手房成交价进一步提升约 0.4%。

根据系数在 2015 年前后呈现出显著由负变正的趋势，本研究推测背后可能的机制如下：2015 年及之前，污染企业的排污行为缺乏切实有效的监管与惩罚手段，污染排放直接且明显，老百姓对周边的污染企业较为抗拒，能从大气、水、土壤等环境介质的状况中感知到企业排污行为对周边环境造成的污染与破坏，不愿意购买距离污染企业较近的房屋，对应房屋的售价也因此显著低于其他房屋。在 2015 年之后，政府环境行政领域做出了重大改进，对重点排污单位的详细信息进行了公开与披露，这既能帮助老百姓了解污染企业的分布情况，同时又有助于增强百姓对政府治理环境污染、监管并约束污染企业合规合法生产的信心。老百姓相信污染企业对周边环境的破坏将会在政府的严格监管下得到约束，对日常居住与生活的影响较小，且相信企业能够带动周边经济发展，因此更愿意购买距离污染企业较近的房屋，污染企业周边的二手房售价随之显著上升。

与此同时，通过对 2011-2021 每个年份的截面数据进行特征价格回归可以更清晰地看出污染企业对房价影响的年份异质性的动态效应，关键变量的系数变化特征如图 5.1 所示。从逐年回归的系数图中能较为直观地看出：核心变量  $near\_num$  的系数随着年份不断提升，从显著为负变为显著为正， $if\_near$  系数的变化规律也与  $near\_num$  大致符合。

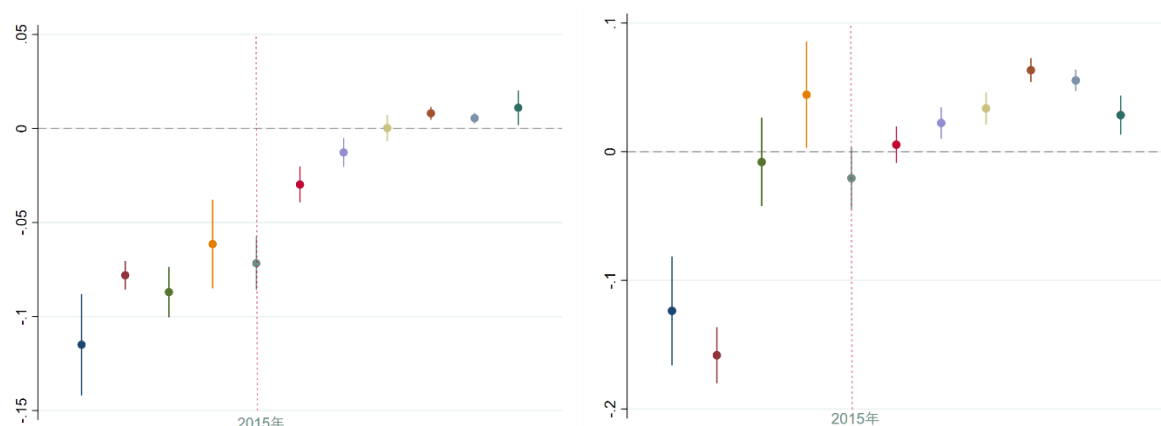


图 5.1 不同年份（2011-2021 年）回归系数动态变化趋势图（左： $near\_num$ ；右： $if\_near$ ）

重点排污单位名录中还根据涉及环境介质的不同对企业污染类型进行了划分，分别为大气、水、土壤、其他四种类型，因此可以在不同类型企业组别内部进行回归，探索居民对不同污染类型企业的污染感知程度的异质性，回归结果如表 5.4<sup>①</sup>所示。

① 由于  $if\_near$  相比于  $near\_num$  更具有经济学的解释意义，因此在表 5.4 和表 5.5 中只展示  $if\_near$  前系数的估计结果。

表 5.4 分企业类型回归结果

	大气 (1)	水 (2)	土壤 (3)	其他 (4)
<i>if_near</i> (附近是否有污染企业)	0.047*** (0.004)	0.059*** (0.003)	-0.043*** (0.005)	0.005 (0.003)
Year_Dummy (年份虚拟变量)	✓	✓	✓	✓
City_Dummy (城市虚拟变量)	✓	✓	✓	✓
Control (控制变量)	✓	✓	✓	✓
<i>N</i>	28740	57180	31653	51630
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.668	0.670	0.563	0.623

注：\*，\*\*，\*\*\*分别表示在 10%，5%和 1%水平显著。

从表 5.4 中可以看出，土壤污染企业有显著为负的回归系数，附近有土壤污染企业的二手房的单位面积售价会显著低于没有土壤污染企业的二手房接近 4.3%，而大气与水污染类型企业的回归系数则显著为正，证明其附近房价显著高于其他二手房，幅度分别为 4.7%和 5.9%。而其他污染类型企业对附近房价的影响并不显著。

不同系数的值及其方向可以反映居民对不同污染类型的企业存在不同的感知程度，对于土壤污染企业而言，此类企业经营过程中通常涉及五金、电镀、电子废弃物的拆解与酸洗等工艺流程，排放的废气与污水中含有较多的重金属物质，对环境具有较大破坏性，也会对暴露在污染场地附近的居民产生健康上的不利影响。相比于大气与水等流动性较强的环境介质，土壤污染物往往具有存留时间长、分解难度大的特点，会长时间持久性地影响附近的环境质量，因此可能对房价造成更为严重且显著的负面影响。

广东省作为沿海省份，在 2017 年之前有大量电子废物的进口，诸如汕头市的贵屿镇等小村镇就是此类“洋垃圾”的重要集散地，大量的小作坊专门堆放并处理此类电子垃圾，粗放式的管理模式使得生产过程中含有重金属的渗滤液、酸洗液以及废气废渣可以较为隐蔽但直接地排到土地中<sup>①</sup>，致使当地土壤环境严重恶化，甚至造成当地居民血铅含量超标（徐锡金等，2006）、患癌风险上升（赵高峰&王子健，2009）等等。新闻媒体的大量报道让社会逐渐熟知此类环境风险，人们因此可能会对土壤污染形成更为具象且敏感的感知模式，居民的脑海中可能对其存有负面印象。

相比之下，大气和水的企业则并未爆发如此大规模的热点新闻事件，同时其污染本身也不会产生十分持久与几乎不可逆的负面影响，因此在居民看来，如果政府积极监管此类企业，居住在

<sup>①</sup> 土壤污染往往是废水、废渣的共同作用，由于没有直接的污浊气体与黑臭水体的排放，土壤污染一般而言十分隐蔽且难以发现。

附近的生活质量可能并不会显著降低。

与此同时，广东省内不同城市经济发展水平不平衡的现象也较为明显，污染企业的环境规制方式、二手房交易的活跃程度以及居民对环境污染的敏感程度等方面无疑也存在着一定的差异，因此对不同城市内污染企业与二手房交易价格进行特征价格模型回归有助于分析并捕捉城市之间的异质性，回归结果如表 5.5 所示<sup>①</sup>。

表 5.5 分城市回归结果

	广州 (1)	深圳 (2)	佛山 (3)	东莞 (4)	中山 (5)
<i>if_near</i> (附近是否有污染企业)	0.003 (0.005)	0.064*** (0.003)	-0.136*** (0.008)	0.067*** (0.006)	-0.021** (0.010)
Year_Dummy (年份虚拟变量)	✓	✓	✓	✓	✓
Control (控制变量)	✓	✓	✓	✓	✓
<i>N</i>	33284	68734	6470	12415	10101
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.044	0.343	0.322	0.245	0.186

注：\*，\*\*，\*\*\*分别表示在 10%，5%和 1%水平显著。

从不同城市的系数值可以看出污染企业对周边房价的影响呈现出较为明显的区域异质性，这取决于不同城市在生态环境领域的治理效果以及环境科普宣传对百姓的影响程度。深圳和东莞的系数显著为正，可以推测当地在污染企业治理方面做了较多的工作，协调处理了企业污染与居民生活的矛盾，从而使邻避效应带来的资产贬损显著弱于企业经营对附近区域的经济拉动作用。而佛山与中山对应系数显著为负，说明从整体上看，市区内因污染企业进入而产生的邻避效应的负外部性显著强于集聚效应的正外部性，老百姓对污染企业仍存在较为严重的抗拒心理，感知到的环境风险较大，污染企业对周边环境破坏可能较为严重，当地生态环境部门的监管程度可能不足。

## 5.2 双重差分模型

### 5.2.1 基准回归

基准 DID 模型（详见 4.2 部分）的回归结果如表 5.6 所示：

表 5.6 DID 模型的基准回归结果

0-1mile		0-1mile (+/- 2 years)	
(1)	(2)	(3)	(4)

① 因篇幅有限，此处仅呈现污染企业与二手房交易数量较多的五大城市的回归结果。

1[Plant Operating] × 1[Near]	-0.041** (0.015)	-0.031* (0.017)	-0.005 (0.015)	-0.027* (0.014)
Firm × Near FE	✓	✓	✓	✓
Firm × Year FE		✓		✓
City × Year FE	✓		✓	
<i>N</i>	5105	3724	1374	978
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.968	0.990	0.982	0.995

注：\*，\*\*，\*\*\*分别表示在 10%，5%和 1%水平显著。括号中均为聚类在年份和企业层面上的双向聚类标准误（two-way cluster standard error）。

表 5.6 中呈现的结果均使用 0-1 英里范围内的二手房作为实验组，1-2 英里范围内的二手房作为对照组。第(1)列和第(2)列为使用全部数据的系数估计值，而第(3)列和第(4)列为仅使用对应污染企业开始经营前后两年的数据进行回归估计。根据 Currie et al. (2015) 的回归思路，选用两组不同的固定效应，第(1)和(3)列使用“企业-附近”与“城市-年份”的交互固定效应，第(2)和(4)列使用“企业-附近”与“企业-年份”的交互固定效应，两组固定效应均能有效控制所处位置有差异的污染企业在不同年份存在的共同趋势影响，两组结果之间的比较则有助于得出更稳健的结论。

从系数估计结果来看，污染企业附近的房价受到了较为明显的负向影响，污染企业附近 1 英里范围内的房价显著低于 1-2 英里房价 3-4%。如果选用企业进入前后两年的数据进行回归，点估计值的量级会显著更小，系数的显著性也有所降低，主要原因在于：在短期内，房屋供给是欠弹性（Inelastic）的，因而只有价格能够充分捕捉总福利受到的影响，在长期中，总福利影响才能够同时被价格和消费数量充分捕捉，这种约束会使得估计系数的绝对值有所下降，但对房价的负向影响在一定程度上仍然较为显著。

### 5.2.2 异质性分析

类比 5.1.2，利用 DID 模型也可以对 2015 年前后成立的企业或者成交的二手房进行分组回归，探究背后的年份异质性。根据前面的背景介绍可以推测，相比于 2015 年及之前成立的企业，在 2015 年后新成立的企业往往会受到地方政府更为严格的污染管控与环境规制，企业的进入门槛也更高。与此同时，政府信息公开也使得居民对住宅周边重点排污单位的分布、排污情况等信息有更加清晰具体的认识。年份异质性的回归结果如表 5.7 所示。

表 5.7 年份异质性回归结果（不同年份成立企业+不同年份成交二手房）

	企业成立年份				二手房交易年份			
	2015年及以前		2015年以后		2015年及以前		2015年以后	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1[Plant Operating] × 1[Near]	-0.047** (0.020)	-0.020 (0.026)	-0.008 (0.018)	-0.036 (0.021)	-0.032 (0.018)	-0.035 (0.018)	-0.020 (0.023)	-0.039 (0.020)
Firm × Near FE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Firm×Year FE		✓		✓		✓		✓
City×Year FE	✓		✓		✓		✓	
<i>N</i>	3317	2348	1787	1376	831	616	4231	3094
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.964	0.988	0.976	0.993	0.965	0.990	0.975	0.992

注：\*，\*\*，\*\*\*分别表示在 10%，5%和 1%水平显著。括号中均为聚类在年份和企业层面上的双向聚类标准误（two-way cluster standard error）。

从表 5.7 的结果中可以看出，年份异质性在企业成立年份和二手房交易年份两个层面均不明显，成立于 2015 年及以前的企业在控制“企业-附近”与“城市-年份”这组交互固定效应时会产生显著为负的点估计，其他的回归结果均不显著。证明在 2015 年前后成立的企业对房价的影响不存在显著异质性的差异，2015 年前后参与二手房交易的居民对企业污染风险的感知无显著差异。

在 DID 模型中同样可以通过对不同污染类型企业的数据库做回归分析其中的异质性。将企业分为四组，分别对应大气、水、土壤与其他污染类型，分组回归的结果如表 5.8 所示。

表 5.8 不同类型污染企业对附近房价的影响

	大气		水		土壤		其他	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1[Plant Operating] × 1[Near]	-0.023 (0.024)	-0.036 (0.027)	-0.073** (0.025)	-0.040* (0.020)	-0.036 (0.031)	-0.052* (0.029)	0.011 (0.029)	-0.010 (0.033)
Firm×Near FE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Firm×Year FE		✓		✓		✓		✓
City×Year FE	✓		✓		✓		✓	
<i>N</i>	1543	1098	2434	1768	1404	904	1306	1072
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.970	0.992	0.970	0.989	0.957	0.987	0.976	0.993

注：\*，\*\*，\*\*\*分别表示在 10%，5%和 1%水平显著。括号中均为聚类在年份和企业层面上的双向聚类标准误（two-way cluster standard error）。

从表 5.7 可以看出，对房价的负面影响较为显著的企业为水污染与土壤污染类型，大气污染类型企业的估计值方向为负但不显著，其他污染类型企业的估计值方向无法判断。从系数估计值分析，水污染和土壤污染企业能够较为显著地降低周边（1 英里范围内）的房价 4-7%，可以推断背后的原因一方面来自于 5.1.2 中探讨的水与土壤污染具有的持久性特征，另一方面也取决于地方政府对于不同污染类型企业管理力度的差异。在大气、水、土壤三种基本环境介质中，大气污染的治理力度大，成效也较明显，这一定程度上有助于改善居民对大气污染类型企业的认知，从而使邻避效应得以削弱。而水污染与土壤污染治理所取得的成果并不如大气治理那样明显且广为人知，因此人们对于相应污染企业的排斥仍较为明显，从而在房价上反映为此类污染企业周边房价较为显著地低于略远于污染企业的房价。其他污染类型企业包括医院以及生产家具、精密仪器与新型材料等的企业，居民通常并不会直接感知其产生的污染物排放，而医院往往带来正向外部性，

人们倾向于居住在医院附近而忽略医院可能的医疗废弃物污染，因此其他类型企业的系数正负特征不够显著。

### 5.3 对比与讨论

从上述结果分析可以看出，特征价格模型发现了污染企业数量与是否存在污染企业同二手房价格之间总体上存在着较为显著的正向相关关系，年份异质性也较为明显，逐年的系数估计呈现出由负变正的变化趋势。双重差分模型得出的结果认为污染企业会显著降低附近的二手房价格，但在年份异质性上并不显著。除此之外，两个模型都倾向于认为土壤污染类型的企业会产生较为明显的负外部性。

关于模型结论的差异，本研究认为特征价格模型基于多元线性回归的方法，得到的仅仅是相关关系，并不能做出污染企业使得房价下降或上升的因果推断，且目前模型选取的控制变量较少，存在遗漏变量对结果造成影响的可能性。另外，特征价格模型使用的原始数据在不同年份之间的数据量存在较为显著的差异，2015年及以前的数据量远小于2015年之后，可能对结果造成一定的扭曲。相比之下，双重差分模型则能够较好地控制内生性问题，结论也更为稳健，在控制了多高维度的固定效应之后，基本上识别出了污染企业的邻避效应与负外部性特征，得出的结论更具有因果性。

## 第六章 总结与展望

### 6.1 结论

本研究以广东省为研究对象，收集并整理了广东省 2022 年重点排污单位名录中污染企业的工商注册信息，同时将其和 2010-2022 年广东十城市的二手房交易数据进行空间匹配，计算得出了不同二手房与附近污染企业的距离关系，并进一步根据相对位置关系构建了“污染企业-年份-距离组”的面板数据集进行实证分析，试图借助二手房的变化情况识别居民对附近重点排污单位进入的感知程度。

本研究首先在已有模型的基础上，借助“新消费者理论”构建了理论分析框架，之后则使用了两组回归模型进行实证研究，分别得到了两组关于居民对企业污染感知的结论。

特征价格模型回归基于简明的多元线性回归原理，主要功能在于分析不同变量对因变量房价的解释力大小。结果显示，二手房附近是否存在污染企业会对该二手房的价格产生显著正向的影响，在其他因素不变的情况下，附近有重点排污单位的二手房单位面积售价会显著高于没有重点排污单位的二手房约 4.2%。并且存在企业污染类型、交易年份与城市的异质性：如土壤污染类型的企业对房价有显著负效应而大气和水污染类型显著为正，回归系数估计值随着年份推移发生了由负转正的变化，不同城市的系数估计值的正负情况也存在较大差异。

双重差分模型将距离污染企业 1-2 英里的二手房作为对照组，0-1 英里的二手房作为实验组，从而有助于尽可能消除污染企业可能产生的正外部性差异，在面板数据的回归中加入两个交互固定效应则有助于更好控制不同的企业、年份、城市、距离组别的差异性。双重差分模型得出的结果往往更能从计量经济学的视角得出较为可靠的因果推断结论。结果显示，污染企业事实上会降低周边房价 3-4%，且该负面影响主要来自于水污染与土壤污染类型的企业，而不同企业名称、不同的成立年份与成交年份所具有的异质性并不显著。

本研究存在着不少不足之处：①理论模型部分，在建构过程中只考虑了消费者作为房屋需求者的决策行为，并未考虑供给方，同时也可以借鉴城市经济学中有关城市规划与区域分布相关的模型（如单中心 AMM 模型，企业和家庭能够对土地自由竞价的 LRH 模型等等）；②数据部分，目前使用的企业数据并未完全对应于排污工厂的位置<sup>①</sup>，可能存在企业与工厂位置相距较远的情况导致结果不够稳健，在实证设计中可以引入更多的数据，比如借助高德地图 API 查找不同小区附近学校、医院、商场的分布信息，作为特征价格模型的控制变量，在双重差分模型的分析中，可以结合污染物排放清单、医疗与健康数据、企业税调数据等进行进一步的异质性分析和机制分析；③实证分析部分，研究中还可以进一步捕捉企业之间与区域之间的异质性，比如可以借助机器学习等算法构建不同污染类型企业名称的词云，并借此对不同企业名称进行分类，进而得出对

<sup>①</sup> 不少企业所在地其实是其管辖的全部污染源工厂的管理总部，而实际的污染源会较为集中地迁移并分布在当地的工业园区中。

百姓而言污染感知程度较高的企业列表，或者选用不同附近距离的阈值分析邻避效应在不同远近层面的影响分布。

## 6.2 政策建议

邻避效应是环境社会风险的一类集中体现，与百姓生活息息相关，反映了公众对环境权、发展权的关注。我国近年来也爆发过多次以邻避问题为根由的社会冲突事件，主要针对的对象是垃圾焚烧厂（如鞍山海城市腾鳌镇市民抗议事件）、核电站（如江门鹤山反核事件）、重大化工企业（如厦门PX项目事件）等等社会企业或重大基础设施，居民反对其进入并修建在日常生活区域内。目前，环境污染已经成为同征地拆迁、劳资纠纷、执法不当并列的社会群体性事件的一大诱因，是我国政府防范化解重大风险的重要突破口。

现如今，人民的环保意识与维权意识逐渐增强，网络社交媒体的普及更容易引发“群体极化”与“流瀑效应”，谣言传播也容易导致群体性事件的爆发。因此，政府部门更应当积极预防与应对邻避问题及由此引发的群体性事件的出现，在新建项目的进入时真正做到“合规、教育、开放、利民”。

虽然大型建设项目容易爆发大规模的群体性事件，但在不少城市此类项目已经接近饱和，并且由于担心邻避事件发生，此类项目的建设选址通常位于郊区，远离城市中心。与此同时，具有排污特性的大量中小企业也属于政府环境管理的庞大群体的一部分，尽管此类企业与工厂的规模较小，污染程度较轻，往往不至于引发周边居民激烈的抗议与不满，但仍然可能产生较为显著的邻避效应。本研究借助微观数据进行的实证分析就提供了这样的视角。通过探讨重点排污单位对周边房价的影响，本研究发现正向的集聚效应与负向的邻避效应似乎彼此叠加存在，但在不同企业、不同区域之间表现出不同方向的外部性特征。

基于此，本研究提出以下两条政策建议：①政府部门不应忽视中小型工业企业可能存在的邻避现象，需要进一步做好重点排污单位清单的完善与更新工作，并积极通过信息媒介宣传公示，以真正达到环境信息公开的要求；②政府部门可以针对不同经营范围、不同污染介质的企业制定更为细致完善的环境规制策略，从而精细化地调和污染企业与周边居民区之间潜在的邻避效应矛盾，从而更好地实现产业转型升级与居民生活水平提高的协调共赢。



## 参考文献

- [1] Bailey M, Cao R, Kuchler T, et al. Social networks and housing markets[R]. National Bureau of Economic Research, 2016.
- [2] Bartik T J. Estimating hedonic demand parameters with single market data: the problems caused by unobserved tastes[J]. The Review of Economics and statistics, 1987: 178-180.
- [3] Bauer R A. Consumer behavior as risk taking[C]//Proceedings of the 43rd National Conference of the American Marketing Association, June 15, 16, 17, Chicago, Illinois, 1960. American Marketing Association, 1960.
- [4] Bauer T K, Braun S T, Kvasnicka M. Nuclear power plant closures and local housing values: Evidence from Fukushima and the German housing market[J]. Journal of Urban Economics, 2017, 99: 94-106.
- [5] Chau K W, Chin T L. A critical review of literature on the hedonic price model[J]. International Journal for Housing Science and its applications, 2003, 27(2): 145-165.
- [6] Chay K Y, Greenstone M. Does air quality matter? Evidence from the housing market[J]. Journal of political Economy, 2005, 113(2): 376-424.
- [7] Chen D, Chen S. Particulate air pollution and real estate valuation: Evidence from 286 Chinese prefecture-level cities over 2004–2013[J]. Energy Policy, 2017, 109: 884-897.
- [8] Currie J, Davis L, Greenstone M, et al. Environmental health risks and housing values: evidence from 1,600 toxic plant openings and closings[J]. American Economic Review, 2015, 105(2): 678-709.
- [9] Currie J, Schmieder J F. Fetal exposures to toxic releases and infant health[J]. American Economic Review, 2009, 99(2): 177-183.
- [10] Dai J, Lv P, Ma Z, et al. Environmental risk and housing price: An empirical study of Nanjing, China[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 252: 119828.
- [11] Davis L W. The effect of power plants on local housing values and rents[J]. Review of Economics and Statistics, 2011, 93(4): 1391-1402.
- [12] DRC & OECD Industrial Upgrading for Green Growth in China[R]. (June 2017).  
Available at: [https://www.oecd.org/greengrowth/Industrial\\_Upgrading\\_China\\_June\\_2017.pdf](https://www.oecd.org/greengrowth/Industrial_Upgrading_China_June_2017.pdf) (Accessed at 1st June)
- [13] Dunne T, Klimek S D, Roberts M J, et al. Entry, exit, and the determinants of market structure[J]. The RAND Journal of Economics, 2013, 44(3): 462-487.
- [14] Ellison G, Glaeser E L. The geographic concentration of industry: does natural advantage explain agglomeration?[J]. American Economic Review, 1999, 89(2): 311-316.
- [15] Fang H, Gu Q, Xiong W, et al. Demystifying the Chinese housing boom[J]. NBER macroeconomics annual, 2016, 30(1): 105-166.
- [16] Fink A, Stratmann T. US housing prices and the Fukushima nuclear accident[J]. Journal of Economic

Behavior & Organization, 2015, 117: 309-326.

[17] Giglio S, Maggiori M, Stroebe J. Very long-run discount rates[J]. The Quarterly Journal of Economics, 2015, 130(1): 1-53.

[18] Glaeser E, Huang W, Ma Y, et al. A real estate boom with Chinese characteristics[J]. Journal of Economic Perspectives, 2017, 31(1): 93-116.

[19] Greenstone M, Gallagher J. Does hazardous waste matter? Evidence from the housing market and the superfund program[J]. The Quarterly Journal of Economics, 2008, 123(3): 951-1003.

[20] Greenstone M, Hornbeck R, Moretti E. Identifying agglomeration spillovers: Evidence from winners and losers of large plant openings[J]. Journal of political economy, 2010, 118(3): 536-598.

[21] Hopenhayn H A. Entry, exit, and firm dynamics in long run equilibrium[J]. Econometrica: Journal of the Econometric Society, 1992: 1127-1150.

[22] Lancaster K J. A new approach to consumer theory[J]. Journal of political economy, 1966, 74(2): 132-157.

[23] Liu C, Xiong W. China's real estate market[R]. National Bureau of Economic Research, 2018.

[24] Lucas R E B. Hedonic price functions[J]. Economic Inquiry, 1975, 13(2): 157-178.

[25] Lyu X. Car restriction policies and housing markets[J]. Journal of Development Economics, 2022, 156: 102850.

[26] Matus K, Nam K M, Selin N E, et al. Health damages from air pollution in China[J]. Global environmental change, 2012, 22(1): 55-66.

[27] Mei Y, Qiu J, Wu J, et al. Do residents care about urban dumps? Evidence from individual housing transaction data[J]. Land Use Policy, 2021, 109: 105604.

[28] O'hare M. "Not On My Block You Don't"-Facilities Siting and the Strategic Importance of Compensation[R]. Massachusetts Institute of Technology Laboratory of Architecture and Planning, 1977.

[29] Pan Y, Qin Y, Zhang F, et al. Acquiring land in cold winter: Consequences and possible explanations[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2022, 116: 102721.

[30] Ridker R G, Henning J A. The determinants of residential property values with special reference to air pollution[J]. The review of Economics and Statistics, 1967: 246-257.

[31] Rossi-Hansberg E, Sarte P D, Owens III R. Housing externalities[J]. Journal of political Economy, 2010, 118(3): 485-535.

[32] Stevenson S. New empirical evidence on heteroscedasticity in hedonic housing models[J]. Journal of Housing Economics, 2004, 13(2): 136-153.

[33] Stroebe J. Asymmetric information about collateral values[J]. The Journal of Finance, 2016, 71(3): 1071-1112.

[34] Taylor L O. The hedonic method[J]. A primer on nonmarket valuation, 2003, 3: 331-394.

[35] Qin Y, Wu J, Yan J. Negotiating housing deal on a polluted day: Consequences and possible

- explanations[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2019, 94: 161-187.
- [36] Yue W, Ni C, Tian C, et al. Impacts of an urban environmental event on housing prices: Evidence from the Hangzhou pesticide plant incident[J]. Journal of Urban Planning and Development, 2020, 146(2): 04020015.
- [37] 何羿,赵智杰.环境影响评价在规避邻避效应中的作用与问题[J].北京大学学报(自然科学版),2013,49(06):1056-1064.
- [38] John L.Glascock,丰雷,刘迎梅,包晓辉.公共交通可达性对香港房价的影响分析——Hedonic 模型的应用[J].统计与决策,2011(03):30-33.
- [39] 李硕,王敏,张丹丹.中央环保督察和企业进入:来自企业注册数据的证据[J].世界经济,2022,45(01):110-132.
- [40] 解振华.中国改革开放 40 年生态环境保护的历史变革——从“三废”治理走向生态文明建设[J].中国环境管理,2019,11(04):5-10+16.
- [41] 徐锡金,彭琳,李玮等.电子废弃物拆解地区儿童血铅水平[J].环境与健康杂志,2006(01):58-60.
- [42] 许东彦,佟孟华,林婷.环境信息规制与企业绩效——来自重点排污单位的准自然实验[J].浙江社会科学,2020(05):4-14+156.
- [43] 赵高峰,王子健.典型电子垃圾拆解区居民多卤代芳烃的膳食暴露及其癌症风险评估[J].环境科学,2009,30(08):2414-2418.

## 附录

### 附录 A：理论模型推导（Currie et al., 2015）

此附录是对 Currie et al. (2015) 中理论框架部分的详细分析与推导过程。

**背景：**假定在一个地区的消费者从两个居住地中进行选择  $g \in \{N, F\}$ ，一部分选择住在离污染企业近（ $g = N$ ）的位置，另一些则选择住在离污染企业远的地方（ $g = F$ ），所有消费者处于同一个劳动力市场中。污染企业的生产会对当地经济产生拉动作用，进而提升当地居民的工资水平， $w$ 。工资  $w$  被假定为关于该地区生产力的外生函数，对当地每个居民而言保持相同。在两个居住地的人们能够享受到相对于居住成本外的净福利，用  $A_g$  表示。最后，每个居民  $i$  对居住位置有着异质性的偏好  $\epsilon_{ig}$ ，代表他们对同一地点的福利设施的估值的区别。

假设偏好  $\epsilon_{ig}$  在个体之间是独立同分布的，属于均值为零的连续多元分布。

因此，个体需要通过选择居住地使得自己的效用最大：

$$U_{ig} = \max\{v_N + \epsilon_{iN}, v_F + \epsilon_{iF}\} \quad (A.1)$$

其中， $v_g$  是居住地  $g$  带来的平均效用，个体会选择带来最大效用的居住地，如果居民对两个居住地房屋的估值没有异质性，那么所有人都会选择能提供更好福利设施的居住地，但如果考虑不同居民对不同居住地估值的偏好差异，那么个体会在  $v_N - v_F > \epsilon_{iF} - \epsilon_{iN}$  时选择居住地  $N$ 。定义分布函数  $\eta_i \equiv \epsilon_{iF} - \epsilon_{iN}$  为  $G(\cdot)$ 。那么， $L_N \equiv \Pr(\eta_i < v_N - v_F)$  是居民选择居住地  $N$  的概率。

因此，可以写出居民居住在  $N$  或者  $F$  的总福利水平：

$$V = E[\max\{v_N + \epsilon_{iN}, v_F + \epsilon_{iF}\}] \quad (A.2)$$

考虑在该地区开设了一家污染企业，并因此带来了正向的经济影响，在模型中，这一冲击能够引发该地区生产力的边际提升，即居住在该地区的居民的工资水平都会同等程度上升（无论是居住在污染企业附近还是离污染企业较远）。然而，污染企业只会给居住在其附近的居民造成负外部性（如空气污染和与此相关的健康影响）。

将居民的福利相对于污染企业开设这一经济冲击求导，可以得到如下表达式：

$$\frac{dV}{d\theta} = L_F \cdot \frac{\partial w}{\partial \theta} + L_N \cdot \left[ \frac{\partial w}{\partial \theta} + \frac{\partial A_N}{\partial \theta} \right] = L \cdot \frac{\partial w}{\partial \theta} + L_N \cdot \frac{\partial A_N}{\partial \theta} \quad (A.3)$$

其中， $d\theta$  代表污染企业开设的边际影响， $\frac{dV}{dv_g} = L_g$ 。表达式 (A.3) 显示出污染企业的开设可以被拆分为两项，第一项是由污染企业开设带来的工资变化的总效应。在实证研究中，因为所有的居民都居住在污染企业 2 英里的范围内，我们假设工资变化的效应对在污染企业附近和离污染企

业稍远的居民是相似的。第二项则包括了污染企业开设对居住在附近居民生活福利设施的变化（非工资性的）。因为企业的负外部性（如噪声、空气污染等）都是高度地区性的，这些成本将仅仅增加居住在企业附近居民的成本。

在污染企业开始经营后，一些最初居住在企业附近的“边际”的居民会搬到较远的居住地从而提升自己的福利水平。然而，因为假设居民通过选择居住地的决策实现最优化，通过改变居住地的方式回应周边福利设施的变动的居民能够在个体效用水平上获得微小的提升。因此，污染企业开设的外部成本可能会反映在那些无法移动的人群所经历的价格变动上。

控制其他各项因素不变的条件下，污染企业带来的局部福利设施受损由  $\frac{\partial A_N}{\partial \theta}$  表示。通过比较居住在污染企业附近和稍远于污染企业的居民可以估计此项。因为两组居民都受到了同等程度的生产力冲击，DID 估计可以近似得出  $\frac{\partial A_N}{\partial \theta}$ 。通过这种方式可以显性控制(A.3)的第一项，因此估计值反映出的是总外部成本/收益（Gross External Costs/Benefits）而非净外部成本/收益（Net External Costs/Benefits）。

## 附录 B：企业名称异质性分析（双重差分模型）

为了进一步分析居民对不同类型企业的感知差异，从本研究涉及到的 673 家企业中提取企业名的最后一个汉字，将其分布频数整理如下表 B.1 中。可以看出，绝大多数企业后缀为“xx 公司”的“司”，少数为“xx 工厂”对应的“厂”以及“xx 医院”对应的“院”。

表 B.1 不同后缀的企业数量及其所占比例

后缀	企业数量	所占比例
“司”	601	89.30%
“厂”	40	5.94%
“院”	26	3.86%
其他	6	0.89%
总和	673	100

将不同名称对应的组别进行回归，结果如表 B.2 所示，其中第(1)和(2)列使用了全部名称中不包含“司”的企业数据进行回归，之后三组则分别对名称中含“司”、“厂”和“院”的企业进行回归。

表 B.2 不同名称污染企业对附近房价的影响

	非“司”		“司”		“厂”		“院”	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1[Plant Operating] × 1[Near]	0.045 (0.045)	0.003 (0.040)	-0.017 (0.031)	-0.046** (0.015)	-0.019 (0.047)	-0.025 (0.040)	0.053 (0.044)	0.012 (0.041)
Firm×Near FE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Firm×Year FE		✓		✓		✓		✓
City×Year FE	✓		✓		✓		✓	
<i>N</i>	568	566	3242	3158	268	260	560	558
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.988	0.994	0.964	0.989	0.987	0.996	0.982	0.991

注：\*，\*\*，\*\*\*分别表示在 10%，5%和 1%水平显著。括号中均为聚类在年份和企业层面上的双向聚类标准误（two-way cluster standard error）。

从表 B.2 可以看出，不同后缀的企业对附近房价的影响并没有特别显著的差异，除了公司类型的企业在控制“企业-附近”与“企业-年份”的交互固定效应时呈现出对附房价较为显著的负向影响，大约使房价降低 4.6%。其他企业的名称对房价的影响不显著。可以推测，表 5.7 结果的负向影响主要由公司类型企业贡献，工厂类型企业尽管系数估计值为负但不够显著，而医院类型企业的系数估计值为正，这从侧面进一步说明了医院所具有的正外部性特征。

## 附录 C：后续研究安排

以上仅是本研究的初稿，目前还存在着较大的值得改进与完善的空间。在毕业答辩完成后，本研究希望从研究思路与研究方法两方面进一步拓展内容，进行更细化的分析与讨论，得出更加稳健与可靠的结论。

研究方法方面：

- 1、在 DID 面板数据中加入每个污染企业周围二手房交易的成交量与涉及小区的数量（可能用作回归加权的权重），同时加入 0-0.5 英里与 0.5-1 英里范围内的房价平均值，作为新的实验组进行回归，探索不同距离阈值的效应差异；
- 2、在回归模型中加入城市的控制变量（如人口密度，人均 GDP 等），使模型更加稳健；
- 3、借助高德地图 API 寻找对应的 POI，在 Hedonics 模型中补充位置（Location）与附近设施（Neighborhood）的协变量，优化模型结果；
- 4、借鉴机器学习领域的相关研究进展，通过分类算法与词云/文本分析等方式判别不同企业名称的感知污染程度，补充异质性分析部分。

研究思路方面：

- 1、借鉴心理学中“心理距离”（Psychological Distance）的相关理论，分析居民与污染企业之间的心理距离（与企业进入的时间距离、小区与企业的空间距离）；
- 2、补充更多省份（或城市）的二手房交易数据，探索不同省份之间的差异性特征；
- 3、结合税调数据、企业排污数据、医疗健康数据等新数据进行补充分析与机制解释。