

脱钩视角下中国低碳经济发展方式及其区域差异评价

李天恩

(西安财经大学经济学院, 西安 710100)

摘要: 低碳经济发展是世界各国应对生态环境危机的共同选择。实现经济与环境的双赢,需因时、因地制宜。文章借鉴脱钩模型,构建了经济增长与低碳发展的分析框架,基于2006—2020年30个省份(因数据缺失,未包含西藏地区和港澳台地区)碳排放、碳生产率、地区生产总值,测度了各省份碳生产率贡献率、碳排放贡献率,并对其低碳经济发展方式及区域差异进行识别。结果表明:从总体角度看,2006—2020年中国经济发展整体趋势是由高碳经济转向低碳经济,能源利用效率大幅提升;从区域角度看,碳排放贡献率最高的是西部地区,碳生产率贡献率最高的是东部地区,区域之间低碳经济发展存在显著的差异;从低碳发展趋势看,截至2020年经济发展方式为低碳型的11个省份是湖南、浙江、广东、甘肃、北京、河北、河南、湖北、重庆、云南、青海。研究发现,各地区应制定因地制宜的低碳经济政策;重视联防联控和区域合作,稳中有进的推进碳达峰、碳中和目标实现。

关键词: 低碳经济; 碳排放贡献率; 碳生产率贡献率

中图分类号: F832.4; F124.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)10-0266-11

20世纪70年代以来,人类经济社会发展带来的大量温室气体排放引发的气候变化给全球经济、社会与生态的协调发展带来了前所未有的挑战,气候变化已经成为全球关注的非传统安全问题。根据联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)于2007年公布的第四次评估报告,自工业化时代以来,全球温室气体排放增加,其中在1970—2004年期间增加了70%,二氧化碳是最重要的人为温室气体,其排放于同期增加了大约80%,温室气体排放情况不容乐观。1972年罗马俱乐部发表《增长的极限》一书,论述了世界经济以牺牲环境为代价带来的资源枯竭、生态破坏、环境污染等一系列严重后果,使得各国开始反思这种粗放型经济增长方式,进而各国开始关注经济、环境、社会协同、可持续发展问题。1992年联合国环境与发展大会通过了世界上第一个全面控制温室气体排放的《联合国气候变化框架公约》,减少二氧化碳排放量成为国际共识。随后《京都议定书》(1997)、《哥本哈根议定书》(2009)、《巴黎协定》(2016)等减排承诺相继提出,低碳经济发展成为人类经济发展的新标志。

中国自1978年改革开放以来,经济高速增长创造了“中国奇迹”,GDP由1978年的0.37万亿元增长到2020年的101.36万亿元,与此同时,高增长环境污染问题以时空压缩的方式出现,二氧化碳排放

量从1978年的13.8亿t增长到2020年的98.94亿t,中国经济发展长期依赖高碳能源,经济发展与能源、环境之间的矛盾愈演愈烈。作为世界上最大的发展中国家,党和政府历来高度重视环境污染与生态破坏,特别是十八大以来,首次将建设美丽中国作为执政理念,首次提出建设“富强民主文明和谐美丽”的社会主义现代化强国的目标,提出“创新、协调、绿色、开放、共享”的新发展理念,将低碳经济发展纳入生态文明建设。目前中国是世界上碳排放第一大国,作为应对全球气候变化的引领者和参与者,作为倡导命运共同体的大国,中国始终主动承担温室气体排放责任。特别是,2020年中国在联合国一般性辩论大会上宣布进一步提高自主贡献力度,提出力争于2030年前二氧化碳排放达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和。这些理念与行动都彰显了中国应对全球气候变化的决心,对全球低碳经济发展贡献中国智慧。

尽管低碳经济发展已经成为国际经济社会发展的普遍共识,但对于低碳经济的内涵界定多种多样,仍没有统一的定义。一般认为,低碳经济作为专业概念首次出现于2003年英国发表题为《我们未来的能源—创建低碳经济》的白皮书中,指出“低碳经济”是通过更少的自然资源消耗和更少的环境污染,获得更多的经济产出。何建坤和苏明山^[1]认为,

收稿日期: 2024-10-29

作者简介: 李天恩(1998—),女,陕西西安人,硕士研究生,研究方向为区域经济学。

低碳经济的本质是每单位二氧化碳排放能产出更多的 GDP——用更少的能源消耗产出更多的社会经济,即提高碳生产率。Dagoumas 和 Barker^[2]认为低碳经济是适应温室效应而产生的一种新的经济发展模式,有利于低碳产品和工艺的全球技术革命,通过专业化和规模经济实现更低的成本。陈诗一^[3]在低碳经济概念的基础上进一步界定了低碳经济转型的概念,指出低碳经济转型就是考虑到能源和环境污染等低碳因素后的经济实际转型过程。虽然对于低碳经济的具体内涵表述不尽相同,但学者们一般认为低碳经济是低耗能、低排放、低污染的可可持续发展的经济,是经济发展与生态环境的双赢。

低碳经济是环境污染与经济发展之间达到一定水平的经济形态,那么如何评价低碳经济发展?如何解释低碳经济发展的状态?学者们主要研究方法有脱钩模型和环境库兹涅茨曲线(EKC)等。格罗斯曼(G. Grossman)于 1991 年提出了环境污染与经济增长两者之间呈倒 U 形曲线的假设,即碳排放先随着经济增长先上升到达某一峰值后下降。Haseeb 等^[4]分析金砖国家金融发展、全球化、经济增长、能源消费、城市化和碳排放之间的关系,验证了金砖国家 EKC 曲线的存在性。Churchill^[5]分析经合组织(OECD)20 个国家的环境污染与经济发展的关系曲线,发现只有 9 个国家符合 EKC 假说。此外,EKC 曲线出现了倒 N 形^[6]和 N 形^[7]、单调递增^[8]等多种形状,但没有一种形状适用于所有场景。Shahbaz 等^[9]分析越南年度数据发现环境库兹涅茨曲线仅在长期存在而短期内不存在。脱钩模型^[10]本质是弹性分析,因此对基期的选择不敏感,为了评估不同地区在不同时期经济发展与碳排放之间的状态,学界普遍采用脱钩模型进行实证分析^[11-12]。沈世铭等^[13]等采用主成分分析法测算低碳经济发展,从生产体系、生活系统、发展动力、发展效益 4 个维度构建低碳经济评价指标体系。韩东^[14]以京津冀城市群为研究对象,利用脱钩指数作为测量城市质量发展指标之一,研究高质量发展与碳排放之间的脱钩关系。

低碳经济发展是应对全球气候变化的必然选择,低碳经济的核心是低排放和高效能,因此,在研究影响低碳经济的因素过程中,碳排放量与碳排放效率是衡量低碳经济发展的主要对象。日本学者 Kaya 提出 Kaya 等式研究碳排放与能源效率、能源结构、经济水平以及人口规模之间的因果关系。

Kawase 等^[15]使用扩展的 Kaya 等式对碳排放进行因素分解,并制定了一个减排平衡表。张友国^[16]利用投入产出表对二氧化碳排放强度进行了结构分解,研究得出能源技术进步推动中国碳排放强度的下降。杨骞和刘华军^[17]使用一个扩展的 STIRPAT 模型,通过结构分解中国碳排放的区域差异,分析造成不同碳排放水平差异的影响因素。此外,对数平均迪氏分解(LMDI)^[18]、指数分解模型(IDA)^[19]和结构分解模型(SDA)^[20]也是研究二氧化碳排放影响因素的主要方法。研究发现,碳排放与社会经济生产生活有密切关系,如经济增长、人口密度、城市化、对外贸易和能源消耗^[21-28]。

中国各区域低碳经济发展状态决定了整体双碳目标的实现,因此有必要对各区域低碳经济增长方式及其效果进行研究,以厘清区域碳排放与经济增长的关系,制定差异性的政策。中国各区域发展不平衡,资源禀赋参差不齐,如果采取“一刀切”政策,忽视各区域发展的差异,就会破坏经济社会和谐发展。如何统筹协调各个区域在发展水平、客观条件和减排进度等方面的差异,从区域差异入手研究中国经济的发展方式,对中国“双碳”目标的实现有着理论价值和现实意义。本文结合中国各区域现实情况,用碳排放贡献率为因变量,碳生产率贡献率为自变量,选取国内 30 个省份(因数据缺失,未包含港澳台地区)的相关数据,通过研究碳排放与经济增长的关系测度我国各区域的低碳经济发展水平,并结合实际情况对结果进行分析,为促进各区域以更加合理的方式实现绿色低碳的经济发展。

1 研究设计与数据来源

1.1 模型构建

1.1.1 变量设定

基于碳排放和碳生产率研究二者对经济增长的驱动作用,利用二分法比较 E_c (碳排放贡献率)和 E_p (碳生产率贡献率)的大小,为了便于分析本文对相关变量进行界定,根据经济增长方式的不同将其分为高碳型增长和低碳型增长,判别标准为主导经济增长的方式,若碳生产率的提高占主导驱动经济增长,则 $E_c < E_p$, 视为低碳经济;若碳排放量的增加占主导驱动经济增长,则 $E_c > E_p$, 视为高碳经济;若 $E_c = E_p$ 则两者在经济增长中作用相同,即经济增长处于增长方式转变的节点。

1.1.2 指标说明

基于此,以 E_c (碳排放率贡献率)为横轴、 E_p (碳生产率贡献率)为纵轴建立直角坐标系。假定

碳生产率测量每单位二氧化碳排放所引起的 GDP 产出水平的变化,计算公式为 $P=Y/C$;经济增长率测算各省份在样本期内 GDP 的增长速度,公式为 $R=\Delta Y/Y$;碳生产率增长率测算各省份在样本期内碳生产率的增长速度,计算公式为 $R_p=\Delta P/P$;碳排放增长率测算各省份在样本期内碳排放量的增长速度,计算公式为 $R_c=\Delta C/C$;碳生产率贡献率指碳生产率增长率与经济增长率的比值,计算公式为 $E_p=R_p/R$;碳排放贡献率指碳排放增长率与经济增长的比值,计算公式为 $E_c=R_c/R$;其中 Y 为地区生产总值, P 为碳生产率, C 为碳排放量。曲线 $E_p+E_c+E_pE_cR=1$ 为环境库兹涅茨倒 U 曲线翻转后旋转 45° 得到,并交 X 轴、 Y 轴于 $(1,0)$ 、 $(0,1)$ 两点且凸向原点。分别作初始点为原点,斜率为 $\tan 22.5^\circ$ 、 $\tan 45^\circ$ 、 $\tan 67.5^\circ$ 的三条射线,这三条射线与 X 轴、 Y 轴共同将曲线分为 6 部分,如图 1 所示。

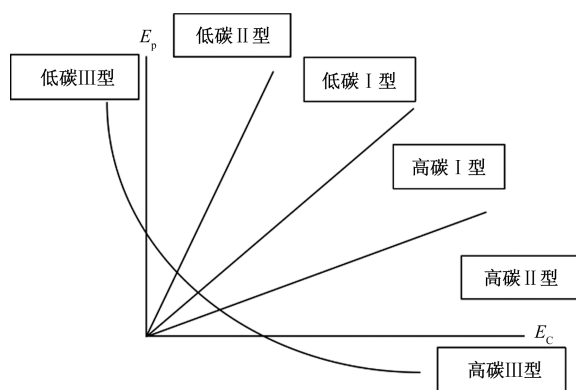


图 1 经济增长方式划分

1.2 判定方法

曲线为环境库兹涅茨倒 U 曲线翻转后旋转 45° 得到,考虑经济增长率的现实意义,可知 $R \neq 0$,因此不考虑 $R=0$ 时的情况。当 $R \neq 0$ 时,曲线与 X 轴的交点,曲线与斜率为 $\tan 22.5^\circ$ 、 $\tan 45^\circ$ 、 $\tan 67.5^\circ$ 的射线的交点,曲线与 Y 轴的交点,即为高碳 I 型、高碳 II 型、高碳 III 型、低碳 I 型、低碳 II 型、低碳 III 型的临界点。其临界点表达式可通过式(1)求得,详细判定区间如表 1 所示。

$$\begin{cases} E_p + E_c + E_p E_c R = 1 \\ E_c \times \tan N = E_p \end{cases} \quad (1)$$

式中: $N=22.5^\circ$ 、 45° 、 67.5° 。

2 测算结果与分析

2.1 区域低碳经济发展水平总体描述

碳排放数据选取考虑数据的可获得问题和数据单位的一致性,以 30 个省份(因数据缺失,未包含

表 1 经济发展方式判定区间

经济发展方式	判定区间(E_c)
低碳 III 型	$(-\infty, 0)$
低碳 II 型	$\left[0, \frac{(-\sqrt{2}-2) + \sqrt{6+4\sqrt{2}+4(\sqrt{2}+1)R}}{(2\sqrt{2}+2)R}\right]$
低碳 I 型	$\left[\frac{(-\sqrt{2}-2) + \sqrt{6+4\sqrt{2}+4(\sqrt{2}+1)R}}{(2\sqrt{2}+2)R}, \frac{-1+\sqrt{1+R}}{R}\right]$
高碳 I 型	$\left[\frac{-1+\sqrt{1+R}}{R}, \frac{-\sqrt{2} + \sqrt{2+4(\sqrt{2}-1)R}}{(2\sqrt{2}-2)R}\right]$
高碳 II 型	$\left[\frac{-\sqrt{2} + \sqrt{2+4(\sqrt{2}-1)R}}{(2\sqrt{2}-2)R}, 1\right]$
高碳 III 型	$(1, +\infty)$

西藏和港澳台地区)为研究对象。各省份 2006—2020 年的碳排放量数据来自中国碳核算数据库(China Emissions Accounts and Data base)^[29-30], 2020 年的数据为各省统计公报;为了数据更真实的反应经济增长的情况,去除价格变动对国民生产总值的影响,本文以 2005 年为基期,将当年的名义 GDP 折算为实际 GDP。

根据上述方法,可以求出 2006—2020 年各省份每年的经济增长率、碳排放增长率、碳生产率增长率,再进一步用两者与经济增长率的比值计算可得,碳排放量贡献率、碳生产率贡献率。通过经济增长率可以计算出每年经济增长类型的区间临界值,最后根据碳排放率贡献率判定区间,确定各省份的经济发展模式。

表 2 是根据上述方法求出的 2006—2020 年 30 个省份低碳经济相关变量测度数据。观察表 2 可以发现,中国低碳经济发展水平呈现以下特征。首先,中国的低碳经济发展水平整体呈上升趋势,碳排放增长率由 2006 年的 10.9% 下降到 2020 年的 3.5%,碳生产率增长率由 2006 年的 -5% 上升到 2020 年的 2.5%,这表明中国绿色低碳发展取得明显进展,但仍有待改进。

根据测算结果显示,全国 30 个省份能源利用效率大幅提升。2006 年 30 个省份的碳生产率增长率均为负值,到 2020 年仅有河南、湖北碳生产率增长率为正值。2006 年碳排放增长率除了北京外其余省份均超过了 5%,到 2020 年北京、浙江、河南、重庆、云南、青海这些省份的碳排放增长率均为负值,所有省份碳排放增长率均未超过 10%,说明绿色低碳技术的研发和推广应用效果显著。再有,省际发展差距悬殊。2020 年北京市的碳排放贡献率仅为 -0.156,北京低碳经济发展具有得天独厚的地理、政

表 2 2006—2020 年低碳经济相关变量的测度

省份	碳排放增长率					碳生产率增长率					碳生产率贡献率					碳排放贡献率				
	2006 年	2010 年	2015 年	2020 年	2006 年	2010 年	2015 年	2020 年	2006 年	2010 年	2015 年	2020 年	2006 年	2010 年	2015 年	2020 年	2006 年	2010 年	2015 年	2020 年
北京	0.049	0.046	-0.005	-0.006	-0.047	0.055	0.075	0.023	0.023	0.053	1.082	2.084	0.386	0.446	-0.077	-0.516				
天津	0.073	0.137	-0.024	0.026	-0.068	0.006	0.095	0.175	0.175	0.041	1.377	12.466	0.617	0.954	-0.344	1.861				
河北	0.060	0.180	-0.004	0.002	-0.057	-0.075	0.072	0.087	0.087	-0.810	1.060	2.292	0.584	1.956	-0.056	0.058				
山西	0.104	0.180	-0.074	0.041	-0.094	-0.061	0.112	0.087	0.087	-0.565	3.731	2.416	1.048	1.667	-2.456	1.140				
内蒙古	0.209	0.102	0.002	0.089	-0.172	0.036	0.075	0.098	0.098	0.253	0.978	48.951	1.159	0.722	0.020	44.513				
辽宁	0.137	0.127	-0.025	0.023	-0.12	-0.022	0.054	0.038	0.038	-0.211	1.925	6.290	1.190	1.238	-0.878	3.870				
吉林	0.108	0.091	-0.067	0.036	-0.097	0.012	0.137	0.034	0.034	0.114	2.253	1.496	0.998	0.876	-1.101	1.583				
黑龙江	0.133	0.107	-0.017	0.083	-0.117	0.009	0.072	0.039	0.039	0.079	1.329	4.378	1.276	0.912	-0.307	9.231				
上海	0.040	0.092	0.006	0.012	-0.038	0.009	0.064	0.015	0.015	0.091	0.914	0.900	0.310	0.900	0.081	0.692				
江苏	0.113	0.144	0.019	0.050	-0.102	-0.015	0.066	0.076	0.076	-0.116	0.765	2.051	0.760	1.133	0.220	1.362				
浙江	0.135	0.067	0.000	-0.019	-0.119	0.049	0.080	0.027	0.027	0.410	0.998	0.736	0.961	0.562	0.002	-0.540				
安徽	0.122	0.079	0.002	0.022	-0.109	0.059	0.085	0.067	0.067	0.413	0.978	1.823	0.968	0.554	0.020	0.601				
福建	0.093	0.071	-0.061	0.060	-0.085	0.064	0.159	0.112	0.112	0.459	1.789	3.490	0.624	0.508	-0.681	1.871				
江西	0.129	0.068	0.041	0.023	-0.114	0.067	0.048	0.066	0.066	0.479	0.530	1.733	1.052	0.488	0.449	0.617				
山东	0.088	0.108	0.043	0.038	-0.081	-0.004	0.033	0.088	0.088	-0.036	0.427	2.512	0.716	1.040	0.554	1.081				
河南	0.127	0.140	-0.032	-0.065	-0.113	-0.014	0.120	-0.039	-0.039	-0.110	1.429	-3.508	0.877	1.125	-0.383	-5.930				
湖北	0.190	0.227	-0.007	0.072	-0.159	-0.065	0.093	-0.009	-0.009	-0.444	1.085	0.158	1.428	1.544	-0.078	-1.340				
湖南	0.138	0.097	0.050	0.015	-0.121	0.045	0.034	0.030	0.030	0.308	0.396	0.778	1.080	0.662	0.584	0.396				
广东	0.100	0.090	0.002	0.003	-0.091	0.032	0.077	0.031	0.031	0.259	0.968	1.364	0.674	0.718	0.029	0.123				
广西	0.141	0.150	-0.043	0.060	-0.124	-0.029	0.128	0.086	0.086	-0.114	1.615	2.337	1.274	1.285	-0.545	1.630				
海南	0.166	0.071	0.038	0.020	-0.141	0.083	0.039	0.049	0.049	0.517	0.495	1.414	1.563	0.447	0.486	0.579				
重庆	0.103	0.093	0.008	-0.028	-0.093	0.073	0.101	0.020	0.020	0.422	0.920	0.518	0.822	0.539	0.073	-0.714				
四川	0.116	0.157	-0.054	0.060	-0.104	-0.005	0.141	0.055	0.055	-0.035	1.785	1.446	0.858	1.041	-0.688	1.574				
贵州	0.165	0.042	0.007	0.032	-0.141	0.083	0.099	0.061	0.061	0.646	0.926	1.357	1.290	0.327	0.067	0.715				
云南	0.128	0.059	-0.100	-0.141	-0.113	0.061	0.207	-0.029	-0.029	0.495	2.384	-0.713	1.087	0.476	-1.146	-3.534				
陕西	0.052	0.211	-0.005	0.068	-0.049	-0.060	0.082	0.072	0.072	-0.430	1.065	3.432	0.423	1.521	-0.060	3.232				
甘肃	0.061	0.266	-0.028	0.009	-0.057	-0.117	0.113	0.068	0.068	-0.476	1.374	1.799	0.510	2.251	-0.336	0.240				
青海	0.225	-0.043	0.053	-0.004	-0.182	0.184	0.027	0.003	0.003	1.385	0.331	0.174	1.826	-0.325	0.651	-0.239				
宁夏	0.137	0.224	-0.019	0.098	-0.119	-0.081	0.101	0.136	0.136	-0.647	1.262	3.497	1.174	1.792	-0.238	2.514				
新疆	0.127	0.082	0.041	0.074	-0.112	0.023	0.045	0.100	0.100	0.213	0.512	2.927	1.157	0.770	0.467	2.187				
全国	0.109	0.113	-0.024	0.035	-0.005	-0.020	0.100	0.025	0.025	-0.189	1.454	1.151	0.861	1.069	-0.346	1.582				

注:由于本文篇幅有限,为了展现各省份经济发展的情况,表格数据每间隔五年列出。

治、文化优势,在2016年后在京的传统高碳、高耗能行业已基本退出。而同年,内蒙古碳排放贡献率为44.513,内蒙古位处西北地区,技术发展落后,而能源储备丰富,是全国能源供应区。说明中国低碳经济发展正向前迈进,但省际差距过大,低碳经济发展不均衡问题严重,全面碳达峰目标任重道远。

如表3所示,30个省份和四大区域2006—2020年期间低碳经济测度指标年均值和每隔5年的均值。从表3可以看出,中国各省份低碳经济发展增速差异显著。从各省年平均碳排放贡献率来看,排在前五位的省份依次是宁夏、新疆、内蒙古、广西、海南,其年平均碳排放贡献率均超过了60%;排名倒数后五位的省份依次浙江、吉林、贵州、上海、辽宁、北京是各省的平均碳排放贡献率均未超过25%。由此可见,省际平均碳排放贡献率存在明显的地区差异性,碳排放贡献率高的省份绝大多数分布在中国西部地区,西部地区承接了大量来自东部地区重污染的产业,碳排放贡献率低的省份则主要分布在东部沿海地区和东北地区。值得关注的是,近几年,位于中国东北地区的碳排放贡献率大幅下降,得益于淘汰落后产能和化解过剩产能的政策方针推动了东北地区重污染产业向绿色环保产业转移。在碳生产率贡献率方面,位列前三的是北京、河南、辽宁,位列后三的内蒙古、宁夏、新疆均位于西部地区,西部地区能源丰富,经济发展的支柱产业对煤炭等高耗能、高排放、高污染的能源依赖度十分高。从四大区域经济发展来看,区域间非均衡发展特征鲜明,东部地区和中部地区的年均碳排放贡献率分别为37.2%和42.2%,东北地区的年均碳排放贡献率仅为2.71%,西部地区年均碳排放贡献率为60.9%,明显高于其他省份,东部地区、中部地区、西部地区和东北地区年均碳生产率贡献率分别为57%、52.9%、36%和68.8%,可以看出西部地区能源技术开发与应用较为落后。

由表3可得,中国低碳经济发展可划分为三个阶段。第一阶段(2006—2010年),碳排放贡献率大于碳生产率贡献率。东部地区平均碳排放贡献率为63%,平均碳生产率贡献率为17.6%;中部地区平均碳排放贡献率为77.5%,平均碳生产率贡献率为4.7%;西部地区平均碳排放贡献率为88.4%,平均碳生产率贡献率为-4.2%;东北地区碳排放平均增长率为76.1%,平均碳生产率贡献率为5.5%。此阶段中国处于“十一五”时期,以煤为基础促进能源工业发展导致生态环境恶化,经济属于高碳经济发展模式。

第二阶段(2010—2015年),碳排放量贡献率小于碳生产率贡献率。东部地区平均碳排放贡献率为18.4%,平均碳生产率贡献率为81.5%;中部地区平均碳排放贡献率为18.4%,平均碳生产率贡献率为85.3%;西部地区平均碳排放贡献率为60.3%,平均碳生产率贡献率为43.5%;东北地区碳排放平均增长率为87.1%,平均碳生产率贡献率为15.5%。此阶段中国处于“十二五”时期,建设资源节约型、环境友好型社会作为加快转变经济发展方式的重要着力点,推动能源生产和利用方式变革,经济开始转向低碳经济发展。

第三阶段(2015—2020年)碳排放量贡献率小于碳生产率贡献率,平均碳排放贡献率整体上升,同时,平均碳生产率贡献率上升趋势显著,且涨幅均超过30%。东部地区平均碳排放贡献率为31.4%,平均碳生产率贡献率为119.2%;中部地区平均碳排放贡献率为7.3%,平均碳生产率贡献率为69.3%;西部地区平均碳排放贡献率为133.4%,平均碳生产率贡献率为164.3%;东北地区碳排放平均增长率为82.1%,平均碳生产率贡献率为181%。此阶段中国处于“十三五”时期,能源革命深入推进,低碳水平上升,但发展方式不持续问题仍旧突出。

图2展示了中国四大经济区域2006—2020年低碳经济演变趋势。可以看出,四大经济区域各个碳指标变动趋势基本大体一致。碳排放增长率均呈现出倒“U”形曲线的趋向,2006—2008年的碳排放增长率呈下降的趋势,2008—2010年则呈现上升的态势,区域碳排放效率出现以上走势的原因是,2008—2010年期间中国经济增长迅速,粗放型经济增长方式带来碳排放的大量增加,因此这一时期碳排放增长率均出现上升的趋势;2010年以后,中国进一步提高了减排降碳的约束性目标,全面推进经济高质量发展,此时碳排放增长率出现下降的趋势,经济发达东部地区的碳排放增长率明显低于经济落后的西部地区和东北地区。碳生产率增长率整体呈波动上升的趋势,进一步肯定中国绿色低碳科技创新行动,其中,东部地区碳生产率增长率稳中有进,东北地区低碳科技创新发展稳定性弱,波动幅度较大。碳排放贡献率缓慢下降,在2020年急速上升,与此同时,碳生产率贡献率也在2020年急速上升,因为疫情给经济带来极大冲击导致经济增速放缓,尤其对低碳发展不稳定的西部地区和东北地区影响更甚。2006—2019年碳生产率贡献率的稳步上升,说明能源利用效率提升效果显著。

表 3 2006—2020 年 30 个省份低碳经济测度指标均值

省份	平均碳排放量增长率				平均碳生产率增长率				平均碳排放贡献率				平均碳生产率贡献率			
	i	ii	iii	iv	i	ii	iii	iv	i	ii	iii	iv	i	ii	iii	iv
北京	0.027	-0.024	-0.008	-0.001	0.060	0.104	0.067	0.081	0.200	-0.298	-0.209	-0.073	0.601	1.354	1.348	1.031
天津	0.094	0.022	0.011	0.044	0.014	0.076	0.066	0.043	0.699	0.129	0.594	0.375	0.093	0.872	3.109	0.565
河北	0.083	0.031	0.032	0.052	-0.011	0.051	0.041	0.023	0.913	0.300	0.499	0.607	-0.086	0.722	0.807	0.352
上海	0.043	0.001	0.000	0.015	0.043	0.077	0.059	0.063	0.370	-0.014	0.108	0.116	0.420	1.041	1.016	0.821
江苏	0.084	0.042	0.032	0.053	0.022	0.053	0.048	0.038	0.619	0.412	0.608	0.488	0.182	0.573	0.866	0.433
浙江	0.072	0.010	-0.002	0.030	0.020	0.072	0.062	0.053	0.557	0.106	-0.095	0.242	0.251	0.892	0.936	0.690
福建	0.103	0.034	0.049	0.062	0.007	0.077	0.053	0.041	0.739	0.263	0.843	0.525	0.072	0.772	1.062	0.431
山东	0.074	0.016	0.027	0.039	0.009	0.078	0.052	0.043	0.678	0.180	0.556	0.427	0.123	0.842	0.973	0.512
广东	0.069	0.017	0.021	0.038	0.026	0.070	0.041	0.047	0.530	0.156	0.302	0.344	0.263	0.851	0.785	0.581
海南	0.120	0.081	0.008	0.073	-0.009	0.016	0.059	0.020	0.998	0.778	0.202	0.665	-0.156	0.231	1.013	0.287
东部地区	0.077	0.023	0.017	0.041	0.018	0.067	0.055	0.045	0.630	0.201	0.341	0.372	0.176	0.815	1.192	0.570
山西	0.090	0.010	0.050	0.050	-0.011	0.064	0.023	0.021	0.886	-0.277	0.913	0.462	-0.055	1.328	0.594	0.494
安徽	0.116	0.061	0.028	0.072	-0.007	0.043	0.055	0.028	0.880	0.546	0.406	0.612	-0.068	0.443	0.865	0.313
江西	0.096	0.076	0.028	0.070	0.013	0.032	0.058	0.032	0.739	0.727	0.394	0.62	0.078	0.301	0.862	0.320
河南	0.090	0.008	-0.040	0.025	0.012	0.093	0.083	0.070	0.671	0.050	-1.549	0.128	0.141	0.999	0.506	0.838
湖北	0.125	-0.008	0.037	0.050	-0.005	0.125	0.038	0.057	0.891	-0.148	0.035	0.373	-0.039	1.243	0.527	0.607
湖南	0.081	0.023	0.016	0.042	0.035	0.082	0.057	0.060	0.580	0.203	0.238	0.336	0.226	0.803	0.806	0.599
中部地区	0.100	0.028	0.020	0.052	0.006	0.073	0.052	0.045	0.775	0.184	0.073	0.422	0.047	0.853	0.693	0.529
内蒙古	0.154	0.047	0.076	0.093	-0.019	0.057	0.007	0.009	0.922	0.320	10.109	0.875	-0.087	0.736	9.432	0.104
广西	0.121	0.032	0.052	0.069	-0.024	0.064	0.031	0.019	1.039	0.264	0.928	0.681	-0.198	0.744	0.660	0.264
重庆	0.125	0.029	-0.015	0.052	0.005	0.106	0.080	0.067	0.845	0.193	-0.260	0.329	-0.013	0.858	1.039	0.636
四川	0.124	0.019	0.002	0.048	-0.012	0.088	0.086	0.054	0.902	0.123	0.206	0.327	-0.090	0.887	1.238	0.623
贵州	0.060	0.042	0.028	0.044	0.046	0.081	0.066	0.065	0.482	0.297	0.363	0.357	0.366	0.690	0.844	0.582
云南	0.084	-0.018	-0.019	0.027	0.012	0.132	0.060	0.075	0.699	-0.265	-0.638	0.18	0.117	1.326	0.652	0.799
陕西	0.131	0.048	0.023	0.067	-0.018	0.056	0.065	0.032	0.963	0.404	0.814	0.548	-0.142	0.581	1.332	0.387
甘肃	0.091	0.048	0.008	0.052	0.005	0.058	0.055	0.037	0.769	0.380	0.141	0.444	0.088	0.612	1.083	0.508
青海	0.105	0.102	0.002	0.075	0.004	0.006	0.057	0.024	0.869	0.923	-0.032	0.646	0.028	0.106	0.855	0.341
宁夏	0.137	0.089	0.109	0.113	-0.036	0.027	0.005	-0.012	1.159	0.736	1.775	1.131	-0.297	0.421	0.370	-0.073
新疆	0.109	0.156	0.072	0.115	-0.022	-0.039	0.018	-0.023	1.072	1.412	1.262	1.182	-0.236	-0.327	0.567	-0.208
西部地区	0.113	0.054	0.031	0.069	-0.005	0.058	0.048	0.032	0.884	0.435	1.334	0.609	-0.042	0.603	1.643	0.360
辽宁	0.105	0.015	0.020	0.049	-0.013	0.057	0.023	0.021	0.933	0.054	0.107	0.114	-0.102	0.943	2.756	0.836
吉林	0.072	0.008	0.003	0.027	0.017	0.077	0.050	0.049	0.656	-0.033	0.342	0.232	0.147	1.089	1.099	0.727
黑龙江	0.074	0.042	0.022	0.043	0.012	0.036	0.044	0.030	0.695	0.445	2.013	0.467	0.120	0.581	1.575	0.500
东北地区	0.084	0.022	0.015	0.040	0.005	0.056	0.039	0.033	0.761	0.155	0.821	0.271	0.055	0.871	1.810	0.688

注: i 为 2006—2010 年; ii 为 2011—2015 年; iii 为 2016—2020 年; iv 为相应指标年均值。

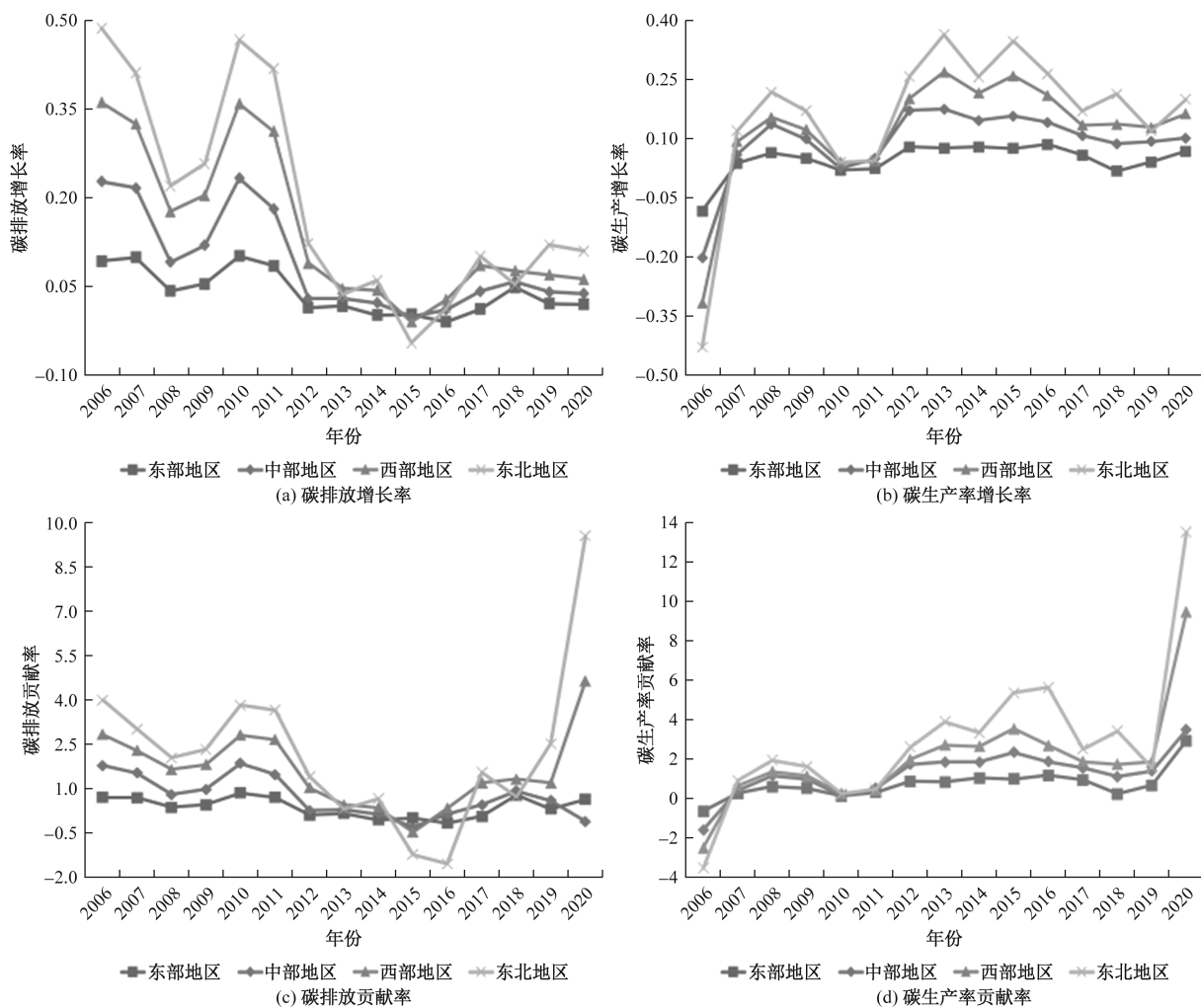


图 2 四大经济区域碳指标演变趋势

2.2 中国经济发展方式分析

表 3 根据经济发展判定方法综合求出的 2006—2020 年中国 30 个省份低碳经济发展方式的测算结果。可以看出中国各省经济发展水平符合一般经济发展规律,由高碳经济发展方式向低碳经济发展方式转变,整体来看经济增长推动了经济发展方式的转变。第一,中国低碳经济发展起步晚,进程缓慢。在 2006 年时,仅有北京、上海、陕西经济发展方式为低碳 I 型经济发展方式,其余 27 省份经济发展方式均为高碳经济发展方式其中高碳 III 型有 14 个,在 2006—2011 年时期,高碳经济发展方式的省份数量明显高于低碳经济发展方式的省份数量,2011 年以低碳经济为主要发展方式的仅有 6 个省份且多数为东部地区,2012 年高碳经济发展省份有 12 个,首次少于半数,2020 年低碳经济发展省份有 11 个,高碳经济发展省份有 19 个其中高碳 III 型有 14 个。第二,各省份间经济发展不平衡特征明显。从发展方式变化趋势和演化过程来看,经济发

展转变过程呈现东部地区和中部地区率先转变逐渐蔓延到西北地区,可能是沿海经济与内陆经济社会发展水平差异所导致,其中东南沿海与内陆地区之间低碳经济发展差异最为明显,东南沿海经济区地理位置优越产业发展、技术水平、创新能力等各方面都优于内陆地区,中国的中心城市北京早在 2006 年就已进入低碳经济发展,而作为重工业基地的东北地区于 2013 年才开始进入,中部地区经济发展偏向于轻纺织业和化工业所以转变过程平稳,新疆等西北地区由于是重要的国家能源输出基地经济发展方式始终处于高碳经济,各地区的转变进程步伐不一,经济增长的转变过程基本符合中国各地区的综合经济发展水平。第三,经济发展转变交替反复现象明显。从发展方式变化趋势和演化过程来看,中部地区经济发展变动趋势大致经历“高碳-低碳-高碳”的过程,其中,山西拥有中国最大的煤炭工业基地,河南以食品加工制造产业和机械制造加工产业为主,说明低碳经济发展不稳定,有可能

表 4 2006—2020 年各省经济发展方式

经济发展方式	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
高碳 III	山西、内蒙古、辽宁、黑龙江、江西、湖南、湖北、广西、宁夏、贵州、海南、青海、新疆	辽宁、福建、江西、广西、陕西、宁夏	内蒙古、安徽、海南、重庆、青海、宁夏	福建、广西、贵州、云南、陕西、宁夏	河北、山西、辽宁、江苏、河南、湖北、广西、四川、甘肃、宁夏	河北、吉林、内蒙古、黑龙江、江西、福建、广东、广西、海南、青海、宁夏、新疆	黑龙江、青海、新疆	—	青海、新疆	山西、内蒙古、宁夏、新疆	—	山西、内蒙古、宁夏、新疆	天津、河北、内蒙古、福建、山东、甘肃、宁夏	内蒙古、吉林、黑龙江、湖北、广西、陕西、宁夏、新疆	天津、山西、辽宁、内蒙古、吉林、黑龙江、江西、江苏、福建、山东、广西、四川、陕西、宁夏、新疆
高碳 I	天津、山西、吉林、湖南、广东、重庆、四川、云南、青海	天津、安徽、湖北、山东、甘肃、宁夏	河北、黑龙江、江西、山东、甘肃	河北、内蒙古、湖北、广西、广东、青海、宁夏	浙江、安徽、福建、江西、湖南、湖北、重庆、四川、云南、宁夏	浙江、安徽、河南、贵州	山西、广西	辽宁、青海、宁夏	福建	湖南、青海	山西、湖南、贵州	江西、湖南、广东	安徽、新疆	天津	贵州
高碳 II	吉林、江苏、浙江、安徽、山东、河南、重庆、四川	河北、内蒙古、浙江、安徽、湖北、山东、海南、甘肃、宁夏	山西、四川、陕西、新疆	天津、辽宁、安徽、江西、海南、四川	天津、内蒙古、吉林、黑龙江、上海、广东、新疆	天津、山西、江西、湖北、湖南、重庆、陕西、甘肃	黑龙江、重庆	—	广西	—	广西	辽宁、福建、广西、海南、云南	北京、山西、辽宁、宁夏、云南	山西、江苏、福建、山东、四川	上海、安徽、江西、海南
低碳 I	北京、上海、陕西	北京、黑龙江、江苏	天津、吉林、江苏、广西	吉林、黑龙江、江苏、山东、河南、湖南、重庆	北京、海南、贵州、云南	上海、山东、云南	海南、陕西	江西、海南、新疆	—	河北、黑龙江、安徽、广东	河北、黑龙江、安徽、江西、山东、湖北、湖南、浙江、江苏、贵州	浙江、湖北	江西	辽宁、安徽、江西、海南、贵州	湖南
低碳 II	—	贵州	辽宁、上海、浙江、江西、福建、湖北、湖南、广东、云南	北京、山西、上海、浙江	—	辽宁、四川	内蒙古、辽宁、宁夏、安徽、江西、湖北、广西、广东、海南、青海、宁夏	内蒙古、浙江、山西、福建、广西、贵州、陕西、宁夏	北京、天津、河北、山西、吉林、黑龙江、上海、海南、湖北、广西、宁夏、甘肃、宁夏	内蒙古、上海、浙江、安徽、山东、广西、广东、重庆、贵州	内蒙古、江西、湖北、山东、湖北、云南	吉林、上海、江苏、安徽、重庆、陕西	江苏、浙江、广东、广西、海南、陕西	河北、上海、湖南、广东、甘肃	浙江、广东、甘肃
低碳 III	—	—	北京、贵州	甘肃	青海	北京	河北、吉林、上海、浙江、福建、湖北、湖南、广东、宁夏	北京、天津、内蒙古、吉林、黑龙江、山东、河南、湖北、湖南、广西、重庆、云南	北京、天津、河北、山西、吉林、黑龙江、上海、海南、湖北、广西、宁夏、甘肃、宁夏	北京、天津、河北、山西、吉林、黑龙江、上海、海南、湖北、广西、宁夏、甘肃、宁夏	北京、天津、辽宁、上海、浙江、福建、海南、四川、甘肃、宁夏	北京、天津、河北、黑龙江、江西、山东、河南、湖北、湖南、甘肃、青海	吉林、黑龙江、上海、海南、湖北、湖南、四川、贵州、青海	北京、浙江、河南、重庆、云南、青海	北京、河北、河南、湖北、重庆、云南、青海

是政府政策对碳排放有着显著正向影响,强制性落实减排降碳的政策在短期内确实起到了调控作用,但是忽略了企业的自主性,企业在政策过程中经济效益在一定程度上遭受损失,抑制了企业技术创新的积极性。第四,经济发展为了低碳而低碳。黑龙江、吉林、辽宁省、云南、青海、江西均完成了经济发展低碳转型,这些省份经济发展落后与经济发达地区处在不同的经济发展阶段,对能源消费需求量大,从客观上讲,能源消费持续增长是不可避免的,实现碳达峰甚至碳中和技术难度大,经济基础并不允许持续减排。

3 结论与建议

3.1 结论

本文采用2006—2020年30个省份为研究对象,在测算各省份的碳生产率贡献率和碳排放量贡献率基础上,利用二分法比较碳生产率贡献率和碳排放量贡献率大小的方式,识别中国各地区低碳经济发展方式,提出行之有效的政策参考,为中国及其他国家的低碳转型提供经验借鉴。通过研究主要得到以下结论。

第1,中国碳排放贡献率呈现逐渐下降的趋势,也即经济增长带来的边际碳排放上升,经济增长与碳排放增长尚未脱钩,但逐渐显现脱钩趋势,同时这种变化趋势在不同地区间不均衡问题突出。实际上,造成四大区域碳排放贡献率差异的关键原因在于各区域碳排放增长率的不同,具体来说,东部地区的碳排放增长率显著低于其他三大经济区,中部地区碳排放增长率次之,东北和西部地区碳排放增长率最高,这也造成四大区域碳排放贡献率与之相反的变化趋势。

第二,从发展方式的变化来看,中国经济发展方式大致经历了三个阶段:2006—2010年为第一阶段,经济增长位于高速增长范围,中国现代化进程加快,对煤炭等能源需求激增,仅有少数省份进入低碳经济发展,经济发展方式属于粗放型和不可持续的高碳经济发展。2011—2015年为第二阶段,经济增长率开始进入中低速增长范围,碳排放量增长率显著下降,经济发展进入低碳型和可持续的绿色经济发展。2016—2020年为第三阶段,经济进入高质量发展阶段,碳生产率贡献率整体上升。

第三,从经济发展的时空变化来看,全国及各区域经济发展方式均已转变为低碳经济,说明中国的减排降碳工作进展有条不紊,但中国各省份间的经济发展方式的转变差距已经扩展到各区域之

间的差距。东部地区经济发展水平高,低碳经济稳定发展;中部地区低碳经济出现反复现象,反映经济发展转型不稳定;西部地区经济发展水平落后,环境污染严重,多数省份为能源富集区,能源的大量开采与使用效率的低下使得其经济发展转型明显慢于其他区域;东北地区虽然已经低碳转型,但疫情冲击导致经济增长速度缓慢,减排降碳反而抑制了经济水平提升。

第四,碳生产率贡献率与碳排放量贡献率存在负相关关系,碳生产率贡献率的提高有利于碳排放量贡献率的减少,少数省份存在碳排放回弹效应。碳生产率的提高会显著减少碳排放,但碳排放回弹效应会抵消一部分碳排放甚至会使碳排放量增加。

3.2 建议

(1)因地制宜推动低碳经济发展,梯次有序推进碳达峰。中国把区域和谐发展作为区域政策的基本目标,因此,低碳经济发展应与区域发展相一致。各地区要结合区域高质量发展战略,从实际出发推进绿色低碳发展,努力实现低碳发展和区域高质量发展的双赢。东部地区的京津冀、长三角、珠三角等区域要发挥高质量发展动力源和增长极作用,率先推动经济发展全面绿色低碳转型,力争率先实现碳达峰目标。中部省份着重提升低碳发展的稳定性,加大对高排放、高污染企业和产业的管制,推动低碳生产技术普及。东北地区在保证经济稳定增长的前提下,应积极淘汰落后产业,大力发展清洁低碳产业和智能制造业,优化产业结构。西部地区应着力调整能源消费结构,实现能源消费结构由“以一煤独大”向多元化能源消费结构转变,有序推动高耗能行业中清洁能源消费对化石能源消费的替代。

(2)缩小区域发展差距,避免生态环境领域“以邻为壑”的经济发展模式。基于中国四大地区碳排放贡献率及碳生产率贡献率存在较大差距的实际,中央政府应结合各地区资源禀赋、发展阶段、技术水平等,合理制定“碳达峰、碳中和”的时间表和路线图,实施差异化的节能降碳战略。同时,也要鼓励各地区加强交流与合作,通过区域合作与分工有效提升区域间技术的良性互动效能。低碳经济发展已经基本稳定的东部地区应当充分发挥“领头羊”作用,不仅要巩固减碳成果,还要对邻近地区发挥正向溢出效应与辐射效应,低碳经济发展相对较慢的中部地区、西部地区和东北地区应吸收先进绿色低碳技术,优化产业结构和能源结构,培养新的

绿色经济增长点,给予绿色产业更多的财政税收优惠政策。

参考文献

- [1] 何建坤, 苏明山. 应对全球气候变化下的碳生产率分析[J]. 中国软科学, 2009(10): 42-47.
- [2] DAGOUMAS A S, BARKER T S. Pathways to a low-carbon economy for the UK with the macro-econometric E3MG model[J]. Energy Policy, 2010, 38(6): 3067-3077.
- [3] 陈诗一. 低碳经济[J]. 经济研究, 2022(6): 12-18.
- [4] HASEEB A, XIA E, BALOCH M A, et al. Financial development, globalization and CO₂ emission in the presence of EKC: evidence from BRICS countries[J]. Environ. Sci. Pollut. Res. 2018, 25: 31283-31296.
- [5] CHURCHILL S A, INEKWE J, IVANOVSKI K, et al. The environmental Kuznets curve in the OECD: 1870—2014[J]. Energy Econ, 2018, 75: 389-399.
- [6] 邹庆. 基于面板门限回归的中国碳排放 EKC 研究[J]. 中国经济问题, 2015(4): 86-99.
- [7] FRIEDL B, GETZNER M. Determinants of CO₂ emissions in a small open economy[J]. Ecological Economics, 2003, 45(1): 133-148.
- [8] FARHANI S, OZTURK I. Causal relationship between CO₂ emissions, real GDP, energy consumption, financial development, trade openness and urbanization in Tunisia [J]. Environmental Science and Pollution Research, 2015, 22: 15663-15676.
- [9] SHAHBAZ M, HAOUAS I, VAN HOANG T H. Economic growth and environmental degradation in Vietnam: is the environmental Kuznets curve a complete picture? [J]. Emerging Markets Review, 2019, 38: 197-218.
- [10] PETRIT. Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001 [J]. Transport Policy, 2005, 12(5): 137-151.
- [11] 杨晓华, 胡怡文. 制造业碳排放和经济增长脱钩关系研究——基于速度和数量双重视角[J]. 生态经济, 2021, 37(4): 13-18.
- [12] LIU H, ZHANG Z. Probing the carbon emissions in 30 regions of China based on symbolic regression and Tapio decoupling[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2022, 29(2): 2650-2663.
- [13] 沈世铭, 许睿, 陈非儿. 我国绿色低碳循环经济高质量发展的空间非均衡性及收敛性[J]. 中国流通经济, 2023(2): 18-30.
- [14] 韩冬. 京津冀城市群高质量发展与碳排放的脱钩关系研究——基于综合评价指数的分析[J]. 生态经济, 2023, 39(10): 107-114.
- [15] KAWASE R, MATSUOKA Y, FUJINO J. Decomposition analysis of CO₂ emission in long-term climate stabilization scenarios[J]. Energy Policy, 2006, 34(15): 2113-2122.
- [16] 张友国. 经济发展方式变化对中国碳排放强度的影响[J]. 经济研究, 2010, 45(4): 120-133.
- [17] 杨骞, 刘华军. 中国二氧化碳排放的区域差异分解及影响因素——基于 1995—2009 年省际面板数据的研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2012, 29(5): 36-49.
- [18] OLIVEIRA, DE JESUS P M. Effect of generation capacity factors on carbon emission intensity of electricity of Latin America & the Caribbean, a temporal IDA-LMDI analysis[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2019, 101: 516-526.
- [19] 臧萌萌, 吴娟. 碳排放影响因素解析——基于改进的拉氏指数分解模型[J]. 科技管理研究, 2021, 41(6): 179-184.
- [20] NINPANIT P, MALI A, WAKIYAMA T, et al. Thailand's energy-related carbon dioxide emissions from production-based and consumption-based perspectives[J]. Energy Policy, 2019, 133: 110877.
- [21] YANG L, YANG Y, ZHANG X, et al. Whether China's industrial sectors make efforts to reduce CO₂ emissions from production? a decomposed decoupling analysis [J]. Energy, 2018, 160: 796-809.
- [22] SHEN L, WU Y, LOU Y, et al. What drives the carbon emission in the Chinese cities? a case of pilot low carbon city of Beijing[J]. Cleaner Prod, 2018, 174: 343-354.
- [23] SHUAI C, CHEN X, SHEN L, et al. The turning points of carbon Kuznets curve: evidences from panel and time-series data of 164 countries[J]. Cleaner Prod. 2017, 162: 1031-1047.
- [24] CHEN W G, YAN S H. The decoupling relationship between CO₂ emissions and economic growth in the Chinese mining industry under the context of carbon neutrality [J]. Journal of Cleaner Production Volume, 2022, 379: 134692.
- [25] CHURCHILL S A, INEKWE J, IVANOVSKI K, et al. The environmental Kuznets curve in the OECD: 1870—2014[J]. Energy Econ, 2018, 75: 389-399.
- [26] GUAN Y, SHAN Y, HUANG Q, et al. Assessment to China's recent emission pattern shifts[J]. Earth's Future, 2021, 9(11): e002241.
- [27] ITO K. CO₂ emissions, renewable and non-renewable energy consumption and economic growth: evidence from panel data for developing countries[J]. Int Econ. 2017, 151: 1-6.
- [28] ROOS C, CILLIERS D P, RETIEFF P, et al. Regulators' perceptions of environmental impact assessment (EIA) benefits in a sustainable development context[J]. Environmental Impact Assessment Review, 2020, 81: 106360.
- [29] SHAN Y, HUANG Q, GUAN D, et al. China CO₂ emission accounts 2016—2017 [J]. Scientific Data, 2021, 10: 275.

2020, 7(1): 54.
[30] SHAN Y, GUAN D, ZHENG H, et al. China CO₂

emission accounts 1997—2015 [J]. Scientific Data, 2018, 5(1): 1-14.

Analyzing Regional Disparities and Low-carbon Economic Development Strategy in China

LI Tian'en

(School of Economics, Xi'an University of Finance and Economics, Xi'an 710100, China)

Abstract: Low-carbon transition has become a common choice for countries around the world to cope with the ecological and environmental crisis, and the identification of low-carbon economic development modes has become an academic focus. The low-carbon economic development mode and regional differences were identified among 30 provinces (due to the lack of data, the statistical data mentioned here do not include the Tibet Autonomous Region, the Hong Kong Special Administrative Region, the Macao Special Administrative Region and Taiwan Province) in China from 2006 to 2020 by measuring the contribution rate of carbon productivity and carbon emissions. The results show that the overall trend of China's economic development is to shift from a high-carbon economy to a low-carbon economy. There is a rebound effect of carbon emissions in the improvement of energy use efficiency. Based on the conclusions of the study, the conclusion show that each region should formulate low-carbon economic policies tailored to local conditions. It should pay attention to joint prevention and control and regional cooperation, and make steady progress in promoting the goals of carbon peaking and carbon neutrality.

Keywords: low carbon economy; carbon emission contribution rate; carbon productivity contribution rate