

基于LMDI方法的企业办公领域碳达峰路径研究 ——以电力企业为例

段 春¹, 梁乃方¹, 李 颖²

¹中国南方电网有限责任公司, 广东 广州

²广东电网有限责任公司, 广东 广州

收稿日期: 2025年5月26日; 录用日期: 2025年6月27日; 发布日期: 2025年7月8日

摘 要

本研究聚焦于某电力企业行政办公领域的碳排放问题, 运用对数平均除数指数(LMDI)方法, 深入剖析碳排放驱动因素, 并探索碳达峰路径。研究结合Kaya恒等式与LMDI分解法, 针对能源碳排放系数(ΔCE)、能源结构(ΔES)、建筑面积能源强度(ΔEI)、人均建筑面积(ΔAP)及人员规模(ΔP)等因素展开分析。基于对企业办公领域碳排放现状的全面分析, 本研究构建了Kaya-LMDI分解模型, 并借助情景分析法对2025年至2035年的碳排放趋势进行预测。结果显示, 能源结构的协同优化、能效提升以及办公规模的合理控制是实现行政办公领域碳达峰的关键举措。本研究为企业制定精准的碳减排策略提供了理论支持和实践参考。

关键词

电网企业, LMDI分解, 低碳办公

Research on Carbon Peak Path in Enterprise Office Field Based on LMDI Method —A Case Study of Electric Power Enterprise

Chun Duan¹, Naifang Liang¹, Ying Li²

¹China Southern Power Grid Company Limited, Guangzhou Guangdong

²Guangdong Power Grid Company Limited, Guangzhou Guangdong

Received: May 26th, 2025; accepted: Jun. 27th, 2025; published: Jul. 8th, 2025

Abstract

This study focuses on the carbon emission issue in the administrative office field of a certain power

文章引用: 段春, 梁乃方, 李颖. 基于 LMDI 方法的企业办公领域碳达峰路径研究[J]. 环境保护前沿, 2025, 15(7): 953-964. DOI: 10.12677/aep.2025.157107

enterprise. By using the logarithmic Mean divisor Index (LMDI) method, it deeply analyzes the driving factors of carbon emissions and explores the path to carbon peaking. The study combines the Kaya identity and the LMDI decomposition method to analyze factors such as the energy carbon emission coefficient (ΔCE), energy structure (ΔES), energy intensity of building area (ΔEI), per capita building area (ΔAP), and personnel size (ΔP). Based on a comprehensive analysis of the current situation of carbon emissions in the enterprise office field, this study constructed the Kaya-LMDI decomposition model and predicted the carbon emission trend from 2025 to 2035 with the help of the scenario analysis method. The results show that the collaborative optimization of the energy structure, the improvement of energy efficiency, and the reasonable control of office scale are the key measures to achieve carbon peaking in the administrative office field. This research provides theoretical support and practical reference for enterprises to formulate precise carbon emission reduction strategies.

Keywords

Grid Enterprise, LMDI Decomposition Method, Low Carbon Office

Copyright © 2025 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

自 1978 年改革开放以来,我国在取得了巨大的经济增长的同时,能源消耗也在逐年增加。到目前为止,我国的二氧化碳排放水平仍在逐年增加,全国二氧化碳排放量从 2005 年的 59.4 亿吨增加到 2020 年的 98.2 亿吨,约占世界排放量的 30% [1] [2]。

2022 年,国务院国资委提出[3]:“将节能减排、生态环保、碳调峰、碳中和的战略导向和目标要求纳入企业发展战略和规划。”因此,企业办公活动的低碳转型成为实现碳达峰和碳中和目标的关键环节。此外,对行政办公领域的碳达峰进行分析,有助于更准确地反映行政办公领域在碳排放总量中的比例和影响,合理配置碳达峰资源和任务。进一步制定精准的碳减排措施,有助于完善和发展碳达峰目标管理体系。

现有的文献和官方报告仅限于建筑运行阶段的碳排放情况,其中蒋友娣等人[4]对上海某区域办公建筑的综合能耗、碳排放强度等信息进行计算,为节能优化提出改造建议。陈奕等人[5]则对绿色办公建筑全生命周期碳排放进行了研究,研究指出建筑使用阶段碳排放占比最高。同时,中国建筑节能协会和重庆大学联合发布的报告[6]对我国建筑运行阶段碳排放量进行全面计算,并对排放量差异进行分析。综上所述,目前针对办公碳排放方面的研究及报告多在考虑办公建筑的相关排放,没有考虑碳排放结构、人员规模等因素对企业碳排放的影响。本研究以电力企业为例,基于 LMDI 分析方法,列出了碳排放系数的影响、建筑面积能耗强度的影响、人员规模的影响等各因素对企业碳排放的影响。

目前碳排放影响因素分析的两种常用技术分别是 Kaya 恒等式和对数平均迪氏分解法(LMDI) [7]-[9]。LMDI 分解方法往往基于 Kaya 恒等式,分析和说明碳排放与产业结构、经济发展、能源效率、能源结构要素之间的关系[10]-[13]。本研究旨在填补 LMDI 分析在企业办公领域研究的空白,通过对企业办公活动碳排放特征的深入分析,结合 LMDI 分解结果,提出有针对性的碳减排策略和措施,为企业办公碳管理提供方法论和案例参考。

2. 模型建立

2.1. 核算边界与方法

本研究仅核算二氧化碳排放, 不包括其他温室气体。核算范围为行政办公领域所涉及直接碳排放和间接碳排放, 即化石燃料燃烧产生的二氧化碳直接排放, 以及净购入电力蕴含的间接排放, 不包括企业行政办公领域上下游供应链的间接排放。

根据已建立的核算边界和 IPCC 指南[14], 行政办公领域碳排放总量为化石燃料燃烧排放与外购电力间接排放之和, 计算公式为(1)。

$$CO_{2,总} = CO_{2,燃烧} + CO_{2,电力} \quad (1)$$

式中:

$CO_{2,总}$ ——行政办公领域二氧化碳排放总量, 单位为吨(t);

$CO_{2,燃烧}$ ——化石燃料燃烧二氧化碳排放量, 单位为吨(t);

$CO_{2,电力}$ ——外购电力二氧化碳排放量, 单位为吨(t)。

化石燃料燃烧二氧化碳排放量和外购电力二氧化碳排放量分别按公式(2)、公式(3)计算。

$$CO_{2,燃烧} = \sum_i FC_i \times NVC_i \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \quad (2)$$

式中:

FC_i ——第 i 种化石燃料消耗量。对固体或液体燃料, 单位为吨(t), 对气体燃料, 单位为万立方米(10^4 Nm^3);

NVC_i ——第 i 种化石燃料的平均低位发热量, 单位为吉焦/吨(GJ/t)或吉焦/万立方米(GJ/ 10^4 Nm^3);

CC_i ——第 i 种化石燃料的单位热值含碳量, 单位为吨碳/吉焦(tC/GJ);

OF_i ——第 i 种化石燃料碳氧化率, 以%表示;

$\frac{44}{12}$ ——二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

$$CO_{2,电力} = AD_{电} \times EF_{电} \div 1000 \quad (3)$$

式中:

$AD_{电}$ ——外购电力消费量(不包括绿电消费量), 单位为千瓦时(kWh);

$EF_{电}$ ——电力二氧化碳排放因子, 单位为千克/千瓦时(kg/kWh)。

2.2. 基于 LMDI 的影响因素分析

本研究将采用 Kaya 恒等式和 LMDI 分解法相结合的方法分析能源结构、建筑面积能源强度、人均建筑面积、人员规模、碳排放系数等驱动因素对行政办公领域碳排放的影响。

基于 LMDI 分解法原理, 结合企业行政办公领域的碳排放特征, 在 Kaya 恒等式的基础上进一步扩展, 行政办公领域的碳排放分解模型, 最终构建形成行政办公领域碳排放量分解模型如公式(4)所示。将式(4)进一步简化得到式(5)。各变量的含义及关系如表 1 所示。

$$C = \sum_i C_i = \sum_i \frac{C_i}{E_i} \times \frac{E_i}{E} \times \frac{E}{S} \times \frac{S}{P} \times P \quad (4)$$

$$C = \sum_i CE_i \times ES_i \times EI \times AP \times P \quad (5)$$

Table 1. Meaning of each variable in the LMDI model
表 1. LMDI 分解模型各变量含义

变量	单位	含义
C	t	行政办公领域碳排放总量
C _i	t	第 i 种能源消耗的碳排放量
E _i	吨标准煤	第 i 种能源消耗量
E	吨标准煤	行政办公领域能耗总量
S	m ²	行政办公建筑面积
P	人	人员规模, 即单位总人数
CE _i	tCO ₂ /tce	CE _i = C _i /E _i 为第 i 种能源的二氧化碳排放系数
ES _i	%	ES _i = E _i /E 为第 i 种能源在能耗总量中的比重, 即能源消费结构
EI	tce/m ²	EI = E/S 为单位建筑面积能耗, 即建筑面积能源强度
AP	m ² /人	AP = S/P 为人均建筑面积

根据 LMDI 加法分解计算, 行政办公领域碳排放总量变化综合效应可分解为:

$$\Delta C = C^t - C^0 = \Delta CE + \Delta ES + \Delta EI + \Delta AP + \Delta P \quad (6)$$

公式中:

ΔC ——基期第 0 年至末期第 t 年碳排放变化量(t);

C^t ——末期第 t 年碳排放量(t);

C^0 ——基期第 0 年碳排放量(t);

ΔCE ——能源碳排放系数效应, 表示基期至末期能源碳排放系数变化对行政办公领域碳排放的影响(t), 由于化石燃料排放系数保持不变, 此效应变化主要由电力碳排放系数变化引起;

ΔES ——能源结构效应, 表示基期至末期能源结构变化对行政办公领域碳排放的影响(t);

ΔEI ——建筑面积能源强度效应, 表示基期至末期建筑面积能源强度变化对行政办公领域碳排放的影响(t);

ΔAP ——人均建筑面积效应, 表示基期至末期人均建筑面积变化对行政办公领域碳排放的影响(t);

ΔP ——人员规模效应, 表示基期至末期人员规模变化对行政办公领域碳排放的影响(t)。

各影响因素的贡献值按式(7)~式(11)计算。

$$\Delta CE = \sum_i \frac{C_i^t - C_i^0}{\ln C_i^t - \ln C_i^0} \times \ln \frac{CE_i^t}{CE_i^0} \quad (7)$$

$$\Delta ES = \sum_i \frac{C_i^t - C_i^0}{\ln C_i^t - \ln C_i^0} \times \ln \frac{ES_i^t}{ES_i^0} \quad (8)$$

$$\Delta EI = \sum_i \frac{C_i^t - C_i^0}{\ln C_i^t - \ln C_i^0} \times \ln \frac{EI^t}{EI^0} \quad (9)$$

$$\Delta AP = \sum_i \frac{C_i^t - C_i^0}{\ln C_i^t - \ln C_i^0} \times \ln \frac{AP^t}{AP^0} \quad (10)$$

$$\Delta P = \sum_i \frac{C_i^t - C_i^0}{\ln C_i^t - \ln C_i^0} \times \ln \frac{P^t}{P^0} \quad (11)$$

3. 结果分析

3.1. LMDI 分解结果分析

通过分解模型和上述公式计算，得到 2020~2024 年行政办公领域碳排放的 LMDI 分解结果，如表 2 和图 1 所示。如某因素的贡献值为正值，则该因素在相应时期内呈现正效应，对碳排放增长具有促进作用；如某因素的贡献值为负值，则该因素在相应时期内表现为负效应，对碳排放增长具有抑制作用。

2020~2024 年行政办公领域碳排放综合效应整体表现为增长。从 2020~2024 年各因素的累计贡献值看，碳排放系数效应、建筑面积能源强度效应及人员规模效应在 2020~2024 年期间对碳排放量增长表现为抑制作用，其中人员规模效应的抑制贡献最大。人均建筑面积效应及能源结构效应在 2020~2024 年期间对碳排放量增长分别表现为促进和抑制作用。

Table 2. Contribution value of carbon emission factors in the administrative office sector from 2020 to 2024 (Unit: Ton)
表 2. 2020~2024 年行政办公领域碳排放因素贡献值(单位：吨)

年份	ΔCE	ΔES	ΔEI	ΔAP	ΔP	ΔC
2020~2021	12,620.24	2749.86	24,514.81	19,599.83	-10,995.21	48,489.53
2021~2022	-20,511.46	9477.65	-27,210.01	-9027.76	23,256.90	-24,014.68
2022~2023	0.00	2557.93	11,672.71	16,604.69	-11,088.29	19,747.04
2023~2024	0.00	1360.41	-18,568.44	21,665.60	-10,999.63	-6542.06
2020~2024	-6886.98	15,187.08	-7850.77	47,349.95	-10,078.32	37,720.96

就因素影响程度而言，2020~2024 年期间各因素对碳排放变化的影响程度由大到小分别为人均建筑面积效应(54.21%)、能源结构效应(17.39%)、人员规模效应(11.4%)、建筑面积能源强度效应(8.99%)、碳排放系数效应(7.88%)。

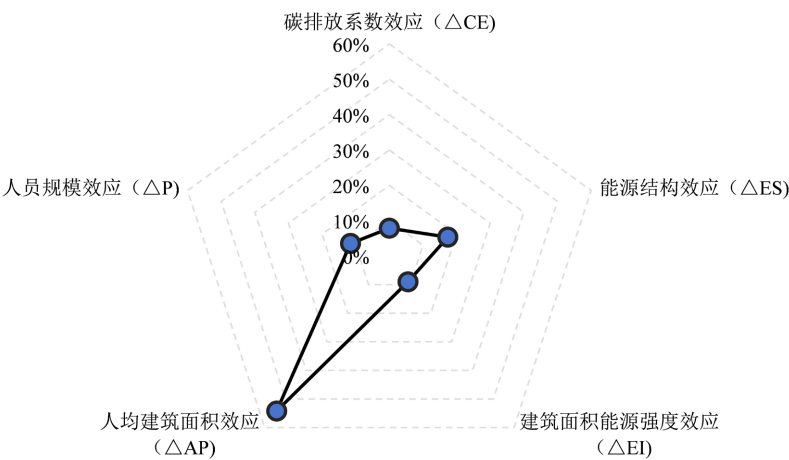


Figure 1. Influence degree of carbon emission factors in the administrative office sector from 2020 to 2024
图 1. 2020~2024 年行政办公领域碳排放因素影响程度

人均建筑面积因素在 2020~2024 年对行政办公碳排放量增长的逐年影响效应中主要表现为促进作用，2022 年表现为抑制作用，且 2022~2023、2023~2024 贡献值逐步增长。主要由于 2022 年企业总人数较 2021 年大幅上升，导致人均建筑面积对应下降。同时，由于企业总人数在 2023 年及 2024 年逐年下降，

人均建筑面积对应增长。在此基础上，2023 年起，企业下达了一系列行政办公领域绿色低碳发展任务，包括推进办公节能改造项目，全面提升办公系统用能效率；新建食堂电磁厨具全覆盖，截止 2024 年，企业全电厨房占比 72%；以及采用节约型绿化技术，打造绿色办公空间，要求企业行政办公类建筑总体绿化率原则上不低于 33%等一系列措施，降低人均建筑面积排放。

能源结构因素在 2020~2024 年对行政办公碳排放量增长的逐年效应中均表现为促进作用，其贡献值呈现先增后降趋势。主要由于“十四五”前期化石燃料比重稍大，且调整量较小；后期化石燃料比重明显下降、电力占比上升，且可再生能源电力比例逐步增加。表明能源结构优化是漫长的过程；同时表明“十四五”后期能源结构调整的方向是控制碳排放量增速的有效举措之一，尽管后期对碳排放量增长仍表现为促进作用，但一定程度上可减缓碳排放量的增速。

建筑面积能源强度因素对行政办公碳排放量增长影响效应在 2022 年和 2024 年表现为抑制作用，2021 年和 2023 年表现为促进作用，表明降低建筑面积能源强度可有效抑制碳排放量增长。

3.2. 情景设计与参数设置

本研究基于行政办公领域碳排放现状及构建的碳排放量 Kaya-LMDI 分解模型，结合情景分析方法对行政办公领域碳排放趋势进行预测分析。

情景分析法是一种面向未来的研究方法，通过构建多维度的未来情景框架，通过推理分析系统的关键驱动因素及驱动力之间的相互关系，模拟不同发展路径下目标系统的演变趋势，为不确定性环境下战略决策提供依据。其核心是通过多维度的“假设 - 推演”框架，识别不确定性中的关键变量，探索不同路径下的潜在结果。情景分析被广泛应用于经济、能源发展和环境等领域趋势分析及路径研究，能为相关的管理方探究系统影响因素和战略决策提供科学的方法学依据[15]。

基准情景是相对保守的情景，基于 2020~2024 年期间的现状情况，根据历史发展趋势和当前形势合理外推预测，碳排放控制力度相对较弱。

控制情景是指相较于基准情景，基于历史发展趋势与现状，结合企业已有规划和工作方案等，通过在能源消费结构、能源利用强度等方面采取一系列综合控制措施进行干预与约束，从而实现有效控制碳排放总量的低碳化情景。基准年 2024 年基本数据见表 3。

Table 3. Basic index of the base year

表 3. 基准年主要指标

指标	2024
终端用能电气化率	75.05%
绿电比例	0.00%
自建光伏比例	1.76%
可再生能源比例	1.32%
建筑面积能耗强度累计递减率	6.06%
建筑面积能源强度	14.121
人均建筑面积	83.18
人数变化率	-3.64%
员工总数	81,105
办公总能耗	95,262.97

结合现状分析和因素分析结果，场景设置主要考虑建筑面积、能耗强度、能耗结构等参数。根据现状，结合电力企业低碳发展的相关规划、碳调峰目标及分解实施等相关要求，进行综合分析。两种不同场景的具体参数设置如下表 4 所示。

Table 4. Different scenario parameter settings
表 4. 不同情景参数设置

参数		基准情景	控制情景
建筑面积 能源强度	2024 年	14.121 kgce/m ²	
	2025 年	较 2020 年累计下降 3.44%	较 2020 年累计下降 3.44%
	2030 年	较 2025 年累计下降 2%	较 2025 年累计下降 3.5%
	2035 年	较 2030 年累计下降 2%	较 2030 年累计下降 4%
能源消费 结构	2024 年	电力消费占比 75.05%，其中可再生能源电力占 1.76%；油品消费占比 24.53%；天然气消费占比 0.32%；液化石油气占比 0.10%	
	2025 年	电力消费占比达 77.90%，其中可再生能源电力 1.67%；油品消费比重 21.89%；天然气、液化石油气分别占 0.21%、0%；	电力消费占比达 79%，其中可再生能源电力 4.73%；油品消费比重 20.89%；天然气、液化石油气分别占 0.11%、0%；
	2030 年	电力消费占比达 82.90%，其中可再生能源电力 1.73%；油品消费比重 17.10%；	电力消费占比达 84%，其中可再生能源电力 6.06%；油品消费比重 16%；
	2035 年	电力消费占比达 86.90%，其中可再生能源电力 1.76%；油品消费比重 13.10%；	电力消费占比达 88%，其中可再生能源电力 8.50%；油品消费比重 12%；
单位总人数	2024 年	81,105 人	
	2025 年	较 2024 年下降 0.89%	较 2024 年下降 0.89%
	2030 年	较 2025 年累计增长 2%	较 2025 年累计增长 2%
	2035 年	较 2030 年累计增长 1%	较 2030 年累计增长 1%
人均建筑 面积	2024 年	83.18 m ² /人	
	2025 年	较 2024 年增长 3.22%	较 2024 年增长 2.92%
	2030 年	较 2025 年累计下降 1.96%	较 2025 年累计下降 1.96%
	2035 年	较 2030 年累计下降 0.99%	较 2030 年累计下降 0.99%

3.3. 碳排放总量和强度预测结果

根据上述情景设定及分析模型，对上述情景进行预测，得到全局行政办公领域总体碳排放情况如图 2 所示。

基准情景下，行政办公领域碳排放量在 2024~2030 年期间逐年缓慢增长，累计增长 3.32%，预计在 2030 年达到峰值，峰值约 309,381.43 t。2030 年后进入缓慢下降的平台期，在 2035 年碳排放总量为 308,804.03 t，较 2030 年下降 0.19%。

控制情景下，行政办公领域碳排放预计在 2025 年达到峰值，峰值约 300,814.80 t，较 2024 年增长 0.45%。2025 年后，碳排放总量逐年下降，在 2030 年碳排放总量为 293,308.72 t，较峰值年 2025 年下降 2.50%；2035 年碳排放总量约 279,381.44 t，较 2030 年下降 4.75%。

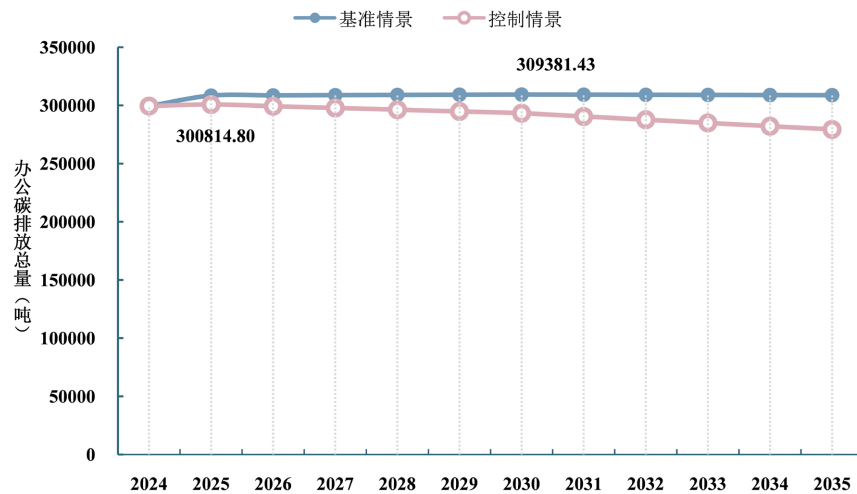


Figure 2. Prediction results of total carbon emissions in baseline and control scenarios
图 2. 基准和控制情景下的碳排放总量预测结果

如图 3 所示，在基准情景下，2025 年单位建筑面积碳排放为 44.697 kg/m^2 ，较 2024 年上升 0.69%。单位建筑面积碳排在 2025~2030 年逐年小幅度逐年增长至 44.830 kg/m^2 ，累计上升 0.30%；2031~2035 年逐年缓慢下降至 44.746 kg/m^2 ，累计下降 0.19%。

在控制情景下，单位建筑面积碳排在 2024~2035 年期间逐年下降，且降幅逐步扩大。2025 年单位建筑面积碳排放为 43.717 kg/m^2 ，较 2024 年下降 1.52%；2030 年单位建筑面积碳排放为 42.626 kg/m^2 ，较 2025 年下降 2.50%，且较基准情景低 4.92%；2035 年单位建筑面积碳排放为 40.602 kg/m^2 ，较 2030 年下降 4.75%，较基准情景低 9.26%。

如图 4 所示，基准情景和控制情景下，人均办公碳排放趋势均表现为“短期上升、长期下降”，在 2025 年分别较 2024 年增长 3.94%和 1.36%，2025 年后均逐年下降。控制情景下，2030 年人均办公碳排放为 3.577 t/人 ，较 2025 年累计下降 4.41%，较基准情景低 5.20%；2035 年人均办公碳排放为 3.374 t/人 ，较 2030 年累计下降 5.59%，较基准情景低 9.53%。

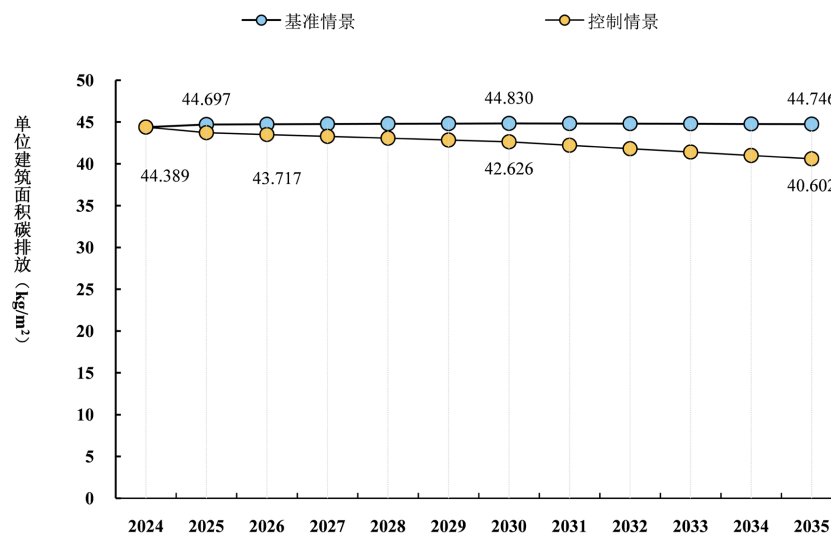


Figure 3. Carbon emissions per unit building area in baseline and control scenarios
图 3. 基准和控制情景下单位建筑面积的碳排放量

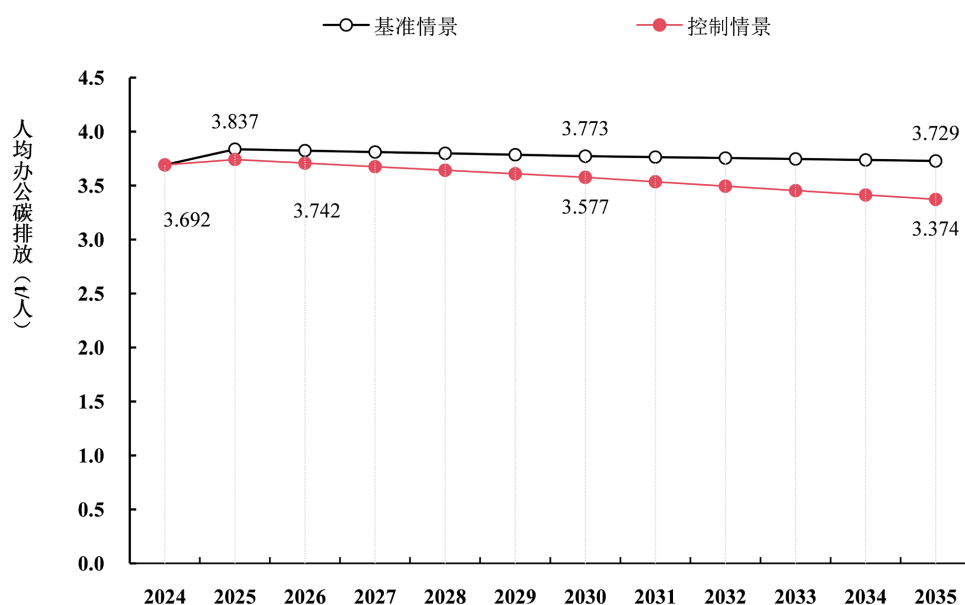


Figure 4. Per capita office carbon emissions in baseline and control scenarios

图 4. 基准情景和控制情景人均办公碳排放

3.4. 能耗总量与强度预测结果

如不同场景下行政办公场地的总能耗和强度如图 5 和图 6 所示。在基准情景下，2025 年总能耗和单位建筑面积能耗呈上升趋势，2025~2035 年能耗呈逐年下降趋势，2030 年能耗峰值达到 94,822.91 吨标准煤。

控制情景下，总能耗和单位建筑面积能耗的总体变化趋势与基准情景相似，2025 年先上升，2025~2035 年呈逐年下降趋势，但下降幅度大于基准情景。2025 年能源消费总量达到峰值 96,474.33 吨标准煤，比 2024 年增长 1.27%。

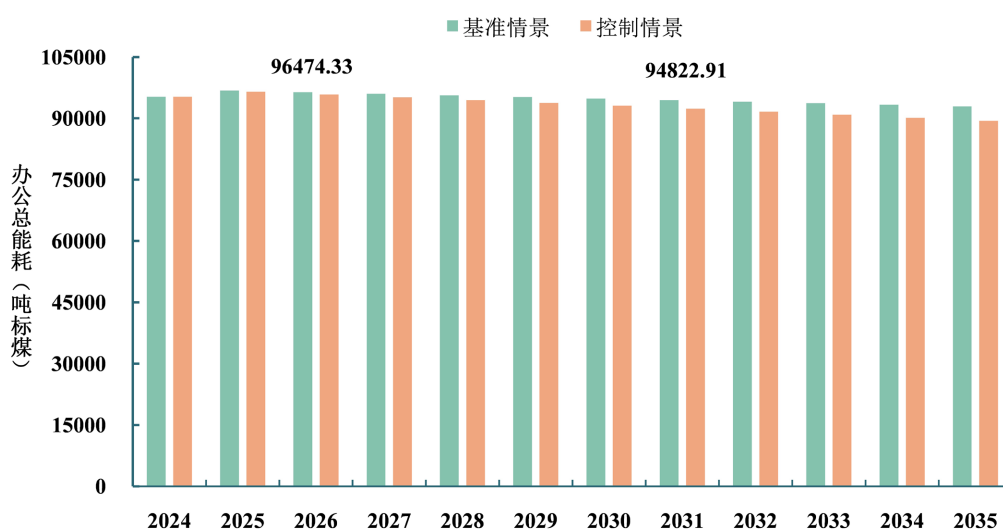


Figure 5. Total energy consumption prediction results for baseline and control scenarios

图 5. 基准情景和控制情景能源消费总量预测结果

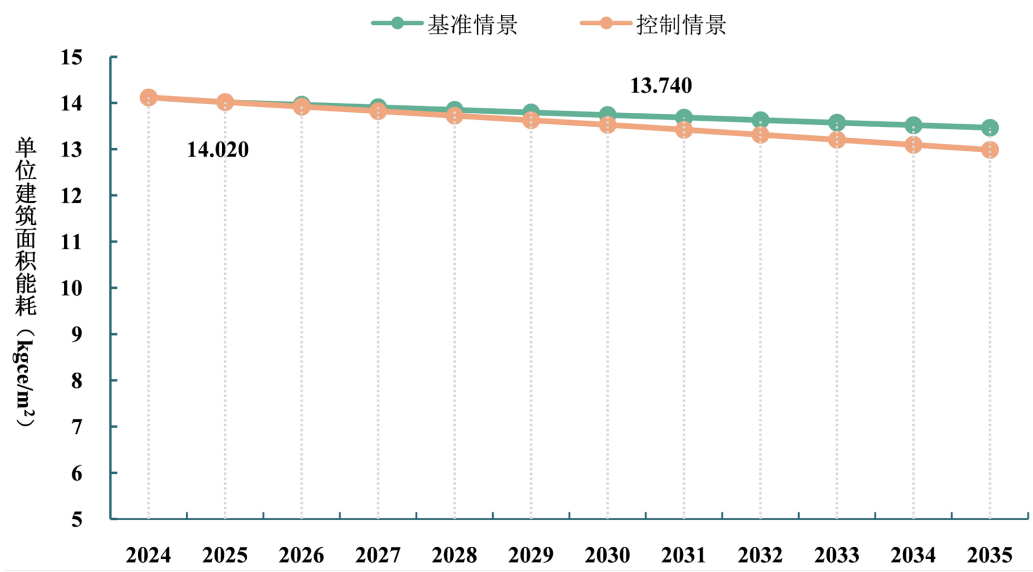


Figure 6. Prediction results of energy consumption per unit building area under baseline scenario and control scenario
图 6. 基准情景和控制情景单位建筑面积能耗预测结果

3.5. 能各种能源碳排放预测结果

图 7 和图 8 分别显示了基准情景和控制情景下行政办公领域的能源碳排放比例。随着汽车电气化替代工作的推进，能源消费结构将逐步适应电气化发展，2024 年后电力碳排放量将逐年增加，而天然气、汽油、柴油等化石燃料的碳排放量将逐年缓慢下降。在基准情景下，2035 年电力碳排放量预计将达到峰值 284,205.37 吨，占总碳排放量的 92.03%。在控制情景下，预计 2030 年电力碳排放峰值为 263,187.78 t，占碳排放总量的 89.73%。

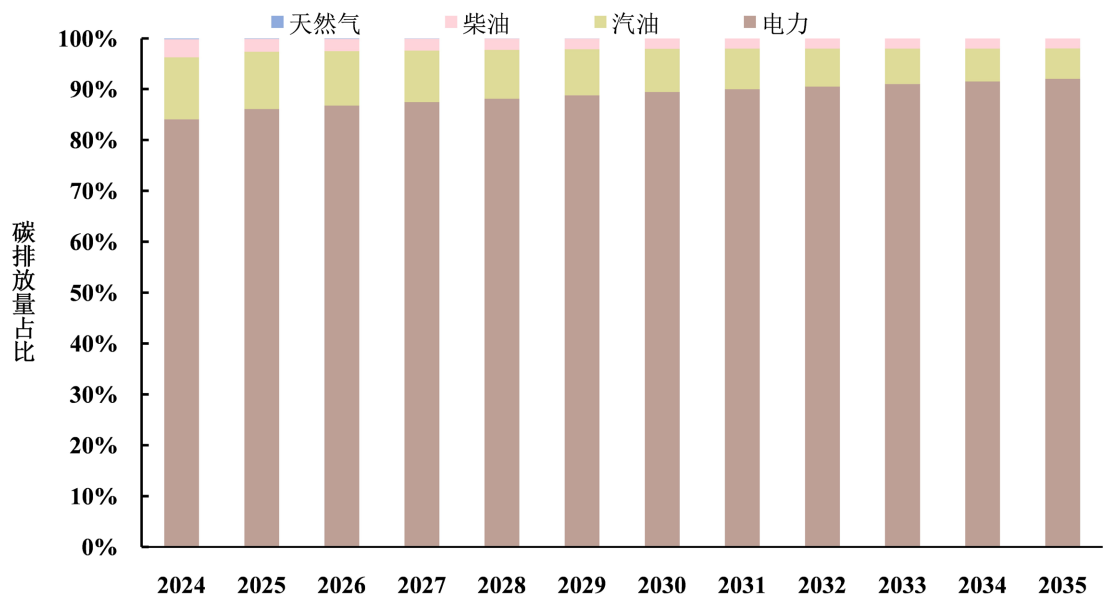


Figure 7. The proportion of carbon emissions by energy in the administrative office sector under the baseline scenario
图 7. 基准情景下行政办公领域各能源碳排放量占比

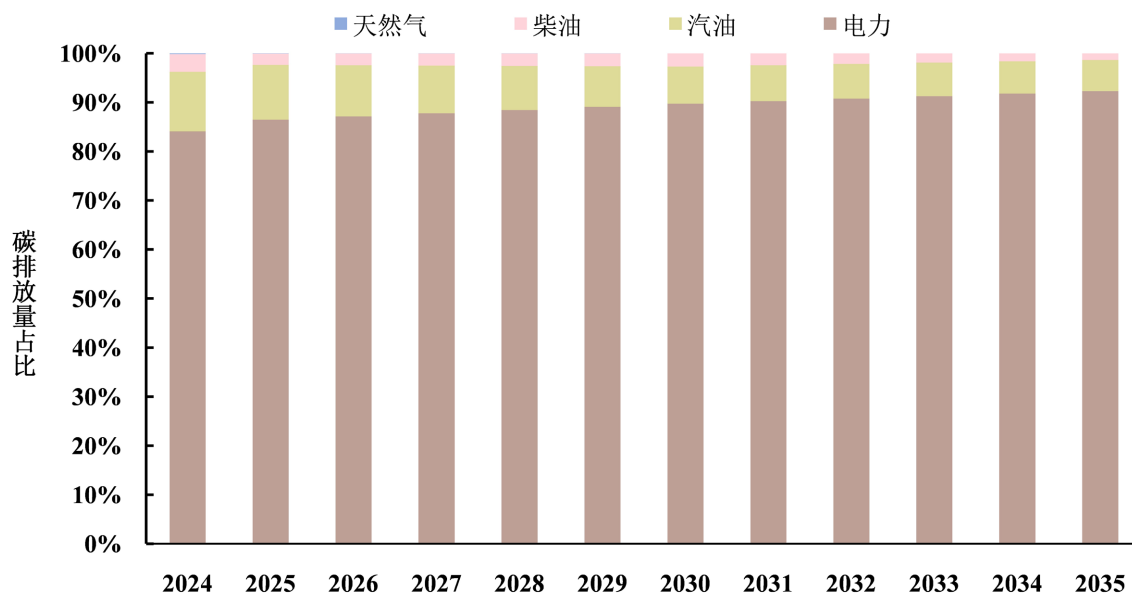


Figure 8. The proportion of carbon emissions by energy in the administrative office sector under the control scenario
图 8. 控制情景下行政办公领域各能源碳排放量占比

4. 总结与分析

4.1. 总结

根据 LMDI 分解模型的结果，碳排放系数效应、建筑面积能源强度效应和人员规模效应表现为抑制效应，人均建筑面积效应和人员规模效应表现为促进效应，其中人均建筑面积效应和人员规模效应分别是促进和抑制的关键因素。

基准情景和控制情景下的碳排放预测结果表明：基准情景下，预计行政办公领域碳达峰时间为 2030 年，峰值排放量为 309,381.43 t。高峰年度总能耗为 94,822.91 吨标准煤，单位建筑面积能耗为 13.740 kgce/m²。控制情景下，碳达峰时间预计在 2025 年，峰值排放量为 300,814.80 t，比基准情景降低 2.77%。高峰年度总能耗 96,474.33 吨标准煤，单位建筑面积能耗 14.020 kgce/m²。

4.2. 下一步工作建议

根据分析结果，本研究提出以下工作建议：

1) 持续提高办公建筑绿色低碳化。优化空间布局，合理配置办公建筑用房资源，盘活办公用房存量资源以提高资源利用率。积极落实地方城乡建设领域碳达峰工作要求，逐步提高新建超低能耗建筑比例。对于新建建筑，鼓励采用节能材料、优化建筑围护结构、提升能效，以及充分利用自然光和通风，减少能源消耗。

2) 全面深化能源节约工作。推动现有办公建筑节能改造，提高能源利用效率。持续推动合同能源管理模式，升级照明系统，优化能源管理系统，加强设备维修保养，减少设备不正常运行，提升设备运作效率，降低能源损耗。持续开展办公场所节约用电工作。推进用能设备节能增效，鼓励淘汰落后低效设备，提高节能设备使用比例。

3) 加快推动能源利用清洁化。持续提高办公领域终端用能电气化率，逐步降低对传统化石能源的依赖。提高办公领域可再生能源利用比例，鼓励利用闲置屋面、停车场安装分布式光伏，探索办公园区内

储能项目建设, 逐年提高绿电消费比例。持续推进车辆电动化替代工作, 逐步淘汰报废老旧车辆, 加大电动车辆配备使用力度, 逐步提高新增公务车电动化比例。

4) 组织开展试点示范创建行动。以清洁能源利用、绿色低碳办公等方向, 鼓励能源利用效率高、能耗强度与碳排放强度低的单位参与行政办公碳达峰试点示范创建, 总结推广试点示范建设经验。加强绿色低碳技术的推广应用, 持续开展先进适用技术遴选和能源资源节约示范案例推介, 积极响应政府部门开展的绿色低碳技术集和应用示范案例征集工作。探索推行内部碳普惠和“碳积分”制度, 引导员工低碳办公行为。

参考文献

- [1] Wang, W., Liu, X., Zhang, M. and Song, X. (2014) Using a New Generalized LMDI (Logarithmic Mean Divisia Index) Method to Analyze China's Energy Consumption. *Energy*, **67**, 617-622. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.12.064>
- [2] 国家气候协同的“十四五”大气污染防治策略研究(二期)执行摘要[R]. 北京: 生态环境部环境规划院, 2021.
- [3] 国务院国有资产监督管理委员会. 中央企业节约能源与生态环境保护监督管理办法[Z]. 2022-08.
- [4] 蒋友娣, 张灿, 王任媛. 上海某区域既有办公建筑用能状况及碳排放计算[J]. 绿色建筑, 2021, 13(5): 37-40.
- [5] 陈奕, 宋晨, 谢鹏程, 等. 绿色办公建筑碳排放分析[J]. 建设科技, 2019(Z1): 112-115.
- [6] 2023 中国建筑与城市基础设施碳排放研究报告[R]. 重庆: 中国建筑节能协会, 重庆大学, 2023.
- [7] Wan, L., Wang, Z. and Ng, J. (2016) Measurement Research on the Decoupling Effect of Industries' Carbon Emissions—Based on the Equipment Manufacturing Industry in China. *Energies*, **9**, Article No. 921. <https://doi.org/10.3390/en9110921>
- [8] Hasan, M.M. and Liu, K. (2022) Decomposition Analysis of Natural Gas Consumption in Bangladesh Using an LMDI Approach. *Energy Strategy Reviews*, **40**, Article ID: 100724. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2021.100724>
- [9] Abam, F.I., Inah, O.I. and Nwankwojike, B.N. (2024) Impact of Asset Intensity and Other Energy-Associated CO₂ Emissions Drivers in the Nigerian Manufacturing Sector: A Firm-Level Decomposition (LMDI) Analysis. *Heliyon*, **10**, e28197. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28197>
- [10] Ang, B.W. (2005) The LMDI Approach to Decomposition Analysis: A Practical Guide. *Energy Policy*, **33**, 867-871. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2003.10.010>
- [11] Ang, B.W. and Liu, F.L. (2001) A New Energy Decomposition Method: Perfect in Decomposition and Consistent in Aggregation. *Energy*, **26**, 537-548. [https://doi.org/10.1016/s0360-5442\(01\)00022-6](https://doi.org/10.1016/s0360-5442(01)00022-6)
- [12] Ang, B.W., Liu, F.L. and Chew, E.P. (2003) Perfect Decomposition Techniques in Energy and Environmental Analysis. *Energy Policy*, **31**, 1561-1566. [https://doi.org/10.1016/s0301-4215\(02\)00206-9](https://doi.org/10.1016/s0301-4215(02)00206-9)
- [13] Ang, B.W. (2004) Decomposition Analysis for Policymaking in Energy: Which Is the Preferred Method? *Energy Policy*, **32**, 1131-1139.
- [14] 联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC). IPCC2006 年国家温室气体清单指南[Z]. 2006.
- [15] 王钦章. 基于 LEAP 模型的安徽省建筑领域碳排放预测及技术路径研究[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 安徽建筑大学, 2023.