

财政分权、能源价格波动与碳排放效率

方建春^{1,2} 童杨¹ 陆洲³¹

(1. 浙江工业大学 经济学院, 浙江 杭州 310023;

2. 中国社会科学院 世界经济与政治研究所, 北京 100732;

3. 天津商业大学 经济学院, 天津 300134)

【摘要】: 在碳达峰和碳中和约束下, 地方政府面临着发展经济和保护环境之间的平衡难题。自财政分权改革以来, 我国地方政府为了发展经济, 直接或间接地对地方企业实施补贴, 导致各地能源价格趋异, 进而影响能源消费成本和结构, 造成各地碳排放效率呈现显著差异。本文以全国 30 个省市(除港、澳、台和西藏地区) 2003—2018 年的数据为考察对象, 实证研究结果显示: 我国东部省市的碳排放效率较高, 中部次之, 东北最低。作为我国产煤大省的山西省, 其碳减排空间高达 109.4 亿吨。从总体上来看, 碳排放空间排名前五的山西、内蒙古、山东、河北、辽宁均为经济欠发达地区。对碳排放效率影响因素的实证研究结果表明: 单位 GDP 能耗、人均碳排放的上升, 都不利于碳排放效率的提升。人均能耗的上升所实现能源的集约型利用有助于碳排放效率的提升。财政分权导致地方政府以增长为导向的发展策略, 不利于碳排放效率的改善。能源价格的上升, 有助于提升碳排放效率。

【关键词】: 财政分权 碳排放效率 能源价格

【中图分类号】 X196 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1673-0186 (2021) 007-0005-013

一、引言

随着我国提出在 2030 年前达到碳达峰以及 2060 年前实现碳中和的目标, 地方政府面临着发展经济与绿色低碳发展之间的平衡难题。尤其是近年来, 伴随着我国各地环境的恶化和频频出现的空气污染, 地方政府面临着越来越大的环境保护压力。现有研究认为, 要扭转环境日益恶化的趋势, 财政分权改革是未来实现经济发展和环境改善相互平衡的潜在突破口。但有多数研究认为, 自 1994 年财政分权改革以来, 我国地方政府面临着越来越大的财政压力。事权的上升和财权的下降导致地方政府被迫发展本地经济来扩大税基, 解决就业, 并对本地企业实施财政和能源补贴。同时为了缓解就业压力, 即便是对环境不友好的重化工企业, 地方政府依然对其进行扶持以防止工人下岗而影响社会和谐稳定。低效率甚至是无效率的高能耗、高排放企业依然广泛存在, 这导致过度的碳排放和碳排放效率的下降。因此, 要实现环境改善, 财政分权改革是一个重要的突破口^[1]。

在过去的十余年间, 我国的节能减排技术取得了长足的发展, 但我国仍然是全球最大的能源消费国和碳排放国。学界对我

作者简介: 方建春, 浙江工业大学经济学院教授, 中国社会科学院世界经济与政治研究所博士后、博士研究生导师, 研究方向: 世界经济;

童杨, 浙江工业大学经济学院硕士研究生, 研究方向: 能源经济;

陆洲, 天津商业大学经济学院特聘教授, 研究方向: 美国经济。

基金项目: 国家社会科学基金项目“能源结构转型中的中国铀资源安全态势评估及风险应对策略研究”(16BJY052)

国能否实现 2030 年前碳排放峰值和 2060 年前碳中和目标仍缺乏一致意见。从目前来看，我国的节能减排压力依然较大。为了应对日益上升的碳排放及其导致的全球变暖，欧美等主要国家或经济体已出台征收碳税、推进排放权交易计划并加大政府减排支出等节能减排政策。我国正逐步推进碳排放交易计划和碳税的征收，但我国节能减排的目标能否顺利实现，在一定程度上还取决于政府财政支出的功能和支出方向，也就是说，地方政府在能源减排政策设计中扮演关键角色。

财政分权水平用于衡量中央和地方政府之间的财政收入和支出关系。地方财政支出所占比例越大，分权程度就越高。根据财政分权理论，地方居民可用选票来表达自身对公共物品的偏好。此外，地方政府因具有本地信息优势，可以更好地满足本地居民的公共物品的要求。因此，为了与其他地区实现竞争，地方政府通常利用中央政府所赋予的权力，来发展地方经济和改善财政收入，从而有效地提供公共物品；同时，地方政府也可能为了发展本地经济而忽略环境监管，通过降低环境标准以吸引外资，这将不利于环境改善。

财政分权到底如何影响碳排放或环境污染？一些研究认为，更高层次的财政分权有利于节能减排；也有一些学者认为，地方政府更倾向于“逐底竞争”，即愿意通过削弱地方环境法规来为本地区创造更大的发展空间。在放松管制的过程中，由于辖区之间可能存在“搭便车”行为，环境质量会下降，跨国界污染行为会随之增加。因此，中央政府若给予地方政府更多财政支出权力，环境污染增加的可能性就更大。

与现有关于财政分权对环境污染影响的研究相比，财政分权对碳减排的影响机理有其特殊性。大量的实证研究表明，一方面，为了追求辖区内更好的环境质量这一公共物品，财政分权有助于地方政府防止工业废物的产生和雾霾的产生；另一方面，跨界污染和“搭便车”行为极大地影响了地方政府改善本地环境的意愿和效果。虽然污染控制和碳减排都可以反映公共物品的属性，但两者之间存在显著的差异性。比如，一些固体污染物更多地反映当地公共产品属性，但碳排放由于其跨区域转移，更多地反映其全球公共产品属性，这就取决于污染物的属性。如果地方政府通过增加财政支出以预防和控制污染，从而改善辖区环境质量，这种环境质量改善的受益者更多的是辖区居民，而其辖区外居民难以受益；如果地方政府通过财政支出减少了碳排放而改善了环境质量，则减排受益者不再仅限于其管辖范围内的居民，辖区外居民也可以受益。

正是由于污染物属性会影响到地方政府控制污染和减少排放的积极性，地方政府通常有更强的动机来控制本地污染物，尽管其自身不得不承担减排责任，除非这种污染预防和控制成本可以由邻近地区的地方政府进行分担，或者碳减排成本可以在中央政府与地方政府之间分摊。大量的污染物控制涉及跨界，比如跨界水污染，除非邻近的地方政府之间就污染控制的成本分摊存在共识，否则，“搭便车”的行为就在所难免。由于各地方政府从碳减排中获得的利益都有限，即地方政府的污染控制收益与成本不匹配，必然导致各地方政府都不愿意履行降污减排的责任。通常而言，碳减排的初始驱动力来自中央政府自上而下的监管或考核压力。中央政府只有在要求地方政府履行节能减排职责时又弥补碳减排成本，地方政府才会有动力将碳减排支出纳入地方财政支出。因此，在考察财政分权对我国碳排放的影响时，我们不仅需要从碳减排全球公共物品属性的视角来分析地方政府参与碳减排的考核压力，还需要考察各级地方政府奉行减排政策时的立场与作用。

但现有研究鲜有考察能源价格对碳排放效率的影响。低能源价格削弱了市场和企业碳减排的压力和动力，而较高的能源价格会降低碳排放从而提升排放效率，因为高昂的能源价格将通过增加投入成本而惩罚高能耗和高排放的企业，从而达到减排效果。因此，在制定环境决策将能源价格纳入以实现可持续发展方面也是政策分析框架中必不可少的构成部分。

因此，探索财政分权、能源价格及其对碳排放效率的影响，具有重要的理论意义和现实意义。尽管一些研究以发达国家或其他发展中国家为考察对象，但以我国为例的研究仍不多见。本文以我国主要省市为考察对象，考察财政分权、能源价格及其对碳排放效率的影响，以分析我国碳排放效率的走势及其影响因素，为我国在未来如何有效提升碳排放效率做出有益的探索。

二、文献综述

为应对日益上升的环境污染压力并实现节能减排目标，地方政府在碳减排方面的财政支出和角色已逐渐成为学界关注的焦点。从制度设计和政策改革的角度，我国能否实现碳减排目标，在很大程度上取决于地方政府财政支出的方向，以及地方政府在经济发展和环境改善之间如何寻求平衡。

我国的财政分权改革在 1994 年之后全面推进，其主要目的是中央通过改革来上收财权。改革之后地方政府的财权下降但事权上升，这导致地方政府被迫通过其他方式来扩大税收、增加就业和维持社会稳定。这一方面是为了弥补财权下降导致的缺口；另一方面，地方官员也想通过发展本地经济来提升自己的政绩从而获得政治升迁。但财政分权改革对经济增长的影响的研究并未取得一致结论。多数研究认为，财政分权对经济增长具有正向影响，另外也有一些研究指出，财政分权对我国经济增长的影响是负面的^[2-3]。而张晏、龚六堂却认为，分税制改革对经济增长的影响具有显著的阶段性^[4]。在 1994 年以前，财政分权水平的提升不利于经济增长，而在改革之后，由于调动了地方政府的积极性，财政分权却有利于经济增长。菲利佩蒂（Filippetti）利用 1970—2010 年 21 个经合组织国家的数据，证实财政分权促进增长的效应在很大程度上取决于地方政府的权力^[5]。如果税收分权伴随着更高的行政和政治分权，则会导致较高的经济增长率，反之则不然。

财政分权在影响经济增长的同时，也伴随着显著的环境效应。格罗斯曼和克鲁格（Grossman & Kruger）较早探讨了经济发展与环境之间的倒 U 型关系^[6]。随着经济的发展，污染会先增加，在达到峰值后下降，即存在环境库兹涅茨曲线。但早前的研究多数是从数据观察开始的，后续大量文献都为环境库兹涅茨曲线的存在提供了经验证据；丁道（Dinda）还通过构建内生增长分析框架来探讨收入与环境退化之间倒 U 型关系的理论模型^[7-8]。

一些研究认为，更大的财政分权可能有助于改善环境质量。因为财政分权较高的省级政府拥有更多的环境保护自由和财政资源，而地方政府对当地居民的环境质量需求有更好的了解。所以从理论上讲，它们比中央政府更愿意在环境保护上花费更多的钱，以有效改善当地环境质量。比如，苏（Su）等利用经合组织 1990—2018 年的数据实证研究认为，财政分权和生态创新促进了可再生能源的消费，并降低了不可再生能源的使用^[9]。但赫（Hao）等运用 1995—2015 年间我国的省级面板数据，证实财政分权与人均污染物（SO₂ 和 CO₂）排放量之间存在非线性的倒 U 形关系^[10]。

另一方面，财政分权可能会使环境状况恶化。张（Zhang）等运用 1995—2012 年我国 29 省的面板数据来研究财政分权对环境政策功能机制的影响^[11]。实证结果表明，仅环境政策就可以实现减少碳排放的目标，但是，中国式的财政分权使环境政策大大促进了碳排放，导致了“绿色悖论”。李（Li）等利用 1984—2018 年巴基斯坦的数据来研究财政分权对环境质量的不对称影响，也认为财政分权在短期和长期内都会增加空气污染^[12]。此外，更大的财政自由度会导致地方政府愿意增加对各种生产项目和基础设施建设计划的投资，并支持重工业的发展，这些工业消耗了大量的能源并产生严重的污染。但宋（Song）等指出，要控制污染，分权应当适度^[13]，适当的财政分权可以改善全要素绿色生产率，但过度的财政分权则成为全要素绿色生产率提升的障碍。

一些研究考察了财政政策与碳排放之间的关系。查、周和李（Huang G. B., Zhou & Li）等认为，不同财政分权都会促进碳排放的增加^[14-15]，如果不进行相关的机构改革，尤其是财政分权体制改革，节能减排政策可能会失败，与以往的研究结论不同，文章认为能源消耗和碳排放之间的环境库兹涅茨曲线呈弱“N”形。罗能生、王玉泽运用超效率 SBM 模型考察了我国 1998—2013 年不同省市的生态效率值，认为在晋升的激励下，财政分权程度的提升会导致生态效率的下降^[16]。Wang 和 Li 使用 1996—2010 年我国省际动态面板数据研究了财政支出与碳减排之间的关系，认为财政支出规模与人均碳排放之间存在正相关，而财政支出构成和人均碳排放量之间存在负相关^[17]。肖容、李阳阳运用 1999—2010 年我国的省际面板数据，研究了财政分权、财政支出和碳排放之间的关系^[18]，实证研究表明，财政分权与碳排放呈正相关，此外，随着财政支出水平的提高，财政分权对碳排放的影响效应会不断减弱，财政分权对碳排放的影响具有明显的区域差异，高排放地区财政分权会显著增加碳排放，中排放地区次之，低排放地区较弱。田建国、王玉海分析了财政分权、地方政府竞争同碳排放的关系，认为财政分权同碳排放总量水平正相关，且财政分权存在较强的空间溢出效应为正^[19]，特定地区财政分权的提升除了导致本地区碳排放水平的增加，也会通过示范效应导致周边区域碳排放水平的提升。

从现有研究来看，多数有关财政分权的研究都是考察其对经济增长、环境污染或碳排放总量的影响，考察财政分权对碳排放效率影响的研究还较为少见，对我国不同地区碳减排空间的研究也不多见。此外，鉴于能源价格对碳排放效率的直接影响，加上我国地方政府为了扶持本地经济发展而对能源价格实施干预和补贴的行为，也会直接或间接作用于碳排放效率的提升。因此，以我国不同省域为考察对象，研究财政分权、能源价格对碳排放效率的影响，对提升中国碳排放效率和缓解碳排放压力，具有重要的理论和现实意义。

三、数据来源与碳排放效率、碳减排空间的计算

本文所涉及的煤炭、石油、天然气等消费量，以及能源价格数据主要来自《中国能源统计年鉴》。而 GDP 相关数据、GDP 平减指数主要来自国家统计局。

碳排放效率的计算方法基于 C-D 生产函数，本文将投入要素进一步拓展到劳动、资本和能源等多变量，产出总量用 GDP 来衡量。由于能源消费与碳排放之间存在碳排放系数关系，因此，在生产函数中，我们用碳排放总量来代替能源消费。碳排放系数参照 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change: 联合国政府间气候变化专门委员会)的计算标准，煤、石油、天然气和水泥的碳排放系数分别为 2.46、2.76、2.09 和 0.4985。基于此，本文计算出在最优技术条件下，相同 GDP 所消耗的最低能源投入（碳排放）的水平，然后通过分析目标碳排放投入和实际碳排放投入的比例，即可计算出碳排放效率的水平。

本文参照弗里德、洛弗尔和施密特 (Fried, Lovell & Schmidt) 考察能源效率的方法来计算碳排放效率^[20]。碳排放效率的计算是考察生产前沿线上目标碳排放与实际碳排放之间的比例关系，以考察我国不同省份碳排放效率的差异。具体的计算方法如下：

$$CBE_{i,t} = \frac{ACE_{i,t} - LCE_{i,t}}{ACE_{i,t}} = 1 - \frac{LCE_{i,t}}{ACE_{i,t}} = \frac{TCE_{i,t} - LCE_{i,t}}{ACE_{i,t}} \quad (1)$$

式 (1) 中，i 表示我国各个省市，t 表示年份，CBE 用于衡量碳排放效率，ACE 用于测算实际的碳排放量，LCE 则表示损失的碳排放，TCE 用于衡量目标碳排放总量，也就是以当前的技术水平，要达到特定的产出水平需要最低的碳排放数量。而 $\frac{LCE_{i,t}}{ACE_{i,t}}$ 代表不同省份的减排潜力，其数值水平越高，代表该省份目前碳排放的损失越大，也意味着该省具有较大的碳减排潜力。

鉴于数据的可获得性，我们的样本区间选取 2003—2018 年，总样本包含 30 个省市，港、澳、台和西藏等省市和地区因数据缺失未纳入样本。数据来源等情况说明如下：

劳动：所有样本省市的人口数据都来源于国家统计局。

资本：我们借鉴张军的“永续盘存法”来测算所有年度的资本存量^[21]。计算方法为： $K_t = I_t + (1 - \delta) K_{t-1}$ ，式中， K_t 代表第 t 年的资本存量， I_t 表示第 t 年的投资， δ 表示第 t 年的资本折旧率，2000 年的资本存量数据和资本折旧率 (δ 取 9.6%) 也沿用该研究结果。本文的资本存量数据用 2003 年不变价格进行了折算。

能源：鉴于我国碳排放主要来自煤、石油、天然气等产品的消费以及水泥生产，我们利用《中国能源统计年鉴》的能源消费等数据折算出各年度的碳排放数据。不同燃料和水泥生产的碳排放系数都来自 IPCC。

$$C_i = \sum \beta_i E_i \quad (2)$$

式（2）中， C_i 代表能源 i 的碳排放数量， β_i 表示各种能源的排放系数， E_i 则代表煤炭、石油、天然气的消费量和水泥的产量。

产出：所有 30 个样本省市的 GDP 和 GDP 平减指数数据均来自各年度的《中国统计年鉴》，且各年度的 GDP 数据均用 2003 年的价格指数折算为不变价格以便于比较。

实证研究结果见表 1。从总体来看，我国的碳排放效率大致呈现“N”形状态，即经历了先上升后下降再上升的过程。整体来看，碳排放效率整体上呈不断下降的趋势。在 2013 年以前，我国碳排放效率大致处于不断上升的态势，但 2014 年和 2015 年我国碳排放效率大幅度地下滑，2014 年和 2015 年是中国空气污染引起社会各界广泛关注的主要年份。由于城市化和工业化的快速推进，尤其是煤炭在一次能源消费的比重过高，燃煤污染导致我国空气重污染天数急剧攀升，其中，以京津冀为代表的地区频频出现雾霾，而山东、辽宁、河北等省市第二产业和重污染行业占的比重甚至高达 GDP 的 60%，通过产业结构调整实现转型升级压力较大；而山西、内蒙古、宁夏、陕西等省份，又面临煤炭在一次能源消费中占比均过高的问题，实现清洁能源转型也势在必行。2016 年至今我国碳排放效率又重新开始上升。

表 1 我国主要年份碳排放效率状况

	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018	平均
北京	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
广东	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.79	0.96
上海	1.00	1.00	1.00	1.00	0.57	1.00	1.00	1.00	0.94
福建	1.00	0.92	0.93	0.87	0.76	0.86	0.91	0.86	0.88
重庆	0.89	0.71	0.77	0.79	0.81	0.85	0.74	0.77	0.79
广西	0.69	0.74	0.79	0.89	0.84	0.88	0.70	0.57	0.78
海南	1.00	1.00	0.67	0.73	0.69	0.74	0.57	0.63	0.75
四川	0.63	0.65	0.67	0.71	0.78	0.79	0.72	0.84	0.72
浙江	0.82	0.74	0.73	0.63	0.59	0.79	0.73	0.64	0.70
湖南	0.60	0.50	0.59	0.71	0.76	0.87	0.69	0.63	0.67
江苏	0.79	0.69	0.72	0.61	0.51	0.68	0.62	0.70	0.66
江西	0.60	0.65	0.71	0.78	0.76	0.67	0.52	0.50	0.66
青海	0.69	0.60	0.56	0.71	0.50	0.62	0.63	0.83	0.63
湖北	0.50	0.51	0.59	0.60	0.61	0.79	0.67	0.69	0.62
云南	0.49	0.43	0.45	0.53	0.62	0.77	0.75	0.85	0.61
河南	0.41	0.40	0.47	0.61	0.71	0.77	0.68	0.74	0.59
天津	0.64	0.65	0.76	0.71	0.41	0.38	0.79	0.30	0.59
吉林	0.39	0.46	0.57	0.55	0.47	0.68	0.73	0.72	0.55

山东	0.53	0.46	0.48	0.47	0.43	0.54	0.46	0.48	0.48
安徽	0.45	0.49	0.46	0.50	0.50	0.47	0.39	0.38	0.46
陕西	0.50	0.43	0.46	0.50	0.43	0.40	0.33	0.34	0.44
黑龙江	0.41	0.39	0.40	0.46	0.46	0.50	0.39	0.38	0.43
河北	0.38	0.38	0.41	0.47	0.47	0.51	0.42	0.43	0.43
辽宁	0.32	0.38	0.42	0.40	0.35	0.50	0.44	0.36	0.39
新疆	0.50	0.46	0.43	0.39	0.31	0.27	0.22	0.22	0.36
甘肃	0.30	0.33	0.34	0.39	0.36	0.37	0.33	0.29	0.34
贵州	0.24	0.25	0.27	0.30	0.28	0.31	0.27	0.31	0.28
宁夏	0.24	0.25	0.25	0.23	0.16	0.19	0.21	0.15	0.21
内蒙古	0.23	0.18	0.24	0.20	0.14	0.12	0.22	0.13	0.19
山西	0.12	0.13	0.17	0.22	0.22	0.21	0.17	0.11	0.17

数据来源：根据《中国能源统计年鉴》、中国国家统计局发布的数据自行测算结果

从不同省市碳排放效率的差异来看，北京、广东、上海、福建和重庆的碳排放效率排名靠前。其中，北京、广东、上海、福建属于东部发达地区，这些省市的能源减排技术相对较高，碳排放效率也就更高。重庆碳排放效率更高，主要是因为其积极推进碳减排工作。2010 年开始，重庆就被确定为低碳试点城市，制定了《重庆市碳排放权交易管理暂行办法》，在电解铝、铁合金、电石、烧碱、水泥、钢铁等高耗能行业推进交易试点，这些政策的出台都促进了重庆碳减排取得积极成效。山西、内蒙古、宁夏、贵州和甘肃的碳排放效率居全国末位。这些省市是西部地区或中部地区，多数是煤炭资源大省，或者能源技术水平相对较低，使用煤炭这一廉价能源的动力更为充足，导致碳排放效率显著低于全国平均水平，其中，山西作为产煤大省，其 2003—2018 年的平均碳排放效率 0.17，仅为北京市碳排放效率的 1/6 左右，碳减排压力和空间巨大。

从碳排放效率的地区对比来看，东部、中部、西部和东北的碳排放效率依次递减。最高的东部地区的平均碳排放效率达到 0.74，中部地区的碳排放效率为 0.53，西部地区的碳排放效率为 0.49，东北地区的碳排放效率最低，仅为 0.46。

为了准确把握我国不同省市节能减排空间的大小，我们以碳排放效率最高省市为参照，计算各省市的碳减排空间。以 2018 年山西为例，其碳排放效率年度平均值为 0.17，其碳排放效率提高的空间即为 0.83，据此可以计算出该省的碳减排空间。研究表明，从碳减排空间来看，各省市存在显著的差异性（见表 2）。作为产煤大省，山西省 2003—2018 年的碳减排空间最大，高达 109.4 亿吨。从总体上来看，碳排放空间排名前五的山西、内蒙古、山东、河北、辽宁均为经济欠发达地区，其产业结构严重依赖于重化工。这也意味着这些省市具有发展新能源、能源合同管理、能化共轨和深度脱碳等新兴产业的巨大潜力。

四、碳排放效率的影响因素

针对碳排放效率在不同省市所表现出的差异性，本文拟对影响碳排放效率的具体因素进行探究。

（一）模型选取与变量说明

参考卡亚 (Kaya) 的卡亚恒等式 (Kaya-Identity) 扩展模型来考察碳排放效率的影响因素。本文将碳排放分解为人口、人均 GDP、能源强度与碳排放强度这几个要素, 以考察这些主要因素对碳排放的影响效应, 计算等式为:

$$CE = POP \cdot \frac{GDP}{POP} \cdot \frac{TOE}{GDP} \cdot \frac{CE}{TOE} \quad (3)$$

式 (3) 中, CE、POP、GDP 以及 TOE 各自代表碳排放总量、人口数量、国内生产总值与能耗总量。

$$CE = \frac{CE}{GDP} \cdot \frac{GDP}{TOE} \cdot \frac{TOE}{POP} \cdot POP \quad (4)$$

$$\frac{CE}{GDP} = \frac{TOE}{GDP} \cdot \frac{POP}{TOE} \cdot \frac{CE}{POP} \quad (5)$$

若将 $\frac{GDP}{CE}$ 记为 CBE, 表示碳排放效率, 则上式的反函数可以表示为:

表 2 各省市代表性年份碳减排空间 (单位: 十亿吨)

	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2003-2018 加总后排序
山西	0.49	0.62	0.59	0.59	0.69	0.76	0.76	1.14	10.94
内蒙古	0.22	0.47	0.44	0.56	0.81	0.84	0.74	0.90	9.48
山东	0.28	0.50	0.55	0.61	0.72	0.59	0.75	0.68	9.12
河北	0.30	0.37	0.40	0.42	0.47	0.41	0.47	0.44	6.58
辽宁	0.31	0.32	0.33	0.37	0.44	0.33	0.36	0.44	5.74
江苏	0.09	0.18	0.18	0.29	0.42	0.28	0.35	0.25	4.12
河南	0.24	0.35	0.35	0.28	0.21	0.16	0.22	0.16	3.97
新疆	0.07	0.10	0.12	0.18	0.28	0.39	0.46	0.51	3.96
陕西	0.08	0.14	0.16	0.19	0.29	0.35	0.40	0.40	3.76
贵州	0.16	0.17	0.18	0.20	0.26	0.26	0.29	0.26	3.49
安徽	0.12	0.13	0.17	0.19	0.22	0.25	0.29	0.31	3.28
黑龙江	0.14	0.17	0.20	0.21	0.23	0.21	0.26	0.27	3.25
宁夏	0.06	0.07	0.09	0.12	0.19	0.20	0.19	0.31	2.36
浙江	0.05	0.10	0.12	0.18	0.21	0.11	0.14	0.21	2.27

湖北	0.12	0.15	0.13	0.17	0.19	0.09	0.14	0.13	2.17
甘肃	0.09	0.10	0.11	0.11	0.14	0.15	0.15	0.16	1.97
吉林	0.10	0.11	0.11	0.13	0.17	0.10	0.08	0.08	1.78
湖南	0.07	0.14	0.12	0.10	0.09	0.05	0.12	0.15	1.66
四川	0.09	0.10	0.11	0.11	0.09	0.08	0.10	0.05	1.44
云南	0.08	0.11	0.12	0.12	0.11	0.06	0.06	0.04	1.38
江西	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.09	0.13	0.15	1.17
天津	0.04	0.04	0.03	0.05	0.11	0.11	0.03	0.11	1.03
广西	0.03	0.03	0.03	0.02	0.04	0.03	0.08	0.12	0.69
重庆	0.01	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.05	0.04	0.56
福建	0.00	0.01	0.01	0.03	0.07	0.04	0.02	0.04	0.49
广东	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.14	0.38
青海	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.03	0.03	0.01	0.29
海南	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.25
上海	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.21
北京	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

数据来源：本文测算结果

$$CBE=f^{-1}\left(\frac{TOE}{GDP}, \frac{TOE}{POP}, \frac{CE}{POP}\right) \quad (6)$$

由于地方政府可通过调整财政支出结构与方向、实施直接或间接的能源补贴和能源市场干预，以及降低环境监管标准等方式，直接作用于本地企业对能源消费的结构、总量。鉴于我国能源消费结构中煤炭占比较高的现实，这导致了碳排放总量居高不下和碳排放效率难以改善，因此，考察和分析我国碳排放效率时，通过财政分权指标来衡量地方政府在影响碳排放效率过程中所扮演的角色，具有重要的理论意义和政策价值。因此，我们拟将财政分权指标纳入碳排放效率的主要影响因素进行考察。

财政分权的衡量指标有多种。本文在借鉴现有研究的基础上，主要运用自主法和收入法来考察中央与地方政府之间的财政收入和支出关系，用于分析碳排放效率影响因素的稳健性检验，重点考察地方政府在影响碳排放总量和碳排放效率方面的作用。

$$\text{自主法财政分权} = \frac{\text{地方财政净收入}_i}{\text{地方财政总收入}_i} = \frac{\text{地方财政净收入}_i}{\text{地方财政净收入}_i + \text{中央转移支付}_i} \quad (7)$$

$$\text{收入法财政分权} = \frac{\text{省本级预算内财政收入}_i}{\text{中央本级或全国财政预算内收入}_i} \quad (8)$$

鉴于数据统计连续性的变化，本文所采用的财政分权数据，地方与中央的财政预算内收入和中央转移支付在 2003—2008 年间的数据来自《新中国六十年统计资料汇编》，此后数据均来自各年的《中国统计年鉴》。

此外，能源价格作为决定能源消费数量和结构的关键因素，我们也将纳入模型，从而将等式（6）扩展进而得到我国碳排放效率的影响因素等式：

$$CBE = f^{-1}(GEC, PEC, PCE, DEC, PRI) \quad (9)$$

式（9）中，CBE、GEC、PEC、PCE、DEC 和 PRI，分别表示碳排放效率、单位 GDP 能耗、人均能耗、人均碳排放、财政分权指标以及能源价格。

（二）统计性描述与实证研究结果

主要变量的描述性统计见表 3，其中，GSA、GSB、ELC 和 ENT 分别表示不同能源价格，即 92 号汽油、95 号汽油、柴油、电力和所有能源的平均价格。为了便于比较和计算，所有能源价格都进行了标准化处理。CBE 数值介于 0 和 1 之间，数值越大就代表碳排放效率越高，GEC 的单位用百万吨标准煤/十亿元 GDP 来衡量，PEC 的单位用吨标准煤/人来表示，PCE 的单位为吨碳排放/人，DEC 的单位为人均地方财政总收入占地方财政总支出的百分数。

表 3 主要变量的统计性描述

	CBE	GEC	PEC	PCE	DEC	GSA	GSB	DIE	ELC	ENT
平均	0.42	0.25	3.14	9.78	0.51	0.22	0.31	0.30	0.54	0.35
中位数	0.57	0.22	2.83	7.75	0.44	0.19	0.30	0.29	0.58	0.35
最大值	1.00	0.94	10.73	52.47	0.90	1.00	1.00	0.75	1.00	0.77
最小值	0.09	0.08	0.73	1.44	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

数据来源：利用《中国能源统计年鉴》等数据计算所得

对碳排放效率影响因素的实证研究结果表明（实证结果见表 4），单位 GDP 能耗与碳排放效率负相关，其系数为-1.34。这与部分省市处于重、化工阶段有关，重工业占比过高，加上我国仍是发展中国家，节能减排技术水平有限或者成本投入过高。在这种发展阶段，工业生产必然伴随着高能耗、高排放；同时，鉴于我国当前煤炭占一次能源消费的比重依然超过 60%，这决定了增长与污染和排放相伴相随，碳排放效率低下。

同时，人均碳排放的上升也会导致碳排放效率的下降，其系数为-0.011。这是由于，地方政府为了发展本地经济和吸引投资，通常会放松环境监管的力度。宽松的环境监管力度导致企业自然愿意采用成本低、节能减排技术水平低的工艺进行生产，从而导致高排放及碳排放效率的下降。为了验证上述假设，我们考察财政分权的系数，发现财政分权水平越高，碳排放效率越低，这也证实了上述的假设。也就是说，地方政府通常以牺牲环境为代价来取得经济增长，即财政分权水平越高，地方政府发展经济的冲动越大，而各地方政府为了争夺有限的投资，通常会放松对本地环境监管的力度，从而导致碳排放效率的下降。

表 4 碳排放效率影响因素

变量	模型 (1)	概率	模型 (2)	概率	模型 (3)	概率
GEC	-1.34	0.000	-1.470	0.000	-1.497	0.000
PEC	0.098	0.000	0.051	0.047	0.129	0.000
PCE	-0.011	0.000	-0.015	0.000	-0.036	0.000
DEC	-0.378	0.001	-0.361	0.001	-0.439	0.000
GSA	0.154	0.009	0.162	0.005	0.17	0.003
PEC ²			0.006	0.003		
PCE ²					0.0004	0.000

数据来源：本文测算结果

人均能耗的上升有助于碳排放效率的提升。这主要是随着城市化进程的推进，农村居民转换为城镇居民之后，由于节能技术的普遍应用，能源的使用更加集约。此外，通勤距离相对下降，清洁能源的使用也会导致碳排放的下降；节能建筑的推广，也会导致碳排放效率的相应提高。能源价格的上升有利于碳排放效率的提高，这也与常识相符。能源价格的上升会导致企业和居民会选择降低能源的使用量，提高能源的使用效率，这些都有利于提升碳排放效率。

为了进一步考察人均碳排放和人均能耗与碳排放的影响，我们加入了两个变量的二次项。结果表明，系数的显著性并无明显的变化，而且二次项系数均为正数，且都能通过 1% 的显著性检验。人均能耗一次项和二次项都为正，这无疑表明，随着我国城市化进程的推进，能源已逐渐实现集约化使用，这导致碳排放效率的提升。但人均碳排放的一次项为负数，二次项为正数，这表明，人均碳排放在经过特定拐点之后，对碳排放效率的影响会由负转正。

为了考察模型的稳健性，我们利用不同能源价格场景来考察碳排放效率影响因素的变化，研究结果见表 5。研究表明，能源价格的变化并不能显著影响碳排放效率影响因素系数的变化。除了电力价格系数没有通过显著性检验之外，其他几种能源价格的系数均能通过显著性检验，而且它们的系数为正，表明随着能源价格的上升，能源的使用会趋于集约化，这有助于提升碳排放效率，也就是说，我国能源价格的 market 化和能源价格的改革，会有助于企业和居民更加理性和节约地使用资源，这有助于降低我国碳排放总量，并有助于提升能源利用效率和碳排放效率。

五、主要结论与政策建议

在碳达峰和碳中和约束下，探讨地方政府在影响碳排放效率中的角色，具有重要的理论和实践意义。本文首先运用数据包络法测算我国不同省市的碳排放效率水平，然后基于扩展的 Kaya 恒等式，考察了碳排放效率的影响因素，并运用面板数据实证

分析财政分权、能源价格等对碳排放效率的影响，最后在模型中运用不同能源价格的替代指标检验了模型的稳健性。

表 5 稳健性检验

	模型 (1)	模型 (2)	模型 (3)	模型 (4)	模型 (5)
GEC	-1.340***	-1.325***	-1.300***	-1.245***	-1.306***
PEC	0.098666	0.087***	0.086***	0.0815***	0.088***
PCE	-0.011***	-0.009***	-0.009***	-0.0095***	-0.009***
DEC	-0.378***	-0.398***	-0.429***	-0.412***	-0.417***
GSA	0.154***				
GSB		0.118**			
DIE			0.073*		
ELC				-0.022	
ENT					0.151*

数据来源：本文测算结果

基于上述研究，本文的主要结论如下：第一，我国碳排放效率大体上呈“N”形走势，即经历了先上升，后下降到再上升的过程。2014 年和 2015 年碳排放效率下降明显，这也与我国在那两年雾霾频起相吻合；其中，东部地区碳排放效率最高，中部次之，西部较低，东北碳排放效率最低。第二，从碳减排空间来看，不同省市存在显著的差异性。作为产煤大省的山西省在 2003—2018 年的总碳减排空间最大，高达 109.4 亿吨。从全国来看，碳排放空间排名前五的山西、内蒙古、山东、河北、辽宁均为经济欠发达地区，其产业结构严重依赖于重化工，这也意味着这些省市发展新兴能源行业和提升节能减排技术还存在较大的发展潜力。第三，单位 GDP 能耗和人均碳排放的上升都对碳排放效率有负面影响。人均碳排放的上升对碳排放效率的负面影响在经历了拐点之后，又会有助于碳排放效率的提升。第四，人均能耗和能源价格的上升都有助于改善碳排放效率。第五，财政分权不利于碳排放效率的提升，且所有模型的系数都能通过 1%的显著性检验。

基于上述研究结论，本文提出以下政策建议：首先，在未来的分权制度改革中明确绿色导向、支出责任与激励措施，使地方政府以增长为导向逐步过渡到重环境和重质量，从而提升碳排放效率和经济发展的包容性。其次，构建更为包容性的财政体制，兼顾地方活力与中央集权，让地方政府能有效兼顾环境改善与经济增长的双重目标。此外，鉴于地方政府竞争之间具有空间溢出效应，强化跨域技术与控污减排合作，也有利于改善区域碳排放效率；而开发新的碳排放期货品种，有助于节能减排技术的快速部署进而提升碳排放效率。最后，利用我国努力实现 2030 年前碳排放达到峰值的契机，积极培育深度脱碳的第三方新兴能源服务业，既有利于淘汰落后和过剩产能，也有利于培育新兴能源行业并实现环境的有效改善。

参考文献:

[1]周黎安. 中国地方官员的晋升锦标赛模式研究[J]. 经济研究, 2007 (7):36-50.

[2]LIN, J Y, LIU Z. Fiscal decentralization and economic growth in China[J]. Economic development and cultural

change, 2000, 49 (1):1-21.

[3] MARTINEZ-VAZQUEZ J, MCNAB R. Fiscal decentralization and economic growth[J]. World development, 2003, 31(9): 1597-1616.

[4] 张晏, 龚六堂. 分税制改革、财政分权与中国经济增长[J]. 经济学(季刊), 2005(4):75-108.

[5] FILIPPETTI A, SACCHI A. Decentralization and economic growth reconsidered: The role of regional authority[J]. Environment and Planning, 2016, 34(8):1793-1824.

[6] GROSSMAN G, KRUGER A. Economic growth and the environment[J]. Nber Working Papers, 1995, 110(2):353-377.

[7] SHAHBAZ M. Globalization-Emissions Nexus: Testing the EKC Hypothesis in Next-11 Countries[J]. Muhammad shahbaz, 2019.

[8] MEHMOOD U, TARIQ S. Globalization and CO₂ emissions nexus: evidence from the EKC hypothesis in South Asian countries[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2020:1-13.

[9] SU C W, MUHAMMAD U, ZFESHAN K. Does fiscal decentralization and eco-innovation promote renewable energy consumption? Analyzing the role of political risk[J]. Science of The Total Environment, 2021, 751:142220.

[10] HAO Y, CHEN Y F, LIAO H, et al. China's fiscal decentralization and environmental quality: theory and an empirical study-Evratum[J]. Environment and Development Economics, 2020, 25(2):204.

[11] ZHANG K, ZHANG Z Y, LIANG Q M. An empirical analysis of the green paradox in China: From the perspective of fiscal decentralization[J]. Energy Policy, 2017, 103:203-211.

[12] LI X L, ZEESHAN Y M, ZUBARIA A, et al. Examining the asymmetric effects of Pakistan's fiscal decentralization on economic growth and environmental quality[J]. Environmental Science and Pollution Research international, 2020, 28(5):5666-5681.

[13] SONG M, DU J, TAN K. Impact of fiscal decentralization on green total factor productivity[J]. International Journal of Production Economics, 2018, 205(NOV):359-367.

[14] HUANG G, ZHOU Y. Fiscal Decentralization, Energy Save and Emission Reduce——The Perspective of Transfer Payment from Central Government[J]. Journal of Renmin University of China, 2014.

[15] LI Y. Measurement of the Impact of Fiscal Decentralization on Carbon Emission Based on STIRPAT[A]. DEStech Transactions on Social Science, Education and Human Science, 2019.

[16] 罗能生, 王玉泽. 财政分权、环境规制与区域生态效率——基于动态空间杜宾模型的实证研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2017(4):110-118.

[17]WANG J,LI H.The mystery of local fiscal expenditure and carbon emission growth in China[J].Environmental Science and Pollution Research,2019,26(12):12335-12345.

[18]肖容,李阳阳.财政分权、财政支出与碳排放[J].软科学,2014(4):21-24+37.

[19]田建国,王玉海.财政分权、地方政府竞争和碳排放空间溢出效应分析[J].中国人口·资源与环境,2018(10):36-44.

[20]FRIED H O,LOVELL C A K,SCHMIDT S S.The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth[M].Oxford:Oxford University Press,2008:1-638.

[21]张军,吴桂英,张吉鹏.中国省际物质资本存量估算:1952-2000[J].经济研究,2004(10):35-44.