



# 中国建筑业碳排放影响因素及 碳达峰碳中和预测分析

朱微,程云鹤

(安徽理工大学 经济与管理学院,安徽 淮南 232001)

**摘要:**以2005—2021年中国建筑业碳排放量为研究对象,运用STIRPAT模型和岭回归识别其碳排放影响因素,在此基础上设置多种情景,预测中国建筑业2022—2060年碳排放量。研究发现:(1)城镇化对中国建筑业碳排放的影响最大,次之为人口规模和能源结构;(2)中国建筑业碳排放量自2015年进入平台期,低碳、基准、激进情景下,建筑业达峰时间分别为2025年、2030年和2040年;但是,2060年建筑业自身难以实现碳中和,需要多行业协同,多主体推进。

**关键词:**建筑业;碳达峰碳中和;STIRPAT模型;情景分析

**DOI:** 10.13358/j.issn.2096-9309.2023.1019.01

**中图分类号:** X322

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2096-9309(2024)01-0001-07

**引用格式:** 朱微,程云鹤.中国建筑业碳排放影响因素及碳达峰碳中和预测分析[J].河北环境工程学院学报,2024,34(1):1-7.

为推进碳达峰碳中和工作,中国在2021年发布了《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》<sup>[1]</sup>和《2030年前碳达峰行动方案》<sup>[2]</sup>等顶层设计。同时,在国家层面的系统谋划和总体部署下,住房和城乡建设部国家发展改革委发布了《城乡建设领域碳达峰实施方案》<sup>[3]</sup>。据《2022中国建筑能耗与碳排放研究报告》<sup>[4]</sup>显示,2020年的建筑全过程碳排放占全国碳排放比例为51%,建筑业已成为中国能源消费和碳排放增加的重要来源。因此,探究中国建筑业碳排放的影响因素,合理预测其碳排放发展趋势,判断是否能在2030年前实现碳达峰和2060年前城乡建设方式实现全面绿色低碳转型,可以有针对性地制定碳达峰碳中和政策或对现有的政策进行优化或改进,从而准确地对“双碳”目标提供参考依据。

## 1 国内外研究现状

一直以来建筑业碳排放是众多学者关注的热点

问题。不同的学者从不同的角度进行了研究。一是准确衡量建筑业碳排放量<sup>[5]</sup>。目前衡量建筑业碳排放量分为两种,一种是宽口径,从全生命周期角度,包括生产、运输、建造、运行、拆除到垃圾处理各个阶段的碳排放量之和作为建筑业碳排放量;另一种是窄口径,仅计算建筑业运行周期所产生的碳排放量,主要采用排放因子法<sup>[6]</sup>、质量平衡法<sup>[7]</sup>、实测法。二是研究分析方法。从效率的角度来衡量建筑行业的碳排放效率,主要采用一种非参数法(数据包络分析法)<sup>[8-9]</sup>。三是建筑业碳排放影响因素研究及达峰预测。研究碳排放影响因素的模型有IPAT模型<sup>[10]</sup>(Kaya/STIRPAT等)、指数分解(IDA、LMDI)、结构分解(SDA)等。在此基础上,结合以往的趋势状况和现行的政策和发展计划,科学地设置未来的技术、经济和社会发展的情景,并将各个要素的设置参数引入到该模型中,就可以实现对碳排放的预测。其中黄秀莲等<sup>[11]</sup>构建了STIRPAT模型,通过设定惯性情景模

收稿日期:2023-10-19

基金项目:国家社会科学基金(2022-XBZD-09);研究生创新基金(2022CX2157)

作者简介:朱微(1999—),女,安徽淮北人,安徽理工大学管理科学与工程专业硕士研究生在读,研究方向为低碳建筑。

式、节能情景模式和低碳情景模式预测河北省的碳峰值。结果表明,企业规模是影响河北省碳排放最显著的因素,在低碳情况下峰值时间可以提前。萨和雅等<sup>[12]</sup>以人口增长率、GDP增长率等变量设置多种不同的情景模式,分析内蒙古自治区的碳排放量变化。结果表明,人口是影响碳排放的最大因素,通过降低经济增长率来减少碳排放的增加。翁智雄等<sup>[13]</sup>通过研究多种经济发展路径,预测分析河北省 2017—2035 年能源需求和碳排放状况,并提出相应科学合理的政策建议。董棒棒等<sup>[14]</sup>通过情景模拟建立 9 种发展模型,对我国西北地区 2017—2030 年能源消费碳排放进行了预测和分析。

综上所述,学者们较为注重行业因素分析、模型改进和相关评价体系的建立,将理论与实践结合,寻找适合的低碳转型路径,但是目前建筑业碳排放量在 2015 年之后稳定下降,中国建筑业碳排放量是在 2015 年达峰还是进入平台期?若达峰,在 2060 年是否能实现碳中和?鉴于此,本研究选取主要指标构建 STIRPAT 预测模型,利用情景分析法模拟中国建筑业未来碳排放量变化情况,分析在不同变化速率下,各影响因素对中国建筑业碳中和造成的影响,旨在在此基础上,对中国建筑行业的节能减排潜力进行深入研究,为我国在 2060 年前实现碳中和提供科学依据。

## 2 模型构建与数据来源

### 2.1 碳排放测算模型构建

基于数据可获得性,测算了建筑行业的直接碳排放量。建筑行业的直接碳排放量主要来源于建筑生产过程的能耗,按照化石能源类别及前期研究结果,选取原煤、焦炭、汽油、煤油、柴油、燃料油、LPG、天然气 8 种能源。依据 IPCC 中碳排放的计算方法,公式为:

$$C_{\text{建筑业}} = \sum_{i=1}^8 E_i \times f_i \quad (1)$$

式中: $C_{\text{建筑业}}$ ——建筑业碳排放总量; $E_i$ ——能源  $i$  的使用量; $f_i$ ——碳排放因子。

### 2.2 建筑碳排放预测模型构建

在拓展 STIRPAT 模型基础上构建出指标与建筑业碳排放量关系的计量经济模型。将建筑业碳排放量作为被解释变量,从经济产出、技术水平和人口规模三个方面进行因素选取。首先,现有的研究多是将人口规模用常住人口来描述,而建筑业用年末建筑业企业从业人数  $CP$  表示,其从业人员施工水平会影响碳排放。<sup>[15]</sup>其次,选用国

民经济核算的核心指标人均生产总值  $PG$  和建筑业人均生产总值  $CPG$  及城镇化率  $CZH$  作为经济产出指标,既能较好地体现产业的总体经济发展水平,又能体现建设规模。<sup>[16-17]</sup>最后,将技术水平变量扩展为反映原煤使用量占比的建筑业能源结构  $ES$ 、建筑业碳排放量与其生产总值直接的比值碳排放强度  $CI$  两个变量, $ES$  越大,碳排放量越多; $CI$  愈小,则代表建筑产业单位产出的碳排放量愈少,也就是建筑产业的科技含量愈高。<sup>[18]</sup>具体结果见表 2。将所涉及变量进行对数化处理,得出具体公式:

$$\ln C_{\text{建筑业}} = a + b \ln CP + c \ln PG + d \ln CPG + e \ln CZH + g \ln ES + h \ln CI \quad (2)$$

表 2 中国碳排放预测研究指标选取

指标类型	变量指标	变量说明	单位
	建筑业碳排放量	建筑业碳排放量	万 t
人口规模	建筑业从业人员	年末建筑业企业从业人数	万人
	人均 GDP	生产总值年总量/年总人口数	元/人
经济产出	建筑业人均生产总值	建筑业生产总值/建筑业从业人数	万元/人
	城镇化率	城镇人口/总人口	%
技术水平	建筑业能源结构	煤炭原煤用量/能耗总量	%
	建筑业碳排放强度	建筑业 CO <sub>2</sub> 排放量/建筑业生产总值	万 t/万元

### 2.3 数据来源与处理

考虑到数据可得性和研究对象的特点,选取 2005—2021 年 17 年的数据进行研究,主要指标的数据来源如下:

各能源消耗数据主要来源于 CEIC 数据库及《中国能源统计年鉴》。建筑业总产值、建筑业从业人数、人均 GDP、城镇化率等数据均来源于《中国统计年鉴》。

## 3 结果分析

### 3.1 中国建筑业碳排放量现状

根据碳排放计算模型计算出研究期间我国年建筑业二氧化碳排放量及增长率,如图 1 所示。

由图 1 可直观地看到,中国建筑业碳排放总量在 2015 年达到研究期间的最大值,是 2005 年的 1.63 倍,年平均增长率为 5.15%。中国建筑业碳排放量在 2015 年之前逐渐增长,之后呈稳定下降趋势。

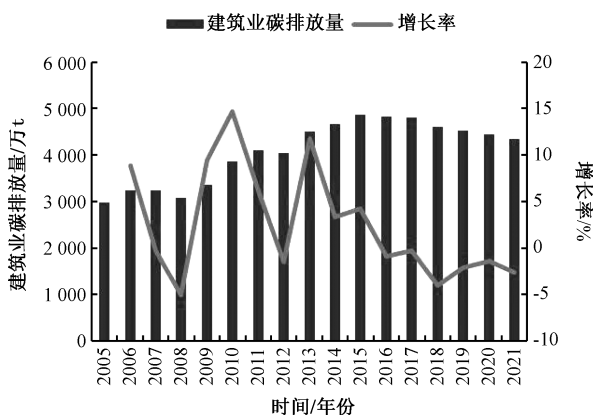


图1 中国建筑业碳排放量(2005—2021年)

### 3.2 STIRPAT模型预测结果

通过构建可拓展的STIRPAT模型,进一步探究人口规模、经济产出和技术水平对于建筑业碳排放量的影响。为避免“伪回归”,首先利用SPSS26.0对变量做多元线性回归。

$R^2$ 表示模型的拟合精度,当 $R^2$ 越接近1时,说明模型的拟合精度越好。德宾-沃森(Durbin-Watson)检验是目前检验自相关性最常用的方法。当DW值显著地接近于0或4时,则存在自相关性,而接近于2时,则不存在(一阶)自相关性。从表3中可知,调整后的 $R^2=1.000$ ,表示此时模型拟合较好。DW值为2.17表示自变量之间不存在(一阶)自相关。

表5 岭回归结果

K=0.201	非标准化系数		标准化系数	t	P	$R^2$	调整 $R^2$	F
	B	标准误	Beta					
常数	3.551	0.791	-	4.489	0.001***			
LnCP	0.239	0.055	0.336	4.326	0.001***			
LnPG	0.062	0.009	0.191	7.09	0.000***			
LnCZH	0.266	0.058	0.205	4.624	0.001***	0.899	0.838	14.837(0.000***)
LnCPG	0.092	0.024	0.24	3.859	0.003***			
LnES	0.239	0.098	0.243	2.43	0.035**			
LnCI	-0.029	0.015	-0.09	-1.997	0.074*			

注:\*\*\*、\*\*、\*分别代表1%、5%、10%的显著性水平。

岭回归的结果表明:经F检验,P值为0.000,在水平上具有显著性,拒绝了原假定。同时,该模型拟合较好, $R^2$ 达0.838。

模型的公式:

$$\ln C_{\text{建筑业}} = 3.551 + 0.239 \times \ln P + 0.062 \times \ln PG + 0.266 \times \ln CZH + 0.092 \times \ln CPG + 0.239 \times \ln ES - 0.029 \times \ln CI$$

从岭回归分析可以看出,中国建筑行业的碳排放上升与人口规模的增长、经济产出的增长、城市化水平的提升以及能源结构的改善有关。其

表3 模型拟合程度

R	$R^2$	调整后 $R^2$	标准估算的错误	德宾-沃森
1.000 <sup>a</sup>	1.000	1.000	0.000	2.17

在回归方程中,当自变量之间存在线性关系时,模型拟合精度会降低,使自变量与因变量之间的拟合结果出现较大误差,严重影响模型后续结果分析。为进一步确认各指标之间的共线性关系,本研究对自变量的模型特征值和条件指标展开分析。模型特征值与条件指标如表4所示。

表4 模型特征值和条件指标

维	条件指标	常量	lnCP	lnPG	lnCZH	lnCPG	lnES	lnCI
1	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	15.914	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	105.072	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.26	0.00
4	253.393	0.00	0.04	0.00	0.00	0.33	0.07	0.09
5	825.547	0.29	0.48	0.02	0.01	0.44	0.32	0.39
6	998.309	0.31	0.25	0.00	0.49	0.07	0.35	0.02
7	1849.441	0.40	0.24	0.98	0.50	0.14	0.00	0.50

如表4所示,条件指数的最大值是1849.441,表明自变量间有较强的共线性。同时表中多个自变量的方差比例较为接近,表示自变量之间存在互相干扰的可能,最小二乘法不适合用于对建筑业碳排放影响因素的解释说明,因此这里不展示线性回归方程,而直接考虑选用能够解决多重共线性问题的岭回归分析做进一步研究。岭回归结果见表5。

中,城镇化率每提高1%,其碳排放都将上升0.266%。其次为人口与能源构成,两者都为0.239%,建筑业经济发展程度为0.092%,国家经济发展程度为0.062%,碳排放强度对建筑的碳排放具有抑制作用,碳排放强度下降1%,则可使碳排放下降0.029%。

基于回归分析结果和实际测量数据,对中国2005—2021年建筑业碳排放量进行拟合比较,如表6所示。

表6 中国碳排放量预测值与实际值比较

年份	实际碳排放量/万t	模拟预测值/万t	误差值/%
2005	2 983.286	2 878.261	-3.520
2006	3 246.654	3 013.955	-7.167
2007	3 236.036	3 164.059	-2.224
2008	3 072.759	3 340.865	8.725
2009	3 364.928	3 488.997	3.687
2010	3 857.700	3 694.944	-4.219
2011	4 094.561	3 830.479	-6.450
2012	4 033.344	3 996.183	-0.921
2013	4 509.526	4 103.076	-9.013
2014	4 661.269	4 267.042	-8.457
2015	4 859.318	4 324.656	-11.003
2016	4 818.324	4 359.33	-9.526
2017	4 805.507	4 415.414	-8.118
2018	4 611.144	4 428.715	-3.956
2019	4 515.485	4 489.432	-0.577
2020	4 451.543	4 559.738	2.430
2021	4 336.076	4 326.447	-0.222

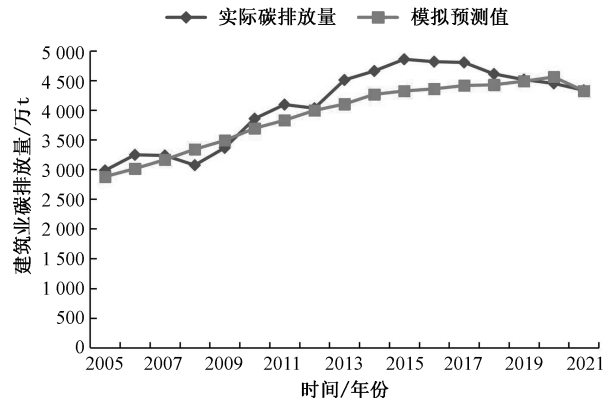


图2 中国建筑业碳排放量预测值与实测值对比

对比结果看出,平均误差绝对值为3.56%。为了更好地观察中国建筑业预测值和实测值之间的差距,把2005—2021年建筑业预测值和实测值绘制成图2。

由图2可以看出,模拟值与实测值基本吻合,总体结果在可接受范围内,说明预测模型具有一定的实际意义,符合中国经济社会发展规律。

### 3.3 建筑业碳排放发展情景设定

#### 3.3.1 情景参数设置

为预测中国建筑业在2021—2060年的碳排放量,根据中国建筑业发展规划和政策措施,回顾过去各影响因素发展状况,参考国家和其他地区的经济发展和城市化进程,结合国内外权威机构的预测结果,设置主要参数的变动速率。并将2021—2060年按每5年一个阶段划分成8个考察周期,将各主要参数的发展速率分为高、中、低3种,具体设定如表7所示。

表7 情景参数设置

模式	增长率/%								
	2021—2025年	2026—2030年	2031—2035年	2036—2040年	2041—2045年	2046—2050年	2051—2055年	2056—2060年	
建筑业从业人员	L	0.8	0.3	-0.2	-0.7	-1.2	-1.7	-2.2	-2.7
	M	1.2	0.7	0.2	-0.3	-0.8	-1.3	-1.8	-2.3
	H	1.6	1.1	0.6	0.1	-0.4	-0.9	-1.4	-1.9
人均GDP	L	3.8	3.3	2.8	2.3	1.8	1.3	0.8	0.3
	M	4.8	4.3	3.8	3.3	2.8	2.3	1.8	1.3
	H	5.8	5.3	4.8	4.3	3.8	3.3	2.8	2.3
城镇化率	L	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0	0
	M	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
	H	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
建筑业人均产值	L	6	5.5	5	4.5	4	3.5	3	2.5
	M	6.5	6	5.5	5	4.5	4	3.5	3
	H	7	6.5	6	5.5	5	4.5	4	3.5
能源结构	L	-5.5	-5.3	-5.1	-4.9	-4.7	-4.5	-4.3	-4.1
	M	-5	-4.8	-4.6	-4.4	-4.2	-4	-3.8	-3.6
	H	-4.5	-4.3	-4.1	-3.9	-3.7	-3.5	-3.3	-3.1
碳排放强度	L	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2
	M	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3
	H	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4

#### 3.3.1.1 建筑业从业人员

建筑业的平稳发展不断为社会提供新增就业岗位。2021年,全社会建筑业企业用工人数达8 180万人,在国民经济行业门类中位居第二,仅次于制造业成为吸纳就业的重要领域。根据国家统计局的《外来务工人员跟踪调查》,截至2021年底,我国外来务工人员总数达到29 251万人。基于历史数据分析,2005—2021年中国建筑业从

业人员年均增长4.28%,2016—2020年增长率有所减缓,只有0.86%,这与建筑行业发展有关,我国人口老龄化问题日趋严重,低碳政策推动加上疫情影响,建筑业行业作为密集型行业,不再享有廉价劳动力的优势,行业人员流失,因此,本研究设定基准情景在第一阶段建筑业从业人员年均增长率为1.2%,在低速度时期是0.8%,高速时期是1.6%,以后每个时期的速度都是每年下

降0.5%。

### 3.3.1.2 人均GDP

尽管人均国内生产总值并不能与居民的人均收入和生活水平直接相对应,但是它是衡量一个国家的人均收入和生活水准的一个重要物质依据。在十九届五中全会提出的2035年远景目标中,将人均国内生产总值提升至中等发达国家的标准,是一种较为清晰、可量化的发展指标,科学把握该发展目标的内涵与要求,关系到2035年基本实现社会主义现代化远景目标的实现。通过历史数据分析,2005—2021年中国人均GDP年均增长率为11.4%,2016—2020年年均增长率为7.5%,可以看出,人均生产总值虽然每年稳步增长,但是增速正在逐渐放缓。而按照2035年中国人均GDP较2020年翻一番进行倒算,2020—2035年这15年平均人均GDP实际增长速度达到4.73%。因此,结合人口预期发展,本研究预测人均GDP平均增速按照“前高后平”的分布态势,但总体保持一定增长,按此目标推算人均GDP增速4.8%作为基准发展情景。其他各情景下的人均GDP变化1%,对应5年政策规划,之后每阶段等差递减0.5%。

### 3.3.1.3 城镇化率

“十三五”期间,城市居民的城市化水平由过去的56.1%上升到现在的60.6%。从全球城市化进程的一般趋势来看,中国目前还处在一个快速的城市化阶段,城市化速度仍然为30%~70%,而常住人口的城市化水平还有很大的提高空间。“十四五”计划目标是,常住人口的城市化率达到65%,常住人口的城市化速度比“十三五”期间增长的速度要慢一些,预计城镇常住人口增加超过7000万人,常住人口城镇化率年均提高0.8个百分点左右。因此,本研究设定基准情景下城镇化率增速为0.8%,低速率和高速率分别为0.6%和1%,之后每个阶段依据0.1%的速度递减。

### 3.3.1.4 建筑业人均产值

“十三五”期间,我国建筑业改革发展成效显著,全国建筑业增加值年均增长5.1%,占国内生产总值比重保持在6.9%以上,2020年,全国建筑业总产值达26.39万亿元,实现增加值7.2万亿元,占国内生产总值比重达到7.1%。2011—2021年建筑业这11年平均生产总值实际增长速度达到6.2%,建筑行业在国民经济中的地位越来越高,对促进经济增长、减轻社会就业压力、推进新

型城镇化、保障和改善人民生活、实现全面建成小康社会做出了巨大的贡献。因此,本研究设定基准情景下第一阶段建筑业人均产值中速率为6.5%,低速率和高速率分别递减和递增0.5%,之后每个阶段同样按照0.5%递减。

### 3.3.1.5 能源结构

“十四五”期间,我国非矿物能源消费总量约为20%,要实现单位国内生产总值CO<sub>2</sub>减排18%,则需要单位国内生产总值能耗减排13%~14%。综合考虑经济增长和能源消费弹性变化趋势,预计“十四五”时期单位GDP能源消耗可降低13.4%~14.2%。2005—2021年,中国建筑业能源结构一直在不断下降,2005—2021年能源结构年平均下降3.97%,但是在2011—2021年平均下降5.8%,下降速度增快。综上所述,本研究设定基准情景下建筑业第一阶段煤炭消耗占总能源消耗的比重速率为-5%,低速率和高速率同样以中速率为基准上下浮动0.5%,在此后的每个阶段以0.2%的速率增加。

### 3.3.1.6 碳排放强度

2005—2021年,中国建筑业碳排放强度年均下降10.43%,在“十三五”期间,中国着力推动建筑行业绿色低碳行动,该时期建筑业碳排放量年平均下降了1.7%,整体建筑业碳排放强度呈下降趋势,在“十三五”期间中国建筑业碳排放强度比“十二五”期间下降幅度有放缓趋势,这与经济的发展密切相关,建筑业经济发展水平提高的速度高于碳排放增长的速度。因此,本研究将2021—2025年建筑业碳排放强度中速率设定为-10%,低速率和高速率等差变化1%,之后每阶段变化1%。

## 3.3.2 情景描述

为预测中国建筑行业未来碳排放可能的演变趋势,基于“十四五”规划、各因素过去的演变、现有的减排政策和潜在的减排空间,构建了三种情景:基准情景、低碳情景和激进情景。不同的情景反映了政府为实现碳减排目标所采取的不同路径。基准情景是延续过往的建筑业发展轨迹,不开展新的节能减排方针,根据建筑业发展的惯性趋势推出的可能情景。低碳节能情景下,政府将加强对建筑业低碳节能的干预措施,如优化能源结构、提升节能技术水平、鼓励采用先进的节能减排材料等。激进情景是在基准情景的基础上,对各变量的预期变化率参数进行强化设置,进而得到在经济高速发展同时能源技术实现技术突破情形下的情景,如表8所示。

表8 情景及方案设置

情景	建筑业从业人员	人均GDP	城镇化率	建筑业人均产值	能源结构	碳排放强度
低碳	L	L	L	L	L	L
基准	M	M	M	M	M	M
激进	H	H	H	H	H	H

## 3.4 建筑业碳排放发展预测分析

结合表8设定情景,通过构建的碳排放预测模型可测算出2021—2060年中国建筑业的碳排放量预测值,建筑业碳排放预测图如图3所示。

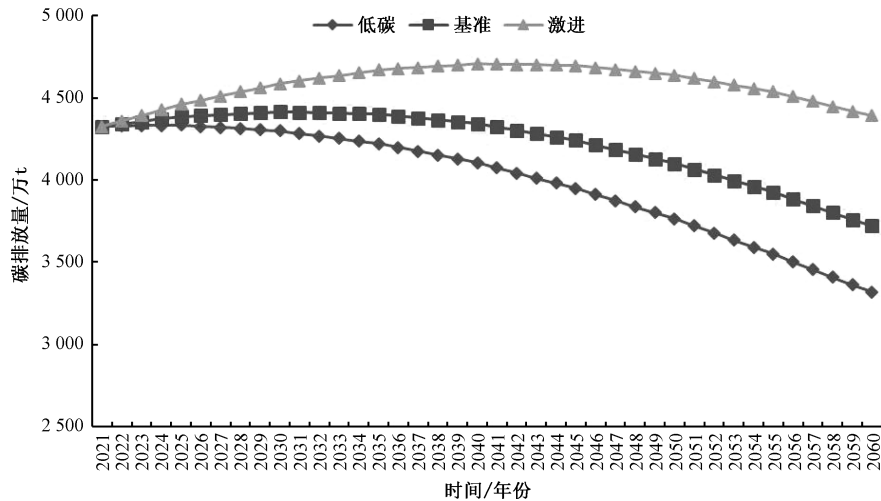


图3 碳排放预测结果

在低碳情景下,由于人口老龄化趋势,中国建筑业的就业岗位必然会越来越少,而建筑业的从业人员也会逐步减少。在这一情景下建筑业的经济产量和经济水平都会继续缓慢地增长,城市化率的增加也会越来越困难,同时,随着新能源的大量开发,煤炭的消耗量也会越来越小。通过模拟预计2025年中国建筑行业的总碳排放量将会达到峰值,我国建筑行业的碳排放量从2021年的4 326.45万t小幅增长到2025年的4 333.09万t,到2025年将逐步下降到2060年的3 317.05万t。

在基准情景下,中国建筑行业的就业规模将由低增速转向低速负增速,同时,建筑行业的碳排放强度以及煤炭在能源结构中的比重也在稳步降低,在此情景下,建筑行业的碳排放增速处于中等水平,建筑业的总碳排放量将于2030年达到峰值4 414.32万t。建筑行业的总排放量在2030年后逐步下降,到2060年达到3 718.59万t。

在激进情景下,受人口老龄化等因素的影响,未来建筑业的就业人员数量在2045年前将维持较低的增速,之后将呈现负增长态势。同时,中国经济增速持续高速增长,能源结构中煤炭消费量仍处于高位的情况下,其碳排放强度呈缓慢下降趋势,但其碳排放增长率却是最高。根据模型预计,建筑行业的总碳排放量将于2040年达到峰值4 706.69万t,之后,整个建筑行业的碳排放量将会逐渐放缓,最终至2060年高达4 390.37万t。

综上所述,以现在的发展速度可在2030年实现碳达峰,但是控制经济发展趋势,降低城镇化率,减少建筑业从业人口涨幅,优化能源结构是实现碳达峰的最快路径,可提前5年实现碳达峰。但是到2060年建筑业并不能实现自身碳中和。

## 4 结语

基于STIRPAT模型,建立中国建筑业碳排放预测模型,通过对建筑业人口规模、总经济产出、建筑业人均产出、城镇化率、能源结构、碳排放强度等多个影响因子,分别设计低碳、基准和激进3种情景,对中国建筑业的碳排放进行长期预测,得出以下结论:

(1)中国建筑行业的碳排放上升与人口规模的增长、经济产出的增长、城市化水平的提升以及能源结构的改善有关。其中,城镇化率每提高1%,其碳排放都将上升0.266%。其次为人口与能源构成,两者都为0.239%,建筑业经济发展程度为0.092%,国家总经济发展程度为0.062%,碳排放强度对建筑的碳排放具有抑制作用,碳排放强度下降1%,则可使碳排放下降0.029%。

(2)建筑业在2015年建筑业碳排放量进入平台期,低碳、基准、激进3种情景下的达峰时间分别为2025年、2030年和2040年。而到2060年,低碳、基准、激进情景下的碳排放总量分别为3 317.05万t、3 718.59万t、4 390.37万t,建筑业自身并不能实现碳中和。

为此,提出以下建议:(1)提升原有建筑原材料质量,延长中国建筑寿命。中国大部分建筑的设计寿命只有50年,而国外的建筑往往设计寿命为70年。统计数字表明,美国的房屋平均使用时间是74年,英国的房屋平均使用寿命是132年,而中国的房屋平均使用年限是30年,中国的房屋在英国房屋开始重新修建时已经历了四遍重建。建筑使用年限的减少,既造成了建筑资源的浪费,又直接导致建筑行业的二氧化碳排放量上升,使得中国的建筑成为最大的二氧化碳排放源。(2)积极推广装配式建筑、绿色建筑和超低能耗建筑。推进既有建筑节能改造,提高建筑节能水平,推行“超低能耗”“零能耗”建筑,对建筑流线及功能进行优化调整,使我国新建建筑均达到“绿色建筑”标准。

#### 参考文献

- [1] 安蓓,谢希瑶.《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》发布[J].农村电工,2021,29(12):1.
- [2] 翟耀.国务院发布《2030年前碳达峰行动方案》[J].上海质量,2021(11):4-5.
- [3] 端木.《城乡建设领域碳达峰实施方案》发布[J].中国房地产,2022(21):4.
- [4] 中国建筑能耗与碳排放研究报告(2022年)[J].建筑,2023(2):57-69.
- [5] 李小冬,朱辰.我国建筑碳排放核算及影响因素研究综述[J].安全与环境学报,2020,20(1):317-327.
- [6] 纪建悦,姜兴坤.我国建筑业碳排放预测研究[J].中国海洋大学学报(社会科学版),2012(1):53-57.
- [7] 安璐.基于LMDI的辽宁省建筑业碳排放影响因素研究[D].沈阳:沈阳建筑大学,2020.
- [8] 宋金昭,陈策,王晓平,等.基于超效率三阶段DEA模型的建筑业碳排放研究[J].环境科学与技术,2019,42(1):193-200.
- [9] 牛建广,辛伯雄,王明琪,等.建筑业碳排放效率与城镇化协调发展研究[J].河北环境工程学院学报,2023,33(4):7-12.
- [10] MA MINDA, YAN RAN, CAI WEIGUANG. An extended STIRPAT model-based methodology for evaluating the driving forces affecting carbon emissions in existing public building sector: evidence from China in 2000—2015[J]. Nat Hazards 2017, 89(2): 741-756.
- [11] 黄秀莲,李国柱,马建平,等.河北省碳排放影响因素及碳达峰预测[J].河北环境工程学院学报,2021,31(2):6-11.
- [12] 萨和雅,罗翔,王一辰.基于STIRPAT模型的内蒙古自治区碳排放预测研究[J].内蒙古师范大学学报(自然科学汉文版),2021,50(4):347-352.
- [13] 翁智雄,马忠玉,葛察忠,等.不同经济发展路径下的能源需求与碳排放预测——基于河北省的分析[J].中国环境科学,2019,30(8):3508-3517.
- [14] 董棒棒,李莉,唐洪松,等.环境规制、FDI与能源消费碳排放峰值预测——以西北五省为例[J].干旱区地理,2019,42(3):687-697.
- [15] 李爽,陶东,夏青.基于扩展STIRPAT模型的我国建筑业碳排放影响因素研究[J].管理现代化,2017,37(3):96-98.
- [16] 尚青.山东省建筑业碳排放影响因素及达峰预测研究[D].济南:山东建筑大学,2023.
- [17] 唐晓灵,刘嘉敏.基于PSO-LSTM网络模型的建筑碳排放峰值预测[J].科技管理研究,2023,43(1):191-198.
- [18] 毕文丽,任晓宇.山东省建筑业碳排放影响因素及峰值预测[J].山东理工大学学报(自然科学版),2023,37(4):20-26.

## Factors Affecting Carbon Dioxide Emissions and Prediction of Peaking Carbon Neutrality in China's Construction Industry

Zhu Wei, Cheng Yunhe

(School of Economics and Management, Anhui University of Science and Technology, Huainan Anhui 232001, China)

**Abstract:** Focused on the carbon emissions of China's construction industry from 2005 to 2021. The paper utilized the STIRPAT model and Ridge regression to identify the factors influencing carbon emissions. Additionally, three scenarios were created to predict the future carbon emissions of China's construction industry from 2022 to 2060. The findings indicate that urbanization has the greatest impact on carbon emissions, followed by population size and energy structure. Furthermore, carbon emissions from the construction industry have reached a plateau since 2015. Low carbon, baseline, and aggressive scenarios, the peak time for the construction industry is respectively projected to occur in 2025, 2030, and 2040. However, achieving carbon neutrality in the construction industry by 2060 is challenging and requires collaboration across multiple industries and disciplines.

**Key words:** construction industry, Carbon Peak and Carbon Neutrality, STIRPAT model, scenario analysis