

Dagum基尼系数在省域碳排放空间差异分析中的应用

陈巧^{1*}, 管圣涵², 施祖芳², 刘斯涵³

¹湖北三峡职业技术大学数学教研室, 湖北 宜昌

²湖北三峡职业技术大学机电工程学院, 湖北 宜昌

³湖北三峡职业技术大学电子信息学院, 湖北 宜昌

收稿日期: 2026年6月23日; 录用日期: 2026年7月15日; 发布日期: 2026年7月27日

摘要

为揭示中国区域碳排放的空间分布规律与结构特征, 本文基于2022年中国30个地区的能源消费碳排放数据, 采用Dagum基尼系数分析了碳排放总量的空间差异及其来源, 并进一步对比了不同省份和区域的碳排放结构差异。研究结果表明: (1) 中国30个省份碳排放总量的总体基尼系数为0.3424, 表明区域碳排放存在一定空间差异但未出现极端悬殊; (2) Dagum分解显示, 超变密度贡献占比65.9%, 是空间差异的主要来源, 其次是区域内差异(19.7%)和区域间净差异(14.5%), 说明各区域内部均同时存在高、低排放省份, 区域整体间差距相对有限, 区域内差异也形成一定补充影响; (3) 五大区域碳排放规模与内部均衡性分化明显, 东南地区排放总量最高, 西南地区省际排放最为均衡, 东北、西北区域内部排放差距较大; (4) 从排放结构来看, 全国碳排放以煤炭为绝对主体, 占比77%; 区域能源与产业结构不同, 使得排放结构呈现显著分异: 华北、西北地区高度依赖煤炭, 东北地区煤炭与石油排放双重突出, 东南地区石油消费相关排放占比最高, 西南地区工艺过程碳排放特征明显, 且同一区域内不同省份的排放结构也存在较大差别。基于以上结论, 本文结合各区域发展禀赋与排放特点, 从全国统筹管控、分区精准减排等方面提出差异化政策建议, 为我国区域协同推进碳减排、实现双碳目标提供参考依据。

关键词

碳排放, 空间差异, Dagum基尼系数

Application of Dagum Gini Coefficient in Spatial Difference Analysis of Provincial Carbon Emissions

Qiao Chen^{1*}, Shenghan Guan², Zufang Shi², Sihan Liu³

*通讯作者。

文章引用: 陈巧, 管圣涵, 施祖芳, 刘斯涵. Dagum 基尼系数在省域碳排放空间差异分析中的应用[J]. 统计学与应用, 2026, 15(7): 148-158. DOI: 10.12677/sa.2026.157157

¹Mathematics Department, Hubei Three Gorges Technical University, Yichang Hubei

²School of Mechanical and Electrical Engineering, Hubei Three Gorges Technical University, Yichang Hubei

³School of Electronic Information, Hubei Three Gorges Technical University, Yichang Hubei

Received: June 23, 2026; accepted: July 15, 2026; published: July 27, 2026

Abstract

In order to reveal the spatial distribution and structural characteristics of China's regional carbon emissions, based on the data of energy consumption carbon emissions of 30 provincial-level administrative regions in China in 2022, this paper uses Dagum Gini coefficient to analyze the spatial differences and sources of total carbon emissions, and further compares the structural differences of carbon emissions in different provinces and regions. The results show that : (1) The overall Gini coefficient of total carbon emissions in 30 provinces of China is 0.3424, indicating that there is a certain spatial difference in regional carbon emissions but no extreme disparity; (2) Dagum decomposition shows that the contribution of hypervariable density accounts for 65.9%, which is the main source of spatial differences, followed by intra-regional differences (19.7%) and inter-regional net differences (14.5%), indicating that there are high and low emission provinces in each region at the same time. The gap between regions is relatively limited, and intra-regional differences also form a certain complementary impact. (3) The scale and internal balance of carbon emissions in the five major regions are obviously differentiated. The total emissions in the southeast region are the highest, the inter-provincial emissions in the southwest region are the most balanced, and the internal emissions in the northeast and northwest regions are quite different. (4) From the perspective of emission structure, coal is the absolute main body of national carbon emissions, accounting for 77%; the difference of energy and industrial structure in the region makes the emission structure show significant differentiation: North China and Northwest China are highly dependent on coal, coal and oil emissions in Northeast China are prominent, oil consumption-related emissions in Southeast China account for the highest proportion, and the carbon emission characteristics of the process in Southwest China are obvious, and the emission structure of different provinces in the same region is also quite different. Based on the above conclusions, this paper combines the development endowments and emission characteristics of each region, and puts forward differentiated policy recommendations from the aspects of national overall management and control, regional precise emission reduction, etc., so as to provide a reference for China's regional coordination to promote carbon emission reduction and achieve dual carbon targets.

Keywords

Carbon Emission, Spatial Difference, Dagum Gini Coefficient

Copyright © 2026 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

在全球气候变化日益严峻的背景下，控制温室气体排放已成为国际社会的共识。中国作为全球最大的发展中国家和碳排放国，提出了“二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现

碳中和”的宏伟目标¹。然而,中国幅员辽阔,不同省份在资源禀赋、产业结构、经济发展水平等方面存在显著差异,导致碳排放的空间分布极不均衡。

近年来,众多学者对中国区域碳排放的空间差异进行了深入研究。陈军等[1]利用莫兰指数模型得出中国区域碳排放强度存在正相关的空间聚集特征;王涛[2]以中国30个省级行政区(不含西藏及港澳台地区)为研究对象,采用数理模型,得出在空间差异上,土地利用碳排放总量整体呈现从西到东、从南到北逐渐递增的态势,土地利用碳排放强度则呈现从东至西依次递减的趋势,差距也在逐渐缩小。但现有研究多采用传统的泰尔指数或变异系数,对差异来源的分解不够细致,且对碳排放结构的区域差异分析相对不足。

基于此,本文采用Dagum基尼系数模型去研究全国30个省级行政区(不含西藏及港澳台地区)碳排放量的空间差异,不仅能够准确测度中国30个地区碳排放总量的空间差异程度,还能将差异分解为区域内差异、区域间净差异和超变密度贡献三个部分,深入揭示差异的来源。同时,本文系统分析了不同省份和区域的碳排放结构特征,为制定差异化、精准化的区域碳减排政策提供科学依据。

2. 研究方法与数据来源

2.1. Dagum 基尼系数

Dagum针对泰尔指数和经典基尼系数等传统方法在测定不平衡程度时的不足,提出Dagum基尼系数,将样本整体差异分解为组内差异、组间差异和组间超密度差异3个指标,其中后两者共同构成区域差异的总贡献[1]。该方法在经济学领域应用广泛[3][4],也成为本研究测定不同经济区域中空间差异的重要方法。其计算公式为:

$$G = \frac{1}{2n^2\mu} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |E_i - E_j|$$

式中, T 代表所有样本的碳排放总量, n 代表省份的样本数量, E_i 表示第 i 个地区的碳排放量, μ 为全国的省份平均排放量, G 为基尼系数,取值范围为0~1,数值越大表示分布越不均等。判断标准为: $G < 0.2$ 高度均等,0.2~0.3 比较均等,0.3~0.4 为相对合理,0.4~0.5 为差距较大,0.5 以上为差距悬殊。同时结合洛伦兹曲线实现不平等性的可视化表达。

为深入解析碳排放空间差异的内部结构,采用Dagum基尼系数分解法,将总基尼系数分解为区域内差异贡献、区域间净差异贡献、超变密度三部分,模型公式为:

$$G = G_w + G_{nb} + G_t$$

式中, G_w 为区域内差异贡献,反映同一区域内部省份的差距; G_{nb} 为区域间净差异贡献,反映不同区域间的结构性差距; G_t 为超变密度,反映区域间样本交叉重叠带来的差异,三者贡献占比之和为100%。

区域内差异贡献: $G_w = \sum_{i=1}^k \frac{n_i^2 \mu_i G_i}{n^2 \mu}$, 其中, $G_i = \frac{1}{2n_i^2 \mu_i} \sum_{p=1}^{n_i} \sum_{q=1}^{n_i} |E_{ip} - E_{iq}|$, G_i 为单独计算某一个区域内部省份的碳排放差异。

区域间净差异贡献: $G_{nb} = \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{j=i+1}^k \frac{n_i n_j}{n^2 \mu} (d_{ij} - p_{ij})$, $d_{ij} = \frac{1}{2n_i n_j} \sum_{p=1}^{n_i} \sum_{q=1}^{n_j} |E_{ip} - E_{jq}|$ 为区域间平均绝对差,

$p_{ij} = \frac{1}{n_i n_j} \sum_{p=1}^{n_i} \sum_{q=1}^{n_j} \max(E_{ip} - E_{jq}, 0)$ 为区域 i 和区域 j 的所有结构的两两的平均排放量差值。

超变密度: $G_t = \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{j=i+1}^k \frac{n_i n_j p_{ij}}{n^2 \mu}$ 。

¹https://www.gov.cn/zhengce/202511/content_7047492.htm

基于文献[5]，将全国的经济区域划分为华北、华东、华南、华中、东北、西南和西北共 5 个经济区域，其中，华北地区包含北京、天津、河北、山西、山东、河南 6 个省市地区；西南地区包括云南、贵州、四川、重庆、广西 5 个省级行政区；西北地区包括云南、贵州、四川、重庆、广西、内蒙古 6 个省级行政区；东北地区包括黑龙江、吉林、辽宁 3 个省市地区；东南地区包括上海、江苏、安徽、浙江、湖北、湖南、江西、福建、广东、海南 10 个省市地区；以 5 大经济区域为基础来探讨中国省域碳排放量的时空特征和区域差异。

2.2. 数据来源

本文使用的能源消费数据来源于《中国能源统计年鉴 2025》²，涵盖了原煤、洗精煤、焦炭、原油、汽油、柴油、天然气等 19 种能源类型。研究范围为中国 30 个省级行政区(不含西藏及港澳台地区)。查找到 2022 年的碳排放清单，碳排放总量由小到大排序的部分示例见表 1 和图 1。

Table 1. Total carbon emissions ranking table
表 1. 碳排放总量排序表

省级行政区	Raw Coal	Cleaned Coal	Other Washed Coal	...	Natural Gas	Process	Total
青海	26.67	0.00	0.04	...	9.33	2.83	22.23
宁夏	202.58	0.00	2.92	...	4.82	4.85	23.61
海南	19.66	0.00	0.00	...	7.88	4.73	25.03
吉林	127.92	0.00	0.48	...	7.50	4.99	38.94
...	...	...	...	...	...	...	...
山东	540.13	0.00	15.55	...	44.52	39.30	250.76
广东	315.72	0.00	0.33	...	63.78	49.87	262.96
江苏	402.26	0.00	10.71	...	64.53	41.28	273.86
河北	299.45	0.00	11.62	...	39.58	26.17	294.38

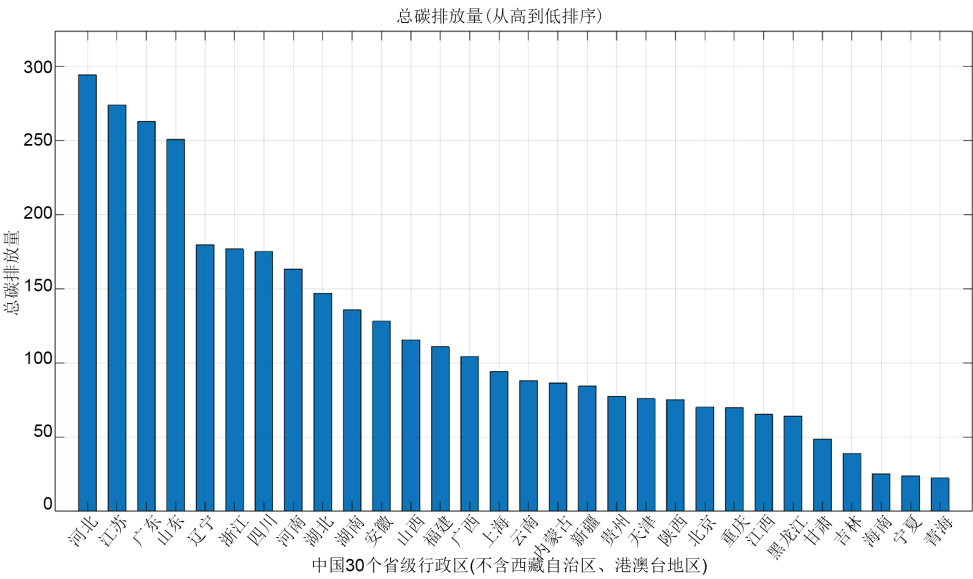


Figure 1. Total carbon emissions ranking chart
图 1. 碳排放总量排序图

²<https://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2025/indexch.htm>

3. 碳排放空间差异分析

3.1. 总体差异分析

基于 30 个省级行政区的碳排放总量数据，利用 MATLAB 软件进行计算，得到全国 30 个省级行政区碳排放基尼系数为 0.3424，属于合理差距区间，说明中国 30 个地区的碳排放总量存在一定的空间差异，差异相对合理。

由碳排放洛伦兹曲线图(见图 2)可以直观地展示碳排放的空间分布差异。从图 2 中可以看出，实际碳排放曲线(蓝色实线)与绝对平等线(红色虚线)之间存在一定距离，表明碳排放分布存在不均衡性。前 50% 的低排放地区仅排放了全国约 25% 的碳，而后 50% 的高排放地区排放了全国约 75% 的碳，其中排放量最高的 4 个省份(山东、广东、江苏、河北)贡献了全国近 30% 的碳排放。

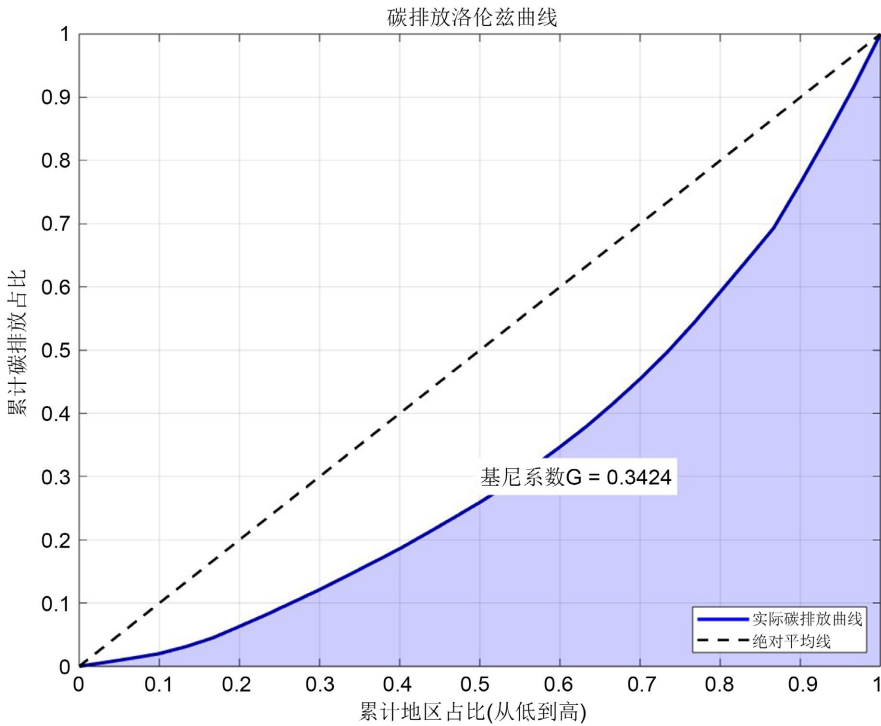


Figure 2. Lorenz curve of carbon emissions
图 2. 碳排放洛伦兹曲线

3.2. 差异来源分解

采用 Dagum 基尼系数分解法对总体差异进行分解，结果如表 2 所示。

Table 2. Dagum Gini coefficient decomposition results
表 2. Dagum 基尼系数分解结果

差异来源	数值	贡献占比(%)
区域内差异	0.0674	19.7
区域间净差异	0.0495	14.5
超变密度贡献	0.2255	65.9
总体基尼系数	0.3424	100

从表 2 的分解结果可以看出：区域间净差异反映不同区域间的结构性差距，贡献占比为 14.5%，表明不同区域间结构差异相对较小。超变密度反映区域间样本交叉重叠带来的差异，占比达到 65.9%，说明中国碳排放的空间差异主要来源于不同区域之间省份排放量的交叉重叠。即碳排放的差异不是由东西部地区差异产生，而是每个经济区域内部都存在高排放和低排放的省份。例如华北地区，山西是我国煤炭大省，由煤炭产生的碳排放较高，而北京主要以天然气为主，因此碳排放较低；区域内差异反映了同一区域内部省份的差距，贡献占比为 19.7%，说明同一经济区域内部地区之间的碳排放差异也较为显著。

4. 碳排放结构特征分析

4.1. 全国整体碳排放结构

将 18 种能源消费碳排放归为煤炭类(原煤、洗煤、型煤、焦炭、焦炉煤气)、石油类(原油、汽油、柴油、燃料油、LPG)、天然气类(天然气)和工艺排放(生产过程中直接产生的排放)四大类，得到全国 30 个省级行政区(不含西藏及港澳台地区)的碳排放量汇总结构占比图，见图 3。

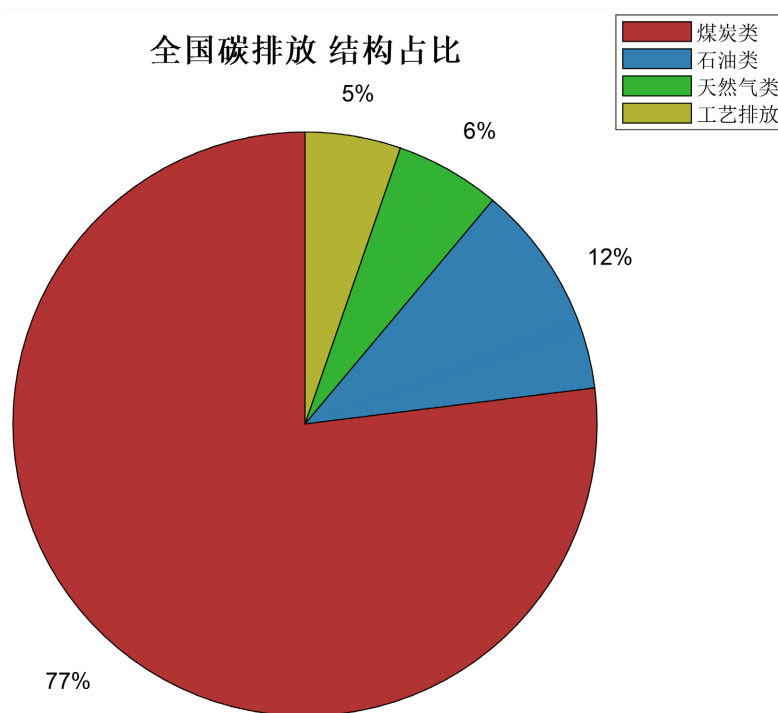


Figure 3. Distribution of carbon emissions components nationwide

图 3. 全国碳排放结构占比图

由全国 30 个省级行政区(不含西藏及港澳台地区)的碳排放量汇总结构占比图可知，在全国范围内，碳排放来源主要是煤炭，占比达到 77%，其次为石油类，占比为 12%，与我国是原煤产量大国这一实际情况相符。

4.2. 省份碳排放结构分类

以华北区域的部分地区为例，北京的碳排放结构图见图 4，山西的碳排放结构图见图 5，从图中可以得出，北京的碳排放以天然气为主(58%)，石油次之(39%)，山西的碳排放以煤炭为主(91%)，石油和天然气次之(仅为 3%)，可见同一区域的不同地区之间在碳排放结构上也存在着差异，这与基尼系数对应。

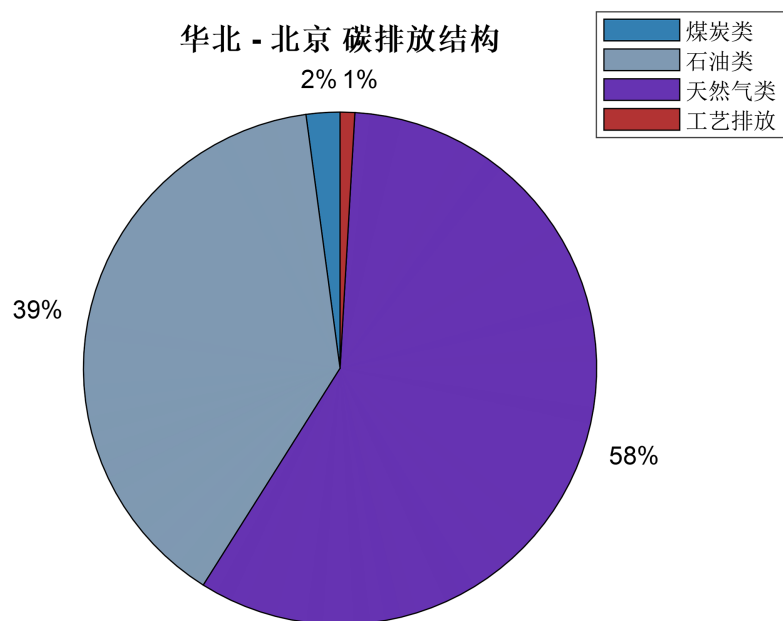


Figure 4. Distribution of carbon emissions components in Beijing

图 4. 北京碳排放结构占比图

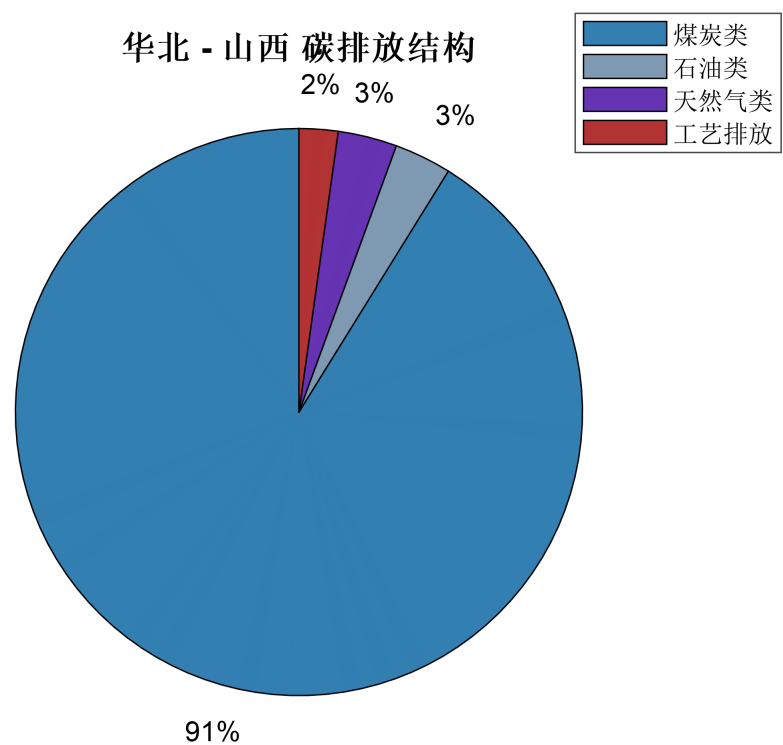


Figure 5. Distribution of carbon emission components in Shanxi province

图 5. 山西碳排放结构占比图

4.3. 区域碳排放结构差异

利用 MATLAB 软件计算得出五大区域的基尼系数用以分析区域的碳排放情况，见表 3。

Table 3. Carbon emissions in the five major regions
表 3. 五大区域碳排放情况

区域	碳排放总量(万吨)	全国占比(%)	各省平均排放量(万吨)	区域内基尼系数	省份数量
东北	282.5455	8.0123	94.1818	0.3318	3
东南	1.42E+03	40.2618	141.9795	0.2924	10
华北	969.524	27.4932	161.5873	0.2913	6
西北	340.3773	9.6522	56.7296	0.2592	6
西南	514.1686	14.5805	102.8337	0.1847	5

东北区域基尼系数为 0.3318，东北区域内部差异最大。主要是辽宁省的排放特别高，为 179.58，而黑龙江省的碳排放量为 64.03，吉林省的碳排放量仅为 38.94，可见同一个区域内部，各省之间差异较大。

东南区域基尼系数：0.3119，东南区域内部差异较大。主要是江苏和广东排放比较多，海南排放最少。

华北区域基尼系数：0.3409，华北区域内部差异较小，相对平均。主要是河北和山东排放比较多，其他四个省份比较接近。

西北区域的基尼系数：0.3838，西北区域内部差异最大。主要是青海和宁夏排放比较少，其他四个省份比较接近。

西南区域基尼系数为 0.1847，内部差异最小。五个省份的排放都比较接近，没有特别突出的高排放省份。

针对五大区域，给出每个区域的平均碳排放结构对比图，见图 6。

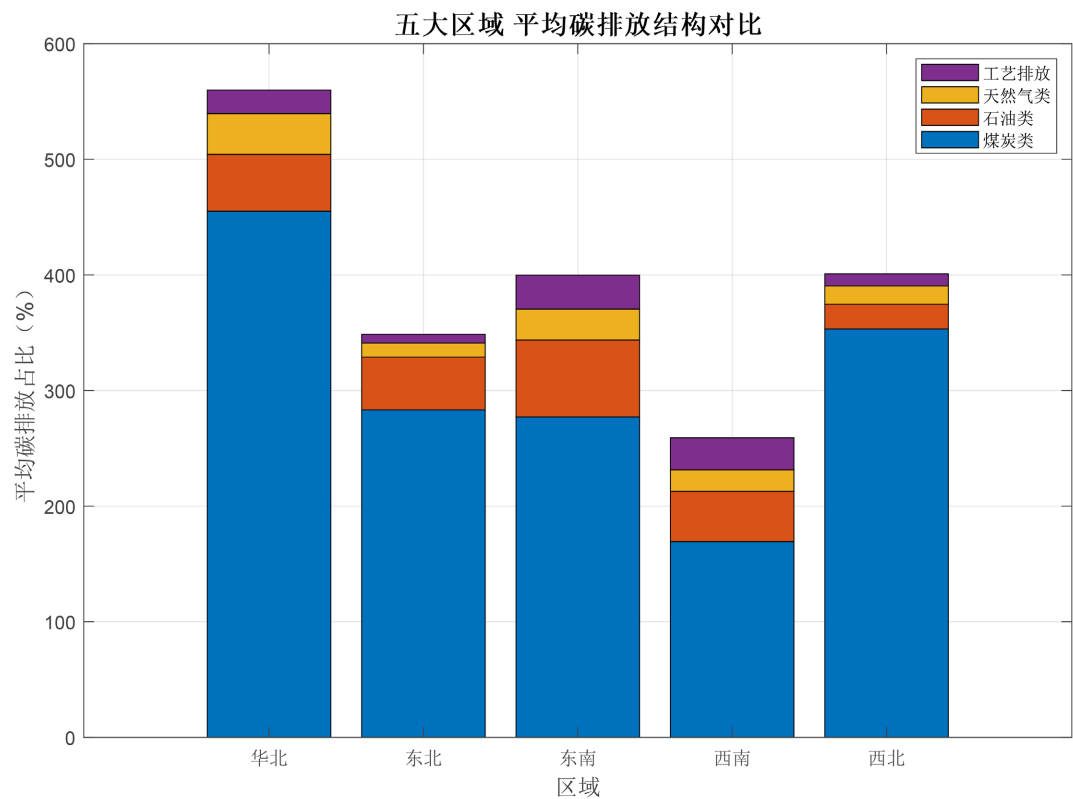


Figure 6. Comparison of average carbon emission structures across the five major regions
图 6. 五大区域平均碳排放结构对比图

从 5 大区域的平均碳排放结构对比图可以看出:

华北地区与西北地区的煤炭占比最高(西北近 90%),石油、天然气、工艺排放占比都很低,西北(内蒙古、新疆)和华北(山西、河北、山东)是我国煤炭生产、火电和煤化工产业的核心区,煤炭依赖度高,属于典型的高煤耗、高能耗重工业基地,能源结构转型压力最大;东北煤炭占比超 80%,石油类占比在东北是最高的,东北以传统重工业为主,同时是我国重要的石油产区和炼化基地,煤炭仍是主力,但石油相关排放贡献也不可忽视。东南煤炭占比最低(约 70%),石油类占比为五大区域最高(约 17%),东南沿海省份工业发达、交通用油量较大,同时水电、核电、新能源发电占比更高,对煤炭的依赖度相对更低,能源结构相对多元;西南煤炭占比最低(约 65%),工艺排放占比为五大区域最高(约 11%),水电资源丰富,电力结构中水电占比高,因此煤炭依赖度最低;同时化工、建材等工艺相关产业较多,导致工艺排放占比偏高。

5. 结论与政策建议

5.1. 主要结论

本文基于 2022 年中国 30 个省级行政区(不含西藏及港澳台地区)的能源消费碳排放数据,采用基尼系数和 Dagum 分解法分析了碳排放的空间差异及其来源,并系统研究了碳排放结构特征,得到以下主要结论:

第一,全国省际碳排放存在合理但显著的空间不均衡性。中国 30 个省级行政区(不含西藏及港澳台地区)碳排放总体基尼系数为 0.3424,省际排放差距处于合理区间。洛伦兹曲线结果显示,碳排放分布呈现明显两极分化,排名后 50%的高排放省份贡献了全国 75%的碳排放量,其中山东、广东、江苏、河北四个地区排放体量突出,合计占全国碳排放总量近 30%,头部地区排放集聚特征明显。

第二,碳排放空间差异主要源于区域间样本交叉重叠。根据 Dagum 基尼系数分解结果,超变密度贡献率达 65.9%,是碳排放差异的核心来源,表明五大区域内部均同时存在高排放与低排放省份,省际排放差距并非由地理区域整体差异主导;区域内差异贡献率为 19.7%,同一区域内部受产业布局、能源结构影响,省份间排放差距同样较为突出;区域间净差异贡献率仅 14.5%,各大区域整体碳排放水平相对接近。

第三,五大区域碳排放规模与内部均衡程度分化明显。从排放总量来看,东南地区碳排放体量最大,全国占比超 40%,是全国碳排放核心区域;华北地区次之,东北、西北、西南区域排放规模相对偏小。从区域内部均衡性来看,西南地区基尼系数仅 0.1847,省际碳排放最为均衡;东北、西北地区内部基尼系数偏高,省份间排放量差距悬殊;华北、东南区域内部差异处于中等水平。

第四,全国碳排放高度依赖煤炭,区域排放结构特征差异化显著。全国碳排放中煤炭类占比达 77%,石油、天然气与工艺排放占比依次降低,契合我国“富煤贫油少气”的资源禀赋。华北、西北地区煤炭碳排放占比接近 90%,能源结构单一,高耗能产业集中,低碳转型压力最大;东北地区煤炭占比超 80%,同时石油类排放占比突出,与传统重工业、石油炼化产业布局高度相关;东南地区能源结构相对多元,煤炭依赖度最低,但工业与交通用油量较大,石油排放占比位居首位;西南地区依托丰富水电资源,煤炭排放占比最低,但化工、建材产业集中,工艺过程碳排放占比为五大区域最高。此外,同一区域内部省份排放结构也存在明显分异,例如华北地区北京以天然气、石油排放为主,山西则高度依赖煤炭,进一步体现了区域内部结构的多样性。

5.2. 研究局限性与展望

本研究基于省域碳排放总量与能源结构,运用 Dagum 基尼系数分析了碳排放的空间差异性,但存在一定局限:(1)研究未区分行业异质性,同时未核算生态碳汇对碳排放的抵消作用;(2)数据维度较为单

一,采用单一年份截面数据进行静态分析,缺乏时间序列维度,无法识别碳排放空间差异的动态演化规律。(3) 能源分类较为粗略,研究将原始十余种能源统一合并为煤炭、石油、天然气、工艺排放四大类,划分方式较为笼统,未细化细分能源品种、工艺过程的排放差异,对碳排放结构的挖掘深度有限。

针对上述局限性,结合碳排放领域主流研究方向,对后续相关研究提出如下展望:(1) 纳入碳汇核算,构建净碳排放评价体系。整合生态资源、植被覆盖等数据,测算各省份碳汇总量与净碳排放量,将碳汇能力纳入分析框架。以净碳排放为核心指标重新开展空间差异研究,兼顾排放端与吸收端,使区域碳排放压力评价更加客观全面;(2) 拓展长时间序列数据,开展动态分析。收集多年连续碳排放面板数据,结合 Dagum 基尼系数、趋势分析等方法,探究碳排放空间差异的时序演化特征,识别差异演变阶段与关键节点,研判相关政策实施带来的长期效果;(3) 细化行业维度,深入挖掘异质性特征。后续研究可细分国民经济各行业碳排放数据,结合行业碳排放强度、产业占比,探究不同行业对省域碳排放空间差异的驱动作用,区分工业、交通、服务业等板块的排放格局差异,从产业视角解释区域碳排放分化的内在原因。

5.3. 政策建议

基于上述结论,提出以下差异化区域碳减排政策建议。

5.3.1. 全国层面:统筹管控高排放省份,缩小省际排放差距

一是强化头部地区总量管控。针对山东、广东、江苏、河北等高排放省份,设置严格的碳排放总量约束目标,严控钢铁、火电、建材等新增高耗能项目,加快落后产能淘汰,发挥标杆省份的减排示范作用。二是建立差异化考核体系。摒弃“一刀切”的减排要求,结合各省份资源禀赋、产业类型、发展阶段制定分省减排任务,兼顾减排目标与区域经济发展需求。三是持续推进全国能源结构转型。稳步降低煤炭消费比重,加大风电、光伏、核电、水电等清洁能源布局,从源头削减煤炭主导的碳排放。

5.3.2. 分区精准施策:立足区域特征,明确差异化减排路径

一是华北、西北地区聚焦控煤降碳。两大区域煤炭依赖度极高,是全国减煤重点区域。严格控制煤电规模无序扩张,推进现役煤电机组节能降碳与灵活性改造;有序转移、升级煤化工、钢铁等高耗能产业;充分利用风光资源优势,大力发展新能源,逐步构建以清洁能源为主体的能源体系。二是东北地区实施煤油双控与产业升级。针对煤炭、石油双重排放偏高的特点,一方面提升煤炭利用效率,淘汰低效产能;另一方面对石油炼化、重型制造等传统工业开展低碳技术改造。依托老工业基地基础发展循环经济,推动传统重工业向绿色、智能方向转型。三是东南地区侧重用油减量与能效提升。该区域交通、工商业用油需求旺盛,需大力推广新能源交通工具,降低交通领域石油消耗;针对制造业开展节能改造,全面提升工业能效;依托经济与技术优势,扩大核电、海上风电等清洁能源供给,打造低碳发展先行区。四是西南地区重点管控工业工艺排放。依托水电资源优势巩固低煤耗优势,将减排重心放在化工、有色金属、建材等行业,推广低碳生产工艺与清洁原料替代,严控生产过程非能源碳排放,走“清洁能源+低碳产业”的特色发展道路。

参考文献

- [1] 陈军,陈子哲,李婉菊.基于省级面板数据的中国区域碳排放强度时空演进及差异分析[J/OL].天津师范大学学报(自然科学版): 1-15. <https://link.cnki.net/urlid/12.1337.n.20260401.1224.002>, 2026-06-10.
- [2] 王涛.中国土地利用碳排放时空特征及影响因素研究——基于省域面板数据[D]:[硕士学位论文].武汉:中南财经政法大学,2020.
- [3] 张卓群,张涛,冯冬发.中国碳排放强度的区域差异、动态演进及收敛性研究[J].数量经济技术经济研究,2022,39(4): 67-87.

- [4] 佟孟华, 褚翠翠, 李洋. 中国经济高质量发展的分布动态、地区差异与收敛性研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2022, 39(6): 3-22.
- [5] 李国平, 朱婷, 孙瑀. 高质量区域空间格局构建下中国经济区划调整研究[J]. 地理科学, 2024, 44(1): 20-29.