

中国八大综合经济区绿色发展综合评价与情景预测研究

刘好 晏宁 章强 惠世豪

西安外国语大学 经济金融学院，陕西西安，710000；

摘要：本文基于 2005–2020 年中国八大综合经济区（以下均简称“八大经济区”）绿色发展数据，采用广义迪氏指数分解法，得出地区产出规模是碳排放主要促增因素，绿色财政支出碳强度是减排关键。通过蒙特卡洛模拟预测 2020–2030 年各区域碳排放趋势。结果表明，基准情景下碳排放持续增长；绿色发展情景增速减缓；技术革新情景下，多数区域碳排放将在 2025–2029 年间达峰。建议通过差异化政策设计、技术创新投资效率提升及区域协同治理推动绿色转型。

关键词：绿色经济；八大经济区；广义迪氏指数分解；蒙特卡洛模拟

DOI：10.69979/3029-2700.25.10.028

引言

2024 年 1 月，中央经济工作会议重点关注“深入推进生态文明建设和绿色低碳发展”，明确指出要持续加大资金投入力度，持续推进生态文明建设，深挖财税政策潜能以推动绿色低碳发展等，但区域间绿色发展的不平衡问题仍显著制约全国协同效率。八大经济区（东北、北部沿海、东部沿海、南部沿海、黄河中游、长江中游、西南、西北）因资源禀赋、产业基础与技术条件差异，形成了“高碳锁定”与低碳转型并存的两极化格局。因此，对区域间绿色发展的路径和政策进行研究显得极为重要。本研究依托全球可持续发展与“双碳”目标战略为背景，基于 2005 至 2020 年中国绿色经济发展相关数据，采用广义迪氏指数分解法（GDIM）对绿色经济发展的驱动因素进行分解，与此同时采用蒙特卡洛模拟预测不同政策与技术干预下八大经济区绿色经济发展的趋势，并探讨不同情境下绿色经济发展的情况。本研究的结果将为各区指定相应的绿色发展战略提供科学依据，并为相关企业的绿色转型和低碳技术创新方面提供有益的参考。通过构建多维度评价体系与情景预测模型，解析八大经济区绿色经济发展的时空分异特征及驱动机制，为优化区域绿色经济协同发展路径、助力“双碳”目标实现做出积极贡献。

1 八大经济区碳排放影响因素分解

参考邵帅（2017）和刘自敏（2022）提出的因素分解说明，发现对碳排放影响因素的分解多基于 Kaya 恒等式和 IPAT 模型^[1]，侧重能源消费碳强度、能源强度、产出规模等因素，其中能源消费碳强度可反映能源结构变动，其下降通常表明能源使用效率与碳排放效率提升，助力绿色低碳发展。因此，本研究将碳排放效率纳入绿

色发展的评价维度中。为了解析绿色发展的驱动因素，还参考了 Vaninsky(2014)提出的广义迪氏指数分解法，突破 Kaya 恒等式束缚，克服了传统指数分解的局限性，适用于多维度分析，能更全面量化因素贡献^[2]。考虑到新冠疫情对中国绿色经济发展的影响，本文选用 2005–2020 年中国绿色经济的整体数据作为研究样本，其中中国碳排放总量数据来源于 IPCC 公布的《中国 1997–2021 年碳排放总量》。相关数据主要来源于《中国统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》。

基于上述机理分析和 GDIM 的基本原理，利用 R 语言对以上地区绿色经济发展驱动因素进行广义迪氏指数分解，见图 1。被考察的 10 个因素中，地区产出规模（GDP）、能源消费规模（E）、技术研发投资规模（R）、绿色财政支出规模（G）对碳排放一直表现为促增效应，经济产出碳强度（GDPCI）、能源消费碳强度（ECI）、技术研发投资碳强度（RCI）、绿色财政支出碳强度（GCI）、技术研发投资效率（RE）、能源强度（EI）对碳排放总体显示为促降效应。

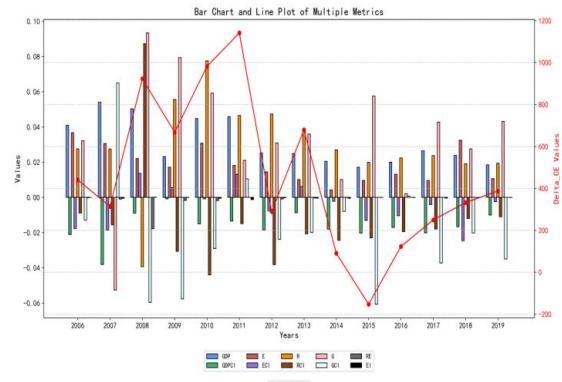


图 1 地区绿色经济发展驱动因素分解结果

为更加清楚地反映各因素在 2005–2020 年对碳排放演变的动态影响，将 2005 年设定为基期，将各因素对

碳排放的贡献值逐年累加计算出各因素的累积效应值，并绘制成表（如图 2），从而对绿色经济影响因素的累计贡献值进行进一步比较分析。根据各因素的累积效应

值可以得到，绿色财政支出规模（G）和技术研发投入规模（R）是最主要的促增因素。绿色财政支出碳强度（GCI）是最主要的促降因素。

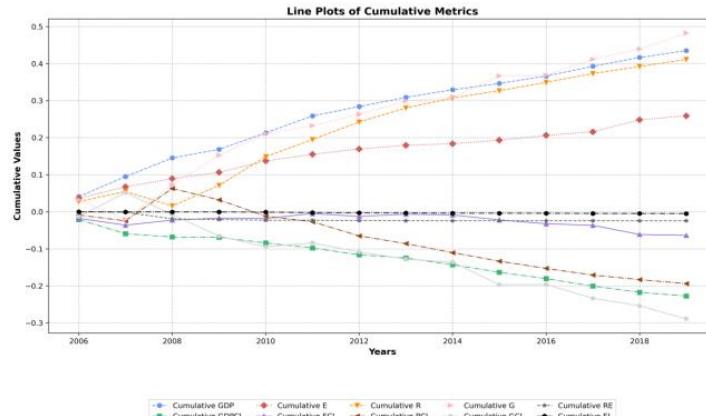


图 2 绿色经济发展驱动因素的累积贡献 (2005—2020)

2 八大经济区绿色经济发展水平预测

因素分解显示，影响各区绿色经济发展的主要因素技术研发投资规模（R）、绿色财政支出规模（G）和绿色财政支出碳强度（GCI）。根据主要因素构建参考情

景，并运用遗传算法不断对参数进行迭代优化，模拟预测 2020—2030 年各区域在不同政策与技术干预下的碳排放趋势。参考情景下各因素潜在年均变化率与调整后的各因素的潜在年均变化率的差异值如表 1 所示。

表 1 各因素潜在年均变化率在调整参数前后的差异(单位: %)

差异矩阵	R			G			GCI		
	Min	Mode	Max	Min	Mode	Max	Min	Mode	Max
南部沿海地区	-0.27	-0.35	0.42	-0.14	-0.52	-0.78	0.12	0.19	-0.53
东部沿海地区	-0.78	-0.85	0.16	-0.54	-0.01	-0.03	-0.47	-0.07	0.15
北部沿海地区	-0.36	0.33	0.06	-0.50	-0.29	-0.34	-0.21	0.29	0.18
东北地区	-0.59	-0.17	0.16	-0.50	-0.38	-0.12	-0.36	0.22	0.31
长江中游地区	-0.26	0.11	0.28	-0.28	-0.59	0.02	-0.29	0.38	0.27
黄河中游地区	-0.49	-0.22	-0.02	-0.29	-0.37	0.12	-0.25	0.00	0.56
西南地区	-0.58	-0.42	0.12	0.11	-0.15	-0.06	-0.50	-0.04	0.09
西北地区	-0.65	0.00	0.57	-0.20	0.14	0.45	-0.37	-0.11	0.21

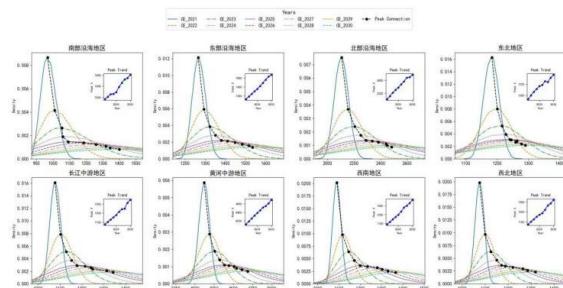


图 3 八大经济区基于参考情景的绿色发展水平预测图

由图 3、图 4 可得，在基准情景下，每个经济区的碳排放量整体呈现持续增长态势，其中资源依赖型经济区（如黄河中游与西北地区）受传统能源产业路径依赖影响，增速尤为显著。相比之下，在强化绿色财政支出

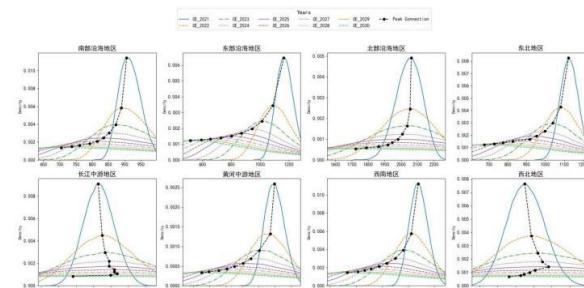


图 4 八大经济区参数优化后的绿色发展水平预测图

碳强度与技术研发投资效率的协同作用下，有效地抑制了多数区域的碳排放增长速度。例如，沿海经济区（南部、东部与北部沿海地区）因外向型产业转型与清洁技术应用的加速推进，碳排放增速明显放缓，部分区域逐

步进入平台期；内陆地区则因政策干预滞后与产业结构调整的复杂性，减排效果相对有限。

技术革新情景的预测进一步揭示了区域差异化特征。参数优化后的模型表明，超过半数的经济区在技术革新驱动下，碳排放有望在中期内实现达峰并转向下降趋势。以东北地区为例，老工业基地的智能化改造与低碳技术推广显著缩短了碳排放达峰周期；而长江中游与西北地区因新兴产业集群布局与传统高耗能产业转型的阶段性矛盾，碳排放呈现先升后降的波动特征。需要强调的是，绿色财政支出碳强度的提升在西南地区发挥了关键作用，其通过财政补偿机制有效平衡了水电开发对生态系统的短期扰动，使碳排放趋势趋于平稳。沿海与内陆经济区的预测差异进一步凸显了区域资源禀赋与政策响应能力的关联性，例如沿海地区凭借技术溢出效应与财政资源集聚优势，减排路径更为明确；而西北地区受制于传统能源产业转型的长期惯性，达峰进程相对滞后^[3]。

上图中的蒙特卡洛模拟的概率密度分布曲线表明，参数优化后各区域碳排放预测的不确定性范围显著收窄，表明政策干预与技术创新的协同能够有效降低绿色经济发展的系统性风险。例如，技术研发投资效率较高的区域，其碳排放量的波动幅度明显减小，为政策制定提供了更稳健的决策依据。这一情景预测强调了技术创新在实现绿色经济发展中的关键作用，反映了八大经济区绿色转型的差异化路径，也为政府在推动跨区域协同治理机制的构建提供了理论支撑。明确强调需通过精准政策设计、技术投资效率优化及区域协作，才可以推动全国绿色经济的均衡发展。

3 结论与政策建议

(1) 优化绿色财政设计：避免“运动式”投资：例如在黄河中游地区（山西、陕西等能源大省），需要平衡传统能源退出与新能源布局的节奏，避免因一刀切关停煤矿导致短期经济失速，同时通过财政倾斜支持煤电低碳化改造；强化配套政策：在北部沿海地区，可结合大气污染联防联控，将绿色财政与碳定价、煤电容量补偿机制协同，加速钢铁行业绿色转型；容忍短期波动：如西南地区大规模开发水电时，可能短期内对流域生态造成扰动，需通过财政补偿机制保障长期生态修复。(2) 提高技术研发投资效率。降低高耗能行业投资比重：针

对西北地区的煤化工、电解铝等产业，通过财政贴息引导企业采用绿电-氢能耦合技术，而非简单扩大产能；促进绿色技术转型：在东部沿海地区，利用财政资金撬动企业研发投入，重点突破新能源汽车电池回收、智能电网等关键技术；区域差异化支持：对东北沿海地区老工业基地，财政应侧重传统制造业智能化改造，而非盲目追逐新兴赛道。(3) 提高绿色财政支出效率。精准投资低碳技术：在南部沿海地区，针对外向型经济特点，补贴企业应对欧盟碳边境税（CBAM）的低碳认证投入；优化产业结构：对长江中游地区，通过专项基金推动汽车产业链集群化绿色升级，避免低效分散投资；创新补贴方式：在西北地区风光基地，采用“绿电发电量+生态修复”双指标考核后补助，提升资金使用效益。

参考文献

- [1] 邵帅, 张曦, 赵兴荣. 中国制造业碳排放的经验分解与达峰路径——广义迪氏指数分解和动态情景分析[J]. 中国工业经济, 2017, (03): 44–63. DOI: 10.19581/j.cnki.ciejournal.2017.03.003.
- [2] Vaninsky Alexander. Factorial decomposition of co2 emissions: A generalized divisia index approach. Energy Economics, 45(389–400), 2014.
- [3] 崔琪, 马晓钰, 张思思. 绿色全要素能源效率评价及影响因素研究——基于中国八大经济区数据的分析[J]. 技术经济与管理研究, 2022, (03): 94–99.

作者简介：刘好(2004--)，女，壮族，广东省南雄市人，本科生大三，在读本科，西安外国语大学经济金融学院，研究方向：经济学。

晏宁(2004--)，女，汉族，广东省深圳市人，本科生大三，在读本科，西安外国语大学经济金融学院，研究方向：经济学。

章强(2004--)，男，汉族，安徽省宣城市人，本科生大二，在读本科，西安外国语大学经济金融学院，研究方向：经济学。

惠世豪(2002--)，男，汉族，陕西省延安市人，本科生大三，在读本科，西安外国语大学经济金融学院，研究方向：经济学。

基金项目：2024 年西安外国语大学大学生创新创业训练计划(项目编号：S2014107240153)