

“双碳”目标约束下的辽宁省房地产业碳排放测算及减排政策研究

郑滨潇, 袁建林, 姜琦蕾

辽宁工业大学经济管理学院, 辽宁 锦州

收稿日期: 2024年6月5日; 录用日期: 2024年7月7日; 发布日期: 2024年9月4日

摘要

文章对辽宁省房地产业2012年到2021年碳排放进行研究, 首先运用排放因子法对辽宁省房地产业碳排放量进行测算, 其次建立STIRPAT模型, 选择岭回归的方法对各变量对辽宁省房地产业碳排放的影响进行定量分析, 最后定量评价了不同针对性的减排政策。研究表明: 辽宁省城镇化率、居民人均消费水平、第三产业增加值、产业结构对房地产业碳排放的影响为负向; 辽宁省房地产业能源强度、辽宁省房地产业碳排放强度的影响为正向。结论表明, 在辽宁省城镇化进程中, 政府加强对房地产的调控及房地产业的产业结构进行升级, 提高技术能力, 选择能源类型并对能源进行合理利用, 并且对居民宣传低碳节能的消费观念, 对推进辽宁省房地产业碳减排具有重要意义。

关键词

房地产业, 碳排放, STIRPAT模型, 岭回归

Research on the Calculation and Emission Reduction Policy of Carbon Emissions from the Real Estate Industry in Liaoning Province under the Constraint of the “Dual Carbon” Goal

Binxiao Zheng, Jianlin Yuan, Qilei Jiang

School of Economics and Management, Liaoning University of Technology, Jinzhou Liaoning

Received: Jun. 5th, 2024; accepted: Jul. 7th, 2024; published: Sep. 4th, 2024

文章引用: 郑滨潇, 袁建林, 姜琦蕾. “双碳”目标约束下的辽宁省房地产业碳排放测算及减排政策研究[J]. 城镇化与集约用地, 2024, 12(3): 153-162. DOI: 10.12677/ulu.2024.123018

Abstract

The article studies the carbon emissions of the real estate industry in Liaoning Province from 2012 to 2021. Firstly, the emission factor method is used to calculate the carbon emissions of the real estate industry in Liaoning Province. Secondly, the STIRPAT model is established, and the ridge regression method is selected to quantitatively analyze the impact of various variables on the carbon emissions of the real estate industry in Liaoning Province. Finally, different targeted emission reduction policies are quantitatively evaluated. The research results indicate that the urbanization rate, per capita consumption level of residents, added value of the tertiary industry, and industrial structure in Liaoning Province have a negative impact on carbon emissions from the real estate industry; the energy intensity of the real estate industry in Liaoning Province and the carbon emission intensity of the real estate industry in Liaoning Province have a positive impact. The conclusion indicates that in the process of urbanization in Liaoning Province, the government has strengthened its regulation of real estate and upgraded the industrial structure of the real estate industry, improved technological capabilities, selected energy types and utilized energy reasonably, and promoted low-carbon and energy-saving consumption concepts to residents. This is of great significance for promoting carbon reduction in the real estate industry in Liaoning Province.

Keywords

Real Estate Industry, Carbon Emissions, STIRPAT Model, Ridge Regression

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2022年10月,习总书记在党的二十大报告中郑重提出“积极稳妥推进碳达峰碳中和,推动形成绿色低碳的生产方式和生活方式”[1]。实现碳达峰碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革。清华大学建筑节能研究中心发布的《中国建筑节能年度发展研究报告 2023》显示,2021年我国建筑总量达到6678亿 m^2 ,与建筑运行时的能源消耗相关的碳排放总量为22亿 tCO_2 ,占总排放比例的22%。随着我国城镇化进程的加快,建筑能耗呈现刚性增长趋势。

从既有文献来看,国内外的专家学者在建筑能耗与碳排放方面做了大量研究。王霞等[2]在对我国2001~2014年的建筑能耗进行因素分析的基础上,定量分析了这些因素对建筑能耗的影响程度和影响规律。结果表明:人口规模因素、城镇化因素、建筑面积因素、行为因素对其增长均具有显著的正向驱动作用,建筑能效则对建筑能耗增长具有抑制作用。申立银等[3]对我国30个省份的居住建筑碳排放效率进行了测度和分析。结果显示:居住建筑碳排放效率有效省份数量较少;中国南北地区的居住建筑碳排放效率差异较大,南方地区居住建筑碳排放效率普遍高于北方地区;气候条件、能源结构、城镇化率和节能技术对居住建筑碳排放效率有较大影响。张时聪等[4]在研究中指出,提升建筑能效至超低能耗建筑能效水平可使得各气候区、各类公共建筑碳排放强度较基准建筑下降30%~40%以上;若在建筑达到近零能耗建筑能效指标的基础上进一步增加建筑可再生能源的应用,相对于基准建筑的减碳率可再增加15%。

建筑能耗是建筑节能的基础,只有在衡量建筑能耗的基础上,才能计量房地产的成效和制定房地产节能的发展战略[5]。“低碳经济”发展模式在应对全球气候变化的严峻挑战中应运而生。这就意味着作为我国国

民经济支柱产业之一的房地产业，在不断发展的同时，还将面临减排的巨大压力。截至目前，能耗、物耗及排污“三高”仍是房地产业的显著标签。换句话说，在“双碳”目标的约束下，房地产业减排不容缺席。

因此，本文将对辽宁省房地产业碳排放进行测算，并对辽宁省房地产业减排路径提出合理化建议。

2. 辽宁省房地产业碳排放测算

2.1. 数据来源

辽宁省目前尚未发布每年各行业碳排放量，本文以 2012~2021 年 10 年为观察期，各类能源使用量、人口数量等来源于《辽宁省统计年鉴》，平均低位发热量和折标准煤系数来源于《综合能耗计算通则 GB/T 2589-2020》，单位热值含碳量及碳氧化率来源于《省级温室气体清单编制指南》。

2.2. 碳排放测算方法

碳排放测算方法有排放因子法、平衡法与实测法三种方法，排放因子法因其成熟的计算公式和排放因子的数据来源而在我国得到广泛使用。所以，本文采用排放因子法来对辽宁省房地产业碳排放进行核算，本文采用 IPCC 行业碳排放的核算方法计算公式如(1)所示：

$$\text{Total} = \sum_{i=1}^n E_i \lambda_i \quad (1)$$

其中，Total 表示第 t 年消耗的所有能源的碳排放量， E 为 i 类能源的消耗量， λ 为 i 类能源的二氧化碳排放系数。

2.3. 碳排放测算

根据煤炭、汽油、煤油等 6 种能源的二氧化碳排放系数(见表 1)，通过计算公式(1)得出辽宁省房地产碳排放量。其中，根据《省级温室气体清单编制指南》中规定电力碳排放量为区域电力排放因子乘电力消耗量来进行计算，因为区域电网的不同，辽宁省所在的东北区域的二氧化碳排放因子为 1.096 Kg/KW·h，折标准煤系数为 0.1229 Kgce/(KW·h)。

Table 1. Conversion factors for various energy sources

表 1. 各类能源折算系数

能源	平均低位发热量 (KJ/Kg)	折标准煤系数 (Kgce/Kg)	单位热值含碳量	碳氧化率	二氧化碳系数 (KgCO ₂ /Kg)
煤炭	20,934	0.7143	26.37	0.94	1.9027
汽油	43,124	1.4714	18.9	0.98	2.9287
煤油	43,124	1.4714	19.5	0.98	3.0217
柴油	42,705	1.4571	20.2	0.98	3.0998
燃料油	41,868	1.4286	21.1	0.98	3.1744
天然气*	38,979	1.3300	15.3	0.99	2.1649

注：1) 二氧化碳系数 = 平均低位发热量单位热值含碳量碳氧化率 $10^{-6} 44/12$ ；2) 天然气的平均低位发热量单位为 KJ/m³，折标准煤系数单位为 Kgce/m³。

房地产业作为跨越第二产业和第三产业的经济综合体，在其繁荣发展过程中的建筑能耗和引发的上游产业的碳排放问题十分严重，不容忽视。因此，研究房地产业发展与建筑业能耗及碳排放量的关系是必要的。

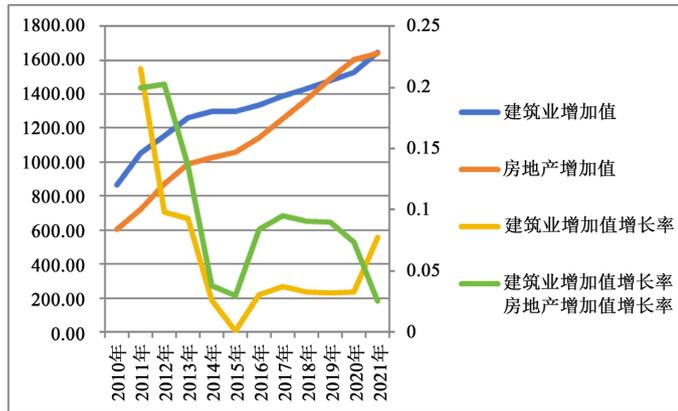


Figure 1. Changes in gross domestic product of the construction and real estate industries in Liaoning province
图 1. 辽宁省建筑业与房地产业生产总值变化量

通过图 1 可以看出，在 2010 年至 2021 年期间，建筑业和房地产业生产总值稳步上升，在 2019 年和 2020 年房地产业生产总值超过建筑业生产总值。由于国民经济的提高，房地产业快速发展，引起建筑业能耗的增加，从而导致碳排放量的增加。因为辽宁省房地产业的能源消耗量在统计年鉴中并没有进行统计，所以本文采取辽宁省建筑业与房地产业生产总值之比来得出房地产业碳排放量(见表 2~4)。

Table 2. Energy consumption of various types in the construction industry
表 2. 建筑业各类能源消耗量

能源消耗量	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
煤炭(10 ⁴ t)	24.33	29.48	11.59	4.45	3.05	1.09	0.18	0.33	0.33	0.34
汽油(10 ⁴ t)	15.73	15.98	10.28	0.76	0.62	1.58	0.12	0.42	1.03	1.05
煤油(10 ⁴ t)	0.71	0.69	0.66	0.7	0.52	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00
柴油(10 ⁴ t)	39.66	40.60	26.31	25.06	21.87	21.89	0.68	4.75	5.00	4.82
燃料油(10 ⁴ t)	1.95	1.92	0.00	0.1	0.08	0.00	0.25	0.69	0.97	1.52
天然气(10 ⁸ m ³)	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.06	0.06	0.00	0.22	0.03
电力(10 ⁸ KW·h)	27.76	30.20	29.38	27.28	25.77	24.93	24.12	22.24	22.48	22.75

Table 3. Carbon emissions from the construction industry
表 3. 建筑业碳排放量

		碳排放量(万吨)									
年份		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
碳排放量		527.884	567.916	457.714	390.878	360.759	350.629	269.250	262.523	273.366	273.478

Table 4. Carbon emissions from the real estate industry in Liaoning Province
表 4. 辽宁省房地产业碳排放量

		碳排放量(万吨)									
年份		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
碳排放量		397.351	444.339	362.233	318.271	308.937	316.885	256.988	264.625	286.407	272.664

3. 影响因素分析

结合辽宁省房地产业的碳排放所具有的特点, 基于文献研究的基础上, 选取了人口、经济、技术因素作为本文碳排放测算研究的影响因素。

3.1. 人口因素

城镇化率。孙慧宗等采用 1978 年至 2006 年的相关数据对城镇化与二氧化碳排放量进行了分析, 结果显示, 中国的城镇化进程与二氧化碳排放之间存在稳定的均衡关系和不具有理论上的双向因果关系[6]。程开明表示, 在我国, 城镇化水平从 1978 年到 2014 年提升了 36.85%, 同期, 中国的能源消费水平也不断提升[7]。随着辽宁省城镇化进程的加快, 建筑面积总量快速提高, 从而引起房地产业碳排放量的迅速提升。因此, 本文选取城镇化率(城镇人口数量/总人口数量)作为人口因素之一。

居民人均消费水平。李治国等认为, 人均消费水平是城乡家庭间接碳排放增长的关键, 它带来的碳排放增长变化超过家庭实际间接碳排放[8]。胡振等以陕西省为例, 发现陕西省家庭人均消费从 2003 年到 2017 年平均每年增长 17%, 分析家庭消费的各个因素占比, 结果显示, 家庭消费碳排量总体呈现上升趋势[9]。随着经济的快速发展, 人们不只满足基本的生存条件, 更注重生活的品质。现如今, 人们对汽车、住房、电器以及一些居住消费品的青睐, 这些使房地产运行耗能大大增加, 所以碳排放量随着居民人均消费水平的提高而增加。

3.2. 经济因素

产业结构。人们逐渐感知到产业结构调整对碳减排的重要性。徐成龙等采用 LMDI 分解技术分析了山东省产业结构对碳减排的作用, 指出虽然以前的产业结构调整使得碳排放量不降反升, 但是未来的产业结构调整会显著降低碳排放量[10]。陶长琪等发现, 产业结构和碳排放之间存在双向动态关系, 产业结构能够显著长期地影响碳排放[11]。曲英等对辽宁省 26 个行业的直接和隐含碳排放及碳减排潜力进行了分析。结果表明, 提高碳减排技术和改进能源使用结构都能够减少碳排放, 但是产业结构优化对于在保证经济发展前提下减少碳排放、达到碳减排目标具有更加立竿见影的效果[12]。房地产作为第三产业, 是国民经济的支柱产业。相关研究表明, 第三产业占比上升而第二产业占比下降, 也会引起碳排放的变化。换句话说, 产业结构的变迁是碳排放的重要根源。所以本文选择房地产业生产总值与辽宁省生产总值之比作为产业结构。

第三产业增加值。张冬良等研究发现, 不同产业部门碳排放变化明显, 其中第三产业碳排放量增长迅速并且比重在不断加大[13]。随着现代化经济体系的建立, 促进了辽宁省第三产业的快速增长, 从 2012 年占比 39.7% 增加到 51.6%。第三产业的快速发展对房地产业耗能发生了重要的影响, 成为了房地产业碳排放的重要因素。

3.3. 技术因素

碳排放强度。指随着国家生产总值增长所带来的碳排放量, 碳排放强度反映了经济和二氧化碳排放量之间的关系, 计算公式如(2)所示:

$$Q = C/Y \quad (2)$$

其中, Q 为碳排放强度, 单位为吨碳/万元; C 为省年碳排放总量, 单位为吨; Y 为省国内生产总值, 单位为亿元。

碳排放强度既反映了能源的利用率和能源利用水平, 也反映了经济发展水平与技术水平。使用能源时, 能源越未被充分利用, 说明能源利用率越低, 同时也代表着能源利用水平越低, 则碳排放强度越高。

而从碳排放强度的定义上来看,碳排放强度高,有效反映了地区或者国家的经济效率与技术水平比较低,表示需要投入更多的能源才能创造出同等的财富。因此,本文选取辽宁省房地产业碳排放强度作为影响因素之一。

房地产业能源强度。能源强度通过能耗效率的表现作为衡量科技进步的指标,能源利用率的提高表示通过技术的进步来减少单位生产总值的耗能。与此同时,科技进步促进了社会经济发展,而社会经济高速发展又离不开对能源的大量需求,进而产生碳排放。所以本文选择房地产业各能源消耗量之和与房地产业生产总值之比作为辽宁省房地产业能源强度。

4. STIRPAT 模型构建

4.1. STIRPAT 模型理论基础

IPAT 模型是根据 Ehrlich 和 Holden 提出的 $I = PF$ 进一步展开而来[14]。 $I = PAT$, 其中: I (impact)表示环境或者资源的影响, P (population)表示人口, A (affluence)表示富裕度, T (technology)表示技术发展。由于 IPAT 模型中 3 个对环境影响的因素可能并不独立, 所以 Waggoner 等在此基础上演变了 IPCT 模型 [15], 其将 T (技术发展)转换为单位 CDP 消费量(C)和单位消费带来的影响(T)。Schulze 提出, 人类可以通过自身选择 B (behavioral choices)改变对环境的影响, 因此修正为 $I = PBAT$ [16]。由于上述模型无法进行假设性检验等局限性, 所以 Dietz 等提出了随机回归模型来分析各种因素对环境的影响, 建立了 STIRPAT 模型, 该模型运用比较灵活, 允许其他变量加入和替换, 其表达式为:

$$I = aP^bA^cT^d e \tag{3}$$

其中, a 为模型的修正系数; b 、 c 、 d 为人口、富裕度、技术修正系数; e 为标准误差。

对(1)模型取对数后, 变为:

$$\ln I = \ln a + b \ln P + c \ln A + d \ln T + \ln e \tag{4}$$

4.2. STIRPAT 模型建立

参考公式(4)对辽宁省房地产业碳排放量建立 STIRPAT 模型:

$$\ln C = \ln a + \alpha_1 \ln X_1 + \alpha_2 \ln X_2 + \alpha_3 \ln X_3 + \alpha_4 \ln X_4 + \alpha_5 \ln X_5 + \alpha_6 \ln X_6 + \ln e \tag{5}$$

其中, C 为辽宁省房地产业碳排放总量; a 为模型的修正系数; X_1 为辽宁省城镇化率; X_2 为辽宁省居民人均消费水平; X_3 为产业结构; X_4 为辽宁省第三产业增加值; X_5 为辽宁省房地产业碳排放强度; X_6 为辽宁省房地产业能源强度; α_1 、 α_2 、 α_3 、 α_4 、 α_5 、 α_6 为 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 、 X_6 的修正系数; e 为标准误差。

根据选取影响辽宁省房地产业碳排放的影响因素和辽宁省房地产业碳排放量, 得出各类数据, 如表 5 所示。

Table 5. Carbon emissions and influencing factors of the real estate industry in Liaoning Province from 2012 to 2021
表 5. 辽宁省房地产业 2012~2021 年碳排放及其影响因素

年份	辽宁省房地产业碳排放总量 C	城镇化率 X ₁	居民人均消费水平 X ₂	产业结构 X ₃	第三产业增加值 X ₄	辽宁省房地产业碳排放强度 X ₅	房地产业能源强度 X ₆
2012	397.351	65.65	41.5	4.88	7092.4	0.4564	0.0887
2013	444.339	66.45	46.4	5.15	8031.2	0.4494	0.0895
2014	362.233	67.05	51	5.13	8984.9	0.3528	0.0603

续表

2015	318.271	68.05	54.1	5.23	9811.9	0.301	0.0478
2016	308.937	68.87	55.7	5.62	10685.6	0.2696	0.0436
2017	316.885	69.49	56.5	5.78	11461.8	0.2526	0.0434
2018	256.988	70.26	59.5	5.82	12441.0	0.1878	0.0214
2019	264.625	71.21	63.2	6.00	13201.4	0.1774	0.0246
2020	286.407	72.14	58.9	6.40	13369.1	0.1789	0.0281
2021	272.664	72.81	64.5	5.95	14247.1	0.1661	0.0238

5. 岭回归法

因为模型中的自变量存在多重共线性，所以采用 SPSS 24 软件进行岭回归分析对该模型进行拟合，设置 K 取值区间为[0, 1]，步长为 0.02，得到岭迹图，如图 2 所示。

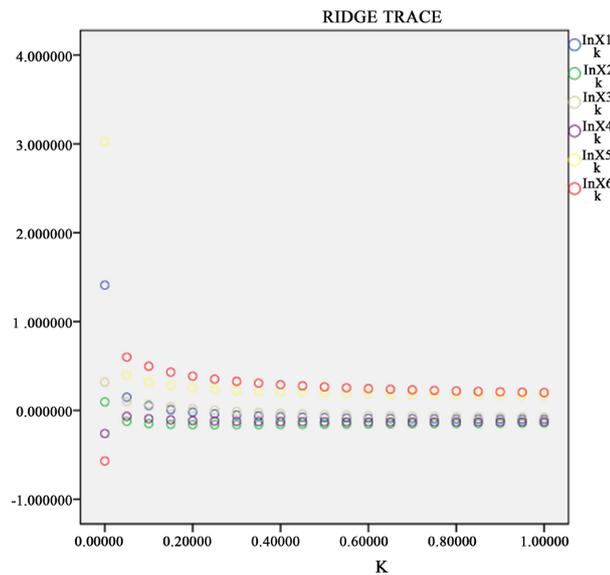


Figure 2. Ridge trace map
图 2. 岭迹图

岭回归结果表明，当 $K \geq 0.4$ 时，岭迹图趋于稳定，根据岭回归分析中岭参数的取值原则，选取 $K = 0.4$ 作为岭值，得出岭回归的线性回归结果，如表 6 所示。

Table 6. Ridge regression calculation results of the analysis model for factors affecting carbon emissions in the real estate industry in Liaoning Province

表 6. 辽宁省房地产业碳排放影响因素分析模型岭回归计算结果

	系数	标准误差	标准回归系数	系数/标准误差
LnX ₁	-0.359	0.383	-0.070	-0.936
LnX ₂	-0.208	0.124	-0.159	-1.684
LnX ₃	-0.068	0.225	-0.032	-0.300

续表

LnX ₄	-0.099	0.031	-0.128	-3.166
LnX ₅	0.098	0.023	0.209	4.280
LnX ₆	0.099	0.031	0.290	3.188
常数	9.596	1.797	0.000	5.339

该回归模型系数 $R^2 = 0.904$ ，说明有较高的拟合程度，模型的显著性 Sig F 等于 0.116，表明回归系数有较高的显著性。因此，辽宁省房地产业碳排放的回归模型为：

$$\ln C = -0.359 \ln X_1 - 0.208 \ln X_2 - 0.068 \ln X_3 - 0.099 \ln X_4 + 0.098 \ln X_5 + 0.099 \ln X_6 + 9.596 \quad (6)$$

根据模型中各个自变量的回归系数可以得出，各因素对辽宁省房地产业碳排放影响大小。

城镇化率对辽宁省房地产业碳排放的影响是负向的，每当辽宁省的城镇化率提高 1%，房地产业碳排放量会增加 0.359%。其主要原因为：一是城镇为人们产生社会生活行为的主要聚集地，大多数社会生活行为发生于建筑中，所以，城镇成为了房地产业碳排放的产生场所。二是随着近年来辽宁省城镇化进程的不断推进，城镇规模在不断扩大，城镇人口数量也在不断上升，使这部分人的生活模式转变为高耗能模式，这就引起了房地产业碳排放的增加。

居民人均消费水平对辽宁省房地产业的影响是负向的，每升高 1%，辽宁省房地产业碳排放量会增加 0.208%。这是因为居民消费水平的增加会使居民对住宅建筑舒适程度增加，居民对家庭电器的依赖，会使家用电器使用时间变长。除此之外，伴随着人们对于生活质量标准的不断提高，家用电器的种类越来越多。这两方面原因相互作用，使得房地产业能耗不断增加。

第三产业增加值对辽宁省房地产业的影响是负向的，每增加 1%，辽宁省房地产业碳排放量会增加 0.099%。随着现代化经济体系的建立，促进了辽宁省第三产业的快速增长。第三产业的能源消耗是公共建筑能源消耗的重要部分，人们的休闲和工作场所随着第三产业的发展，逐渐转向公共建筑中，导致相应的房地产碳排放逐渐增多。

产业结构对辽宁省房地产业的影响是负向的，每提高 1%，辽宁省房地产业碳排放量会增加 0.068%。辽宁省正处于工业化和城市化加快发展的时期，随着辽宁省社会经济的发展及产业结构比重的变化，各类房地产的市场需求也会发生变化。同时，房地产业是跨越第二产业和第三产业的经济综合体，聚集了大量高碳排放行业。当产业结构比重向第二产业倾斜时，厂房等的需求量就会增大。当产业结构比重向第三产业倾斜时，办公用房和商业用房的需求量也会增大，随之带来的则是房地产业碳排放的增加。

房地产业能源强度和碳排放强度对辽宁省房地产业碳排放影响是正向的，每上升 1%，辽宁省房地产业碳排放量分别减少 0.099% 和 0.098%。随着辽宁省产业和能源结构的调整，房地产业碳排放强度逐年减少，能源效率也在提高，能源效率在一定程度上代表着技术的进步，虽然近 20 年来辽宁省无论在硬性技术还是管理政策等软技术方面有较大进步，按照能源效率和房地产业碳排放强度来判断，在当下仍需继续注重能源效率的提高。

6. 减排政策

结合辽宁省房地产业碳排放现状及特点，基于对城镇化率、产业结构、居民人均消费水平及第三产业增加值等方面影响因素的考虑，对辽宁省房地产业减排路径提出以下几个方面的建议：

1) 集聚先进生产要素，加强科技创新。

辽宁省在城镇化进程推进的过程中，应注重对优秀人才及技术劳动力的吸引，加大对科研机构、通讯信息等的投入，并着力开发知识产权等，以多种方式集聚先进生产要素，再借助先进的生产要素来加

强辽宁省科技创新能力。进而，科技创新的提高将助力辽宁省产业转型升级。同时，通过集聚先进生产要素和加强科技创新以构建新型城镇化体系，推动辽宁省房地产业以后的碳排放量由高到低的方向发展。在城市化进程推进过程中，不断淘汰那些耗能高、碳排放高及排污高的产业，大力发展低碳排放的房地产业。此外，政府应该对房地产的调控加以把控，制定合理的政策来降温楼市，从而使房地产业健康向上的发展。

2) 加强低碳生活方式宣传，增强居民低碳意识。

碳排放与居民消费行为和消费习惯密切相关，因此加强低碳生活方式方面的宣传，培养和增强居民低碳生活的意识，倡导居民绿色低碳消费尤为必要。可以利用诸如抖音、快手等网络传播媒介或电视等传播方式向市民投放关于低碳建筑的公益广告或宣传片视频，培养居民低碳消费与生活模式，转变居民消费观念，将低碳的生活方式向居民普及，从而降低居民生活能耗，进而降低房地产业碳排放量。通过这些宣传使市民意识到每个人都能为实现低碳发展贡献自己的力量，也只有依靠每一位居民的努力，才能实现房地产业减排目标。此外，政府可以通过制定合理的能源价格来引导居民养成节约用能的好习惯，进而减少房地产业碳排放。

3) 建立减排监测体系，制定碳排放限额标准。

第三产业的生产活动绝大多数是发生在公共建筑的，而公共建筑具有高能耗高排放、用能浪费现象严重的特点。因此，在保证第三产业不断发展的同时，辽宁省可以尝试建立碳排放监测体系。通过公共建筑碳排放监测平台来实时收集全省建筑的碳排放数据，并将数据进行分类管理，分析数据，从而寻找减少碳排放的关键控制点，进而加强辽宁省公共建筑的节能减排运行管理。此外，辽宁省政府可通过制定合理的各种类型的公共建筑能耗及碳排放量限额标准，对碳排放高的建筑进行重点管理，对各类建筑制定不同政策的碳排放限额，从而合理控制碳排放对房地产业的影响。

4) 调整和优化产业结构。

辽宁省需加快经济转型，调整和优化产业结构，辽宁省可结合自身实际现状，尝试在低碳排放的服务业发展上进行发力。同时，降低房地产上游产业碳排放，如使用低碳的建材、低碳的施工方式以及低碳的装修。全力推进低碳经济发展，才能助力辽宁省房地产业碳减排。

5) 丰富能源渠道，开发利用低碳、高效、清洁能源。

丰富能源渠道，提高能源效率。降低对能源的大规模一次性运输，提高能源的转化率。开发利用低碳、高效、清洁的可再生能源，用低碳能源替代高碳能源，提高太阳能、风能等清洁能源在房地产业中的占比。除此之外，对于房地产业自身的技术升级，是降低房地产业碳排放量的关键，要大力发展先进技术在房地产业的运用，从而有效利用能源，减少碳排放。

7. 结论

气候变化的主要原因是由碳排放量引起的，房地产业作为横跨第二和第三产业的经济综合体，是极具减排潜力的行业之一。本文以辽宁省为例，对房地产业进行实证研究，运用 STIRPAT 模型和岭回归法对其影响因素进行研究。得出影响因素：城镇化率(-0.359)、居民人均消费水平(-0.208)、第三产业增加值(-0.099)、产业结构(-0.068)对辽宁省房地产业碳排放量影响为负；影响因素：房地产业能源强度(0.099)、房地产业碳排放强度(0.098)对房地产业碳排放影响为正。辽宁省应该基于人口、经济、技术发展的方向制定相应政策来降低房地产业碳排放影响因素系数，从而降低辽宁省房地产业的碳排放水平。

基金项目

辽宁省社会科学规划基金项目(L23BTJ001)。

参考文献

- [1] 章轲. 二十大报告: 推进美丽中国建设协同推进降碳、减污、扩绿、增长[EB/OL]. 第一财经日报. <https://m.yicai.com/news/101563345.html>, 2022-10-17.
- [2] 王霞, 任宏, 蔡伟光, 等. 中国建筑能耗时间序列变化趋势及其影响因素[J]. 暖通空调, 2017, 47(11): 21-26+93.
- [3] 申立银, 朱梦成, 吴雅, 等. 中国居住建筑碳排放效率测度[J]. 城市问题, 2019(10): 53-62.
- [4] 张时聪, 王珂, 徐伟. 低碳、近零碳、零碳公共建筑碳排放控制指标研究[J]. 建筑科学, 2023, 39(2): 1-10+35.
- [5] 王静. 基于全生命周期理论的低碳房地产测度研究[J]. 商业时代, 2011(28): 115-116.
- [6] 孙慧宗, 李久明. 中国城市化与二氧化碳排放量的协整分析[J]. 人口学刊, 2010(5): 32-38.
- [7] 程开明. 城市化与能源消耗: 一个文献综述[J]. 财贸研究, 2016, 27(1): 36-44.
- [8] 李治国, 王杰. 中国城乡家庭碳排放核算及驱动因素分析[J]. 统计与决策, 2021, 37(20): 48-52.
- [9] 胡振, 龚薛, 刘华. 家庭消费碳排放影响因素及其变化趋势分析——以陕西省为例[J]. 生态经济, 2020, 36(5): 24-30.
- [10] 徐成龙, 任建兰, 巩灿娟. 产业结构调整对山东省碳排放的影响[J]. 自然资源学报, 2014, 29(2): 201-210.
- [11] 陶长琪, 彭永樟, 琚泽霞. 经济增长、产业结构与碳排放关系的实证分析: 基于 PVAR 模型[J]. 经济经纬, 2015, 32(4): 126-131.
- [12] 曲英, 雷震, 刘越. 辽宁省行业隐含碳排放及碳减排潜力分析——基于产业结构分析视角[J]. 科技管理研究, 2017, 37(24): 241-247.
- [13] 张冬良, 宫清华, 尹小玲, 等. 低碳经济背景下广州市产业碳排放特征及发展对策[J]. 生态经济, 2015, 31(1): 65-69+79.
- [14] Ehrlich, P.R. and Holdren, J.P. (1971) Impact of Population Growth. *Science*, **171**, 1212-1217. <https://doi.org/10.1126/science.171.3977.1212>
- [15] Waggoner, P.E. and Ausubel, J.H. (2002) A Framework for Sustainability Science: A Renovated IPAT Identity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **99**, 7860-7865. <https://doi.org/10.1073/pnas.122235999>
- [16] Schulze, P.C. (2002) I = PBAT. *Ecological Economics*, **40**, 149-150. [https://doi.org/10.1016/s0921-8009\(01\)00249-x](https://doi.org/10.1016/s0921-8009(01)00249-x)